

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Baja karbon rendah menjadi pilihan utama dalam industri suku cadang mobil dan konstruksi bangunan karena memiliki sifat-sifat khusus yang sangat dihargai, antara lain keuletan tinggi yang memastikan daya tahan yang optimal, kekerasan permukaan yang tinggi untuk mencegah keausan berlebihan, dan kemampuan mudah dibentuk yang memungkinkan proses manufaktur menjadi lebih efisien.

Jenis baja karbon rendah yang paling umum adalah roda gigi, batang dan lembaran tempa serta pipa dan batang las. Kegunaan umum untuk baja termasuk baut, sekrup, roda gigi, batang piston dan komponen roda pendaratan pesawat. (Nasution dan Nasution, 2020) Karena itu komponen permesinan tersebut perlu mendapatkan perhatian dan treatment khusus dalam proses pembentukannya. Karakter dari material untuk itu diantaranya harus keras, tahan aus, tahan korosi, ulet dan Tangguh.

Pengolahan logam dapat diartikan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas bahan sesuai yang diinginkan. Bahan logam umumnya diproses dengan memanaskannya hingga suhu yang sesuai, menahannya pada suhu tersebut selama beberapa waktu, dan kemudian mendinginkannya dengan kecepatan yang sesuai hingga suhu yang lebih rendah. Perlakuan panas terhadap logam ini meliputi *annealing*, *normalizing*, *quenching*, dan *tempering*. Untuk logam, sifat material yang dapat diubah dapat mencakup sifat mekanik (kekuatan, keuletan, ketangguhan, kekerasan, dan ketahanan aus. Sifat fisik (massa jenis, titik leleh, panas jenis, struktur kristal, konduktivitas termal, koefisien muai, hambatan listrik, dll) dan sifat kimia (korosi dan oksidasi).

Metode pengolahan bahan lainnya adalah perlakuan permukaan menggunakan metode termokimia. Ini adalah metode pengerasan permukaan dengan menyebarkan atom tertentu seperti karbon, nitrogen, atau kombinasi keduanya, ke permukaan material. Adapun jenis-jenis pengerasan termokimia meliputi proses karburasi, sianiding, karbonitriding, dan nitridasi.

Metode pengolahan specimen uji (material) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengerasan permukaan dengan cara nitridasi yaitu dengan menambahkan nitrogen pada permukaan material. Nitridasi memberikan kekerasan permukaan yang tinggi, metode ini cocok untuk material baja paduan yang memiliki unsur paduan seperti aluminium, kromium, molibdenum, tungsten, dan vadium. Mekanisme proses nitridasi adalah menambahkan nitrogen pada permukaan material agar sangat stabil dan keras. Baja yang diperkeras dipanaskan dalam lingkungan yang mengandung nitrogen. Nitrogen diproduksi dengan menguraikan gas ammonia (NH_3) pada suhu 500°C - 600°C selama beberapa jam (1-100jam). Jumlah atom nitrogen yang menembus permukaan material bergantung pada suhu dan konsentrasi nitrogen. Karena nitridasi dilakukan pada suhu yang relatif rendah (500°C) dan tidak memerlukan proses pendinginan (*quenching*) untuk menghasilkan martensit, benda kerja yang dinitridasi mengalami deformasi lebih sedikit dibandingkan karburasi dan permukaan yang dihasilkan juga lebih keras. Baja yang diperoleh dengan cara nitridasi memiliki ketahanan aus yang sangat baik, terutama untuk bagian yang menghasilkan panas akibat gesekan. Metode ini biasa digunakan untuk pemandu katup,udukan katup, transmisi, dan lain-lain.

Dalam aplikasi, keausan adalah kondisi yang tidak bisa dihindari karena pengaruh gaya luar seperti tegangan gesekan. Keausan merupakan perubahan dimensi material yang disebabkan oleh perpindahan permukaan material akibat erosi hasil dari aksi mekanis. Hal ini terjadi pada komponen yang permukaannya bergesekan satu sama lain dalam gerak geser.

Faktor terpenting dalam rusaknya fungsi mesin yaitu keausan, sehingga dapat menyebabkan berkurangnya masa pakai kinerja berbagai komponen mesin serta secara tidak langsung meningkatkan biaya perawatan. Menurut (Rabinowicz, 1995), 70% hilangnya fungsi bagian-bagian mesin disebabkan oleh kerusakan pada permukaan logam, termasuk keausan (55%) dan korosi (15%). Keausan yang utama adalah keausan perekat (25%) dan keausan abrasif (20%) dan sisanya disebabkan oleh mekanisme keausan lainnya. Menilik keausan merupakan penyebab utama penurunan fungsi bagian mekanis, maka perlu dilakukan upaya perbaikan sifat mekanik khususnya ketahanan aus melalui pengerasan permukaan, perlakuan panas dan lain-lain.

Pada proses nitridasi padat terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas produk yang diperoleh dari proses tersebut, seperti suhu, kadar bahan kimia yang digunakan, dan berapa lama bahan bertahan selama proses nitridasi. Namun dalam praktiknya, variasi waktu lebih sering diterapkan untuk membentuk lapisan nitrida dengan ketebalan berbeda tergantung kebutuhan material. Hal ini disebabkan karena perubahan waktu penahanan pada proses nitridasi lebih mudah dibandingkan dengan perubahan konsentrasi kimia atau suhu. Perubahan konsentrasi dan suhu bahan kimia memerlukan waktu dan tidak serta merta berubah. Kenaikan atau penurunan suhu memerlukan banyak waktu, menambah kerugian atau waktu tidak produktif dalam perusahaan. Namun, jika Anda melakukannya pada waktu yang salah, kualitas produk Anda pun akan menurun (Sujita *et al*, 2023). Diantara berbagai sifat baja, kekerasan dan keausan merupakan sifat yang diperhatikan dalam perencanaan konstruksi mesin, terutama untuk komponen yang saling meluncur atau bergesekan.

Berkaitan dengan latar belakang tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi temperatur dan media pendingin pada proses *pack nitriding* terhadap kekerasan pada Baja karbon rendah. Karena semakin tinggi temperatur pemanasan *nitriding* maka hasil kekerasannya dapat meningkat atau kian keras dan kian bertambah dalam nitrogen yang terdifusi pada material.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan maka penelitian ini memiliki rumusan masalah yaitu Bagaimana pengaruh variasi suhu dan media pendingin pada proses *pack nitriding* terhadap peningkatan kekerasan pada baja karbon rendah AISI 1010

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu dan media pendingin pada *pack nitriding* terhadap kekerasan material baja karbon rendah AISI 1010
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi suhu dan media pendingin pada proses *pack nitriding* terhadap lapisan difusi pada permukaan material baja karbon rendah AISI 1010

1.4 Batasan Masalah

1. Pemilihan bahan yang digunakan adalah material baja karbon AISI 1010
2. Media *pack nitriding* yang digunakan pupuk urea kandungan nitrogen 46%
3. Variabel pengujiannya adalah temperatur *nitriding* dan media *quenching*. 550°C (tanpa quenching), 750°C, 850°C dan 900°C dengan waktu penahanan masing-masing selama 2 jam
4. Pengujian yang dilakukan adalah uji kekerasan Vickers Hardness Test, pengujian metalografi SEM & EDS

1.5 State of the art

Perbedaan metode pendingin dan pengujian diharapkan memiliki pengaruh terhadap sifat mekanis dan struktur material. Berikut ini beberapa jurnal dalam penelitian pebandingan pendinginan dan pengujian sbb:

(Sujita *et al*, 2023) melakukan penelitian dengan judul pengaruh proses *pack nitriding* terhadap angka kekerasan permukaan, keuletan dan struktur mikro pada baja SS400. Pada proses *pack nitridasi*, nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada baja SS 400 dengan perlakuan urea pada suhu 580 °C dan waktu tahan 4 jam yaitu 234,84 kg/mm², dan nilai terendah diperoleh pada sampel tanpa perlakuan., yaitu 168,19 kg/mm². Nilai daktilitas tertinggi diperoleh pada suhu 560°C dan waktu penahanan 4 jam dengan nilai 39,7 Joule, dan nilai daktilitas terendah pada sampel tanpa perlakuan sebesar 158,3 Joule. Dengan meningkatnya suhu tungku dan pencampuran bahan nitridasi, nilai kekerasan baja karbon rendah juga meningkat. Hasil pengujian struktur mikro terhadap sampel yang tidak diberi perlakuan dan sampel yang dilakukan pengisian nitridasi pada suhu 560°C, 580°C, dan 600°C menunjukkan bahwa komposisi kimianya meningkat seiring dengan peningkatan suhu tungku. Dan juga dengan campuran Nitrogen dalam bentuk urea.

(Yudhawan, 2022) melakukan penelitian dengan tujuan mengetahui pengaruh variasi degree of availability (D.O.A) atau derajat ketersediaan media urea proses nitriding terhadap sifat fisik dan mekanik dari sprocket non-pabrikan resmi. Dalam penelitian ini Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa tingkat ketersediaan dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik sproket. Untuk nilai rata-rata keausan spesifik sproket resmi pabrikan adalah 0,00039 mm³ /kg. Pembuat

tidak resmi $0,00059 \text{ mm}^3 / \text{kg.m}$. Sedangkan hasil sprocket hasil proses pack nitriding dengan variasi D.O.A 0,2 mencapai ketahanan aus tertinggi sebesar yaitu $0.00010 \text{ mm}^3 / \text{kg.m}$. Nilai kekerasan rata-rata sproket dari pabrikan resmi adalah 346,68 VHN, dan nilai kekerasan rata-rata sproket dari pabrikan non-resmi adalah 266,76 VHN, dan nilai kekerasan tertinggi sebesar 356,18VHN dicapai dengan sproket pack nitridasi. Hasil pengujian laju korosi sproket dengan dan tanpa nitridasi pack menunjukkan hasil yang sangat baik (sangat baik). Dari hasil pengamatan struktur mikro sproket dengan perlakuan pack nitridasi terlihat adanya lapisan berwarna putih, yang mempunyai lapisan putih paling tebal pada sproket, variasi D.O.A 0.2, ketebalan $7.5 \mu\text{m}$.

(Dalcin, 2021) melakukan penelitian terhadap struktur mikro dan sifat keausan baja bainitik karbon rendah selama nitridasi plasma dalam campuran gas NH yang berbeda. Penelitian ini telah menarik kesimpulan. Nitridasi plasma telah terbukti menjadi proses yang layak untuk meningkatkan kekerasan dan kekuatan patah awal baja bainitik DIN 18MnCrSiMo6-4. Secara umum perlakuan dengan komposisi gas kaya nitrogen (76% N) menghasilkan tegangan sisa tekan yang lebih besar pada permukaan baja dibandingkan komposisi dengan 5 dan 24% N. Waktu nitridasi tampaknya tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tegangan sisa di zona yang menyebar. Sampel nitridasi plasma dengan 24% dan 76% N membentuk lapisan senyawa dua fase $\epsilon\text{-Fe (C)N}$ dan $\gamma'\text{-Fe N}$. Dengan menurunnya proporsi nitrogen dalam campuran gas, proporsi $\gamma'\text{-Fe N}$ pada lapisan tersambung meningkat, namun lapisan tersambung satu fasa hanya tercapai jika komposisi nitrogennya 5%. Kekerasan permukaan baja DIN 18MnCrSiMo6-4 meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan nitrogen dalam campuran gas. Hal ini karena proporsi $\epsilon\text{-Fe(C)N}$ meningkat. Seperti yang ditunjukkan dalam penelitian ini, fase $\epsilon\text{-Fe(C)N}$ lebih sulit daripada fase $\gamma'\text{-Fe N}$.

(Tikupadang dan Arifuddin 2020) melakukan kajian analisis uji keausan dan struktur mikro baja karbon rendah dengan proses nitridasi. Proses perlakuan panas dilakukan pada suhu $925\text{--}950^\circ\text{C}$ dengan waktu penahanan 10 menit, dilanjutkan dengan pendinginan udara selama 24 jam. Untuk itu dilakukan uji kekerasan untuk menganalisis keausan dan menghitung nilai ketahanan aus dan analisis halus terhadap perubahan struktur mikro. dari hasil Penelitian ini menunjukkan bahwa

struktur mikro baja karbon rendah mengalami perubahan seiring dengan meningkatnya temperatur proses nitridasi, dengan penambahan unsur ferit dan perlit, namun dimensi dan sebaran unsur austenitik bertambah.

(Umardani, 2019) Telah dilakukan penelitian untuk pengerasan permukaan bilah hammer mill AISI 1022 menggunakan metode nitridasi dalam larutan campuran kalium nitrat dan natrium nitrit. Pada penelitian ini pisau hammer mill dibuat dari baja karbon rendah yang relatif murah dan mudah dalam pengerjaannya. Oleh karena itu, kami menerapkan perlakuan pengerasan permukaan untuk mencapai nilai kekerasan yang sesuai dengan baja karbon tinggi Hammer Mill Knife. Baja karbon rendah yang digunakan adalah AISI 1022. Proses yang digunakan adalah proses nitridasi. Parameter yang digunakan sebagai variasi waktu tunggu. Nitridasi dilakukan menggunakan larutan garam $\text{KNO}_3 + \text{NaNO}_2$ dengan perbandingan 50:50 pada suhu 310°C . Langkah uji nitridasi dimulai dengan melarutkan KNO_3 dengan NaNO_2 dalam bejana nitridasi, memanaskan sampel dalam tungku hingga austenit digunakan untuk mendorong dan mempercepat proses difusi, dan tiga waktu penahanan yang berbeda yaitu 4 jam, 8 jam, 12 jam. Pengujian tersebut menunjukkan bahwa proses nitridasi dapat meningkatkan nilai kekerasan material dari 213,3 HV menjadi 627 HV. Dari uji fotomikrograf terbentuk lapisan nitrida setebal $554\ \mu\text{m}$ dengan waktu tahan 4 jam, terbentuk lapisan nitrida setebal $704\ \mu\text{m}$ dengan waktu tahan 8 jam, dan $977\ \mu\text{m}$ di waktu penahanan 12 jam. Hasil tersebut menunjukkan bahwa waktu penahanan berbanding lurus dengan laju difusi, dan nilai kekerasan serta lapisan nitrida dapat meningkat dengan waktu penahanan.

Kebaharuan dari penelitian ini dibandingkan dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan atau dijelaskan sebelumnya adalah bagaimana pengaruh dari variasi suhu dan media pendingin proses *pack nitriding* terhadap kekerasan dan struktur mikro pada baja karbon AISI 1010

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk dapat memudahkan dalam penyusunan tugas akhir/skripsi ini membuat sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, *State Of The Art*, dan sistematika penulisan

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Berisi referensi pustaka untuk mendukung penelitian tugas akhir

BAB III METODE PENELITIAN

Berisi cara atau tahapan penelitian yang digunakan menggunakan diagram alir serta proses pengujian yang dilakukan pada material baja karbon rendah

BAB IV PEMBAHASAN

Berisi tentang hasil pengujian dan pembahasan data-data yang dilakukan pada baja karbon rendah

BAB V PENUTUP

Berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan

DAFTAR REFERENSI

LAMPIRAN