

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

1.1 Tinjauan Pustaka

Budiansyah, (2014) melakukan penelitian tentang proses *toyota diffusion* dengan material SKD 11 secara berulang, dalam penelitian ini mengakibatkan kekerasan, ketebalan dan kadar karbon yang didapat berkurang seiring dengan banyaknya pengulangan proses. Pengurangan kekerasan permukaan yang dihasilkan pada TD I, II dan III dalam penelitian ini ialah 3481 HV, 3105 HV, dan 2943 HV. Sedangkan untuk kekerasan substratnya ialah 1110 HV, 774 HV, dan 766 HV, pengurangan ketebalan lapisan TD yang didapat pada TD I, II dan III dalam penelitian ini 8.8 μm , 6.1 μm dan 4.6 μm , dan pengurangan kadar karbon pada substrat yang didapat pada TD I, II dan III dalam penelitian ini 3.3%, 2.38% dan 2.2%. Pada penelitian ini, selain memperbanyak waktu wantu digunakan dalam proses pengambilan data juga hasil yang diberikan oleh proses yang dilakukan semakin buruk dari pada hanya sekali proses *toyota diffusion* pada material baja SKD 11.

Murtiono, (2012) melakukan penelitian tentang pengaruh *quenching* dan *tempering* terhadap kekerasan dan kekuatan tarik serta struktur mikro baja karbon sedang yaitu bahan yang digunakan sebagai pegas mobil, memperoleh hasil bahwa meningkatnya suhu *tempering* memiliki kecenderungan menurunkan nilai kekerasan dan kekuatan tarik material. Pada penelitian ini seharusnya *tempering* hanya untuk perlakuan akhir karena tujuan utamanya adalah menghilangkan tegangan sisa, jadi tidak perlu suhu yang terlalu tinggi cukup pada 180°C.

Napitupulu dkk, (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh media pendingin dan temperatur terhadap nilai kekerasan pada proses *hardening* *tempering* pada baja perkakas SKD 11. Proses *tempering* dapat menaikkan

kekerasan baja SKD 11 yang telah di quenching dengan air, sedangkan pada baja SKD 11 yang telah di *quenching* dengan oli proses tempering tidak memperlihatkan peningkatan kekerasan pada baja. Seharusnya peneliti juga memasukan metode pendinginan dengan *blower* atau kipas angin agar hasil penelitian lebih banyak variasinya, karena pendinginan dengan lambat akan mengakibatkan material tidak rapuh.

Aryanto dkk, (2016) mempelajari struktur dan ketahanan oksidasi temperatur tinggi dari lapisan Fe-Al pada baja karbon rendah. Lapisan Fe-Al didepositkan pada permukaan baja karbon rendah dengan perlakuan termal (*heat treatment*) selama 2 jam dengan tekanan vakum 5 Pa. Pengujian *cyclic-oxidation* baja karbon rendah, lapisan Fe-Al dengan dan tanpa *heat treatment* dilakukan pada temperatur 600°C selama 60 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan Fe-Al memiliki ketahanan oksidasi yang tinggi dibanding baja tanpa lapisan. Setelah 60 jam terpapar temperatur tinggi sampel yang tanpa dilapisi Fe-Al membentuk lapisan Fe₃O₄, dan Fe₂O₃ dengan total ketebalan 75.93 µm. Lapisan Fe-Al tanpa heat treatment membentuk lapisan oksida tipis, yang diindikasikan. Sementara itu, hasil analisis EDS sampel dengan heat treatment, membentuk dua lapisan Fe-Al dengan konsentrasi elemen yang berbeda. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa deposisi dari lapisan Fe-Al pada baja karbon rendah dapat meningkatkan ketahanan oksidasi baja karbon rendah. Peneliti seharusnya meneliti lanjutan mengenai identifikasi fasa dan struktur mikro setelah pengujian karena agar pembaca lebih jelas memahami pengaruh *vacuum heat treatment* pada struktur baja tersebut.

Khafri dkk, (2008) meneliti tentang pengaruh *vanadium carbide* terhadap kekerasan material baja DIN 1.2367 dengan menggunakan metode difusi termal, diperoleh hasil rata-rata kekerasan setelah diberi pelapisan *vanadium* sebesar 576 HV. Pada pengujian ini hanya dihitung kekerasan dari permukaan material saja, harusnya peneliti melakukan pengujian sampai ke substratnya agar lebih spesifik hasil pengaruh vanadium dari pengujian tersebut.

(Suryo, 2017) melakukan penelitian tentang pengaruh *physical vapour deposition* dengan tambahan *vacuum heat treatment* dan *tempering* pada baja SKD 11, menyatakan bahwa proses PVD menghasilkan lapisan tipis yang homogen dengan ketebalan yang relatif sama di seluruh permukaan substrat yang mempengaruhi kekerasan pada permukaan spesimen tersebut, sedangkan *vacuum heat treatment* dan *tempering* hanya untuk mengurangi tegangannya. Peneliti diharapkan dapat melakukan kajian yang lebih dalam tentang bagaimana cara material dapat terdifusi kedalam Substrat. Selain itu juga perlu dilakukan penelitian mengenai kemungkinan lapisan yang timbul karena PVD menjadi senyawa kompleks.

Berdasarkan penelitian yang sudah disebutkan di atas, dapat diketahui bahwa proses pengerasan material ada berbagai macam cara dilakukan terhadap baja SKD 11 dengan menggunakan alat sejenis, namun penelitian mengenai baja SKD 11 yang diberi perlakuan *toyota diffusion* dan *toyota diffusion* dengan tambahan *vacuum heat treatment* belum dilaporkan. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian tentang baja SKD 11 yang diberi perlakuan *toyota diffusion* dan *toyota diffusion* dengan tambahan *vacuum heat treatment* agar menghasilkan kekerasan, stuktur mikro dan ketahanan aus yang lebih baik.

1.2 Dasar Teori

2.2.1 Baja

Baja adalah logam paduan dengan besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsure paduan utamanya. Kandungan karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur penguat. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah mangan (manganese), krom (chromium), vanadium, dan nikel. Dengan memvariasikan kandungan karbon dan unsur paduan lainnya, berbagai jenis kualitas baja bisa didapatkan. penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan (*hardness*) dan kekuatan tariknya

(tensile strength), namun di sisi lain membuatnya menjadi getas (brittle) serta menurunkan keuletannya (ductility). Pengaruh utama dari kandungan karbon dalam baja adalah pada kekuatan, kekerasan, dan sifat mudah dibentuk. Kandungan karbon yang besar dalam baja mengakibatkan meningkatnya kekerasan tetapi baja tersebut akan rapuh dan tidak mudah dibentuk (Davis, 1982).

2.2.2 Baja SKD 11

Baja yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja SKD11, baja perkakas SKD 11 adalah jenis baja berkualitas tinggi yang dibuat untuk diaplikasikan sebagai alat pemotong, alat pembentuk, dan sebagai cetakan. Baja perkakas SKD 11 merupakan baja perkakas yang banyak dipergunakan dalam industri karena kandungan khromium yang tinggi, serta elemen pembentuk karbida seperti molybdenum dan vanadium sehingga baja SKD 11 memiliki karakteristik ketahanan aus yang tinggi, tahan terhadap tekanan kompresi, stabilitas yang baik saat dilakukan pengerasan, serta mempunyai sifat mampu permesinan, sifat mampu untuk digerinda dan sifat mampu lasnya yang baik.

Tabel 2.1 Komposisi Baja SKD11 dari PT Astra Daido Steel

DAIDO Brand	Applicable JIS	Chemical composition (%)									
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	V
DC11	SKD11	1.40 ~ 1.60	≤ 0.40	≤ 0.60	≤ 0.030	≤ 0.030	≤ 0.25	≤ 0.50	11.00 ~ 13.00	0.80 ~ 1.20	0.20 ~ 0.50

2.2.3 Heat Treatment

Heat Treatment (perlakuan panas) adalah salah satu proses untuk mengubah struktur logam dengan jalan memanaskan spesimen pada elektrik furnace (tungku) pada temperatur rekristalisasi selama periode waktu tertentu kemudian didinginkan pada media pendingin seperti udara, air, air garam, oli dan solar yang masing-masing mempunyai kerapatan pendinginan yang berbeda-beda. Sifat-sifat

logam yang terutama sifat mekanik yang sangat dipengaruhi oleh struktur mikro logam disamping posisi kimianya, contohnya suatu logam atau paduan akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda-beda struktur mikronya diubah. Dengan adanya pemanasan atau pendinginan dengan kecepatan tertentu maka bahan-bahan logam dan paduan memperlihatkan perubahan strukturnya (Darmawan, 2012).

Perlakuan panas adalah suatu cara yang mengakibatkan perubahan struktur bahan melalui penyolderan atau penyerapan panas, dimana bentuk bahan tetap sama kecuali perubahan akibat regangan panas. Dengan demikian dapat disimpulkan perlakuan panas adalah proses kombinasi antara proses pemanasan atau pendinginan dari suatu logam atau paduannya dalam keadaan padat untuk mendapatkan sifat-sifat tertentu. Untuk mendapatkan hal ini maka kecepatan pendinginan dan batas temperatur sangat menentukan (Schonmetz, 1985)

2.2.4 Diffusion Coating

Difusi adalah peristiwa berpindahnya suatu zat dalam pelarut dari bagian berkonsentrasi tinggi ke bagian yang rendah. Coating adalah pelapisan suatu material yang bertujuan untuk meningkatkan kekerasan dan ketangguhan suatu material. Daya lekat hasil lapis difusi juga sangat baik karena terjadi gradasi fasa dan kekerasan antara lapisan luar yang dapat berdifusi hingga ke logam bagian dalam.

Diffusion Coating merupakan salah satu proses untuk meningkatkan ketahanan terhadap keausan dari sebuah *part* tetapi tidak mempengaruhi terhadap keuletan maupun ketangguhan dari *part* tersebut. Kombinasi dari kekerasan permukaan dan ketahanan dari *part* sangat berguna untuk aplikasi dari *part* itu sendiri. Contohnya *ring gear* yang harus memiliki permukaan yang tahan terhadap aus dan dampak pada saat beroperasi. proses ini merupakan pelapisan dengan cara mendifusikan atom-atom logam pelapis ke dalam logam utama dan karena temperatur proses yang cukup tinggi maka atom-atom logam pelapis yang berdifusi ke dalam logam utama membentuk larutan padat dan senyawa logam lainnya.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi difusi, yaitu:

- Ukuran partikel, semakin kecil ukuran partikel, semakin cepat partikel itu akan berdifusi.
- Luas suatu area, semakin luas suatu areamaka semakin cepat kecepatan difusinya.
- Suhu, semakin tinggi suhu maka partikel mendapat energi untuk bergerak dengan lebih cepat, dengan begitu semakin cepat pula kecepatan difusinya.

2.2.5 Vacuum hardening

Kata "vakum" berasal dari bahasa Latin "vacuo", yang berarti "kosong". Dalam prakteknya, tidak ada ruang yang benar-benar kosong di alam ini atau tidak ada kondisi vakum sempurna (ideal). Dengan demikian, vakum adalah kondisi ruangan yang sebagian dari udara dan gas lainnya telah dikeluarkan sehingga tekanan di dalam ruangan tersebut di bawah tekanan atmosfer. Dengan kata lain, vakum berarti ruangan yang mempunyai kandungan kerapatan gas (partikel, atom dan molekul) atau tekanan gas yang tersebut lebih rendah dibandingkan kondisi di atmosfer. Vakum sendiri digunakan untuk pengerasan body dari material agar pengerasan dapat sampai *core* (inti). Dengan perencanaan yang baik, maka diperoleh vacuum furnace yang dapat di operasikan hingga temperatur 850 °C dengan kekuatan dinding yang dapat menahan beban tekan ketika tungku di panaskan dalam keadaan vakum dan juga sensasi panas yang tidak berlebih dapat dirasakan pada dinding terluar vacuum furnace (Rahmat, 2015).

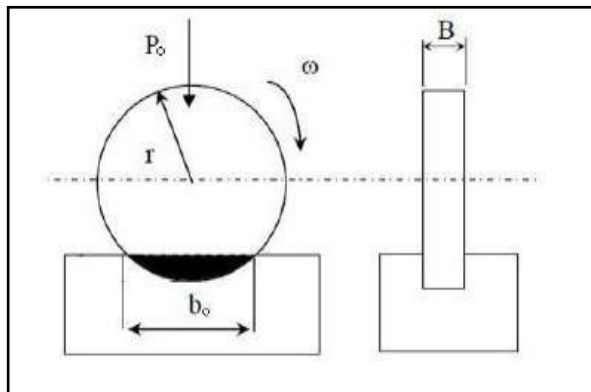
2.2.6 Pengujian Keausan

Keausan merupakan hilangnya bahan dari suatu permukaan atau perpindahan bahan dari permukaannya ke bagian yang lain atau Bergeraknya bahan pada suatu permukaan. Keausan yang terjadi pada suatu material disebabkan oleh adanya beberapa mekanisme yang berbeda dan terbentuk oleh beberapa parameter yang bervariasi meliputi, bahan, lingkungan, kondisi operasi, dan geometri permukaan yang terjadi keausan. Mekanisme keausan dikelompokan

menjadi tiga macam, yaitu keausan yang disebabkan perilaku mekanis (mechanical), keausan yang disebabkan perilaku kimia (chemical), dan keausan yang disebabkan perilaku panas (thermal wear) (Adachi, 2001).

Pengujian keausan pada penelitian ini, tipe keausan yang terjadi adalah abrasive wear. Keausan abrasive terjadi jika partikel keras atau permukaan keras yang kasar menggerus dan memotong permukaan sehingga mengakibatkan hilangnya material yang ada di permukaan tersebut. Uji keausan merupakan suatu uji karakteristik fisik yang digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat keausan benda dipermukaan benda terhadap gesekan atau goresan. Uji keausan dilakukan dengan cara menghitung lebar keausan dari sampel. Untuk pengujian keausan dilakukan dengan menggunakan alat uji *wear testing machine* dengan tipe *tokyo high speed Univeral*.

Pengujian keausan dapat dilakukan dengan berbagai macam metode dan teknik, yang semuanya bertujuan untuk mensimulasikan kondisi keausan aktual. Salah satunya adalah dengan metode Ogoshi dimana benda uji memperoleh beban gesek dari disk yang berputar (*revolving disc*). Pembebanan gesek ini akan menghasilkan kontak antar permukaan yang berulang-ulang yang pada akhirnya akan mengambil sebagian material pada permukaan benda uji. Besarnya jejak permukaan dari material tergesek itulah yang dijadikan dasar penentuan tingkat keausan pada material. Semakin besar dan dalam jejak keausan maka semakin tinggi volume material yang terlepas dari benda uji. Ilustrasi skematis dari kontak permukaan antara *revolving disc* dan benda uji diberikan oleh Gambar 2.1.



Keterangan :

Po : Beban

h : Kedalaman bekas injakan

r : jari- jari *revolving disk*

b : Lebar bekas injakan

B : Tebal *revolving disk*

ω : Kecepatan putar

Gambar 2.1 Prinsip pengujian keausan dengan metode Ogoshi

Rumus nilai keausan spesifik:

$$W_s = \frac{B \times B_o^3}{8 \times r \times P_o \times L_o} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

B = lebar piringan pengaus (mm)

Bo = lebar keausan pada benda uji (mm)

r = jari-jari piringan pengaus (mm)

Po = gaya tekan pada proses keausan berlangsung (kg)

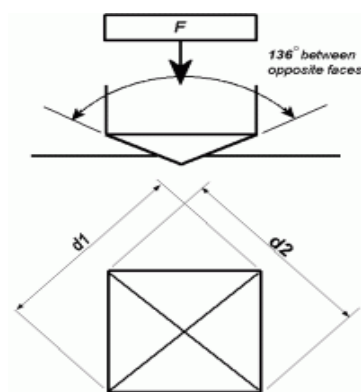
lo = jarak tempuh pada proses pengausan (mm)

Ws = harga keausan spesifik (mm²/kg)

2.2.7 Pengujian Kekerasan

Kekerasan (Hardness) adalah salah satu sifat mekanik (Mechanical of properties) dari suatu material. Kekerasan suatu material merupakan ketahanan material terhadap gaya penekanan atau deformasi dari material lain yang lebih keras, yang menjadi prinsip dalam suatu uji kekerasan adalah terletak pada permukaan material pada saat permukaan material tersebut diberi perlakuan penekanan sesuai dengan parameter (diameter, beban, dan waktu). Berdasarkan mekanisme penekanan yang dilakukan pada saat proses pengujian, uji kekerasan dapat dibedakan menjadi tiga jenis metode pengujian dalam menentukan kekerasan suatu material, yaitu : metode brinell (HB/BHN), metode rockwell

(HR/HRN), dan metode vickers (HV/VHN). Metode pengujian kekerasan Vickers dilaksanakan dengan cara menekan benda uji atau spesimen dengan indentor intan yang berbentuk piramida dengan alas segi empat dan besar sudut dari permukaan-permukaan yang berhadapan 136° . Penekanan oleh indentor akan menghasilkan suatu jejak atau lekukan pada permukaan benda uji diberikan oleh Gambar 2.2. Pada penelitian ini menggunakan dua jenis metode pengukuran kekerasan yang berbeda yaitu *rockwell* dan metode *vickers*, pengukuran *rockwell* adalah jenis pengukuran kekerasan paling umum digunakan karena prosesnya yang mudah dan alatnya yang murah. Namun pengujian kekerasan dengan *rockwell* tidak bisa untuk mengukur kekerasan material pada bagian lapisannya saja karena pembebanan yang besar yaitu 150kgf, maka dari itu perlu diujikan kekerasan menggunakan *vickers* dengan pembebanan 50gf dengan beban tersebut memungkinkan pengukuran dapat dilakukan dari permukaan sampai ke *substrat*.



Gambar 2.2 Prinsip pengujian kekerasan dengan metode Vickers

Keterangan :

HV : Angka kekerasan Vickers

P : Beban

d : Panjang diagonal

Rumus nilai kekerasan vickers:

$$HV=1.854 \times \frac{P}{d^2} \dots\dots\dots(2.2)$$