

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Profil umum perusahaan



PT. NUSA INDAH JAYA UTAMA

Jalan, Laskar No.49 Rt.03 Rw.02 Kelurahan Pekayon Jaya Kecamatan Bekasi Selatan
Jawa Barat, Indonesia 17149 Telp. 021-82411782 Fax.021- 82417382
Email:pt.niju@yahoo.co.id

PT. Nusa Indah Jaya Utama merupakan perusahaan *stamping* logam yang bergerak di bidang produksi *part-part* otomotif. Perusahaan ini sudah berdiri sejak tahun 1974 dan ditemukan oleh bapak H. M. Kusnadi. Selama 47 tahun beroperasi, PT. Nusa Indah Jaya Utama memiliki fokus utama dalam ;

- Jasa pemotongan plat dengan skala besar.
- Jasa produksi press.
- Menjual *part-part* otomotif
- Jasa pelapis penjepit (*clip*) / *clamp harness* untuk kabel *body* dan chasis kendaraan.
- Jual-beli *scrap* dengan skala besar.

PT. Nusa Indah Jaya Utama melayani produksi produk-produk dalam skala besar dan menyediakan akses bagi konsumen-konsumen yang sebagian besar bergerak dalam bidang produksi otomotif dari dalam kota, seluruh Indonesia, maupun mancanegara. PT. Nusa Indah Jaya Utama memiliki beberapa perusahaan besar yang menjadi konsumen tetap dari waktu ke waktu, seperti :

1. PT. MITSUBISHI KRAMAYUDHA MOTORS AND MFG (MKM)
2. PT. PAMINDO 3T
3. PT. HINO MOTORS MANUFACTURING INDONESIA (HMMI)
4. PT. ISUZU ASTRA MOTOR INDONESIA (IAMI)
5. PT. SANWA PRESS WORK INDONESIA
6. PT. BAMBU JENAR (DIES MAKER)
7. PT. TVS INTERNATIONAL (INDIA)

Sejarah singkat PT. Nusa Indah Jaya Utama :

1974

Berdirinya PT Nusa Indah Jaya Utama di Jakarta dengan nama CV Nusa Indah yang memiliki luas tanah sebesar 800m² dan bergerak dalam penanganan limbah besi dari kapal-kapal tua

1976

CV Nusa Indah bekerja sama dengan PT Mitsubishi Kramayudha Motors (PT MKM) dalam penanganan limbah/scrap stamping mobil colt yang diproduksi pertama di Indonesia

1978

CV Nusa Indah telah menjadi rekanan tetap PT MKM khususnya dibagian penanganan pengerjaan part komponen mobil colt yang bertempat di work shop

1987

PT MKM membuat lokalisasi komponen untuk semua jenis kendaraannya (Mobil L300, colt diesel dan fuso)

1991

CV Nusa Indah pindah lokasi di jalan Pulogebang dengan luas area 1350m² dan menjadi home industri dalam pengerjaan komponen Mitsubishi

2007

CV Nusa Indah berubah statusnya menjadi PT Nusa Indah Jaya Utama dan berpindah alamat di jalan Laskar 49 Pekayon, Bekasi Selatan dengan luas tanah sebesar 3800m²

2013

PT NIJU mulai menggunakan mesin medium press dengan kapasitas 110-160 ton yang didatangkan dari negara China dan Korea dalam mengerjakan pesanan PT Garmak Motor, mobil Chevrolet serta motor TVS

Theodore Prihandika Harest, 2021

34

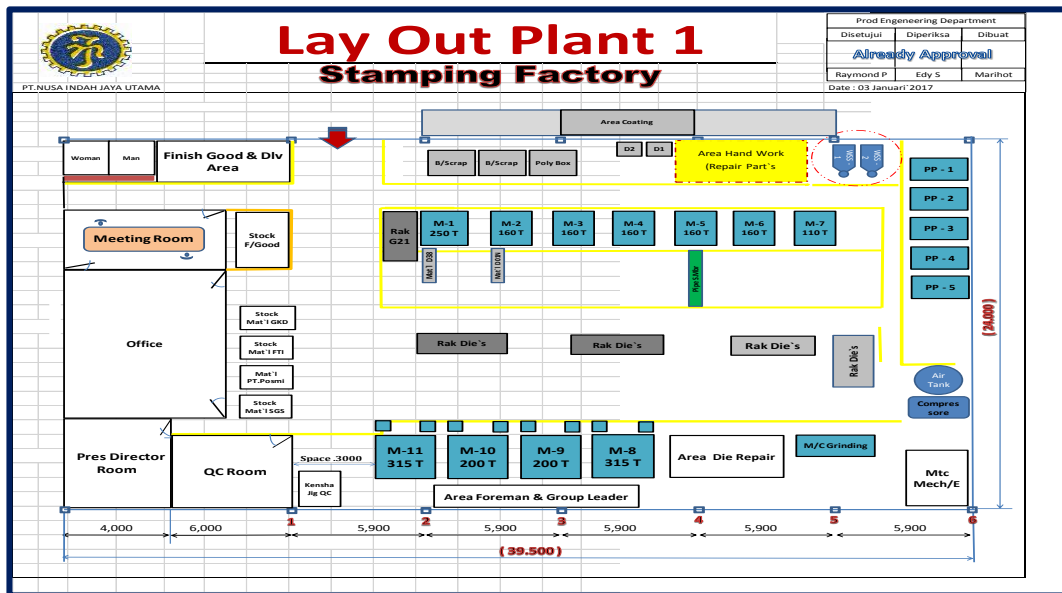
OPTIMASI PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN PERBANDINGAN METODE CAMPBELL DUDEK SMIT (CDS), NA WAZ ENSCORE HAM (NEH), DAN PALMER PADA PT. NUSA [Company Address] INDAH JAYA UTAMA

UPN Veteran Jakarta, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri
[www.upnvj.ac.id - www.library.upnvj.ac.id - www.repository.upn]

2014

PT NIJU mulai menggunakan mesin high press dengan kapasitas 200-315 ton dan memperluas hubungan pekerjaan dengan menjadi vendor PT Gemala Kempa Daya, PT Fuji Teknika Indonesia dan PT Inti Pantja Press Industri.

Layout pabrik PT. Nusa Indah Jaya Utama



Gambar 4.1 Layout pabrik PT. Nusa Indah Jaya Utama

Adapun mesin-mesin dan peralatan lain yang dimiliki oleh PT. Nusa Indah Jaya Utama adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1 Mesin dan peralatan PT.Nusa Indah Jaya Utama

MESIN PRESS MEKANIK 25 TON 2 UNIT, RRC	CUTTING DISK 2 UNIT
MESIN PRESS MEKANIK 35 TON 2 UNIT, AIDA, JAPAN	MESIN LAS ARGON 3 UNIT
MESIN PRESS HT-1500 40TON 1 UNIT,RRC	MESIN TAP 2 UNIT
MESIN PRESS MEKANIK 60 TON 1 UNIT, RRC	HAND DRILL 7 UNIT
MESIN PRESS MEKANIK 80 TON 1 UNIT, RRC	MESIN BUFFING 1 UNIT
MESIN PRESS MEKANIK 110 TON 1 UNIT, DONGSHIN, KOREA	MESIN SHEARING 13mm 4 UNIT
MESIN PRESS MEKANIK 160 TON 4 UNIT, MOGLI, RRC	MESIN PRESS SCRAP 2 UNIT

Theodore Prihandika Harest, 2021

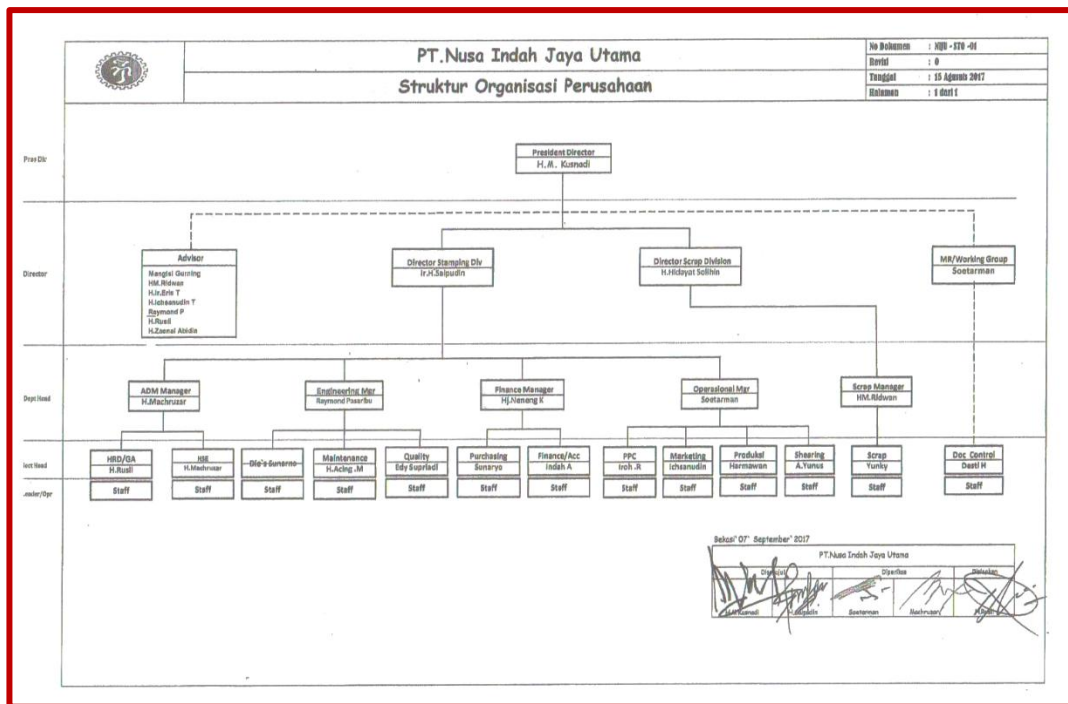
35

OPTIMASI PENJADWALAN PRODUKSI MENGGUNAKAN PERBANDINGAN METODE CAMPBELL DUDEK SMIT (CDS), NAWAZ ENSCORE HAM (NEH), DAN PALMER PADA PT. NUSA [Company Address] INDAH JAYA UTAMA

UPN Veteran Jakarta, Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri
[www.upnvj.ac.id - www.library.upnvj.ac.id - www.repository.upn]

MESIN PRESS MEKANIK 160 TON 1 UNIT, DONGSHIN, KOREA	GERINDA 2 UNIT
MESIN PRESS HYDROLIC 250 TON 1 UNIT, KENKAD, INDONESIA	CIRCULAR SAW 2 UNIT
MESIN PRESS HYDROLIC 300TON 2 UNIT , KENKAD, INDONESIA	NAS TOA Spot Welding 35 kva 2 Unit
MESIN PRESS YP-200 200 TON 2 UNIT, YUSHIDA,JAPAN	FORKLIFT KAPASITAS 5 TON 1 UNIT
MESIN PRESS YP-300 250 TON 1 UNIT, YUSHIDA, JAPAN	FORKLIFT KAPASITAS 3,5 TON 1 UNIT
MESIN PRESS YT-315 TON 2 UNIT YUSHIDA, JAPAN	FORKLIFT KAPASITAS 2,5 TON 1 UNIT
MESIN SHEARING THICKNES CUTTING 8 ~ 13 MM 2 UNIT, TAIWAN	DIE HANDLIFT KAPASITAS 1 TON 2 UNIT
MESIN WELDING CO 5 UNIT	OVEN BURN LPG 3 UNIT

Struktur Organisasi PT. Nusa Indah Jaya Utama



Gambar 4.2 Struktur organisasi PT. Nusa Indah Jaya Utama

Visi dan Misi Perusahaan

Visi : Menjadu *supplier* terbaik untuk perusahaan stamping dan manufaktur komponen kendaraan roda 2 dan roda 4.

Misi :

- Membangun perusahaan yang mampu menciptakan lapangan kerja berkualitas bagi sebanyak mungkin Masyarakat Indonesia dengan mengusung nilai etika, proaktif, dan saling menghormati.
- Pengembangan kompetensi karyawan secara berkelanjutan.
- Mengupayakan pertumbuhan *Financial*, Intelektual dan Citra Perusahaan yang konsisten serta melakukan investasi kembali ke dalam Bisnis yang di jalankan.
- Mempertahankan Standar kode etik yang tinggi dalam aktivitas Bisnis.

IV.2 Proses Produksi

IV.2.1 Proses produksi “*Bracket Shock Engine Mtg-39*”

Dalam proses produksi *part* “*Bracket Shock Engine Mtg-39*” terdapat 5 *job* dan 3 mesin produksi. Proses produksi *part* “*Bracket Shock Engine Mtg-39*” dibagi menjadi beberapa tahapan, yaitu :

1. *Based steel making (Pembuatan pola dasar baja)*

Pada tahap ini, lembaran baja yang merupakan bahan dasar *part* ini akan diukur dan dipotong yang sering juga disebut sebagai proses *Shearing*(J1) menjadi plat baja yang jauh lebih kecil. Selanjutnya plat baja akan di potong sesuai pola yang diinginkan melalui proses *press* (J2).

2. *Forming (Pembentukan)*

Pada tahap ini, pola baja yang dihasilkan dari proses *press* (J2) akan dibentuk dengan proses *bending* (J3). Yang membedakan proses *bending* dan *press* adalah hasil pola yang dihasilkan, untuk proses *press* akan menghasilkan bentuk baja yang didapat dari patahan plat baja yang telah ditekan oleh mesin. Sedangkan pada proses *bending*, hasil pola dari proses *press* akan ditekan hingga pola tersebut berubah bentuk (melengkung). Selanjutnya, beberapa pola yang telah di hasilkan dari proses *Bending* (J3) akan diberikan lapisan karet pada proses *coating* (J4).

3. *Assembly (Penggabungan)*

Tahap terakhir dalam proses produksi ini adalah proses *Welding* (J5) pola-pola baja yang sudah diproses sebelumnya.

IV.2.2 Mesin produksi “*Bracket Shock Engine Mtg-39*”

Untuk mesin produksi yang digunakan pada proses produksi ini memiliki fungsi dan spesifikasi yang berbeda-beda, yaitu :

1. Mesin YP-200



Gambar 4.3 Mesin YP-200

Mesin YP-200 adalah mesin bertenaga tekanan udara yang tinggi dan listrik yang memiliki tugas utama untuk memotong bagian-bagian lembaran baja yang berasal dari distributor menjadi plat-plat baja yang jauh lebih kecil. Selain itu, mesin YP-200 ini juga memiliki tugas utama untuk memotong plat-plat baja tersebut menjadi bentuk pola dasar dari produk.

2. Mesin YP-300



Gambar 4.4 Mesin YP-300

Mesin YP-300 memiliki sumber energi dari energi listrik dan udara bertekanan tinggi yang dialirkan oleh generator untuk melakukan aktivitas utama untuk merubah bentuk pola dasar baja secara lebih lanjut. Salah satu dari aktivitas yang dilakukan mesin ini adalah proses pembengkokan (*bending*) dan juga penekanan (*pressing*).

3. Mesin YP-315



Gambar 4.5 Mesin YP-315

Mesin YP-315 merupakan mesin *press* dengan berat 3 Ton dan berfungsi dalam merubah bentuk produk baja atau logam lain serta untuk proses pelapisan *part* baja dengan bahan isolator (*coating*) yang sebagian besar mnggunakan bahan dasar karet (*rubber*) dalam pelapisannya.

4. Mesin HT-1500



Gambar 4.6 Mesin HT-1500

Mesin HT-1500 ini merupakan mesin bertenaga diesel yang memiliki peran penting dalam proses penggabungan (*assembly*), terutama dalam proses *welding* dari *part Bracket Shock Engine Mtg-39* ini. Mesin YP-315 ini memiliki peran yang sangat penting dalam proses penggabungan dari setiap *part-part* yang telah diproses sebelumnya.

IV.3 Pengumpulan Data

IV.3.1 Pengumpulan data waktu proses produksi

Tabel 4.2 Data Waktu Proses Produksi *Bracket Shock Engine Mtg-39*

Job	Mesin			
	1 (YP-200)	2 (YP-300)	3 (YP-315)	4 (HT-1500)
1	8.25	9.00	11.50	9.25
2	10.50	8.25	8.85	9.25
3	11.35	10.35	10.15	10.75
4	10.15	10.25	9.45	9.15
5	9.25	11.75	9.50	10.00

IV.4 Pengolahan Data

IV.4.1 Pengolahan data menggunakan metode *Palmer*

Tabel 4.3 Hasil perhitungan bobot masing-masing *job*

Bobot	Nilai
W1	-3.15
W2	0
W3	5.5
W4	-2
W5	-3.8

Dispatch List yang diperoleh dari pembobotan masing-masing *job* adalah J3-J2-J4-J1-J5

Tabel 4.4 Hasil iterasi menggunakan metode *Palmer*

	M1	M2	M3	M4
J3	8.25	17.25	28.75	38.00
J2	17.50	29.25	38.75	48.75
J4	27.65	39.50	48.95	58.10
J1	35.90	48.50	60.45	69.70
J5	45.15	60.25	69.95	79.95

Iterasi dengan metode *Palmer* ini menggunakan $m = 4$ dan $j = 5$. Dari hasil pengolahan data, diperoleh *makespan* sebesar 79.95.

IV.4.2 Pengolahan data menggunakan metode *CDS*

- $k = 1$
 $t_{j,1}^1 = t_{j,1}$
 $t_{j,2}^1 = t_{j,4}$

Tabel 4.5 Urutan *job* $t_{j,1}$ dan $t_{j,4}$

	M1	M4
J1	8.25	9.25
J2	10.5	9.25
J3	11.35	10.75
J4	10.15	9.15
J5	9.25	10

Dari hasil perbandingan $t_{j,1}$ dan $t_{j,4}$ diperoleh urutan kerja : J5-J2-J3-J4-J1.

Tabel 4.6 Iterasi pertama menggunakan metode CDS

	M1	M2	M3	M4
J5	9.25	21.00	30.50	40.50
J2	19.75	29.25	39.35	49.75
J3	31.10	41.45	51.60	62.35
J4	41.25	51.70	61.15	71.50
J1	49.50	60.70	72.65	80.75

- $k = 2$
 $t_{j,1}^1 = t_{j,1} + t_{j,2}$
 $t_{j,2}^1 = t_{j,3} + t_{j,4}$

Tabel 4.7 Urutan job $t_{j,1} + t_{j,2}$ dan $t_{j,3} + t_{j,4}$

	M1+M2	M3+M4
J1	17.25	20.75
J2	18.75	18.1
J3	21.7	20.9
J4	20.4	18.6
J5	21	19.5

Dari hasil perbandingan $t_{j,1} + t_{j,2}$ dan $t_{j,3} + t_{j,4}$ diperoleh urutan kerja : J4-J5-J3-J2-J1.

Tabel 4.8 Iterasi kedua menggunakan metode CDS

	M1	M2	M3	M4
J4	10.15	20.40	29.85	39.00
J5	19.40	32.15	41.65	51.65
J3	30.75	42.50	52.65	63.40
J4	40.90	52.75	62.20	72.55
J2	51.40	61.00	71.05	81.80

- $k = 3$
 $t_{j,1}^1 = t_{j,1} + t_{j,2} + t_{j,3}$
 $t_{j,2}^1 = t_{j,2} + t_{j,3} + t_{j,4}$

Tabel 4.9 Urutan $job t_{j,1} + t_{j,2} + t_{j,3}$ dan $t_{j,2} + t_{j,3} + t_{j,4}$

	M1+M2+M3	M2+M3+M4
J1	28.75	29.75
J2	27.60	26.35
J3	31.85	31.25
J4	29.85	28.85
J5	30.5	31.25

Dari hasil perbandingan $t_{j,1} + t_{j,2} + t_{j,3}$ dan $t_{j,2} + t_{j,3} + t_{j,4}$ diperoleh urutan kerja : J4-J5-J3-J1-J2.

Tabel 4.10 Iterasi ketiga menggunakan metode *CDS*

	M1	M2	M3	M4
J4	10.15	20.40	29.85	39.00
J5	19.40	32.15	41.65	51.65
J3	30.75	42.50	52.65	63.40
J1	39.00	51.50	64.15	73.40
J2	49.50	59.75	73.00	82.65

IV.4.3 Pengolahan data menggunakan metode *NEH*

Tabel 4.11 Penentuan prioritas urutan kerja

	M1	M2	M3	M4	Total
J1	8.25	9.00	11.50	9.25	38
J2	10.50	8.25	8.85	9.25	36.85
J3	11.35	10.35	10.15	10.75	42.6
J4	10.15	10.25	9.45	9.15	39
J5	9.25	11.75	9.50	10.00	40.5

Dari tabel 4.10 diperoleh urutan pemrosesan job sebagai berikut : J3-J5-J4-J1-J2.

- Iterasi 1 (J3, J5)

Tabel 4.12 Hasil Iterasi pertama

J3-J5	11.35	21.70	31.85	42.60
	20.60	33.45	41.35	51.35
J5-J3	9.25	21.00	30.50	40.50
	20.60	31.35	41.50	52.25

- Iterasi 2 (J3, J5, J4)

Tabel 4.13 Hasil Iterasi kedua

J3-J5-J4	11.35	21.70	31.85	42.60
	20.60	33.45	41.35	51.35
	30.75	43.70	53.15	62.30
J3-J4-J5	11.35	21.70	31.85	42.60
	21.50	31.95	41.40	51.75
	30.75	43.70	53.20	63.20
J4-J3-J5	10.15	20.40	29.85	39.00
	21.50	31.85	42.00	52.75
	30.75	43.60	53.10	63.10

- Iterasi 3 (J3, J5, J4, J1)

Tabel 4.14 Hasil Iterasi ketiga

J3-J5-J4-J1	11.35	21.7	31.85	42.6
	20.60	33.45	41.35	51.35
	30.75	43.7	53.15	62.3
	39.00	52.70	64.65	73.90
J3-J5-J1-J4	11.35	21.7	31.85	42.6
	20.60	33.45	41.35	51.35
	28.85	42.45	53.95	63.20
	39.00	52.70	63.40	72.55
J3-J1-J5-J4	11.35	21.7	31.85	42.6
	19.60	30.70	43.35	52.60
	28.85	42.45	52.85	62.85
	39.00	52.70	62.30	72.00
J1-J3-J5-J4	8.25	17.25	28.75	38.00
	19.60	29.95	40.10	50.85
	28.85	41.70	51.20	61.20
	39.00	51.95	61.40	70.55

- Iterasi 4 (J3, J5, J4, J1, J2)

Tabel 4.15 Hasil Iterasi keempat

J1-J3-J5-J4-J2	8.25	17.25	28.75	38.00
	19.60	29.95	40.10	50.85
	28.85	41.70	51.20	61.20
	39.00	51.95	61.40	70.55
	49.50	60.20	70.25	79.80

J1-J3-J5-J2-J4	8.25	21.7	31.85	42.6
	19.60	33.45	41.35	51.35
	28.85	43.7	53.15	62.3
	39.35	51.95	62.00	71.55
	49.50	62.20	71.65	80.80

J1-J3-J2-J5-J4	8.25	17.25	28.75	38.00
	19.60	29.95	40.10	50.85
	30.10	38.35	48.95	60.10
	39.35	51.10	60.60	70.60
	49.50	61.35	70.80	79.95

J1-J2-J3-J5-J4	8.25	17.25	28.75	38.00
	18.75	27.00	37.60	47.25
	30.10	40.45	50.60	61.35
	39.35	52.20	61.70	71.70
	49.50	62.45	71.90	81.05

J2-J1-J3-J5-J4	10.50	18.75	27.60	36.85
	18.75	27.75	39.25	48.50
	30.10	40.45	50.60	61.35
	39.35	52.20	61.70	71.70
	49.50	62.45	71.90	81.05

IV.5 Analisis Data

IV.5.1 Analisis hasil perhitungan metode *Palmer*

Pengolahan data waktu proses setiap *job* pada masing-masing mesin menggunakan metode *Palmer* diawali dengan memberikan bobot pada masing-masing mesin (m), yang mana untuk penelitian ini $m = 4$, maka

diperoleh bobot (w_m) sebesar -3, -1, 1, dan 3. Bobot ini merupakan ketentuan dari *palmer* selaku pencipta metode ini dengan mempertimbangkan adanya persebaran bobot dari mesin pertama hingga mesin terakhir, yang kemudian dikonversikan dalam bentuk nilai dengan interval antar variabel bobot setiap mesinnya memiliki selisih sebesar 2 ($|w_{m1} - w_{m2}| = 2$), ($|w_{m2} - w_{m3}| = 2$), ($|w_{m3} - w_{m4}| = 2$). Hal ini berlaku pula untuk mesin berkelipatan ganjil, namun variabel bobot yang berlaku pada kasus dengan mesin ganjil selalu menempatkan nilai 0 di posisi mesin yang berada di tengah dan penjumlahan nilai bobot sebesar -2 untuk mesin yang berada di sebelah kiri mesin tengah dan +2 untuk mesin yang berada di sebelah kanan mesin tengah. Kemudian bobot yang ada akan diproses dengan data waktu proses setiap mesin untuk menemukan bobot (w) pada masing-masing *job*. Bobot (w) merupakan total dari hasil perkalian variabel bobot (w_j) dengan waktu proses masing-masing mesin seperti pada gambar berikut.

f_x		M1	M2	M3	M4
16					
17	J1	8.25	9.00	11.50	9.25
18	J2	10.50	8.25	8.85	9.25
19	J3	11.35	10.35	10.15	10.75
20	J4	10.15	10.25	9.45	9.15
21	J5	9.25	11.75	9.50	10.00
22		-3	-1	1	3

Gambar 4.7 Perhitungan w_1 menggunakan Ms.Excel

Tabel 4.16 Hasil pembobotan seluruh *job*

Bobot	Nilai
W1	-3.15
W2	0
W3	5.5
W4	-2
W5	-3.8

Setelah diperoleh bobot (w) masing-masing *job* pada tabel 4.15, urutan pemrosesan masing-masing *job* didapatkan nilai bobot terbesar dimiliki oleh w_3 senilai 5.5, dan bobot terkecil dimiliki oleh w_5 senilai -3.8. Diperoleh urutan pemrosesan : J3-J2-J4-J1-J5.

Untuk memperoleh hasil *makespan* yang optimal, selanjutnya urutan pemrosesan tersebut akan ditindak lanjuti dengan iterasi dengan metode

heuristic klasik melalui penjumlahan setiap waktu proses yang ada sesuai dengan urutan pemrosesan yang sudah didapat sebelumnya.

Tabel 4.17 Hasil iterasi menggunakan metode *palmer*

	M1	M2	M3	M4
J3	8.25	17.25	28.75	38.00
J2	17.50	29.25	38.75	48.75
J4	27.65	39.50	48.95	58.10
J1	35.90	48.50	60.45	69.70
J5	45.15	60.25	69.95	79.95

Setelah dilakukan iterasi seperti pada tabel 4.16, maka diperoleh nilai *makespan* sebesar 79.95. Metode *Palmer* ini hanya menggunakan satu kali iterasi dengan mempertimbangkan nilai dari masing-masing *job* yang telah diproses dengan bobot dari masing-masing mesin. Hal ini yang menjadi dasar metode ini dalam menentukan prioritas iterasi waktu proses dari *job* yang memiliki nilai terbesar terlebih dahulu.

IV.5.2 Analisis hasil perhitungan metode *Campbell Dudek Smith* (CDS)

Metode *CDS* ini menerapkan jumlah iterasi sebanyak $m-1$ kali. Dan menerapkan *formula* untuk masing-masing iterasi terdiri dari $t_{j,1}^1 = t_{j,1}$ dengan $t_{j,2}^1 = t_{j,4}$ kemudian $t_{j,1}^2 = t_{j,1} + t_{j,2}$ dengan $t_{j,2}^2 = t_{j,3} + t_{j,4}$, dan juga $t_{j,1}^3 = t_{j,1} + t_{j,2} + t_{j,3}$ dengan $t_{j,2}^3 = t_{j,2} + t_{j,3} + t_{j,4}$.

Tabel 4.18 Klasifikasi urutan pemrosesan iterasi pertama

	M1	M4	Urutan
J1	8.25	9.25	U1
J2	10.5	9.25	U4
J3	11.35	10.75	U5
J4	10.15	9.15	U2
J5	9.25	10	U3

Pada iterasi pertama ($t_{j,1}^1 = t_{j,1}$ dengan $t_{j,2}^1 = t_{j,4}$) didapat klasifikasi urutan pemrosesan pada tabel 4.17 dengan mempertimbangkan nilai waktu proses terkecil dari setiap *job* yang terdapat diantara 2 mesin. Urutan ini kemudian diolah menggunakan aturan *dispatch list* dari metode *Johnson* yang mengurutkan *job* berdasarkan urutan sebagai berikut : U3-U4-U5-U2-U1 . Sehingga diperoleh urutan pemrosesan : J5-J2-J3-J4-J1 untuk iterasi pertama.

Tabel 4.19 Klasifikasi urutan pemrosesan iterasi kedua

	M1+M2	M3+M4	Urutan
J1	17.25	20.75	U1
J2	18.75	18.1	U2
J3	21.7	20.9	U5
J4	20.4	18.6	U3
J5	21	19.5	U4

Untuk iterasi kedua ($t_{j,1}^1 = t_{j,1} + t_{j,2}$ dengan $t_{j,2}^1 = t_{j,3} + t_{j,4}$) diperoleh urutan pemrosesan : J4-J5-J3-J2-J1.

Tabel 4.20 Klasifikasi urutan pemrosesan iterasi ketiga

	M1+M2+M3	M2+M3+M4	Urutan
J1	28.75	29.75	U2
J2	27.60	26.35	U1
J3	31.85	31.25	U5
J4	29.85	28.85	U3
J5	30.5	31.25	U4

Sedangkan untuk iterasi ketiga (juga $t_{j,1}^1 = t_{j,1} + t_{j,2} + t_{j,3}$ dengan $t_{j,2}^1 = t_{j,2} + t_{j,3} + t_{j,4}$) diperoleh urutan pemrosesan : J4-J5-J3-J1-J2.

Tabel 4.21 Hasil akhir *makespan* ketiga iterasi

Iterasi (<i>k</i>)	Urutan <i>job</i>	<i>Makespan</i>
1	J5-J2-J3-J4-J1	80.75
2	J4-J5-J3-J2-J1	81.80
3	J4-J5-J3-J1-J2	82.65

Dari perbandingan hasil ketiga iterasi tersebut pada tabel 4.21, diperoleh nilai *makespan* terkecil pada urutan pemrosesan J5-J2-J3-J4-J1 sebesar 80.75, sedangkan untuk iterasi kedua dan ketiga memiliki nilai 81.80 dan 82.65. Dengan nilai *makespan* terkecil, maka *dispatch list* yang diperoleh dari iterasi

pertama (J5-J2-J3-J4-J1) dianggap sebagai solusi terbaik dari metode CDS ini.

IV.5.3 Analisis hasil perhitungan metode Nawaz Enscore Ham (NEH)

Metode NEH mengawali proses pengolahan data dengan menjumlahkan waktu proses pada masing-masing *job* yang menjadi dasar dalam penentuan urutan pemrosesan.

Tabel 4.22 Klasifikasi urutan pemrosesan

	M1	M2	M3	M4	Total	Urutan
J1	8.25	9.00	11.50	9.25	38	4
J2	10.50	8.25	8.85	9.25	36.85	5
J3	11.35	10.35	10.15	10.75	42.6	1
J4	10.15	10.25	9.45	9.15	39	3
J5	9.25	11.75	9.50	10.00	40.5	2

Dari klasifikasi pada tabel 4.22 diperoleh urutan pemrosesan : J3-J5-J4-J1-J2. Hal ini didasari oleh pengurutan nilai yang terbesar hingga terkecil dari masing-masing total waktu proses pada setiap *job*.

Pada metode NEH ini terdapat proses iterasi sebanyak m (jumlah mesin). Pada iterasi pertama, akan dilakukan perbandingan nilai akhir dari 2 *job* pertama dengan kombinasi yang berbeda, yaitu J3-J5 atau J5-J3.

Tabel 4.23 Hasil iterasi J3 dan J5

J3-J5	11.35	21.70	31.85	42.60
	20.60	33.45	41.35	51.35
J5-J3	9.25	21.00	30.50	40.50
	20.60	31.35	41.50	52.25

Hasil pada baris pertama J3-J5 merupakan akumulasi dari waktu proses J3 pada seluruh mesin : (11.35), (11.35+10.35), (11.35+10.35+10.15), dan (11.35+10.35+10.15+10.75). Kemudian pada baris kedua J3-J5 merupakan penjumlahan nilai J5 dengan waktu proses terpanjang antara J3 dan J5 sebelumnya : (9.25+11.35), (11.75+21.70), (9.50+33.45), (10.00+42.60).

Metode penjumlahan seperti ini juga berlaku untuk J5-J3 dan kombinasi *dispatch list* sementara menyesuaikan dengan urutan *job* yang didahulukan)

Setelah dilakukan iterasi yang terdapat pada tabel 4.23, diperoleh nilai terkecil sebesar 51.35 dari J3-J5. Selanjutnya J3-J5 akan diproses kembali dengan urutan *job* ketiga yaitu J4, yang setelahnya akan kembali dikombinasikan dengan J1 dan juga J2 dengan mempertimbangkan hasil *maskespan* sementara terkecil dari setiap kombinasi iterasi.

Tabel 4.24 Hasil iterasi akhir

J1-J3-J5-J4-J2	8.25	17.25	28.75	38.00
	19.60	29.95	40.10	50.85
	28.85	41.70	51.20	61.20
	39.00	51.95	61.40	70.55
	49.50	60.20	70.25	79.80
J1-J3-J5-J2-J4	8.25	21.7	31.85	42.6
	19.60	33.45	41.35	51.35
	28.85	43.7	53.15	62.3
	39.35	51.95	62.00	71.55
	49.50	62.20	71.65	80.80
J1-J3-J2-J5-J4	8.25	17.25	28.75	38.00
	19.60	29.95	40.10	50.85
	30.10	38.35	48.95	60.10
	39.35	51.10	60.60	70.60
	49.50	61.35	70.80	79.95
J1-J2-J3-J5-J4	8.25	17.25	28.75	38.00
	18.75	27.00	37.60	47.25
	30.10	40.45	50.60	61.35
	39.35	52.20	61.70	71.70
	49.50	62.45	71.90	81.05
J2-J1-J3-J5-J4	10.50	18.75	27.60	36.85
	18.75	27.75	39.25	48.50
	30.10	40.45	50.60	61.35
	39.35	52.20	61.70	71.70
	49.50	62.45	71.90	81.05

Setelah melakukan 4 kali iterasi dengan total 14 kombinasi, diperoleh hasil akhir pada tabel 4.24 dengan urutan kerja J1-J3-J5-J4-J2 dengan *makespan* sebesar 79.80.

Metode NEH menerapkan kombinasi pada setiap iterasi yang dilakukan. Hal ini dilakukan untuk meningkatkan peluang untuk memperoleh hasil yang optimal tanpa melakukan iterasi sejumlah $n!$.

IV.5.4 Analisis perbandingan hasil iterasi ketiga metode

Tabel 4.25 Hasil iterasi terbaik dari ketiga metode

Metode	<i>Dispatch List</i>	Nilai <i>makespan</i>
<i>Palmer</i>	J3-J2-J4-J1-J5	79.95
<i>CDS</i>	J5-J2-J3-J4-J1	80.75
<i>NEH</i>	J1-J3-J5-J4-J2	79.80

Berdasarkan hasil pengolahan data waktu proses menggunakan metode *Palmer*, *Campbell Dudek Smith (CDS)*, dan *Nawaz Ensore Ham (NEH)* pada tabel 4.25, diperoleh nilai *makespan* terkecil dengan metode *NEH* sebesar 79.80, berbeda 0.15 dengan metode *palmer* dan 0.95 dengan metode *CDS*.

Berdasarkan hasil tersebut, metode *NEH* memiliki nilai *makespan* yang lebih kecil, disusul oleh metode *Palmer* dan metode *CDS*. Nilai *makespan* yang terkecil selalu dianggap sebagai nilai optimal dari ketiga metode tersebut, dengan kata lain hasil dari metode *NEH* dapat dianggap sebagai hasil yang paling optimal dari seluruh iterasi yang dilakukan oleh setiap metode.

Jika mempertimbangkan kedua metode dengan hasil *makespan* paling minimum (*NEH* dan *palmer*), terdapat persamaan yang mendasari proses pengolahan data dan iterasi kedua metode tersebut. Kedua metode ini sama-sama melakukan klasifikasi *dispatch list* dengan mempertimbangkan total waktu proses terbesar pada awal iterasi. Yang membedakan kedua metode tersebut adalah adanya bobot awal yang sudah menjadi ketetapan dari metode *palmer* sebagai variabel dalam menemukan bobot pada masing-masing *job* (w).

Metode CDS menjadi metode dengan nilai *makespan* terbesar (kurang optimal) dari kedua metode lainnya. Metode CDS melakukan klasifikasi *dispatch list* pada masing-masing kelompok iterasi dengan mempertimbangkan waktu proses terkecil pada masing-masing *job* yang akan disusun menggunakan ketetapan penyusunan *dispatch list* pada metode *Johnson*. Selain itu, metode *CDS* tidak menggunakan bantuan variabel lain dalam membantu menentukan *dispatch list* seperti pada metode *palmer*, namun jumlah iterasi yang dilakukan pada metode *CDS* lebih banyak daripada metode *Palmer*.

Sebagai metode dengan nilai *makespan* yang paling optimal, metode *NEH* telah menerapkan klasifikasi *dispatch list* dengan mempertimbangkan waktu proses paling besar dari masing-masing *job*. Selain itu, jumlah iterasi yang dilakukan pada metode ini juga jauh lebih banyak dengan tingkat ketelitian yang lebih besar dari metode *palmer* dan *CDS*.

Setelah mendapati hasil yang paling optimal dari ketiga metode tersebut, *dispatch list* J1-J3-J5-J4-J2 menjadi prioritas perbaikan yang dapat diusulkan bagi perusahaan, dengan rincian batas total *makespan* untuk menyelesaikan seluruh *job* pada proses produksi *part Bracket Shock Engine Mtg-39* sebesar 79.80 detik. Dengan demikian, melalui *dispatch list* usulan yang diperoleh dari pengolahan data ini, diperkirakan akan mengoptimalkan proses produksi dengan meminimalisir *completion time* (waktu penyelesaian) hingga 5.93% yaitu 5.33 detik.

$$F_i \text{ awal} = 86.77$$

$$C_i \text{ awal} = 89.84$$

$$F_i = t_j + w_j$$

$$C_i = F_i + r_j$$

$$F_i = 79.80 + 1.64$$

$$C_i = 81.44 + 3.07$$

$$F_i \text{ akhir} = 81.44$$

$$C_i \text{ akhir} = 84.51$$