

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis pada Bab 4, diperoleh beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

- Optimasi dimensi menggunakan metode Metaheuristik *Simulated Annealing* efektif menurunkan volume *Double Coil Balanced C-Hook* dari 0,211 m³ menjadi 0,184 m³ (turun 12 %) dengan perhitungan analitik dan pada simulasi berhasil menurunkan dari 0,209 m³ menjadi 0.182 m³ (13%). Optimasi dilakukan tanpa mengubah fungsi operasional dan karakter geometri alat, sehingga penggunaan material menjadi lebih efisien namun fungsi manufaktur dan kekuatan mekanis terjaga.
- Tegangan Von Mises maksimum meningkat dari 97.14 MPa pada desain awal menjadi 184,91 MPa pasca-optimasi; meskipun nominalnya hampir dua kali lipat, distribusi tegangan pasca-optimasi lebih merata dan tidak lagi terpusat pada satu titik kritis, sehingga potensi retakan lokal dapat diminimalkan.
- Deformasi maksimum naik dari 15.88 mm ke 25.88 mm, namun nilai tersebut tidak mengganggu fungsi kerja alat secara signifikan, menandakan bahwa kekakuan struktural tetap terjaga meski material dikurangi.
- Faktor keamanan statik minimum menurun dari 2,44 menjadi 1,49, walaupun masih dibawah persyaratan $FoS \geq 1,50$, nilai yang didapatkan tidak berbeda jauh dengan margin hanya sebesar 1%. Meskipun begitu, karena nilainya masih diatas 1, struktur masih tetap aman menahan beban statik tanpa risiko plastisasi.
- Analisis *fatigue life* menunjukkan umur kelelahan pasca-optimasi berada di kisaran $2,29 \times 10^6$ siklus di seluruh permukaan, sedangkan $FoS_{fatigue}$ minimum 1,67, dimana ini masih di atas syarat $FoS_{fatigue} \geq 1,50$. Nilai ini menunjukkan ketahanan siklik jangka panjang dari desain hasil optimasi memadai dan tidak terlalu jauh menurunkan durabilitas dibandingkan desain awal.

- Meskipun proses optimasi berhasil mengurangi volume material, hal ini disertai dengan konsekuensi berupa peningkatan tegangan maksimum, deformasi lokal, serta penurunan faktor keamanan statik. Oleh karena itu, diperlukan strategi perkuatan tambahan pada area sambungan vertikal guna memastikan bahwa keandalan keseluruhan struktur tetap terjaga.

5.2 Saran

- Lakukan optimasi multi-objektif yang menggabungkan minimasi massa, distribusi tegangan homogen, dan peningkatan *FoS* statik dan *fatigue* ke dalam fungsi objektif sehingga solusi akhir memenuhi kriteria statik dan siklik sekaligus.
- Pada desain, dapat diterapkan penguatan lokal pada area sambungan vertikal, seperti misalnya penambahan radius *fillet*, peningkatan ketebalan strip, atau penggunaan material berdaya tahan *fatigue* lebih tinggi untuk menambah nilai *FoS* dan memperpanjang umur kelelahan pada titik kritis.