

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Proses Celup panas (*Hot Dipping*)

Pelapisan *hot dipping* adalah pelapisan logam dengan cara mencelupkan pada sebuah material yang terlebih dahulu dilebur dari bentuk padat menjadi cair pada sebuah pot atau tangki, menggunakan energi dari gas pembakaran atau menggunakan energi alternatif seperti panas listrik. Titik lebur yang digunakan pada pelapisan material ini adalah biasanya beberapa ratus derajat celcius (tidak melebihi 1000 °C). Yang harus dilakukan untuk mengerjakan proses *hot dipping* adalah persiapan permukaan, komposisi kimia yang berhubungan dengan larutan kimia yang berhubungan dengan material logam (kemurnian dan komposisi campuran) dan temperatur. (Indarto, 2009). Sebelum dilapisi dalam proses *hot dipping* permukaan benda kerja harus bersih dari lemak, oksida dan kotoran lain. Lapisan yang terbentuk relatif tipis. Dalam pelaksanaan proses ini haruslah dipenuhi persyaratan antara lain:

- 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*.
- Jumlah deposit logam yang akan melapisi permukaan benda hendaknya proposional.

- 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.

2.2. Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah sifat atau kemampuan yang dimiliki suatu benda terhadap gaya atau pembebanan yang diberikan pada benda tersebut secara fisik. Adapun beberapa sifat fisik yang akan digunakan sebagai variabel independen dalam penelitian ini seperti sifat kekerasan dan sifat kekasaran.

2.2.1. Sifat kekerasan

Kekerasan adalah ketahanan suatu bahan terhadap deformasi (perubahan bentuk) yang permanen. Kekerasan linier dengan kekuatan artinya semakin tinggi kekuatan maka semakin keras benda tersebut dan semakin kecil kekuatan maka semakin lunak benda tersebut. Kekerasan adalah kemampuan bahan menahan kehausan atau cakaran.

2.2.2. Sifat ketangguhan (*Impact*)

Sifat ketangguhan adalah kemampuan suatu bahan/material dalam menyerap energi atau gaya yang diberikan pada bahan/material tersebut patah (Peer Group Material, 2008). Energi yang diserap material ini dapat dihitung dengan menggunakan prinsip perbedaan energi potensial. Proses penyerapan energi ini akan diubah menjadi berbagai respon material, yaitu

- Deformasi plastis,
- Efek Hysteresis,
- Efek Inersia

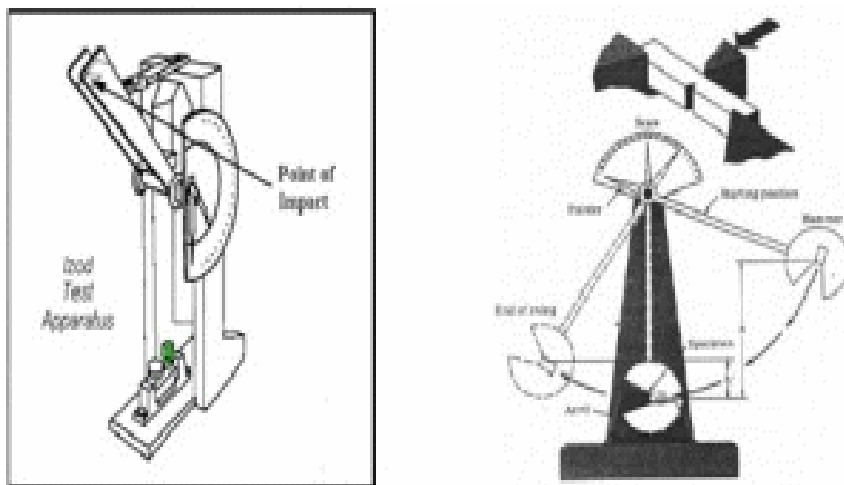
2.2.3. Secara umum metode pengujian *impact* terdiri dari 2 jenis, yaitu :

1. Metode *Charpy*

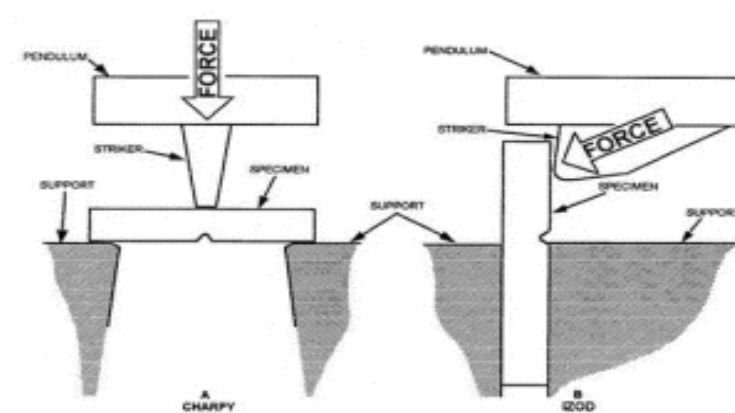
Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal / mendatar, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan.

2. Metode *Izod*

Pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi dan arah pembebanan searah dengan arah takikan.

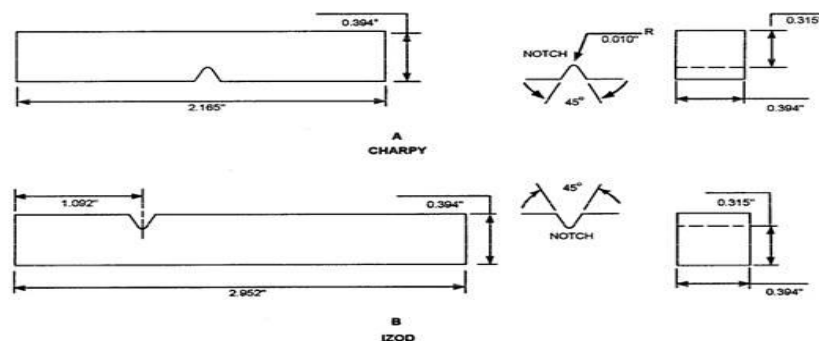


Gambar 2.1. Ilustrasi skematis pengujian *impact*



Gambar 2.2. Ilustrasi skematik pembebanan *impact* pada benda uji *Charpy* dan *Izod*

Perbedaan *charpy* dengan *izod* adalah dari peletakan spesimen. Pengujian dengan menggunakan *charpy* dapat dikatakan lebih akurat karena pada pengujian *impact* dengan metode *izod* pemegang spesimen juga turut menyerap energi, sehingga energi yang terukur bukanlah energi yang mampu diserap oleh material seutuhnya.



Gambar 2.3. Standar ASTM Uji *Impact*

Tobler R.L. Et al., "E 23 - 02, Charpy Impact Test Near Absolute Zero", *Journal Of Testing and Evaluation*, Vol 19, 1 1992.

2.3. Baja Karbon

Baja dengan kadar Mangan kurang dari 0,8 % Silicon kurang dari 0.5 % dan unsur lain sangat sedikit, dapat dianggap sebagai baja karbon. Mangan dan Silicon sengaja di tambahkan dalam proses pembuatan baja sebagai *deoxidizer* untuk 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 :

2.3.1. Baja karbon rendah

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

- Tidak responsif terhadap perlakuan panas yang bertujuan membentuk martensit
- Metode penguatannya dengan cold working
- Relatif lunak, ulet dan tangguh
- Mampu lasnya baik
- Harga murah.

2.3.2. Baja karbon menengah

(Amanto,1999) Baja karbon ini memiliki sifat–sifat mekanik yang lebih baik dari pada baja karbon rendah. Baja karbon menengah mengandung 0,3–0,6 % C dan memiliki cirri-ciri sebagai berikut :

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

2.3.3. Baja karbon tinggi

(Amanto,1999) Baja karbon tinggi memiliki kandungan karbon antara 0,6–1,7 % karbon dan memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

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

Baja paduan dihasilkan dengan biaya yang lebih mahal dari pada baja karbon karena bertambahnya biaya untuk penambahannya yang khusus yang di lakukan dalam industri atau pabrik. Baja paduan didefinisikan sebagai suatu baja yang dicampur dengan satu atau lebih unsur campuran. Seperti nikel, kromium, molibden, vanadium, mangan atau wolfram yang berguna untuk memperoleh sifat-sifat yang di kehendaki (kuat, keras, liat), tetapi unsur karbon tidak di anggap sebagai salah satu unsur campuran.

Suatu kombinasi antara dua atau lebih unsur campuran, misalnya baja yang di campur dengan unsur kromium dan molibden, akan menghasilkan baja

yang mempunyai sifat keras yang baik dan sifat kenyal (sifat logam ini membuat baja dapat di bentuk dengan cara dipalu, ditempa, digiling dan ditarik tanpa mengalami patah atau retak-retak). Jika di campurkan dengan krom dan molibden akan menghasilkan baja dengan sifat keras yang baik dan sifat kenyal yang memuaskan serta tahan terhadap panas.

Tabel 2.1 Klasifikasi baja karbon berdasarkan 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 %

Sedangkan unsur pembentuk lainnya seperti Mn tidak lebih dari 0,8%, Si tidak lebih dari 0,5%, demikian pula unsur Cu tidak lebih dari 0,6%. Di samping jenis baja karbon berdasarkan kandungan karbonnya, juga dikelompokkan berdasarkan komposisi prosentasi unsur pemandu karbonnya. Baja hypoeutektoid kurang dari 0,8% C, baja eutektoid 0,8% C, sedangkan baja hypereutektoid lebih besar dari 0,8%.

2.4. Optimisasi

Optimisasi adalah upaya untuk memperoleh nilai maksimum dan minimum dari suatu respon. Secara umum optimisasi dibagi menjadi dua, yaitu optimisasi matematik dan optimisasi statistik. Optimisasi matematik adalah upaya

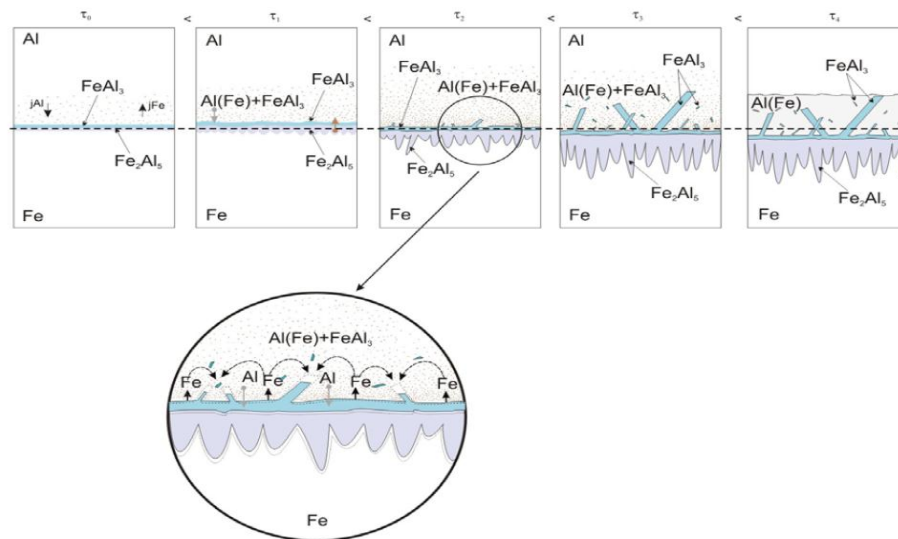
pendekatan nilai maksimum dengan menggunakan metode matematik. Sedangkan optimisasi statistik adalah upaya untuk pendekatan nilai maksimum dengan menggunakan metode statistik (Rustagi, 1994). Dalam penelitian ini menggunakan metode luas permukaan (RSM), yaitu gabungan metode statistic dan matematik yang digunakan dalam optimisasi untuk mendapatkan nilai maksimum dan minimum.

2.5. Aluminium

Aluminium sebagai salah satu logam non ferrous merupakan material yang sangat penting di dunia industri. Aluminium menjadi komponen yang digunakan di segala segmen khususnya pada dunia industri dimana sebagian besar digunakan pada bidang konstruksi, aplikasi elektronika, kontainer, transportasi, serta peralatan mekanik. Fenomena kecenderungan penggunaan aluminium ini dikarenakan material ini memiliki keunggulan-keunggulan diantaranya berat jenisnya yang ringan, konduktivitas listriknya baik, ketahanan terhadap korosinya yang cukup baik, serta memiliki sifat tahan aus.

2.6. Mekanisme Pertumbuhan Aluminium Proses Celup Panas (*Hot Dipping*).

Reaksi yang terjadi antara besi dasar (*base metal*) paduan aluminium dapat dibagi menjadi beberapa tahapan selama proses pertumbuhan aluminium pada proses celup panas (*hot dipping aluminium*). Langkah-langkah dari pertumbuhan lapisan celup panas pada baja dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.4. Proses Pertumbuhan Aluminium Pada Permukaan Besi Dasar (*Base Metal*).

Akibat dari difusi dua arah (dikenal sebagai difusi reaksi), fase-fase kisi kristalografi berbeda dari kisi penyebaran logam yang terbentuk. Karakteristik dari proses difusi reaksi adalah bahwa laju seringkali tidak hanya tergantung pada difusivitas elemen individu hadir dalam setiap fase tetapi juga pada kinetika reaksi antarmuka logam. Proses fase ini meliputi tahapan sebagai berikut:

- Difusi substrat (Fe dan Al) ke daerah batas fase,
- Efek dari atom Fe dan Al melalui batas fase akibat bersentunya kedua atom Fe dan Al.
- Difusi unsur melalui lapisan fase intermetalik baru.

Pada tahap awal, tahapan ini harus dianggap sebagai urutan perpindahan transient ditandai dengan pertukaran atom aluminium dengan atom besi secara difusi, karena efek ini, dalam waktu yang relatif singkat pada fase ini mengantisipasi

terbentuknya sistem biner. Pengamatan pertumbuhan celup panas lapisan aluminium menunjukkan bahwa reaksi-reaksi ini berjalan pada tingkat yang sangat tinggi, sementara pertumbuhan lapisan individu dikendalikan oleh proses yang jauh lebih lambat, yaitu dengan difusi. Oleh karena itu untuk penjelasan dari pertumbuhan lapisan difusi di bawah kondisi celup panas, hanya dua fase intermetalik dalam struktur lapisan memiliki ketebalan yang cukup untuk pemeriksaan yang mungkin dapat dilakukan. Salah satu dapat diasumsikan bahwa fase lain yang hadir dalam sistem kesetimbangan Fe-Al ditandai oleh koefisien difusi sangat rendah sehingga pembentukan lapisan dengan ketebalan yang cukup tidak mungkin. Untuk menentukan arah perpindahan dari batas-batas fase individu dan proses utama yang berperan untuk semua perpindahan perlu dilakukan untuk menentukan rasio masing-masing antara fluks. Ketebalan lapisan fase tumbuh dengan cara yang hampir parabolik dalam fungsi dari waktu perendaman. Permukaan memisahkan lapisan antara dari lapisan bergeser dari bidang batas fase awal untuk pada substrat. Kandungan zat besi dilarutkan dalam proses celup panas. Dalam zona difusi, keadaan dinamis kesetimbangan yang terbentuk dengan cara yang hampir parabolik dalam fungsi dari waktu perendaman. Pemisah permukaan lapisan yang bergeser dari bidang batas fase awal pada substrat, kandungan zat besi meningkat dalam proses celup panas dalam zona difusi. Setelah spesimen diangkat dari proses celup panas, karena pertukaran panas spesimen yang telah dicelup dengan suhu kamar mengakibatkan penurunan suhu specimen secara bertahap. Pada permukaan besi pada waktu yang singkat terbentuk fase intermetalik. Pada permukaannya

terdapat lapisan tipis, fase dengan kristalit tumbuh setelah spesimen dikeluarkan dari furnace. Volume cairan yang didapat dari viskositas proses celup panas tergantung pada besar kecilnya volume cairan aluminium tersebut tergantung pada spesimen yang diangkat dari furnace.

(A.S. Witkin, Metaliczeskije pokrytja listowoj I poloswoj stali izd. Miettallurgija Moskwa 1971 (In Russian)).