

# Monitoring, Pengendalian dan Penjaminan Mutu Produk Industri Garmen (*QC and QA Garment Industries*)

Reda Rizal



Ecology & Tech.



Economy & Tech.



Economy & Tech.



Economy-Social-Culture & Tech.

Penerapan QC dan QA Pada Industri Garment  
Secara Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan

Tahun 2012

**Monitoring, Pengendalian dan Penjaminan  
Mutu Produk Industri Garmen  
(QC and QA Garment Industries)**  
Penerapan QC dan QA Pada Industri Garment  
Secara Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan

**Reda Rizal**



Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta

**2012**

*Perpustakaan Nasional RI: Katalog Dalam Terbitan (KDT)*

**Reda Rizal**

Monitoring, Pengendalian dan Penjaminan Mutu Produk Industri Garmen (*QC and QA Garment Industries*)/Reda Rizal.

--Jakarta: Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta (LPPM UPNVJ), 2012.  
vi, 203 hlm: 21 cm

Bibliografi hlm. 204  
ISBN 978-602-19087-5-4

1. Monitoring, Pengendalian dan Penjaminan Mutu Produk Industri Garmen (*QC and QA Garment Industries*). I. Judul

© Hak pengarang dan penerbit dilindungi Undang-Undang  
Cetakan Pertama, 2012

Pengarang: Reda Rizal

Dicetak oleh: Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta  
Jl. R.S. Fatmawati, Pondok Labu, Jakarta Selatan 12450  
Telp./Fax. 021-7656971 Ext. 234

**e-mail: [lppm@upnvj.ac.id](mailto:lppm@upnvj.ac.id)**

## Kata Pengantar

Mutu adalah kesesuaian antara apa yang diminta konsumen dengan apa yang diberikan oleh produsen. Tingkat mutu suatu produk dapat bersifat kuantitatif dan dapat bersifat kualitatif, namun untuk tingkat mutu suatu produk manufaktur ditentukan oleh tingkat keseragaman produk yang dihasilkan. Mutu yang terukur dapat kita jumpai pada produk misalnya nomor celana *blue jeans*, nomor celana menunjukkan besaran keliling lingkaran pinggang dengan satuan ukuran yaitu inci. Mutu yang ditentukan berdasarkan nomor celana *blue jeans* tersebut adalah salah satu ukuran mutu produk yang bersifat kuantitatif. Sedangkan mutu produk yang bersifat kualitatif dapat kita temui pada produk *blue jeans* adalah berupa model, warna, kenampakan dan lain sebagainya yang menurut konsumen satu dan lainnya belum tentu sama.

Mengacu pada hukum alam tentang adanya *entropy* dari segala bentuk kegiatan termasuk kegiatan industry dapat dipastikan menghasilkan ketidaksempurnaan proses produksi yang melahirkan produk cacat. Hukum alam menyebutkan bahwa tidak ada dan tidak pernah ada efisiensi 100% (seratus persen), yang berarti ada ketidaksempurnaan atau kerugian (*entropy*) yang besarnya harus diupayakan seminimum mungkin dibawah 1% (satu persen). Sehingga pengertian *zero defect* (tanpa cacat) pada hasil proses produksi bukanlah berarti tidak ada cacat sama sekali, melainkan dipastikan akan ada cacat yang besarnya adalah di atas nol ( $>0,0000xxx$ ). Konsep *zero defect* ini telah berkembang sejak ditemukannya teknologi computer yang mampu mendeteksi, memonitor dan menemukan penyebab terjadinya cacat input bahan baku, cacat dalam proses produksi, cacat pada hasil output produksi dan bahkan cacat (*defect*) maupun kesalahan pada distribusi produk sampai ke konsumen. Nilai filosofi konsep *zero defect* ini adalah; 1) terkait hukum alam yang menyebutkan setiap proses transformasi materi atau energy selalu disertai *entropy*, 2) terkait hukum ekonomi yaitu setiap kegiatan usaha harus meminimumkan kerugian atau minimum produk cacat. Sehingga konsep pengawasan mutu menggunakan statistika pengendalian mutu seperti teori peta control-p, peta control-c, peta control-u dan lain sebagainya tidak banyak digunakan dan bahkan sudah ditinggalkan sebagai konsep teori dahulu kala.

Konsep teori *zero defect*, saat ini dan masa mendatang akan tetap terpakai dan bahkan berkembang pesat guna meminimumkan kerugian (*entropy*) industry dan meningkatkan keuntungan secara ekonomi dan keuntungan secara ekologi (ekoefisiensi). Mengacu pada hukum alam tentang adanya *entropy* dari segala bentuk kegiatan termasuk kegiatan industry dapat dipastikan menghasilkan ketidaksempurnaan proses produksi yang melahirkan produk cacat. Hukum alam menyebutkan bahwa tidak ada dan tidak pernah ada efisiensi 100% (seratus persen), yang berarti ada ketidaksempurnaan atau kerugian (*entropy*) yang besarnya harus diupayakan seminimum mungkin dibawah 1% (satu persen). Sehingga pengertian *zero defect* (tanpa cacat) pada hasil proses produksi bukanlah berarti tidak ada cacat sama sekali, melainkan dipastikan akan ada cacat yang besarnya adalah di atas nol ( $>0,0000xxx$ ).

Buku ini disusun khusus sebagai bahan referensi mata kuliah Pengendalian Mutu dan Penjaminan Mutu (*Quality Control and Quality Assurance = QC-QA*) pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik UPN "Veteran" Jakarta dan Lembaga Pendidikan *International Garment Training Center*. Buku ini sangat bermanfaat bagi para mahasiswa, pengusaha di bidang garment, para ahli tekstil, dan praktisi industri garment yang ingin mendalami masalah pengendalian mutu dan penjaminan mutu produk industri garment secara umum.

Isi buku ini disadari sepenuhnya oleh penulis sangat jauh dari kesempurnaan yang diinginkan oleh segenap pembaca, untuk itu sumbang saran guna perbaikan isi buku ini sangat diharapkan oleh penulis dalam rangka untuk meningkatkan dan mengembangkan penguasaan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dibidang pengendalian mutu dan penjaminan mutu produk garment.

Mudah mudahan buku ini bermanfaat bagi semua pihak yang ingin mendalami pengetahuan bidang pengendalian mutu dan penjaminan mutu produk industri garment.

Salam penulis untuk seluruh pembaca.

Jakarta, 25 Agustus 2012

Penulis

**Dr. Ir. Reda Rizal, M.Si**

## Daftar Isi

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
Pendahuluan	1
Manajemen Produksi Garment	11
Definisi dan Teori Tentang QC dan QA	22
Standard	26
Evolusi Quality	28
Prosedur Pengawasan dan Pengendalian Mutu Industri Garment	32
Pemeriksaan Mutu Material Tekstil dengan Metode <i>Lab-Test</i>	33
Pemeriksaan Sampel ( <i>Sample Inspections</i> )	49
Pemeriksaan Bahan ( <i>Material Inspections</i> )	51
Pemeriksaan Mutu pada Proses <i>Spreading &amp; Cutting</i>	57
Pemeriksaan Mutu Selama Proses Produksi	60
Pemeriksaan Mutu Setelah Proses Jahit	63
Pemeriksaan Mutu Hasil Proses Finishing	64
Pemeriksaan Akhir	66
Pemeriksaan Lot Sampel	70
Klasifikasi Produk Garment Rusak atau Cacat	74
Tanpa Cacat ( <i>zero defect</i> )	82
Kualitas Lingkungan Kegiatan Industri Garment	85
Kasus Kesalahan yang Sering Terjadi	90
Penggunaan Jarum, Benang dan Kain	93
Pemeliharaan Mesin Garment	97
Cara Mengatasi Masaalah Mutu Produksi Garment	99
Pengukuran Waktu Proses Penjahitan dan Kebutuhan Mesin	101
Mengetahui <i>Critical Operation</i>	104
Permasalahan Pada Jahitan	106
Aspek cacat Kain dan Garment	110
Statistik Pengendalian Mutu	146
Dafgtar Pustaka	195

## Daftar Gambar

Gambar 1. Alir Proses Produksi Garment	3
Gambar 2. Ishikawa Diagram; <i>Fishbone Analyze</i>	4
Gambar 3. Ishikawa; Prinsip Plan-Do-Check-Act (P-D-C-A)	10
Gambar 4. Kualitas Fisika Produk Garment	24
Gambar 5. Lingkup Kajian QC & QA Dalam Sistem Industri	25
Gambar 6. Bagan Alir Prosedur QA Industri Garment	33
Gambar 7. Pemeriksaan Bahan Tekstil Pada Industri Garment	54
Gambar 8. Jenis Cacat Kain pada Pemeriksaan Kualitas	55
Gambar 9. Benang Jahit (Yarn Thread)	56
Gambar 10. Ritsleting ( <i>zipper</i> )	56
Gambar 11. Penyusunan Kertas Marka Pada Tumpukan Kain	59
Gambar 12 Proses Pematangan Kain	60
Gambar 13. Proses Penjahitan ( <i>sewing process</i> )	61
Gambar 14. Proses Finishing Garment	62
Gambar 15. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Mutu Garment	69
Gambar 16. Kualitas Lingkungan Kegiatan Produksi Garment	86
Gambar 17. Penggunaan Zat Pelarut pada Proses Produksi	87
Gambar 18. Logo Sertifikat Öko-Tex Standard 100 - Germany	88
Gambar 19. Logo Sertifikat NF <i>Environnement</i>	89
Gambar 20. Tegangan Benang Jahit pada Garment	95
Gambar 21. Tegangan Benang dan Bentuk Jahitan	96
Gambar 22. Titik Perawatan Mesin Jahit Otomatis	97
Gambar 23. Titik Perawatan Mesin Jahit Manual	98
Gambar 24. Mengukur Waktu Proses Menjahit	102
Gambar 25. Peta Kontrol $\bar{x}$ -bar	152
Gambar 26. Peta Kontrol R	153
Gambar 27. Peta Kontrol p	156
Gambar 28. Peta Kontrol pn	158
Gambar 29. Peta Kontrol u	160
Gambar 30. Peta Kontrol c	161

## Daftar Tabel

Tabel 1. <i>Fiber Identification by Burning Test Method</i>	39
Tabel 2. Analisis Perbandingan Sifat Fisika ( <i>physical properties</i> ) Berbagai Jenis Struktur Anyaman Kain Tenun ( <i>woven fabric</i> )	45
Tabel 3. Analisis Perbandingan Sifat Fisika ( <i>physical properties</i> ) Berbagai Jenis Struktur Jeratan Kain Rajut	46
Tabel 4. Rincian Pemeriksaan Sampel	51
Tabel 5. Standard Point	55
Tabel 6. Pemeriksaan pada <i>Spreading</i>	58
Tabel 7. Pemeriksaan pada <i>Cutting</i>	59
Tabel 8. Rincian Pemeriksaan Selama Proses	62
Tabel 9. Rincian Pemeriksaan Hasil Jahitan	63
Tabel 10. Rincian Pemeriksaan Hasil <i>Finishing</i>	66
Tabel 11. Rincian Pemeriksaan Akhir	68
Tabel 12. Tabel Huruf Ukuran Sampel–MIL–STD 105D	72
Tabel 13. Tabel Induk untuk Pemeriksaan Normal	73
Tabel 14. Klasifikasi Rusak/Cacat Produk Garment	75
Tabel 15. Data Hasil Pengukuran Waktu Penjahitan	102
Tabel 16. Penghitungan Jumlah Mesin Jahit	105
Tabel 17. Jenis Peta Kontrol	147
Tabel 18. Peta Kontrol $\bar{x} - R$	148
Tabel 19. Koefisien $A_2, D_4, D_3$ .	151
Tabel 20. Jumlah Cacat Garment	154
Tabel 21. Jumlah Cacat Aksesoris Garment	157
Tabel 22. Cacat Kain	158
Tabel 23. Cacat pada Tiap Meter Persegi Tekstil	161
Tabel 24. Hasil Pengujian Kekuatan Benang Jahit	162
Tabel 25. Hasil Pengujian Mulur Benang	166
Tabel 26. Hasil Pengujian Twist Benang	170
Tabel 27. Hasil Pengujian Kekuatan Kain	173
Tabel 28. Hasil Pengujian Kadar Chlorin	174
Tabel 29. Hasil Pengujian Kualitas Benang Jahit (Ne)	175
Tabel 30. Hasil Pengujian Kekuatan Benang	179
Tabel 31. Hasil Pengujian Kekuatan Kain	180
Tabel 32. Hasil Pengujian Kekuatan Benang	182
Tabel 33. Hasil Pengujian Kekuatan Benang	183
Tabel 34. Hasil Pengujian Kekuatan Benang	184
Tabel 35. Hasil Pengujian Kekuatan Kain	185

Tabel 36. Data Penilaian (Metode Ranking) Terhadap 10 Model Busana Pengantin	187
Tabel 37. Peringkat (Ranking) Hasil Penilaian Model Busana Pengantin	187
Tabel 38. Peringkat Mutu Busana Pengantin	189
Tabel 39. Peringkat Kualitas Jacket	190
Tabel 40. Peringkat Jacket Hasil Penilaian Konsumen	191
Tabel 41. Peringkat Kualitas Jacket	194

## **Monitoring, Pengendalian dan Penjaminan Mutu Produk Industri Garmen (Monitoring, QC and QA Garment Industries)**

### **I. Pendahuluan**

Pelaksanaan pengawasan dan pengendalian mutu dalam industri garmen harus dilaksanakan secara sistemik yang terintegrasi dalam rangkaian kegiatan yang terencana dengan baik. Tujuannya adalah untuk memperbaiki secara terus menerus terkait standar mutu produksi yang telah tercapai sebelumnya. Standard mutu produk garment pada aspek desain atau *style*, dimensi ukuran, kualitas material tekstil, kualitas warna, kualitas aksesoris, kualitas pelayanan dan informasi dan lain sebagainya.

Perkembangan industri tekstil dan garmen akhir-akhir ini menunjukkan kemajuan yang pesat baik dari segi teknologi, kualitas produksi, kuantitas produk maupun strategi promosi serta pemasaran produk. Hal ini telah dibuktikan dengan adanya ketetapan pemerintah untuk menempatkan produk tekstil sebagai komoditas ekspor non migas yang mampu menghasilkan devisa negara.

Salah satu kelompok industri tekstil yang mempunyai andil besar dalam menghasilkan devisa negara adalah industri garmen yang tidak lepas dari tuntutan untuk mampu menghasilkan produk yang bermutu. Salah satu segment penting yang perlu mendapat perhatian yang besar dan sungguh-sungguh adalah masalah mutu produk pakaian jadi yang dihasilkan oleh industri garmen. Kriteria utama mutu produk garmen adalah kesesuaian persyaratan antara spesifikasi teknis (*standard*) dan non-teknis (estetika dan desain) yang ditetapkan oleh pembeli dengan produk yang dihasilkan oleh industri garmen. Untuk itu setiap perusahaan industri garmen yang berorientasi pada ekspor pakaian jadi dituntut kepekaannya terhadap kebutuhan produk yang mengutamakan aspek mutu. Salah satu strategi untuk kelangsungan usaha industry garment adalah mengadakan pengawasan dan pengendalian mutu produk sepanjang lini proses produksi, serta melakukan audit mutu setelah produk garmen sampai di tangan konsumen.

## Monitoring Mutu Produk Garment

Menurut Gustav K. (1988), pengawasan atau monitoring mutu memiliki pengertian; serangkaian kegiatan yang telah terencana bertujuan untuk memperbaiki taraf atau standar yang telah dicapai sebelumnya. Amir Bayat (1989) menyatakan bahwa pengertian "*pengawasan*" adalah suatu kegiatan yang dilakukan oleh suatu perusahaan untuk menjamin keseragaman dari hasil yang telah dicapai sebelumnya dengan patokan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan pengawasan mutu yang baik dapat dilakukan dengan adanya detail rencana-rencana yang jelas dan terkoordinasi dengan baik diantara seluruh tenaga-tenaga perencana, pelaksana dan tenaga paengawas, sehingga tercapai hasil yang sesuai dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya.

Perhimpunan Manajemen Mutu Indonesia (PMMI) menggunakan kata mutu tidak hanya berhubungan dengan produk barang saja, tetapi juga menyangkut bidang jasa, usaha, kerja dan bidang ekonomi pembiayaan. Pengertian mutu menurut ASQC (*American Society for Quality Control*) adalah semua keistimewaan dari ciri-ciri yang dimiliki oleh suatu barang atau jasa yang menyebabkan adanya kemampuan untuk memuaskan kebutuhan. Definisi tersebut diatas, mutu ditafsirkan tidak hanya menyangkut bentuk, dimensi toleransi, kecocokan fungsi material, kemampuan barang saja akan tetapi juga menyangkut penampilan dan ketahanan barang.

Garvin (1988) menyebutkan bahwa mutu secara filosofis memfokuskan hubungan karakteristik secara lahiriah pada; 1) aspek ekonomi menyangkut *profitability*, 2) aspek *engineering* menyangkut masalah *standard* dan kontrol, 3) aspek *marketing* menyangkut kebijakan terhadap pelanggan, 4) aspek nilai (*value*) menyangkut hasil yang dapat dicapai (*affordability*). *The Random House Dictionary* mendefinisikan kata "mutu" sebagai suatu karakteristik atribut, karakter alamiah yang dimiliki oleh sesuatu barang.

Menurut Crosby; mutu adalah kesesuaian terhadap permintaan. Sistem standar mutunya adalah "pencegahan" terjadinya penyimpangan atau cacat, bekerja sekali jadi dan benar; standar prestasinya adalah tanpa kesalahan atau tanpa cacat; penyimpangan ukuran mutu adalah harga ketidak-sesuaian antara produksi dengan produk yang diminta konsumen. sehingga pengertian umum pengawasan mutu adalah keseluruhan tindakan untuk mengawasi,

mengoreksi, menganalisis dan memperbaiki kesalahan atau penyimpangan yang terjadi selama proses produksi, sehingga bisa menghasilkan garment yang mutunya sesuai dengan spesifikasi dan standar mutu yang telah ditentukan dan pada akhirnya perusahaan garmen mampu memenuhi kebutuhan dan kepuasan konsumen. Pengendalian mutu produk garmen dimaksudkan sebagai upaya untuk menjaga kondisi kualitas material produk tetap dalam keadaan standar pada: 1) sebelum proses produksi, 2) selama proses produksi berlangsung, dan 3) produk garment dihasilkan hingga proses distribusi produk sampai ke tangan konsumen.

### Pengendalian Mutu Produk Garmen

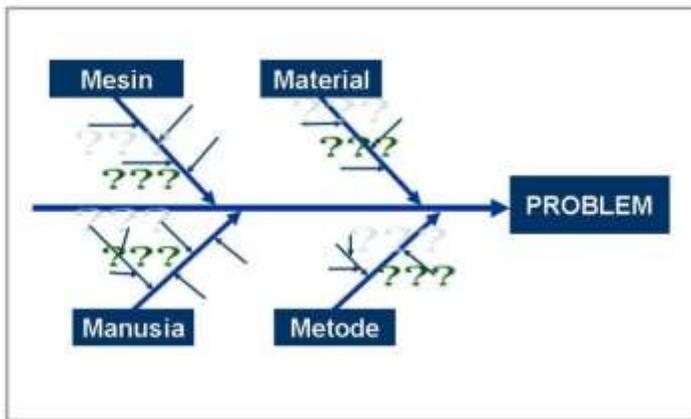
Pengendalian mutu produk garmen dimaksudkan sebagai upaya untuk menjaga, memelihara dan meningkatkan derajat kualitas produk selama proses produksi, baik sebelum proses produksi, selama proses produksi berlangsung hingga produk garmen sampai ke tangan konsumen, dan bahkan pengendalian mutu produk dilakukan sampai pada pascapakai produk oleh konsumen.

Secara umum gambaran alir proses produksi pada industri garment yang akan dijadikan landasan pola pikir dalam merencanakan pengawasan dan pengendalian mutu garment dapat dijelaskan sebagai berikut.



**Gambar 1.** Alir Proses Produksi Garment

Diagram *fishbone* yang diciptakan oleh Ishikawa menjadi satu *tool* yang sangat populer dan dipakai di seluruh penjuru dunia dalam mengidentifikasi faktor penyebab problem/masalah. Alasannya adalah sangat sederhana yaitu; *fishbone diagram* tergolong praktis, dan mampu memberikan panduan kepada setiap tim pengendali mutu untuk terus berpikir untuk menemukan penyebab utama suatu permasalahan terkait dengan mutu produksi.



**Gambar 2.** Ishikawa Diagram; *Fishbone Analyze*

Diagram “tulang ikan” tersebut di atas dikenal dengan *cause and effect diagram*. Mengapa diagram Ishikawa juga disebut dengan “tulang ikan”?.....ya memang kalau diperhatikan rangka analisis diagram Fishbone bentuknya ada kemiripan dengan ikan, dimana ada bagian kepala (sebagai *effect*) dan bagian tubuh ikan berupa rangka serta duri-durinya digambarkan sebagai penyebab (*cause*) suatu permasalahan yang timbul.

Dari gambar di atas terlihat bahwa faktor penyebab problem antara lain (kemungkinan) terdiri dari: material atau bahan baku, mesin, manusia dan metode atau cara. Semua yang berhubungan dengan material, mesin, manusia, dan metode yang “saat ini” dituliskan dan dianalisa faktor mana yang terindikasi “menyimpang” dan berpotensi terjadi problem.

Ishikawa mengajarkan kita untuk melihat “ke dalam” dengan bertanya “mengapa?.....mengapa?...dan mengapa?”. Hanya dengan bertanya “mengapa” beberapa kali kita mampu menemukan akar permasalahan yang sesungguhnya, dan penyebab sesungguhnya bukanlah gejala.

Dengan menerapkan diagram *fishbone* akan menolong kita untuk dapat menemukan akar “penyebab” terjadinya masalah khususnya di industri manufaktur dimana prosesnya memiliki banyak ragam variabel yang berpotensi menyebabkan munculnya masalah. Apabila “masalah” dan “penyebab” sudah diketahui secara pasti, maka tindakan dan langkah perbaikan akan lebih mudah dilakukan.

Dengan diagram ini, maka kita dapat melihat semua kemungkinan “penyebab” dan mencari “akar” permasalahan sebenarnya.

Secara umum faktor-faktor yang mampu menunjang dan mempengaruhi mutu produk garment menurut Cooklin-Gerry dan Blackburn adalah:

1. Bahan baku kain tekstil dan bahan pembantu (*material*) serta aksesoris busana.
2. Model atau *style* dan ukuran produk garmen yang akan diproduksi
3. Mesin dan peralatan yang digunakan termasuk teknologi yang digunakan.
4. Setting atau adjustment mesin dan peralatan
5. Keterampilan (*skill*) manusia yang berperan melayani mesin dan peralatan serta bahan baku selama proses, serta motivasi kerja operator.
6. Peralatan dan metode pengendalian mutu produk garmen.
7. Mekanisme dan sistem pengawasan mutu produk termasuk mutu kerja manusianya.
8. Kondisi ruang pabrik garmen yang dapat menunjang terciptanya produk bermutu, space mesin dan alat-alat bantu, sirkulasi udara dan temperatur ruang kerja serta sinar penerangan.
9. Alat ukur uji mutu dengan akurasi alat dan sistem pengukurannya.

Faktor bahan baku/kain yang dapat mempengaruhi mutu dan estetika pakaian meliputi ;

1. Letak garis corak kain arah lusi/pakan pada elemen pola akan berpengaruh langsung terhadap estetika busana dan *drapery* maupun ketahanan sobek sambungan jahitan pada pakaian.
2. lebar kain dan panjang kain dalam gulungan sebelum kain di spreading akan mempengaruhi metode penataan komponen pola untuk efisiensi pemakaian bahan baku dan biaya cutting per-potong garmen.
3. Tebal tipis kain yang akan berpengaruh langsung terhadap produktivitas *cutting* dan *sewing* serta *finishing*, juga terhadap estetika dan *drapery* busana sewaktu dipakai.
4. Tetal lusi dan tetal pakan pada kain akan berpengaruh langsung terhadap estetika dan *drapery* busana sewaktu pakai.
5. Jumlah *twist* benang yang tinggi pada kain akan memberikan sifat kasar permukaan kain dan sifat kaku serta daya serap yang rendah terhadap keringat atau air.
6. Kenampakan efek permukaan kain atas dan bawah yang berbeda atau sama akan mempengaruhi efisiensi pengaturan tata-letak pola busana pada waktu spreading, seperti kain yang bercorak printing batik atau printing biasa.

Faktor bahan pembantu dan aksesoris pakaian yang akan mempengaruhi estetika dan rasa nyaman pakai busana meliputi;

1. Kain pelapis dengan sifat-sifat fisiknya seperti bahan interlining yang mutu binder-atau perekatnya kurang baik akan mempengaruhi estetika busana, demikian pula jenis bahan yang mesti harus disesuaikan dengan bahan utamanya sehingga berpengaruh langsung terhadap kualitas garmen yang dihasilkan.
2. Benang jahit dengan nomor dan sifat-sifat fisiknya. Benang jahit yang terbuat dari filament sintetis akan memberikan kilau yang lebih tinggi dibanding bila menggunakan benang jahit yang terbuat dari staple fiber. Begitu pula dengan nomor benang yang semakin kecil bila digunakan pada penjahitan pakaian akan memberikan peluang berkerutnya hasil jahitan, sehingga memberikan pengaruh yang tidak kecil terhadap mutu jahitan.
3. Kancing, kait, ritsliting dan lain sebagainya dengan bentuk, ukuran dan sifat fisiknya.

Ritsleting (*zipper*) yang mempunyai katup rentak dari dari bahan sintetis tentunya lebih baik dari bahan logam yang mudah berkarat setelah pencucian, sehingga menimbulkan noda pada pakaian. Demikian pula untuk kancing kait dan kancing pasak disarankan untuk menggunakan bahan yang tidak mudah menimbulkan noda terhadap pakaian.

Faktor mesin dan peralatan yang dapat mempengaruhi mutu produk garment diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Teknologi yang dipakai beserta sistem dan kapasitas kemampuannya. Mesin *lockstitch* yang dilengkapi dengan alat automatic seperti alat pemotong sisa ujung benang secara otomatis memotong dan sisa potongan langsung dihisap oleh mesin sehingga lebih menjamin kebersihan produk dan mutu jahitan. Begitu pula misalnya penggunaan mesin bordir yang dilengkapi dengan CAD atau autocad mampu membuat ragam corak atau motif yang beraneka ragam desain dan menghasilkan kualitas bordiran jauh lebih baik dibandingkan menggunakan mesin bordir konvensional.
2. Ketersediaan alat bantu yang spesifik yang akan membantu percepatan proses pengerjaan ; seperti alat penghisap udara atau exhaust system dengan blower akan sangat membantu menjaga kebersihan produk garmen dari debu/flies sisa ujung benang dan tidak perlu untuk mengambil sisa ujung benang dengan tangan operator yang memungkinkan mengotori kain disamping terjadinya percepatan dan kemudahan dalam pengerjaan barang produksi garmen.
3. Setting dan Adjustment mesin dan peralatan produksi garmen; misalnya setting presser foot dan pengaturan tegangan benang dalam menjahit kain dengan konstruksi tertentu, sehingga tidak jarang oleh akibat setting dan adjustment peralatan menimbulkan kerutan pada kain yang dijahit.

Faktor sumber daya manusia yang dapat mempengaruhi mutu produk garment diantaranya adalah sebagai berikut;

1. Keahlian dan keterampilan, pendidikan , job training , motifasi kerja seorang operator memiliki pengalaman akan memberikan hasil kerja yang berkualitas dibanding yang

- tidak berpengalaman, dia dapat cepat menyesuaikan diri pada saat mendapatkan pekerjaan yang baru sehingga mampu menghasilkan barang yang berkualitas.
2. Pendidikan, operator atau karyawan yang berpendidikan lebih tinggi akan memberikan respon yang lebih cepat dalam bekerja dibanding yang kurang berpendidikan, sehingga memberikan konsekuensi logis dalam peningkatan mutu kerja dan mutu produk garmen yang dihasilkan.
  3. Motivasi kerja yang baik dan positif dari seluruh operator, dan karyawan akan ikut andil dalam pencapaian tujuan kerja. Kerja yang tidak ada motivasi yang positif akan memberikan hasil pekerjaan yang kurang berkualitas dan tidak bertanggung jawab.
  4. Job training yang tidak terarah dan kurang sesuai dengan bidang dan teknologi yang akan dihadapi juga akan mubazir, sebagai contoh *job training* bidang komputer yang tidak sesuai dengan bidang pekerjaannya, sekalipun teknologi komputer yang diberikan adalah teknologi mutakhir akan tetapi bidang pekerjaannya tidak berkaitan dengan teknologi tersebut. Jadi sebaiknya dalam hal ini *job training* yang diberikan hendaknya hal-hal yang menyangkut bidang pekerjaannya masa kini atau masa yang akan datang yang sesuai dengan rencana pengembangan pekerjaannya sekarang.

#### Faktor metodologi proses produksi dan pengendalian mutu

1. Teknik pengukuran standar mutu dan peralatan ukur sangat besar pengaruhnya terhadap akurasi pengukuran dimana sistem pengukuran dengan satuan inci akan berbeda hasilnya dengan satuan metrik yang dikonversi misalnya 1 inci dikonversi sebesar 2,5 sentimeter sehingga dalam hal ini terjadi selisih ukuran sebesar 0,4 sentimeter. Hal ini produsen garmen sering menganggap bahwa kemeja nomer 14 identik atau sama dengan kemeja ukuran 35, pada hal disini terjadi selisih ukuran 35 sebesar 0,56 cm atau misalnya untuk celana ukuran 27 sering disamakan dengan ukuran 68 sistem metrik, pada hal ukuran 68 ini masih memiliki kekurangan lingkaran pinggang sebesar 0,58 cm.
2. *Up-to-bottom*; cara ini proses pengerjaan pembuatan kemeja dimulai dari pembuatan daun kerah kemeja, kaki

kerah kemeja termasuk pemasangan label kemudian penjahitan yoke atau pundak sampai seterusnya kebagian bawah kemeja. Jadi disini alur proses berjalan dari atas terus kebawah.

3. *Bottom-up*; cara ini kebalikan dari cara diatas yaitu dimulai dari pengerjaan *manset/ cuff*, lengan pemasanga kantong, pasang badan dan seterusnya sampai pada bagian atas kemeja. Metode *bottom-up* dan *up-to-bottom* akan berbeda kualitas hasilnya jika manajemen pabrik tidak siap dengan rentang kendali mutu yang cocok dengan kedua metode tersebut, sehingga akan menimbulkan *bottle-neck* pada aliran proses yang akhirnya mempengaruhi *schedule* produksi.
4. Sistem pengendalian mutu dapat menggunakan sistem *on-the-spot* ataupun secara auditing, dalam hal ini sangat tergantung kepada skala produksi pabrik.

Kondisi ruang pabrik yang dapat mempengaruhi mutu produk garment diantaranya adalah sebagai berikut;

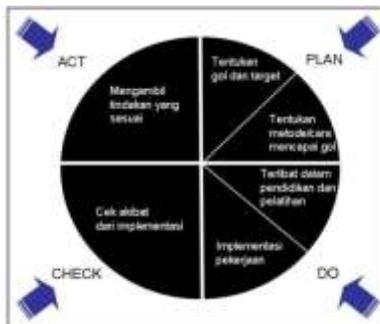
1. Jarak atau *space* antar mesin dan peralatan yang tidak semestinya akan berakibat semrawutnya sistem dan suasanya kerja yang dapat berpengaruh terhadap kualitas kerja.
2. Sirkulasi udara dalam pabrik yang kurang baik akan cepat menimbulkan kelelahan kerja dan cepat menimbulkan kejenuhan yang pada gilirannya akan berpengaruh terhadap kualitas hasil kerja.
3. Peralatan pendukung dalam bekerja bagi operator seperti alat pengasah pisau pemotong, alat penanda / *notches*, *specific cutter* dan lain sebagainya bagi setiap operator yang bekerja, jadi dalam hal ini jangan sampai tidak tersedia peralatan pendukung yang kadang kala menimbulkan kemalasan bagi operator yang bekerja.
4. Fasilitas umum lainnya seperti *mushalla*, toilet dengan persediaan air yang kurang memadai, kantin, klinik, tempat istirahat dan lain sebagainya yang erat kaitannya dengan kenyamanan bekerja sehingga membawa konsekuensi logis terhadap produktivitas kerja dan mutu produk.

Selama proses produksi berbagai masalah dapat saja timbul mempengaruhi mutu produk garmen yang dihasilkan dengan rentang kendali mutu seperti:

1. Kualitas jahitan/performance dan mutu benang jahit
2. Mutu bahan baku utama dan bahan pembantu serta aksesoris
3. Cacat jahitan, cacat kotor/noda
4. Penyimpangan ukuran pakaian terhadap standar pemesan
5. Cacat komponen pola pada pakaian
6. Drapery performance yang tidak sesuai standar
7. Bias letak garis lusi/pakan pada tiap komponen pola.

Penerapan prinsip plan-do-check-act (P-D-C-A) pada proses pengendalian mutu produksi dapat dikemukakan sebagai berikut;

1. Plan-P yaitu; menentukan gol dan target, serta menentukan cara/metode untuk mencapai gol
2. Do-D yaitu; terlibat dalam pendidikan dan pelatihan, serta mengimplementasikannya dalam pekerjaan
3. Check-C yaitu; lakukan pengecekan akibat dari implementasi dalam pekerjaan
4. Act-A yaitu; mengambil tindakan yang sesuai dengan kebutuhan organisasi perusahaan.



**Gambar 3.** Ishikawa; Prinsip Plan-Do-Check-Act (P-D-C-A)

Terdapat sedikitnya 8 (delapan) jenis pemborosan klasik yang terjadi di setiap usaha industry yang harus diminimumkan yaitu;

1. Pemborosan energy yang digunakan selam proses produksi. Pemborosan energy yang ditimbulkan oleh penggunaan teknologi yang tidak efisien maupun gerakan transportasi material produk.
2. Produksi berlebih (*over production*). Membuat part/produk yang berlebih atau tidak dibutuhkan.
3. Waktu menunggu (*waiting*). Umumnya terjadi karena belum ratanya *line balancing* di lini produksi. Ada bagian/orang yang sangat sibuk dan kelelahan, di sisi lainnya terdapat bagian/orang yang sangat santai tanpa ada sesuatu yang dilakukan.
4. Gerakan yang tidak perlu; pekerja yang tidak memiliki nilai tambah. Mangambil *scrap, part* yang jatuh ke *body* mesin atau ke lantai, membuka tali pengikat material.
5. Pengangkutan (*transporation*); suatu kondisi perpindahan atau pengangkutan barang atau informasi yang kurang efektif. Tujuan yang sama tetapi dipakai beberapa kendaraan, padahal dari segi kecukupan muatan dan rute yang ditempuh masih memenuhi syarat dan mampu dibawa oleh satu armada/kendaraan sekaligus.
6. Proses (*process*) berlebih. Melakukan suatu proses yang sesungguhnya tidak dibutuhkan atau diganti dengan spesifikasi yang lain.
7. Persediaan/stok (*inventory*); stok material yang terlalu banyak mengakibatkan biaya-biaya tambahan lain seperti gudang penyimpanan, dll.
8. Barang cacat (*defect*); semua *output* yang di luar spesifikasi dan perlu perbaikan ulang. Proses pengerjaan ulang membutuhkan biaya dan tenaga tambahan, sehingga dibutuhkan metode kerja yang lebih efisien dan efektif.

## II. Manajemen Produksi Garment

Manajemen produksi garment adalah usaha untuk mengelola perusahaan dalam mencapai tujuan organisasi (industri garment), dimana organisasi pabrik garment dalam proses produksinya dapat menggunakan dana, bahan baku, mesin, tenaga manusia, metode yang efektif dan efisien sehingga pabrik dapat menghasilkan produk garment secara produktif, serta dengan kualitas produksi yang paling baik. Secara umum dikenal minimal sepuluh bagian atau unsur yang terdapat di dalam manajemen industri garmen secara professional. Kesepuluh unsur tersebut dapat dijadikan landasan untuk menyusun struktur organisasi pada suatu pabrik garment yang relatif besar, atau minimal dapat dijadikan sebagai bahan kajian untuk merevisi struktur organisasi pada industri garment.

1. Bagian perancangan model (*garment style*).
2. Bagian promosi produk (*fashion show/fashion promotion*)
3. Bagian penjualan (*marketing*).
4. Bagian pembuatan sampel (*sample room*)
5. Bagian pembuatan pola garment (*pattern marker*).
6. Bagian pembelian bahan baku, bahan pembantu dan aksesoris garment (*purchasing*).
7. Bagian produksi (*production*).
8. Bagian pengawasan dan pengendalian mutu (*quality assurance*).
9. Bagian pengemasan (*packaging*).
10. Bagian pengiriman barang dan ekspor (*shipping dan export*).

### Perancangan Model Busana / Style

Bagian perancangan model busana/style busana ini merupakan ujung tombak industri garment dalam upaya meningkatkan volume penjualan pakaian jadi, dan dalam manajemen industri garment orang yang berperan dalam perancangan model busana ini lebih tepat berada dalam jajaran bagian marketing atau merchandise departement. Di Indonesia sampai saat ini belum dijumpai industri garment yang memiliki bagian perancangan busana secara khusus seperti industri garment di luar negeri dengan merek dagang "*Mark dan Spencer*", "*Donna Karan*", "*Escada*", "*Hugo Boss*", "*Versace*" dan lain sebagainya. Produk garmen merek tersebut di atas sering disebut sebagai produk yang "*high-fashion*" karena dihasilkan oleh perusahaan yang memiliki sumberdaya manusia yang kreatif, dan innovative yang ditempatkan pada bagian perancangan busana,

sehingga perusahaan ini mampu menyedot perhatian pembeli dan produknya dikenal luas secara internasional. Mengapa produk industri garment Indonesia belum ada yang mampu bersaing dengan produk industri garmen mancanegara, hal ini menurut penulis disebabkan oleh karena industri-industri garment di Indonesia belum melihat manfaat yang dapat dipetik dengan adanya lembaga perancangan busana (*fashion design institution*) pada industri garment berskala besar tersebut. Fungsi utama desainer busana dalam manajemen industri garment adalah merencanakan dan mendesain bentuk, corak, karakter, tampilan pakaian jadi yang bervariasi satu sama lainnya, sehingga industri garment tidak lagi memproduksi pakaian jadi dalam bentuk mono-desain akan tetapi industri garment mampu memproduksi garment yang multi-desain dan diproduksi secara massal. Tugas pokok personil dibagian perancangan model busana ini adalah bagaimana seorang pekerja perancang mampu untuk mengangkat suatu gagasan / ide yang modis kreatif dan innovative kedalam suatu bentuk gambar / sketsa, kemudian ia membuat detail komponen busana berikut aksesorisnya untuk selanjutnya diproduksi secara terbatas oleh pabrik garmen. Demikian seterusnya pekerja perancang dibagian ini setiap hari membuat dan memperbaharui hasil rancangannya yang sudah ada dengan mengkaitkan setiap event dan trend mode yang diperkirakan terjadi dan diminati masyarakat dimasa yang akan datang. Rancangan desain garment yang dihasilkan oleh bagian ini tidak saja merupakan hasil rancangan yang dibutuhkan masyarakat atau pembeli, akan tetapi juga harus dapat menghasilkan rancangan yang mampu mempengaruhi/menarik perhatian masyarakat pembeli yang sebelumnya tidak tertarik atas suatu desain garment tertentu yang ditawarkan. Penting pula untuk menjadi catatan bahwa desain garment berupa sketsa rancangan pada kertas yang belum berwujud pakaian sebaiknya disimpan (*file*) pada lembaran plastic document keeper dan didokumentasikan dengan rapi, karena pada suatu saat tertentu dimasa yang akan datang sketsa rancangan tadi dapat digunakan kembali atau dapat direvisi sesuai kebutuhan perkembangan mode busana.

### ***Fashion Show dan Fashion Promotion***

Bagian ini bertugas untuk memanggil dan merangkul konsumen secara luas agar konsumen mengenal dan menyukai produk

garment yang kita buat sehingga akhirnya diharapkan dampaknya untuk meningkatkan volume penjualan produk garment. Bagian ini sebenarnya dapat dijadikan sebagai media untuk riset pasar, kecenderungan apa model busana yang digandrungi oleh konsumen saat ini dan dimasa yang akan datang yaitu dengan cara melihat respon fashion show di media massa seperti majalah, koran, televisi dan lain sebagainya.

Fashion show adalah suatu kegiatan memperagakan produk busana atau garment yang mempunyai merek dagang (*trade mark*) tertentu melalui suatu pertunjukan busana oleh model atau peragawati pada hotel-hotel berbintang, pada mal-mal dan pasaraya, ataupun pada tempat-tempat penyelenggaraan kegiatan sosial ekonomi di lingkungan masyarakat perkotaan. Sasarannya adalah untuk menarik perhatian calon konsumen industri garment pada tingkat sosial ekonomi tertentu sehingga diharapkan penonton tertarik untuk membeli produk dengan trade mark busana atau garment yang diperagakan.

*Fashion promotion* adalah suatu kegiatan yang berkaitan dengan upaya meningkatkan, mempromosikan produk garment dengan merek dagang yang telah ada agar masyarakat konsumen lebih tersita perhatiannya terhadap merek garment yang sedang dipromosikan, dan didalam kegiatan fashion promotion ini terdapat kegiatan fashion show. Perbedaan antara kegiatan peragaan (*show*) dan promosi (*promotion*) terletak pada mekanisme kegiatan, dimana promosi lebih mengutamakan pemunculan aspek harga yang rendah, aspek teknis produk yang berkualitas, dan aspek lain yang berkaitan dengan mode garment. Sedangkan persamaannya adalah dari segi tujuan kegiatan tersebut yaitu untuk memperkenalkan, memperagakan, meningkatkan volume penjualan produk garment yang diproduksi oleh suatu industri garment.

Barangkali yang menjadi persoalan bagi industri garment Indonesia dalam menyelenggarakan *fashion show* dan *fashion promotion* ini adalah terkendala masalah biaya yang terlalu besar untuk menyelenggarakannya di hotel-hotel berbintang, dan biaya honorarium artis/model dan lain sebagainya. Padahal sebenarnya adalah ketidakmampuan pabrik untuk menciptakan produk garmen yang modis, berkualitas dan *innovative*, dan ketidakmampuannya dalam memasarkan produknya, atau dengan kata lain bahwa pengelola industri garment tersebut belum bisa dikatakan *professional* dalam bidangnya.

**Fashion Promotion** dibagi dalam 5 (lima) bentuk aktivitas :

1. *Advertising*: yaitu suatu strategi untuk mempengaruhi perilaku konsumen dalam memilih busana guna meningkatkan volume penjualan dan meningkatkan image perusahaan atau produsen garmen dengan cara membayar pesan-pesan melalui media massa (radio, tv, majalah, koran dan lain-lain).
2. *Publikasi*: yaitu mengkomunikasikan dan menginformasikan produk busana atau garmen kepada masyarakat baik secara lisan maupun dalam bentuk tulisan. Tugas ini dilakukan oleh pihak perusahaan dalam arti tidak menggunakan jasa pihak lain untuk melakukan promosi produk busana, pengenalan tentang perusahaan serta pelayanan lainnya. Tugas ini dikenal sebagai porsi public relations.
3. *Special events*: yaitu kegiatan promosi produk busana atau garment dengan cara penyelenggaraan fashion show di *department-store*, sasaran promosi adalah pengunjung *deptaprtment-store*.
4. *Visual merchandising display*: yaitu suatu kegiatan promosi produk busana atau garmen dengan cara menata letak produk busana disuatu outlet toko, boutique, fashion room dan ataupun pada plaza-plaza niaga. Penataan busana dengan aksesoris dibuat sedemikian rupa sehingga terlihat memberikan total look dari produk busana yang menarik dan terkesan mewah serta mahal.
5. *Fashion Show*: yaitu suatu kegiatan promosi produk busana atau garmen disuatu tempat tertentu seperti di hotel-hotel dan plaza-plaza niaga dengan mengundang orang-orang tertentu para selebritis beserta wartawan dan *photographer*. Kegiatan ini tentunya pihak produsen garment harus membayar mahal para model, *photographer* dan sewa tempat penyelenggaraan berikut konsumsinya. Tujuan akhir dari *fashion show* ini tentunya untuk meningkatkan volume penjualan produk garmen yang di tampilkan.

## **Marketing**

Marketing adalah bagian yang memasarkan produk garment dan dalam manajemen industri garment lebih dikenal sebagai "*merchandise*". Tugas pokoknya adalah untuk memasarkan garment,

menghitung harga penjualan, mengetahui kalkulasi harga berdasarkan perhitungan bahan baku, bahan baku pembantu, aksesoris, biaya over head terhadap produksi dan lain sebagainya. Pada bagian ini personilnya harus mampu membaca situasi persaingan produk garment, harus mengerti teknis barang dan teknis produksi secara detail serta mampu membaca apa yang tertulis dalam kontrak penjualan dan spesifikasi order mengatur penjadualan proses produksi sampai kepada masalah pengiriman barang (*shipment*).

Dalam fungsi manajemen marketing terkandung didalamnya kegiatan-kegiatan yang dikoordinasi oleh seorang manajer yang memahami dan menguasai bidang fashion promotion, fashion show, pembuatan sampel, pembuatan model atau style garment, dan termasuk masalah kakulasi biaya serta harga produk yang diproduksi oleh pabrik garment.

### **Pembuatan Sampel**

Bagian ini berfungsi untuk membuat sampel / contoh produk busana atau garment yang dipesan oleh bagian desain ataupun dari pihak pembeli yang terdapat dalam kontrak sampai contoh tersebut disetujui oleh bagian desain atau pihak pembeli.

Terdapat beberapa istilah dan pengertian tentang sample :

1. **Counter sample:** yaitu contoh barang dari pihak produsen garmen yang ditawarkan kepada pihak pembeli sebelum diadakan kontrak jual-beli. Tujuannya adalah untuk memperkenalkan alternatif produk busana / garmen yang dibuat oleh pabrik untuk negosiasi dengan pihak pembeli. Biaya pembuatan sample ini sepenuhnya biaya dari produsen garmen.
2. **Approval sample:** yaitu contoh produk garmen yang dikirim kepada pihak pembeli untuk meminta persetujuannya. Setelah adanya persetujuan dari pihak pembeli maka barang dapat diproduksi seperti approval sample yang telah mendapat persetujuan. Biaya pembuatan sample ini adalah mejadi tanggungan produsen.
3. **Shipment sample:** yaitu contoh produk garmen yang dikirim ke pihak pembeli untuk di diteliti lebih lanjut setelah approval sample disetujui. Shipment sample sangat menentukan sekali terhadap bisa tidaknya seluruh barang dikirim ke pihak pembeli,

dan biaya pembuatan shipment sample ini sepenuhnya tanggungan pihak pembeli.

4. *Road sample*: yaitu contoh produk garmen yang dikirim kepihak pembeli yang jumlahnya 2-5 lusin yang biasanya untuk disebarakan kepada agen-agen penjual untuk dipantau hasil penjualannya. Biaya pembuatan roal sample ini sepenuhnya menjadi tanggungan pembeli.
5. *Photo sample*: yaitu contoh produk garmen berupa foto / gambar yang dikirim kepada pihak pembeli ataupun disimpan dalam buku katalog khusus produk yang dihasilkan perusahaan.

### **Pembuatan Pola (*pattern maker*)**

Bagian ini bertugas untuk menerjemahkan bentuk desain / style garmen yang diterima dari bagian desainer ataupun dari pihak pembeli menjadi bentuk pola (*pattern*) dengan bermacam ukuran ("grading size" = ukuran S-M-L- XL-XXL). Ukuran pola yang dibuat disini sudah memperhitungkan kampuh jahitan (*allowance*), kupnat, lipatan, tanda notcher, drill dan lain sebagainya.

Pembuatan pola memerlukan keahlian yang khusus dan cermat, agar pola garmen tersebut dapat diaktualisasikan menjadi pakaian yang sesuai dengan desain / style busana.

Biasanya setiap pola untuk masing-masing ukuran dibuat sebanyak 2 sampai 4 buah untuk digunakan pada perencanaan panjang kertas marka dalam hal kombinasi ukuran pola. Setiap komponen pola yang telah dibuat sebaiknya diberi label keterangan yang jelas menyangkut : ukuran, style, keterangan letak pola pada garmen seperti bagian kiri atau bagian kanan, bagian depan/belakang dan lain sebagainya. Setiap pola dengan label keterangan harus dapat disosialisasikan kepada seluruh bagian / jaringan proses produksi, agar apa yang tertulis sinkron antara perencanaan dengan hasil produk garmen yang diperoleh.

### **Bagian Pembelian Bahan, Bahan Pembantu dan Aksesoris Garment**

Bagian ini berfungsi sebagai penyedia bahan baku utama dan bahan pembantu serta aksesoris garmen sesuai dengan desain / style garmen. Keahlian mengenal bahan tekstil dan karakteristiknya diperlukan untuk memenuhi permintaan pihak pembeli dan

memahami teknis produksi garmen jika tidak menemukan lebar kain yang spesifik untuk mengkonversikannya dengan lebar kain yang berbeda tetapi karakter dan desain kain sama. Bagian ini bertanggung jawab atas penyediaan / supply bahan baku sesuai jadwal produksi yang telah ditetapkan. Mempunyai akses / jaringan komunikasi dalam mencari sumber bahan baku yang murah dan berkualitas serta dalam jumlah yang banyak.

### **Bagian Produksi**

Bagian ini bertanggung jawab atas tercapainya hasil produksi dengan kualitas yang telah ditentukan sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan. Bagian ini sangat bertanggung jawab terhadap efisiensi produksi dan produktifitas pabrik garmen secara keseluruhan baik terhadap bahan baku, mesin dan peralatan serta strategi produksi.

### **Bagian Monitoring Mutu**

Bagian ini berfungsi melakukan pengawasan terhadap mutu produk garmen yang dihasilkan, baik pengawasan mutu pada bahan baku, bahan yang sedang mengalami proses maupun terhadap produk yang telah selesai dikerjakan. Dalam pelaksanaan pengawasan mutu produk ini selalu berpegang kepada standar mutu yang telah disepakati antara produsen dan pembeli yang tertuang dalam suatu dokumen tertulis. Pengawasan mutu tidak hanya menyangkut ukuran dan cacat garmen semata akan tetapi sampai kepada hal-hal yang sekecil-kecilnya seperti dimensi kain tiap komponen pola, jarak setik, nomor benang jahit, perilaku pakaian setelah dicuci dan lain sebagainya.

### **Pengemasan**

Bagian ini bertugas untuk mengatur pembungkusan dan pengepakan barang yang dihasilkan sesuai dengan pesanan khususnya untuk packaging instructional, ataupun mampu menciptakan bentuk pembungkusan dan packaging yang menarik untuk produk garmen yang baru diciptakan.

## **Pengiriman Barang dan Ekspor**

Bagian ini merupakan pelaksana tugas akhir dari proses industri garmen yang bertugas mempelajari ketentuan-ketentuan yang tercantum pada *letter of credit* (L/C), termasuk masalah container hingga terlaksananya pengiriman barang sampai kepada pihak pembeli.

### ***Merchandise***

Merchandise adalah istilah dalam kata bahasa Inggris yang berarti “barang-barang dagangan”, dalam manajemen produksi merchandise ini pada umumnya menempati posisi dalam bidang marketing. Dalam dunia pertekstilan khususnya pada industri dan perdagangan garment maka istilah merchandise ini akan bermakna sebagai suatu kegiatan perdagangan atau perniagaan pakaian jadi, kegiatan para ahli tekstil yang berkecimpung dalam *merchandise* atau sebutan sebagai “*merchandiser*” ini membutuhkan kualifikasi; 1) memahami dan menguasai pengetahuan teknis bahan-bahan tekstil seperti serat, filament, benang, kain tenun dan nir tenun, kain kaos, sifat-sifat finishing kain, sifat dan karakter bahan/kain, processing pembuatan benang, pembuatan kain, dan pembuatan garment itu sendiri; 2) memahami dan menguasai teknik dan manajemen perniagaan tekstil dan produk tekstil (TPT) termasuk di dalamnya masalah garment; 3) memahami dan menguasai ekonomi teknik pada proses produksi TPT; 4) memahami dan menguasai persoalan kegiatan ekspor-impor TPT; menguasai dengan baik minimal dua bahasa asing Inggris dan Mandarin. Fungsi utama *merchandiser* pada industri garment adalah untuk “memasarkan” produk garment yang dihasilkan oleh pabriknya, dan ia bertindak selaku orang marketing yang harus mampu meyakinkan pembeli (*buyer*) untuk membeli produk garment hasil produksi pabriknya. *Merchandiser* atau *senior merchandiser* dalam suatu perusahaan industri garment yang relative besar biasanya dibantu oleh 5 (lima) tenaga *merchandiser assistant* seperti; 1) *commercial merchandiser*; [2] *follow-up merchandiser*; 3) *follow-up sample*; 4) *administration officer*; dan 5) *sample room officer*.

*Commercial merchandiser* yang secara khusus bertindak untuk menangani masalah negosiasi dengan pihak pembeli, mengajukan penawaran, dan memberikan keterangan rinci tentang permintaan

(order) dari pembeli kepada mitra kerjanya yaitu *follow-up merchandiser* dan *follow-up sample* serta kepada *sample room officer*. *Follow-up merchandiser* secara khusus bertindak selaku orang yang berkaitan langsung dengan masalah produksi garment, dimana ia harus membuat rencana kerja pabrik secara rinci dan tertulis (*work-sheet*) berapa jumlah mesin dan jenis mesin jahit serta peralatan yang diperlukan untuk memproduksi sejumlah garment yang dipesan, menghitung kapasitas produksi dan perkiraan kapan produk garment tersebut dapat diterima oleh pihak pembeli. *Follow-up merchandiser* ini bekerja sama dengan mitra kerjanya *Sample room officer* dan *follow-up sample* untuk membuat contoh garment sesuai pesanan pembeli untuk selanjutnya *follow-up merchandiser* ini menindaklanjuti contoh garment yang telah dibuat untuk meminta persetujuan pihak pembeli (*buyer*). Setelah *buyer* setuju dengan contoh garment yang dibuat oleh pabrik, maka tindakan selanjutnya adalah *follow-up merchandiser* meminta persetujuan kepala bagian produksi dan bagian supplier bahan baku dan bahan penolong, serta aksesoris garment. Selanjutnya fungsi *follow-up merchandiser* ini adalah untuk memonitor kegiatan produksi pabrik garment agar produksi berjalan sesuai dengan *work-sheet* yang dibuatnya terdahulu, sehingga produk garment sampai ketangan pihak pembeli sesuai dengan persetujuan yang telah disepakati atau disetujui oleh pihak pembeli.

*Follow-up sample officer* adalah orang yang bertugas untuk mempersiapkan dan membuat daftar sample atau contoh garment yang ada untuk ditawarkan kepada pembeli ataupun membuat daftar contoh garment yang dipesan oleh pembeli, dan menindak lanjuti hasil kerja mitra kerjanya untuk merencanakan dan mempersiapkan bahan baku dan aksesoris yang digunakan untuk membuat sample. *Follow-up sample officer* ini juga bertanggung jawab terhadap hasil pencatatan *time study* proses produksi, alir proses produksi, dan memeriksa sample yang dibuat oleh *sample room officer* untuk selanjutnya dilaporkan kepada *follow-up merchandiser*.

*Sample room officer* adalah orang yang bertanggungjawab atas pembuatan pola (*pattern making*) yang sesuai dengan bentuk, desain, dan spesifikasi produk garment yang telah disetujui pihak pembeli dan pihak pabrik yang diwakili oleh Senior Merchandiser. *Sample room officer* ini pula yang harus membuat kalkulasi tentang

penggunaan bahan baku, bahan pembantu dan aksesoris produk garment dan melaporkannya kepada pihak Senior merchandiser.

*Administration officer* adalah orang yang mempersiapkan sistem administrasi dan alat peralatan administrasi seperti; status pemasaran, status pembelian bahan, surat menyurat baik tertulis melalui faksimile, e-mail, telepon dan lain sebagainya yang pada intinya mempersiapkan scrip tentang komunikasi keluar pabrik atau kedalam pabrik yang menyangkut produksi dan non produksi sehingga mampu menunjang kegiatan produksi dan pemasaran produk garment dari pabrik.

Merchandiser dalam industri garment pada dasarnya mempunyai 2 (dua) tugas akhir untuk memutuskan (*decision maker*) yaitu; 1) apakah sesuatu produk yang dipesan oleh pembeli dapat diterima atau ditolak, 2) mempunyai inisiatif untuk mendesain, membuat dan memasarkan produk garment pabriknya kepada pihak pasar yang membutuhkannya.

Rincian tugas pokok seorang *merchandiser* dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Bila ada permintaan suatu produk garment dari *buyer*, maka tugas *merchandiser* adalah menganalisis hal-hal menyangkut; 1) jenis garment/pakaian yang akan diproduksi apakah jenis-jenis mesin di pabrik tersedia untuk itu, apakah bahan baku dipasar tersedia atau tidak, apakah aksesoris pakaian ada di pasar terdekat, apakah persediaan bahan baku tersedia dengan jumlah yang cukup dipasaran, apakah tersedia tenaga tukang jahit yang memadai untuk mengerjakannya, apakah pabrik kita sedang mengerjakan produk garment pesanan buyer lain yang dapat mengganggu proses produksi tersebut atau tidak, 2) ukuran dan style garment apakah mampu diproduksi oleh pabriknya dan apakah menguntungkan atau tidak, 3) warna garment yang dipesan apakah tersedia bahan bakunya, apakah memotong kain akan mengalami kesulitan dalam hal shading warna pada waktu penjahitan ataukah tidak, 4) jumlah garment yang akan diproduksi apakah menguntungkan atau tidak, 5) sistem packaging apakah ada permintaan khusus seperti *assortment color* atau *assortment size* atau kombinasi, dan apakah hal ini mampu dikerjakan oleh kekuatan kemampuan produksi oleh pabrik atau tidak, 6) masalah waktu penyerahan produk garment kepada pembeli (*delivery time*) sistem

- transportasi, masalah jaminan kualitas garment sampai ditangan pembeli bagaimana perjanjiannya, dan lain sebagainya.
2. Memeriksa gudang bahan baku atau bahan baku di pasar untuk mengetahui apakah bahan baku yang diperlukan ada atau tidak, bila tidak ada maka harus dicari suatu kepastian atau gambaran yang pasti kapan bahan baku tersebut dapat diperoleh dan diterima pabrik guna menyesuaikan jadwal dengan *delivery time*.
  3. Membuat jadwal kerja atau time table untuk menentukan kapan harus memulai menghamparkan kain (*spreading*), kapan harus memotong kain, menjahit, kapan harus melakukan finishing, dan lain sebagainya sampai dengan produk garment kita sampai ditangan pembeli dengan selamat.
  4. Dalam hal analisis tersebut diatas maka merchandiser harus melakukan koordinasi dengan bagian produksi, bagian pengendalian mutu produksi, dan bagian pengadaan bahan baku sehingga tugas *merchandiser* tersebut dapat terlaksana dengan baik sesuai dengan fungsinya.
  5. Bila permintaan produk garment dari pembeli tidak ada, maka tugas seorang merchandiser adalah; a) menciptakan suatu produk garment dengan desain baru yang dibutuhkan oleh konsumen, b) mencari konsumen yang membutuhkan produk yang ia desain, c) memberikan keyakinan kepada calon pembeli bahwa produk garmentnya memiliki keunggulan kualitas dan daya saing yang tinggi dibanding produk yang dijual oleh pabrik lain, atau harga yang ditawarkan adalah yang paling murah dibandingkan pabrik lain.

Dalam banyak kasus yang tidak jarang ditemui oleh seorang merchandiser adalah adanya pesanan (*order*) atau permintaan dari pihak pembeli kepada pihak pabrik yang disertai dengan rincian perhitungan penggunaan bahan baku, lebar kain tertentu, bahkan ada yang menyertakan kertas marka (*marker paper*) sesuai desain atau style garment yang dipesan, dan ada yang meminta sample dibuatkan dan diperlihatkan lebih dahulu kepada pembeli. Bila perusahaan garment telah memutuskan menerima order atau pesanan pembeli maka *merchandiser* segera memerintahkan *sample room officer* untuk membuat *approval sample* untuk kemudian dimintakan persetujuan pihak pembeli atau komentar bila ada yang kurang sesuai. Bila *approval sample* disetujui maka adakalanya

pemberitahuan dari pihak pembeli disampaikan melalui faksimile, telex, e-mail atau telepon, dan disini pembeli akan menyimpan sebagian dari approval sample sebagai pegangan untuk mengontrol bila perusahaan garment memproduksi menyimpang dari persetujuan sebelumnya, atau bila perusahaan itu memproduksi kualitas yang berbeda. Jika approval sample ditolak pembeli atau ditolak dengan syarat perbaikan (*conditionally approved*), dan bila harus diperbaiki maka bagian sample *room officer* memperbaikinya sesuai dengan permintaan pembeli, dan masalah ini biasanya sangat tergantung kepada banyak sedikitnya kesalahan pada approval sample. Dalam kasus terakhir ini sebaiknya semua arsip copy surat catatan, komentar perbaikan atas *approval sample* dikirim pula ke bagian produksi, *follow-up merchandiser*, bagian pengawasan dan pengendalian mutu produksi guna meningkatkan jaminan kualitas produk garment sampai kepada pihak pembeli.

Tahap berikutnya bila tugas pokok awal dari bagian *merchandise* telah terealisasi maka langkah selanjutnya adalah pada bagian produksi, dan tugas bagian produksi ini harus dikontrol secara langsung atau tidak langsung oleh *follow-up merchandiser*.

Pada bagian produksi menindaklanjuti dengan pembuatan pola (*pattern*) sesuai ukuran dan spesifikasi garment dan kertas marka (*marker paper*), namun ada beberapa perusahaan garment tidak membuat kertas marka dengan alasan tidak mempunyai teknologi dan lain sebagainya sehingga kertas pola langsung dijiplak diatas tumpukan kain dengan menggunakan kapur atau pensil kain untuk selanjutnya kain dipotong (*cutting processing*). Sementara itu jika pabrik garment tergolong perusahaan besar yang memiliki peralatan berteknologi tinggi maka pola direproduksi dan diatur tata letaknya menggunakan peralatan komputer sehingga dapat dicapai penggunaan bahan yang minimal atau menghasilkan limbah bahan yang minimal. Dengan peralatan komputer dan *plotter* atau *printer*-nya dapat diperoleh susunan gambar-gambar pola pada kertas marka (*marker paper*) dengan ukuran panjang sesuai panjang meja potong dan lebar kertas marka sesuai lebar kain yang akan dipotong.

### III. Definisi dan Teori tentang QC dan QA

1. Mutu adalah kesesuaian ciri dan karakter produk yang dibuat dengan ciri dan karakter produk yang diminta, dan kesalahan ukuran mutu adalah harga ketidak-sesuaian.
2. Sistem *standard* mutunya adalah mencegah terjadinya penyimpangan ciri dan karakter atau cacat pada produk atau proses produksi.
3. Aspek mutu: kesesuaian bentuk, dimensi, toleransi, fungsi, manfaat, kemampuan, penampilan, ketahanan produk dan lain sebagainya.
4. *Quality Control* (QC): mengendalikan atau mengontrol kualitas produk sesuai dengan standard.
5. *Quality Assurance* (QA): menjamin kualitas produk sesuai dengan standard
6. *Standard*: baku mutu atau batas kualitas atau batas toleransi ketidak seragaman yang diinginkan oleh konsumen-masyarakat-pemerintah-perusahaan-industri.
7. *Quality Control* (QC) adalah serangkaian kegiatan yang terencana untuk memperbaiki taraf atau standar yang telah dicapai sebelumnya (Gustav K,1988).
8. *Quality Control* (QC) adalah "*pengawasan*" suatu kegiatan yang dilakukan untuk menjamin keseragaman hasil yang dicapai dengan patokan standar yang telah ditetapkan (Amir Bayat, 1989).
9. Mutu adalah semua keistimewaan dari ciri-ciri yang dimiliki Oleh suatu barang atau jasa yang menyebabkan adanya kemampuan untuk memuaskan kebutuhan (*ASQC=American Society for Quality Control*).
10. Mutu adalah kesesuaian antara produk yang diminta konsumen dengan produk yang diberikan oleh produsen (Crosby, 1964).
11. Faktor mutu menurut Cooklin, Gerry dan Blackburn, (1972) antara lain adalah: a) material (utama dan penolong), b) harga (*price*), c) model atau *style*, d) ukuran atau dimensi, e) warna, f) merek (*brand name*), g) teknologi yang digunakan (man-made; hand-made ?), h) metodologi yang digunakan, i) alat ukur uji mutu, j) akurasi alat, k) sistem ukuran dan lain sebagainya.
12. Faktor mutu adalah keseluruhan nilai atau harga yang sesuai (diinginkan) dan atau nilai atau harga yang tidak sesuai (tidak diinginkan).

13. Berdasarkan waktu pelaksanaan pengendalian (*control*) mutu produk dikenal 3 bentuk:
14. *Preventive Control*: kontrol yang dilakukan sebelum proses produksi, pengendalian ini dimaksudkan agar proses produksi berjalan lancar sesuai rencana dan mencegah atau menghindari timbulnya cacat produk (*defect*).
15. *Monitoring Control* kontrol yang dilakukan pada saat proses produksi berlangsung; pengendalian ini dimaksudkan untuk memonitor kegiatan proses produksi, dan bila terjadi suatu penyimpangan maka dilakukan perbaikan secara langsung dan melakukan pencatatan-pencatatan.
16. *Repressive Control* yaitu pengawasan dan pengendalian yang dilakukan setelah semua proses produksi selesai.



**Gambar 4.** Kualitas Fisika Produk Garment

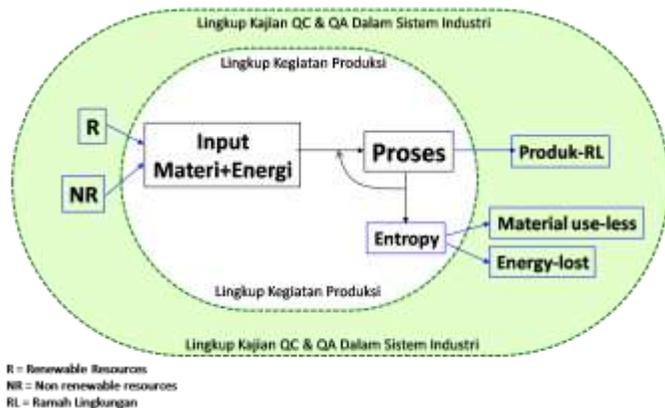
Parameter mutu produk garment antara lain sebagai berikut:

1. Konstruksi (*construction*)
2. Struktur (*structure*)
3. Komposisi (*composition*)
4. Sifat fisika-kimia (*properties*)
5. Harga (*price*)
6. Model
7. Color
8. Material
9. Size

10. Style
11. Durability
12. Strength
13. Dimension
14. Dan lain sebagainya

Keseluruhan parameter mutu produk garment seperti tersebut di atas harus “terukur” dan “dapat diukur” (*measuring and measurable*).

Lingkup kajian dan monitoring pengendalian mutu pada industry garment masa kini dan masa mendatang semakin meluas pada aspek keberlanjutan industry dan lingkungan hidup. Bahwa konsumen dunia menghendaki; kualitas produk yang ramah lingkungan (*eco-friendly*), industry tidak mencemari lingkungan *zero-waste* dan *zero-pollutant*, kegiatan industry *zero-accident*, kegiatan industry tidak melanggar hak-hak asasi manusia (HAM), kegiatan produksi *zero-defect* dan lain sebagainya.



**Gambar 5.** Lingkup Kajian QC dan QA Dalam Sistem Industri

Lingkup kajian QC dan QA pada industri konvensional selama ini berkembang hanya tertuju pada tujuan akhir perusahaan yaitu mencapai keuntungan ekonomi semata dengan mengkaji 4 aspek: 1) *input* bahan baku, 2) proses produksi, 3) produk *output* dan 4) limbah.

Sedangkan lingkup kajian QC dan QA dalam sistem industri **modern** yaitu tujuan akhir perusahaan (keuntungan ekonomi) yang memperhatikan aspek ekologi (termasuk keinginan konsumen) secara berkelanjutan meliputi: 1) input materi R/NR, 2) input energi R/NR, 3) proses produksi, 4) output produk yang ramah lingkungan, 5) entropi dalam bentuk; 6) *material use-less* dalam bentuk limbah, dan 7) *energy lost* dalam bentuk pencemaran udara. Limbah dan Polutan (entropy) yang banyak atau besar berakibat resistensi konsumen terhadap produk yang dipasarkan.

Bagaimanakah prinsip-prinsip dasar untuk memproduksi produk garment yang bermutu?. Prinsip-prinsip dasar yang harus dilakukan untuk memproduksi produk garment yang bermutu adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan bahan baku yang berkualitas,
2. Bahan baku pembantu (*accessories*) berkualitas,
3. Menggunakan teknologi (*machine and tool*) yang tepat guna, berdaya guna, berhasil guna dan ramah lingkungan,
4. Menggunakan energy yang minimum,
5. Tenaga kerja berkualitas,
6. Metodologi tepat guna dan berdaya guna (*efficient and effective*),
7. Menggunakan energi secara berkualitas,
8. Menggunakan lingkungan pabrik secara berkualitas,
9. Spesifikasi produk (*product specification*) sesuai dengan permintaan *buyers*,
10. Produksi minimum limbah dan pencemar (*minimum entropy*),
11. *Zero accident* terhadap tenaga kerja dan manajemen mengutamakan K3,
12. Penyerahan (*delivery time*) barang tepat waktu,

13. Sifat produk ramah lingkungan (*eco-friendly product*), tidak membahayakan pemakai/konsumen, mudah dirawat, hemat ruang,
14. Mengkondisikan kegiatan industry dan output industry yang; *green product, good house keeping industry, cleaner process, cleaner products* ataupun *cleaner productions, dan sustainable resource use*.

#### IV. *Standard*

*Standard* adalah suatu rumusan yang dapat dinyatakan dalam bentuk tulisan, grafik, contoh-contoh, model atau dengan cara lain yang representative. Standard dapat didefinisikan sebagai; baku mutu, batasan, batas toleransi, patokan, tolok ukur yang akan mengontrol kualitas suatu produk atau jasa. Semakin sempit harga atau nilai pembatas yang diberlakukan oleh standard, maka semakin berkualitas produk dan jasa yang dikontrol. Fungsi standardisasi adalah untuk menetapkan, membatasi, menyatakan atau menegaskan sifat-sifat ukuran, spesifikasi, cara pengujian terhadap suatu produk dalam jangka waktu tertentu. Tanpa standar maka pengendalian mutu tidak dapat dilakukan, karena mutu adalah “kesesuaian” antara produk yang diminta atau yang diinginkan (sebagai standar) dengan produk yang diproduksi.

Subject mutu dapat meliputi hampir semua bidang kegiatan antara lain; 1) *engineering*, 2) *transport*, 3) *housing/building*, 4) *food*, 5) *agriculture*, 6) *forestry*, 7) *textiles*, 8) *chemicals*, 9). *industry*, 10) *commerce*, 11) *education* dan lain sebagainya.

Aspect mutu dapat meliputi aspek; 1) spesifikasi, 2) sampling dan analysis, 3) test dan analysis, 4) batas variasi (*limitation of variety*), 5) *grading*, 6) kode (*code of practice*), 7) *packaging*, 8) *conservation*, 9) *transport* dan lain sebagainya. Sedangkan level, tingkatan atau taraf mutu mulai dari taraf *international* (mutu taraf internasional), National (mutu taraf nasional), tingkat *Association* (mutu tingkat asosiasi), dan tingkat mutu di tingkat perusahaan atau company.

Syarat-syarat standard yang baik harus memenuhi sifat-sifat :

1. Harus dapat diandalkan
2. Harus dapat diterima oleh semua pihak atau bagian terbesar dari pihak yang berkepentingan (produsen, konsumen)
3. Harus dapat memberikan manfaat kepada pemakai

Pemberlakuan standard didasarkan pada sifatnya yaitu;

1. Standard yang bersifat mengikat; berlakunya standar ini karena adanya paksaan aspek hukum berupa undang-undang dan peraturan. Standard wajib biasanya diterapkan pada produk dan jasa yang menyangkut hak asasi manusia, produk yang dapat merusak atau mengancam jiwa atau keselamatan.

2. Standard yang bersifat sukarela; berlakunya standar ini tanpa paksaan hukum atau undang-undang dan peraturan lainnya. Standard sukarela biasanya diterapkan pada produk dan jasa yang tidak menyangkut hak asasi manusia, produk yang tidak akan merusak atau tidak mengancam jiwa atau keselamatan.

Setiap Standar mempunyai tujuan masing-masing tergantung subyek, aspek dan taraf standar. Sedangkan manfaatnya adalah agar satu produk dengan produk yang lain tidak jauh berbeda. Misalnya antara standar pabrik dengan standar nasional tidak jauh beda, antara standar nasional dengan standar internasional tidak jauh beda.

Secara umum standarisasi bertujuan agar produk dapat dipakai dan diterima dalam semua taraf standarisasi yang mencakup;

1. *Overall economy* yaitu meliputi bidang produksi, distribusi dan pemakaian.
2. Proteksi terhadap kepentingan umum atau konsumen yaitu meliputi produk dan jasa.
3. Pencegahan terhadap hal-hal yang membahayakan keamanan, kesehatan dan lingkungan kehidupan.

Manfaat standarisasi dalam bidang industri antara lain adalah;

1. Memudahkan mendapatkan produk dan penggantian suku cadang.
2. Memudahkan dalam pelayanan dan perawatan.
3. Mencegah terjadinya perselisihan antara pembeli dan penjual.
4. Memudahkan dalam pelatihan karyawan dalam membuat produk.
5. Dapat digunakan sebagai dasar perbandingan.
6. Memperbaiki kerjasama antar bagian dalam pembuatannya

Sasaran akhir pembuatan standard pada industri antara lain adalah;

1. Meningkatkan kemampuan produksi.
2. Meningkatkan mutu produk
3. Meningkatkan efisiensi dan efektivitas produksi.
4. Menghemat biaya.
5. Menghemat biaya dan energi.
6. Meminimumkan entropy

Diskusikan pertanyaan di bawah ini:

1. Seandainya bola lampu pijar 100 watt memiliki ulir sekerup yang tidak standard, apakah yang akan terjadi ?
2. Seandainya baju kita tidak memiliki ukuran (*size*) apakah yang akan terjadi ?
3. Seandainya Pertamina tidak memiliki *standard* apakah yang akan terjadi ?
4. Seandainya sepatu kita tidak memiliki ukuran (*size*) apakah yang akan terjadi ?

## V. Evolusi Quality

Berdasarkan catatan sejarah yang terjadi sejak masa revolusi industry sampai sekarang, terdapat beberapa fase muncul dan berkembangnya kajian tentang mutu yaitu:

Tahap *pertama* : dikenal dengan nama "*Operation Quality Control*" dimana pada tahap ini tiap buruh bertanggung jawab atas pembuatan dan mutu produk yang dibuatnya.

Tahap *kedua* : dikenal dengan "*Foreman Quality Control*" dimana pada tahap ini terjadi masa perkembangan industri berskala besar, barang-barang yang sama diproduksi secara bersama diawasi oleh seorang mandor (*foreman*) yang bertanggung jawab atas mutu produk.

Tahap *ketiga* : dikenal dengan "*Inspection Quality Control*" dimana pada masa Perang Dunia I (PD-I), industri-industri berkembang sangat pesat dengan manufacturing system yang lebih kompleks. Untuk kegiatan pengendalian mutu diserahkan kepada petugas-petugas khusus, dan tugas pengendalian mutu telah dipisahkan dengan tugas produksi, dan dikepalai oleh "*superintendent*" (pengawas).

Tahap *keempat* : dikenal sebagai "*Statistical Quality Control*" dimana sebagai akibat terjadinya PD-II diperlukan lebih banyak produksi, dan konsekuensinya diperlukan pengawasan dan pengendalian mutu dengan menggunakan statistik seperti pemeriksaan contoh dan peta kontrol.

Tahap *kelima* : dikenal dengan "*Total Quality Control*" (TQC) dimana pada tahap ini ruang lingkup pengendalian mutu berkembang tidak saja pada proses produksi, tetapi mencakup kegiatan-kegiatan survai pasar, perencanaan desain produk, distribusi dan *after sales service*.

Tahap *keenam* : pada awal tahun 90-an dikenal dengan ISO-9000 dan ISO-14000 yang pada intinya mencakup masalah "manajemen mutu" yang tidak terbatas pada produk saja, akan tetapi juga mencakup manajemen sumberdaya manusia (SDM), manajemen sumberdaya alam (SDA) dan lingkungan.

Tahap *ketujuh* : abad 21 mengarah pada produk-produk yang memiliki “eco-label” (*green product, good house keeping industry, cleaner process,*

*cleaner products* ataupun *cleaner productions, dan sustainable resource use*).

Pelaksanaan QC dan QA pada industry skala besar dengan detail engineering yang besar, maka dibutuhkan ilmu statistic guna mempermudah melakukan analisis dan pengambilan kesimpulan dan tindakan.

Untuk pelaksanaan program QC diperlukan alat bantu seperti; meteran, timbangan, laboratorium, statistic dan manusia.

Statistic yang sering digunakan dalam proses QC diantaranya : distribusi frekuensi, peta kontrol, dan teknik-teknik statistik untuk analisis seperti; Nilai rata-rata, standar deviasi (SD), koefisien variasi (CV), uji hipotesis, analisis ragam, analisis regresi dan korelasi, dan lain sebagainya.

Untuk melaksanakan program QC dibutuhkan data, data yang dimaksud dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. *Data Objectives*; yaitu data yang dapat menggambarkan sesuatu keadaan apa adanya (*reliable*).
2. *Data up to date*; yaitu data yang mutakhir agar dapat digunakan tepat waktu dan bukan data yang sudah usang.
3. *Data comprehensive*; yaitu data yang dapat memberikan gambaran yang menyeluruh dari suatu masalah.
4. *Data Relevant*; yaitu data yang harus ada hubungannya dengan masalah yang akan dipecahkan.

Jenis data yang diperlukan untuk melakukan monitoring, pengendalian mutu produk industry adalah sebagai berikut;

1. Data internal; yaitu data yang dikumpulkan oleh organisasi dan dipergunakan sendiri.
2. Data eksternal; yaitu data yang diperoleh dari luar organisasi.
  - a. Data Primer; yaitu data eksternal yang dikumpulkan langsung oleh organisasi dan diterbitkan oleh organisasi tersebut.
  - b. Data Sekunder; yaitu data eksternal yang dilaporkan oleh organisasi lain, atau data dari sumber lain.

3. Data Kualitatif; yaitu data yang tidak berbentuk angka, misal; produksi tekstil meningkat, kualitas tekstil meningkat, harga tekstil lembaran meningkat dll.
4. Data Kuantitatif; yaitu data yang berupa angka-angka, misal; jumlah cacat kain (*defect*) = 3 point/meter, *stitch per inch* (spi) = 14, dan lain sebagainya.
5. *Cross Section Data*; yaitu data yang dikumpulkan pada waktu tertentu untuk menggambarkan keadaan atau kegiatan pada waktu yang bersangkutan, misal; jumlah produksi garment pada tahun 2003 = 150.000 lusin.
6. *Time Series Data*; yaitu data yang dikumpulkan dari waktu ke-waktu untuk menggambarkan perkembangan kegiatan pada periode tertentu, misal; tahun 1999 = 120.000 lusin, tahun 2000 = 130.000 lusin, tahun 2001 = 140.000 lusin, dan seterusnya.
7. Data Diskrit; yaitu data yang diperoleh dengan jalan **menghitung**, misalnya; jumlah operator suatu pabrik garmen, jumlah ini merupakan bilangan asli dan bulat.
8. Data Kontinu; yaitu data yang diperoleh dengan cara **mengukur**, misal tinggi anak usia antara umur 15 s/d 17 tahun adalah 160 cm.

Factor mutu garment yang harus dikontrol dan diawasi secara umum adalah terkait dengan masalah sebagai berikut:

1. Model
2. Ukuran
3. Keceragaman dan kesesuaian warna
4. Jahitan (jumlah setik, bentuk setik, jenis benang jahit)
5. *Pucker*
6. *Appearance*,
7. *Drapery*
8. *color fastness*
9. *smoothness*
10. *crease recovery*
11. Kualitas kancing (*button*)
12. *button impact* (pecah, kekuatan benang jahit lebih besar dibanding kekuatan kain dan kekuatan benang jahit lebih besar dibanding kekuatan kancing)
13. Lubang kancing (*button hole*)
14. Mutu kain
15. Mutu benang

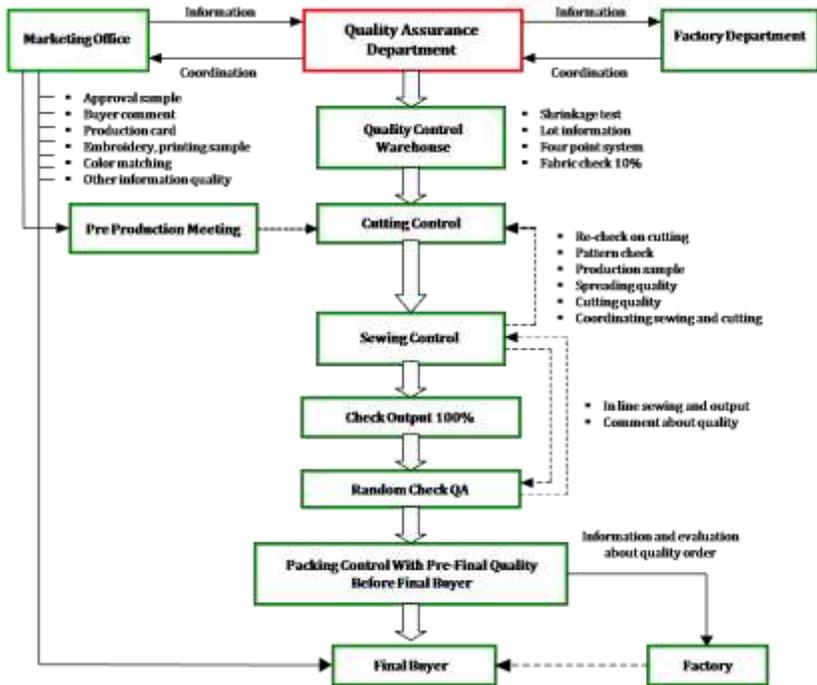
16. Dan banyak lagi yang lainnya.

Faktor Mutu “Kain Kaos/Rajut” antara lain adalah sebagai berikut:

1. Wale per inch (WPI)
2. Course per inch (CPI)
3. Gramasi kain kaos (gram square meter)
4. Ketahanan pecah (= kekuatan kain)
5. Yarn numbering in knit-fabric
6. Thickness
7. Dimension stability
8. Defect (yarn and knit)
9. Color fastness
10. Finishing effect
11. Dan lain sebagainya.

## **VI. Prosedur Pengawasan, Pengendalian dan Penjaminan Mutu Industri Garment**

Prosedur pengawasan dan pengendalian mutu pada setiap industri garment tidak selalu sama dan tidak harus sama satu industri dengan industri lainnya, namun prosedur pengawasan mutu yang ditetapkan oleh suatu industri garment dapat saja mengadopsi prosedur yang diinginkan oleh konsumen. Namun yang pasti adalah bahwa setiap langkah pelaksanaan pengawasan dan pengendalian ,mutu termasuk pemeriksaan mutu harus baku dalam satu industri. Berikut di bawah ini akan dijelaskan salah satu contoh proses pengawasan dan pengendalian mutu terkait prosedur pemeriksaan mutu material bahan baku tekstil untuk industri tekstil, prosedur pemeriksaan sampel produk yang akan diteliti mutunya, diawasi dan dikontrol mutunya agar tidak menyimpang dari standard yang ditentukan sebelumnya, prosedur mengenai pemeriksaan bahan, pemeriksaan mutu pada proses spreading dan cutting, pemeriksaan mutu selama proses produksi, pemeriksaan mutu setelah proses finishing produk dan pemeriksaan mutu produk akhir.



**Gambar 6.** Bagan Alir Prosedur Quality Assurance Industri Garment

## VII. Pemeriksaan Mutu Material Tekstil dengan Metode *Laboratory Test* (Lab-Test)

Pemeiksaan mutu atau kualitas material tekstil dengan metode lab-test ini akan memberikan informasi tentang mutu kain menyangkut 4 (empat) kelompok aspek mutu suatu produk yaitu;

- 1) Konstruksi kain (*fabric constructions*)
- 2) Struktur kain (*fabric structure*)
- 3) Komposisi kain (*fabric composite*)
- 4) Sifat fisika-kimia kain (*fabric properties*)

Pemeriksaan mutu atau kualitas material tekstil pada aspek konstruksi kain (*fabric constructions*) meliputi identifikasi terhadap; nomor benang lusi dan pakan untuk kain tenun (*woven fabric*), nomor benang pakan saja atau benang lusi saja untuk kain kaos (*knit fabric*), kerapatan benang lusi (*ends*) dan kerapatan benang pakan (*picks*) untuk kain tenun (*woven fabric*), jumlah jeratan benang kearah lebar kain (*wale per inch = wpi*) dan jumlah jeratan benang kearah panjang kain (*course per inch = cpi*) untuk kain kaos (*knit fabric*), lebar kain (*fabric width*) untuk kain tenun maupun kain rajut/kaos, serta gramasi kain dengan notasi; GSM (*gram square meter*), OSM (*ounce square meter*), GSY (*gram square yard*) atau OSY (*ounce square yard*).

Hasil pemeriksaan mutu material tekstil aspek konstruksi kain (*fabric constructions*) ini menghasilkan nilai-nilai kuantitatif berupa jumlah dan berat, maka pemeriksaan mutu ini dapat dikategorikan mutu yang bersifat kuantitatif.

Pemeriksaan kualitas material tekstil pada aspek struktur kain (*fabric structure*) meliputi identifikasi terhadap jenis anyaman pada kain tenun apakah anyaman; *plain*, *twill* atau *drill*, satin, turunan anyaman *plain*, turunan anyaman *twill/drill*, kombinasi anyaman menggunakan teknologi *dobby* atau *jacquard* dan lain sebagainya untuk kain tenun. Sedangkan pada kain rajut atau kaos meliputi identifikasi apakah jeratan benang pada kain rajut dalam bentuk struktur *plain/jersey*, *rib*, *interlock* dan lain sebagainya.

Hasil pemeriksaan mutu material tekstil aspek struktur kain (*fabric structure*) ini tidak menghasilkan nilai-nilai kuantitatif, tetapi menghasilkan bentuk/struktur kain berupa gambar anyaman dan atau jeratan, maka pemeriksaan mutu ini dapat dikategorikan mutu yang bersifat kualitatif.

Pemeriksaan kualitas material tekstil pada aspek komposisi kain (*fabric composite*) meliputi identifikasi pada benang lusi dan pakan untuk kain tenun (*woven fabric*) dan benang pakan saja atau benang lusi saja untuk kain kaos (*knit fabric*) menggunakan metode uji bakar (*burning-test*) yang hasilnya dibandingkan dengan table *Fiber Identification by Burning Test Method Fiber Identification by Burning Test Method*.

Hasil pemeriksaan mutu material tekstil aspek komposisi kain (*fabric composite*) ini tidak menghasilkan nilai-nilai kuantitatif, tetapi menghasilkan bentuk/struktur perilaku pembakaran atau perilaku material, maka pemeriksaan mutu ini dapat dikategorikan mutu yang bersifat kualitatif.

Pemeriksaan kualitas material tekstil pada aspek sifat fisika-kimia kain (*fabric properties*) meliputi; daya serap (*absorbance*), kelembutan (*softness*), kilau (*shiny*), langsai (*drapery*), sifat meregang (*stretch*), hangat (*warmness*), susut (*shrinkage*), mulur (*elongation*), ketebalan (*thickness*), ketahanan warna (*color fastness*), memanjang atau meluas (*extensibility*), *comfortness*, *coolness*, *elasticity*, *bulkiness*, *stiffness*, *roughness*, *breathable*, *dimension stability*, *coarseness* dan lain sebagainya yang kesemuanya dapat diidentifikasi baik secara visual maupun diraba (*hand-feeling*).

## 1. Prosedur Identifikasi Kain Tenun (*woven fabric*)

- a. Potong sample kain (*fabric*) yang akan diteliti untuk diidentifikasi berukuran 20 cm x 20 cm dan sample kain diambil di bagian tengah kain yang akan diteliti.
- b. Tentukan bagian permukaan kain dan tentukan arah benang lusi (*warp yarn orientation*) dan kemudian diberi tanda panah pada kain.
- c. Lakukan penimbangan sampel kain menggunakan alat timbangan digital dan kemudian lakukan pencatatan berat sampel kain.
- d. Hitung density benang dalam kain; tetal lusi (*ends*) dan tetal pakan (*picks*) dan kemudian lakukan pencatatan density benang dalam kain.
- e. Urai atau cabut secara perlahan-lahan benang-benang lusi minimum sebanyak 30 helai, kemudian ukur total panjang lusi yang telah dicabut tersebut serta lakukan pencatatan.

- f. Timbang seluruh benang lusi (*warp*) tersebut dan lakukan pencatatan.
- g. Lakukan pula prosedur 5 dan 6 tersebut untuk benang pakan (*weft*).
- h. Masing-masing sepuluh helai benang lusi (*warp*) dan pakan (*weft*) dijadikan bukti sample untuk ditempel pada lembaran laporan hasil kerja (*Laboratory Test Result*).
- i. Tentukan yarn count (Ne; Tex; Denier) untuk masing-masing benang *warp and weft*.
- j. Tentukan konstruksi kain (*fabric construction*) termasuk jenis anyaman (*fabric structure*)
- k. Tentukan jenis anyaman (*fabric structure*) menggunakan kaca pembesar (loupe) bila diperlukan.
- l. Gambar pada *Laboratory Test Result* anyaman kain (*fabric structure*).
- m. Tempel pada *Laboratory Test Result* sampel kain berukuran 5 cm x 5 cm.
- n. Sisa benang lusi dan pakan dipergunakan untuk mengidentifikasi;
  - 1) jenis benang; apakah jenis regular yarn atau slub yarn atau double yarn
  - 2) jenis benang berdasarkan serat/filament; apakah spun yarn atau filament yarn
  - 3) twist; apakah benang memiliki twist "S" atau "Z"
  - 4) jumlah ply; berapakah jumlah helai benang dalam benang
  - 5) finishing kain; apakah yarn dyed atau cloth dye atau fabric dye ataukah fabric printing ataukah regular finish
  - 6) burning test; lakukan test pembakaran terhadap serat atau filament yang terdapat pada benang atau kain sampel mengikuti pedoman uji pembakaran pada *Fiber Identification by Burning Test Method*
  - 7) lakukan uji kekuatan tarik benang dengan cara wet test bila material hasil burning test diyakini sebagai serat yang mengandung selulosa (cotton atau rayon); bila benang dirasakan lebih kuat dalam keadaan basah (wet-test) dibandingkan dengan kekuatan tarik benang dalam keadaan kering, maka material benang tersebut

dapat disimpulkan sebagai cotton, bila sebaliknya maka material benang tersebut adalah rayon.

- 8) Lakukan pengamatan perilaku material kain pada saat di raba (hand-feel) dan lain-lain untuk dilakukan pencatatan.
- o. Tentukan jenis material kain tersebut apakah jenis material cotton, rayon, polyester, nylon, lycra, dan lain sebagainya.
- p. Sisa burning test (*remnant*) di tempel pada *Laboratory Test Result*.

Pada dokumen laporan *Laboratory Test Result*, minimum harus menginformasikan tentang;

- a. Material base dari tekstil (cotton, rayon, polyester, nylon, lycra, dan lain sebagainya).
- b. konstruksi kain (*fabric construction*)
- c. Anyaman (*fabric structure*)
- d. Jenis benang.
- e. berat kain per yard square atau per meter square (GSM-GSY-OSM-OSY)
- f. finishing touch / hand-feel kain.

Catatan:

- a. Apabila Anda tidak mampu mengungkap jenis kain (material base) secara spesifik maka lakukan perkiraan jenis material base kain tersebut berdasarkan “perkiraan” kombinasi material berdasarkan keterangan tentang sifat-sifat material pada “*Fiber Identification by Burning Test Method*”.
- b. Lakukan pencatatan khusus pada bagian akhir *Laboratory Test Result* tentang hal-hal lain yang tidak dapat diungkap secara pasti.

## 2. Prosedur Identifikasi Kain Rajut/Kaos (*knit fabric*)

- a. Potong sample kain yang akan diteliti untuk identifikasi berukuran 20 cm x 20 cm (sample kain diambil di bagian tengah kain).
- b. Timbang kain menggunakan alat timbangan digital (lakukan pencatatan).
- c. Tentukan apakah kain kaos tergolong kain *warp knit* atau *weft knit* (lakukan pencatatan).

- d. Hitung density jeratan (*stitch*) dalam kain dengan menghitung wales per inch (wpi) dan courses per inch (cpi).
- e. Uraikan/cabut secara perlahan-lahan benang dalam kain ( $\pm$  30 helai), kemudian ukur total panjang yang telah dicabut (lakukan pencatatan).
- f. Timbang seluruh benang tersebut (lakukan pencatatan).
- g. Sepuluh helai benang tersebut dijadikan bukti sample untuk ditempel pada lembar kerja (*Laboratory Test Result*).
- h. Tentukan yarn count.
- i. Tentukan konstruksi kaos (*fabric construction*) termasuk jenis jeratan (*stitch form*) dan lakukan pencatatan.
- j. Gambar pada *Laboratory Test Result* jeratan pada kaos tersebut (*knit fabric*).
- k. Tempel pada *Laboratory Test Result* sampel kain berukuran 5 cm x 5 cm.
- l. Sisa benang dipergunakan untuk mengidentifikasi;
  - 1) jenis benang
  - 2) jenis serat/filament
  - 3) twist
  - 4) ply
  - 5) finishing kain (yarn/cloth dye/fabric dyed/printing)
  - 6) burning test
  - 7) dan lain-lain (lakukan pencatatan).
- m. Tentukan jenis material kain tersebut (cotton, rayon, polyester, nylon, lycra, dan lain sebagainya).
- n. Sisa burning test di tempel pada *Laboratory Test Result*.

Pada dokumen laporan *Laboratory Test Result*, minimum harus menginformasikan tentang;

- a. Material base dari tekstil (cotton, rayon, polyester, nylon, lycra, dll).
- b. konstruksi kain (*fabric construction*)
- c. Jeratan (*stitch form*)
- d. Jenis benang.
- e. berat kain per yard square atau per meter square (GSM; OSM; OSY; GSY)
- f. finishing touch; hand-feel kain.

Catatan:

- a. Apabila Anda tidak mampu mengungkap jenis kain (*material base*) secara spesifik maka lakukan perkiraan jenis material base kain tersebut berdasarkan “perkiraan” kombinasi material berdasarkan keterangan tentang sifat-sifat material pada “*Fiber Identification by Burning Test Method*”.
- b. Lakukan pencatatan khusus pada bagian akhir “*Laboratory Test Result*” tentang hal-hal lain yang tidak dapat diungkap secara pasti.

**Tabel 1.** *Fiber Identification by Burning Test Method*

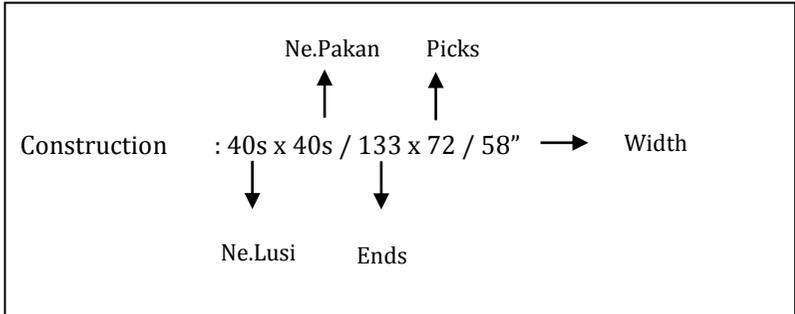
<b>Jenis Material Fiber/Filament</b>	<b>Kondisi Bakar</b>	<b>Bau</b>	<b>Keadaan Sisa Bakar/Abu</b>
Cotton	Mudah terbakar & cepat terbakar	Bau seperti kertas terbakar	Meninggalkan sedikit abu empuk & warna abu-abu
Wool	Seperti meleleh, meninggalkan nyala api & terbakar berangsur-angsur	Bau seperti rambut terbakar	Meninggalkan abu hitam & mudah pecah
Linen	Meneruskan pembakaran & kecepatan lebih lambat dibanding cotton, warna api agak kuning	Bau kertas terbakar	Sisa bakar berupa abu
Silk (sutera)	Terbakar lambat & berlentikan api	Bau seperti rambut terbakar, tetapi tidak setajam bau wool	Sisa bakar bulat & rapuh, hitam mengkilat, mudah hancur.
Polyester	Meleleh & terbakar dengan asap hitam	Bau keharuman	Meninggalkan abu keras coklat tua
Acrylic	Mengkerut, meleleh & terbakar	Bau aneh	Meninggalkan abu yang mudah pecah dengan bentuk tidak teratur
Polyurethane (spandex & lycra)	Terbakar sambil meleleh untuk meninggalkan nyala api & tidak meneruskan pembakaran	Bau agak aneh	Menjadi gumpalan seperti karet perekat
Nylon	Terbakar berangsur-angsur dengan asap sedikit hitam, sambil	Bau keharuman dan bau khas amide	Menjadi abu keras coklat muda seperti gelas

	meleleh		
Rayon Polynosic cupro	Mudah terbakar & cepat terbakar	Bau seperti kertas terbakar	Meninggalkan sedikit abu yang rapuh dan warna keputihan
Acetic Triacetate	Meleleh & terbakar sambil meleleh	Bau asam cuka	Meninggalkan abu hitam, keras & mudah pecah dengan bentuk tidak teratur
Promix	Terbakar degan nyala api sambil mengkerut	Bau seperti rambut terbakar	Meninggalkan sedikit abu hitam & mudah pecah
Vinylon	Terbakar berangsur-angsur sambil mengkerut	Bau aneh seperti plastik paralon terbakar	Meninggalkan abu keras & coklat tua dengan bentuk tidak teratur
PVC	Sukar dibakar, mengkerut untuk meninggalkan nyala api	Bau yang mengganggu	Meninggalkan abu yang mudah pecah dalam bentuk gumpalan yang tidak teratur
Polyethylene, Polypropylene	Terbakar berangsur-angsur sambil meleleh	Bau parafin	Bagian yang tidak terbakar menyerupai bola tembus cahaya, tetapi biasanya tidak meninggalkan abu
Blended fiber	Kombinasi sesuai jenis fiber	Kombinasi sesuai jenis fiber	Kombinasi sesuai jenis fiber

Contoh pemeriksaan mutu atau kualitas material tekstil pada aspek konstruksi kain (*fabric constructions*) adalah sebagai berikut. Pemeriksaan mutu kain meliputi identifikasi terhadap; nomor benang lusi dan pakan untuk kain tenun (*woven fabric*), kerapatan benang lusi (*ends*) dan kerapatan benang pakan (*picks*) dan lebar kain (*fabric width*) serta gramasi kain dengan notasi; GSM (*gram square meter*), OSM (*ounce square meter*), GSY (*gram square yard*) atau OSY (*ounce square yard*).

Hasil pemeriksaan mutu material tekstil aspek konstruksi kain (*fabric constructions*) ini menghasilkan nilai-nilai kuantitatif berupa jumlah dan berat kain.

**Contoh-1:**



1 m = 39,37 inch

Jumlah Lusi /m<sup>2</sup> : 133 helai/ inch x 39,37 inch = 5236.21 helai ~ 5236 helai

Panjang lusi : 5236 helai x 1 m/helai = 5236 m

Jumlah Pakan/ m<sup>2</sup> : 72 helai/ inch x 39,37 inch = 2834,64 helai ~ 2835 helai

Panjang Pakan : 2835 helai x 1 m/helai = 2835 m

$$Ne = \frac{P}{b} \times \text{standar}$$

$$b_{\text{lusi}} = \frac{P}{Ne} \times \text{standar} = \frac{5236 \text{ m}}{(40 \times 768) \text{ m}} \times 453,6 \text{ gr} = 77,31 \text{ gr}$$

$$b_{\text{pakan}} = \frac{P}{Ne} \times \text{standar} = \frac{2835 \text{ m}}{(40 \times 768) \text{ m}} \times 453,6 \text{ gr} = 41,86 \text{ gr}$$

$$\begin{aligned} \text{; GSM} &= \text{berat lusi} + \text{berat pakan} \\ &= 77,31 + 41,86 \\ &= 119,17 \sim 120 \text{ (tanpa factor crimp)} \end{aligned}$$

Factor crimp 10 %

$$\begin{aligned} \text{; Factor crimp} &= 10 \% \times 120 = 12 \\ \text{; GSM} &= 120 + 12 = 132 \end{aligned}$$

**Contoh-2:**

Diketahui :

- Construction : 20 \* 20 / 55 \* 45
- Weight : 190 GSM

Ditanyakan :

- Berat fabric grey cloth (berdasarkan perhitungan dari construction)
- Analisa

Jawab :

- Ends : 55  
Jumlah lusi /m<sup>2</sup> = 55 helai/inch x 39.37 inch =  
2165,35 helai ~ 2165 helai  
Panjang lusi = 2165 helai x 1 m/ helai = 2165 m

Picks : 45  
Jumlah pakan/ m<sup>2</sup> = 45 helai/ inch x 39,37 inch  
= 1771.65 helai ~ 1772 helai  
Pajang pakan = 1772 helai x 1 m/helai = 1772 m

$$b_{\text{lusi}} = \frac{2165 \text{ m}}{(20 \times 768)\text{m}} \times 453,6 \text{ gr} = 63,94 \text{ gr}$$

$$b_{\text{pakan}} = \frac{1772 \text{ m}}{(20 \times 768)\text{m}} \times 453,6 \text{ gr} = 52,33 \text{ gr}$$

$$; \text{GSM} = 69,94 + 52,33 = 116,27 \sim 116$$

Factor crimp 10%

$$\text{Factor crimp} = 10\% \times 116 = 11,6$$

$$; \text{GSM} = 116 + 11,6 = 127,6 \sim 128$$

Analisis :

Hasil perhitungan berat fabric yang didasarkan pada fabric construction lebih kecil dibandingkan berat fabric yang terdapat

dalam swatch (190 GSM). Maka kemungkinan fabric ini telah melalui proses coating sehingga berat kain menjadi lebih berat dibanding berat kain grey cloth nya.

**Contoh-3:**

Woven fabric construction; 40s x 40s / 133 x 72 / 58"

=> biasanya angka tersebut didasarkan atas keterangan gray cloth (kain mentah/belum mengalami proses finishing/dyeing)

Berat lusi + berat pakan = 41.86gr + 77.31gr = 119.17gr  
GSM = 120

Kategori berat kain :

Light : +/- 150gr

Medium : 150 – 300gr

Heavy : > 300

Crimp factor =  $120 + 5\% = 126$

- untuk heavy fabric = +/-10%
- untuk medium fabric = +/-7%
- untuk light fabric = +/-5%

Analisis :

Setelah di finishing berat GSM nya jadi lebih ringan. Biasanya di kurangi 5%.

Contohnya menggunakan "stonewash", karena pencucian menggunakan batu akan mengikis garment itu sendiri sehingga otomatis berat konstruksinya akan berkurang juga.

**Contoh-4:**

Fabric no : R011#RMT0010-1093

Composition : 100% cotton

Construction : 82 x 72 / 21 x 21

Width : 57/8 inch weight 177 gsm

Finishing : Y/DYED check

**Perhitungan GSM berdasarkan Konstruksi Kain**

Total lusi : 82 helai  
Total pakan : 72 helai  
Ne : 21

Jumlah pakan :  $72 \times 39.37 = 2834.64 = 2835$   
Jumlah lusi :  $82 \times 39.37 = 3228.34 = 3228$

Berat lusi :  $\frac{P}{Ne} = \frac{3228 \text{ m}}{21} \times 453.6 \text{ gr} = 95.33$   
Ne (20x768) m

Berat pakan :  $\frac{P}{Ne} = \frac{2835 \text{ m}}{21} \times 453.6 \text{ gr} = 83.72$   
Ne (20x768)m

$95.33 + 83.72 = 179.05$   
GSM = 180

*Crimp factor* :  $180 + 7\% = 189 \text{ GSM}$

Analisis:

Terjadi perbedaan berat antara berat gsm yang ada di swatches dengan berat gsm hasil perhitungan. Kemungkinan terjadi di karenakan berat gsm yang ada di swatches adalah berat gsm yang diambil sesudah di finishing. Efek zat kimia saat finishing bisa menyebabkan penurunan berat kain.

Pemeriksaan kualitas material tekstil pada aspek sifat fisika-kimia kain (*physical properties of fabric*) dapat dilakukan pemeriksaan secara visual dan handfeel dengan cara membandingkan suatu struktur anyaman kain tertentu dengan lainnya. Pada pemeriksaan mutu kain tersebut dapat digunakan table analisis sebagai berikut.

**Tabel 2.** Analisis Perbandingan Sifat Fisika (*physical properties*)  
Berbagai Jenis Struktur Anyaman Kain Tenun (*woven fabric*)

Physical Properties	Whip Cord	Broken Twills	Pique	Bedford Cords	Basket Waves	Herringbone Twills
Strength						
Absorb						
Shiny						
Softness						
Drapery						
Stretch						
Warmness						
Shrinkage						
Elongation						
Thickness						
Color Fastness						
Extensibility						
Comfort						
Cool						
Elasticity						
Bulky						
Smoothness						
Stiffness						
Roughness						
Breathable						
Dimension stability						
Coarse						
Hairiness						
Brightness						

Catatan: asumsi bahwa kain rajut/kaos tersebut di atas memiliki aspek mutu yang sama dalam hal konstruksi kain dan komposisi material.

**Tabel 3.** Analisis Perbandingan Sifat Fisika (*physical properties*)  
Berbagai Jenis Struktur Jeratan Kain Rajut (*knit fabric*)

<b>Physical Properties</b>	<b>Plain/Jersey</b>	<b>Rib 2 x 2</b>	<b>Pique</b>	<b>Rib 3 x 2</b>
Absorb				
Shiny				
Softness				
Drapery				
Stretch				
Warmness				
Shrinkage				
Elongation				
Thickness				
Color Fastness				
Extensibility				
Comfort				
Cool				
Elasticity				
Bulky				
Smoothness				
Stiffness				
Roughness				
Breathable				
Dimension stability				
Coarse				
Hairiness				
Brightness				

Catatan: asumsi bahwa kain rajut/kaos tersebut di atas memiliki aspek mutu yang sama dalam hal konstruksi kain dan komposisi material.

### Lab-Test Result for Woven Fabric

<b>LABORATORY TEST RESULT : Woven Fabric</b>					
Researcher Name :		Reg. No.	.....	Article No.	.....
<b>FABRIC SAMPLE</b>					
<b>Surface of Fabric</b>			<b>Back-face of Fabric</b>		
					
<b>Fabric Construction :</b>					
<b>Fabric Weave:</b>					
<b>Ends (density of warps in fabric)</b>			<b>Yarn Count/number : .....</b>		
<b>Picks (density of wefts in fabric)</b>			<b>Yarn Count/number : .....</b>		
<b>GSM : .....</b>					
<b>GSY : .....</b>					
<b>OSM : .....</b>					
<b>OSY : .....</b>					
<b>Fabric Structure (structural design) :</b>					
<b>YARN AND FIBER SAMPLE</b>					
<b>Warp Yarn and Fibers/Filament Sample :</b>			<b>Weft Yarn and Fibers/Filament Sample :</b>		
<b>Spun Yarn or Filament Yarn</b>		:			
<b>Twist (S or Z)</b>		:			
<b>Material</b>	<b>Burning</b>	<b>Test</b>	:		
<b>Behavior</b>		:			
<b>Entropy smell</b>		:			
<b>Remnant</b>		:			
<b>Wet-test (for vegetable material)</b>		:			
<b>Types of Yarn (warp)</b>		:			
<b>Types of Yarn (weft)</b>		:			
<b>Yarn finished</b>		:			
<b>Fabric finished</b>		:			
<b>Add Notices :</b>					

### Lab-Test Result for Knit Fabric

LABORATORY TEST RESULT : <b>Knit Fabric</b>					
Researcher Name :		Reg. No.	..... .....	Article No.	.....
<b>FABRIC SAMPLE</b>					
<b>Surface of Fabric</b>			<b>Back-face of Fabric</b>		
↑↓			↑↓		
<b>Fabric Construction :</b>					
<b>Fabric Stitch Form</b>					
<b>Wales per inch (WPI)</b>			<b>Yarn Count/number : .....</b>		
<b>Courses per inch (CPI)</b>			<b>Yarn Count/number : .....</b>		
<b>GSM : .....</b>					
<b>GSY : .....</b>					
<b>OSM : .....</b>					
<b>OSY : .....</b>					
<b>Fabric Structure (structure of stitches) :</b>					
<b>YARN AND FIBER SAMPLE</b>					
<b>Weft Yarn and Fibers/Filament Sample (for weft knit):</b>			<b>Warp Yarn and Fibers/Filament Sample (for warp-knit):</b>		
<b>Spun Yarn or Filament Yarn</b>			:		
<b>Twist (S or Z)</b>			:		
<b>Material Burning Test Behavior</b>			:		
<b>Entropy smell</b>			:		
<b>Remnant</b>			:		
<b>Wet-test (for vegetable material)</b>			:		
<b>Types of Yarn (weft knit)</b>			:		
<b>Types of Yarn (warp knit)</b>			:		
<b>Yarn finished</b>			:		
<b>Fabric finished</b>			:		
<b>Add Notices :</b>					

## **VIII. Program Pengendalian Mutu**

Pengendalian mutu produk dalam industry tekstil dan garment harus merupakan suatu bagian yang tidak terpisahkan dengan program kerja lain yang ada dalam mata-rantai proses produksi dan industry. Program pengendalian mutu menjadi bagian dari system yang terintegrasi dalam industry, oleh sebab itu sebelum memulai kegiatan pengendalian mutu, manajemen industry harus menetapkan system pengendalian mutu yang akan digunakan.

Penetapan system pengendalian mutu dapat disederhanakan sebagaimana dijelaskan berikut ini.

1. Tetapkan batas atau limit mutu yang diperkenankan disesuaikan dengan jumlah produksi dan efisiensi produksi secara actual. Limit tersebut mencakup batas penerimaan barang yang akan diproses (material input) maupun hasil proses produksi (product output).
2. Tetapkan bagian-bagian proses yang menjadi obyek pengendalian mutu. Bagian mana yang perlu menggunakan inspeksi cara penyaringan (screening), bagian mana yang harus menggunakan inspeksi lot sampel, dan bagian mana yang hanya perlu menggunakan peta control. Berdasarkan pengalaman, pada setiap proses, ditetapkan standard beserta limit control yang dapat dicapai secara normal. Dalam hal ini perlu ditetapkan pula cara sampling dan petugas yang bertanggungjawab mengelolanya.
3. Lakukan pemetaan tugas dan tanggungjawab personil dalam pengendalian, monitoring dan pengawasan mutu produk, sehingga dapat disusun seluruh program pengendalian mutu sedemikian rupa yang dapat melihat kekurangan ataupun kelemahan mutu dan diikuti tindakan perbaikan mutu. Suatu system yang cukup baik dapat segera menunjukkan adanya penyimpangan mutu, tidak akan ada artinya bilamana tidak ada tindakan perubahan untuk perbaikan.
4. Jika pabrik/industry memproduksi berbagai jenis produk, misalnya pabrik garment memproduksi jacket, kemeja, celana, dan sebagainya maka program pengendalian mutu harus didasarkan pada jenis produk yang dibuat. Semakin banyak diversifikasi produk yang dibuat maka semakin rumit program pengendalian mutu yang dilakukan. Hal ini disebabkan oleh

karena spesifikasi teknis produk dan standard yang digunakan satu sama lain belum tentu sama.

Berdasarkan data empiris sering dijumpai beberapa cacat atau penyimpangan yang sangat berpengaruh terhadap mutu. Dengan mengonsentrasikan segala upaya untuk perbaikan masalah tersebut beserta upaya perbaikannya, dapat meningkatkan mutu secara signifikan. Untuk menentukan cacat atau penyimpangan mutu yang sangat signifikan pengaruhnya dapat dilakukan dengan menggunakan prinsip Diagram Pareto.

Tingkat keberhasilan proses pengendalian mutu akhirnya sangat tergantung kepada kerja sama semua pihak yang terlibat dalam proses produksi, mulai dari manajemen tingkat atas, menengah sampai ke tingkat paling bawah yaitu operator harus menjadi satu tim untuk mengendalikan mutu sesuai permintaan konsumen. Oleh sebab itu muncul berbagai system dalam pengendalian mutu seperti, pengendalian mutu terpadu, siklus kendali mutu, six-sigma, dan lain sebagainya.

## **IX. Audit Mutu Produk**

Audit mutu produk merupakan kegiatan inspeksi produk akhir yang akan dikirim kepada konsumen sesuai dengan standard yang ditetapkan konsumen. Audit mutu produk perlu dilakukan pada perusahaan industry yang melakukan program pengendalian mutu. Hasil audit mutu akan memberikan data dan informasi bagaimana posisi tingkat mutu yang telah dicapai saat ini dan membantu untuk menetapkan tingkat mutu mana yang seharusnya dicapai. Hasil audit mutu juga akan memberikan informasi dimana masalah-masalah mutu muncul. Bagi perusahaan industry yang telah melaksanakan pengendalian mutu, audit mutu produk merupakan sarana untuk mengetahui tingkat keberhasilan pengendalian mutu yang dilaksanakan.

Audit mutu produk dilaksanakan dengan melakukan inspeksi terhadap sampel yang diambil secara acak dari lot yang siap dikirim ke konsumen. Pengambilan sampel secara random dilakukan sesuai dengan cara inspeksi lot per lot di atas. Audit mutu produk mengukur tingkat mutu produk yang siap dikirim ke konsumen dalam bentuk ukuran persen cacat (*percent defect*)

## X. Pemeriksaan Sampel (*Sample Inspections*)

**Definisi :** **Mutu Produk** adalah **kesesuaian** ciri dan karakter **produk yang dibuat** dengan ciri dan karakter **produk yang diminta**, dan kemampuan suatu produk untuk memenuhi kebutuhan pemakai dalam kondisi tertentu.

**Sampel** adalah contoh bahan atau material, contoh model atau style, dan atau contoh garment. Sampel ini dapat berupa sampel dari pihak pembeli ataupun sampel yang dibuat oleh pihak pabrik.

Pada buku ini sampel yang dimaksud adalah sampel yang dibuat oleh pihak pabrik berdasarkan sampel dari pihak pembeli.

**Tujuan :** Untuk mengetahui seluruh sampel yang dibuat oleh pabrik (bagian sampel) agar bebas dari aspek cacat; kerusakan; penyimpangan; ketidakesuaian; model, mutu, ukuran, warna, dan lain sebagainya.

**Prosedur :**

1. Petugas bagian *quality control* (QC) akan menerima sampel dan lembar pemeriksaan sampel dari petugas bagian sampel.
2. Lembar rencana kerja (*work-sheet*) dan contoh produk garment yang akan diproduksi dibuat oleh petugas bagian *Sample dan Merchandise* diserahkan ke bagian QC.
3. Petugas QC akan memeriksa dan mengomentari sampel pada lembaran pemeriksaan (*work-sheet*) dan menyerahkannya kembali kepada merchandiser.
4. Merchandiser mempelajari komentar QC dan memutuskan untuk dikirim kebagian produksi atau ditolak dan dikembalikan kepada bagian pembuatan sampel untuk dibuat ulang contoh atau sampel.
5. Jika sampel ditolak oleh *merchandiser* maka sampel akan dikembalikan kepada bagian

- pembuatan sampel untuk diperbaiki atau dibuat ulang sesuai dengan mutu sampel yang dikehendaki oleh pembeli.
6. Jika sampel diterima atau disetujui oleh *merchandiser* maka sampel tersebut akan dikirim oleh *merchandiser* ke pihak pembeli guna mendapatkan persetujuan “sesuai permintaan atau tidak” (sampel ini disebut *approval sample*).
  7. Petugas QC akan menerima salinan atau copy Laporan Pemeriksaan Sampel dari *Merchandiser*.
  8. Sampel yang telah disetujui pihak pembeli (*approval sample*) dikembalikan ke bagian produksi untuk diproduksi secara massal.

### Mutu kain :

Pada dasarnya secara teoritis pemeriksaan sampel kain dalam hal mutu kain meliputi belasan aspek yang diteliti yaitu; 1) lebar dan panjang kain, 2) tebal kain, 3) kerapatan benang lusi dan pakan, 4) jenis anyaman, 5) persentase kerut, 6) kekuatan tarik dan mulur, 7) persentase pemulihan elastis, 8) kekuatan robek, 9) kekuatan pecah untuk kain rajut, 10) ketahanan terhadap gosokan, 11) kompresibilitas dan kekenyalan kompresi, 12) ketahanan lentur, 13) daya tembus udara, 14) ketahanan selip, 15) pemulihan lipatan, dan lain-sebagainya. Namun pada kenyataannya di pabrik-pabrik garment tidak seluruh aspek tersebut diteliti karena terkait masalah biaya dan waktu, sehingga hanya beberapa faktor penting yang terkait dengan tujuan penggunaan garment saja yang diperiksa, diteliti dan dikontrol mutunya.

**Tabel 4.** Rincian Pemeriksaan Sampel

<b>Faktor</b>	<b>Uraian</b>	<b>Level Faktor yang diperiksa</b>
Bahan	Bahan utama dan bahan pembantu	Konstruksi, warna, jenis serat, pola pengulangan corak, berat, tebal-tipis, mutu, handling kain, dll.

Aksesories	Kancing, kancing jepret, kancing kait, mata ayam, ritsliting, main label, other label, size label, care label, leather patch, sewing thread, over-lock thread, embroidery, eyelet, hook-eye	Konstruksi, warna, jenis, berat, tebal-tipis, mutu, nomor, kalimat, kata-kata, logo, dll.
Cacat (defects)	<i>Broken, skip, drop, stitches, pleated, pucker, fullness, hole, needle, open, loose, seam, raw, frayed edge, shading, improper repair</i>	Goresan, cacat bergaris, rasa pegangan ( <i>hand feel</i> ) tidak seperti yang tertera pada spesifikasi teknis, cacat lainnya, drapery dll.
Ukuran	Ukuran sesuai dengan yang tercantum dalam <i>work-sheet</i> .	<i>Body measurement;</i> panjang, lingkaran leher, panjang lengan, pundak, lingkaran badan, lingkaran pinggang, lingkaran pinggul, lingkaran lengan, dll sesuai model.

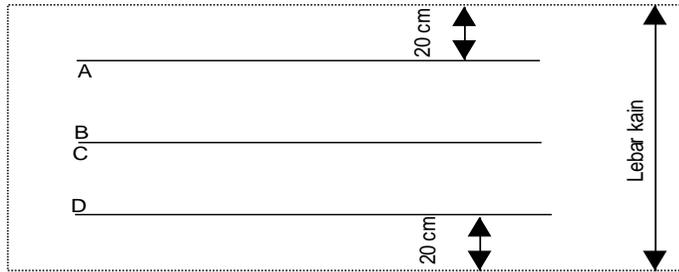
## XI. Pemeriksaan Bahan (*Material Inspections*)

- Istilah** :
- **Handling** : cita rasa pegangan/sentuhan tangan pada kain. Cita rasa pegangan/sentuhan tangan pada kain sangat tergantung kepada pengalaman orang yang memeriksa. Pada dasarnya, secara teoritis yang dinilai adalah aspek *drapery* kain.
  - **Grade** : klasifikasi kain berdasarkan *standard point* yang berlaku (*ten point system* or *four point system*).
  - **Density** : jumlah helai benang tiap satu inci kain, baik terhadap arah lusi/panjang kain (*picks*) ataupun terhadap arah pakan/lebar kain (*ends*).
  - **Bowing** : penyimpangan sudut yang terjadi antara garis benang arah panjang kain (garis benang lusi) dan garis benang arah lebar kain (garis benang pakan). *Non Bowing* adalah apabila garis benang lusi (*warp yarn line*) dan garis benang pakan (*weft yarn line*) membentuk sudut 90° di sepanjang kain.
  - **Fastness** : ketahanan kain terhadap pengaruh faktor perlakuan fisika dan kimiawi (*after chemical and physical treatments*) pada saat setelah kain dipakai oleh konsumen.

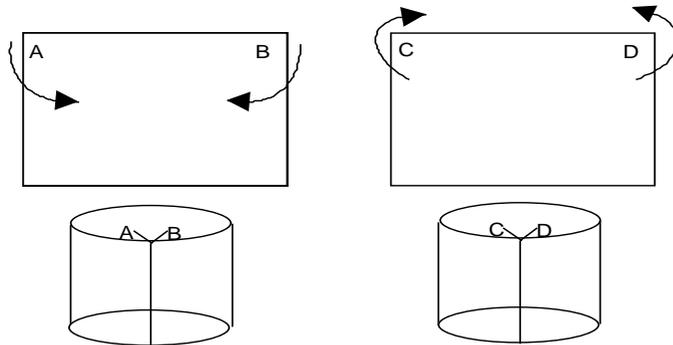
**Tujuan** : Untuk mengetahui seluruh bahan yang harus berada dalam batas-batas toleransi yang diberikan pembeli/pemesan garment sebelum diproses menjadi produk massal. Atau dengan kata lain bahwa semua kain digudang harus berada dalam status berkualitas baik sesuai dengan yang diinginkan oleh pembeli baik dilihat dari aspek grade, jenis, warna, handling, panjang dan lebar kain, fastness, dan lain sebagainya.

- Prosedu** :
1. Periksalah total panjang kain dan tentukan panjang kain yang akan diperiksa sesuai kaidah penentuan sampel pemeriksaan.
  2. Pilih gulungan kain atau rol kain yang akan dijadikan sampel pemeriksaan.
  3. Periksa dan ukur lebar kain dengan batas toleransi  $\pm \frac{1}{2}$  inci, periksa panjang kain apakah sesuai dengan etiket yang terdapat pada bungkus gulungan kain.

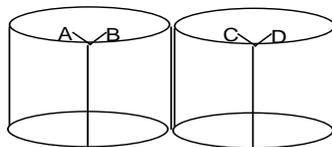
4. Periksa dan rasakan "*handling*" kain apakah telah sesuai dengan standard yang ditentukan.
5. Periksa tetal lusi dan tetal pakan pada kain dengan batas toleransi  $\pm 2$  helai per inci.
6. Periksa warna kain dengan cara; memotong kain 20 cm dari pinggir kain ke arah tengah kain pada kedua sisi lebar kain, kemudian lakukan perbandingan warna kain.
7. Catat seluruh kerusakan kain pada lembaran kertas pemeriksaan.
8. Jika ditemukan cacat kain lebih dari tiga point pada satu tempat tertentu, beri tanda dengan label atau dengan menggunakan *tag-pin*.
9. *Standard point* untuk panjang kain 48 ~ 55 yards :  
*Grade-A*; tanpa cacat sepanjang gulungan kain,  
*Grade-B*; cacat dengan total point  $\leq 30$ , dan *Grade-C*;  
cacat dengan total point  $> 30$ .



Gambar-1 : Bagian kain yang akan dijadikan sampel uji warna kain



Gambar-2 : ujung sampel uji dipertemukan

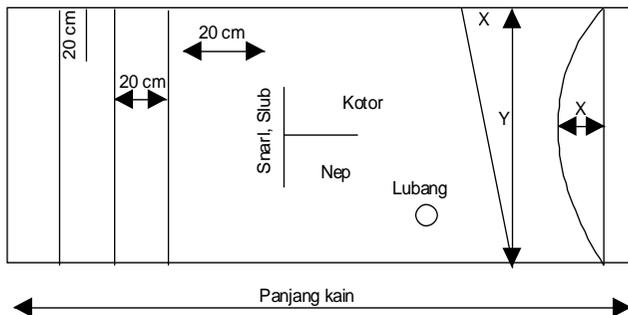


Gambar-3 : kedua potong kain diperbandingkan warnanya (penentuan grade kain)

### Gambar 7. Pemeriksaan Bahan/Tekstil Pada Industri Garment

**Tabel 5. Standard Point**

Jenis Cacat	Besar cacat	Point	Keterangan
Arah Pakan	~ 2,5 cm	1	Kelebihan 20 cm dinilai 5 point
	2,5 ~ 7,5 cm	3	
	7,5 ~ 20 cm	5	
Arah Lusi	~ 2,5 cm	1	Kelipatan 20 cm dikali 5 point
	2,5 ~ 7,5 cm	3	
	7,5 ~ 20 cm	5	
Snarl-Slub yarn	~ 2,5 cm	1	
	2,5 ~ 7,5 cm	3	
	7,5 ~ 20 cm	5	
Kotor dan Flex	~ 1,02 cm	1	
	1,02 ~ 3,81 cm	3	
	> 3,81 cm	5	
Nep	> 2 cm	1	
Lubang	1 ~ 3 cm	3	
	> 3 cm	Cut	
Bowing	$x/y = 2\%$		Atau 2% x lebar



Gambar-4 :  
Jenis Cacat Kain  
(sumber : AAMA = American Apparel Manufacturers Association)

**Gambar 8. Jenis Cacat Kain pada Pemeriksaan Kualitas**

**Mutu benang jahit:**

Pemeriksaan mutu benang jahit secara teoritis dilakukan terhadap beberapa faktor yaitu; 1) warna dan ketahanan lunturnya, 2) nomor, 3) kekuatan, 4) mulur, 5) pilinan, 6) mengkerut, 7) indeks *snarl*, 8) kerataan, 9) kebersihan, 10) bulu, dan lain sebagainya.

Namun implementasi pemeriksaan mutu benang di pabrik-pabrik garment sama seperti halnya faktor mutu kain, yaitu; tidak seluruh factor mutu benang tersebut di atas diteliti karena terkait masalah biaya dan waktu, sehingga hanya beberapa faktor penting yang terkait dengan tujuan penggunaan saja yang diperiksa, diteliti dan dikontrol mutunya. Demikian pula terhadap material lainnya yang digunakan dalam pembuatan garment yaitu faktor-faktor penting saja yang diperiksa dan dikaitkan dengan spesifikasi teknis yang dipersyaratkan oleh pihak pembeli.



**Gambar 9.** Benang jahit (*Yarn Thread*)

**Mutu Ritsliting :**

Pemeriksaan mutu ritsliting (*zipper*) secara teoritis dilakukan terhadap beberapa aspek yaitu; 1) dimensi, 2) warna *tape* dan gigi ritsliting, 3) kerutan, 4) elastisitas, 5) kekuatan, dan lain-lain yang kesemuanya harus dikaitkan dengan kegunaan ritsliting pada garment dalam pemakaiannya.



**Gambar 10.** Ritsliting (*zipper*)

**Mutu Interlining :**

Pemeriksaan mutu interlining secara teoritis dilakukan terhadap kekuatan lekat terhadap kain, perubahan warna setelah penyeterikaan dan pencucian, kelenturan, ketebalan, ketahanan cuci dan lain sebagainya.

## XII. Pemeriksaan Mutu pada Proses *Spreading* dan *Cutting*

**Istilah** : ***Spreading*** : proses menggelar kain pada meja potong sedemikian rupa sehingga diperoleh sejumlah lembar kain yang ditumpuk rapi dengan ketinggian tumpukan kain tertentu.

***Cutting*** : proses pemotongan kain mengikuti pola yang terdapat pada kertas marka, atau memotong kain dengan mengikuti pola yang terdapat pada kain sehingga diperoleh hasil potongan sesuai pola, ukuran garment yang direncanakan.

***Marker Paper*** : kertas marka dengan panjang dan lebar yang sesuai dengan rencana pemotongan kain yang berisikan beberapa komponen pola garment secara lengkap.

**Tujuan** : Untuk mengetahui kesalahan sedini mungkin dan melakukan koreksi terhadap seluruh hasil *spreading* sesuai dengan rencana produksi.

Untuk mengetahui kesalahan dan melakukan koreksi terhadap segala sesuatu pada proses *cutting* sehingga menghasilkan hasil *cutting* yang sesuai dengan rencana produksi.

**Tabel 6.** Pemeriksaan pada *Spreading*

<b>Check Point QC</b>	<b>Uraian</b>
Posisi kertas marka ( <i>marker paper</i> )	Periksa keadaan kertas marka di atas tumpukan kain apakah kertas marka telah ditempatkan atau diletakkan dengan posisi tepi marka yang sejajar dengan pinggir kain ataukah tidak. Periksa apakah kertas marka terlipat, kusut, atau apakah sudah sesuai dengan ukuran kain ataukah tidak.
Warna kain	Periksa apakah setiap warna kain yang digelar warnanya sama ataukah tidak.
Batas gelaran ( <i>spreading</i> ) pada meja	Periksa pada setiap gelaran kain apakah ujung-ujung kain berada pada batas toleransi minimal panjang kain yang ditetapkan ataukah tidak. Upayakan panjang kain yang digelar

	tidak kurang dari panjang gelaran yang sebenarnya dengan patokan panjang gelaran dilebihkan antara $\frac{1}{2}$ ~ 1 inci dari panjang kertas marka.
Pinggiran kain	Periksa setiap pinggiran kain pada tiap penggelaran dilakukan apakah telah sama dan sejajar satu sama lain ataukah tidak.
Tekanan, tegangan, dan kerataan kain	Periksa pada setiap penggelaran kain apakah tekanan kain, tegangan kain sudah merata ataukah tidak, dan kain diusahakan selalu dalam kondisi rata dan tidak berkerut. Usahakan posisi kain yang terbaik adalah garis lusi dengan garis pakan membentuk sudut $90^\circ$ di sepanjang kain.
Jumlah lembar kain	Periksa apakah jumlah lembar (plies) kain telah sesuai dengan rencana tinggi tumpukan kain pada cutting. Buat laporan pemeriksaan pada lembar pemeriksaan.

Tabel 7. Pemeriksaan pada *Cutting*

<b>Check Point QC</b>	<b>Uraian</b>
Kesalahan potong	Periksa apakah terdapat kesalahan potong pada setiap garis komponen pola ataukah tidak (toleransi $\pm 1/16$ inci).
<i>Matching plies</i>	Periksa lembar kain bagian atas sampai pada lembar kain bagian bawah dengan posisi kertas marka (toleransi $\pm 1/8$ inci).
<i>Ragged cutting</i>	Kesalahan potong pada bagian yang seharusnya dipotong ulang pada kain cadangan, dilakukan pencatatan dan pemotongan ulang.
<i>Notches</i>	Periksa letak, posisi "tanda" pada <i>marker paper</i> dan beri tanda pada kain, dengan toleransi posisi $\pm 1/8$ inci.
<i>Pattern check</i>	Periksa dan cocokkan komponen pola dengan komponen pola yang terdapat pada kertas marka apakah komponen pola sudah lengkap

	atau belum. Petugas QC harus mencatat semua temuan pada lembar laporan pemeriksaan.
--	--



**Gambar 11.** Penyusunan Kertas Marka Pada Tumpukan Kain



**Gambar 12.** Proses Pematangan Kain

### XIII. Pemeriksaan Mutu Selama Proses Produksi

**Maksud** : Pemeriksaan selama proses produksi adalah pemeriksaan yang dilakukan oleh bagian QC terhadap bahan-bahan produksi mulai dari bahan baku di gudang diproses pada bagian pemotongan, penjahitan sampai dengan produk garment telah selesai di pak atau dibungkus dengan *polybag*.

**Tujuan** : Untuk mendeteksi dan mengetahui masalah yang timbul selama proses secara umum baik itu *model* atau *style* maupun ukuran komponen pola selama proses produksi dan melakukan koreksi terhadap perencanaan dan pelaksanaan proses produksi.

**Prosedur** :

1. Penggunaan dokumen yang diperlukan seperti; work-sheet dan approval sample dalam setiap melaksanakan pemeriksaan.
2. Periksa apakah ada catatan-catatan yang berkaitan dengan bahan yang sedang di proses. Lakukan tindakan perbaikan sedini mungkin.
3. Lakukan pertemuan (*meeting*) dengan semua unsur management seperti bagian *merchandiser*, bagian produksi, bagian maintenance, bagian QC dan lain sebagainya untuk membahas dan mendiskusikan semua kesalahan yang pernah terjadi dan komentar atau tanggapan/disposisi dari pihak pembeli.
4. Periksa model dan ukuran serta minta konfirmasi pimpinan *merchandiser* dan kepala bagian produksi untuk setiap kelainan atau penyimpangan yang ditemui selama proses produksi.
5. Periksa keseluruhan aspek mutu secara umum.
6. Lakukan pencatatan terhadap semua kelainan, kesalahan, penyimpangan terhadap spesifikasi produk garment yang dipesan oleh pembeli.



**Gambar 13.** Proses Penjahitan (*sewing process*)

**Tabel 8.** Rincian Pemeriksaan Selama Proses

Faktor	Uraian	Level Faktor yang diperiksa
Bahan	Bahan utama, bahan pembantu, kombinasi lapisan badan, lengan, kain keras, <i>interlining</i>	Konstruksi, warna, jenis, pola pengulangan corak, berat, tebal-tipis, mutu, dll.
Aksesoris	Kancing, kancing jepret, kancing kait, mata ayam, ritsliting, main label, <i>other label</i> , <i>size label</i> , <i>care label</i> , <i>leather patch</i> , <i>sewing thread</i> , <i>over-lock thread</i> , <i>embroidery</i> , <i>eyelet</i> , <i>hook-eye</i> , dll.	Konstruksi, warna, jenis, berat, tebal-tipis, mutu, nomor, kalimat, kata-kata, logo, dll.
Kesalahan	Benang putus, setik loncat, jahit meleset, jahit terlipat, berkerut, berlubang, bekas tusukan jarum, sambungan jahitan jebol, beda warna, dll.	

Ukuran	Disesuai dengan <i>work-sheet</i>	<i>Body measurement;</i> panjang, lingkaran leher, panjang lengan, pundak, lingkaran badan, lingkaran pinggang, lingkaran pinggul, lingkaran lengan, dll sesuai model.
--------	-----------------------------------	---



**Gambar 14.** Proses Finishing Garment

#### XIV. Pemeriksaan Mutu Setelah Proses Jahit (*sewing processed*)

**Tujuan :** Untuk mengidentifikasi masalah-masalah mutu garment yang telah jadi sebelum dicuci atau finishing sedini mungkin pada hasil produksi dan melakukan proses perbaikan dan penyempurnaan.

- rosedu :**
1. Ambil sejumlah sampel garment untuk setiap *size* atau ukuran dan setiap warna garment di bagian *sewing*.
  2. Lakukan pemeriksaan terhadap ukuran, hasil jahitan, hasil finishing untuk menilai points kesalahan atau cacat sesuai yang tercantum pada *work-sheet*.
  3. Periksa mutu garment tersebut.
  4. Catat semua aspek ketidaksuaian hasil produksi dengan spesifikasi atau mutu pada lembar laporan pemeriksaan.
  5. Buat laporan kepada QC supervisi.
  6. Lakukan pertemuan (*meeting*) dengan bagian produksi bila ditemukan kesalahan berat, kesalahan ringan pada tahap *sewing*.
  7. Lakukan konsentrasi untuk perbaikan kesalahan tersebut.

**Tabel 9.** Rincian Pemeriksaan Hasil Jahitan

<b>Faktor</b>	<b>Uraian</b>	<b>Level Faktor yang diperiksa</b>
Mutu	Mutu pada tahapan proses <i>sewing</i>	Benang jahitan putus, loncat, meleset, terlipat, berkerut, kendor, bolong, bekas jarum, noda minyak, sambungan jebol, beda warna, bekas di bagian perbaikan jelek, berkerut dll.
Ukuran	Seperti yang tertulis pada <i>work-sheet</i> .	<i>Body measurement</i> ; panjang, lingkaran leher, panjang lengan, pundak, lingkaran badan, lingkaran pinggang, lingkaran pinggul, lingkaran lengan, dll sesuai model.

## XV. Pemeriksaan Mutu Hasil Proses *Finishing*

- Tujuan** :
1. Untuk mengidentifikasi masalah mutu garment setelah dicuci atau difinishing sedini mungkin pada hasil produksi dan melakukan proses perbaikan dan penyempurnaan. Pengukuran setelah garment dicuci apakah terjadi penyusutan atau tidak, dan lakukan tindakan pencegahan sebelumnya atau perbaikan setelahnya.
  2. Hitung semua point kesalahan atau cacat dan sesuaikan dengan yang tercantum pada *work-sheet*.
  3. Periksa kesalahan pada hasil proses pencucian, pressing, dan periksa ukuran garment.
  4. Catat semua penyimpangan aspek mutu garment termasuk ukuran, dan buat laporan.
  5. Lakukan pertemuan (*meeting*) dengan bagian produksi bila kesalahan fatal ditemukan.
  6. Berikan perhatian dan penanganan yang intensif terhadap kesalahan dan penyimpangan yang terjadi, dan lakukan tindakan peningkatan mutu garment.
- Sistem** :
1. Sistem pemeriksaan dilakukan pada: a) produk garment pertama setiap garis produksi, b) 25% produk garment selesai di *packaging*.
  2. Standard pemeriksaan mutu mengikuti *acceptable quality level* (AQL) dari pihak pembeli.
- Aspek Penting** :
1. Verifikasi; petugas QC harus melakukan verifikasi terhadap proses produksi sampai finishing sesuai dengan spesifikasi produk yang diminta pihak pembeli.
  2. Melakukan pemeriksaan secara intensif terhadap penyimpangan mutu produk garment.
  3. Melakukan pemeriksaan secara intensif terhadap penyimpangan atau kesalahan proses dan spesifikasi produk garment.

- Prosedur :**
1. Siapkan dokumen yang diperlukan seperti; a) *packing list*, b) *packaging instruction*, c) *work-sheet*, catatan-catatan revisi *packaging*.
  2. Tentukan jumlah garment yang hendak diperiksa
  3. Pilih garment secara acak, dan setiap garment yang terpilih mewakili *size* dan *color* yang lengkap. Periksa kondisi garment apakah hasil finishingnya sudah baik atau tidak sesuai dengan spesifikasi.
  4. Periksa sistem pelipatan pakaian dan aspek kebersihannya.
  5. Periksa pin dan *tag*, *label*, nomor, *care label*, *tissue paper* dan lain-lain.
  6. Periksa ukuran garment secara *detail*, *matching* warna tiap komponen pakaian, kelengkapan aksesoris dan persyaratan khusus lainnya yang dibutuhkan pihak pembeli.
  7. Periksa mutu secara umum.
  8. Catat semua kesalahan yang ditemukan pada laporan akhir.
  9. Tetapkan status hasil pemeriksaan hasil finishing.
  10. Lakukan pertemuan (*meeting*) dengan bagian produksi bila produk garment ditolak.
  11. Minta konfirmasi tanggal pemeriksaan garment yang selesai difinishing.
  12. Konsentrasikan perhatian pada point kesalahan atau cacat atau hal-hal yang ditolak guna diperiksa ulang.
  13. Buat laporan atas hasil pemeriksaan.

**Tabel 10.** Rincian Pemeriksaan Hasil *Finishing*

<b>Faktor</b>	<b>Uraian</b>	<b>Level Faktor yang diperiksa</b>
Mutu <i>washing dan Finishing</i>	Mutu garment secara komprehensif	Garis putih, kelembutan yang tidak suai dengan keinginan pembeli,

		sobek, perubahan warna, perubahan luntur, aksesoris karatan.
Kesalahan <i>Pressing</i>	Mutu secara umum	Mengkilap, kusut, terlipat, <i>fastness color</i> , meleleh.
Ukuran	Sesuai <i>work-sheet</i>	<i>Body measurement</i> ; panjang, lingkar leher, panjang lengan, pundak, lingkar badan, lingkar pinggang, lingkar pinggul, lingkar lengan, dll sesuai model.

## XVI. Pemeriksaan Akhir (*Final Inspection*)

- Tujuan :**
1. Untuk memungkinkan bagian QC dapat mengevaluasi hasil pekerjaannya secara keseluruhan.
  2. Memberikan informasi dan bekal pengalaman kepada manajemen pabrik menyangkut mutu garment yang akan dikirim kepada pihak pembeli.
  3. Kesempatan terakhir bagi manajemen pabrik untuk menemukan masalahnya sebelum barang dikirim ke pihak pembeli.
- Manfaat :**
1. Mengetahui apakah produk garment yang diterima atau ditolak pihak pembeli dengan memerlukan tindakan seperlunya atau tidak sehingga garment tersebut dapat diterima secara baik oleh pembeli.
  2. Untuk mengetahui kinerja manajemen pabrik apakah manajemen bekerja secara *professional* atau tidak.
- Sistem :**
3. Sistem pemeriksaan akhir dilakukan pada: a) karton pertama pengepakan (*garment packaging*), b) 25% karton garment selesai di *packaging*, c) 75% karton garment selesai di *packaging*.
  4. Standard pemeriksaan mutu mengikuti *acceptable quality level* (AQL) dari pihak pembeli.
- Aspek Penting :**
4. Verifikasi; petugas QC harus melakukan verifikasi terhadap proses produksi sesuai dengan catatan yang terdapat dalam kontrak; disesuaikan dengan sampel yang telah disetujui pihak pembeli, dan disesuaikan pula dengan *specification order* dari pihak pembeli pula.
  5. Melakukan pemeriksaan secara intensif terhadap penyimpangan mutu produk garment.
  6. Melakukan pemeriksaan secara intensif terhadap penyimpangan atau kesalahan ukuran produk

garment.

- Prosedu:**
1. Siapkan dokumen yang diperlukan seperti; a) *packing list*, b) *packaging instruction*, c) *work-sheet*, catatan-catatan revisi packaging.
  2. Tentukan jumlah garment yang hendak diperiksa
  3. Pilih karton (*pack*) secara acak, dan setiap karton yang terpilih terdapat *size* dan *color* yang lengkap. Periksa kondisi karton apakah isinya terlalu sesak atau tidak.
  4. Periksa ukuran karton, *strapping band*, *lak band*, *sticker*, *shipping mark*, dan *side mark*.
  5. Buka karton dan periksa jumlah dan susunan baju didalamnya.
  6. Periksa ukuran kantong *polybag*, *marking*, *sticker*, dan arah baju didalamnya.
  7. buka *polybag*, pisahkan *size* dan *color*. Periksa apakah ada *tissue paper* atau tidak.
  8. Ukur setiap *size* dan setiap *color* masing-masing minimal 5 pcs.
  9. Periksa mutu secara umum.
  10. Catat semua kesalahan yang ditemukan pada laporan akhir.
  11. Tetapkan status hasil pemeriksaan akhir.
  12. Lakukan pertemuan (*meeting*) dengan bagian produksi bila produk garment ditolak.
  13. Minta konfirmasi tanggal pemeriksaan ulang akhir.
  14. Konsentrasikan perhatian pada point kesalahan atau cacat atau hal-hal yang ditolak guna diperiksa ulang.
  15. Buat laporan atas hasil pemeriksaan akhir.

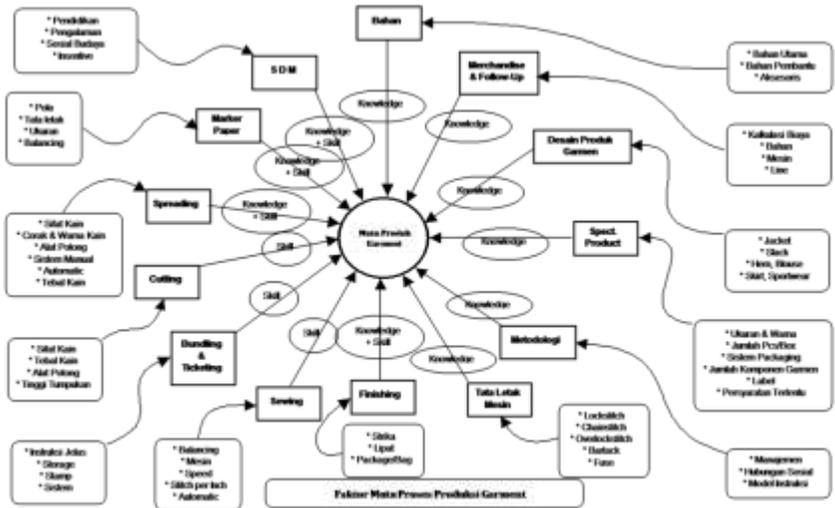
**Tabel 11.** Rincian Pemeriksaan Akhir

<b>Faktor</b>	<b>Uraian</b>	<b>Level Faktor yang diperiksa</b>
<i>Washing</i>	Mutu secara umum	Tanda gosokan, jamur, mengkilap, kusut, garis putih, warna cucian, beda warna dalam satu karton, dll.
<i>Pressing</i>	Mutu secara umum	Apakah lipatan baju telah sesuai dengan pesanan, jenis <i>pin</i> dan <i>tag</i> serta posisi pemasangannya
<i>Packaging</i>	Karton	Ukuran, <i>strapping band</i> , <i>sticker</i> , <i>shipping mark</i> , <i>side mark</i> , keterangan jumlah dan warna, dll.
	<i>Polybag</i>	Ukuran, <i>marking</i> , <i>sticker</i> , arah posisi garment.
Kesalahan <i>sewing</i>	Mutu secara umum	Benang jahit putus, loncat, meleset, terlipat, berkerut, bolong, bekas jarum, noda minyak, kotor, jahitan sambung jebol, jahitan kendur, beda warna, dll.
Ukuran	Sesuai dengan yang tercantum pada work-sheet	Ukuran badan yang penting

## Catatan :

1. Adakalanya hasil pemeriksaan dapat diterima namun *appearance* atau tampilan tidak dapat diterima, maka petugas QC mempunyai tanggungjawab untuk memberikan tanggapan atau komentar kepada QC supervisi dan QC manager mengapa *appearance* tidak diterima.
2. Kesalahan ukuran dan mutu dihitung secara terpisah.
3. Jika terdapat suatu kesalahan ringan ditemukan pada seluruh garment yang diproduksi, maka sebaiknya kesalahan ini untuk masa yang akan datang dirubah menjadi kesalahan berat.

Pada bagan di bawah ini dijelaskan factor-faktor secara umum yang dapat mempengaruhi mutu proses produksi dan produk garment pada industry garment.



**Gambar 15.** Faktor-faktor yang Mempengaruhi Mutu Garment

Faktor-faktor yang dijelaskan pada gambar di atas dapat dijadikan parameter kinerja manajemen produksi industry garment untuk dapat meningkatkan kualitas produk garment yang dihasilkan. Faktor-faktor tersebut di atas juga dijadikan sebagai basis untuk melakukan penjaminan mutu produk garment kepada konsumen.

## XVII. Inspeksi dan Pengujian Dalam Pengendalian Mutu

Untuk pengendalian mutu dapat dilakukan dua cara yaitu inspeksi dan pengujian. Pada dasarnya kedua cara ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang memuaskan, tetapi mungkin juga di dalam suatu pabrik hanya dilakukan salah satu cara, biasanya inspeksi yang juga hasilnya masih mendapatkan hasil yang memuaskan.

Inspeksi adalah proses pengamatan secara visual dan melakukan proses-proses pengukuran dimensi untuk memeriksa apakah produk tersebut sesuai dengan standard ataupun sesuai dengan spesifikasi yang diminta oleh konsumen. Kegiatan inspeksi ini dalam proses pengendalian mutu produksi dilakukan di tempat pengamatan berlangsungnya proses-proses produksi (*on the spot*).

Sifat fisika-kimia tekstil terkait aspek mutu produk yang di periksa atau di uji, hanya dapat ditentukan dengan pengujian menggunakan alat uji. Standard cara uji dan standard spesifikasi teknis telah banyak disusun oleh lembaga standardisasi, baik yang bersifat nasional maupun internasional seperti Standar Nasional Indonesia (SNI), *American Society for Testing and Materials (ASTM)*, *American Association of Textile Chemists and Colorist (AATCC)*, *Japan Industrial Standard (JIS)*, *International Organization for Standardization (ISO)*, *Oeko-Tex Standard* (standard tekstil Jerman), *Green Seal* (standard tekstil Amerika Serikat), *Bra Miljöval* (Swedia), *Britta Steilmann Collection* (Jerman), dan lain sebagainya.

Dalam rangka pengendalian mutu produk, pelaksanaan inspeksi dan pengujian dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara penyaringan (*screening*), inspeksi lot dengan contoh (*sampling*) dan inspeksi proses.

**Cara Penyaringan (*screening*);** yaitu melakukan inspeksi terhadap seluruh produk satu per satu untuk memilah produk cacat. Cara penyaringan ini disebut juga sebagai inspeksi 100%. Cara penyaringan dipilih jika dianggap hanya cara ini yang dapat dilakukan untuk memisahkan semua produk cacat. Meskipun demikian, cara inspeksi 100% tidak akan menjamin mutu produk sempurna, karena cara melakukan pekerjaan ini dilakukan secara monoton akan mengakibatkan timbulnya kelelahan (*fatigue*) pada pekerja dan kurang cermatan akibat kelelahan. Cara penyaringan ini misalnya dapat digunakan pada pemeriksaan grade kain,

pemeriksaan color-shading kain dan memisahkannya ke dalam grade yang berbeda. Cara penyaringan ini jarang digunakan pada industry garment karena memerlukan waktu yang lama, biaya relative mahal dan pengujian-pengujian dilakukan dengan cara merusak material produk (*material destroy*).

Cara Inspeksi Lot dengan Contoh (*sampling*); yaitu salah satu kegiatan pengendalian mutu cara inspeksi lot dengan contoh dilakukan sebagai ganti cara *screening* yang memerlukan waktu lama dan mahal. Suatu lot adalah sekelompok barang atau produk yang sama, dapat berupa bahan baku, bahan setengah jadi atau produk jadi. Sebagai ganti proses pemeriksaan seluruh produk satu per satu, pemeriksa hanya memeriksa sejumlah kecil contoh (*sampel*) dan kemudian menetapkan apakah seluruh lot tersebut dapat diterima atautkah tidak.

Kelemahan cara lot sampel ini adalah kemungkinan terjadi, bahwa contoh/sampel tidak mampu memberikan gambaran yang sesungguhnya dari lot yang diperiksa, sehingga lot yang seharusnya ditolak tetapi kenyataannya diterima dan sebaliknya. Kesalahan ini biasanya dalam ilmu statistic disebut sebagai kesalahan dalam pengambilan sampel (*sampling error*).

Saat ini ilmu statistic modern telah memberikan bantuan teknis yang memadai, efisien dan biaya murah, dengan menyiapkan rencana *sampling* siap pakai yang dapat menjamin “jumlah inspeksi minimum dengan jumlah proteksi maksimum” terhadap *sampling error*.

**Inspeksi Proses;** dapat dilakukan oleh seorang pengamat yang berkeliling di suatu daerah pengendalian mutu untuk melakukan pemeriksaan peralatan dan teknologi, cara kerja, dan kadang-kadang memeriksa beberapa produk dari bahan baku sampai produk jadi. Tujuan inspeksi proses adalah untuk menemukan dimana dan kapan produk cacat terjadi, sehingga dapat segera dilakukan tindakan perbaikan dan sekaligus pencegahan terjadinya cacat produk. Inspeksi proses berhubungan dengan semua penyebab produk cacat, baik operator, cara kerja peralatan, atau bahan baku dan bahan pembantu. Karena pemeriksaan tidak berada pada setiap mesin sepanjang waktu, ada kemungkinan produk cacat terlewatkan untuk dipisahkan dari produk bermutu baik.

Dari pengalaman ini muncul cara-cara yang dapat menunjukkan dengan segera apabila terjadi kesalahan atau menuju ke arah yang salah dalam suatu proses tertentu walaupun produk cacat belum muncul, dan cara ini dikenal sebagai System Peta Kontrol (*control chart system*). System peta control ini dibuat dalam bentuk yang mudah digunakan tanpa perhitungan matematika yang rumit.

## XVIII. Pemeriksaan Lot Sampel

Pemeriksaan lot sampel digunakan untuk menetapkan apakah suatu lot dapat diterima atau ditolak menurut kaidah yang biasa dilakukan dalam pemeriksaan produk dalam rangka pengendalian mutu produk. Pada umumnya pemeriksaan ini dilakukan sebagai pemeriksaan akhir produk jadi sesuai permintaan konsumen sebelum produk dikemas, dan cara ini juga dapat dilakukan untuk pemeriksaan produk setengah jadi selama proses produksi berlangsung.

Ketentuan atau acuan dalam menentukan jumlah sampel yang akan diperiksa dalam proses pengendalian mutu produk dapat merujuk pada pemeriksaan sampel untuk penerimaan lot – cara atribut SII 0729-83 dimana standar ini disusun berdasarkan *Military Standard 105 D*.

Tahapan yang harus dilakukan dalam pemeriksaan lot sampel adalah sebagai berikut;

1. menetapkan lot dan besar lot,
2. menetapkan level atau tingkat mutu yang dapat diterima (*acceptable quality level =AQL*), atau dengan kata lain persentase maksimal “produk cacat” yang dapat diizinkan dalam lot,
3. menetapkan rencana pengambilan sampel, (*single sampling, double sampling, multiple sampling* pada *Military Standard*) dan dua rencana sampling pada SNI.

Dengan menggunakan tahapan tersebut diatas dan sesuai dengan syarat-syarat yang ditetapkan maka paling tidak dapat dijamin bahwa 95% hasil pemeriksaan terhadap lot sampel dapat mewakili lot.

Berikut ini dapat diberikan contoh langkah-langkah penerapan standar cara penerimaan lot – cara atribut.

### Contoh-1; Penarikan sampel tunggal (*single sampling*)

Misalkan besar lot yang akan diperiksa adalah sebanyak 1150 pcs celana panjang (*pantaloons*), AQL (*acceptable quality level =AQL*) yang ditetapkan adalah sebesar 2,5%, yang berarti bahwa rata-rata lot yang memiliki *pantaloons*

cacat lebih dari 2,5% (lebih dari 28,8 pcs) tidak dapat diterima atau produk akan ditolak oleh konsumen.

Dari **tabel-12** : Kode huruf ukuran sampel-MIL-STD-105D, besar lot 1150 pcs untuk tingkat pemeriksaan umum, kode ukuran sampel adalah **J** (antara 501 sampai 1200). Selanjutnya lihat **tabel-13** : Tabel induk untuk pemeriksaan normal (**penarikan sampel tunggal**) jumlah contoh untuk kode **J** adalah 80.

Pada baris **J** untuk kolom AQL 2,5 terdapat angka  $Ac=5$  ; dan  $Re=6$ . Angka-angka ini menunjukkan bahwa dari 80 pcs celana panjang yang diperiksa bila terdapat 5 pcs atau kurang ( $Ac \leq 5$ ) celana panjang yang cacat maka seluruh lot (1150 pcs celana panjang) dapat diterima oleh konsumen, sedangkan apabila terdapat 6 pcs atau lebih ( $Re \geq 6$ ) celana panjang yang cacat maka seluruh lot ditolak/tidak diterima konsumen.

### Contoh-2: Penarikan Sampel Tunggal

- Besar lot yang akan diperiksa 10.000 pcs *pantaloan*.
- AQL yang ditetapkan = 2,5%. → yang berarti bahwa rata-rata 2 lot yang memiliki *pantaloan* cacat > 2,5% (> 250 pcs) tidak dapat diterima/ditolak konsumen.
- Pada **tabel-12**: kode ukuran sampel adalah **L** (3201-10000 pcs).
- Pada **tabel-12**: jumlah sampel untuk kode **L** adalah 200 pcs.
- Pada baris **L** untuk kolom AQL 2,5 terdapat angka  $Ac=10$  ; dan  $Re=11$ . Angka ini menunjukkan, dari 200 pcs ***pantaloan*** yang diperiksa bila terdapat 10 pcs atau kurang ( $Ac \leq 10$ ) ***pantaloan*** yang cacat maka seluruh lot (1150 pcs) dapat diterima konsumen, sedangkan apabila terdapat 11 pcs atau lebih ( $Re \geq 11$ ) ***pantaloan*** yang cacat maka seluruh lot ditolak konsumen.

**Tabel 12.** Tabel Huruf Ukuran Sampel-MIL-STD 105D (ABC Standard)

Ukuran Lot atau Tumpukan	Tingkat Pemeriksaan Khusus				Tingkat Pemeriksaan Umum		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 ~ 8	A	A	A	A	A	A	B
9 ~ 15	A	A	A	A	A	B	C
16 ~ 25	A	A	B	B	B	C	D
26 ~ 50	A	B	B	C	C	D	E
51 ~ 90	B	B	C	C	C	E	F
91 ~ 150	B	B	C	D	D	F	G
151 ~ 280	B	C	D	E	E	G	H
281 ~ 500	B	C	D	E	F	H	J
501 ~ 1.200	C	C	E	F	G	J	K
1.201 ~ 3.200	C	D	E	G	H	K	L
3.201 ~ 10.000	C	D	F	G	J	L	M
10.001 ~ 35.000	C	D	F	H	K	M	N
35.001 ~ 150.000	D	E	G	J	L	N	P
150.001 ~ 500.000	D	E	G	J	M	P	Q
500.001 seterusnya	D	E	H	K	N	Q	R

**Contoh-3 ; Penarikan sampel rangkap dua (*double sampling*)**

Misalkan besar lot dan AQL sama seperti contoh-1 di atas, maka kode ukuran sampel sama yakni **J**.

Pada **tabel-12** untuk kode J, jumlah sampel pertama adalah 50 dengan batas penerimaan adalah 2 pcs ( $Ac=2$ ) dan batas penolakan adalah 5 pcs ( $Re=5$ ). Jika pada pemeriksaan terdapat celana cacat sebanyak 3 pcs atau 4 pcs, maka kita belum dapat mengambil keputusan dan harus diambil sampel kedua sebanyak 50 celana lagi, sehingga jumlah sampel yang diambil sekarang menjadi 100 pcs celana.

Untuk 100 pcs celana tersebut, maka batas penerimaan lot adalah 6 pcs celana cacat atau kurang ( $Ac \leq 6$ ) dan batas penolakan lot adalah 7 pcs celana cacat atau lebih ( $Re \geq 7$ ).

Pada penarikan sampel rangkap dua (*double sampling*), jumlah sampel pada pengambilan pertama lebih kecil dari pada cara sampel tunggal (*single sample*). Pada umumnya jika produk yang diperiksa

**sangat baik** atau **sangat jelek** pada pengambilan contoh pertama sudah dapat diambil keputusan untuk menerima atau menolak lot. Dalam hal produk terletak diantara **baik** dan **buruk**, maka keputusan mungkin baru dapat diambil setelah pengambilan sampel kedua. Walaupun sistem sampel tunggal memerlukan jumlah sampel pemeriksaan yang lebih banyak dibanding sistem rangkap dua, cara sampel tunggal cenderung lebih sering dipilih jika tingkat kesulitan pengambilan sampel lebih sulit.

**Tabel 13.** Tabel Induk untuk Pemeriksaan Normal (penarikan sampel tunggal) – MIL-STD 105D (ABC Standard)

**TABLE I SAMPLE SIZE CODE LETTERS**

Lot or batch size	Special inspection levels				General inspection levels		
	S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2 to 8	A	A	A	A	A	A	B
9 to 15	A	A	A	A	A	B	C
16 to 25	A	A	B	B	B	C	D
26 to 50	A	B	B	C	C	D	E
51 to 90	B	B	C	C	C	E	F
91 to 150	B	B	C	D	D	F	G
151 to 280	B	C	D	E	E	G	H
281 to 500	B	C	D	E	F	H	J
501 to 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 to 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 to 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 to 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 to 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 to 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 to over	D	E	H	K	N	Q	R

**TABLE II SINGLE SAMPLING PLANS FOR NORMAL INSPECTION (MASTER TABLE)**

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																			
		0.10		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5			
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re		
A	2																				
B	3																				
C	5											0	1			0	1			0	1
D	8										0	1									
E	13							0	1			0	1			1	2			1	2
F	20							0	1			1	2			1	2			2	3
G	32					0	1					1	2			2	3			3	4
H	50									1	2			2	3			3	4		
J	80							1	2			2	3			3	4			5	6
K	125									1	2			2	3			3	4		
L	200									2	3			3	4			4	5		
M	315									2	3			3	4			4	5		
N	500									3	4			4	5			5	6		
P	800									3	4			4	5			5	6		
Q	1250									3	4			4	5			5	6		
R	2000									3	4			4	5			5	6		

↓ = Use first sampling plan below arrow. If sample size is equals, or batch size, do 100% inspection  
 ↑ = Use first sampling plan above arrow  
 Ac = Acceptance number  
 Re = Rejection number

## XIX. Klasifikasi Produk Garment Rusak atau Cacat

**Defect** : **Defect** adalah semua kerusakan atau cacat yang terdapat pada produk garment yang timbul akibat penyimpangan-penyimpangan bentuk atau kondisi yang bersumber dari bahan utama, bahan pembantu, aksesoris, dan bahan pembantu lainnya dan atau penyimpangan dari persyaratan yang diminta oleh pembeli.

**Cacat Berat:** Cacat produk garment yang mempengaruhi tampilan (*appearance*) dan penggunaan (*end use performance*) pada pakaian dalam batas-batas yang dapat mengecewakan pihak pengguna ataupun pembeli. Contoh cacat berat ini misalkan kain robek, berlubang, belang, ukuran yang tidak sesuai spesifikasi yang diminta dan kondisi ini masuk kedalam daerah kritis "A" dengan point 1,0.

**Cacat Ringan :** Cacat produk garment yang tidak mempengaruhi tampilan (*appearance*) dan penggunaan (*end use performance*) secara mutlak pada pakaian pada batas-batas yang dapat ditolerir secara relatif oleh pihak pembeli.

Contoh cacat ringan ini misalkan jumlah setik per inci beda satu setik, adanya nep, noda minyak, ujung benang tersembul, ada garis pakan yang kecil, dll. Kondisi ini masuk kedalam daerah kritis "B" dengan point 0,5

**Tabel 14.** Klasifikasi Rusak/Cacat Produk Garment

Sumber Cacat	Keterangan Cacat	Daerah kritis "A"	Daerah kritis "B"
<b>Kain</b>	Kain berlubang akibat benang lusi atau pakan putus, lusi atau pakan bergeser dari posisinya, sambungan benang tersembul.	1.0	1.0
	Warna belang tidak rata, tua muda, kilau warna tidak rata.	1.0	1.0

	Crimp, pleat yang permanent di permukaan kain.	0.5	0.5
	Benang lompat sepanjang ¼ inci arah pakan atau lusi.	1.0	1.0
	Nep yang besar	1.0	1.0
	Noda minyak, oli, flex	1.0	1.0
	Ekor cetakan (tailing effect)	1.0	1.0
	Kain terlalu kaku atau lembut	1.0	1.0
	Warna kain tidak sesuai spesifikasi	1.0	1.0
	Serat menggulung dipermukaan kain	1.0	1.0
<b>Bahan Pembantu dan Aksesoris</b>	Warna benang jahit tidak sesuai warna kain, warna benang upper thread dan under thread tidak sama	1.0	1.0
	Aksesoris tidak lengkap	1.0	1.0
	Aksesoris tidak suai atau tidak sama dengan spesifikasi	1.0	1.0
	Ukuran ritsliting, ketebalan kain keras, ketebalan interlining tidak suai dengan spesifikasi	1.0	0.5
	Label-label yang tidak informatif dan tidak sesuai dengan spesifikasi yang diminta	1.0	1.0
	Kandungan bahan pada aksesoris, persentase campuran bahan pada aksesoris tidak suai dengan spesifikasi	1.0	1.0
<b>Spreading dan Cutting</b>	Ukuran berubah akibat kesalahan spreading dan cutting	1.0	1.0
	Letak corak dan garis corak berubah akibat kesalahan spreading dan cutting	1.0	1.0

	Perbeaan warna pada komponen pakaian akibat kekeliruan dalam memonitor shading warna dalam spreading dan cutting	1.0	1.0
	Komponen pakaian tidak terpotong sesuai pola yang sebenarnya	1.0	1.0
	Kesalahan membuat drill ataupun notcher yang terlalu besar sehingga mempengaruhi proses penjahitan	1.0	1.0
	Kesalahan dalam peletakan pola yang tidak mengikuti arah lusi sehingga mempengaruhi drapery pakaian	1.0	1.0
<b>Kancing</b>	Kancing tidak terjahit dengan sempurna, kancing terbalik	1.0	1.0
	Kancing pecah, rusak, cacat	1.0	1.0
	Kancing tidak terpasang	1.0	1.0
	Warna kancing tidak sama dan atau tidak suai dengan warna bahan atau spesifikasi	1.0	1.0
	Salah posisi pemasangannya > 1/8 inci	0.5	0.5
<b>Jahitan</b>	<i>Stitch per inch</i> yang melebihi atau kurang dari ketentuan spesifikasi jahitan	1.0	1.0
	Posisi jahitan yang keluar atau meleset < ¼ inci	1.0	0.5
	Posisi jahitan yang keluar atau meleset > ¼ inci	1.0	1.0
	Jahitan terputus pada pakain atau sambungan jahitan yang terputus dan terlihat jela tindihannya	1.0	1.0
<b>Ukuran Badan</b>	Ukuran badan lebih besar atau lebih kecil dari ukuran grade berikutnya dengan toleransi lebih dari 1/8 inci	1.0	1.0

	Ukuran badan lebih besar atau lebih kecil dari batas toleransi 1/8 inci	0.5	0.5
<b>Badan depan</b>	Corak atau garis tidak saling bertemu dengan corak atau garis pada placket	1.0	1.0
	Ritsliting tidak berfungsi dengan baik	1.0	1.0
	Lapisan dalam placket terlihat keluar	1.0	0.5
	Panjang badan depan bagian kiri tidak sama dengan bagian kanan, toleransi ¼ inci	0.5	0.5
	Corak atau garis bagian kanan tidak saling bertemu dengan corak atau garis bagian kiri badan	0.5	0.5
	Jahitan pinggir placket tidak sama besar, tidak rata	1.0	1.0
	Posisi kancing dan lubang kancing tidak seimbang	1.0	1.0
	Pemasangan ritsliting bagian kiri tidak sama dengan bagian kanan	0.5	0.5
	Jahitan ritsliting terlalu tegang atau terlalu kendur	0.5	0.5
	<b>Badan belakang</b>	Sambungan jahitan corak atau garis lintang tidak saling bertemu, lebih dari 1/8 inci	0.5
Garis atau corak bagian kiri tidak sama dengan bagian kanan		1.0	1.0
Posisi pemasangan label-label tidak tepat, toleransi ¼ inci		0.5	0.5
Sambungan pundak dengan badan berkerut, melintir		0.5	0.5
Posisi ploi atau kupnat tidak seimbang, toleransi ¼ inci		0.5	0.5
Komponen lain tertinggal		1.0	1.0
Pemasangan kain lapis pundak tidak baik		1.0	1.0

<b>Manset</b>	Ukuran manset bagian kiri dan kanan tidak sama, sambungan jahitan pinggir tampak keluar	0.5	0.5
	Kancing dan lubang kancing tidak sama posisinya, toleransi 1/8 inci	1.0	1.0
	Bentuk manset tidak baik, tidak rapi	0.5	0.5
	Menggelembung, melintir, berkerut pada bagian atas manset	0.5	0.5
	Bagian dalam manset muncul kelihatan dari luar	0.5	0.5
	Bukaan manset kiri dan kanan tidak sama, toleransi 1/8 inci	0.5	0.5
	Corak, garis manset tidak sejajar dan tidak sama kiri dan kanan	0.5	0.5
<b>Jahitan Obras</b>	Jahitan putus ditengah, sisa ujung benang obras yang tidak terpotong rapi, jahitan loncat	1.0	1.0
<b>Jahitan Rantai</b>	Jahitan rantai putus ditengah, ada bagian yang tidak terjahit, berkerut	1.0	1.0
<b>Kerah</b>	Berkerut, menggelembung, melintir pada bagian ujung kerah	1.0	1.0
	Panjang ujung-ujung kerah tidak sama kurang dari 1/8 inci	0.5	0.5
	Ujung kerah tidak runcing dan tidak sama bentuknya	0.5	0.5
	Jahitan luar tidak sama jaraknya, meleset, tepi tidak sama rata, loncat	0.5	0.5
	Kesalahan dalam peLipatan kerah sehingga bagian bawah kerah terlihat dari luar	1.0	1.0
	Posisi kerah tidak simetris pada waktu dipasang dengan toleransi 1/8 inci	1.0	1.0
	Bentuk dan model kerah tidak sesuai dengan spesifikasi	1.0	1.0
	Jahitan kendor pada permukaan luar kerah	0.5	0.5

	Kaki kerah tingginya tidak sama yang merusak tampilan pakaian	0.5	0.5	
	Besar kancing dengan besar lubang kancing tidak seimbang	0.5	0.5	
<b>Lengan dan sambungan jahitan samping</b>	Pemasangan lengan kiri dan kanan tidak sama, melintir	1.0	1.0	
	Berkerut di bagian kerung lengan	0.5	0.5	
	Bentuk kerung lengan tidak sesuai dengan style yang diinginkan pembeli	1.0	1.0	
	Bagian ketiak tidak bertemu dengan bagian samping badan	0.5	0.5	
	Jahitan bagian atas kerung lengan tidak sama lebarnya dengan tepi	1.0	1.0	
	Bukaan lengan bagian kiri tidak sama dengan bagian kanan	0.5	0.5	
	Placket mulut lengan tidak sama besar	0.5	0.5	
	Corak atau garis kain lengan tidak sama antara lengan kiri dan kanan	0.5	0.5	
	Jahitan tindihan placket tidak sama, terlupa	0.5	0.5	
	Kancing lubang kancing bukaan lengan pada placket ujung lengan tidak pada posisi yang sama	1.0	1.0	
	<i>Drapery</i> lengan kiri dan kanan tidak sama	0.5	0.5	
	<b>Pundak</b>	Jahitan sambungan pundak dengan badan depan dan belakang sesuai tanda, toleransi 1/8 inci	0.5	0.5
		Jahitan tindihan meleset, loncat	1.0	1.0
<b>Lubang Kancing</b>	Jahitan loncat, jahitan menumpuk, lubang kancing yang belum terpotong, ujung-ujung benang lubang kancing tidak terpotong rapi, berbulu	1.0	1.0	

<b>Kebersihan</b>	Kotor akibat terkena minyak mesin jahit atau kotoran lainnya selama proses produksi, kotor bekas suatu tanda pada kain bagian dalam	0.5	0.5
	Bekas tanda arang pensil pada bagian dalam pakaian yang terlihat dari luar pakaian	1.0	1.0
	Ujung benang yang tersembul di permukaan pakaian, kancing dll	1.0	1.0
	Ritsleting logam, kancing logam dan aksesoris dari logam yang berkarat akibat <i>washing</i>	1.0	1.0
	Sisa potongan benang, ujung benang yang terselip dibagian jahitan tertentu yang terlihat jelas dari luar pakaian	1.0	0.5
<b>Jahitan ulang</b>	Jahitan ulang tidak sesuai dengan posisi sebenarnya, jahitan ulang tertinggal	1.0	1.0
	Jumlah stitch per inch tidak sesuai dengan yang sebenarnya	1.0	1.0
	Jahitan ulang terputus, loncat, kendor	1.0	1.0
	Jahitan ulang salah posisinya > 1/8 inci	0.5	0.5
<b>Jahitan obras</b>	Kain terpotong pisau obras lebih dari ¼ inci	1.0	1.0
	Benang obras putus ditengah, atau tidak terjahit rapi	1.0	0.5
	Jahitan obras meleset tidak menjahit pinggir kain	1.0	1.0
<b>Jahitan soom</b>	Jahitan soom terlihat dari luar pakaian	1.0	1.0
	Tegangan benang jahit soom terlalu tinggi atau terlalu kendor	1.0	0.5
	Jahitan loncat lebih dari 2 langkah jarum	1.0	1.0
<b>Jahitan Kunci</b>	Jahitan kinci yang loncat lebih dari satu setik	0.5	0.5

	Jahitan kunci yang menumpuk dan terlihat jelas pada pakaian	0.5	0.5
<b>Saku dan tutup saku</b>	Bentuk saku dan tutup saku tidak sesuai dengan spesifikasi, toleransi 1/8 inci	0.5	0.5
	Ukuran saku bagian kanan berbeda dengan bagian kiri, toleransi ¼ inci	0.5	0.5
	Tutup saku menggelembung, berkerut	0.5	0.5
	Saku dan tutup saku tidak seimbang, miring	0.5	0.5
	Ujung tutup saku tidak lancip	0.5	0.5
	Saku dan tutup saku tidak kuat, tidak diberi jahitan kunci	1.0	1.0
	Kancing dan lubang kancing pada tutup saku tidak seimbang, miring	0.5	0.5
	Lapisan dalam tutup saku terlihat keluar	0.5	0.5
	Posisi lubang kancing salah	0.5	0.5
	Lebar tutup saku denganplacket saku tidak sama	0.5	0.5
	Bukaan mulut saku satu sama lainnya berbeda, toleransi ¼ inci	0.5	0.5
	Tanda jahitan saku terlihat jelas	1.0	1.0
	Warna kain saku berbeda dengan kain utama, atau warna tutup saku	1.0	1.0
	Jahitan luar saku loncat, meleset	0.5	0.5
	Corak atau garis saku tidak sama sejajar dengan corak atau garis pakaian	1.0	1.0
<b>Pressing, lipat, packaging</b>	Seterikaan pada lipatan-lipatan seperti ploi, kupnat tidak sesuai dengan spesifikasi	1.0	1.0
	Tidak disetrika dengan sempurna	1.0	1.0
	Adanya tanda hangus akibat panas seterikaan	1.0	1.0
	Adanya tanda mengkilap akibat panas seterikaan	1.0	1.0
	Mulut saku renggang, melembung	1.0	1.0

Tutup saku melembung, tidak disetrika dengan baik	1.0	1.0
Tidak di bungkus sesuai dengan yang di inginkan	1.0	1.0
Tidak dilipat seperti yang dipersyaratkan oleh spesifikasi	1.0	1.0
Model hanger tidak sesuai spesifikasi	1.0	1.0
Tidak diberi kertas tissue dalam lipatan	1.0	1.0
Polybag terlalu besar atau kecil dibanding besar lipatan	1.0	1.0
Permukaan lipatan pakaian tidak rata, melengkung	1.0	1.0
Salah penempatan atau pemasangan stiker	1.0	1.0
Susunan bungkus pakaian dalam packaging tidak sesuai spesifikasi	1.0	1.0
Bagian kerah tidak ada pelindung sehingga terjadi patahan atau lipatan yang tidak diperlukan	1.0	1.0

## XX. Tanpa Cacat (*zero defect*)

Tanpa cacat (*zero defect*) bukan berarti tidak ada sama sekali terjadi cacat produk output produksi kegiatan industry. Mengacu pada hukum alam tentang adanya *entropy* dari segala bentuk kegiatan termasuk kegiatan industry dapat dipastikan menghasilkan ketidaksempurnaan proses produksi yang melahirkan produk cacat. Hukum alam menyebutkan bahwa tidak ada dan tidak pernah ada efisiensi 100% (seratus persen), yang berarti ada ketidaksempurnaan atau kerugian (*entropy*) yang besarnya harus diupayakan seminimum mungkin dibawah 1% (satu persen). Sehingga pengertian *zero defect* (tanpa cacat) pada hasil proses produksi bukanlah berarti tidak ada cacat sama sekali, melainkan dipastikan akan ada cacat yang besarnya adalah di atas nol ( $>0,0000xxx$ ).

Konsep *zero defect* ini telah berkembang sejak ditemukannya teknologi computer yang mampu mendeteksi, memonitor dan menemukan penyebab terjadinya cacat input bahan baku, cacat dalam proses produksi, cacat pada hasil output produksi dan bahkan cacat (*defect*) maupun kesalahan pada distribusi produk sampai ke konsumen.

Nilai filosofi konsep *zero defect* ini adalah; 1) terkait hukum alam yang menyebutkan setiap proses transformasi materi atau energy selalu disertai *entropy*, 2) terkait hukum ekonomi yaitu setiap kegiatan usaha harus meminimumkan kerugian atau minimum produk cacat. Sehingga konsep pengawasan mutu menggunakan statistika pengendalian mutu seperti teori peta control-p, peta control-c, peta control-u dan lain sebagainya tidak banyak digunakan dan bahkan sudah ditinggalkan sebagai konsep teori dahulu kala.

Konsep teori *zero defect*, saat ini dan masa mendatang akan tetap terpakai dan bahkan berkembang pesat guna meminimumkan kerugian (*entropy*) industry dan meningkatkan keuntungan secara ekonomi dan keuntungan secara ekologi (ekoefisiensi).

Ekoefisiensi adalah efisiensi ekologi yang berarti bahwa efisiensi pemanfaatan sumberdaya alam dan lingkungan yang sekaligus dapat menggambarkan efisiensi secara ekonomi. Efisiensi secara ekonomi yang dimaksud adalah efisiensi penggunaan sumberdaya sehingga diperoleh penghematan biaya secara ekonomi, dan efisiensi secara ekologi adalah efisiensi penggunaan sumberdaya yang dapat

menghemat sumberdaya alam dan lingkungan, serta dapat mencegah pencemaran lingkungan akibat penghematan penggunaan material sumberdaya alam. Ekoefisiensi adalah efisiensi ekologi yang berarti bahwa efisiensi pemanfaatan sumberdaya alam dan lingkungan yang sekaligus dapat menggambarkan efisiensi secara ekonomi. Efisiensi secara ekonomi yang dimaksud adalah efisiensi penggunaan sumberdaya hingga diperoleh penghematan biaya secara ekonomi, dan efisiensi secara ekologi adalah efisiensi penggunaan sumberdaya yang dapat menghemat sumberdaya alam dan lingkungan, serta dapat mencegah pencemaran lingkungan akibat penghematan penggunaan material sumberdaya alam.

Bila terjadi produk garment cacat (*defect*) maka akan timbul biaya atas bahan baku dan biaya-biaya proses produksi, dan sebaliknya bila tidak ada produk garment yang cacat (cacat minimum) maka biaya atas bahan baku dan biaya-biaya proses produksi garment akan tergantikan oleh harga jual produk garment yang tidak cacat tersebut. Semakin banyak produk garment yang cacat maka akan terjadi kerugian besar bagi perusahaan industry garment, dan sebaliknya bila tidak ada produk garment yang cacat (cacat minimum) maka keuntungan ekonomi akan dapat diraih oleh perusahaan industry garment. Sehingga dengan demikian, maka konsep *zero-defect* yang digunakan proses pengendalian mutu produk akan tetap digunakan oleh siapapun karena mereka (pelaku industri) tidak mau menderita rugi.

Bagaimanakah cara untuk menerapkan konsep *zero-defect* konsep *zero-defect* ? yaitu; lakukan perbaikan kualitas produk garment sesuai dengan kualitas produk yang diminta konsumen, lakukan perbaikan standard yang ada, lakukan perbaikan-perbaikan dalam semua aspek yang dapat menimbulkan kerugian ataupun cacat produk garment secara terus menerus (*continuously*) dan berkelanjutan (*sustainability*).

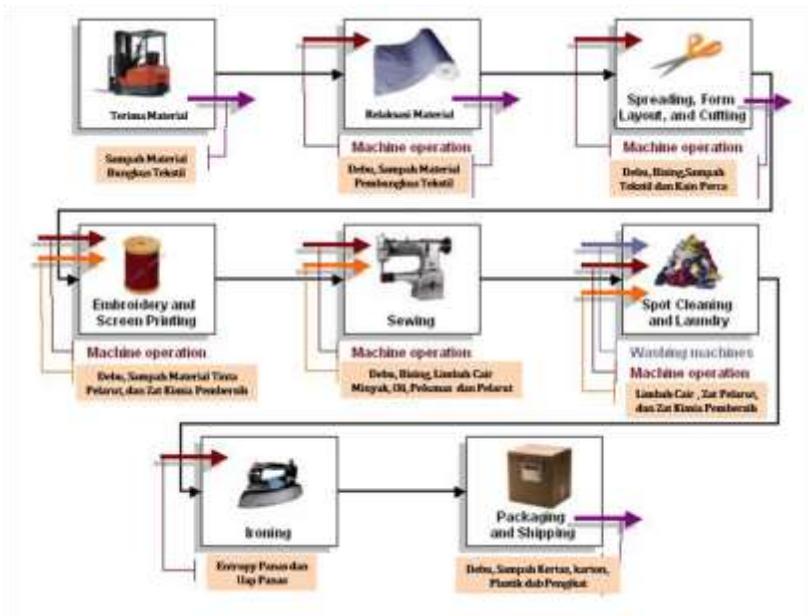
Implementasi konsep *zero-defect* menggunakan teori Ishikawa tentang prinsip Plan-Do-Check-Act (P-D-C-A) pada industry garment dapat dilakukan sebagai berikut;

1. Plan-P yaitu; menentukan gol dan target, serta menentukan cara/metode untuk mencapai gol.
  - a. Gol produk gament adalah zero defect atau maksimum 0,05% per 1000 pcs garment.

- b. Target pencapaian adalah 1000 pcs garment per-minggu produksi.
  - c. Metode mencapai gol (zero defect) adalah monitoring, pengawasan dan pengendalian mutu sesuai standar yang ditentukan konsumen menggunakan pendekatan fish-bone analyse.
2. Do-D yaitu; terlibat dalam pendidikan dan pelatihan, serta mengimplementasikannya dalam pekerjaan.  
Seluruh pelaksana produksi termasuk operator diberikan penyuluhan dan pelatihan keterampilan sesuai bidang masing-masing untuk dapat mengimplementasikannya dalam pekerjaan proses produksi.
3. Check-C yaitu; lakukan pengecekan akibat dari implementasi dalam pekerjaan.  
Setiap para kepala regu, kepala unit sampai ke tingkat manager produksi harus melakukan monitoring, pengecekan ke unit-unit operasi dan mengkoordinasikannya ke manager atas implementasi pekerjaan berdasarkan rencana awal dan standard konsumen.
4. Act-A yaitu; mengambil tindakan yang sesuai dengan kebutuhan organisasi perusahaan.  
Para manager segera mengambil kebijakan atau keputusan mengenai segala sesuatu terkait mutu produk garment sesuai standard konsumen, mulai dari bagian gudang, spreading, cutting, sewing, finishing dan packaging serta delivery produk garment ke tangan konsumen.  
Rincian mengenai klasifikasi cacat garment telah dijelaskan pada bagian terdahulu, sedangkan rincian faktor cacat garment maupun cacat material bahan baku serta proses produksi garment yang harus dimonitoring, diawasi dan dikendalikan mutu produk yang dihasilkan akan dijelaskan pada bagian berikutnya.

## XXI. Kualitas Lingkungan Kegiatan Industri Garment

Factor kualitas lingkungan terkait dengan kualitas produk dan kualitas kesehatan pekerja yang dominan adalah: debu, bising, tekanan panas, bau bahan kimia dan keselamatan kerja. Sedangkan factor kualitas lingkungan terkait dengan kualitas produk dan kualitas kesehatan konsumen atau pengguna produk garment yang dominan adalah: factor kandungan bahan berbahaya dan beracun yang terkandung pada produk garment yang secara langsung dapat mengancam kesehatan dan keselamatan pengguna atau pemakai garment tersebut. Selain itu factor eksternal adalah kualitas polutan dan sampah atau limbah yang dihasilkan oleh kegiatan industry garment; apakah dibuang langsung ke lingkungan, ataukah limbahnya diolah pada unit pengolah limbah; atau apakah limbahnya dibiarkan menumpuk di lokasi industry yang dapat merusak ekologi setempat.



**Gambar 16.** Kualitas Lingkungan Kegiatan Produksi Garment

Factor tersebut di atas menjadi bagian tuntutan kualitas produksi garment secara menyeluruh dalam rangka menghasilkan produk garment yang ramah lingkungan (*eco-friendly garment*).

Factor kualitas lingkungan lainnya adalah: besarnya kandungan material B3 (bahan berbahaya dan beracun) yang terkandung pada produk garment meliputi kadar formalin, kadar logam berat, derajat keasaman (pH), zat plastisizer dan sebagainya. Standard mutu yang digunakan adalah "*Oeko-Tex Standard*" atau "*Öko-Tex Standard*".

Pada kegiatan produksi, industri garment dituntut untuk mampu mereduksi pencemaran air dan udara pada setiap tahapan proses produksi mulai dari produksi serat tekstil (*fiber making*), produksi benang, pertenunan dan perajutan, proses finishing tekstil sampai pada proses produksi pakaian jadi (*garment production*).

Penggunaan eco-label pada beberapa produk barang yang di ekspor ke pasar internasional telah meningkat secara signifikan, contoh penerapan standar lingkungan telah berlangsung pada produk elektronik, produk kayu, produk plastik dan lain sebagainya.

Kondisi ini disebabkan oleh karena keinginan para konsumen eropa dan manca negara untuk menyelamatkan dunia dari kerusakan lingkungan yang ditimbulkan oleh produk dan proses produksi, sehingga para produsen meresponnya secara pro-aktif untuk memenuhi kehendak tersebut. Secara umum penerapan label-label yang bersifat sukarela banyak digunakan produsen dalam rangka untuk mempromosikan produknya yang berbasis pada karakteristik produk yang ramah lingkungan (*environmentally friendly characteristics*). Dalam kasus industry garment pada saat ini belum satupun eco-label yang diterapkan secara wajib melalui peraturan pemerintah (*mandatory rules*). Eco-label diperlukan untuk mengontrol penggunaan material sumberdaya pada industri garment agar tercapai keseimbangan antara kemampuan lingkungan memasok material sumberdaya dengan kemampuan lingkungan untuk menyerap kembali sumberdaya garment yang telah habis masa manfaatnya, serta melindungi konsumen pengguna garment dari pengaruh material berbahaya (*harmful substance*).



**Gambar 17.** Penggunaan Zat Pelarut pada Proses Produksi Garment

Pada kegiatan produksi, industri garment dituntut untuk mampu mengontrol dan mengendalikan pencemaran dengan cara membatasi penggunaan zat kimia yang membahayakan kesehatan dan lingkungan terutama pada perairan. Zat-zat kimia yang umumnya digunakan pada pencucian garment sistem kering (*dry clean*) yang memiliki sifat berbahaya dan beracun antara lain adalah: 1) *Liquid Carbon Dioxide*, 2) PCE (*per-chloro-ethylene*), 3) TCE (*tetra-chloro-ethylene*), 4) *Petroleum Hydrocarbons*, dan 4) *Valclene* (*Freon 113*).

Aspek mutu yang menjadi perhatian konsumen pada garment selama pemakaian garment oleh konsumen adalah pada kegiatan produksi, industri garment dituntut untuk mampu menjamin ketahanan susut kain selama pemakaian garment terutama selama pencucian dan pengeringan. Pada kegiatan produksi, industri garment dituntut untuk mampu menjamin ketahanan luntur warna kain garment terhadap pengaruh sinar matahari, keringat, pencucian, gosokan basah dan kering.

Pada aspek penjaminan mutu (*quality assurance*) produk garment, maka konsumen dunia telah membentuk beberapa lembaga penjaminan mutu dengan menggunakan *eco-label*, seperti *eco-labelling* yang disponsori pihak pemerintah diantaranya;

- Blue Angel (Jerman),
- Eco Mark (Jepang),

- Environmental Choice (Canada),
- White Swan (Nordic Countries),
- Eco-Mark (India), dan
- Green Label (Singapore).



**Gambar 18.** Logo Sertifikat Öko-Tex Standard 100 - Germany

Sedangkan eco-labelling yang disponsori pihak swasta diantaranya adalah:

- Oeko-Tex (*textiles and clothing*) (Jerman),
- Green Seal (Amerika Serikat),
- Bra Miljöval (Swedia),
- Britta Steilmann Collection (Jerman).



**Gambar 19.** Logo Sertifikat NF Environnement - France

Langkah strategis yang dapat ditempuh oleh industri garment nasional untuk dapat berkompetisi di pasar internasional adalah meningkatkan kualitas produksi dan melakukan hal-hal sebagai berikut :

1. Upaya memaksimalkan pemanfaatan materi dan energi secara berkualitas.
2. Menghindari penggunaan material yang mengandung bahan berbahaya dan beracun (B3).
3. Upaya menghasilkan garment yang berkualitas sesuai kebutuhan konsumen.
4. Upaya menekan terjadinya entropy atau limbah dan pencemaran yang dilepas ke lingkungan.
5. Upaya memaksimalkan pemanfaatan kembali limbah yang terjadi menjadi produk yang bermanfaat.
6. Upaya meningkatkan efisiensi dan produktivitas industri garment secara menyeluruh dan berkelanjutan.
7. Melakukan studi analisis mengenai dampak lingkungan dan menerapkan upaya pengelolaan lingkungan yang baik dan benar, serta melakukan pemantauan terhadap aktivitas industri yang menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan hidup.
8. Mengadopsi dan menerapkan manajemen standar mutu lingkungan sesuai peraturan yang berlaku (ISO 14000).
9. Melaksanakan ketentuan standar ekologi tekstil sesuai kebutuhan negara konsumen garment seperti, eco-tex, oeko-tex, blue angel (Jerman), eco-mark (Jepang), *environmental choice* (Canada), white swan (Nordic Countries), eco-mark (India), dan green label (Singapore).

## XXII. Kasus Kesalahan Yang Sering Terjadi

Kasus-kasus kesalahan yang sering terjadi selama proses produksi terkait dengan masalah mutu produk antara lain sebagai berikut:

### 1. Pada Penataan Pola

- a. Tata-letak pola tidak tepat di atas kain yang bercorak garis sehingga garis-garis (*stripe*) pada pakaian tidak tersusun rapi dan garis-garis tidak simetris bila menjadi pakaian.
- b. Pada pola tidak terdapat tanda-tanda (*notches, drill*) ataupun salah memberikan tanda sehingga dapat menimbulkan kesalahan dalam proses selanjutnya.
- c. Komponen pola hilang dan atau tertukar.
- d. Pengaturan tata-letak pola tidak mengindahkan posisi pola untuk arah lusi pada kain.
- e. Tanda-tanda arah lusi pada kertas marka tidak benar.
- f. Komponen pola tercampur; adanya bagian pola yang tidak lengkap untuk satu size garment namun terdapat kelebihan untuk size lain.
- g. Peletakan pola tidak sempurna diatas kain (peletakan pola terbalik) sehingga pada waktu kain dipotong menjadi terbalik pula.
- h. Pola lebih kecil dari ukuran yang sesungguhnya sehingga ukuran pakaian tidak sesuai dengan spesifikasi, dan bila dilanjutkan dengan pattern grading maka hasil pola turunan akan terpengaruh pula.
- i. Tata-letak pola terlalu melebar sehingga pinggiran kain ikut terpotong.
- j. Tata-letak pola terlalu rapat sehingga tidak cukup ruangan gerak pisau potong untuk melakukan gerakan berbelok dalam proses pemotongan kain.

### 2. Penggelaran Kain :

- a. Terdapat cacat pada pola itu sendiri.
- b. Pada waktu penggelaran kain, kain bergetar dan bergelombang permukaannya dan menjadi tidak beraturan akibat adanya *electric static* pada kain sintetik 100%, atau kain campuran serat sintetik, sehingga kondisi ini akan menghasilkan bentuk komponen pakaian berubah tidak sesuai spesifikasi sesungguhnya.

- c. Jumlah lembar kain (*plies*) dalam tumpukan kain tidak sesuai dengan jumlah garment yang akan dibuat atau yang direncanakan.
- d. Lebar kain yang tidak sama satu *ply* dengan *ply* yang lain.
- e. Tegangan kain tidak sama dan tidak merata.
- f. Beberapa bagian tertentu dari lembaran kain dalam tumpukan terdapat lipatan-lipatan kain atau gelembung-gelembung kain, sehingga pada waktu proses pemotongan komponen pola tidak sesuai dengan ukuran dan bentuk pola yang sebenarnya.
- g. Bagian penggelaran kain tidak memperhitungkan sifat mulur dan susut kain setelah *spreading* dan dipotong sesuai panjang kertas marka beberapa menit kemudian kainnya susut dan berubah ukuran kearah panjang atau lebarnya.

### 3. Pemotongan Kain :

- a. Terjadi kesalahan potong akibat pisau potong yang tidak tajam.
- b. Penataan pola yang keliru pada kain sehingga komponen pakaian ada yang terbalik.
- c. Proses pemotongan kain tidak sempurna dimana terdapat bagian tertentu dari pola ikut terpotong.
- d. Tanda-tanda pada komponen pakaian yang tidak jelas (adanya *notches*) atau keliru penempatannya (hasil *notches* terlalu dalam atau terlalu dangkal).
- e. Kesalahan pemberian tanda-tanda (*drill*) untuk letak kantong, letak kancing, letak lipatan kain, dll.

### 4. Pengikatan (Bundling) :

- a. Beberapa komponen pola hilang atau tercampur pada tumpukan ukuran pakaian tertentu dalam satu bundel.
- b. Tercampurnya tumpukan-I dengan tumpukan-II yang memungkinkan terdapatnya perbedaan warna pada kedua tumpukan, sehingga pada pakaian yang telah dijahit akan terdapat perbedaan warna pada salah satu komponen pakaian. Dalam hal ini sebaiknya setiap rol kain yang digelar diberi tanda batasan dalam tumpukan kain pemotongan dan pengikatan hasil pemotongan kain.

- c. Tanda-tanda dengan alat yang kurang jelas dapat menimbulkan kesulitan pada waktu persiapan.
- d. Susunan ikatan atau bundel kain tidak berurutan sehingga menyulitkan dalam pengawasan dan mengganggu kelancaran proses penjahitan.

**5. Penjahitan :**

- a. Benang jahit sering putus sebagai akibat; ketidaksuaian kain dengan nomor benang, nomor jarum ataupun tegangan benang ataupun kualitas benang tidak baik.
- b. Jahitan mengkerut (*puckering*) karena salah pegangan (*handling*) atau menarik kain yang sedang dijahit.
- c. Kerusakan akibat jarum; salah nomor jarum, ujung jarum tumpul, ujung jarum panas akibat gesekan yang lama antara jarum dengan kain, antara jarum dengan lubang plat atau sekoci atau *feed dog*.
- d. Pengaturan tegangan benang yang tidak sesuai dengan bahan yang dikerjakan sehingga menimbulkan *puckering*.
- e. Kerusakan akibat tekanan sepatu (*feed-dog*) terutama terjadi pada saat pergantian jenis bahan untuk diproduksi dari kain tebal menjadi kain tipis atau dari jenis serat tertentu ke jenis serat lainnya.

**6. Benang Jahit :**

- a. Benang jahit yang sudah terjahit pada kain tertarik khususnya untuk *chain stitch* sehingga jahitan mudah terlepas.
- b. Masih terdapat ujung benang yang tersisa atau tersembul pada pakaian.
- c. Sewaktu pemotongan ujung benang, kain ikut terpotong.

**7. Penyeterikaan :**

- a. Saku tidak dapat diseterika secara merata.
- b. Kupnat dan ploi tidak terseterika baik.
- c. Kancing atau ritsliting rusak akibat panas seterika.
- d. Kain terbakar atau meleleh akibat suhu seterika terlalu tinggi.
- e. Noda flex atau berjamur karena dampak air muncul setelah selesai proses penyeterikaan.

- f. Jahitan tidak rata bila diseterika akan menimbulkan bekas-bekas di bagian luar pakaian.
- g. Jahitan terbuka tidak sepenuhnya diseterika (*out seam* pada penjahitan celana).
- h. Pengaturan posisi pakaian yang akan diseterika tidak tepat sehingga mempengaruhi tampilan (*performance*) pakaian.
- i. Pengeringan pakaian setelah *washing* tidak sempurna atau tidak merata sehingga timbul belang-belang akibat konsentrasi uap air yang tidak sama rata pada permukaan pakaian.

### XXIII. Penggunaan Jarum, Benang dan Kain

Sedikitnya terdapat enam faktor yang akan mempengaruhi mutu jahitan pada pakaian yakni faktor kesesuaian nomor jarum dengan bahan yang akan dijahit, faktor kesesuaian nomor dan jenis benang dengan bahan, faktor perbedaan tegangan kain yang sedang dijahit, dan faktor tegangan benang atas dan benang bawah, dan lain sebagainya yang kesemuanya dapat berakibat buruknya mutu jahitan dan tampilan pakaian.

Penggunaan jarum hendaknya disesuaikan dengan bahan yang akan dijahit, sebagai contoh pada penjahitan kain tipis seperti bahan tissue, sutera, bahan batik primissima, maka jenis jarum yang digunakan adalah jarum yang berdiameter kecil nomor 9 atau nomor 11. Sedangkan untuk bahan yang kasar atau tebal seperti bahan Jean's dan sejenisnya, jarum yang digunakan sebaiknya jarum yang berdiameter besar seperti nomor 18 atau nomor 20.

Pemasangan jarum harus dilakukan dengan tepat sesuai alur batang pegangan jarum, jangan serampangan dan salah pasang atau posisi mata lubang jarum terbalik arahnya. Khusus untuk mesin jahit lock-stitch jarum yang digunakan biasanya satu jenis yakni jarum yang memiliki ujung dengan konstruksi bagian kiri dan kanan berbeda, maka bagian yang "lurus atau rata dinding jarumnya" harus berada di bagian kiri kita, sedangkan bagian yang "cekung dinding jarumnya" berada di bagian kanan kita.

Pemasangan benang atas (*upper thread*) hendaknya melalui jalur yang telah ditentukan pada *manual book* dan pengaturan tegangan benang harus disesuaikan dengan jenis bahan yang akan dijahit.

Sebelum memasang benang bawah (*under thread/bobbin thread*) pada sekoci, perlu diperhatikan bentuk dan kondisi gulungan pada bobinnya (*spool*). Gulungan benang yang baik ditunjukkan oleh bentuk dan kondisi gulungan benang yang padat dan rata tegangannya. Arah tarikan benang bawah (*under thread/bobbin thread*) harus searah dengan arah putaran spool dalam sekoci.

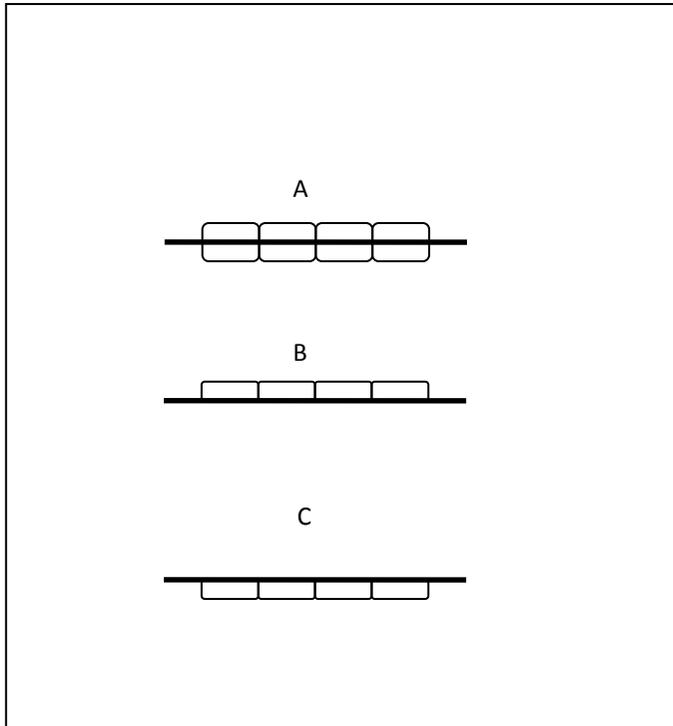
Tekanan sepatu mesin (*feed-dog*) agar disesuaikan dengan jenis kain yang akan dijahit, bila kain tipis sebaiknya tekanan sepatu lebih rendah dibanding bila menjahit bahan yang tebal (besar tekanan

sepatu biasanya didasarkan kepada pengalaman dan lakukan percobaan *trial and error*).

Tingkat kecepatan dalam mengoperasikan mesin hendaknya memperhatikan pula jenis bahan yang akan dijahit, menjahit bahan yang tebal sebaiknya tingkat kecepatan putaran mesin lebih rendah dibanding menjahit bahan tipis guna menghindari patah jarum, putus benang dan kerusakan pada kain. Disamping itu pula kecepatan putaran mesin disesuaikan dengan keterampilan operator.

Tegangan kain lapisan atas (*upper lay*) diusahakan sama dengan tegangan kain lapisan bawah (*under lay*) selama proses penjahitan berlangsung, dan tarikan terhadap kain yang sedang dijahit diupayakan selalu konstan guna menghindari timbulnya kerutan (*pucker*) dan ketidakteraturan jumlah setik per sentimeter yang akan menurunkan mutu garment.

Stitch atau jeratan yang baik pada proses penjahitan adalah terbentuknya jeratan yang memiliki keseimbangan tegangan benang antara tegangan benang atas dan tegangan benang bawah seperti yang ditunjukkan pada gambar-16 dibawah.



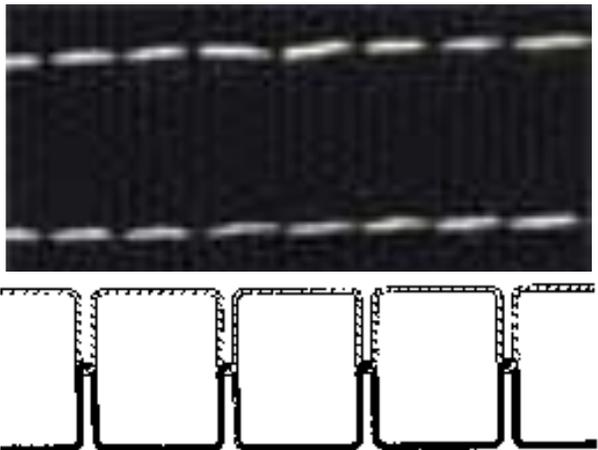
**Gambar 20.** Tegangan Benang Jahit pada Garment

- A. Mutu jahitan garment yang memenuhi mutu baik, menunjukkan tegangan benang seimbang antara benang atas dan benang bawah
- B. Mutu jahitan garment yang kurang baik yang dapat disebabkan oleh beberapa hal, salah satu diantaranya adalah factor tegangan benang bawah (*under thread/bobbin yarn*) yang tidak sesuai dengan standard. Hal ini menunjukkan tegangan benang bawah (*under thread/bobbin thread*) lebih tinggi dibanding tegangan benang *upper thread*.
- C. Mutu jahitan garment yang kurang baik yang dapat disebabkan oleh beberapa hal, salah satu diantaranya adalah factor tegangan benang bawah (*upper*

*thread/cone yarn*) yang tidak sesuai dengan *standard*. Hal ini menunjukkan tegangan benang atas (*upper thread*) lebih tinggi dibanding tegangan benang *under thread* atau *bobbin thread*.

Bila hasil jahitan terlihat seperti gambar B dimana jeratan atas lebih kendur dibanding benang bawah, untuk mengatasinya adalah dengan cara memutar pengatur tegangan benang bagian atas pada posisi mengencangkan. Bila hasil jahitan terlihat seperti gambar C dimana jeratan bawah lebih kendur, maka untuk mengatasinya adalah dengan cara mengendorkan tegangan benang atas.

Bila pengaturan tegangan benang seperti tersebut diatas setelah dilakukan penjahitan dan masih menghasilkan jeratan yang sama seperti sebelumnya, maka tindakan selanjutnya adalah dengan memeriksa posisi dan kondisi benang pada sekoci, apakah gulungannya cukup padat atau tidak, periksa jalur benang dan tegangan benang. Periksa arah putaran bobin bila benang dari sekoci ditarik, maka bobin harus berputar searah dengan arah tarikan benangnya dan jangan sampai terbalik !



**Gambar 21.** Tegangan Benang dan Bentuk Jahitan

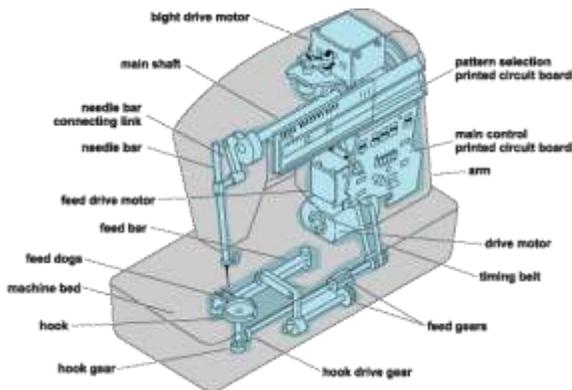
Sebagai pedoman, jumlah jeratan yang biasa terdapat pada penjahitan pakaian kemeja biasanya 5 - 6 jeratan per cm, sedangkan untuk menjahit celana 4 jeratan per cm. Untuk mengatur jumlah jeratan per cm dapat dilakukan dengan cara menaikkan atau menurunkan pengatur jeratan.

Perlu mendapat perhatian bahwa bila posisi jarum berada dibawah (*under position*) maka gigi mesin juga harus berada pada posisi terbawah, dan bila pada waktu memasang dan mengambil sekoci maka posisi jarum harus berada di atas (*top position*).

## XXIV. Pemeliharaan Mesin Jahit

### Tujuan :

1. Merawat dan memelihara mesin agar selalu dalam keadaan baik dan stabil serta siap digunakan setiap waktu.
2. Agar mesin terhindar dari kerusakan fatal dan masa pakai mesin dapat lebih lama.

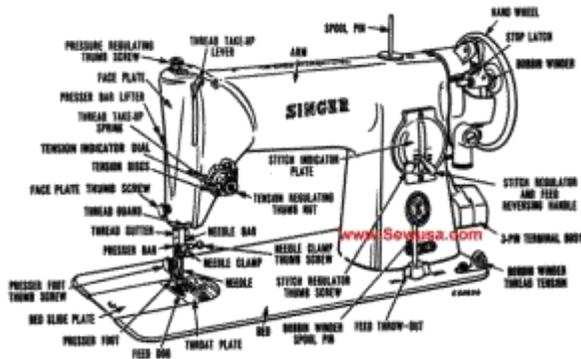


**Gambar 22.** Titik Perawatan Mesin Jahit Otomatis

### Kegunaan :

1. Untuk menghemat biaya investasi dan meningkatkan produktivitas industri garment.
2. Dalam proses penjahitan pakaian diperlukan mesin jahit dalam keadaan baik dan stabil serta siap pakai pada waktu dibutuhkan sehingga diperlukan perawatan dan pemeliharaan mesin secara terencana.
3. Waktu yang dibutuhkan untuk proses produksi akan lebih cepat jika kondisi mesin dalam keadaan baik sehingga efisiensi produksi dapat ditingkatkan seoptimal mungkin.

4. Jika mesin dirawat dengan baik dan teratur maka mesin tersebut tidak akan cepat rusak dan biasanya kerusakan mesin berawal dari perawatan yang tidak teratur. Misalnya pada waktu mesin tidak dipakai atau nganggur mesin dibiarkan begitu saja dalam keadaan kotor dan tidak diberi pelumas atau minyak mesin, sehingga lama-kelamaan timbul karat dan akhirnya mesin macet dan rusak.
5. Kerusakan mesin jahit adalah salah satu faktor utama penghambat kelancaran proses produksi garment, oleh karena itu waktu yang dibutuhkan akan lebih lama untuk menghasilkan suatu produk pakaian bila mesin tidak dapat beroperasi secara baik.



**Gambar 23.** Titik Perawatan Mesin Jahit Manual

#### **Cara Perawatan :**

1. Periksa dan bersihkan mesin jahit dari debu dan kotoran lainnya dengan bensin atau minyak non-korosif.
2. Pada mesin jahit konvensional beri pelumas secukupnya 2 atau 3 tetes pada tiap-tiap bagian yang mengalami gesekan (biasanya terdapat lubang pada tiap bagian) dengan minyak mesin bila akan digunakan.
3. Bagian yang diberi pelumas adalah tiap persendian atau tempat yang telah ditentukan seperti tampak pada gambar dibawah ini, dan nomor-nomor tersebut adalah merupakan bagian yang penting dan harus diberi pelumas.

4. Untuk mesin jahit kecepatan tinggi biasanya minyak pelumas disuplai secara otomatis, sehingga perlu memperhatikan keberadaan pelumas dengan persyaratan dan sistem sirkulasinya.

## **XXV. Cara Mengatasi Masalah Mutu Produksi Garment**

### **1. Benang sering putus:**

- a. Periksa saluran benang atas dan saluran benang bawah yang harus berada pada saluran yang semestinya.
- b. Kendorkan pengatur tegangan benang atas sampai jalannya benang lancar.
- c. Periksa posisi jarum dan betulkan jika pemasangan jarum terbalik, pasang jarum pada posisi yang benar yaitu bagian dinding jarum yang cekung berada pada bagian kanan.
- d. Sesuaikan jenis dan nomor benang yang akan digunakan dengan jenis dan ketebalan kain, untuk menjahit bahan yang tebal seperti *jean's* sebaiknya menggunakan benang yang lebih besar diameternya, dan untuk menjahit kain yang tipis sebaiknya menggunakan benang yang halus.
- e. Perbaiki gulungan benang pada bobin sehingga tegangan benang dan kerataan gulungannya baik dan padat.
- f. Perbaiki penyetelan timing pertemuan antara jarum sebagai penyupap benang atas dengan mata hug sebagai penerima benang atas. Timing yang benar adalah pada waktu jarum berada pada posisi terbawah, maka mata hug berada pada bagian cekungan jarum.

### **2. Jeratan benang jahit sering kusut dan menumpuk dibawah bahan :**

- a. Kencangkan pengatur tegangan benang atas sampai stabil hasil jahitannya.
- b. Naikkan posisi gigi atau mengganti gigi mesin yang sudah tumpul
- c. Kencangkan pengatur tekanan sepatu mesin sampai hasil jeratan baik.
- d. Periksa kondisi benang bawah khususnya pada sekoci yang mungkin gulungan benangnya kurang padat.

### **3. Jarum sering patah :**

- a. Periksa kondisi jarum dan posisi jarum, serta posisi *feed dog*.
- b. Sesuaikan nomor jarum yang digunakan dengan bahan yang dijahit, misalnya untuk menjahit bahan yang tebal digunakan jarum nomor 18 atau 20. Sedangkan bila

menjahit kain yang tipis gunakanlah jarum nomor 9 atau 11.

- c. Betulkan pemasangan sekoci, misalnya miring atau terbalik. Pemasangan yang benar adalah : posisi sekoci tegak lurus, dan lubang saluran benang pada sekoci berada pada posisi menghadap keatas.

**4. Jeratan lompat atau tidak terbentuk jeratan yang baik:**

- a. Ganti nomor jarum yang cocok dengan bahan yang dijahit
- b. Posisi jarum diatur atau diturunkan mencapai posisi point 1e.
- c. Ganti gulungan benang bawah/bobin dengan bobin yang gulungan benangnya rata dan padat.
- d. Posisi gulungan benang pada bobin jangan terlalu penuh dan melebihi batas cakra bobin/spool.

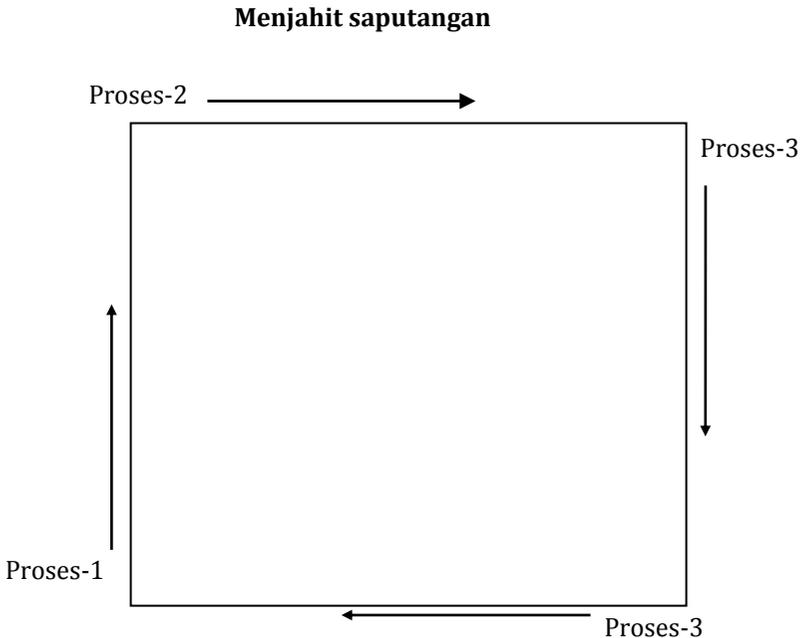
**5. Hasil jahitan berkerut :**

- a. Ganti jarum yang telah tumpul dengan yang baru.
- b. Kendorkan sedikit pengatur tegangan benang atas, atau periksa tegangan benang bawah.
- c. Tegangan benang tidak sama rata antara *upper thread dan bobbin thread* sehingga menimbulkan kerutan pada kain.
- d. Tekanan pada sepatu (*pressure foot*) tidak sesuai dengan tebal/tipisnya kain yang dijahit. Bila tekanan terlalu besar, maka *feed dog* akan mendorong kain bagian bawah lebih besar/banyak dibanding mendorong kain bagian atas sehingga terjadi kerutan pada kain yang dijahit. Bila tekanan terlalu kecil maka gerakan kain sewaktu dijahit akan lambat sehingga mengakibatkan perubahan bentuk/jarak setik dan timbul kerutan.
- e. Tarikan kain oleh operator yang tidak benar, kain atas dan kain bawah tidak sama tegangannya, sehingga menimbulkan kerutan.
- f. Pada waktu penjahitan berlangsung kampuh jahitan (*allowance*) pada kedua bagian kain tidak sama (kampuh kain atas dan bawah tidak sama besarnya).
- g. *Stretch* antara dua kain yang dijahit tidak sama.
- h. Sifat dimensi kain yang akan dijahit satu sama lain berbeda.

- i. *Broken Seam*; adalah jahitan yang terputus atau jahitan yang tidak saling mengkait satu sama lain sehingga menimbulkan cacat pada jahitan, dan penyebabnya adalah; 1) *rotary hook* atau sekoci tidak pada posisi yang tepat pemasangannya, 2) Benang bawah (*under thread dan bobbin thread*) tidak mengikuti alur jalan benang yang semestinya, 3) letak jarum jahit tidak pada posisinya.

## XXVI. Pengukuran Waktu Proses Penjahitan dan Kebutuhan Mesin.

Pengukuran waktu proses penjahitan pada setiap jenis produksi garmen mutlak dilakukan guna menghitung penggunaan jumlah mesin yang efisien dan efektif serta dapat sekaligus untuk mengetahui kemampuan pekerja atau operator dalam bekerja. Pengukuran waktu proses dapat dilakukan pada saat penjahitan contoh atau sample dengan bantuan alat ukur waktu (*stop watch*). Berikut ini diberikan suatu ilustrasi sederhana dalam menghitung waktu dan menentukan keseimbangan (*balance*) jumlah mesin yang dipakai.



**Gambar 24.** Mengukur Waktu Proses Menjahit (*sewing processing*)

**Tabel 15.** Data Hasil Pengukuran Waktu Penjahitan

Proses	Waktu Jahit	Tipe Mesin.	Produksi /jam	Prod./7 Jam	7 Jam x Eff. 80%	Jumlah mesin jahit
1	3 detik	SN	300	2100	1680	2
2	3 detik	SN	300	2100	1680	2
3	3 detik	SN	300	2100	1680	2
4	3 detik	SN	300	2100	1680	2

Keterangan :

SN = Single Needle = Mesin jahit lock-stitch = Mesin satu jarum.

Penyelesaian :

Proses-1 = Proses-2 = Proses-3 = Proses-4 = 3 detik

Proses-1 s/d proses-4 = 12 detik/pcs saputangan

60 menit x 60 det.

1 jam kerja = ----- = 300 pcs saputangan

12 detik/pcs saputangan

7 Jam kerja dihasilkan sebanyak =  $7 \times 300 = 2100$  pcs saputangan

Bila efisiensi kerja diperkirakan 80% maka jumlah saputangan yang dihasilkan secara aktual adalah =  $80\% \times 2100 = 1.680$  pcs saputangan/7jam.

Jika jumlah order saputangan sebanyak 16.800 pcs yang harus selesai selama 5 hari, maka : setiap hari harus dapat dihasilkan saputangan sebanyak  $16.800/5 = 3.360$  pcs.

Sehingga dengan demikian, untuk memenuhi pesanan/order saputangan tersebut tiap operasi membutuhkan  $3.360/1.680 = 2$  unit mesin jahit atau, untuk order 16.800 pcs saputangan dibutuhkan 8 unit mesin jahit. Kondisi ini disebut sebagai "balance" karena jumlah mesin dan pengoperasiannya dalam keadaan seimbang.

## XXVII. Mengetahui Critical Operation

Critical operation adalah kegiatan proses produksi yang memerlukan perhatian khusus untuk memperhitungkan pengadaan mesin agar terdapat keseimbangan dalam proses produksi. Tujuannya adalah untuk menghindarkan jangan sampai terjadi penumpukan bahan (*delay time*) yang merugikan perusahaan.

Bila ternyata target produksi dalam 1 hari tidak terpenuhi maka akan terjadi penurunan efisiensi pada pengoperasian mesin.

Misal :

Operasi : 1    2    3    4

Waktu : 30" 30" 80" 30"

Operasi 3 = 80" disebut "*critical operation*" karena untuk mencapai keseimbangan operasi maka dibutuhkan lebih banyak mesin untuk mengerjakan proses operasi 3 dibanding jumlah mesin untuk mengerjakan operasi 1, 2 dan 4.

Contoh-2 :

### Perhitungan Produksi Untuk Kemeja

Berikut ini akan disajikan data tentang hasil pengukuran waktu yang diperlukan dalam menjahit masing-masing komponen kemeja untuk 20 jenis penjahitan. Data diperoleh dengan cara mengukur standar kecepatan penjahitan komponen pakaian tertentu oleh operator yang memiliki kualifikasi keahlian standar rata-rata operator pabrik garment, atau bagi pabrik garment pemula dapat menggunakan waktu standar dari operator tukang jahit tradisional (*tailor*). Data tersebut diperlukan untuk menghitung keseimbangan (*balance*) penggunaan berbagai jenis mesin jahit agar diperoleh waktu produksi, penggunaan mesin dan penggunaan sumber daya yang efisien dan efektif.

**Tabel 16.** Penghitungan Jumlah Mesin Jahit

No.	Pekerjaan	Jenis Mesin	Waktu 1 x Operasi (detik)	Jumlah pekerjaan yang dapat diselesaikan dalam waktu 8jam ( x 80%)	Jumlah mesin untuk mencapai keseimbangan
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]
1	Jahit lubang kancing	BH	44	524	3.8
2	Jahit kantong	SN	44	524	3.8
3	Jahit pundak	OVL	19	1212	1.6
4	Jahit kerah	SN	40	576	3.4
5	Jahit setik kerah	SN	30	768	2.6
6	Jahit kain keras	SN	10	2304	0.8
7	Jahit sambung kerah	SN	25	921	2.1
8	Jahit setik	SN	19	1212	1.6
9	Jahit kaki kerah	SN	41	561	3.5
10	Jahit label/tutup	SN	50	460	4.3
11	Jahit belahan lengan	SN	29	794	2.5
12	Jahit belahan atas	SN	40	576	3.4
13	Jahit sambung lengan	OVL	62	371	5.3
14	Jahit sambung sisi	OVL	68	338	5.9
15	Jahit manset/cuff	SN	30	768	2.6
16	Jahit manset atas	SN	50	460	4.3
17	Jahit setik	SN	62	317	5.3
18	Jahit pasang manset	SN	65	354	5.6
19	Jahit lubang kancing	BH	37	622	3.2
20	Jahit pasang kancing	BS	51	642	3.1

Keterangan :

- Single Needle = SN = 45,8 unit mesin
- Button Hole = BH = 7 unit mesin
- Button Sewing = BS = 3,1 unit mesin
- Over Lock = OVL = 12,8 unit mesin

Jumlah mesin dengan angka 45,8 dibulatkan ke bawah menjadi 45 mesin dengan cara meningkatkan keterampilan pekerja, atau dapat dibulatkan ke atas (menjadi 46) maka konsekuensinya adalah perusahaan akan rugi dalam pembayaran upah kerja sebesar (Rp X,- x. 0,2 operasi mesin). Jumlah mesin dengan angka 12,8 dapat dibulatkan ke atas menjadi 13 unit mesin.

❑ Angka 524 pada kolom [5] berasal dari perhitungan =

$$\frac{8 \text{ jam} \times 60 \text{ detik} \times 60 \text{ menit} \times \text{perkiraan efisiensi}(80\%)}{\text{waktu operasi ( satuan detik )}}$$

❑ Angka 3,8 pada kolom [6] berasal dari perhitungan =

$$\frac{\text{Jumlah Produksi/hari}}{8 \text{ jam}/80\%}$$

Dari contoh perhitungan tersebut diatas jika waktu yang ditetapkan oleh pemesan selama 120 hari (termasuk proses persiapan dan proses finishing) untuk pesanan garmen sebanyak 100.000 potong, maka target produksi pabrik yang harus kita capai adalah :

- ❑ Waktu (lead time) = 120 hari
- ❑ Hari libur = 12 hari
- ❑ Approval sample = hari ke 14
- ❑ Bahan baku (lead time) = 40 hari
- ❑ Packaging = 4 hari
- ❑ Waktu produksi = 50 hari
- ❑ Target produksi/hari =  $100.000 \text{ potong}/50 \text{ hari} = 2000 \text{ potong/hari}$

## **XXVIII. Permasalahan pada Jahitan**

1. Masalah yang timbul pada pembentukan setik jahitan
2. Masalah kerut jahitan (*pucker*)
3. Masalah kerusakan sepanjang garis setik jahitan

### **Masalah pembentukan setik jahitan (*stitch formation*)**

Masalah utama faktor ini meliputi

- a. terjadi penggelinciran pembentukan setik yang bersumber pada ujung jarum yang menusuk benang kain. Jadi dalam hal ini kerutan pada kain timbul oleh akibat ujung jarum dan benang jahit masuk menusuk benang pada kain sehingga timbul tarikan ataupun tegangan pada benang kain dan timbul kerutan pada kain.
- b. pembentukan setik yang goyah (*staggered stitching*) dimana langkah dan posisi jarum tidak sinkron dalam pembentukan setik, sehingga menimbulkan perbedaan tegangan pada kain dan menimbulkan kerut pada hasil jahitan.
- c. ketidakseimbangan setik (*unbalance stitches*) pada bagian atas dan bawah sehingga benang jahit putus dan menimbulkan cacat kerut, hal ini sering ditemukan pada penjahitan kain rajut atau kaos.
- d. perbedaan tingkat kerapatan jahitan disepanjang garis jahitan dapat menimbulkan kerutan pada kain yang dijahit. Peristiwa ini terjadi sebagai akibat tekanan sepatu (*foot pressure*) yang tidak sesuai dengan sifat dan tebal tipis kain yang akan dijahit maupun jenis benang jahit yang digunakan.
- e. faktor jarum tumpul, benang putus selama operasi dapat menimbulkan kerut pada hasil jahitan sehingga tampilan pakaian berkualitas buruk.

### **Masalah kerutan pada jahitan (*seam puckering*)**

Hasil penelitian Dorkin dan Chamberlain dalam Carr (1994:124) menyebutkan bahwa terdapat enam penyebab utama yang memberikan pengaruh sebesar 90% terhadap timbulnya kerut jahitan (*pucker*) yakni;

1. Akibat adanya perbedaan tegangan pada kedua kain yang dijahit

2. Akibat perbedaan stabilitas dimensi kain yang dijahit
3. Jumlah setik persatuan panjang garis jahitan terlalu rendah
4. Akibat terjadi penyusutan pada benang jahit (*thread shrinkage*)
5. Akibat struktur jahitan yang terlalu padat
6. Akibat garis pola yang tidak suai (*mismatched pattern*)

### **Masalah kerusakan disepanjang garis setik jahitan**

Kerusakan dapat terjadi akibat penggunaan jarum yang tidak suai dengan jenis bahan maupun dengan jenis benang jahit yang digunakan.

Ujung jarum (*needle points*) yang tumpul, kecepatan jahit dan jalan atau gerakan kain selama proses penjahitan tidak lurus ataupun tidak suai dengan pola baju yang sedang dijahit.

Garis kerusakan tersebut dapat dikelompokkan menjadi faktor-faktor;

- a. faktor kerusakan mesin; 1] pemakaian jarum rusak dapat memutuskan benang, 2] posisi jarum yang bergesekan dengan sepatu penekan (*presser foot*) dan atau dengan lempengan pelat (*throat plate*), 3] penyetelan gigi (*feed dog*).
- b. kerusakan jarum akibat panas gesekan, jarum akan mengalami kenaikan suhu bila secara terus menerus bergesekan dengan benda lain seperti gesekan dengan benang dan gesekan jarum dengan kain. Gesekan tersebut akan menimbulkan panas pada jarum hingga mencapai 350 C, pada temperatur ini memungkinkan jarum akan mengalami proses pelunakan dan lama kelamaan akan menjadi tumpul dan bahkan patah. Jika jarum jahit mencapai suhu tersebut diatas maka dapat pula berakibat buruk pada kain yang dijahit, misalnya bahan PVC yang meleleh pada suhu 100 derajat C, poliester dan poliamid akan melunak pada suhu 230 C. Panas yang tinggi pada jarum akan melemahkan kekuatan benang jahit yang melewati lubang jarum yang panas tadi, sehinggalan akan berakibat kekuatan benang jahit akan menurun dan akhirnya putus sewaktu mesin dioperasikan, putus benang jahit ini akan berakibat terpaksa harus diadakan proses penjahitan ulang atau setidaknya mulai dijahit kembali

pada batas putus jahit sebelumnya. Hal terakhir inipun juga dapat menimbulkan cacat pada hasil jahitan dan tampilan pakaian yang sedang dikerjakan akan tampak cacat dan mempengaruhi mutu pakaian, disamping timbulnya lubang yang relatif besar pada bekas tusukan jarum yang panas tadi. Untuk persoalan ini perlu difikirkan dan dianalisis bagaimana menurunkan suhu yang terjadi pada jarum jahit, apakah dengan cara memperlambat gerak jarum pada mesin, atau dengan cara memperbesar sirkulasi udara untuk pendinginan jarum, ataupun dengan cara memperkecil friksi atau gesekan antara jarum dengan elemen mesin yang lainnya selama proses produksi berlangsung. Cara lain adalah dengan mengganti jarum yang sudah tumpul, menyetel posisi jarum pada posisi yang sebenarnya menurut jenis mesin, jenis bahan yang dijahit, ataupun dengan cara mengganti nomor jarum yang cocok dengan bahan yang akan dijahit dan lubang pada plat datar mesin. Uji kelayakan dan kemampuan jahit.

Pertanyaan yang muncul adalah apakah batasan tentang kelayakan dan kemampuan jait suatu tekstil, kerutan, kelayakan pakai, kebersihan pakaian yang dijahit ?. Saat ini terdapat dua instrumen yang dapat digunakan untuk menguji daya kelayakan dan kemampuan jahit yaitu;

1. Uji kemampuan jahit (*sew-ability testing*). Dengan menggunakan L dan M *sewability tester* yang digunakan secara bebas pada mesin jahit dan mengukur daya yang diperlukan untuk mendorong jarum menusuk kain. "Hatra" menggunakan pengukuran temperatur yang dicapai oleh mesin pada jarum dengan proses deteksi menggunakan infra merah. Kedua alat ini memberikan petunjuk berkaitan dengan kerusakan pada proses produksi. Dengan berpedoman kepada spesifikasi mesin, ukuran jarum dan tipe jarum serta spesifikasi ujung jarum (*ball point*).
2. Uji kemampuan pakai pakaian (*tailor-ability tester*). Sistem evaluasi "Kawabata" pada kain (*Kawabata Evaluation System on Fabrics = KES-F*) di desain untuk mengukur rentang mekanik dengan fisik kain yang berkaitan dengan pegangan kain. Sistem ini akan mengukur tegangan, menggunting/potong, kompresi, membangkokkan, uji stabilitas dimensi kain. Hasil riset baru-

baru ini memperlihatkan bahwa hasil pengujian dapat dipakai untuk memprediksi bagaimana suatu kain dapat dibentuk dan diproduksi menjadi produk pakaian jadi tertentu.

## XXIX. Aspek Cacat Kain dan Garment

### 1. Jenis dan Penyebab Cacat Kain Tenun (*woven fabric defect*)

<p><u>Jenis Cacat</u> <i>BAR, WEFT BAR</i> (garis benang pakan)</p> <p><u>Definisi</u> Suatu garis terlihat jelas kearah lebar kain yang bentuknya seperti bercekung garis dan kondisi abnormal.</p> <p><u>Kemungkinan Penyebab</u> Disebabkan oleh variasi penggunaan benang pakan, seperti; perbedaan komposisi material, perbedaan kerapatan, perbedaan tegangan benang, perbedaan twist benang pakan.</p>	
---	---

<p><u>Jenis Cacat</u> <i>Ripped selvedge</i> (terkoyak, pecah, tertusuk benda tumpul, pelapukan kain)</p> <p><u>Definisi</u> Beberapa helai benang pakan putus, kain terkoyak, terjadi pelapukan material kain.</p> <p><u>Kemungkinan Penyebab</u> Disebabkan oleh karena beberapa helai benang pakan putus akibat terkoyak oleh benda tumpul selam proses pertenunan dan finishing atau terjadi pelapukan material kain</p>	
--	--

<p><u>Jenis Cacat</u> <i>Bleeding; color bleeding</i> (belang</p>	
---	--

<p>warna)</p> <p><u>Definisi</u> Hilangnya sebagian pewarna pada kain, pelunturan warna, garis warna dyeing atau printing abnormal.</p> <p><u>Kemungkinan Penyebab</u> Disebabkan oleh kesalahan pada proses dyeing atau printing</p>	
<p><u>Jenis Cacat</u> Stentering Marks; Pin Marks; Tenter Marks (bekas tusukan jarum mesin tenter/stenter)</p> <p><u>Definisi</u> Sejumlah lubang bekas tusukan pin/jarum mesin stenter yang tidak rata di pinggir kain tenun.</p> <p><u>Kemungkinan Penyebab</u> Disebabkan oleh kesalahan pada proses finishing tentering atau mesin stenter.</p>	
<p><u>Jenis Cacat</u> Tergerus, terkikis, tergesek kearah panjang kain</p> <p><u>Definisi</u> Bekas gerusan, kikisan, gesekan terhadap muka kain kearah panjang kain tenun.</p> <p><u>Kemungkinan Penyebab</u> Disebabkan oleh kesalahan pada proses tenun atau proses finishing atau proses transportasi, atau kain bekas diseret di lantai atau bergesekan dengan benda keras.</p>	

<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Floating benang lusi atau pakan, atau terselipnya benda asing pada anyaman kain tenun atau adanya slub yarn.</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Benda asing terselip diantara anyaman kain menimbulkan cacat kain seperti slub yarn dalam kain tenun, atau floating benang.</p> <p><u><i>Kemungkinan Penyebab</i></u> Disebabkan oleh kesalahan pada proses tenun, adanya flies atau benda asing terselip dalam anyaman tenunan.</p>	
--	---

<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Kinky weft (benang pakan keriting); looped yarn; weft knit.</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Jeratan benang pakan pada weft knit terbuka atau kusut dalam jeratan kain kaos/rajut.</p> <p><u><i>Kemungkinan Penyebab</i></u> Disebabkan oleh pengawasan tegangan benang selama proses winding ataupun pada proses knitting, atau dapat pula disebabkan adanya tekanan, gesekan benda tumpul pada kain kaos.</p>	
---	--

<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Missing pick;</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Kesalahan penyisipan benang</p>	
--	--

pakan yang tidak mengikuti pola anyaman (missing pick).

Kemungkinan Penyebab

Disebabkan oleh kesalahan pada penyisipan benang pakan pada proses pertununan yang terjadi pada keadaan mesin tenun berhenti.



Jenis Cacat

Reed mark (tanda bekas sisir tenun);.

Definisi

Suatu garis sisir kearah lebar kain.

Kemungkinan Penyebab

Disebabkan oleh kesalahan pada pemasangan sisir tenun ataupun sisir tenun telah rusak selama proses pertununan.



Jenis Cacat

Set mark (tanda garis benang renggang dalam anyaman);.

Definisi

Suatu garis tanda benang renggang kearah lebar kain.

Kemungkinan Penyebab

Disebabkan oleh kesalahan pada saat re-start mesin yang tidak cukup baik memulai start-up mesin tenun.



<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Slack End (benang lusi kendor);</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Satu helai benang lusi berkerut di tengah kain.</p> <p><u><i>Kemungkinan Penyebab</i></u> Disebabkan oleh adanya tegangan benang lusi kendor pada saat proses pertenunan.</p>	
--	---

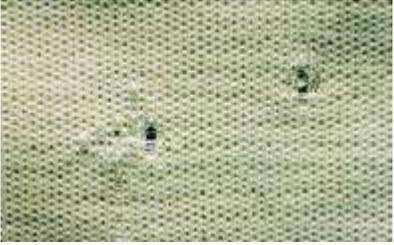
<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Slowly-off Weft (benang pakan kendor)</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Ketebalan benang pakan muncul dipermukaan kain.</p> <p><u><i>Kemungkinan Penyebab</i></u> Disebabkan oleh adanya tegangan benang pakan kendor pada saat proses pertenunan.</p>	
---	---

<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Bleached effect (efek bleaching)</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Pemucatan pada sebagian permukaan kain atau belang.</p> <p><u><i>Kemungkinan Penyebab</i></u> Disebabkan oleh kesalahan proses finishing kain.</p>	
--	---

<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Wrong Ends (salah lusi atau slub yarn effect)</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Munculnya efek slub yarn pada satu atau dua helai lusi berdekatan.</p> <p><u><i>Kemungkinan Penyebab</i></u> Disebabkan oleh kesalahan proses pertenunan kain pada saat penyambungan benang lusi putus.</p>	
--	---

## 2. enis dan Penyebab Cacat Kain Kaos (*knit fabric defect*)

<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Dye Mark; Dye Spot; Dye Stain (tercemar pewarna, pelunturan warna, penodaan warna)</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Munculnya noda warna pada kain finishing, pasca proses pencelupan.</p> <p><u><i>Kemungkinan Penyebab</i></u> Disebabkan oleh kesalahan proses finishing kain; pada penumpukan kain di bagian finishing kain.</p>	
--	---

<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Hole (lubang pada kain kaos)</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Lubang pada kain kaos akibat putusnya benang dalam kain.</p> <p><u><i>Kemungkinan Penyebab</i></u> Disebabkan oleh putus benang pada proses perajutan; kesalahan penanganan penyimpanan; pengawasan kurang baik pada</p>	
--	---

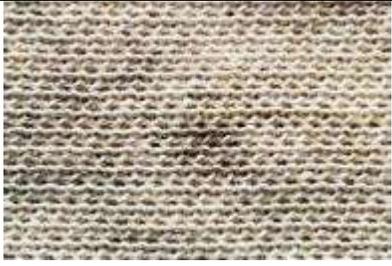
proses pembakaran bulu atau pada penggarukan.	
---	--

<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Ladder (berjenjang arah wale)</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Jeratan putus pada arah wale kain kaos; tidak terbentuk jeratan pada kain.</p> <p><u><i>Kemungkinan Penyebab</i></u> Disebabkan oleh lepasnya jeratan dalam kain;putusnya benang dalam kain rajut/kaos.</p>	
--	---

<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Ladder (berjenjang arah wale)</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Jeratan putus pada arah wale kain kaos; tidak terbentuk jeratan pada kain.</p> <p><u><i>Kemungkinan Penyebab</i></u> Disebabkan oleh lepasnya jeratan dalam kain; putusnya benang dalam kain rajut/kaos.</p>	
---	--

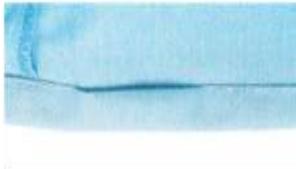
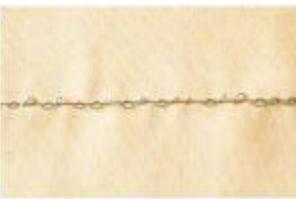
<p><u><i>Jenis Cacat</i></u> Missing Plush loops (jeratan plush arah course lepas)</p> <p><u><i>Definisi</i></u> Jeratan jeratan plush arah course lepas atau putus pada arah course kain kaos; tidak terbentuk jeratan pada kain.</p> <p><u><i>Kemungkinan Penyebab</i></u></p>	
--	---

<p>Disebabkan oleh lepasnya jeratan dalam kain; putusnya benang dalam kain rajut/kaos.</p>	
<p><u>Jenis Cacat</u> Tanda atau bekas tusukan pin</p> <p><u>Definisi</u> Tanda atau bekas tusukan pin Pada pinggir kain tampak jelas tidak rata pada kain kaos.</p> <p><u>Kemungkinan Penyebab</u> Disebabkan oleh jeratan benang terkena kait pin pada proses finishing stentering.</p>	
<p><u>Jenis Cacat</u> Slub yarn</p> <p><u>Definisi</u> Slub yarn atau benang benjol pada kain kaos.</p> <p><u>Kemungkinan Penyebab</u> Disebabkan oleh mutu benang kurang baik; benang terkait oleh jarum knit pada proses knitting.</p>	
<p><u>Jenis Cacat</u> Noda</p> <p><u>Definisi</u> Penodaan kain kaos pada prose knit; atau pada proses finishing.</p> <p><u>Kemungkinan Penyebab</u> Disebabkan oleh pengawasan penanganan kain pada knitting ataupun pada proses finishing,</p>	

<p>noda dapat disebabkan staining oleh minyak atau zat warna.</p>	
---	---

3. Jenis Cacat Jahitan (*sewing defect*)

<p><b>A. Attached sewing threads</b></p>	
<p><b>B. Blind stitch bite too deep</b></p>	
<p><b>C. Broken stitch on any stitch type</b></p>	
<p><b>D. Hole of any size, repaired or not</b></p>	

<b>E. Incorrect bar-tack placement</b>	 A close-up photograph of a light-colored fabric seam. A bar-tack, which is a reinforcement stitch, is placed at an angle that does not align with the fold of the fabric, illustrating incorrect placement.
<b>F. Run off stitches</b>	 A close-up photograph of a light blue fabric seam. The stitching is uneven and appears to be running off the edge of the fabric, indicating a defect in the sewing process.
<b>G. Loose stitch, incorrect thread tension</b>	 A close-up photograph of a light-colored fabric seam. The stitches are noticeably loose and irregular in length, suggesting incorrect thread tension or a loose stitch.
<b>H. Mismatched plaids/stripes</b>	 A close-up photograph of a fabric seam with a plaid pattern. The two pieces of fabric being joined do not have matching plaid patterns, resulting in a mismatched appearance at the seam.

**I. Pleated seam**



**J. Seam grins**



**K. Seam puckering**



**L. Skipped stitch on any stitch type**



<b>M. Stitch count variation</b>	
<b>N. Uneven elastic tension at waistband</b>	
<b>O. Uneven hem width</b>	
<b>P. Any missed linking</b>	
<b>Q. Any missed looping</b>	

4. Jenis Cacat Salah Penempatan Komponen Garment (*part placemen defect*)

<b>A. Belt Loops slanting</b>	
<b>B. Exposed white pocket bag</b>	
<b>C1. High/low hip pocket placement</b>	
<b>C2. High/low hip pocket placement</b>	

**D. Garment part twisted**



**E. Fly catch twisted**



**F. Lining twisted on waistband & holes**



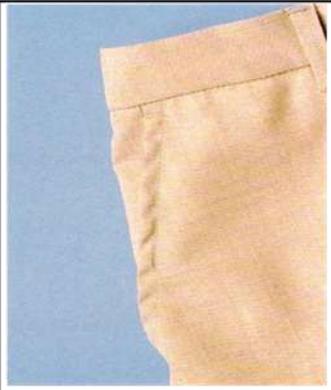
**G. Misplaced label ticket**



**H. Poor shape of leather patch due to overheating**



**I. Twist on pocket**



**J. Uneven darts**



<b>K. Uneven, high flow hip pocket flap</b>	
<b>L1. Uneven, high/low waistband</b>	
<b>L2. Uneven, high/low waistband</b>	
<b>M. Collar overlap when buttoned up</b>	
<b>N. Garment part twisted</b>	
<b>O. High/low pocket</b>	

**P. Incorrect pocket size**



**Q. Missing label**



**R. Twisted on lining**

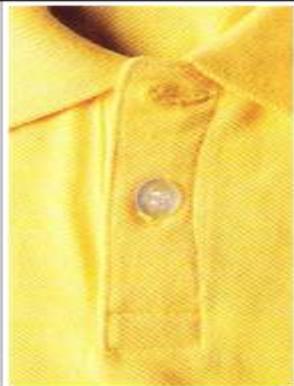


<b>S. Unbalanced collars</b>	
<b>T1. Uneven collar points</b>	
<b>T2. Uneven collar points</b>	
<b>U1. Uneven length of front placket</b>	

**U2. Uneven length of front**



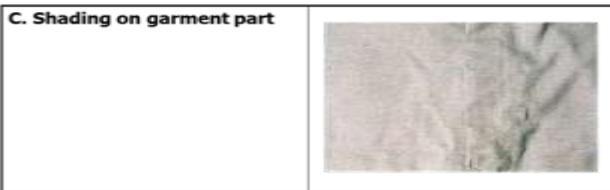
**V. Uneven placket width**



**W. Twisted interlining**



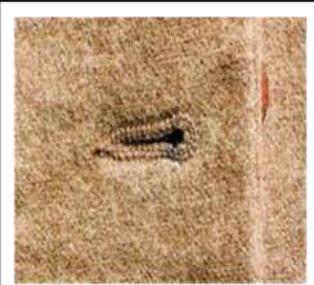
5. Jenis Cacat Garment akibat Perlakuan/Proses (*treatment defect*)



**D. Shading on lining**

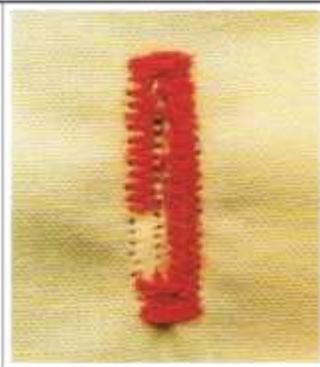


**E. Stain**

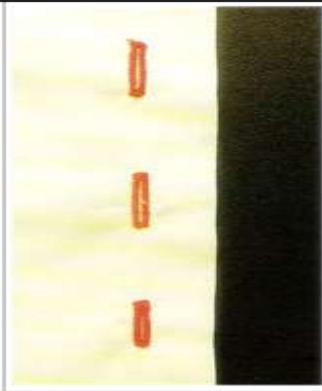


6. Jenis Cacat Garment akibat Lain-lain (*others defect*)

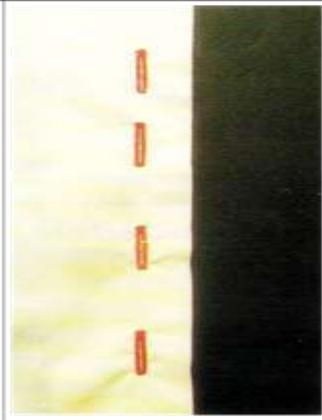
**A. Buttonholes with broken stitches**



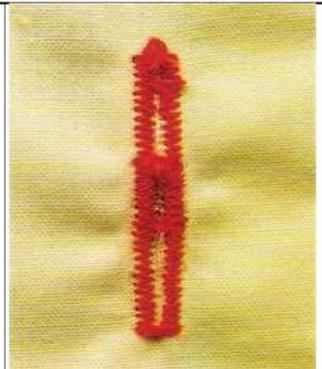
**B. Incorrect size of buttonhole**



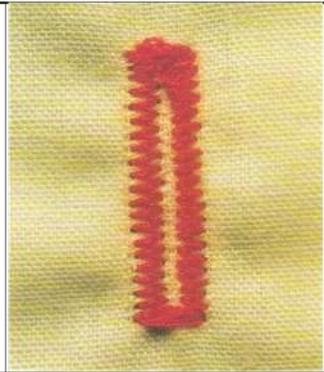
**C. Misplaced buttonhole**



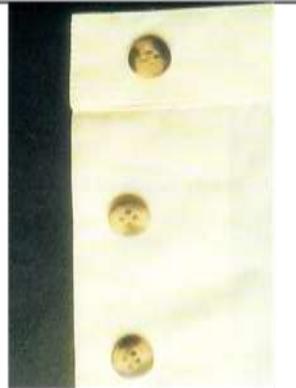
**D. Poorly repaired buttonhole**



**E. Uncut buttonhole**



**F. Misaligned button**



**G. Misplaced button**



**H. Missing button**



**I. Malfunctioning zipper**



**J. Wavy zipper**



## 7. Jenis dan Penyebab Cacat Garment (*garment defect*)

Secara umum cacat pada garment dapat dikelompokkan menjadi 3 (tiga) kelompok yaitu;

1. Pakaian bagian bawah (*woven bottom*) seperti; celana boxer, celana pyjama, jeans, celana panjang, celana pendek, rok.
2. Pakaian bagian atas (*woven top*) seperti; blazer, mantel, jacket, rompi, baju blous, baju pyjama, gaun, baju tidur, kemeja.
3. Pakaian kaos (*knit wear*) seperti; baju kaos, polo-shirt, t-shirt, pakaian dalam, sweater.

Masing-masing kelompok garment tersebut di atas, jenis-jenis cacat garment umumnya dikategorikan kedalam 4 (empat) kategori yaitu; jahitan (*sewing*), penempatan komponen garment (*part placement*), perlakuan (*treatment*), dan kategori lainnya (*others*).

Secara umum, toleransi cacat sangat tergantung pada kesepakatan mutu garment antara produsen dan konsumen atau penjual. Daftar jenis cacat garment sebagaimana dijelaskan di atas hanyalah sebagai pedoman untuk kegiatan pengendalian mutu dan penjaminan mutu garment.

Cacat garment kelompok celana boxer, celana pyjama, jeans, celana panjang, celana pendek, rok adalah sebagai berikut:

<b>Seam</b>	<b>Defect no.</b>
Attached sewing threads	A
Broken stitch on any stitch type	C
Hole of any size, repaired or not	D
Run off stitches	F
Loose stitch, incorrect thread tension	G
Mismatch plaids/stripes	H
Seam grins	J

<b>Seam</b>	<b>Defect no.</b>
Seam puckering	K
Skipped stitch on any stitch type	L
Stitch count variation	M
Uneven elastic tension at waistband	N
Uneven hem width	O
Size deviation	-

<b>Part Placement</b>	<b>Defect no.</b>
Exposed white pocket bag	B
Twist on pocket	I

<b>Treatment</b>	<b>Defect no.</b>
Dirt	A
Shading on garment part	C
Mildew or strong odor	-

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Buttonholes with broken stitches	K
Incorrect size of buttonhole	L
Misplaced buttonhole	M
Poorly repaired buttonhole	N
Uncut buttonhole	O
Misaligned button	-

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Misplaced button	G
Missing button	H
Incorrect button or buttonhole	-

Cacat garment kelompok **jeans** adalah sebagai berikut:

<b>Sewing</b>	<b>Defect no.</b>
Attached sewing threads	A
Broken stitch on any stitch type	C
Hole of any size, repaired or not	D
Incorrect bartack placement	E
Run off stitches	F
Loose stitch, incorrect thread tension	G

<b>Sewing</b>	<b>Defect no.</b>
Skipped stitch on any stitch type	L
Stitch count variation	M
Uneven hem width	O
Size deviation	-

<b>Parts Placement</b>	<b>Defect no.</b>
Belt loops slanting	A
Exposed white pocket bag	B
High/low hip pocket placement	C2
Poor shape of leather patch due to overheating	H
Misplaced label ticket	G
Uneven, high/low waistband	L2

<b>Treatment</b>	<b>Defect no.</b>
Dirt	A
Stain	E
Mildew or strong odor	-

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Poorly repaired buttonhole	D
Uncut buttonhole	E
Malfunctioning zipper	I
Wavy zipper	J
Incorrect button or buttonhole	-

Cacat garment kelompok celana panjang, celana pendek dan rok adalah sebagai berikut:

<b>Sewing</b>	<b>Defect no.</b>
Attached sewing threads	A
Blindstitch bite too deep	B
Broken stitch on any stitch type	C
Hole of any size, repaired or not	D
Incorrect bartack placement	E
Run off stitches	F
Loose stitch, incorrect thread tension	G

<b>Sewing</b>	<b>Defect no.</b>
Mismatched plaids/stripe	H
Seam grins	J
Seam puckering	K
Skipped stitch on any stitch type	L
Stitch count variation	M
Uneven hem width	O
Size deviation	-

<b>Part placement</b>	<b>Defect no.</b>
Belt loops slanting	A
Exposed white pocket bag	B
High/Low hip pocket placement	C1
Garment part twisted	D
Fly catch twisted	E

<b>Part placement</b>	<b>Defect no.</b>
Lining twisted on waistband & holes	F
Twist on pocket	I
Uneven darts	J
Uneven, high/low hip pocket flap	K
Uneven, high/low waistband	L1

<b>Treatment</b>	<b>Defect no.</b>
Dirt	A
Shading on garment part	C
Shading on lining	D
Stain	E
Mildew or strong odor	-

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Buttonholes with broken stitches	A
Incorrect size of buttonhole	B
Poorly repaired buttonhole	D
Uncut buttonhole	E
Missing button	H
Malfunctioning zipper	I
Wavy zipper	J
Incorrect button or buttonhole	-

Cacat garment kelompok blazer, jacket dan rompi adalah sebagai berikut:

<b>Seam</b>	<b>Defect no.</b>
Attached sewing threads	A
Broken stitch on any stitch type	C
Hole of any size, repaired or not	D
Incorrect bartack placement	E
Loose stitch, incorrect thread tension	G
Mismatch plaids/stripes	H
Pleated seam	I

<b>Sewing</b>	<b>Defect no.</b>
Seam grins	J
Seam puckering	K
Skipped stitch on any stitch type	L
Stitch count variation	M
Uneven hem width	O
Size deviation	-

<b>Part Placement</b>	<b>Defect no.</b>
Incorrect pocket size	P
Missing label	Q
Twisted on lining	R
Uneven collar points	T2
Uneven length of front	U2

<b>Treatment</b>	<b>Defect no.</b>
Dirt	A
Shading on garment part	C
Shading on lining	D
Stain	E
Mildew or strong odor	-

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Buttonholes with broken stitches	A
Incorrect size of buttonhole	B
Misplaced buttonhole	C
Poorly repaired buttonhole	D
Uncut buttonhole	E

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Misaligned button	F
Misplaced button	G
Missing button	H
Wavy zipper	J
Incorrect button or buttonhole	-

Cacat garment kelompok pakaian (*dress*) adalah sebagai berikut:

<b>Seam</b>	<b>Defect no.</b>
Attached sewing threads	A
Broken stitch on any stitch type	C
Hole of any size, repaired or not	D
Incorrect bartack placement	E
Loose stitch, incorrect thread tension	G
Mismatched plaids/stripes	H
Pleated seam	I

<b>Sewing</b>	<b>Defect no.</b>
Seam grins	J
Seam puckering	K
Skipped stitch on any stitch type	L
Stitch count variation	M
Uneven hem width	O
Size deviation	-

<b>Part Placement</b>	<b>Defect no.</b>
Collar overlap when buttoned up	M
Garment part twisted	N
High/low pocket	O
Missing label	Q
Twisted interlining	W
Uneven collar points	T1

<b>Treatment</b>	<b>Defect no.</b>
Dirt	A
Shading on garment part	C
Shading on lining	D
Stain	E
Mildew or strong odor	-

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Buttonholes with broken stitches	A
Incorrect size of buttonhole	B
Misplaced buttonhole	C
Poorly repaired buttonhole	D
Uncut buttonhole	E
Misaligned button	F

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Misplaced button	G
Missing button	H
Malfunctioning zipper	I
Wavy zipper	J
Incorrect button or buttonhole	-

Cacat garment kelompok baju pyjama, gaun, dan baju tidur adalah sebagai berikut:

<b>Seam</b>	<b>Defect no.</b>
Attached sewing threads	A
Broken stitch on any stitch type	C
Hole of any size, repaired or not	D
Incorrect bartack placement	E
Loose stitch, incorrect thread tension	G
Mismatched plaids/stripe	H
Pleated seam	I

<b>Sewing</b>	<b>Defect no.</b>
Seam grins	J
Seam puckering	K
Skipped stitch on any stitch type	L
Stitch count variation	M
Uneven hem width	O
Size deviation	-

<b>Part Placement</b>	<b>Defect no.</b>
Garment part twisted	N
Missing label	Q
Uneven collar points	T1
Uneven length of front placket	U1

<b>Treatment</b>	<b>Defect no.</b>
Dirt	A
Shading on garment part	C
Stain	E
Mildew or strong odor	-

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Buttonholes with broken stitches	A
Incorrect size of buttonhole	B
Misplaced buttonhole	C
Poorly repaired buttonhole	D
Uncut buttonhole	E

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Misaligned button	F
Misplaced button	G
Missing button	H
Incorrect button or buttonhole	-

Cacat garment kelompok kemeja dan blouse adalah sebagai berikut:

<b>Seam</b>	<b>Defect no.</b>
Attached sewing threads	A
Blind stitch bite too deep	B
Broken stitch on any stitch type	C
Hole of any size, repaired or not	D
Incorrect bartack placement	E
Loose stitch, incorrect thread tension	G
Mismatched plaids/stripe	H

<b>Sewing</b>	<b>Defect no.</b>
Pleated seam	I
Seam grins	J
Seam puckering	K
Skipped stitch on any stitch type	L
Stitch count variation	M
Uneven hem width	N
Size deviation	O

<b>Part placement</b>	<b>Defect no.</b>
Collar overlap when buttoned up	M
Garment part twisted	N
High/low pocket	O
Missing label	Q
Twisted interlining	W
Uneven collar points	T1
Uneven length of front placket	U1

<b>Treatment</b>	<b>Defect no.</b>
Dirt	A
Shading on garment part	C
Stain	E
Mildew or strong odor	-

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Buttonholes with broken stitches	A
Incorrect size of buttonhole	B
Misplaced buttonhole	C
Poorly repaired buttonhole	D
Uncut buttonhole	E

Others	Defect no.
Misaligned button	F
Misplaced button	G
Missing button	H
Incorrect button or buttonhole	-

Cacat garment kelompok baju Kaos (*knit top*) adalah sebagai berikut:

Sewing	Defect no.
Attached sewing threads	A
Broken stitch on any stitch type	C
Loose stitch, incorrect thread tension	G
Seam grins	J
Skipped stitch on any stitch type	L
Stitch count variation	M
Uneven hem width	O
Size deviation	-

Part Placement	Defect no.
Missing label	Q
Unbalanced collars	S
Uneven placket width	V

Treatment	Defect no.
Dirt	A
Permanent creases	B
Stain	E
Mildew or strong odor	-

Others	Defect no.
Buttonholes with broken stitches	A
Incorrect size of buttonhole	B
Misplaced buttonhole	C
Poorly repaired buttonhole	D
Uncut buttonhole	E

<b>Others</b>	<b>Defect no.</b>
Misaligned button	F
Misplaced button	G
Missing button	H
Incorrect button or buttonhole	-

Jenis Cacat Garment *Sweater* adalah sebagai berikut:

<b>Sewing</b>	<b>Defect no.</b>
Any missed linking	P
Any missed looping	Q
Size deviation	-

<b>Treatment</b>	<b>Defect no.</b>
Dirt	A
Mildew or strong odor	-

### XXX. Statistik Pengendalian Mutu

Salah satu jenis statistic pengendalian mutu yang sering digunakan dalam pengendalian mutu produksi adalah peta control. Control chart (peta control) adalah suatu grafik atau peta dengan garis-garis pembatas, dimana garis-garis pembatas itu dinamakan garis-garis pengendali/garis-garis kontrol.

Tujuan pokok pembuatan peta control adalah untuk menunjukkan kecenderungan sifat yang diamati terhadap garis batas atau garis limit control maksimum dan limit control minimum, yaitu garis yang membatasi daerah tingkat mutu yang dapat diterima atau ditolak. Meskipun peta control dapat menunjukkan apakah batas telah dilampaui, tetapi yang lebih penting adalah sebagai alat pencegah kemungkinan timbul produk cacat dan perbaikan proses yang keliru. Dalam setiap proses produksi selalu dijumpai adanya variasi hasil, meskipun telah menggunakan mesin terbaik dengan operator yang sangat terlatih dan terampil. Oleh sebab itu manajemen industry selalu berusaha untuk menjaga variasi tersebut berada dalam batas atau limit yang telah ditetapkan sebelumnya (atau menggunakan standard). Peta control untuk variasi ini umumnya dinyatakan dalam rentang (*range*) yaitu perbedaan hasil pengujian terbesar dengan yang terkecil dalam satu sub kelompok.

Ada tiga macam garis kontrol, yakni UCL atau upper control limit (batas kontrol atas); CL atau central line (garis tengah) yaitu,  $\bar{\bar{x}}$  (rata-rata) atau R (*range*) dan LCL atau lower control limit (batas kontrol bawah).

Maksud membuat suatu peta kontrol adalah untuk menentukan apakah setiap titik pada grafik, normal atau tidak, jadi untuk mengetahui perubahan-perubahan dalam proses dari mana data itu dikumpulkan. Setiap titik pada grafik harus menunjukkan dengan tepat dari proses mana data tersebut diperoleh.

Bentuk peta kontrol bervariasi menurut macam data yang terkumpul. Beberapa data didasarkan pada ukuran suku cadang (dalam mm), atau hasil proses kimia (dalam gr). Data ini dinamakan "indiscrete values" atau "data dengan bilangan pecahan." Lain-lain data didasarkan pada penghitungan, misalnya jumlah barang yang rusak atau cacat dan dikenal sebagai "nilai bilangan utuh" (discrete values) atau "data bernomor." Peta kontrol yang didasarkan pada

dua kategori data ini akan berbeda. Tabel berikut memperlihatkan macamnya peta kontrol yang dipakai dalam setiap kasus, tergantung apakah ia didasarkan pada indescrete values atau discrete values.

Peta kontrol dapat juga dibagi menurut dua tipe sesuai dengan kegunaannya. Seperti diterangkan di atas, peta-peta kontrol yang kita pakai memberikan lebih banyak informasi daripada data yang direncanakan dalam urutan kronologi: peta-peta ini menunjukkan bagaimana pengaruh dari berbagai faktor (misalnya material, manusia, metode dan sebagainya) berubah dalam suatu periode. Jika dua atau lebih faktor-faktor mempunyai pengaruh, maka kita harus melakukan stratifikasi terhadap data dan membuat peta-peta yang terpisah supaya tiap-tiap pengaruh dapat dianalisis dan dipelajari.

**Tabel 17.** Jenis Peta Kontrol

<b>Type Data</b>	<b>Peta Kontrol yang Digunakan</b>
Bilangan pecahan ( <i>indiscrete</i> )	
Contoh : ukuran (1/100 mm)	
Volume (cc)	
Berat produk (gr)	
Tenaga energy (kwh)	$\bar{x} - R$
Bilangan utuh ( <i>discrete</i> )	pn
Contoh: Jumlah kerusakan	p
Bagian cacat	
Kadar zat kimia dalam produk	
Contoh-contoh : - jumlah lubang-lubang kecil pada lembaran logam berlapis baja, beda menurut area	u
- Jumlah biji-biji atau butiran – butiran asing dalam campuran obat-obatan yang berbeda dalam volume (bila panjang, area, volume tidak ditetapkan)	u
- Jumlah lubang-lubang kecil dalam area terinci	c
- Jumlah butiran asing dalam volume terinci (bila panjang, area, dan	c

---

volumenya yang sudah ditetapkan

---

Setelah kita membuat suatu peta kontrol, maka selanjutnya kita akan melihat apakah standarisasi yang kita lakukan sudah benar apa belum. Jika memang metode-metode dan proses produksi tersebut benar, maka semua titik-titik pada peta kontrol harus berada di dalam garis-garis batas kontrol, yang diperluas dari tahap yang terkendali itu. Jika kemudian titik-titik muncul di luar garis batas kontrol ini, maka pasti ada perubahan pada lini perakitan atau manufaktur. Sebabnya harus diselidiki dan tindakan yang tepat harus diambil. Penggunaan peta-peta ini dinamakan "kontrol proses." Peta-peta untuk analisa proses dan untuk kontrol proses dibuat dengan cara yang sama, tapi dengan tujuan yang berbeda. Tujuan analisa proses adalah untuk menemukan sebab-sebab disperse dalam proses tersebut dengan memisahkan peta-peta untuk hal-hal individual atau dengan merubah metode pengelompokkannya. Tujuan kontrol proses adalah untuk menemukan (deteksi setiap hal yang tak normal dalam proses dengan cara mencatat data dari hari ke hari.

### **Membuat peta kontrol $\bar{x}$ - R**

Suatu peta kontrol  $\bar{x}$  - R menunjukkan nilai rata-rata ( $\bar{x}$ ) dan rangenya (R). Ini adalah tipe peta kontrol yang bisa digunakan untuk nilai-nilai bilangan pecahan (indiscrete values). Kolom ( $\bar{x}$ ) terutama sekali menunjukkan perubahan dalam nilai rata-rata pada proses, sedang kolom R memperlihatkan perubahan dalam disperse proses. Peta  $\bar{x}$  - R ini bermanfaat khusus karena dalam waktu yang sama menunjukkan perubahan-perubahan dalam nilai rata-rata dan disperse pada proses, dengan demikian merupakan metode yang efektif untuk menemukan hal-hal yang tidak normal dalam proses (lihat tabel 18)

**Tabel 18.** Peta Kontrol  $\bar{x} - R$ 

Sub Group No.	06:00	10:00	14:00	18:00	22:00	$\bar{x}$	R
1	14.0	12.6	13.2	13.1	12.1	13.00	1.9
2	13.2	13.3	12.7	13.4	12.1	12.94	1.3
3	13.5	12.8	13.0	12.8	12.4	12.90	1.1
4	13.9	12.4	13.3	13.1	13.2	13.18	1.5
5	13.0	13.0	12.1	12.2	13.3	12.72	1.2
6	13.7	12.0	12.5	12.4	12.4	12.60	1.7
7	13.9	12.1	12.7	13.4	13.0	13.02	1.8
8	13.4	13.6	13.0	12.4	13.5	13.18	1.2
9	14.4	13.4	12.2	12.4	12.5	12.78	2.2
10	13.3	13.4	12.6	12.9	12.8	12.80	0.9
11	13.3	12.8	13.0	13.0	13.1	13.04	0.5
12	13.6	12.5	13.3	13.5	12.8	13.14	1.1
13	13.4	13.3	12.0	13.0	13.1	12.96	1.4
14	13.9	13.1	13.5	12.6	12.8	13.18	1.3
15	14.2	12.7	12.9	12.9	12.5	13.04	1.7
16	13.6	12.6	12.4	12.5	12.2	12.66	1.4
17	14.0	13.2	12.4	13.0	13.0	13.12	1.6
18	13.1	12.9	13.5	12.3	12.8	12.92	1.2
19	14.6	13.7	13.4	12.2	12.5	13.28	2.4
20	13.9	13.0	13.0	13.2	12.6	13.14	1.3
21	13.3	12.7	12.6	12.8	12.7	12.82	0.7
22	13.9	12.4	12.7	12.4	12.8	12.84	1.5
23	13.2	12.3	12.6	13.1	12.7	12.78	0.9
24	13.2	12.8	12.8	12.3	12.6	12.74	0.9
25	13.3	12.8	13.0	12.3	12.2	12.72	1.3
						$\sum \bar{x} = 323.50$	$\sum R = 33.8$
						$\bar{\bar{x}} = 12.940$	$\bar{R} = 1.35$

Di bawah ini dijelaskan langkah-langkah membuat peta kontrol  $\bar{x} - R$ .

1. Kumpulkanlah data. Biasanya anda memerlukan lebih dari 100 contoh. Contoh-contoh harus diambil dari data yang mutakhir dari proses yang sama dengan proses yang akan dipakai seterusnya.

2. Masukkan data itu dalam sub-group. Sub-group ini dapat disusun menurut ukuran atau kelompoknya dan harus meliputi dua sampai lima contoh masing-masing. Data harus dipecah-pecah dalam sub-group dengan syarat-syarat berikut :
  - a. Data yang diperoleh dalam kondisi teknis yang sama merupakan satu sub-group.
  - b. Suatu sub-group tidak boleh mengumpulkan data dari kelompok lain atau sifat lain.

Karena itu, data biasanya dibagi-bagi dalam sub-group, disusun menurut tanggal, waktu, kelompok dan lain-lain. Jumlah contoh dalam suatu sub-group menentukan besarnya sub-group itu, dan dilambangkan oleh huruf n, sedangkan jumlah sub-groupnya dilambangkan oleh huruf k.

3. Catatlah data pada suatu lembar data. Lembar ini harus didisain sedemikian, hingga mudah untuk menghitung nilai-nilai  $\bar{x}$  dan R untuk setiap sub-group. Tabel 7.2 memberi data tentang kadar kelembaban suatu produk tekstil yang diambil lima kali sehari. Disini n=5, dan k=25.
4. Cari nilai rata-rata  $\bar{x}$ . Pergunakan rumus berikut untuk setiap sub-group. Hitunglah nilai rata-rata  $\bar{x}$  sampai suatu desimal.

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Untuk data sub-group No.1 hitungannya sebagai berikut :

$$\bar{x} = \frac{14.0 + 12.6 + 13.2 + 13.1 + 12.1}{5} = \frac{65.0}{5}$$

Data No.2 :

$$\bar{x} = \frac{13.2 + 13.3 + 12.7 + 13.4 + 12.1}{5} = \frac{64.7}{5} = 12.94$$

5. Cari range R. pergunakan rumus berikut untuk menghitung perbedaan R bagi setiap sub-group.

$$R = X_{\text{nilai terbesar}} - X_{\text{nilai terkecil}}$$

Untuk sub-group No.1 dan No.2 dalam Tabel 7.2

$$R = 14.0 - 12.1 = 1.9$$

$$R = 13.4 - 12.1 = 1.3$$

6. Cari rata-rata menyeluruh,  $\bar{\bar{x}}$  .... Jumlahkan nilai rata-rata  $\bar{x}$  untuk setiap sub-group dan bagi dengan jumlah sub-group k.

$$\text{Jadi, } \bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \bar{x}_3 + \dots + \bar{x}_k}{k}$$

Hitung nilai menyeluruh rata-rata  $\bar{\bar{x}}$  sampai dua desimal di belakang koma, maka untuk data pada Tabel 7.2 ia menjadi sebagai berikut ;

$$\bar{\bar{x}} = \frac{13.0 + 12.94 + 12.90 + \dots + 12.72}{25} = \frac{323.50}{25} = 12.940$$

7. Hitung nilai rata-rata dari range  $\bar{R}$ . Jumlahkan R untuk semua group dan bagi dengan jumlah sub-group dan bagi dengan jumlah subgroup k menjadi sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_k}{k}$$

Hitung nilai rata-rata  $\bar{R}$  sampai satu decimal di belakang koma dari  $\bar{R}$ . Untuk data dalam Tabel 7.2, R menjadi :

$$\bar{R} = \frac{1.9 + 1.3 + 1.1 + \dots + 1.1}{2.5} = \frac{33.8}{25} = 1.35$$

8. Hitung garis batas kontrol dengan rumus berikut untuk peta kontrol  $\bar{x}$  - R. Koefisien  $A_2$ ,  $D_4$ ,  $D_3$  dan seterusnya ditunjukkan pada Tabel 17., sebagai berikut :

**Tabel 19.** Koefisien  $A_2$ ,  $D_4$ ,  $D_3$

n	$A_2$	$D_4$	$D_3$
2	1.880	3.267	-
3	1.023	2.575	-
4	0.729	2.282	-
5	0.577	2.115	-
6	0.483	2.004	-
7	0.419	1.924	0.076

Peta kontrol  $\bar{x}$  :

Garis sentral, CL (central Line) =  $\bar{\bar{x}}$ ;

Batas kontrol atas, UCL (Upper Control Limit) =  $\bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$ ;

Batas kontrol bawah, LCL (Lower Control Limit) =  $\bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$

Peta kontrol R :

Garis kontrol, CL (Central Line) =  $\bar{R}$ ;

Batas kontrol atas, UCL (Upper Control Limit) =  $D_4 \bar{R}$ ;

Batas Kontrol bawah, LCL (Lower Control Limit) =  $D_3 \bar{R}$ .

Untuk data pada Tabel 7.2, ia menjadi sebagai berikut :

Peta kontrol  $\bar{x}$  :

$$CL = \bar{x} = 12.940$$

$$UCL = \bar{x} + A_2 \bar{R}$$

$$= 12.940 + 0.577 \times 1.35$$

$$= 12.940 + 0.779$$

$$= 13.719$$

$$LCL = \bar{x} - A_2 \bar{R}$$

$$= 12.940 - 0.577 \times 1.35$$

$$= 12.940 - 0.779$$

$$= 12.161$$

Peta kontrol R :

$$CL = \bar{R} = 1.35$$

$$UCL = D_4 \bar{R}$$

$$= 2.115 \times 1.35$$

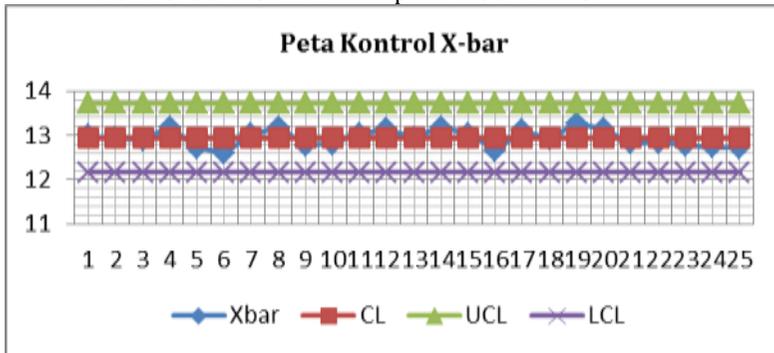
$$= 2.86$$

$$LCL = D_3 \bar{R}$$

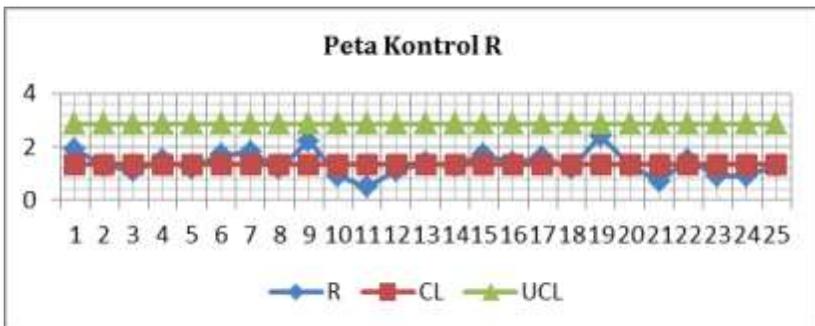
$$= \text{nihil}$$

9. Buat peta kontrol pada kertas grafik atau kertas peta kontrol dan letakkan indeks sedemikian, sehingga UCL dan LCL-nya akan terpisah dengan jarak 20-30mm. gambarkan garis kontrol dan nilai urutnya. Garis sentralnya adalah garis lurus, sedangkan garis batas untuk analisa proses adalah garis putus-putus dan garis batas untuk kontrol proses adalah garis titik-titik.
10. Rencanakan titik  $\bar{x} - R$  untuk setiap sub-group pada garis vertical yang sama. Cantumkan nilai  $\bar{x} - R$  sebagaimana dihitung untuk setiap sub-group. Gunakan untuk nilai  $\bar{x}$  suatu titik. Dan untuk nilai R suatu (x). beri lingkaran pada semua titik yang melampaui garis batas kontrol untuk membedakannya dari yang lain. Titik-titik (.) dan (x) harus

berjarak 2 – 5 mm. gambar 7.4 menunjukkan suatu peta kontrol berdasarkan data pada tabel di atas.



**Gambar 25.** Peta Kontrol x-bar.



**Gambar 26.** Peta Kontrol R.

11. Tuliskan keterangan yang diperlukan, di sebelah kiri dari peta kontrol, tulis  $\bar{x}$  – R, dan di sebelah kiri atas dari bagian kontrol x tulislah nilai n-nya. Tujukkan juga sifat data tersebut, periode yang diambil, instrument yang dipakai, orang yang bertanggung jawab, dan lain sebagainya.

### Peta Kontrol p dan pn Peta Kontrol

Lakukan pengumpulan data, dan dapatkan data sebanyak mungkin data yang menunjukkan jumlah sampel yang diperiksa (n) dan jumlah produksi yang rusak (pn).

**Table 20.** Jumlah Cacat Garmen

No. Sub grup	Ukuran Sub grup (n)	Jumlah Garment Cacat (pn)	Persentase yang cacat p (%)	UCL (%)	LCL (%)
1	115	15	13.0	18.8	1.8
2	220	18	8.2	16.5	4.1
3	210	23	10.9	16.6	4.0
4	220	22	10.0	16.5	4.1
5	220	18	8.2	16.5	4.1
6	255	15	5.8	16.0	4.6
7	440	44	10.0	14.6	6.0
8	365	47	12.9	15.1	5.5
9	255	13	5.1	16.0	4.6
10	300	33	11.0	15.6	5.0
11	280	42	14.6	15.8	4.8
12	330	46	13.9	15.3	5.3
13	320	38	11.9	16.5	4.1
14	225	29	12.9	16.4	4.2
15	290	26	8.9	15.7	4.9
16	170	17	10.0	17.3	3.3
17	65	5	7.7	21.6	0
18	100	7	7.0	19.4	1.2
19	135	14	10.4	18.2	2.4
20	280	36	12.8	15.8	4.8
21	250	25	10.0	16.1	4.8
22	220	24	10.9	16.5	4.1
23	220	20	9.1	16.5	4.1
24	220	15	6.8	16.5	4.1
25	220	18	8.2	16.5	4.1
Total	5925	610			

Lakukan penghitungan dan perbandingan kerusakan untuk tiap sub-grup menggunakan rumus berikut;

$$\bar{p} = \frac{\text{jumlah kerusakan}}{\text{besar nya sub grup}} = \frac{pn}{n} \times 100\%$$

$$\bar{p} = \frac{\text{total defective}}{\text{total inspected}} = \frac{\sum pn}{\sum n}$$

$$\bar{p} = \frac{\sum pn}{\sum n} = \frac{610}{5925} = 0.103 = 10.3 \%$$

Batas Kontrol;

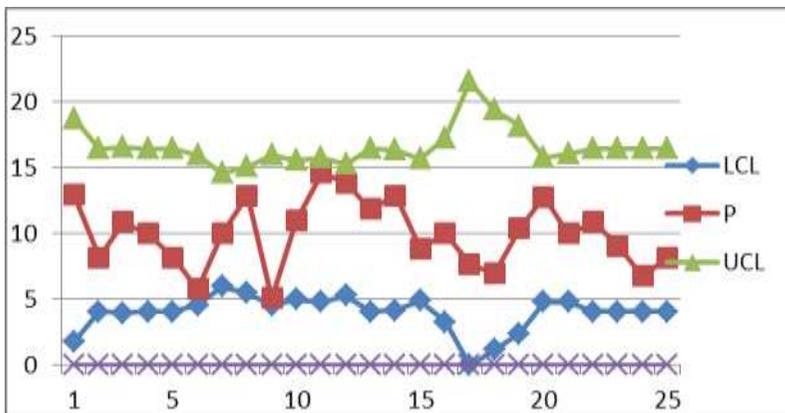
Garis tengah : CL =  $\bar{p}$  = 10.3 %

Upper control limit:

$$\begin{aligned} \text{UCL} &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} = \bar{p} + \frac{3}{\sqrt{n}} \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})} \\ &= 0.103 + \frac{3}{\sqrt{n}} \times 0.304 \end{aligned}$$

Lower control limit:

$$\begin{aligned} \text{LCL} &= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0.103 - \frac{3}{\sqrt{n}} \times 0.30 \end{aligned}$$



**Gambar 27.** Peta Kontrol p.**Peta Kontrol pn**

Pada Tabel 19 memuat data tentang cacat pada produk garment yang disusun per kelompok. Besarnya per kelompok adalah 100, sehingga peta kontrol pn dapat dibuat.

Gunakan nilai batas control sebesar  $3\sqrt{\bar{p}n}$  pada suatu  $\bar{p}n$  yang ditentukan atau diketahui  $\bar{p}n$  dan  $\sqrt{1-\bar{p}}$  pada suatu  $\bar{p}$  yang ditentukan diketahui  $\bar{p}$ .

**Table 21.** Jumlah Cacat Aksesoris Garment

No. Sub-grup	Ukuran Sub-grup (n)	Jumlah Cacat Aksesoris garment (pn)	No. Sub-grup	Ukuran Sub-grup N	Jumlah Cacat pn
1	100	1	16	100	5
2	"	6	17	"	4
3	"	5	18	"	1
4	"	5	19	"	6
5	"	4	20	"	15
6	"	3	21	"	12
7	"	2	22	"	6
8	"	2	23	"	3
9	"	4	24	"	4
10	"	6	25	"	3
11	"	2	26	"	3
12	"	1	27	"	2
13	"	3	28	"	5
14	"	1	29	"	7
15	"	4	30	"	4

$$(\bar{p} = 129/3000 = 0.043)$$

Total	3000	129
Rata-rata	100	4.3

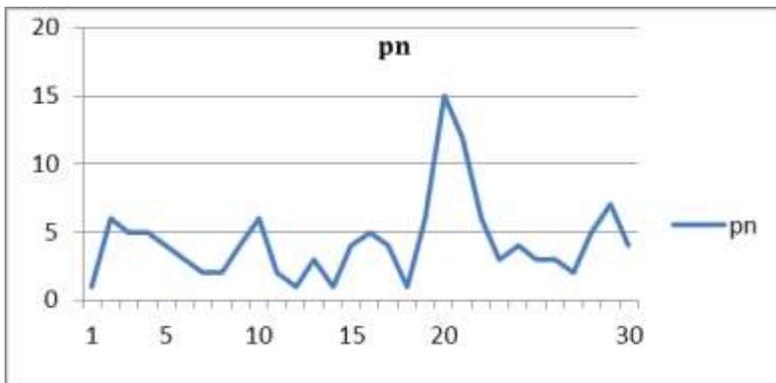
$$\text{Garis tengah CL} = \bar{p}n = 129/30 = 4.30$$

Upper control limit :

$$\begin{aligned}
 \text{UCL} &= \bar{p}n + 3 \sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})} \\
 &= \bar{p}n + 3 \sqrt{\bar{p}n} \sqrt{(1-\bar{p})} \\
 &= 4.30 + (6.22)(0.98) = 4.30 + 6.09 = 10.39
 \end{aligned}$$

Lower control limit:

$$\begin{aligned}
 \text{LCL} &= \bar{p}n - 3 \sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})} \\
 &= \bar{p}n - 3 \sqrt{\bar{p}n} \sqrt{(1-\bar{p})} \\
 &= 4.30 - 6.09 \text{ (tidak diperhitungkan karena nilainya negatif)}
 \end{aligned}$$



**Gambar 28.** Peta Kontrol pn

### Peta Kontrol u

Sebagai contoh penghitungan, diperkirakan pada kain seluas  $5 \text{ m}^2$  mempunyai 8 lubang cacat dengan luasan masing-masing besarnya  $1 \text{ mm}^2$ , sehingga dengan demikian maka  $n = 5$  dan  $c = 8$ .

Table 22. Cacat Kain

No. Sub-grup	Ukuran Sub-Grup n	No. Lubang c	No.lubang Per satuan u	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	UCL $\bar{u} + 3\sqrt{\bar{u}} \times \frac{1}{\sqrt{n}}$	LCL $\bar{u} - 3\sqrt{\bar{u}} \times \frac{1}{\sqrt{n}}$
1	1.0	4	4.0	1	8.10	-
2	1.0	5	5.0	1	8.10	-
3	1.0	3	3.0	1	8.10	-
4	1.0	3	3.0	1	8.10	-
5	1.0	5	5.0	1	8.10	-
6	1.3	2	1.5	0.877	7.07	-
7	1.3	5	3.8	0.877	7.07	-
8	1.3	3	2.3	0.877	7.07	-
9	1.3	2	1.5	0.877	7.07	-
10	1.3	1	0.8	0.877	7.07	-
11	1.3	5	3.8	0.877	7.07	-
12	1.3	2	1.5	0.877	7.07	-
13	1.3	4	3.1	0.877	7.07	-
14	1.3	2	1.5	0.877	7.07	-
15	1.2	6	5.6	0.913	7.65	-
16	1.2	4	3.3	0.913	7.65	-
17	1.2	0	0	0.913	7.65	-
18	1.7	8	4.7	0.767	6.90	-
19	1.7	3	1.8	0.767	6.90	-
20	1.7	8	4.7	0.767	6.90	-

Total  $\sum n = 25.4$   $\sum c = 75$

Penyelesaian:

Cari u dengan rumus sebagai berikut :

$$U = \frac{\text{jumlah kesalahan per sub-grup (c)}}{\text{jumlah unit per sub grup (n)}} = \frac{c}{n}$$

Cari  $\bar{u}$  dengan rumus berikut:

$$\bar{u} = \frac{\text{jumlah kesalahan untuk semua sub - grup}}{\text{jumlah unit untuk semua sub - grup}} = \frac{\sum c}{\sum n}$$

$\bar{u}$  untuk data dalam table 8.4 menjadi sebagai berikut :

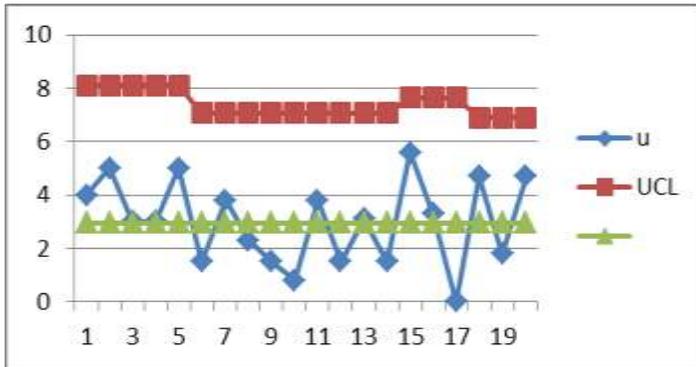
$$\bar{u} = \frac{75}{25,4} = 2.95$$

Batas Kontrol

Garis tengah : CL =  $\bar{u}$  2.95

$$\begin{aligned} \text{Upper control limit : UCL} &= \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{u}{n}} = \bar{u} + \frac{3\sqrt{u}}{\sqrt{n}} \\ &= 2.95 + \frac{5.15}{\sqrt{n}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lower control limit : LCL} &= \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{u}{n}} = \bar{u} - \frac{3\sqrt{u}}{\sqrt{n}} \\ &= 2.95 - \frac{5.15}{\sqrt{n}} \end{aligned}$$



**Gambar 29.** Peta Kontrol u

### Peta Kontrol c

Data sejumlah kesalahan pada kain tenunan. Ukuran sampel ditetapkan 1 m, sehingga suatu peta kontrol c dapat dibuat. Rumus berikut dapat dipakai untuk menghitung garis-garis control dengan nilai 3 c untuk suatu c yang diketahui.

Garis tengah :  $CL = \bar{c} = 82/20 = 4.1$

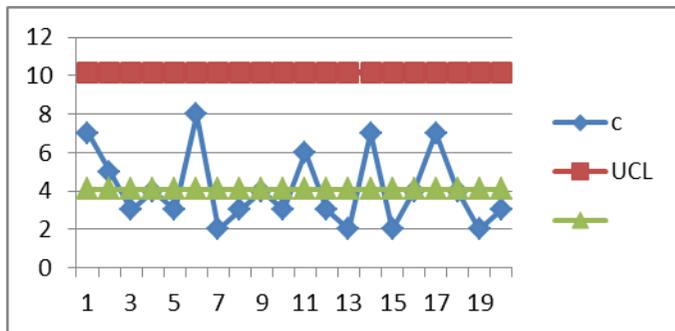
Upper control limit :  $UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$   
 $= 4.1 + 3\sqrt{4.1}$   
 $= 10.17$

Lower control limit :  $CLC = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$   
 $= 4.1 - 3\sqrt{4.1}$   
 $= -1.97$  (tak diperhitungkan karena nilainya negatif)

**Tabel 23.** Cacat pada Tiap Meter Persegi Tekstil

No. Sampel	Jumlah Cacat	No. sampel	Jumlah Cacat
1	7	11	6
2	5	12	3
3	3	13	2
4	4	14	7
5	3	15	2
6	8	16	4
7	2	17	7
8	3	18	4
9	4	19	2
10	3	20	3

Jumlah Total Cacat = 82



**Gambar 30.** Peta Kontrol c

Untuk melakukan analisis dalam pengambilan kesimpulan terhadap data pengawasan mutu dapat dilakukan penghitungan statistic sebagai berikut:

$$\text{Nilai rata-rata } (\bar{x}) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Nilai Tengah Aritmetik untuk distribusi frekwensi adalah ;

$$\text{Rata-rata } (\bar{x}) = \frac{\sum f_i . x_i}{n}$$

$$\text{Standar Deviasi } (S) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \rightarrow \text{jika } n \geq 30$$

$$\text{Standar Deviasi } (S) = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \rightarrow \text{jika } n < 30$$

$x_i$  = nilai pengamatan ke-i

n = Jumlah pengamatan

Pangkat dua dari s yaitu  $S^2$  disebut ragam atau varians, maka ragam contoh berdasarkan rumus tersebut adalah;

$$S^2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

## Analisis data

### Distribusi Frekwensi

**Tabel 24.** Hasil Pengujian Kekuatan Benang Jahit (Pounds)

73	72	75	74	72	75	73	73	76	78	74	73
74	75	73	76	75	73	75	76	76	75	74	76
72	75	75	74	76	75	76	75	75	73	76	74
76	71	76	73	74	74	74	72	72	76	77	74
75	76	74	74	77	71	72	76	75	75	77	75
77	73	77	75	73	75	74	75	74	72	74	74
74	77	75	75	74	76	73	73	73	75	74	73
73	74	73	71	78	73	75	75	76	74	75	76
76	73	75	74	76	74	74	71	75	75	73	74
70	72	74	73	74	72	78	75	77	75	73	76
75	75	77	74	77	74	75	74	74	74	76	76
73	74	75	76	74	77	76	73	72	77	75	79
74	78	73	74	76	74	75	75	76	72	75	73

Sumber : Grover E.B. (1969:41)

$$\Sigma = 11.622 \quad n = 156$$

$$\bar{X} = \frac{11.622}{156} = 74,5$$

Bentuk Distribusi dari Data tersebut di atas adalah ;

Keuatan Benang	Jumlah	Frekwensi individu
70	1	1
71	1111	4
72	11111 11111 1	11
73	11111 11111 11111 11111 11111	25
74	11111 11111 11111 11111 11111 11111 11111 11111 11	37
75	11111 11111 11111 11111 11111 11111 11111 11111 11	37
76	11111 11111 11111 11111 11111	25
77	11111 11111 1	11
78	1111	4
79	1	1

## Populasi dan Sampel

Contoh (sample) adalah anggota dari suatu populasi yang diperoleh dengan cara-cara tertentu, sedangkan populasi adalah kumpulan satuan yang didalamnya mengandung keterangan; macamnya, satuannya, banyak, waktu, ukuran dan lain sebagainya.

### 1. Nilai Tengah dan Ragam Populasi

2.

**Nilai Tengah populasi (  $\mu$  ) (  $\mu$  = dibaca; Miu )**

- $$\mu = \frac{1}{N} \sum xi$$

- $\mu$  = Nilai tengah/rata-rata populasi
- N = Besar populasi
- Xi = Nilai pengamatan populasi ke-i

**Ragam Populasinya adalah**

- $$\sigma^2 = \frac{1}{N} \sum (xi - \mu)^2$$

- $\sigma^2$  = Ragam populasi
- xi = Nilai pengamatan populasi ke-I
- N = Besar populasi
- $\mu$  = Nilai tengah/rata-rata populasi

### 2. Nilai Tengah dan Ragam Contoh (sample)

**Nilai Tengah/rata-rata contoh =  $\bar{X}$  ( baca ; X-bar )**

- $$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum xi$$

- n = ukuran/besar contoh
- xi = Nilai pengamatan contoh ke-I

**Ragam Contohnya** adalah

- $$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum (xi - \bar{x})^2$$
 atau,

- $$S^2 = \frac{1}{n-1} \left\{ \sum xi^2 - \left( \frac{\sum xi^2}{n} \right) \right\}$$

**Ragam dari Nilai Rata-rata Contoh** ( varians dari  $\bar{x}$  )

- $$\sigma^2 \bar{x} = \frac{\sigma^2}{n} \left( 1 - \frac{n}{N} \right)$$
 atau,

- $$S^2 \bar{x} = \frac{s^2}{n} \left( 1 - \frac{n}{N} \right)$$

- Bila besar populasi (N) cukup besar, maka  $\left( 1 - \frac{n}{N} \right)$  akan mendekati 1 ( satu ), oleh karena itu rumus diatas akan menjadi ; 
$$\sigma^2 \bar{x} = \frac{\sigma^2}{n}$$

Akar kuadrat dari  $\sigma^2 \bar{x}$  yaitu;  $\sigma \bar{x}$  disebut juga *standard error*.

Bila besaran variasi ingin dinyatakan dalam persen, maka biasanya dinyatakan dalam koefisien keragaman (CV) atau disingkat dengan "V" yang besarnya adalah;

$$cv = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100 \%$$

### Parameter dan Statistik

Sifat-sifat yang tidak diketahui dari suatu populasi disebut parameter-parameter populasi.

- $\mu$  dan  $\sigma^2$  adalah parameter-parameter populasi
- Nilai tengah/rata-rata  $\bar{x}$  digunakan untuk menduga nilai tengah populasi  $\mu$
- Ragam contoh  $s^2$  digunakan untuk menduga nilai ragam populasi  $\sigma^2$
- $\bar{x}$  dan  $s^2$  disebut statistik

### Standard Deviasi

Simbol  $\sigma$  ( baca ; sigma )

Standar deviasi didefinisikan sebagai simpangan baku atas nilai rata-rata pengamatan.

Contoh :

**Tabel 25.** Hasil Pengujian Mulur (elongation) Benang Viscose-Rayon Denier 150/40 (dalam %)

No.	% mulur (x)	$x^2$	$(x - \bar{x})$	$(x - \bar{x})^2$	$(x - 16)$	$(x - 16)^2$
1	16.7	278.89	0.25	0.0625	0.7	0.49
2	17.8	316.84	1.35	1.8225	1.8	3.24
3	16.6	275.56	0.15	0.0225	0.6	0.36
4	16.2	262.44	-0.25	0.0625	0.2	0.04
5	15.9	252.81	-0.25	0.3025	-0.1	0.01
6	16.7	278.89	0.25	0.0625	0.7	0.49
7	17.3	299.29	0.85	0.7225	1.3	1.69

8	16.2	262.44	-0.25	0.0625	0.2	0.04
9	17.3	299.29	0.85	0.7225	1.3	1.69
10	16.1	259.21	-0.35	0.1225	0.1	0.01
11	17.3	299.29	0.85	0.7225	1.3	1.69
12	16.5	272.25	0.05	0.0025	0.5	0.25
13	16.6	275.56	0.15	0.0225	0.6	0.36
14	16.6	275.56	0.15	0.0225	0.6	0.36
15	16.8	282.24	0.35	0.1225	0.8	0.64
16	16.8	282.24	0.35	0.1225	0.8	0.64
17	16.7	278.89	0.25	0.0625	0.7	0.49
18	15.8	249.64	-0.65	0.4225	-0.2	0.04
19	16.7	278.89	0.25	0.0625	0.7	0.49
20	17.3	299.29	0.85	0.7225	1.3	1.69
21	17.0	289.00	0.55	0.3025	1.0	1.00
22	16.7	278.89	0.25	0.0625	0.7	0.49
23	17.1	292.41	0.65	0.4225	1.1	1.21
24	17.0	289.00	0.55	0.3025	1.0	1.00
25	16.0	256.00	-0.45	0.2025	0.0	0.00
26	15.7	246.49	-0.75	0.5625	-0.3	0.09
27	16.2	262.44	-0.25	0.0625	0.2	0.04
28	16.0	256.00	-0.45	0.2025	0.0	0.00
29	17.3	299.29	0.85	0.7225	1.3	1.69
30	16.3	265.69	-0.15	0.0225	0.3	0.09
31	16.4	268.96	-0.05	0.0025	0.4	0.16
32	16.1	259.21	-0.35	0.1225	0.1	0.01
33	16.8	282.24	0.35	0.1225	0.8	0.64
34	16.1	259.21	-0.35	0.1225	0.1	0.01
35	16.4	268.96	-0.05	0.0025	0.4	0.16
36	17.1	292.41	0.65	0.4225	1.1	1.21
37	16.3	265.69	-0.15	0.225	0.3	0.09
38	16.1	259.21	-0.35	0.1225	0.1	0.01
39	15.8	249.64	-0.65	0.4225	-0.2	0.04
40	15.8	249.64	-0.65	0.4225	-0.2	0.04
41	13.2	174.24	-3.25	10.5625	-2.8	7.84
42	17.4	302.76	0.95	0.9025	1.4	1.96
43	16.2	262.44	-0.25	0.0625	0.2	0.04
44	15.8	249.64	-0.65	0.4225	-0.2	0.04
45	16.4	268.96	-0.05	0.0025	0.4	0.16
46	16.6	275.56	0.15	0.0225	0.6	0.36
47	16.1	259.21	-0.35	0.1225	0.1	0.01
48	15.9	252.81	-0.55	0.3025	-0.1	0.01
$\sum$	789.7	13015.51	0.10	23.3000	21.70	33.11
$\bar{x}$ n = 48	16.45	271.16	0.0022	0.49	0.45	0.69

### Untuk Ukuran Sample yang Besar

**Metode-1** : Sum of Square of Individual Differences,  $\sum(x - \bar{x})^2$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}} \rightarrow \text{untuk } n \geq 30$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}} \rightarrow \text{untuk } n < 30$$

Dari tabel-2 maka standar deviasinya adalah ;

- $\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}}$
- $\sigma = \sqrt{\frac{23.30}{48}}$
- $\sigma = \sqrt{0.49} = 0.70$

**Metode-2** : Square of Individual Reading,  $\sum x^2$  and  $(\sum x)^2$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2}$$

Dari tabel-2 maka standar deviasinya adalah ;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n} - \left(\frac{\sum x}{n}\right)^2}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \sigma &= \sqrt{\frac{13015.51}{48} - \left(\frac{789}{48}\right)^2} \\ \bullet \quad &= \sqrt{0.49} = 0.70 \end{aligned}$$

**Metode-3 :** ( Sum of Square of Differences Using Selected Number )

$$\bullet \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-A)^2 - \frac{[\sum(x-A)]^2}{n}}{n}}$$

A = Angka Pilihan (selected number )

Dari tabel-2 maka standar deviasinya adalah ;

$$\begin{aligned} \bullet \quad \sigma &= \sqrt{\frac{\sum(x-A)^2 - \frac{[\sum(x-A)]^2}{n}}{n}} \\ \bullet \quad \sigma &= \sqrt{\frac{33.11 - \frac{(21.70)^2}{48}}{48}} \\ \bullet \quad \sigma &= \sqrt{0.49} = 0.70 \end{aligned}$$

**Untuk Ukuran Sampel yang Kecil (n<30)**

**Tabel 26.** Hasil Pengujian Jumlah Twist pada Benang Denier 150 x 40 Filament, Viscose Rayon

No.	Jumlah Twist ( x )	$x^2$	$(x - 250)$	$(x - 250)^2$
1	2.60	6.76	0.10	0.01
2	2.75	7.56	0.25	0.06
3	2.65	7.02	0.15	0.02
4	2.60	6.76	0.10	0.01
5	2.70	7.29	0.20	0.04
6	2.45	6.00	-0.05	0.00
7	2.55	6.50	0.05	0.00
8	2.40	5.76	-0.10	0.01
9	2.50	6.25	0.00	0.00

10	2.65	7.02	0.15	0.02
$\Sigma$	25.85	66.92	0.85	0.17

$$\bar{x} = 2.58$$

$$n = 10$$

**Metode-1** : ( Square of Individual Readings  $\Sigma x^2$  and  $[\Sigma x]^2$  )

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{n-1} - \frac{(\Sigma x)^2}{n(n-1)}}$$

Dari tabel-3 maka standar deviasinya adalah ;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma x^2}{n-1} - \frac{(\Sigma x)^2}{n(n-1)}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{66.92}{10-1} - \frac{(25.85)^2}{10(10-1)}}$$

$$= 0,10$$

**Metode-2** : (Sum of Square of Differences Using Selected Number)

Nilai yang dipilih (selected number) misalnya adalah 2.50 ( yaitu angka yang termudah untuk ditambah/dikurangi oleh nilai "x" )

$$\sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(x-A)^2 - \frac{[\Sigma(x-A)]^2}{n}}{n-1}}$$

Dari data tabel-3 diperoleh standar deviasinya sbb;

$$\sigma = \sqrt{\frac{0.17 - \frac{(0.85)^2}{10}}{10-1}}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad \sigma &= \sqrt{\frac{0.10}{9}} \\ &= 0.10 \end{aligned}$$

### Random Sampling

Sample yang baik haruslah representatif, artinya sample harus memiliki semua sifat/ karakter/ ciri-ciri populasi. Penarikan sample harus dilakukan secara random atau acak “*Unbiased-way*”, artinya setiap individu dalam populasi mempunyai kesempatan yang sama dan bebas untuk mewakili populasi. Sekalipun penarikan sample telah dilakukan secara acak, namun kemungkinan terjadinya “*Error*” tetap ada. Jadi angka hasil pengukuran sample belum tentu sama dengan hasil pengukuran populasi. Hasil pengukuran populasi seringkali disebut “*True Value*”.

Contoh metode penarikan sample secara sederhana dengan undian; 8 (delapan) buah line production masing-masing bekerja menghasilkan 120 (seratus dua puluh) garment per shift, kita akan mengambil sample sebanyak 16 garment. Bagaimanakah caranya?

#### Jawab :

1. Siapkan 2 buah kotak tempat gulungan kertas, masing-masing kotak diisi dengan 8 gulungan kertas bertulisan No. 1 s/d VIII (nomor-nomor yang akan mewakili nomor **line production**), dan 120 gulungan kertas bertulisan No. 1 s/d 120 (nomor yang akan mewakili **jumlah garment** ).
2. Gulungan-gulungan kertas dikocok
3. Dari kotak pertama, diambil satu gulungan kertas, kemudian dibuka, misal; berisi nomor 4 adalah angka yang akan mewakili nomor **line production 4**.
4. Dari kotak kedua, diambil dua buah gulungan kertas, kemudian dibuka, misal; berisi nomor 8 dan 32 adalah angka-angka yang akan mewakili **nomor garment** yang harus diambil dari **line production** nomor 4.
5. Kertas gulungan dari langkah ke-3 dan langkah ke-4 dikembalikan lagi ke kotak masing-masing.
6. Penarikan sample diulangi lagi seperti prosedur langkah ke-3, sehingga diperoleh sebanyak 16 pcs garment.

## Validasi Angka atau Nilai Hasil Penelitian

Dalam pengolahan data kuantitatif berupa angka-angka, adakalanya dijumpai angka-angka yang diragukan kebenarannya. Untuk menetapkan apakah angka-angka yang diragukan tersebut dapat diikuti sertakan dalam perhitungan atau tidak, maka dapat digunakan pendekatan analisa statistik.

### Contoh :

Hasil pengujian kekuatan tarik/inci kain suiting diperoleh angka-angka berikut (dalam Kg):

**Tabel 27.** Hasil Pengujian Kekuatan Kain Suiting (kg)

		d	$d^2$
$X_1$	= 51	1	1
$X_2$	= 53	1	1
$X_3$	= 61 ?	-	-
$X_4$	= 50	2	4
$X_5$	= 54	2	4
$\bar{x}$	= 52		10

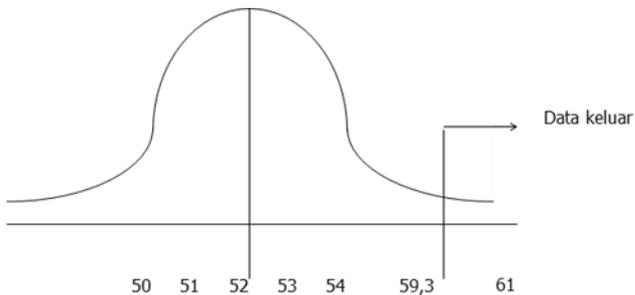
Dalam soal ini, angka 61 (  $X_3$  ) adalah **angka yang meragukan**, apakah angka ini dapat dimasukkan kedalam perhitungan statistik ataukah tidak ?.

Untuk menjawab pertanyaan ini dapat dipergunakan analisa statistik berikut :

- Hitung harga rata-rata (  $\bar{x}$  ) dan standar deviasi (  $\sigma$  ) tanpa mengikut sertakan angka 61 (  $X_3$  ). Hasilnya adalah :  $\bar{x} = 52$  ;

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{10}{3}} = 1,83, \text{ sehingga nilai } \sigma = 1,83.$$

- b. Hitung **selisih** antara  $\bar{x}$  dengan angka 61 ( $X_3$ ), dalam hal ini selisihnya adalah  $[61 - 52] = 8,-$
- c. Kriteria : Jika nilai selisih  $>$  dari  $4 \sigma$  , maka angka yang meragukan dihilangkan ( tidak diikuti sertakan dalam perhitungan statistik ). Sedangkan jika **selisih**  $<$  dari  $4 \sigma$  , maka nilai 61 tersebut tetap diikuti sertakan dalam perhitungan statistik.
- d.  $4 \times \sigma = 4 \times 1,8 = 7,2$
- e. Karena nilai selisih  $> 4\sigma = 9 > 7,32$  maka angka meragukan (angka 61) harus dikeluarkan dari penghitungan (tidak diikutsertakan dalam perhitungan statistik).
- f. Tindakan berikutnya haruslah dilakukan pengujian ulang terhadap kekuatan baja yang sama dengan cata mengambil sampel baru.



**Catatan :**

Angka 61 tersebut dapat dinyatakan berada diluar populasi, keberadaannya mungkin disebabkan oleh karena salah sampling, salah baca oleh operator atau salah alat uji dan lain sebagainya.

**Homework-1:**

Hasil penelitian terhadap kadar chlorin pada 10 unit sampel produk tekstil popok bayi merek tertentu adalah sebagai berikut (satuan microgram/kg).

**Tabel 28.** Hasil Pengujian Kadar Chlorin (ppm)

1,8	2,0	2,7	1,8	1,9	1,8	1,8	1,9	2,0	1,9
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Pertanyaan:

Lakukanlah validasi terhadap data hasil pengujian kualitas kandungan chlorin pada sampel produk tekstil popok bayi merek tertentu tersebut di atas.

**Homework-2:**

Hasil penelitian terhadap kualitas benang dalam bentuk uji yarn-count (tingkat kehalusan benang) diperoleh data sebagai berikut.

**Tabel 29.** Hasil Pengujian Kualitas Benang Jahit (Ne.1)

13,74	14,31	13,55	13,76	14,33	13,85	13,85	13,68	14,06
13,11	14,03	15,13	14,37	13,89	13,48	13,28	14,04	14,90
14,62	14,81	13,62	13,66	14,29	14,25	14,97	15,36	14,29
14,81	8,81	14,84	14,68	13,23	-	-	-	-

Pertanyaan:

Lakukanlah validasi terhadap data hasil pengujian kualitas benang tersebut di atas.

## Penentuan Ukuran atau Jumlah Sampel Penelitian:

Populasi adalah sejumlah individu yang paling sedikit memiliki satu sifat yang sama. Kata populasi berasal dari bahasa Latin (*populus* = rakyat, penduduk), yang diartikan sebagai sesuatu keadaan yang bersifat umum dan banyak

Individu adalah anggota populasi yang tak dapat dibagi. Pengertian *individu* dalam bahasa Latin : *in* = tidak, *dividuus* = dapat dibagi. Misalnya seorang manusia, seekor kuda, sebuah pohon mangga dan lain sebagainya.

Sampel adalah sejumlah individu yang merupakan bagian dari populasi yang diambil menurut cara-cara tertentu.

*Sampling* adalah cara atau teknik dalam pengambilan sampel yang random dan representatif.

Sebagai contoh; untuk meneliti keadaan industry tekstil, populasi penelitian adalah jumlah pabrik tekstil yang berada di wilayah administrasi DKI Jakarta, Kabupaten Bogor, Kodya Depok, Kabupaten Tangerang dan Kabupaten Bekasi (dikenal dengan nama Jabodetabek). Misalkan Jumlah pabrik tekstil yang terdapat di wilayah Jabodetabek adalah sebanyak 881 pabrik yang terdiri atas; 79 pabrik pemintalan, 326 pabrik pertenunan, 11 pabrik penyempurnaan tekstil dan 465 pabrik garment.

Sebagai sample penelitian maka diambil 30 pabrik berdasarkan atas rumus Slovin (1960) dalam Sevilla (1993 p.161-162) dengan batas error sebesar 5% yaitu :

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

- N = ukuran populasi
- n = ukuran atau jumlah sampel penelitian
- e = nilai kritis (batas ketelitian) yang diinginkan, atau persen kelonggaran ketidaktelitian karena kesalahan pengambilan sample populasi.

$$n = \frac{881}{1 + 881 * (0,05)^2}$$

- n = 275 pabrik

dengan demikian maka jumlah pabrik tekstil yang dijadikan sampel untuk diteliti adalah sebanyak 275 unit pabrik yang dipilih dari daftar pabrik sebanyak 881 unit pabrik.

### Significant Testing of Means (t-test)

#### 1. Large Sample Size [ $n \geq 30$ ], single means.

Diketahui ; Standar benang jahit yang digunakan = Ne1 34's

Hasil pengujian atas benang jahit yang digunakan pada pabrik garment adalah ;  $n = 100$ ,  $\bar{x} = 34,14$  dan  $\sigma = 0,62$

**Ditanyakan** : Apakah penggunaan benang jahit pada pabrik garment tersebut menyimpang dari standar Ne1 34s, jika diuji pada  $p$  5 dan 1%.

**Penyelesaian** ;

$$1. \text{ Error} = \sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0,62}{\sqrt{100}} = 0,062$$

$$2. t\text{-hitung} = \frac{\bar{x}_I - \bar{x}_{II}}{\sigma} = \frac{34 - 34,4}{0,062} = 2,3$$

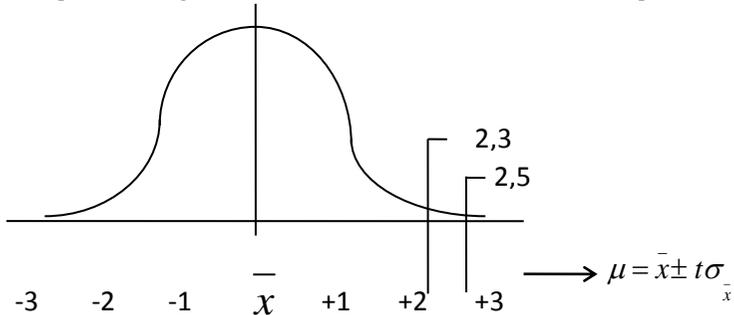
3. Pada waktu melihat tabel-t, setelah dihitung diperoleh;
  - t untuk P 0.05 = 1,96
  - t untuk P 0.01 = 2,58
4. Ho. ; Hasil Penggunaan Benang Jahit Pada Pabrik Garment Tidak Menyimpang Dari Standar Yang Telah Ada ( Standar Ne1 = Ne1 Hasil Pemintalan )
5. Tolak Hipotesa (Ho.) bila t.hitung > t.tabel
6. Ternyata  $2,3 > 1,96$  dan  $2,3 < 2,58$

**Kesimpulan**;

- Untuk, P 0.01 : Menyimpang [  $2,3 > 1,96$  ]
- Untuk, P 0.05 : Tidak terbukti menyimpang [  $2,3 < 2,58$  ]

**Catatan :**

- Untuk kondisi demikian, tidak perlu segera mengadakan perbaikan terhadap penggunaan benang jahit.
- akan tetapi jika  $P < 0.05$  juga menyimpang, maka barulah dipertimbangkan untuk diadakan **action** ; Perbaikan proses.

**Small Sample Size [  $n < 30$  ], single means**

Diketahui :

- Standar nomor benang = Ne1 92's
- Hasil pengujian dengan  $n = 12$ ,  $\bar{x} = 94,2$  dan  $\sigma = 2,2$

**Ditanyakan :**

Apakah penggunaa benang Ne1 94,2's terlalu halus ?, jika diuji pada  $P < 0.01$  ?

**Penyelesaian :**

Proses penyelesaian soal sama dengan soal-1 diatas, hanya mempergunakan derajat kebebasan (db)  $n - 1 = 12 - 1 = 11$ .

$$a. \text{ Error} = \sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n-1}} = \frac{2,2}{\sqrt{12-1}} = 0,663$$

$$b. \text{ t-hitung} = \frac{\bar{x}_I - \bar{x}_{II}}{\sigma_{\bar{x}}} = \frac{94,2 - 92}{0,663} = 3,32$$

c. Pada waktu melihat tabel-t, setelah dihitung diperoleh;

- t-pada  $P < 0.01$  ( pada  $n-1=11$  ) = 3,106
- t-hitung = 3,32

a. Ho. ; Penggunaan Benang jahit Tidak Terlalu Halus Dari Standar Yang Telah Ada

- d. Tolak Hipotesa (Ho.) bila  $t_{hitung} > t_{tabel}$
- e. Ternyata  $3,32 > 3,106$ , yang berarti bahwa benang penggunaan benang jahit Terlalu Halus Dari Standar Yang Ada

**Kesimpulan :**

Penggunaan benang jahit terlalu halus.

**2. Difference Between The Means Of Two Large Samples (n > 30)**

**Diketahui :**

Dua jenis benang masing-masing nomor Ne1. 32's, dilakukan pengujian mengenai kekuatan tariknya sebanyak 30 kali menghasilkan data sebagai berikut;

**Tabel 30.** Hasil Pengujian Kekuatan Benang (lbs)

	Yarn "A"	Yarn "B"
n	30	30
$\bar{x}$ (Lb)	58	65
$\sigma$ (Lb)	7,8	8,2

**Ditanyakan :**

Apakah benang "B" lebih kuat dari pada benang "A" ?, jika diuji pada level of significance 0,05 dan level of significance 0,01.

**Penyelesaian :**

- a. Hitung Standard Error benang "A" dan benang "B" dengan

rumus : 
$$\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$\sigma_{\bar{x}A} = 1,42$  dan  $\sigma_{\bar{x}B} = 1,5$

- b. Hitung Standard Error of Difference Between The Means dengan rumus :

$$\sigma_{\bar{x}} \text{ difference} = \sqrt{(1,42)^2 + (1,5)^2} = 2,06$$

- c. Hitung Ratio ( mencari t-hitung ), dengan rumus ;

$$\frac{[\bar{x}_I - \bar{x}_{II}]}{\sigma_{\bar{x}} \text{ diff}} = \frac{58 - 65}{2,06} = 3,4$$

- d. Lihat tabel-t, P 0.05 = 2,042 dan P 0,01 = 2,750  
 e. t-hitung = 3,4 →  
 f. Ho. ; Benang “B” Tidak Lebih Kuat Dari Benang “A”  
 g. Tolak Hipotesa (Ho.) bila t.hitung > t.tabel  
 h. Ternyata 3,4 > 2,042 maupun terhadap 2,750 , yang berarti bahwa; Benang “B” Lebih Kuat Dari Pada Benang “A”  
 i. **Kesimpulan** : Benang “B” lebih kuat dibanding benang “A”

### 3. Difference Between The Means Of Two Small Samples ( n < 30 )

Data berikut adalah hasil pengujian mutu kain khususnya menguji kekuatan tarik kain [kg] atas sample kain yang **belum** dan **talih** mengalami proses pengelantangan sebagai berikut:

**Tabel 31.** Hasil Pengujian Kekuatan Kain (kg)

<b>Sebelum Pengelantangan</b>	44	45	47	43	42	46	44	48	45	47
<b>Setelah Pengelantangan</b>	42	43	44	41	45	40	45	43	42	41

#### Pertanyaan :

Apakah proses pengelantangan tersebut menurunkan kekuatan tarik kain jika diuji pada taraf signifikansi 5%, dengan t = 2,101

#### Penyelesaian :

- a. Hitung masing-masing harga rata-rata (  $\bar{x}$  ), standar deviasi (  $\sigma$  sebelum dan setelah proses )

- b. Hitung Standar deviasi populasi ( Pooled Estimate of The Population Standard Deviation ) dengan rumus sebagai berikut :

$$\sqrt{\left[ \frac{(n_1 - 1)\sigma_1^2 + (n_2 - 1)\sigma_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]}$$

- c. Hitung harga t dengan rumus berikut;

$$\frac{[\bar{x}_1 - \bar{x}_2]}{\sigma_{\bar{x}} \sqrt{(1/n_1 + 1/n_2)}} =$$

- d. Lihat tabel t dengan derajat kebebasan =  $n_1 + n_2 - 2 = 18$
- $t_{0.95} = 2,101$
  - $t_{0.99} = 2,878$
- e. Bandingkan t-hitung dengan t-tabel
- f. Buatlah Kesimpulan

#### 4. Significance Testing Dispersion (F.test)

Pada saat melakukan proses evaluasi data, maka disamping melakukan evaluasi terhadap harga rata-rata samples dengan cara dibandingkan, maka sering pula pihak lain ingin mengetahui apakah nilai suatu material/produk lebih bervariasi/beragam dari yang lain. Sehingga dalam kasus ini perlu dilakukan significance tests.

##### A. Single Standard Deviation With A Large Sample

Diketahui data hasil pengujian kekuatan benang sebagai berikut:

**Tabel 30.** Hasil Pengujian Kekuatan Benang (kg)

	<b>Benang Standar</b>	<b>Benang Hasil Percobaan</b>
$\bar{x}$ [ Lb ]	<b>42</b>	<b>42</b>

$\sigma$ [Lb]	6,4 ( $\sigma$ I)	8,6 ( $\sigma$ II)
n [sample size]	-	40

**Ditanyakan :**

Sekalipun  $\bar{x}$  benang standar sama dengan  $\bar{x}$  benang hasil percobaan, apakah standar deviasi-nya [ $\sigma$ ] juga sama ?.

**Penyelesaian :**

- a. Hitung standar error dari sample dengan rumus berikut;

$$\sigma_{\bar{x}} \text{ sample} = \frac{\sigma \cdot \text{sample}}{\sqrt{2n}} = 0,96$$

- b. Hitung perbandingan beda antara  $\sigma$  I dengan  $\sigma$  II dibagi dengan error seperti rumus berikut [ menghitung t-hitung ];

$$\frac{\bar{x}_I - \bar{x}_{II}}{\sigma_{\bar{x}} \text{ sample}} = \frac{6,4 - 8,6}{0,96} = 2,3$$

- c. Bandingkan t-hitung dengan t-tabel pada alfa 5% dan alfa 1% [ 1,96 dan 2,58 pada tabel ]
- d. Buat suatu kesimpulan, bahwa pada taraf uji 5%; **berbeda** [tidak sama], karena  $2,3 > 1,96$  tetapi pada taraf uji 1% **tidak berbeda** [sama], karena  $2,3 < 2,58$ .

**B. Single Standard Deviation With A Small Sample**

Diketahui data hasil prngujian kekuatan benang sebagai berikut;

**Tabel 33.** Hasil Pengujian Kekuatan Benang (lbs)

	<b>Benang Standar</b>	<b>Benang Percobaan</b>
$\bar{x}$ [Lb]	<b>Sama</b>	<b>Sama</b>

$\sigma$ [Lb]	1,5	2,0
$n$ [sample size]	-	9

**Ditanyakan ;** Apakah benang hasil percobaan kekuatannya lebih bervariasi dari pada benang standar ?.

**Penyelesaian ;**

1. Hitung variance dari sample maupun standar menggunakan rumus berikut ;

$$\sigma^2 . s \text{ tan dard} = 1,5^2 = 2,25$$

$$\sigma^2 . \text{sample} = 2^2 = 4,0$$

2. Hitung F-ratio antara .... Yang diharapkan lebih besar terhadap .....yang lebih kecil dengan rumus berikut ;

$$= \frac{\sigma^2 . \text{sample}}{\sigma^2 . s \text{ tan dard}} = \frac{4}{2,25} = 1,78$$

3. Konsultasikan F-hitung terhadap F-tabel, pada taraf uji ; 5% dan 1%

- Untuk taraf 5% ; variance-1 = 9 - 1 = 8  
Untuk taraf 5% ; variance-2 = tak terhingga ( ~ )  
Sehingga diperoleh angka pada tabel sebesar 1,78  
Karena  $F_h < F_t$  ( 1,78 < 1,94 ), maka benang hasil percobaan tidak lebih bervariasi dari pada (dibanding) benang standar
- Untuk taraf 1% ; diperoleh angka pada tabel sebesar 2,51

4. Buat kesimpulan.

Benang hasil percobaan tidak lebih bervariasi dari pada (dibanding) benang standard.

## 5. Difference Between the standard Deviation of Two Sample

### A. Large Sample

Diketahui data hasil pengujian kekuatan benang sebagai berikut;

**Tabel 34.** Hasil Pengujian Kekuatan Benang (lbs)

	Benang "A"	Benang "B"
--	------------	------------

$\bar{x}$ [ Lb ]	58 ( $\bar{x}$ I )	65 ( $\bar{x}$ II )
$\sigma$ [ Lb ]	7,2 ( $\sigma$ I )	8,4 ( $\sigma$ II )
$n$ [ sample size ]	32 ( $n$ I )	32 ( $n$ II )

**Ditanyakan ;**

Apakah kekuatan tarik benang "B" lebih bervariasi dari pada benang "A" ?.

**Pnyelesaian :**

1. Hitung ;

$\sigma_{\bar{x}}$  untuk benang A maupun benang B ;

$$\begin{aligned} \bullet \quad \sigma_{\bar{x}_I} &= \frac{\sigma_I}{\sqrt{2n}} = \frac{7,2}{\sqrt{64}} = 0,9 \\ \bullet \quad \sigma_{\bar{x}_{II}} &= \frac{\sigma_{II}}{\sqrt{2n}} = \frac{8,4}{\sqrt{64}} = 1,05 \end{aligned}$$

2. Hitung Standard Error of Difference ( = k ) antara kedua-dua standar error, dengan menggunakan rumus ;

$$k = \sqrt{(\sigma_I^2 + \sigma_{II}^2)} = \sqrt{0,9^2 + 1,05^2} = 1,38$$

3. Hitung harga dari F-hitung ;

$$F_h = \frac{[\sigma_I - \sigma_{II}]}{k} = \frac{[7,2 - 8,4]}{1,38} = 0,87$$

4. Bandingkan F-hitung dengan F-tabel ;

$$\bullet \quad 0,87 < 1,96 < 2,58$$

**Kesimpulan :** Tidak ada perbedaan yang signifikan ( nyata ) antara kedua standar deviasi (  $\sigma$  ).

**B. Small Sample**

Diketahui data hasil pengujian standard kekuatan kain sebagai berikut;

**Tabel 35.** Hasil Pengujian Kekuatan Kain (lbs)

	Kain "A"	Kain "B"
$\sigma$ [ Lb ]	6,5 ( $\sigma$ I )	7,9 ( $\sigma$ II )
n [ sample size ]	9 ( nI )	11 ( nII )

**Pertanyaan :**

Apakah  $\sigma$  II lebih besar dari pada (  $\sigma$  I ) ?.

**Penyelesaian :**

1. Hitung masing-masing variance, baik A maupun B sbb;

$$\sigma_I^2 = (6,5)^2 = 42,2$$

$$\sigma_{II}^2 = (7,9)^2 = 62$$

2. Hitung variance ratio ;

$$F = \frac{\text{var iance. yang diharapkan. lebih. besar}}{\text{var iance. yang diharapkan. lebih. kecil}} = \frac{62}{42,2} = 1,47$$

3. Konsultasikan pada F.tabel ;

$$V_I = 11 - 1 = 10.$$

(sbg. var iance. yang diharapkan. lebih. besar)

$$V_{II} = 9 - 1 = 8.$$

(sbg. var iance. yang diharapkan. lebih. kecil)

$$1,47 (F_h) < 3,35 (F_{t.05}) < 5,81 (F_{t.01})$$

4. Kesimpulan :

Karena  $F_h < F_t$  pada taraf signifikansi 5%  $\rightarrow ( 1,47 < 3,35 )$ ,  
maka  $\sigma_{II}$ . tidak. lebih. besar. dari. pada.  $\sigma_I$

## Statistik Non Parametrik Pengendalian Mutu

Statistika parametrik digunakan untuk membahas populasi yang berdistribusi normal (dianggap normal) dengan parameter rata-rata ( $\mu$ ) dan simpangan baku ( $\sigma$ ), sedangkan statistika nonparametrik digunakan untuk membahas populasi yang berdistribusi abnormal atau bebas. Metode Ranking adalah salah satu golongan statistika non parametrik yang digunakan dalam pengendalian kualitas produksi untuk menentukan tingkat kesesuaian antar penilai dalam memberi peringkat (ranking) mutu suatu produk.

Contoh-1

### aplikasi Statistik Non Parametrik Pengendalian Mutu:

Misalnya dua orang calon pengantin/sepasang calon pengantin akan membeli busana pengantin di toko butik. Dalam hal ini diumpamakan mereka ditugasi untuk menilai atau memberikan penilaian terhadap mutu produk pakaian pengantin yang tersedia di butik tersebut.

Pada toko butik tersedia 10 model busana pengantin putri (misalkan model; A, B, C, D,...J) yang dipajang di suatu etalase plaza Indonesia. Hasil penilaian menurut Wanita calon pengantin dan Pria calon pengantin disusun dalam tabel berikut:

**Tabel 36.** Data Penilaian (Metode Ranking) Terhadap 10 Model Busana Pengantin Yang Dipilih Oleh Dua Penilai (Calon Pengantin)

Penilai	Model Busana Pengantin									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Calon Suami	2	1	3	4	6	5	8	7	10	9
Calon Istri	3	2	1	4	6	7	5	9	10	8

Catatan : Angka terkecil adalah menunjukkan kualitas yang lebih baik dari angka yang tertinggi.

**Pertanyaan:**

Sejauh mana tingkat kesesuaian antara penilaian **Calon Suami** dengan penilaian **Calon Istri** dalam memberikan peringkat terhadap Model Busana Pengantin yang akan mereka nilai.

**Penyelesaian :**

Data pada table tersebut di atas ditata menjadi bentuk tabel berikut :

**Tabel 37.** Peringkat (Ranking) Hasil Penilaian Model Busana Pengantin

Penilai	Peringkat (Ranking) Hasil Penilaian Model Busana Pengantin									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Calon Suami	2	1	3	4	6	5	8	7	10	9
Calon Istri	3	2	1	4	6	7	5	9	10	8
Jumlah	5	3	4	8	12	12	13	16	20	17
Beda Nilai = d	1	1	2	0	0	2	3	2	0	1
$d^2$	1	1	4	0	0	4	9	4	0	1

Hitung data tersebut di atas dengan menggunakan metode *Pearman's Coefficient of Correlation* (r) sebagai berikut:

$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

Rentang ( r ) = -1  $\longleftrightarrow$  +1

Bila r = -1  $\rightarrow$  berarti “ketidak sesuaian sempurna”

Bila r = +1  $\rightarrow$  berarti “kesesuaian sempurna:

$$r = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n(n^2 - 1)} \Rightarrow r = 1 - \frac{6 \cdot 24}{10(10^2 - 1)} \Rightarrow r = 0,85$$

Dari hasil penghitungan seperti tersebut di atas, terlihat bahwa nilai r = 0,85 hal ini menunjukkan tingkat kesesuaian penilaian yang cukup tinggi antara **Calon Suami** dan **Calon Istri**.

Untuk meyakini bahwa hasil penghitungan tersebut di atas tidak terjadi secara kebetulan, maka perlu diuji (reliability) apakah tingkat kesesuaian ini terjadi bukan secara kebetulan ataukah sebaliknya.

Cara mengujinya adalah sebagai berikut:

Bila  $n > 10$ , maka **r** diuji dengan metode **distribusi Student's-t** untuk mengetahui apakah tingkat kesesuaian tersebut **terjadi bukan secara kebetulan**;

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

**Buat hitopesis:**

**Hipotesis Nol** ( $H_0$ ):  $\rho = 0 \rightarrow$  artinya ; Tidak ada Kesesuaian antara penilaian oleh **Calon Suami** dan **Calon Istri**.

Tolak  $H_0$  apabila  $t_{hitung} > t_{tabel}$  (pada  $n = 2$ )

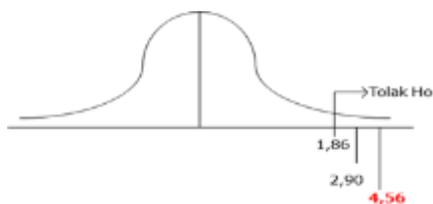
Lakukan penghitungan nilai  $t$  (t-hitung):

$$t = 0,85 \sqrt{\frac{10-2}{1-0,85^2}} \Rightarrow t = 4,56$$

Lihat tabel-Student's-Test dan ditemukan angka sebagai berikut;

.05  $\rightarrow t = 1,86$

.01  $\rightarrow t = 2,90$



**Analisis** : Ternyata tidak cukup alasan untuk menerima  $H_0$ , maka hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak karena  $t_{hitung} > t_{tabel}$  sehingga dengan demikian maka terdapat kesesuaian antara penilaian **Model Busana Pengantin** oleh **Calon Suami** dan **Calon Istri**, atau dengan kata lain bahwa “kesesuaian penilaian sangat nyata”.

Kesimpulan dalam hasil penelitian kualitas Model busana Pengantin adalah: “terdapat kesesuaian antara penilaian **Calon Suami** dan **Calon Istri** dalam memilih **Model Busana Pengantin**, dengan tingkat korelasi yang cukup tinggi yaitu mendekati angka +1 ( $r = 0,85$ ).

Adapun peringkat (ranking) mutu (quality) **Model Busana Pengantin** menurut penilaian oleh sepasang calon pengantin (**Calon Suami** dan **Calon Istri**) adalah sebagai berikut:

Tabel 38. Peringkat (Ranking) Mutu Busana Pengantin

Peringkat (Ranking)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Penilai	B	C	A	D	E	F	G	H	J	I

Kesimpulan: kedua calon pengantin (**Calon Suami** dan **Calon Istri**) mufakat untuk memilih **Model Busana Pengantin** “B” sebagai busana yang akan dibeli untuk pesta perkawinan mereka.

## Contoh-2

**aplikasi Statistik Non Parametrik Pengendalian Mutu:**

Lima orang yang mewakili konsumen seluruh Eropa dipercayakan untuk menilai dan membuat ranking terhadap 12 model (representasi Mutu) Jacket yang akan dipasarkan pada tahun baru. Ranking Jacket I s/d IV akan dijadikan produk untuk Export Ke Eropa, peringkat selebihnya akan dijual di dalam negeri, Anda selaku Sarjana Teknik Industri diminta untuk membuat ranking dan menganalisis hasil penilaian para konsumen tersebut di bawah ini.

Penyelesaian:

Data peringkat Kualitas Jacket yang diperoleh adalah sebagai berikut:

**Tabel 39.** Data Peringkat Kualitas Jacket

Konsumen	Model (Mutu) Jacket											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
Jerman	9	1	6	5	12	2	11	3	3	7	10	4
Austria	8	3	5	6	11	2	10	1	12	7	9	4
Inggris	9	3	4	6	8	11	7	5	1	10	12	2
Belanda	11	12	7	9	1	3	5	2	10	6	8	4
Spanyol	8	4	6	5	12	2	10	3	9	11	7	1
Rank	45	23	28	31	44	20	43	14	39	44	44	15
$\Sigma$ Rank = 390												

$$\text{Rata-rata Rank} = \frac{\Sigma \Sigma \text{Rank}}{\Sigma \text{JenisKain}} = \frac{390}{12} = 32,50$$

Data tersebut diatas ditata dan di kalkulasikan seperti tabel berikut:

**Tabel 40.** Data Peringkat Jacket Hasil Penilaian Konsumen

Model Jacket	$\Sigma$ Rank	d = Rata-rata Rank - ( $\Sigma$ Rank)	$d^2$
a	45	12.5	156.25
b	23	9.5	90.25
c	28	4.5	20.25
d	31	1.5	2.25
e	44	11.5	132.25
f	20	12.5	156.25
g	43	10.5	110.25
h	14	18.5	342.25
I	39	6.5	42.25
j	44	11.5	132.25
k	44	11.5	132.25
l	15	17.5	306.25
	390	-	1623,00

Lakukan penghitungan mengikuti metode *Coefficient of Concordance (W)* seperti rumus berikut:

$$W = \frac{S}{\frac{m^2 (n^3 - n)}{12}}$$

- S = Sum of Square of Difference  $\sum d^2 = 1.623$
- n = Jumlah Model Jacket yang dinilai ( a, b, c, .....k, l )
- m = Jumlah Konsumen Penilai (Jerman, Austria, Belanda, Inggris, Spanyol)

$$W = \frac{1623}{\frac{5^2(12^3-12)}{12}} \Rightarrow W = \frac{1623}{3575} \Rightarrow W = 0,454$$

Rentang ( W ) = -1  $\longleftrightarrow$  +1

Bila W = -1  $\rightarrow$  berarti "ketidak sesuaian sempurna"

Bila W = +1  $\rightarrow$  berarti "kesesuaian sempurna:

Karena n>10, maka (W) diuji lanjut dengan menggunakan formula distribusi *Snedecor's-F* untuk mengetahui apakah tingkat kesesuaian W = 0,454 itu bukan secara kebetulan.

Cara mengetahui apakah tingkat kesesuaian W adalah dengan cara mengoreksi nilai W itu sendiri seperti berikut:

- Pembilang; S - 1
- Penyebut;  $m^2 (n^3 - n)/12 + 2$

Sehingga dengan demikian maka :

$$W = \frac{1623-1}{3575+2} \Rightarrow W = 0,453$$

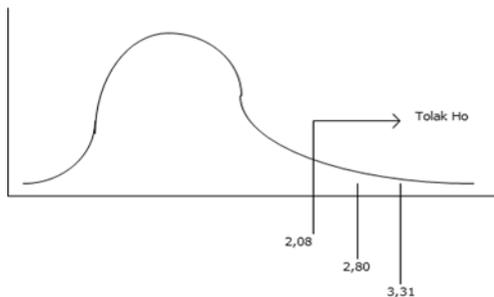
Selanjutnya lakukan penghitungan menggunakan formula *Snedecor's-F* dengan cara memasukkan nilai W yang telah dikoreksi tersebut di atas ke dalam penghitungannya.

$$F = \frac{(m-1)W}{1-W} \quad F = \frac{(5-1)0,453}{(1-0,453)} \quad F = 3,31$$

- Nilai  $F_{hitung}$  ini dibandingkan lagi dengan  $F_{tabel}$  yang derajat bebasnya (db.) ;
  - $db.1 = (n - 1) - (2 / m)$
  - $= (12 - 1) - (2 / 5)$
  - $= 10,6$
  - $db.2 = (m - 1) \{ (n - 1) - (2 / 5) \}$
  - $= (5 - 1) \times 10,6$

○ = 42,4

- $F_{(10,6;42,4)}$  tidak dijumpai dalam tabel-F, akan tetapi kita dapat berpatokan pada  $F_{(10;40)}$  yang nilainya justru lebih tinggi.
  - $F.05_{(10;40)} = 2,08 \rightarrow$  lihat tabel-F
  - $F.01_{(10;40)} = 2,80 \rightarrow$  lihat tabel-F



- Hipotesa :
  - $H_0 : \rho = 0 \rightarrow$  Tidak Ada Kesesuaian Antar Penilai
  - Tolak  $H_0$ , bila Nilai  $F_{hitung} > F_{tabel} (db1;db2)$ , atau  $F$  berada/jatuh di daerah kritis.
- Ternyata  $F_h > F_t (10;40)$  yang berarti juga jelas  $F_h > F_t (10,6 ; 42,4)$ 
  - Dengan demikian kita tidak memiliki cukup alasan untuk menerima  $H_0$ , yang berarti terdapat kesesuaian antara penilai dalam memberikan peringkat Kualitas Jacket.
- **Kesimpulan :**
  - Ada kesesuaian penilai satu dengan lainnya.
  - Urutan peringkat kualitas/model Jacket adalah sebagai berikut :

**Tabel 41.** Peringkat Kualitas Jacket

<b>Peringkat Kualitas Jacket</b>	<b>Model Jacket</b>	<b>Kegunaan Jacket</b>
<b>1 2 3 4</b>	<b>h l f b</b>	Kualitas produk Untuk Ekspor ke Eropa
<b>5 6 7 8 9 10 11 12</b>	<b>c d l g e j k a</b>	Kualitas produk Untuk Yang Dipasarkan Di Dalam Negeri

## Daftar Pustaka

- Allen C. Cohen. 1994. *Fabric Science. Fashion Institute of Technology, Fairchild Publications*, New York.
- Carr, H.C. 1986. *The Organisation, Planning and Control of Production in Clothing Manufacture*. Published by The Clothing Institute., London.
- Cooklin, Gerry. 1991. *Introduction to Clothing Manufacture*, BSP Professiona Books. London.
- Dixon, W.J., 1957. *Introduction to Statistical Analysis*, Mc-Graw-Hill Book Company, New York.
- Dokumen-Dokumen ISO-9000, ISO-12000, ISO-14000 DLL.
- Dorothy Siegert Lyle, 1997. *Modern Textiles*, John Wiley dan Sons, Inc. New York
- Feigenbaum, A.V., 1961. *Total Quality Control Engineering and Management*, Mc-Graw-Hill Book Company, New York.
- Fenya Crown, 1977, *How to Recycle Old Clothes into New Fashion*, Prentice Hall inc Englewood Cliffs New Jersey, London
- Garvin (1988) "Managing Quality" The Free Press (Macmillan. Inc.) New York
- Grosicki, Z., 1975. *Watson's Textile Design and Colour*, Elementary
- Grover, B. Elliot, Hamby, D.S., 1969. *Handbook of Textile Testing and Quality Control*, Willey Eastern Private, Publishers, New Delhi.
- Harold Carr, 1993. *The Technology of Clothing Manufacture*, Blackwell Scientific
- Ishikawa, K., 1976. *Guide to Quality Control*, Asian Productivity Organization, Tokyo.
- Kerr-Muir R.J. 1989. *Management in the Textile Industry*, Longmans, Green and Co. Ltd. London.
- Leavenworth, R. 1999. *Pengendalian Mutu Statistis*, Erlangga Edisi VI, Jakarta.
- Lester H. Gabriel, 2006. *Quality Control and Quality Assurance*, Collier Macmillan Publisher New York
- Masaaki Kawashima, 1986. *Fundamentals of Men's Fashion*, Third Ed., Fair Child Publication, New York
- Majorie A Taylor, 1990. *Technology of Textile Properties*, Third Ed., Forbes Publications

- Norman Hollen, et. al., 1978. Textiles, Fifth Ed., Collier Macmillan  
Publisher New York
- Mehta, Pradip., 1989. An Introduction to Quality Control for The  
Apparel Industry, J.S.N. International, Inc., Japan
- Rizal, R. 2000. Teknologi Garment, tp. Jakarta.
- Rizal, R. 2005. Pedoman Teknis Pengendalian Mutu Produk  
Garment, tp. Jakarta.
- Tyler.David J. 1991. *Materials Management in Clothing Production*.  
BSP Professional Books, London.
- Susheela, 1974. Fundamentals of Textile and their Care, Third Ed.,  
Orient Longman, Orient, New Delhi
- William Watson, 1964. Advanced Textile Design, Longmans-Green  
and CO, London,

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**Dr. Ir. Reda Rizal, B.Sc. M.Si.** lahir pada tanggal 25 Agustus 1959 di kota Padangpanjang Sumatera Barat. Tahun 1982 menyelesaikan pendidikan tinggi teknik dan manajemen industri, tahun 1983 menjadi Pegawai Negeri Sipil pada Kementerian Pertahanan yang ditugaskan sebagai Dosen Tetap di UPN "Veteran" Jakarta (sejak tahun 2015 menjadi Dosen PNS di Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi). Pada tahun 1998 menyelesaikan pendidikan pascasarjana pada Program Magister Sains Ilmu Lingkungan di Universitas Indonesia, dan pada tahun 2008 menyelesaikan pendidikan Doktor bidang Ilmu Lingkungan di Universitas Indonesia.

Pendidikan tambahan yang pernah diikuti antara lain Kursus Pengembangan Teknologi bidang Desain dan Industri, Pengembangan Manajemen Industri, Kursus Amdal Tipe A dan Tipe B (penyusun Amdal) serta Sertifikat Audit Lingkungan.

Pada tahun 2008 penulis memperoleh Sertifikat Dosen Professional Bidang Teknik dan Manajemen Industri dari Kementerian Pendidikan Nasional. Pada tahun 2012 ditunjuk oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan sebagai Dosen Asesor untuk Beban Kinerja Dosen bidang Teknik dan Manajemen Industri. Sejak tahun 1986 Penulis telah menulis 14 (empatbelas) buah buku yaitu: 1) Buku Teknologi dan Material Tekstil Ramah Lingkungan, 2) Buku Teknologi Garmen, 3) Buku Prosedur Pengendalian Mutu Garment, 4) Buku Ekologi yang diterbitkan oleh Kementerian Pendidikan Nasional Universitas Terbuka, 5) Buku Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah yang diterbitkan oleh Kementerian Dalam Negeri-Lembaga Administrasi Negara, 6) Buku Ilmu Pengetahuan Lingkungan, 7) Buku Manajemen Ekologi Industri yang diterbitkan di UI. Press, 8) *Apparel Handbook for Garment Companies and Education Institutes*, 9) Buku Monitoring, Pengendalian Mutu dan Penjaminan Mutu Produk Industri Garment, 10) Buku Analisis Kualitas Lingkungan, 11) Buku Studi Kelayakan Lingkungan, 12) Buku Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Industri, dan 13) Buku *Sustainable Manufacturing*, 14) Buku Rancang Bangun Model Teknologi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Saat ini penulis telah memperoleh 5 (lima) Hak Kekayaan Intelektual (HAKI) dibidang penulisan 5 (lima) buku teks pelajaran untuk pendidikan tinggi. Sejak tahun 1990 hingga sekarang Penulis aktif menulis di berbagai jurnal ilmiah diantaranya Jurnal Bina Widya, Jurnal Bina Teknik, Jurnal Matematika, Sains dan Teknologi (JMST) Universitas Terbuka, dan Jurnal Pusat Studi Lingkungan Perguruan Tinggi Seluruh Indonesia, Lingkungan & Pembangunan Universitas Indonesia, dan telah menghasilkan tulisan ilmiah lebih dari 50 topik yang telah diterbitkan di berbagai jurnal lembaga perguruan tinggi.

Sampai saat ini Penulis bekerja sebagai tenaga pengajar pada Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Indonesia (Sekolah Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia = SIL-UI), pengajar tetap pada Fakultas Teknik dan Fakultas Ilmu Kesehatan UPN "Veteran" Jakarta, tenaga pengajar senior pada *International Garment Training Center*, dan sebagai tenaga ahli peneliti bidang Ekologi Industri pada Pusat Penelitian Sumberdaya Manusia dan Lingkungan Hidup Program Pascasarjana Universitas Indonesia (PPSML PPs-UI). Profesi peneliti bidang lingkungan hidup telah dilakukan pada berbagai proyek kajian bidang lingkungan hidup pada berbagai kegiatan pembangunan daerah di seluruh Indonesia, termasuk penelitian bekerjasama dengan lembaga internasional seperti *GTZ, GIZ, Swisscontact* dan Konsorsium *Mott MacDonald Limited* yang dilakukan dalam rangka perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup serta ekologi industri di Indonesia



## Penerbit Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta

Jl. R.S. Fatmawati, Pondok Labu, Jakarta Selatan 12450

Telp./Fax. 021-7656971 Ext. 234

E-mail: [lppm@upnvj.ac.id](mailto:lppm@upnvj.ac.id)