

Perlakuan *Hot Dip Galvanize* Baja Krupp 1191 untuk Baja Tahan Kontak Lingkungan terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan Seng

Ketut Suarsana ^{1*)}, Nitya Santhiarsa ²⁾

^{1,2)} Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran Bali Indonesia, Telepon (0361) 703321

*ktsuarsana@yahoo.com

Abstrak

Penggunaan material dari baja umumnya diperlukan perlakuan yang khusus, karena beberapa logam dan penggunaannya memerlukan sifat mekanik yang lebih baik pada kondisi tertentu. Bahan-bahan dari logam memerlukan sentuhan akhir atau finishing agar dapat terlihat lebih menarik, tahan lama dan tahan kontak lingkungan. Baja banyak dipergunakan sebagai bahan pembuat rangka tower, rangka jembatan, rangka bangunan dan kontruksi lainnya. Namun dibalik kelebihannya tersebut logam ini memiliki kelemahan yaitu kemampuannya untuk tahan terhadap faktor kontak terhadap lingkungan sangat rendah. Dalam penelitian metode yang digunakan adalah dengan proses hot dip galvanize yang merupakan prinsip pelapisan logam seng dipanaskan hingga mencapai titik lebur, kemudian logam dasar yang sudah melalui proses pendahuluan sebelumnya, dicelupkan ke dalam seng lebur tersebut sehingga akan terjadi ikatan metalurgi yang sangat adhesi. Proses hot dip galvanize dilakukan pada variasi temperatur 435°C, 450°C dan 465°C dengan lama waktu celup masing masing 1, 5 dan 10 menit. Perlakuan material ini disesuaikan dengan sifat yang dimiliki oleh bahan tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan temperatur dan waktu celup memberikan pengaruh pada ketebalan dan kekerasan baja krupp 1191, terjadi pada temperatur 465°C dengan waktu 10 menit kekerasan 122,11 HVN dan ketebalan 144,89 µm. Jadi perlakuan hot dip galvanis dengan variabel temperatur dan lama waktu celup memberikan pengaruh terhadap kekerasan baja krupp 1191 yang terlapsi seng.

Kata Kunci : Hot dip galvanis, kekerasan, ketebalan dan baja Krupp 1191.

Pendahuluan

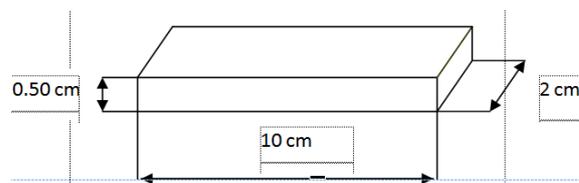
Dalam bidang kontruksi sifat mekanik paling banyak diharapkan ada pada logam yang digunakan yaitu kemampuan untuk menerima beban gesek dan juga tahan terhadap kondisi lingkungan. Salah satu logam yang paling sering di pakai pada kontruksi adalah baja Krupp 1191. Baja ini selain mudah didapat dipasaran juga memiliki kelebihan dapat dibentuk dengan mudah. Karena kelebihannya baja ini banyak dipergunakan sebagai bahan pembuat rangka *tower*, *guard rail* (pengaman jalan), tiang listrik dan fungsi yang lainnya. Namun dibalik kelebihannya, baja Krupp 1191 memiliki kelemahan yaitu kemampuannya terhadap sifat keausan dan ketahanan terhadap faktor-faktor pengaruh lingkungan sangat rendah. Untuk menghindari hal tersebut dapat dilakukan dengan melapsi permukaan logam melalui proses *hot dip galvanize*. Prinsip pelapisan ini adalah logam seng dipanaskan hingga mencapai titik lebur, kemudian logam dasar yang sudah melalui

proses pendahuluan sebelumnya dicelupkan ke dalam seng lebur sehingga akan terjadi ikatan metalurgi sangat adhesi. Pelapisan dapat mencegah terjadinya kontak langsung terhadap lingkungan korosif, juga meningkatkan beberapa sifat mekanis dari logam yang dilapsi serta dapat memberikan tampilan permukaan benda kerja menjadi licin dan mengkilap. Proses *hot dip galvanize* dapat merubah struktur mikro sehingga fase yang terjadi akan berubah juga. Peneliti sebelumnya menyatakan galvanisasi baja di dalam seng murni, Zn-O, 1% Al dan Zn-0,2% Al dilakukan pada 450°C untuk waktu celup 60 detik, lapisan intermetallik Fe-Zn yang terbentuk dalam bahan galvanize tersebut terdiri dari fase gamma dan fase beta [1]. Kerugian yang timbul akibat proses *hot dipped galvanize*, ketebalan lapisan dari permukaan *hot dipped galvanizing* kurang merata dan rawan sekali terjadi distorsi jika dalam perencanaan prosesnya kurang maksimal. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yadav

menyatakan bahwa lapisan paduan Fe-Zn hasil proses *hot dip galvanize* memiliki laju korosi terendah dibanding lapisan lain [2]. *Zinc* adalah logam putih kebiruan, logam ini cukup mudah ditempa dan liat pada 110°C-150°C dan menjadi sangat rapuh jika dipanaskan diatas 200°C. Jika dibiarkan di udara terbuka yang lembab, akan terbentuk lapisan garam-garam dasar tipis dan putih sebagai pelindung, untuk sifat ini maka *zinc* lebih cocok jika digunakan untuk melapisi baja dengan proses galvanisasi. *Zinc* dapat melebur dalam dapur galvanis pada temperatur 419°C dan mempunyai titik didih 907°C. Pelapisan logam dengan logam pelapis *zinc* memiliki beberapa keuntungan yaitu : murah, cukup tersedia dialam dan tahan lama. Lapisan yang dapat menghasilkan ketahanan gesekan dan pengaruh faktor lingkungan adalah lapisan dengan bahan pelapis logam dan non logam, sedangkan mekanisme proses dapat dilakukan dengan metode antara lain lapisan secara listrik (*electroplating*) dimana pada pelapisan ini menggunakan perubahan arus listrik pada proses *electroplating chrom* keras terhadap ketebalan dan kekerasan baja ST 60 [3]. Dari hasil penelitian sebelumnya, maka pada penelitian ini akan dibahas tentang perlakuan *hot dip galvanize* baja Krupp 1191 untuk baja tahan kontak lingkungan terhadap kekerasan dan ketebalan lapisan seng yang terjadi akibat pengaruh variasi temperatur dan waktu penahanan.

Bahan dan Metode Penelitian

Adapun bahan-bahan yang dipakai dalam penelitian ini adalah : Baja krupp 1191 adalah baja dengan kandungan sampai 0,37 % C dan memiliki kekuatan tarik minimum 37 kg/mm², dengan komposisi unsur kimianya : 0,32-0,38% Karbon (C); 0,60-0,90% Mangan (Mn); 0,05% max Sulfur (S); 0,04% max Pospor (P); sisa kandungannya adalah besi (Fe). Dan bahan ini pada penelitian dipakai sebagai spesimen yang akan dilapis *hot dip galvanize*. Adapun luas permukaan spesimen yang akan dilapis adalah dengan panjang 10 cm, lebar 2 cm dan tebal 0,50 cm, jadi luas permukaan yang akan dilapisi adalah 52 cm². Spesimen uji dapat dilihat pada gambar :



Gambar 1 Benda uji

Bahan Pelapisan

- *Zinc* padat berbentuk lempengan segi empat dengan berat 25 kg dipakai untuk bahan pelapis dalam proses *hot dip galvanize*.
- Larutan yang digunakan adalah larutan fluxing yang mana proses ini dilakukan sebelum benda kerja dicelup ke *zinc*.
- *Zinc Amonium Clouride* ($ZnCl_2$)..... .. 1 kg
- Air..... .. 10 lt
- Temperatur..... .. 80°C

Sebelum pencelupan kedalam larutan fluxing dilakukan pembersihan dengan larutan asam HCl dan basa NaOH

Alat penelitian

- Bak celup adalah bak penampungan untuk tempat *zinc* padat dilelehkan. Bak ini terbuat dari plat baja dengan ukuran 60 x 50 x 15 cm dan tebal plat baja 1 cm, cukup tebal untuk menahan beban *zinc* seberat 50 kg. [4]



Gambar 2 . Bak Celup

- *Burner* berfungsi untuk memanaskan *zinc* hingga mencapai titik leleh yang diharapkan. *Burner* yang digunakan adalah memakai bahan bakar elpiji
- *Thermometer* adalah alat ukur temperatur sehingga suhu / temperatur bisa diketahui.
- Termostat adalah alat ukur untuk menjaga suhu tetap konstan
- *Skaiping* ini dipakai untuk membersihkan kotoran (abu) diatas permukaan cairan *zinc* panas.
- *Electro wisht* adalah dynamo listrik yang dilengkapi dengan crane yang dipakai untuk

mengangkat benda kerja dengan kecepatan konstan.

- Mikroskop digunakan untuk mengamati ketebalan lapisan hot dip galvanize pada permukaan specimen
- Mesin uji kekerasan vikers digunakan untuk mengukur nilai kekerasan yang diperoleh setiap titik yang ditentukan.
- Jangka Sorong dipergunakan sebagai alat untuk mengukur dimensi dari specimen yang diuji.
- *Stopwatch* untuk menghitung waktu pencelupan.
- Timbangan digital untuk mengukur berat specimen sebelum dan sesudah pencelupan.

Langkah – langkah Penelitian

Pengerjaan pendahuluan (*Pretreatment*)

Pengerjaan mekanis, untuk menghilangkan sirip-sirip, geram dan sebagainya yang masih melekat pada logam dasar, sehingga akan mendapat kualitas permukaan yang lebih baik. Pekerjaan seperti ini antara lain gerinda, poles, kikir, sikat baja, semprot pasir dan sebagainya.

Pembersihan lemak (*Degreasing*), untuk menghilangkan lemak, minyak dan sejenisnya pada permukaan logam dasar, bahan pencuci yang biasa digunakan adalah alkali dan *coustic* soda.

Pembilasan (*Rinsing*), menetralsir sisa-sisa asam atau alkalin yang membasahi permukaan logam dasar. Sisa-sisa asam atau alkalin ini berasal dari proses dilakukan sebelumnya. Air pembilasan hendaknya dijaga agar selalu netral dan bersih, oleh karena itu sebaiknya teknik pembilasan ini diatur sedemikian rupa agar air pembilas secara kontinyu mengalir hingga air pembilasnya selalu berganti atau baru.

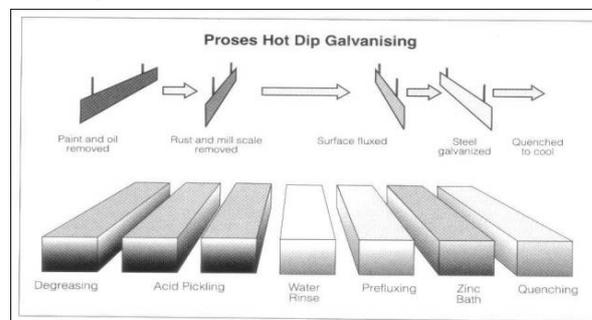
Pencucian asam (*Pickling*), untuk mereduksi oksida atau karat dan sejenisnya pada permukaan logam dasar. Selain itu *pickling* berfungsi juga untuk menetralsir, mungkin masih adanya sisa-sisa alkalin akibat dari proses pembilasan yang kurang sempurna. Biasanya larutan *pickling* terbuat dari asam sulfat (H_2SO_4) atau asam chloride atau campuran asam sulfat dan asam fluorid.

Fluksing (*Fluxing*)

Dalam teknologi pelapisan seng celup panas, pengerjaan *fluxing* sangat menentukan

berhasilan atau tidaknya suatu lapisan, karena fungsi dari *fluksing* adalah :

- Pencucian/pembersih akhir dari logam dasar terhadap kemungkinan masih adanya sisa-sisa bahan pengotor yang menodai permukaan logam dasar misalnya sisa-sisa akhir dari proses degresi dan pembilasan, sisa asam dari proses *pickling* dan pembilasan.
- Mencegah agar logam dasar tidak teroksidasi selama waktu sebelum dilapis.
- Mencegah terbentuknya dross yang berlebihan pada permukaan logam dasar. Biasanya larutan *fluksing* terbuat dari bahan ($ZnCl_2$) *Zinc Amonium Chloride* dicampur dengan air.



Gambar. 3 Sekema *Hot dip galvanize*

Proses pelapisan logam seng

Oleh karena pada pelapisan *hot dip galvanize* memerlukan suatu ikatan yang kuat antara logam dasar dan pelapis (logam seng), maka itu diperlukan logam pelapis dalam keadaan lebur, sehingga akan terjadi proses metalurgi pelapisan.

Proses pelapisan pertama yang perlu diperhatikan adalah seng leburnya. Setelah seng dileburkan hingga mencapai temperatur antara $445^{\circ}C$ – $455^{\circ}C$, dan dibiarkan pada temperatur tersebut selang beberapa waktu, biasanya dalam kondisi seperti tersebut pada permukaan seng lebur sering terjadi oksida (pengapungan terak). Untuk mencegah serta membersihkan permukaan seng lebur ini maka kedalam seng dimasukkan bahan fluks. Pengukuran temperatur dapat dilakukan dengan menggunakan *thermocouple*.

Proses pengerjaan akhir (*Post Treatment*)

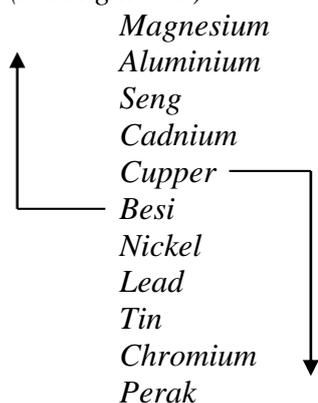
Proses ini dilaksanakan setelah logam dasar dilapisi, lalu dicelupkan kedalam air yang

temperaturnya berkisar antara 70°C–80°C. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan kehalusan.

Mekanisme Hot Dip Galvanize

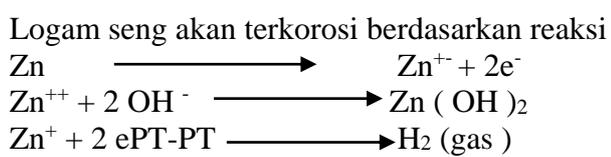
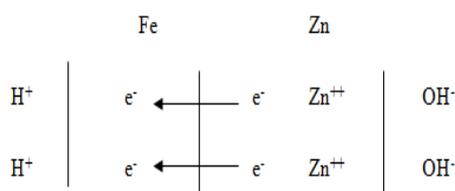
Mekanisme terbentuknya lapisan hot dip galvanize berdasarkan deret volta sifat perlindungan ini dapat diartikan bahwa lapisan seng bersifat anodis terhadap logam-logam dasarnya, sehingga dalam pemakaiannya tidak begitu mengkhawatirkan. Oleh karena logam pelapis lebih reaktif terhadap logam dasar (Fe) hal ini didasarkan deret volta yang mana logam seng terletak diatas logam besi yang berarti kurang mulia dibandingkan logam besi.

Bersifat lebih anodik : Logam – logam yang lebih aktif (kurang mulia)



Bersifat lebih katodik : Logam –logam yang lebih mulia.

Berdasarkan deret volta, maka dapat diuraikan reaksi yang terjadi baik pada logam seng maupun pada logam besi [5]:



Ketebalan Lapisan

Ketebalan lapisan yang terbentuk dapat dicari dengan cara matematis yaitu dengan

membandingkan masa lapisan yang terbentuk dengan masa jenis pelapis dan luas permukaan setelah dilapisi [6]. (Lowenheim, Frederick. A, 1978.)

$$T = \frac{W}{\rho \cdot A} \dots\dots\dots$$

(1)

Dengan :

- T = Tebal lapisan yang terbentuk (cm)
- w₁ = Berat spesimen sebelum dilapisi (gr)
- w₂ = Berat spesimen setelah dilapisi (gr)
- W = Berat lapisan yang terbentuk (gr)
- ρ = Massa jenis pelapis (gr/cm³)
- A = Luas permukaan setelah dilapisi (cm²)

Adapun tahapan dalam penelitian sebagai berikut :

Proses persiapan :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang dipakai selama penelitian.
2. Memasang semua alat untuk proses pelapisan.
3. Melakukan proses pembersihan specimen
4. Melakukan penimbangan berat specimen sebelum pencelupan (hasil berat yang didapat dipergunakan nanti sebagai acuan untuk mencari ketebalan lapisan).

Proses Pelapisan

1. Panaskan zinc padat pada bak pencelupan hingga mencapai titik lebur.
2. Celup specimen ke larutan fluxing selama 30 detik
3. Setelah specimen kering dengan menggunakan electric wisht celupkan specimen ke bak pencelupan.
4. Perlakuan temperatur yang diamati adalah 435°C, 450°C dan 465°C.
5. Angkat specimen setelah proses pencelupan selama 1 menit, 5 menit, dan 10 menit.

Pengukuran ketebalan lapisan

1. Ukur berat specimen sebelum pencelupan
2. Ukur berat specimen sesudah pencelupan
3. Hitung tebal lapisan dengan menggunakan persamaan (1).

Pengujian kekerasan permukaan spesimen

1. Atur Brightness dari lampu dengan menggunakan control transformer dan arus yang digunakan sebesar 0,6A.
2. Tempatkan unit untuk aplikasi beban pada posisi kerjanya. Tanda arm untuk

menggerakkan beban uji pada posisi vertikal.

3. Letakkan benda uji di meja atas yang tersedia (saat kalibrasi tempatkan hardnes tes Block).
4. Atur jarak indetor dengan permukaan benda uji sekitar 3–4 mm. Kalau ujung indetor tidak terlihat karena tertutup oleh pelindung indetor maka jarak ini adalah 0,5–1 μm antara indetor dengan permukaan benda. Usahakan ujung indetor terlihat agar indentasi maksimal.
5. Aplikasikan beban mendongkel arm kedepan sehingga indetor mengenai spesimen.
6. Setelah arm mencapai posisi putar sepenuhnya berikan penahanan untuk mengeliminasi creep behavior dari specimen. Waktu penahanan 10–15 detik.
7. Kembalikan *arm* ke posisi semula dari permukaan benda kerja. Hindari gerakan horizontal agar benda kerja tidak terjadi kerusakan dari unit pembebanan bekas identasi.
8. Geser unit aplikasi beban sehingga unit mikroskop sekarang berada diatas benda uji, atau focus dari objektif sehingga dapat melihat bekas indentasi pada spesimen.
9. Perlu di catat dalam melakukan pengukuran adalah berapa jumlah garis atau jarak antara dua garis-garis horizontal yang disebut sebagai “a”, sekala dari “a” tersebut sesuai pembesaran yang dipakai. Sedangkan posisi “b” disebut sekala jaraknya dihitung sama seperti perhitungan jarak “a”. panjang jarak yang di ukur adalah: $(a \times \text{sekala } a) + (b \times \text{sekala } b)$
10. Setelah dilakukan indentasi, ulangi langkah tersebut pada potongan spesimen lain pada jarak yang berbeda dan catat nilai kekerasan tiap spesimen yang diuji.
11. Hasil pengukuran dicatat dan pengujian kekerasan selesai.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian kekerasan

Data hasil pengujian nilai kekerasan dihitung berdasarkan metode Vickers [7] pada permukaan lapisan dari masing–masing specimen yang tanpa perlakuan dapat ditabelkan. Pengujian material dengan

perlakuan sebanyak 27 kali dengan 3 kali pengulangan pada masing-masing specimen. Dari penelitian yang telah dilaksanakan diperoleh data nilai rata-rata kekerasan seperti ditunjukkan dalam tabel 2 dan kekerasan spesimen tanpa perlakuan pada tabel 1:

Tabel 1. Data hasil pengujian kekerasan (HVN) tanpa perlakuan.

	Benda uji		
	1	2	3
a1	3	3	3
b1	38	37	38
a2	4	3	3
b2	38	42	39
d1	0,376	0,374	0,376
d2	0,476	0,384	0,378
d	0,426	0,379	0,377
Kekerasan	102,16	129,07	130,44
Kekerasan Rata-rata	120,56		

Oleh karena tidak terjadi perlakuan apapun pada spesimen ini, maka kekerasan yang dicari hanya 1 spesimen dengan 3 kali titik pengulangan dan kemudian di rata–ratakan. Jadi kekerasan yang diperoleh pada spesimen tanpa perlakuan adalah 120,56 HVN.

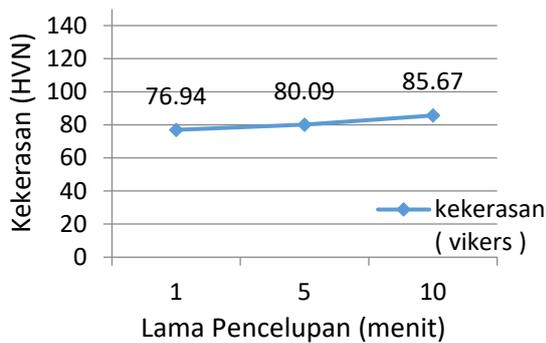
Hasil uji kekerasan dengan perlakuan

Untuk memudahkan analisa data maka dihitung rata–rata hasil kekerasan pelapisan. Dari hasil ini dapat di tabelkan nilai kekerasan (HVN) rata–rata dari masing–masing spesimen pada temperatur 435⁰C, 450⁰C dan 465⁰C, dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2 Hasil nilai kekerasan pada temperatur perlakuan dan lama pencelupan

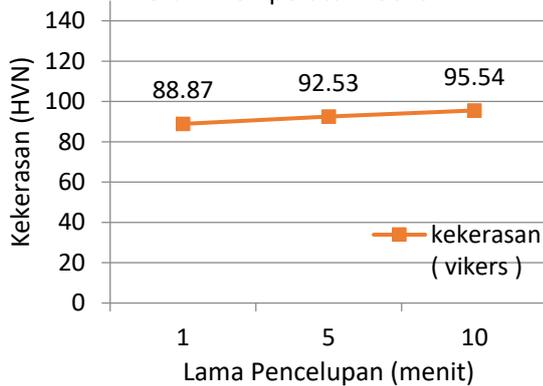
Dari Tabel 2 dapat diplot dalam bentuk grafik hubungan antara pengaruh lama pencelupan material dalam larutan seng dengan temperatur perlakuan pada masing-masing temperatur 435^oC, 450^oC dan 465^oC.

Grafik pada Temperatur 435^oC



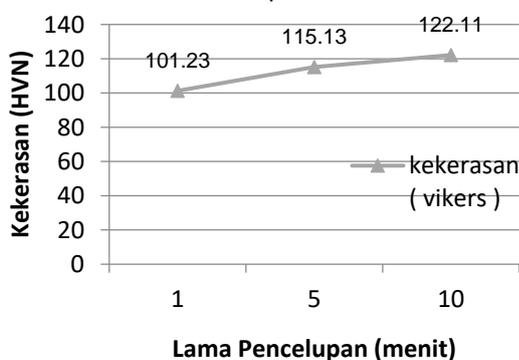
Gambar 4 Grafik hubungan kekerasan dan lama pencelupan pada 435^oC

Grafik Temperatur 450^oC



Gambar 5 Grafik hubungan kekerasan dan lama pencelupan pada 450^oC

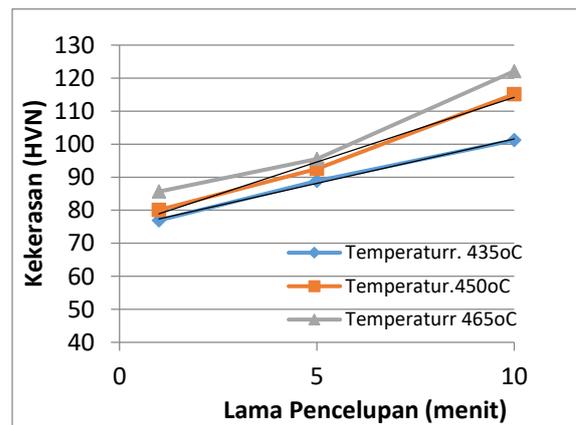
Grafik Temperatur 465^oC



Gambar 6 Grafik hubungan kekerasan dan lama pencelupan pada 465^oC

PERLAKUAN LAMA PENCELUPAN	TEMPERATUR		
	435 ^o C	450 ^o C	465 ^o C
1 menit	76.94	88.87	101.23
5 menit	80.09	92.53	115.13
10 menit	85.67	95.54	122.11

Pada gambar 7 gabungan dari grafik 4, 5 dan 6 dapat dilihat dan dinyatakan bahwa pengaruh lama pencelupan pada masing-masing temperatur perlakuan, memberikan nilai peningkatan pada sifat kekerasan material yang dilapisi seng dari semua perlakuan yang dikenakan pada material uji.



Gambar 7 Grafik hubungan kekerasan dan lama pencelupan pada seng

Analisa variasi waktu penahanan dan temperatur Hot Dip galvanize terhadap Kekerasan .

Berdasarkan grafik hubungan kekerasan dan lama pencelupan pada seng (gambar 7) dapat diketahui bahwa dengan variasi waktu tahan pencelupan pada proses pelapisan hot dip galvanize, yaitu: 1, 5 dan 10 menit maka di dapat hasil kekerasan lapisan rata-rata sebesar 76.94, 80.09 dan 85.67 HVN pada kondisi temperatur 435^oC. Pada temperatur 450^oC hasil kekerasan lapisan rata-rata sebesar 88.87, 92.53 dan 95.54 HVN. Dan juga pada kondisi temperatur 465^oC hasil kekerasan lapisan rata-

rata sebesar 101.23, 115.13 dan 122.11 HVN. Kekerasan paling rendah didapat dengan menggunakan waktu tahan sebesar 1 menit yaitu 76.94 HVN dan kekerasan paling tinggi didapat dengan menggunakan waktu tahan sebesar 10 menit yaitu 122.11 VHN. Dapat disimpulkan bahwa dari hasil penelitian semakin lama waktu tahan yang digunakan maka semakin keras pula lapisan yang dihasilkan, hal ini dikarenakan semakin banyaknya pergerakan dan difusi atom Zn untuk membentuk lapisan layer di permukaan benda kerja, sehingga lapisan yang menempel bertambah tebal. Semakin tebal lapisan berakibat pada semakin banyak fasa Zeta dan Gamma yang terbentuk, fasa Zeta dan Gamma diketahui memiliki sifat yang keras sehingga semakin tebal lapisan maka semakin keras pula material yang dilapisi.

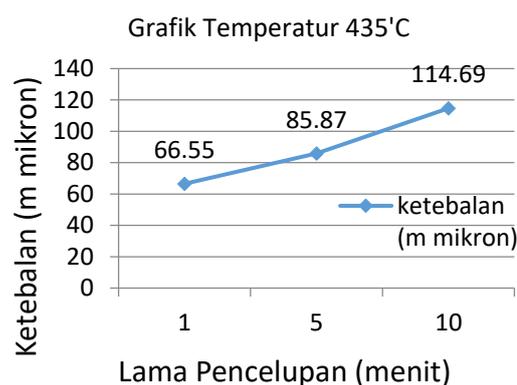
Hasil pengujian ketebalan lapisan

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian ketebalan lapisan *coating* menggunakan *Elcometer Digital 456-England*. Untuk memudahkan analisa data maka dihitung tebal rata-rata dari masing-masing spesimen pada temperatur 435°C, 450°C, 465°C, dan adapun hasilnya pada tabel 3

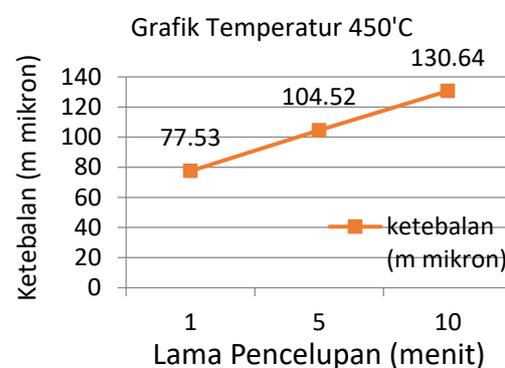
Tabel 3 Data hasil ketebalan lapisan pada temperatur perlakuan dan waktu celup

PERLAKU AN	TEMPERATUR		
	435°C	450°C	465°C
WAKTU			
1 menit	66.54	85.87	114.69
5 menit	77.53	104.52	130.64
10 menit	99.13	121.98	144.89

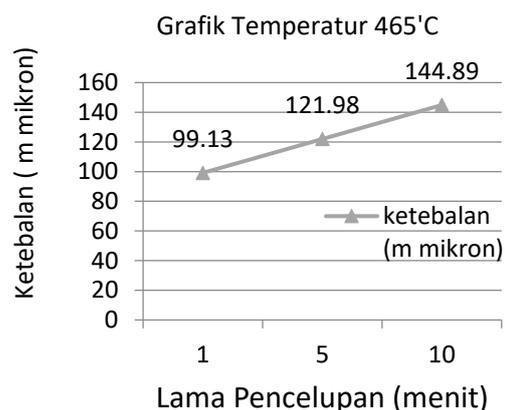
Dari Tabel 3 dapat diplot dalam bentuk grafik hubungan antara pengaruh lama pencelupan material dalam larutan seng dengan temperatur perlakuan pada masing-masing temperatur 435°C, 450°C dan 465°C untuk menentukan ketebalan lapisan.



Gambar 8 Grafik hubungan ketebalan lapisan dan lama pencelupan pada 435°C

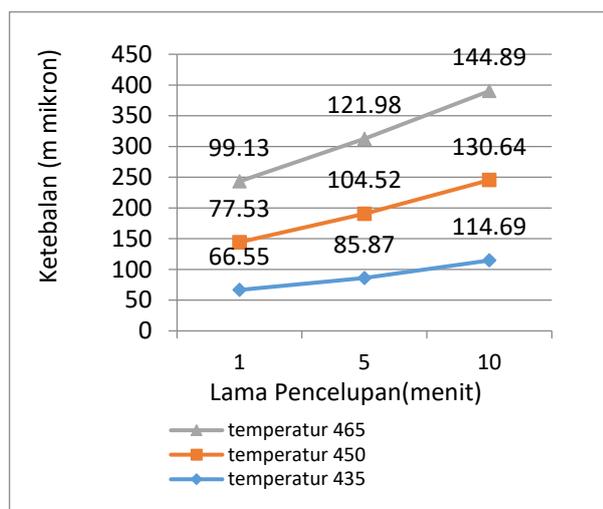


Gambar 9 Grafik hubungan ketebalan lapisan dan lama pencelupan pada 450°C



Gambar 10 Grafik hubungan ketebalan lapisan dan lama pencelupan pada 465°C

Gabungan dari grafik 8, 9 dan 10 dapat dilihat pada gambar 11 yang menyatakan bahwa dari hasil uji ketebalan yang telah dilakukan didapatkan grafik untuk variasi waktu tahan *hot dip galvanize* dengan temperatur pada masing-masing perlakuan memberikan nilai peningkatan ketebalan lapisan.



Gambar 11 Grafik hubungan ketebalan lapisan dan lama pencelupan pada seng

Analisa variasi waktu tahan *hot dip galvanize* terhadap ketebalan lapisan.

Dari gambar 11 grafik hubungan ketebalan lapisan dan lama pencelupan pada seng dapat diketahui bahwa dengan variasi waktu tahan pencelupan pada proses pelapisan *hot dip galvanize*, yaitu: 1, 5 dan 10 menit di dapatkan hasil ketebalan lapisan rata-rata sebesar 66.54, 77.53 dan 99.13 μm pada temperatur 435 $^{\circ}\text{C}$. Pada temperatur 450 $^{\circ}\text{C}$ hasil ketebalan lapisan rata-rata sebesar 85.87, 104.52 dan 121.98 μm dan temperatur 465 $^{\circ}\text{C}$ hasil ketebalan lapisan rata-rata sebesar 114.69, 130.64 dan 144.89 μm . Ketebalan lapisan paling rendah didapat dengan menggunakan waktu tahan sebesar 1 menit yaitu 66.54 μm dan ketebalan paling tinggi didapat dengan menggunakan waktu tahan sebesar 10 menit yaitu 144.89 μm . kesimpulan bahwa semakin lama waktu tahan yang digunakan maka semakin tebal pula lapisan yang dihasilkan, hal ini dikarenakan semakin banyaknya pergerakan dan difusi atom Zn untuk membentuk lapisan layer di permukaan benda kerja, sehingga lapisan yang menempel bertambah tebal.

Tetapi perlu diperhatikan ketebalan lapisan optimum pada penggunaan material yang telah di galvanize, artinya ketebalan lapisan yang tinggi belum tentu bagus pada aplikasi dikarenakan lapisan yang sangat tebal akan dapat mengganggu peresisi dari suatu material pada aplikasi penggunaan.

Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan pada material baja Krupp 1191 yang termasuk material baja karbon rendah dilakukan proses *hot dip galvanize* dengan variasi waktu tahan pencelupan yaitu 1, 5 dan 10 menit maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Semakin lama waktu tahan pencelupan pada proses *hot dip galvanize* yaitu 10 menit mengakibatkan semakin tebal lapisan *zinc* yang dihasilkan. Pada perlakuan temperatur 465 $^{\circ}\text{C}$ dengan waktu tahan 10 menit mempunyai ketebalan lapisan sebesar 144.89 μm .
2. Semakin lama waktu tahan pencelupan pada proses *hot dip galvanize* yaitu 10 menit mengakibatkan semakin tebal lapisan *zinc* yang dihasilkan dan nilai kekerasannya akan semakin tinggi pula. Didapat pada perlakuan temperatur 465 $^{\circ}\text{C}$ dengan nilai kekerasan tertinggi yaitu sebesar 122.11 HVN.

Daftar Pustaka

- [1] Syahbuddin. 2000. "Pengaruh batas butir Fe- α . pada baja bebas cacat intersisi (baja IF) terhadap reaksi antara besi dan seng selama galvanisasi pada 450 $^{\circ}\text{C}$ ". Depok : Universitas Indonesia.
- [2] A.P.Yadav, H.Katayama, K.Noda, H. Masuda, A. Nishikata, T. Tsuru. 2007, "Effect of Fe-Zn Alloy Layer on the Corrosion Resistance of Galvanized Steel in Chloride Containing environments", Corrosion Science 49(2007):3716-3731
- [3] Cuaca, 2006, "Perubahan Arus Listrik Pada Proses Elektroplating Krom Keras terhadap Ketebalan Dan Kekerasan Baja St 60" Universitas Udayana, Bali.
- [4] Semara P, 2005, "Pengaruh Kuat arus Listrik dan Waktu Pelapisan terhadap Ketebalan Pelapisan Nikel", Universitas Udayana, Bali.
- [5] Chamberlain J., Trethewey Kr., 1991, "Korosi (Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan)" Pt Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [6] Frederick Adolph Lowenheim, 1978, "Electroplating", Mc Graw-Hill

- [7] Bishop R. J., Smallman R. E., 2004,
“Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa
Material “, Erlangga, Jakarta.