

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Crankshaft merupakan komponen inti mesin sepeda motor yang mengubah gerak naik turun piston menjadi putaran halus untuk transmisi tenaga. Komponen ini bekerja ekstrem di bawah beban siklik berat, torsi tinggi dan gesekan kontinu pada *journal* serta *crank pin*, sehingga sering gagal akibat kelelahan material (*fatigue*) yang dimulai dari retak permukaan *fillet*. Baja S48C menjadi pilihan utama karena keseimbangan *hardenability*, kekuatan tarik 570-750 MP, dan *yield strength* 345 MPa yang mendukung aplikasi otomotif. Di PT.XYZ, proses *induction Hardening scanning* digunakan untuk menciptakan lapisan martensit keras pada tipe BBB dan tipe RRR, sesuai standar JIS G4051, dengan spesifikasi coil 29 mm, rotasi 550 rpm, dan *coolant water based* 25 - 32°C.

Keberhasilan proses bergantung pada pengendalian temperatur austenitisasi (600-1000°C) dan *Feeding Rate* (300-1200s). Temperatur rendah menghambat transformasi austenite lengkap, sementara *Feeding Rate* terlalu cepat menyebabkan distribusi panas tidak merata, berujung inkonsistensi *hardness* dan *Case Depth*. Firdaus et al. (2023) menemukan deviasi proses di *Crankshaft* perumpang disebabkan *manpower* (30%) dan *machine* (25%), dengan Cp/Cpk mendekati 1.0. Holmberg et al. (2024) menunjukkan bahwa variasi kecepatan *scanning* pada *progressive induction Hardening* berpengaruh terhadap distribusi dan besaran tegangan sisa kompresif di permukaan, yang secara umum dikaitkan dengan peningkatan ketahanan *fatigue* komponen. Lu & Chiu (2024) menunjukkan bahwa variasi mikrostruktur (martensit, ferit, bainit) pada baja *induction Hardening* akibat perbedaan parameter proses secara langsung memengaruhi distribusi tegangan sisa permukaan dan gradien kekerasan. Singh (2014) soroti keunggulan *induction Hardening* minim distorsi dibanding *flame* atau *carburizing* pada geometri kompleks *Crankshaft*.

Saptohadi et al. (2024) verifikasi *Crankshaft* A123 S48C PT.XYZ penuhi standar JIS G4051, tapi optimasi *feeding*/temperatur tetap krusial. *Haryadi et al. (2021)* laporkan *Quenching* 900°C air mencapai 496 HV pada AISI 1045 (analog S48C), dominan martensite; oli SAE 20W-50 hanya 477 HV dengan bainite lebih banyak. *Handoyo (2015)* sukses *Quenching +Tempering* S45C (880°C oli/air, 560°C) hasilkan 31-43 HRC, struktur bainite/martensite halus. *Nugroho et al. (2022)* terapkan *static induction* pada *Crankshaft* HQ705 analog *Crankshaft*. *Priadi et al. (2003)* konfirmasi S48C sensitif temperatur dan laju beban tarik. *Naubnome et al. (2017)* buktikan waktu induksi tingkatan kedalaman S50C. *Purwanto et al. (2021)* optimasi austenitisasi pelat baja. *Karamanli & Unal (2025)* meningkatkan ketahanan aus (*wear resistance*) nodular cast iron melalui optimasi proses *induction Hardening*.

Meski studi spesimen melimpah, riset kombinasi temperatur-*Feeding Rate* spesifik *Crankshaft* S48C industri (BBB/RRR) masih terbatas. Penelitian ini analisis eksperimental dengan menggunakan Rockwell C, mesin SEM dan *digital caliper* untuk optimasi parameter PT.XYZ, tingkatan konsistensi kualitas dan umur pakai produk.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini dapat dinyatakan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi temperatur pemanasan (600°C, 875°C dan 1000°C untuk tipe BBB, kemudian 600°C, 800°C dan 1000°C untuk tipe RRR) terhadap nilai kekerasan permukaan pada *Crankshaft* baja S48C setelah proses *induction Hardening scanning*?
2. Bagaimana pengaruh variasi *Feeding Rate* (600s, 1000s dan 1200s untuk tipe BBB sedangkan untuk tipe RRR 300s, 500s dan 700s) terhadap kedalaman lapisan keras (*Case Depth*) dan panjang daerah pengerasan (*Hardness Length*) pada *Crankshaft* baja S48C?
3. Bagaimana perbedaan respons hasil pengerasan antara *Crankshaft* tipe

BBB dan RRR terhadap variasi temperatur dan waktu pemanasan yang diterapkan pada masing-masing tipe??

4. Kombinasi parameter temperatur dan *Feeding Rate* manakah yang paling optimal untuk mencapai standar kualitas JIS G4051?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini dirumuskan untuk menjawab rumusan masalah secara sistematis, yaitu:

1. Untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh variasi *temperatur Hardening* terhadap nilai kekerasan permukaan, kedalaman lapisan keras (*Case Depth*), dan panjang daerah pengerasan (*Hardness Length*) pada *Crankshaft* tipe BBB dan tipe RRR berbahan S48C.
2. Untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh variasi *Feeding Rate* pada proses *Hardening* terhadap nilai kekerasan permukaan, kedalaman lapisan keras (*Case Depth*), dan panjang daerah pengerasan (*Hardness Length*) pada *Crankshaft* tipe BBB dan tipe RRR berbahan S48C.
3. Untuk menganalisis pengaruh (kombinasi) antara *temperatur Hardening* dan *Feeding Rate* terhadap nilai kekerasan permukaan, kedalaman lapisan keras (*Case Depth*), dan panjang daerah pengerasan (*Hardness Length*) pada *Crankshaft* tipe BBB dan tipe RRR berbahan S48C.
4. Untuk mengevaluasi kesesuaian nilai kekerasan permukaan, kedalaman lapisan keras (*Case Depth*), dan panjang daerah pengerasan (*Hardness Length*) hasil *Hardening* dengan standar spesifikasi JIS G4051.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat teoritis dan praktis yang berasal langsung dari jawaban atas rumusan masalah mengenai pengaruh variasi temperatur dan *Feeding Rate* terhadap sifat mekanik dan mikro struktur *Crankshaft*.

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Menambah pengetahuan ilmiah mengenai hubungan spesifik antara variasi temperatur *Hardening* dengan perubahan kekerasan permukaan, *Case Depth*, dan *Hardness Length* baja S48C pada aplikasi *Crankshaft* aktual.
2. Memberikan data eksperimental tentang pengaruh *Feeding Rate* dengan temperatur terhadap distribusi lapisan keras pada *Crankshaft* tipe BBB dan tipe RRR.
3. Menyediakan referensi ilmiah untuk pengembangan model optimasi parameter proses *induction Hardening* yang dapat digunakan dalam penelitian lanjutan bidang material manufaktur.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Memberikan rekomendasi *parameter temperatur* dan *Feeding Rate* optimal untuk proses *Hardening Crankshaft* S48C di PT.XYZ, sehingga meningkatkan konsistensi kualitas produk sesuai standar industri.
2. Mengurangi risiko kegagalan *fatigue* dan keausan dini pada *Crankshaft* tipe BBB dan tipe RRR melalui pengendalian yang lebih baik terhadap *Case Depth* dan *Hardness Length* hasil *Hardening*.
3. Menjadi pedoman teknis bagi *operator* dan *engineer manufaktur* dalam pengaturan mesin *induction Hardening* untuk mencapai kesesuaian spesifikasi dengan efisiensi proses yang lebih tinggi.

1.5 Batasan Masalah Penelitian

Untuk menjaga fokus penelitian sesuai rumusan masalah dan tujuan yang telah dirumuskan, penelitian ini dibatasi pada ruang lingkup berikut:

1. Material: Hanya menggunakan baja karbon menengah S48C untuk kedua tipe *Crankshaft* (BBB dan RRR) sesuai spesifikasi standar PT.XYZ.
2. Parameter Proses:
 - a. Variasi temperatur *Hardening*: 600°C, 875°C, dan 1000°C (tipe BBB) dan Variasi temperatur *Hardening*: 600°C, 800°C, dan 1000°C (tipe RRR)

- b. *Variasi Feeding Rate*: 600s, 1000s, dan 1200s (*tipe BBB*) dan *Variasi Feeding Rate*: 300s, 500s, dan 700s (*tipe RRR*)
- 3. *Variabel Pengukuran*:
 - a. Kekerasan permukaan (metode Rockwell C)
 - b. Kedalaman lapisan keras (*Case Depth* dan)
 - c. Panjang daerah pengerasan (*Hardness Length*)
- 4. Lokasi dan Fasilitas: Dilaksanakan hanya di PT.XYZ menggunakan mesin *induction Hardening scanning system* yang tersedia di perusahaan tersebut.
- 5. Standar Perbandingan: Hasil pengujian dibandingkan dengan spesifikasi standar PT.XYZ (HRC 45-60, *Case Depth* 0.6-3.0 mm, *Hardness Length* sesuai tipe).
- 6. Metode Analisis: Pengujian destruktif terbatas pada pengukuran sifat mekanik permukaan, tidak termasuk uji *fatigue* atau analisis *Residual stress* dan observasi mikro struktur.