

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hot Dip Galvanizing

Pelapisan secara *Hot Dip Galvanizing* (pelapisan secara celup panas) adalah suatu proses pelapisan dimana logam pelapisnya dipanaskan terlebih dahulu hingga mencair, kemudian logam yang akan dilapisi yang biasa disebut logam dasar dicelupkan ke dalam bak *galvaniz* yang telah berisi seng cair, selanjutnya benda kerja untuk beberapa saat tetap dalam bak galvaniz agar terbentuk lapisan seng.

Tabel 2.1. Deret Galvanik

| No | Jenis Logam | Potensial Korosi Bebas (V) |
|----|--------------------|----------------------------|
| 1 | Magnesium | -1.60 |
| 2 | Seng | -1,00 |
| 3 | Paduan aluminium | -1,00 hingga -0,85 |
| 4 | Cadmium | -0,75 |
| 5 | Baja paduan rendah | -0,70 |
| 6 | Timah | -0,33 |
| 7 | Tembaga | -0,30 |
| 8 | Timbal | -0,20 |
| 9 | Perak | -0,12 |

Pelapisan dengan metode *Hot Dip Galvanizing* sering juga disebut dengan proses pelapisan logam dengan logam lain yang lebih anodik sesuai dengan deret galvanik seperti yang terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 menunjukkan bahwa magnesium, seng, aluminium dan cadmium merupakan logam dalam kelompok anodik (logam potensial rendah) yang biasa

digunakan sebagai logam pelapis. Magnesium dalam keadaan normal bersifat lebih reaktif dan lebih mudah terkonsumsi, seng memiliki sifat mudah dibentuk, memiliki nilai estetika yang tinggi, murah dan tahan terhadap korosi, aluminium biasanya akan membentuk oksida pelapis dan efektifitas pelapisannya sangat terbatas sedangkan cadmium sebenarnya mempunyai sifat yang hampir sama dengan seng tetapi penerapannya masih sangat terbatas apalagi ditinjau dari segi ekonomisnya.

2.1.1 Proses Pelapisan *Hot Dip Galvanizing*

Proses pelapisan dengan metode *Hot Dip Galvanizing* dapat dibagi menjadi tiga tahap proses yaitu tahap persiapan (*Pre Treatment*), tahap pencelupan (*Galvanizing*) atau pencelupan dan tahap pendingin. Tahap Persiapan (*Pre Treatment*) permukaan benda kerja yang akan dilapisi harus dalam kondisi bersih, bebas dari bermacam-macam pengotor. Hal ini mutlak agar didapat hasil lapisan yang baik. Untuk mendapatkan kondisi seperti tersebut perlu dilakukan pengerjaan pendahuluan dengan tujuan, menghilangkan semua pengotor yang ada dipermukaan benda kerja seperti pengotor organik, anorganik/oksida yang lainnya dan mendapatkan kondisi fisik permukaan benda kerja yang lebih baik dan aktif.

Proses pembersihan permukaan yang akan dilapisi dapat dilakukan sesuai dengan jenis pengotor yang menempel pada permukaan spesimen, namun proses pembersihan ini dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu :

a. Proses pembersihan secara fisik (mekanik)

Pembersihan secara fisik dapat berupa pengamplasan dengan menggunakan mesin gerinda, yang meliputi menghaluskan permukaan yang

tidak rata dan menghilangkan goresan-goresan serta beram-beram yang menempel pada permukaan spesimen.

b. Proses pembersihan secara kimiawi

Proses pembersihan secara kimiawi merupakan proses pembersihan pengotor yang menempel pada permukaan spesimen dengan menggunakan bahan-bahan kimia. Proses pembersihan ini meliputi:

1. *Degreasing*

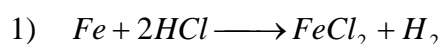
Proses *degreasing* bertujuan untuk menghilangkan kotoran, minyak, lemak, cat dan kotoran padat lainnya yang menempel pada permukaan spesimen. Proses pembersihan dilakukan dengan menggunakan larutan NaOH (soda kaustik) dengan konsentrasi 5% - 10% pada suhu 70°C - 90°C selama kurang lebih 10 menit. (PASMICO, 1995)

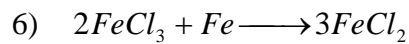
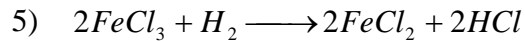
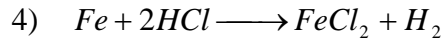
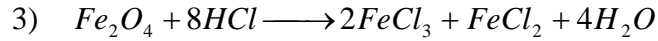
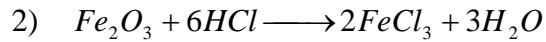
2. *Rinsing I*

Proses *rinsing I* bertujuan untuk membersihkan soda kaustik yang masih menempel pada permukaan material dalam proses *degreasing* tadi. Pencelupan ini dilakukan dengan air biasa pada suhu kamar.

3. *Pickling*

Proses *pickling* untuk menghilangkan karat yang melekat pada permukaan spesimen dengan cara dicelupkan ke dalam larutan HCl (asam klorida) atau larutan H_2SO_4 (asam sulfat) dengan konsentrasi 10% – 15% selama 15 – 20 menit. Selama proses pickling terjadi reaksi sebagai berikut:





Proses *pickling* ini terjadi seperti ditunjukkan pada reaksi 1, 2 dan 3 sedangkan reaksi 4, 5 dan 6 merupakan peristiwa *overpickling* (proses yang berlebihan). Terbentuknya gas H_2 pada reaksi ke 4 dapat menimbulkan lapisan *galvanizing* yang melepuh.

4. *Rinsing II*

Proses *rinsing II* bertujuan untuk membersihkan larutan HCL atau H_2SO_4 yang menempel pada spesimen saat proses *pickling* dengan menggunakan air bersih pada temperatur kamar.

5. *Fluxing*

Proses *fluxing* merupakan proses pelapisan awal dengan memakai larutan *Zinc Amonium Clorida (ZAC)* (NH_4Cl) dengan konsentrasi larutan 20% - 30% pada suhu 60°C - 80°C selama 5 - 8 menit, hal ini dimaksud agar perpindahan panas pada spesimen berlangsung secara perlahan dan bertahap sehingga dapat menghindari terjadinya deformasi plastis yang dapat mengganggu proses pelekatan seng pada benda kerja saat proses *galvanizing* berlangsung.

Tujuan dari proses *fluxing* adalah, lapisan dapat melekat dengan baik (pelapisan awal), sebagai katalisator reaksi terjadinya pelapisan Fe – Zn dan menghindari terjadinya oksidasi lagi pada permukaan baja yang telah dibersihkan.

6. *Drying*

Proses *drying* merupakan proses pengeringan dan pemanasan awal dengan menggunakan gas panas yang suhunya kurang lebih 150°C , tujuannya untuk menghilangkan cairan yang mungkin terdapat pada permukaan spesimen yang dapat menyebabkan terjadinya ledakan uap saat proses *galvanizing* berlangsung.

Tahap Pencelupan (*Galvanizing*) spesimen yang telah mengalami tahap persiapan (*pre treatment*) dan telah bersih dari segala pengotor kemudian langkah berikutnya yaitu dilakukan proses pencelupan (*galvanizing*). Selama proses *galvanizing* berlangsung, cairan seng akan melapisi baja dengan membentuk lapisan baja seng kemudian barulah terbentuk lapisan yang sepenuhnya berupa seng pada permukaan terluar baja, larutan yang digunakan minimal adalah 98% murni unsur seng.

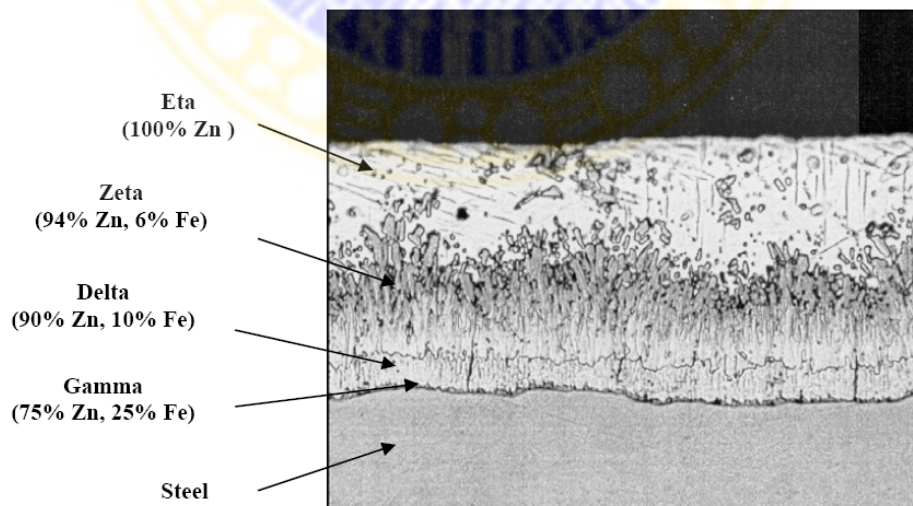
Massa total lapisan seng yang terbentuk dipermukaan spesimen sangat tergantung pada massa dan tebal benda kerja yang diproses. Di samping itu ketebalan lapisan, jenis dan jumlah lapisan paduan seng dengan baja dipengaruhi oleh kondisi permukaan benda kerja, dan komposisi baja yang diproses. Sedangkan yang mempengaruhi proses pelapisan seperti daya lekat, keuletan, kekerasan, ketebalan dan tampak rupa adalah jenis bahan dasar logam yang akan

dilapisi, proses pengerjaan pendahuluan dan akhir dan proses pelapisan yang meliputi, kadar logam pelapis dan unsur paduannya, waktu/lamanya proses pelapisan dan temperatur cair logam pelapisan dan kecepatan pengangkatan.

Tahap Pendingin yang disebut dengan proses *Quenching* merupakan pendinginan material yang telah di *galvanizing* sehingga tidak berbentuk *white rush*. Pendinginan dilakukan dengan mencelupkan spesimen ke dalam larutan sodium bikromat dengan konsentrasi 0,0015 % ke dalam air. Spesimen setelah terlapisi kemudian harus difinishing yaitu dikeringkan terlebih dahulu baru hasil lapisan yang kasar digerinda dengan gerinda penghalus.

2.1.2 Metalurgi *Hot Dip Galvanizing*

Permukaan baja yang telah mengalami proses *fluxing* apabila bersinggungan dengan seng cair pada proses *galvanizing* maka lapisan pelindung yang terbentuk akan hilang dan seng cair akan segera membasahi permukaan benda kerja dan bereaksi sehingga terbentuk lapisan paduan besi dengan seng.



Gambar 2.1. Lapisan Galvanizing (AGA,2000)

Gambar 2.1 di atas memperlihatkan karakteristik lapisan seng yang menempel pada permukaan besi. Lapisan seng tersebut pada hakekatnya terdiri dari lapisan seng murni yang ikut tertarik pada saat spesimen diangkat dari bak dan lapisan paduan seng dengan besi. Lapisan paduan tersebut antara lain, lapisan eta, lapisan zeta, lapisan delta dan lapisan gamma. Lapisan eta merupakan lapisan terluar yang tersusun oleh 100% seng yang memiliki kekerasan sebesar 70 DPN. Lapisan zeta terdiri dari 94% seng dan 6% besi yang memiliki kekerasan sebesar 179 DPN. Lapisan delta terdiri dari 90% seng dan 10% besi yang memiliki kekerasan sebesar 244 DPN. Lapisan gamma terdiri dari 75% seng dan 25% besi yang memiliki kekerasan sebesar 250 DPN.

2.1.3 Temperatur Galvanizing

Temperatur *galvanizing* merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi hasil lapisan. Kenaikan temperatur larutan akan menyebabkan pengkristalan zat terlarut lebih disukai, daya larutnya bertambah besar dan terjadi penguraian garam logam yang menjadikan tinggi konduktivitas serta menambah mobilitas ion logam, tetapi viskositas jadi berkurang. Sehingga endapan ion logam pada katoda akan lebih cepat sirkulasinya (Charles W. Keenam dan Kaleinfelter, 1996). Dan kenaikan temperatur dapat meningkatkan reaktifitas larutan sehingga berakibat lapisan menjadi tebal.

Peristiwa ini cenderung akan mengarah pada hasil lapisan yang kasar dan akan mengurangi terserapnya gas hidrogen dalam lapisan, menurunkan tegangan serta mengurangi kerapuhan, sebagai contoh pelapisan seng. Secara teknis pelapisan *Hot Dip Galvanizing* dengan logam pelapis seng memang lebih

sederhana dibandingkan dengan pelapis logam yang lain. Sehingga secara ekonomis pun pelapisan logam dengan seng relatif lebih murah.

Pada penelitian pelapisan *Hot Dip Galvanizing* ini temperatur yang digunakan $440^{\circ}\text{C} - 460^{\circ}\text{C}$. Biasanya hasil dari pelapisan tersebut ada yang mengalami cacat pada permukaan, diantaranya : kekasaran permukaan lapisan (*General Roughness*), terjadi akibat dari *overpickling*, terlalu lama dicelupkan dalam bak Galvanizing atau suhu cairan seng yang terlalu tinggi (Purwanggono dkk, 1997). Dan pencelupan yang relatif cepat menyebabkan hasil lapisan kurang bagus tidak merata serta tampak rupa suram atau tidak memantulkan cahaya.

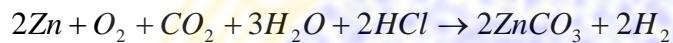
2.1.4 Seng

Seng merupakan logam putih kebiruan, yang cukup mudah ditempa dan liat pada suhu $110^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$ dan menjadi sangat rapuh jika dipanaskan di atas suhu 200°C . Jika dibiarkan di udara terbuka yang lembab, akan terbentuk lapisan garam-garam dasar tipis dan putih sebagai pelindung, untuk sifat ini maka seng lebih cocok jika digunakan untuk melapisi baja dengan proses *galvanizing*.

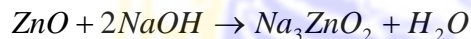
Seng bersifat amfoter karena dapat bereaksi dengan asam encer (proses lebih lambat jika seng murni yang direaksikan), disamping itu seng juga bereaksi dengan basa. Seng jarang digunakan sendiri sebagai bahan konstruksi, lebih sering digunakan untuk proses *galvanizing*, bahan campuran untuk logam seperti kuningan dan tembaga dan sebagai bahan-bahan bangunan. Tingkat kekuatan dari perlindungan dengan lapisan seng adalah sebanding dengan ketebalan lapisan yang terjadi.

Seng dapat melebur dalam dapur galvanis pada temperature 419,47°C dan mempunyai titik didih 907°C (Henkel, 2002). Pelapisan logam dengan logam pelapis berupa seng memiliki beberapa keuntungan yaitu prosesnya murah, cukup tersedia di alam, daya tahan lapisan yang lama, melindungi substrat dari kerusakan secara mekanis, mudah untuk dilakukan dan logam yang dilapisi tidak memerlukan perawatan khusus.

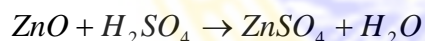
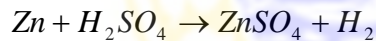
Seng mudah teroksidasi oleh O_2 dari udara dan terbentuk lapisan tipis dari seng karbonat basa yang melindungi seng dari korosi lebih lanjut.



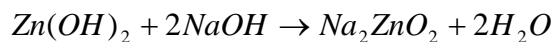
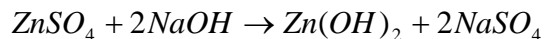
Seng Oksida dapat bereaksi dengan basa



Seng dapat bereaksi dengan asam sulfat dengan reaksi



$ZnSO_4$ sifatnya mudah larut dalam air, dengan larutan NaOH mula-mula timbul endapan putih yang akan larut lagi pada penambahan NaOH yang berlebihan.



Seng dapat melebur dalam dapur *galvanis* pada temperatur 419° C (AGI, 2002).

Ketahanan lapisan seng terhadap korosi tergantung pada ketebalan lapisan dan kondisi lingkungan yang dihadapi. Adakalanya jenis lingkungan yang tampak serupa seringkali menghasilkan proses korosi yang berbeda, hal ini mungkin

disebabkan karena adanya variasi minor dalam hal kecepatan angin dan partikel-partikel korosif yang terdapat di atmosfer. Lapisan seng merupakan suatu lapisan penghalang yang memisahkan substrat baja dari lingkungan disekitarnya.

2.1.5 Korosi Pada Logam

Salah satu sifat kimia yang mungkin perlu ditimbangkan dalam proses pemilihan bahan adalah resistansi suatu bahan terhadap korosi. Pengertian korosi secara umum adalah terjadinya degradasi suatu material yang disebabkan oleh proses kimia atau elektrokimia atau dapat disebut juga korosi adalah penurunan mutu logam akibat reaksi kimia dengan lingkungannya (Trethewey, 1991). Korosi merupakan fenomena dari siklus kehidupan yang tidak dapat dihindari tetapi hanya dapat dikendalikan. Dua hal yang mempengaruhi terjadinya korosi yaitu keadaan suatu material dan lingkungan itu sendiri. Secara umum, korosi dibagi menjadi dua yaitu korosi kering dan basah. Jenis korosi yang sering terjadi adalah korosi basah, yang terjadi berdasarkan fenomena elektrokimia. Salah satu cara untuk mengendalikan proses korosi adalah dengan mengubah lingkungan menjadi kurang agresif, sehingga serangan terhadap logam dapat dikurangi. Korosi memulai proses perusakannya sebagai sebab dari luka yang timbul pada permukaan metal, pada bagian yang dilas, atau disebabkan adanya tegangan.

Faktor dari bahan yang dapat mengakibatkan korosi meliputi kemurnian bahan, struktur bahan, bentuk kristal, unsur-unsur kimia yang ada dalam bahan, teknik pencampuran bahan dan sebagainya. Sedangkan faktor dari lingkungan meliputi suhu, kelembaban, keberadaan zat - zat kimia yang bersifat korosif dan sebagainya. Bahan - bahan korosif (dapat menyebabkan korosi) terdiri atas asam,

basa, baik dalam senyawa anorganik dan organik. Flour, hydrogen flourida beserta persenyawaan – persenyawaannya dikenal sebagai tahan korosif. Ketika logam mengalami suatu reaksi korosi, atom itu diubah menjadi sebuah ion melalui reaksi dengan suatu unsur yang terdapat di lingkungannya (Trethewey,1991)

Berdasarkan perbedaan – perbedaan yang menyebabkan korosi maka jenis – jenis korosi dapat dikelompokkan antara lain korosi merata (*uniform corrosion*), korosi sumuran (*pitting corrosion*), korosi celah (*crevice corrosion*), korosi antar butir (*intergranular corrosion*), korosi galvanic (*galvanic corrosion*), korosi selektif (*selective corrosion*), korosi tegang (*stress corrosion cracking*), korosi erosi (*erosion corrosion*).

2.2 Baja Karbon Rendah Jenis P22 dan S22

Baja merupakan paduan yang terdiri dari unsur besi (Fe) dan karbon (C) dengan sedikit unsur Si, P, Mn, S dan Cu. Unsur-unsur paduan diberikan dengan maksud memperbaiki atau memberi sifat yang sesuai dengan sifat yang diinginkan (Wiryosumarto, 2000). Secara garis besar baja dikelompokkan menjadi dua yaitu baja karbon dan baja paduan. Baja karbon adalah paduan besi karbon dimana unsur karbonnya sangat menentukan sifatnya, sedang unsur paduan lainnya yang biasa terkandung di dalam baja karena proses pembuatannya. Sedangkan baja paduan adalah baja yang mengandung unsur-unsur tertentu didalamnya agar didapatkan kualitas yang bagus dan unsur-unsur tersebut kadarnya lebih rendah.

Menurut sifat baja karbonnya, baja karbon dapat diklasifikasikan menjadi tiga golongan yaitu : baja karbon rendah, baja karbon rendah dan baja karbon tinggi (Smallman,2000). Baja karbon rendah ($< 0,3\%$ C), tidak dapat dikeraskan

karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk martensit. Penggunaannya sebagai bahan konstruksi kapal, konstruksi kendaraan bermotor dan sebagainya. Baja karbon sedang (0,3-0,7% C) lebih keras dan lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah. Penggunaannya hampir sama dengan baja karbon rendah. Sedangkan baja karbon tinggi (>0,7% C), memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah. Penggunaannya untuk perkakas potong dan sebagainya.

Berdasarkan bentuknya, baja tulangan beton dibedakan menjadi dua jenis yaitu baja tulangan beton polos (P) dan baja tulangan beton sirip (S). Baja tulangan beton polos adalah baja tulangan beton berpenampang bundar dengan permukaan rata tidak bersirip atau disingkat BjTP, sedangkan baja tulangan beton sirip adalah baja tulangan beton berbentuk khusus yang permukaannya memiliki sirip melintang dan rusuk memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat atau sering disingkat BjTS. Komposisi bahan kimia baja P22 dan S22 ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2. Komposisi Bahan Baja P22 dan S22

| Komposisi Bahan | Baja P22 | Baja S22 |
|-----------------|----------|----------|
| C | 0.23806 | 0.26343 |
| Si | 0.26635 | 0.19679 |
| S | 0.05767 | 0.02901 |
| P | 0.02506 | 0.02470 |
| Mn | 0.80959 | 1.12114 |
| Cu | 0.24272 | 0.22844 |
| Sn | 0.02914 | 0.02546 |
| Mo | 0.02789 | 0.01119 |
| V | 0.00323 | 0.00229 |
| Ni | 0.10127 | 0.09177 |
| Ti | -0.00490 | -0.00484 |
| Cr | 0.09274 | 0.07884 |
| Al | 0.00228 | 0.00047 |
| Sb | 0.00461 | 0.00410 |
| Nb | 0.00058 | -0.00006 |
| As | 0.00988 | 0.00995 |
| W | 0.00423 | 0.00354 |
| Co | 0.01018 | 0.01054 |
| Pb | 0.00042 | -0.00165 |
| B | 0.00209 | 0.00180 |
| N | 0.01267 | 0.01799 |
| Bi | 0.00190 | -0.00011 |
| Ca | -0.00015 | -0.00003 |
| Mg | 0.00023 | -0.00018 |
| Sn | 0.00099 | 0.00427 |
| Fe | 98.06127 | 97.88113 |
| MnS | 14.03834 | 38.64447 |
| CuSn | 0.11005 | 0.10161 |
| Yp | 0.37299 | 0.45029 |
| Ts | 0.66704 | 0.68526 |
| CE | 0.42070 | 0.49010 |

2.3 Uji Sifat Fisis

2.3.1 Pengujian Struktur mikro

Struktur mikro adalah struktur terkecil yang terdapat dalam suatu bahan yang keberadaannya tidak dapat dilihat dengan mata telanjang, tetapi harus menggunakan alat pengamat struktur mikro diantaranya: mikroskop cahaya, mikroskop *electron*, mikroskop *field ion*, mikroskop *field emission* dan mikroskop sinar-X. Adapun beberapa tahap yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur mikro adalah tahap pemotongan, tahap pengamplasan, tahap pemolesan, tahap pengetsaan dan tahap pemotretan.

Tahap pemotongan (*sectioning*) dipilih sesuai dengan bagian yang akan diamati struktur mikronya. Spesimen uji dipotong dengan ukuran seperlunya. Tahap pengamplasan (*Grinding*) untuk menghaluskan dan meratakan permukaan spesimen uji yang ditujukan untuk menghilangkan retak dan goresan. *Grinding* dilakukan secara bertahap dari ukuran yang paling kecil hingga besar. Tahap pemolesan (*polishing*) bertujuan untuk menghasilkan permukaan spesimen yang mengkilap, tidak boleh ada goresan. Pada tahap ini dilakukan dengan menggunakan kain yang telah diolesi autosol. Untuk mendapatkan hasil yang baik, maka perlu diperhatikan pemelasan dan penekanan. Dalam melakukan pemolesan sebaiknya dilakukan dengan satu arah agar tidak terjadi goresan. Pemolesan ini menggunakan kain yang diolesi autosol dan dalam melakukan pembersihan harus sampai bersih. Apabila terlalu menekan maka arah dan posisi pemolesan dapat berubah dan kemungkinan terjadi goresan. Tahap pengetsaan (*Etching*) merupakan hasil dari proses pemolesan akan berupa permukaan yang

mengkilap seperti cermin. Agar struktur terlihat jelas maka permukaan tersebut dietsa. Tahap terakhir dalam pengujian struktur mikro yaitu tahap pemotretan merupakan pemotretan struktur mikro untuk mendapatkan gambar struktur mikro dari spesimen uji setelah difokuskan dengan mikroskop.

2.3.2 Penentuan Laju Korosi dengan Metode Gravimetri

Metode yang digunakan untuk menghitung Laju korosi adalah metode gravimetri (kehilangan berat). Proses pengujian ini dilakukan dengan cara mencelupkan benda uji ke dalam suatu bejana yang berisi larutan cair pengkorosi. Metode ini melibatkan proses pembersihan dan penimbangan sebelum korosi dan pembersihan serta penimbangan setelah korosi. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung laju korosi adalah :

$$\text{LajuKorosi}(mpy) = \frac{534WI}{\rho \times A \times T} \quad (2.1)$$

dengan :

| | | |
|--------|-------------------------|-----------------------|
| WI | = Berat yang hilang | (mg) |
| ρ | = Densitas sampel | (g/cm ³) |
| A | = Luas permukaan sampel | (inchi ²) |
| T | = Waktu pengujian | (jam) |

Dimana WI, ρ , A, T berturut-turut adalah selisih massa sebelum dan sesudah korosi, densitas, luas permukaan spesimen mula-mula dan lama waktu pengujian korosi.

Tabel 2.3. Pengelompokan sifat bahan ditinjau dari laju korosinya (Callister,1990)

| No. | Ketahanan Korosi Relatif | mpy | mm/yr | nm/yr |
|-----|--------------------------|--------|----------|---------|
| 1 | Istimewa | < 1 | < 0.02 | < 2 |
| 2 | Sangat baik | 1-5 | 0.02-0.1 | 2-10 |
| 3 | Baik | 5-20 | 0.1-0.5 | 10-50 |
| 4 | Cukup | 20-50 | 0.5-1 | 50-150 |
| 5 | Jelek | 50-200 | 1-5 | 150-500 |
| 6 | Tak dapat diterima | > 200 | > 5 | > 500 |

Suatu bahan dapat dikatakan tahan terhadap korosi bila laju korosinya lebih kecil dari 50 mpy (Callister, 1990). Pengelompokan sifat bahan bisa ditinjau dari laju korosinya (dalam mpy) terangkum pada Tabel 2.3.

2.4 Uji Sifat Mekanik

2.4.1 Pengujian Kekerasan

Kekerasan suatu logam merupakan ketahanan atau kemampuan suatu logam terhadap penetrasi dalam memberikan suatu indikasi yang cepat mengenai perilaku *deformasi plastis*. Kekerasan sendiri dapat dihubungkan dengan kekuatan luluh atau kekuatan tarik logam karena sewaktu indentasi, material di sekitar jejak mengalami *deformasi plastis* hingga mencapai regangan tertentu.

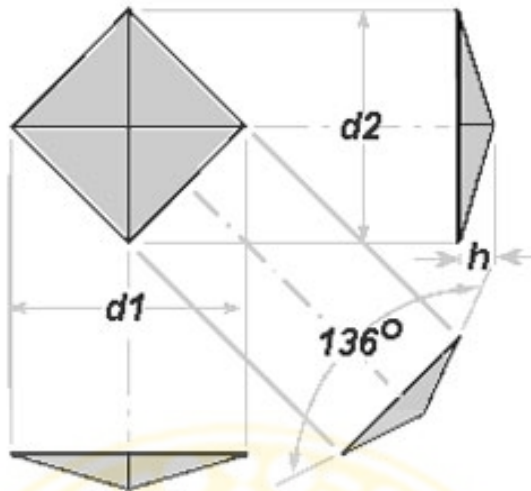
Pengujian kekerasan adalah salah satu pengujian dari sekian banyak pengujian yang mudah dilakukan, karena dapat dilaksanakan pada benda uji yang relatif kecil tanpa kesukaran mengenai spesifikasi benda uji. Pengujian yang banyak dipakai adalah dengan cara menekan suatu penekan pada benda uji

dengan beban tertentu dan mengukur bekas hasil penekanan yang terbentuk di atasnya (Tata Surdia, 2000).

Ukuran kekerasan dapat dikelompokkan menjadi tiga jenis yang kesemuanya tergantung pada cara melakukan pengujian, ketiga jenis tersebut adalah kekerasan goresan (*scratch hardness*), kekerasan lekukan (*indentation hardness*) dan kekerasan pantulan (*rebound*). Pengujian yang sering dilakukan adalah pengujian penekanan, pada pengujian penekanan terdapat beberapa alat uji yang dapat digunakan, antara lain dengan alat uji *Brinell*, *Vickers* dan *Rockwell*.

Pengujian kekerasan *Vickers* adalah pengujian kekerasan yang sering banyak digunakan pada pengujian kekerasan. Pengujian *Vickers* menggunakan piramida intan (*diamond pyramid*) sebagai indenter, dasar piramida yang berbentuk bujur sangkar dan sudut antara dua bidang miring yang berhadapan sebesar 136° , untuk beban yang digunakan dalam penekanan antara 10 g sampai 120 kg (Daryanto, 1985).

Pengujian *Vickers* memiliki beberapa kelebihan yaitu dengan benda penekan yang sama, kekerasan dapat ditentukan tidak hanya untuk bahan lunak akan tetapi juga untuk bahan keras, dengan bekas tekanan yang kecil bahan percobaan merusak lebih sedikit, pengukuran kekerasan teliti, kekerasan benda kerja yang sangat tipis atau lapisan permukaan yang tipis dapat diukur dengan memilih gaya yang relatif kecil.



Gambar 2.2 Bentuk lekukan piramida (Callister,1990)

Permukaan logam yang diuji mulanya ditekan dengan indenter berbentuk piramida intan yang dasarnya berbentuk bujur sangkar. Besar sudut antara permukaan-permukaan piramida yang berhadapan adalah sebesar 136° . Angka kekerasan piramida intan (DPN) atau angka kekerasan *Vickers* (VHN atau VPN), secara teoritis diartikan sebagai besarnya beban dibagi luas penampang lekukan yang terjadi. VHN dapat ditentukan dari persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 VHN &= \frac{2 \cdot P \cdot \sin(\alpha/2)}{d^2} \\
 &= 1,854 \frac{P}{d^2} \left(\frac{Kg}{mm^2} \right)
 \end{aligned}
 \tag{2.2}$$

Dimana : P = Beban tekan yang diberikan (Kg)

d = Panjang diagonal rata-rata (mm)

θ = Sudut antara permukaan intan yang berlawanan (136°)

Uji kekerasan *Vickers* banyak dipakai dalam kegiatan riset karena cara tersebut memberikan hasil berupa skala kekerasan yang kontinyu. Pengujian *Vickers*

dapat digunakan untuk material yang sangat keras sekalipun, hal ini karena indentor yang digunakan berupa intan yang merupakan bahan yang paling keras.

2.4.2 Pengujian Ketebalan

Hasil akhir dari proses pelapisan secara galvanizing adalah tebal hasil pelapisan. Suatu proses dikatakan berhasil jika lapisan mampu meningkatkan sifat barang yang dilapisi serta bisa diterima konsumen. Salah satu sifat yang akan ditingkatkan dari pelapisan *Hot Dip Galvanizing* adalah ketahanan logam terhadap korosi. Ketebalan hasil lapisan yang tidak merata/tidak sempurna menyebabkan terjadinya porositas yaitu adanya pori-pori pada lapisan sehingga udara luar bisa menembus dan menimbulkan terjadinya korosi.

