

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Baja

Baja adalah logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan karbon sebagai unsur paduan utamanya. Kandungan unsur karbon dalam baja berkisar antara 0.2% hingga 2.1% berat sesuai grade-nya. Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur peneras dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal (*crystal lattice*) atom besi. Unsur paduan lain yang biasa ditambahkan selain karbon adalah (*titanium*), krom (*chromium*), nikel, vanadium, *cobalt* dan tungsten (*wolfram*). 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*). Pertambahan kekuatannya semata –mata karena unsur tersebut memperbaiki struktur mikro baja. Untuk memahami pengaruh komposisi kimia dan heat treatment terhadap sifat akhir baja, maka kita perlu menganal faktor – faktor sebagai berikut:

- Struktur mikro,
- Ukuran butiran,
- Kandungan nonlogam.

- Endapan dipermukaan antar butiran.
- Keberadaan gas – gas yang terserap atau terlarut

2.1.1 Struktur Mikro

Unsur Fe dan C menyusun diri dalam suatu struktur berulang dalam pola tiga dimensi yang dinamakan dengan kristal. Kristal –kristal yang berorientasi (arah pengulangan / susunan) sama disebut sebagai butir. Susunan kumpulan butir satu dengan yang lain pada suatu fasa tertentu dinamakan struktur mikro, contoh struktur mikro antara lain: ferit, perlit dan sementit.

2.1.2 Ukuran Butir

Penghalusan butir baja akan menghasilkan:

1. Peningkatan kuat leleh (*yield strength*),
2. Perbaikan sifat keuletan (*toughness*) dan keliatan (*ductility*),

Penghalusan butiran dapat dilakukan dengan penambahan unsur niobium, vanadium dan aluminium dengan jumlah maksimal 0.05% atau dengan heat treatment.

2.1.3 Kandungan Unsur-unsur Non Logan

Unsur – unsur non-logam yang umumnya dibatasi jumlahnya didalam produk baja adalah Sulfur (S) dan Fosfor (P). Tinggi kadar kedua unsur tersebut bisa menurunkan keliatan (*ductility*) baja dan meningkatkan kemungkinan retak pada sambungan las. Pada baja khusus mampu las, kandungan kedua unsur diatas dibatasi kurang dari 0.05%.

2.1.4 Endapan Di Permukaan Antar Butiran

Unsur – unsur lain yang juga dapat menurunkan keuletan baja baja anatar lain: timah (Sn), antimon (Sb) dan arsen (As) hingga baja menjadi getas. Sifat getas ini ditimbulkan oleh pengendapan atau berkumpulnya unsur – unsur diatas dibidang batas antar butir baja pada suhu 500 – 600 °C

2.1.5 Kandungan Unsur-Unsur Non Logam

Baja yang mengandung gas – gas terlarut dalam kadar yang tinggi terutama: Oksigen (O) dan Nitrogen (N) dapat menimbulkan sifat getas. Untuk mengurangi kadar gas tersebut biasa digunakan unsur - unsur yang dapat mengikat kedua unsur gas diatas menjadi senyawa yang cukup ringan sehinggalah senyawa tersebut akan mengapung ke permukaan baja yang masih panas dan cair. Unsur - unsur pengikat gas N dan O biasanya digunakan unsur silicon (Si) dan atau aluminium (Al) yang fungsinya disebut sebagai Deoxidant.

2.1.6 Sifat Tahan Panas Dan Tahan Korosi

Sifat – sifat khusus baja seperti yang dibahas pada bab 1 paragraf 2, dapat dicapai dengan penambahan unsur – unsur utama sebagai berikut: Chrom (Cr), Nikel (Ni) dan molybdenum (Mo). Baja tahan karat umumnya mengandung unsur Chrom lebih dari 12%, dimana pada kondisi seperti itu baja akan bersifat pasif terhadap proses oksidasi. Baja tahan karat dapat dibedakan sesuai struktur mikronya yaitu: baja tahan panas martensit, baja tahan panas ferit dan baja tahan panas austenit. Baja tahan karat martensit mengandung chrom 13% kuat leleh dan tariknya diperoleh dari proses pendinginan pada kondisi udara luar, sesuai untuk lingkungan korosif ringan, serta biasanya digunakan untuk saluran dan rumah – rumah turbin. Baja tahan karat ferit mengandung chrom 16%, sesuai untuk

lingkungan korosif terutama terhadap bahan kimia asam nitrat, serta biasanya digunakan untuk komponen – komponen dalam industri kimia. Baja karat austenit mengandung chrom-nikel 18%, dimana sifat tahan karatnya didapat melalui pemanasan pada suhu 1000 – 1100 °C lalu didinginkan dengan direndam kedalam air, sesuai untuk lingkungan yang mengandung garam, serta biasanya digunakan untuk baling – baling kapal. Baja tahan panas biasanya dinamakan untuk baja yang tahan pada suhu 650 °C, dimana sifat itu didapat pada kondisi kadar chrom dan nikel yang cukup tinggi. Berbeda dengan baja tahan karat adalah umumnya kandungan karbonnya lebih tinggi. Umumnya digunakan pada ketel uap, boiler, tungku dan lain – lain.

2.2 Baja karbon

Baja dengan kadar mangan kurang dari 0,8 % silikon kurang dari 0.5 % dan unsur lain sangat sedikit, dapat dianggap sebagai baja karbon. Mangan dan silikon sengaja di tambahkan dalam proses pembuatan baja sebagai *deoxidizer* / mengurangi pengaruh buruk dari beberapa unsur pengotoran. Baja karbon diproduksi dalam bentuk balok, profil, lembaran dan kawat. Baja karbon dapat di golongkan menjadi tiga bagian berdasarkan jumlah kandungan karbon yang terdapat di dalam baja tersebut, penggolongan yang dimaksud adalah sebagai berikut :

1. Baja karbon rendah

Baja karbon rendah yang mengandung 0,022 – 0,3 % C yang dibagi menjadi empat bagian menurut kandungannya yaitu :

- a. Baja karbon rendah mengandung 0,04 % C digunakan untuk pelat-pelat strip.
- b. Baja karbon rendah mengandung 0,05 % C digunakan untuk badan kendaraan.
- c. Baja karbon rendah mengandung 0,05 – 0,25 % C digunakan untuk konstruksi jembatan dan bangunan
- d. Baja karbon rendah mengandung 0,05 – 0,3 % digunakan untuk baut paku keling, karena kepalanya harus di bentuk.

2. Baja karbon menengah

Baja karbon ini memiliki sifat –sifat mekanik yang lebih baik dari pada baja karbon rendah. Baja karbon menengah mengandung 0,25 – 0,55 % C dan memiliki ciri khas sebagai berikut :

- a. Lebih kuat dan keras dari pada baja karbon rendah.
- b. Tidak mudah di bentuk dengan mesin.
- c. Lebih sulit di lakukan untuk pengelasan.
- d. Dapat dikeraskan (*quenching*) dengan baik.

Baja karbon menengah ini digunakan untuk bahan berdasarkan kandungan karbonnya yaitu :

- a. Baja karbon menengah mengandung 0,35 – 0,45 % C digunakan untuk roda gigi, poros.
- b. Baja karbon menengah mengandung 0,4 % C di gunakan untuk keperluan industri kendaraan seperti baut dan mur, poros engkol dan batang torak.

- c. Baja karbon menengah mengandung 0,5 % C di gunakan untuk roda gigi dan clamp.
- d. Baja karbon menengah mengandung 0,5 – 0,6 % C di gunakan untuk pegas.

3. Baja karbon tinggi.

Baja karbon tinggi memiliki kandungan antara karbon antara > 0,55 % karbon memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- a. Kuat sekali.
- b. Sangat keras dan getas/rapuh.
- c. Sulit dibentuk mesin.
- d. Mengandung unsur sulfur (S) dan posfor (P).
- e. Mengakibatkan kurangnya sifat liat.
- f. Dapat dilakukan proses *heat treatment* dengan baik.

Tabel 1. Klasifikasi baja karbon berdasar kandungan karbon

	Jenis baja karbon	Prosentase unsur karbon (% C)
1	Baja karbon rendah	< 0,25 %
2	Baja karbon medium	0,25 % - 0,55 %
3	Baja karbon tinggi	> 0,55 %-1,7%

2.2.1 Prinsip dasar *hot dipping*

Sebelum dilapisi dalam proses *hot dipping* permukaan benda kerja harus bersih dari kotoran seperti lemak, oksida dan kotoran lain. Lapisan yang terbentuk relatif tipis. Dalam pelaksanaan proses ini haruslah dipenuhi persyaratan antara lain:

1. Permukaan benda kerja yang dilapisi harus bersih dan bebas dari kotoran. Oleh karena itu harus dibersihkan terlebih dahulu dengan larutan pembersih yang digunakan untuk *hot dipping*.
2. Logam yang akan dilapisi harus mempunyai titik lebur yang lebih tinggi dan untuk logam pelapis (timah, seng atau aluminium) mempunyai titik lebur yang lebih rendah
3. Jumlah deposit logam yang akan melapisi permukaan benda hendaknya proposional.

2.3 Perencanaan *hot dipping*

Penentuan ketebalan suatu lapisan *hot dipping* tergantung pada lingkungan operasi yang diinginkan. Beberapa aplikasi tentu telah ditentukan spesifikasi yang diijinkan. Dalam pelapisan dengan *hot dipping* ketebalan yang benar - benar merata sulit dicapai. Ketebalan yang diperoleh satuan waktu tertentu sangat ditentukan oleh kemampuan logam yang akan dilapisi untuk mengikat logam cair yang akan melapisi. Hal ini disebabkan oleh rancangan benda berbagai bentuk dan juga pengaruh logam pelapis dan logam yang dilindungi untuk membentuk ikatan metalurgi yang baik karenaterjadinya perpaduan proses antarmuka (*interface alloying*).

2.4 Tahap persiapan pelapisan

Sebelum melakukan pelapisan terlebih dulu harus dipastikan bahwa permukaan benda yang dilapisi sudah bersih dan bebas dari kotoran. Dalam tahap persiapan ini selain dimaksudkan untuk menghilangkan pengotor juga mendapatkan keadaan fisik yang baik. Bila tahap persiapan dikerjakan dengan baik dan benar, biasanya akan menghasilkan proses hot dipping dengan kualitas baik. Oleh karena itu tahap persiapan penting untuk diperhatikan dalam proses *hot dipping*.

Zat pengotor yang dianggap mempengaruhi proses pelapisan hot dipping antara lain :

- . Senyawa organik, minyak, lemak dan lapisan polimer.
- . Partikel-partikel halus yang tersuspensi didalam senyawa organik tersebut diatas.
- . Senyawa oksida atau produk korosi lainnya.

2.4.1 *Hot Dipping Aluminum*

Townsend (1994), dalam pemanfaatan logam terutama aluminum untuk pelapisan, ada dua jenis pelapisan hot dipping aluminum, yaitu:

- (a) Pelapisan Aluminum Type 1 (Pelapisan Al – Si) Lapisan tipe ini adalah lapisan yang tipis yaitu dengan ketebalan menurut kelasnya. Untuk kelas 40 tebal lapisannya adalah 20 – 25 μm dan untuk kelas 25 biasanya untuk kepentingan tertentu yaitu tebal pelapisan 12 μm . Silicon yang dicampurkan pada pelapisan tipe 1 ini rata-rata adalah 5 – 11% untuk perintah mencegah pembentukan lapisan tebal antara logam besi–aluminum, dimana akan merusak pelekatan lapisan dan kemampuan untuk membentuk.

- (b) Pelapisan Aluminum Type 2 (Al Murni) Lapisan ini adalah lapisan yang tebal dengan ketebalan pelapisan adalah 30–50 μm . Aluminum yang digunakan adalah aluminum murni. Produk yang dihasilkan biasanya digunakan pada konstruksi luar ruangan yaitu atap rumah, pipa air bawah tanah, menara yang memerlukan perlindungan terhadap ketahanan korosi udara. Pada lingkungan perairan laut, pelapisan ini sangat baik ketahanannya terhadap korosi celah.

2.5 Proses Pelapisan aluminium pada Baja Karbon Tinggi

Gambreel (2009), metode dasar pelapisan *hot dipping* adalah *cleaning*, *pickling (acid)*, *fluxing* dan *dipping*. Untuk metode dasar pelapisan dengan *hot dipping* adalah sebagai berikut :

2.5.1 Cleaning

Yang dimaksud dengan *cleaning* yaitu pembersihan permukaan logam yang dimaksudkan untuk menghilangkan kontaminasi, kotoran dan membentuk struktur permukaan logam yang baik. Dalam hal ini ada beberapa proses yang dilakukan antara lain :

a. Proses *Polishing*

Pada logam menyangkut proses penggosokan pada logam yang menggunakan material *abrasive* yang kasar pada permukaan anoda yang kasar. Dalam proses perindustrian pengerjaan *polishing* juga dikenal sebagai proses penggosokan setelah digerinda atau diampelas.

b. Proses Pencucian Lemak

Pencucian lemak dengan menggunakan bensin dimaksudkan agar benda kerja bebas dari lemak atau minyak yang dapat mengganggu daya rekat hasil pelapisan.

c. Proses Pembilasan

Proses pembilasan dengan menggunakan *aquades* yang berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa bensin yang masih ada pada permukaan benda kerja. Digunakannya Aquades karena mempunyai daya hantar listrik yang kecil daripada air biasa dan mengandung Anion dan Kation rendah (bebas *Chlor*).

2.5.2 Pickling

Proses *pickling* adalah proses pembersihan material setelah proses cleaning dengan menggunakan bahan kimia yang mengandung asam. Dalam hal ini ada beberapa proses yang dilakukan antara lain :

a. Pencucian dengan *HCl*

Proses pencucian HCl dilakukan pada permukaan benda kerja yang masih mengandung lemak atau minyak. Merendam benda kerja kedalam larutan HCl 12 % selama 5 menit sampai lemak atau minyak hilang yang ditandai dengan seluruh permukaan benda kerja terbasahi oleh larutan.

b. Proses Pembilasan

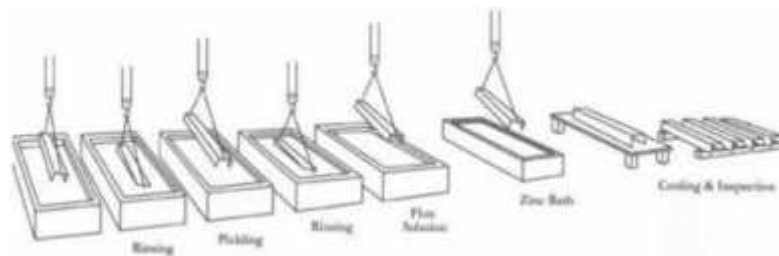
Proses pembilasan dengan menggunakan aquades atau air bersih yang berfungsi untuk menghilangkan sisa-sisa larutan HCl yang masih ada pada permukaan benda kerja.

2.5.3 Fluxing

Proses ini dilakukan baja difluxing dengan zinc amonium *chloride* (seng amonium klorit) 35% panas bertemperatur kamar atau maksimal 40°C untuk waktu 3 menit bertujuan untuk melarutkan lapisan oksida tipis. Tahap akhir perlakuan awal ini adalah pengeringan baja tersebut di dalam udara dengan temperatur kamar untuk waktu 10 menit.

2.5.4 Dipping

Proses *dipping* adalah proses galvanis akhir dilaksanakan dengan mencelup baja dalam Al cair. Untuk waktu pencelupan yang akan dilakukan dalam proses pelapisan ini adalah dengan 3 variasi waktu tahan berbeda yaitu 1 menit, 3 menit dan 5 menit. Dalam gambar 2.1 dapat dilihat dasar proses yang dilakukan dalam melaksanakan pelapisan dengan *hot dipping* pada profil logam kontruksi



Gambar 2.1 Proses Hot dipping profil logam

(sumber : www.kaskus.us)

2.6 Pelapisan alumunium pada Baja Karbon Tinggi

Baja karbon tinggi yang mengalami pelapisan dengan cara pencelupan dengan menggunakan alumunium yang telah dicairkan dengan menggunakan berbagai waktu pencelupan dengan titik lebur alumunium $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ akan menambah pelapisan pada baja karbon tinggi. Hasil penelitian dari Chaur-Jeng Wang (2009) menunjukkan bahwa lapisan alumunium terdiri atas lapisan luar alumunium yaitu FeAl_3 dan lapisan utamanya FeAl_5 . Baja karbon tinggi yang mengalami proses *hot dipping* dengan menggunakan alumunium umumnya menggunakan tungku pada temperatur lingkungan, yang berkaitan dengan pembentukan Al_2O_3 yang baik sebagai lapisan permukaan pada baja karbon tinggi. Hal ini berguna untuk mencegah proses oksidasi ketika baja digunakan pada temperatur yang tinggi .

Struktur mikro yang terbentuk melindungi baja karbon tinggi yang terdiri dari komposisi pada saat pencelupan lapisan alumunium yang dibentuk oleh baja dan alumunium yang mengalami proses interdifusi sepanjang proses pencelupan. Dalam pengujian pelapisan alumunium pada baja karbon tinggi bertujuan untuk mengetahui ketebalan lapisan dari proses *hot dipping* dengan waktu tahan yang telah ditentukan akan didapat tebal lapisan oksida, yang menunjukkan dimana untuk tiap stripnya mewakili $5\text{ }\mu\text{m}$. Dari ketebalan yang akan diperoleh akan menghasilkan ketahanan terhadap korosi yang akan terjadi.