

## MENGENDALIKAN LAJU KOROSI PADA CHASSIS MITSUBISHI FE 114 DENGAN VARIASI QUENCHING

Sudarsono<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 2 April 2010, revisi masuk : 15 Juni 2010, diterima: 26 Juli 2010

### ABSTRACT

*Mitsubishi Chassis is steel that contains 0.044% Carbon. The limitation is especially on its corrosion resistance; therefore. The aim of the study was to know the effect of hardening on the process of quenching and tempering toward hardness, micro structure and corrosion resistance of Mitsubishi Chassis FE 114 to increase the age of material usage. This study used material of Mitsubishi chassis FE114 of truck vehicle. It was done heating by using furnace (heater oven) on temperature 850°C for about 30 minutes. After that it was quenched by using viscosity variation of oil media with number of viscosity SAE 50, SAE 90 and SAE 140. To know the material characteristics after quenching and tempering, it was done hardness, micro structure, and corrosion testing. The result of this study shows that the value of hardening of Mitsubishi Chassis FE 114 increases on tempering of the hardness about 160.431 BHN on specimen quenching with oil media SAE 50, SAE 90. On the observing of micro structure, heating on quenching process and continued by tempering 200° C for 30 minutes occurred on perlite and ferrite phases. The corrosion speed before quenching process is 46.39 mm/year. The resistance of corrosion decrease after doing quenching process for all viscosity variation oil media. This shows that corrosion resistance of Mitsubishi Chassis FE 114 can not be increased with quenching process.*

**Keywords:** Chassis, Quenching, BHN.

### INTISARI

Chassis Mitsubishi FE 114 adalah baja yang mengandung karbon sekitar 0,044 %. Keterbatasan terutama pada ketahanan korosinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh hardening pada saat proses quenching dan tempering terhadap, kekerasan, struktur mikro dan ketahanan korosi chassis Mitsubishi FE 114, agar dapat meningkatkan umur pemakaian bahan. Penelitian ini menggunakan bahan chassis kendaraan Mitsubishi FE 114 dengan jenis truk. Dilakukan pemanasan menggunakan furnace (oven pemanas) pada temperatur 850<sup>0</sup> C dengan lama waktu tahan 30 menit. Setelah itu di- quenching menggunakan variasi viskositas media celup oli dengan angka viskositas SAE 50, SAE 90 dan SAE 140. Untuk mengetahui karakteristik bahan setelah dilakukan quenching dan tempering dilakukan pengujian kekerasan, struktur mikro dan korosi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kekerasan chassis Mitsubishi FE 114 mengalami kenaikan pada tempering yang kekerasannya rata-rata sebesar 160,431 BHN pada spesimen quenching dengan media oli SAE 50, SAE 90. Pada pengamatan struktur mikro, pemanasan pada proses quenching dan dilanjutkan tempering 200°C selama 30 menit yang terjadi fasa perlit dan fasa ferrit. Laju korosi sebelum proses quenching sebesar 46,39 mm/thn. Ketahanan korosi menurun setelah dilakukan proses quenching untuk semua variasi viskositas media celup oli. Hal ini menunjukkan bahwa ketahanan korosi chassis Mitsubishi FE 114 tidak dapat ditingkatkan dengan proses quenching.

**Kata kunci :** Chassis, Quenching, BHN.

---

<sup>1</sup>sudarsono@ akprind.ac.id

## PENDAHULUAN

Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan ini logam dalam keadaan padat dan untuk mengubah sifat-sifat fisis dan mekanis logam tersebut (Thelning, 1984). Hampir semua logam yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari mengalami serangan korosi tanpa kita ketahui.

Bahan terkaburasi yang diquenching dengan laju pendinginan lambat (oli) mengalami kenaikan harga keliatan dan nilai kekerasan untuk carburising NaCN, sedangkan pada quenching yang cepat (air, garam) mengalami penurunan harga keliatan dan kenaikan harga kekerasannya. Harga keliatan tertinggi sebesar  $0,55 \text{ Joule/mm}^2$  dari mula-mula  $0,52 \text{ Joule/mm}^2$  terjadi kenaikan 6% dicapai pada bahan terkaburasi liquid carburizing dengan pendinginan kejut di dalam oli dan harga keliatan terendah  $0,070 \text{ Joule/mm}^2$  terjadi penurunan 87% dicapai pada bahan terkaburasi arang tempurung kelapa dengan quenching air garam. (Waluyo, 2007).

Struktur paduan Fe-1, 52Al-1, 44C sebagai cast terdiri dari ferit dan perlit terdistribusi merata dan dalam jumlah yang sangat kecil struktur dendrit. Semakin tinggi temperatur temper struktur berubah menjadi lebih ferit. Kekuatan tarik paduan Fe-1, 52Al-1, 44C sebesar  $65,3 \text{ kg/mm}^2$  dengan regangan sebesar 13,1%. Kekuatan tarik maksimal terjadi setelah hardening dan akan menurun dengan semakin tinggi temperatur temper. Nilai kekerasan paduan Fe-1, 52Al-1, 44C sebesar 232,4 VHN. Laju korosi tertinggi terjadi pada paduan Fe-1, 52Al-1, 44C yaitu 0,927 mm/th dan semakin menurun dengan semakin tinggi temperatur temper. (Kartikasari, 2009)

Pada penelitian ini dicoba untuk memperluas aplikasi proses perlakuan panas pada pengaruh variasi quenching terhadap ketahanan korosi pada media asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), korosi dilakukan pada media asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) untuk mempercepat penelitian sehingga didapat hasil dari pengaruhnya pada skala laboratorium sebagai pengendaliannya, dengan menggunakan bahan chassis pada kendaraan truk Mitsubishi FE 114.

Perlakuan panas ini dilakukan dalam oven pemanas dengan temperatur  $850^\circ\text{C}$  dengan waktu tahan (temper) 20 menit. Kemudian dilakukan proses Quenching (pencelupan cepat) dengan variasi media celup oli SAE 50, SAE 90, SAE 140 dan temper pada suhu  $200^\circ\text{C}$ , selama 20 menit, laju korosi dilakukan dengan metode kehilangan berat dalam larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  setelah direndam selama 6 jam di laboratorium sebagai pengendalinya dengan tidak menghitung reaksi kimia, pengujian yang dilakukan yaitu uji komposisi, uji kekerasan, uji struktur mikro dan uji korosi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik dan fisisnya untuk digunakan sebagai pedoman oleh pengguna kendaraan jenis ini serta menambah khasanah ilmu pengetahuan di bidang ilmu teknik bahan. Adapun tujuan penelitian adalah: Pertama, mengetahui komposisi bahan uji; Kedua: mengetahui pengaruh dari variasi quenching terhadap oli SAE 50, SAE 90, dan SAE 140. Ketiga, mengetahui aplikasi dari proses perlakuan panas terhadap ketahanan laju korosi chassis dalam media  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . (Budinski, K.G., 1989).

## PEMBAHASAN

Hasil pengujian komposisi kimia, menunjukkan chassis Mitsubishi FE 114 termasuk golongan baja karbon rendah karena mempunyai kandungan karbon 0,044 % yang dapat dibentuk atau baja strip yang bersifat kenyal. Banyaknya kandungan silisium (Si) 0,120 % mempunyai pengaruh dapat meningkatkan kekuatan, kekerasan, kemampuan diperkeras, tahan aus, ketahanan terhadap panas dan korosi. Sedangkan Si dapat menurunkan regangan, kemampuan ditempa dan dilas.

Kandungan mangan (Mn) sebanyak 0,710% akan meningkatkan kekuatan, kekerasan, tahan aus dan kemampuan ditempa tetapi dapat menurunkan kemampuan pengerjaan dengan mesin-mesin perkakas. Unsur nikel (Ni) sebanyak 0,017% dapat meningkatkan kekuatan, keuletan, ketahanan korosi tetapi dapat menurunkan kecepatan pendinginan dan regangan panas lihat Tabel 1. (Tata Sudira, Saito. S., 2000).

Kandungan vanadium(V) sebesar 0,108% mempunyai pengaruh dan meningkatkan kekuatan, keuletan dan ketahanan lelah. Dapat menurunkan kepekaan terhadap sengatan panas yang melewati batas pada perlakuan panas.

Tabel 1. Komposisi Kimia

UNSUR	CONTOH UJI	
	TEST 09/S-894 (%)	Standart Deviasi
Fe 2	98,67	0,0278
C	0,044	0,0036
Si	0,120	0,0015
Mn	0,710	0,0030
P	0,013	0,0002
S	0,001	0,0000
Cr	0,000	0,0000
Mo	0,000	0,0000
Ni	0,017	0,0006
Al	0,016	0,0005
B	0,0000	0,0000
Co	0,000	0,0000
Cu	0,053	0,0032
Nb	0,006	0,0001
Pb	0,0000	0,0000
Sn	0,013	0,0003
Ti	0,032	0,0002
V	0,108	0,0260
W	0,000	0,0000

Sumber; Hasil Pengujian Komposisi Kimia, Politeknik Ceper, Klaten

Hasil pengujian Kekerasan, dilakukan menggunakan uji kekerasan metode *Brinell*, diameter bola baja yang digunakan (D)=5mm dengan pembebanan sebesar 750kg/mm<sup>2</sup>, lama penekanan 20detik. Pada tiga titik secara acak, yang meliputi tanpa perlakuan panas, proses perlakuan panas pada temperatur 850°C dengan quenching terhadap variasi oli dengan kekentalan SAE 50, SAE 90, SAE 140. Dan tempering pada temperatur 200 °C dengan pendinginan udara bebas. Hasil data yang didapat pada waktu pengujian kekerasan sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 2. Merupakan hasil pengujian kekerasan *Brinell*.

Dari hasil pengujian kekerasan *Brinell* tanpa perlakuan panas di peroleh nilai kekerasan dari chassis Mitsubishi FE 114 adalah dengan rerata 142,599 BHN dengan nilai kekerasan standard deviasi 142,599 BHN, sedangkan pro-

ses perlakuan panas yang di *quenching* oli SAE 50 diperoleh nilai rerata 153,388 BHN.

Dengan nilai kekerasan standard deviasi 149,551 s/d 157,225 BHN. Pada *quenching* SAE 90 di peroleh nilai rerata 153,388 BHN. Dengan nilai kekerasan standard deviasi 149,551 s/d 157,225 BHN. Nilai rerata 151,172 BHN di peroleh terhadap *quenching* SAE140 dengan nilai standard pada deviasi 147,335 s/d 155,009 BHN oleh (Djaprie,S 1981).

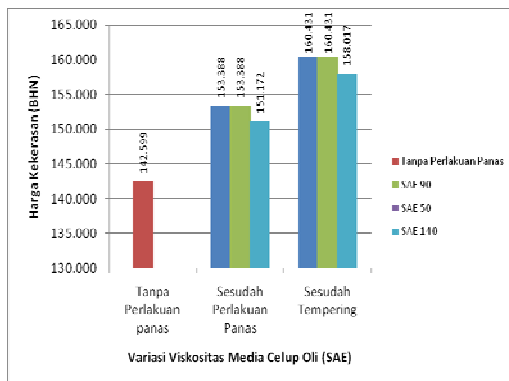
Tabel 2. Hasil pengujian kekerasan *Brinell*

No.	Tanpa Perla- kuan Panas	Proses Perlakuan Panas Pada Quenching Oli		
		SAE 50	SAE 90	SAE 140
1	142,59	155,60	155,60	155,60
2	142,59	148,95	155,60	148,95
3	142,59	155,60	148,95	148,95
Σ	427,70	460,16	460,16	453,51
Rata2	142,59	153,38	153,38	151,17
No.	Tanpa Perla- kuan Panas	Proses Tempering Panas Pada Temperatur 200°C		
		SAE 50	SAE 90	SAE 140
1	142,59	162,84	162,84	155,60
2	142,59	162,84	155,60	155,60
3	142,59	155,60	162,84	162,84
Σ	427,79	460,16	460,16	474,05
Rata2	142,59	160,43	160,43	158,01

Setelah proses *tempering* pada temperatur 200°C didapatkan nilai kekerasan pada chassis Mitsubishi dari *quenching* dari oli SAE 50 dengan rerata 160.431 BHN dengan nilai kekerasan standard deviasi 156,252 s/d 164,61 BHN. Nilai kekerasan rerata *quenching* oli SAE 90 sebesar 160,431BHN dengan standard deviasi 156,252 s/d 164,61 BHN. Dan nilai kekerasan pada *quenching* dari oli SAE 140 mempunyai nilai rerata sebesar 158,017 BHN dengan nilai kekerasan 153,838 s/d 162,196 BHN.

Dari bahan chassis Mitsubishi FE 114 setelah mengalami proses perlakuan panas dengan temperatur 850°C kemudian di *quenching* dengan variasi viskositas pada oli SAE 50, SAE 90, dan SAE 140 kemudian diproses *tempering* pada temperatur 200°C pada pendinginan udara bebas, mengalami kenaikan

nilai kekerasan. Sebelum *tempering* rerata nilai kekerasan 153.388 BHN pada variasi viskositas oli SAE 50, dan SAE 90. Dan mengalami penurunan nilai kekerasan terhadap oli SAE 140 sebesar 151,172 BHN, tetapi nilai kekerasannya masih lebih tinggi bila dibandingkan dengan proses tanpa perlakuan panas dengan nilai kekerasan sebesar 142,599 BHN.



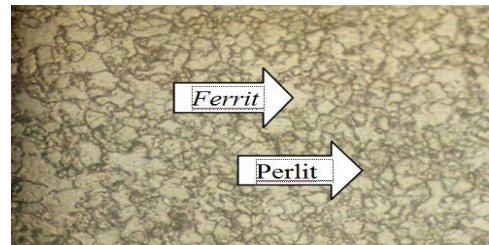
Gambar 2. Grafik perbandingan kekerasan terhadap *quenching* variasi oli (SAE)

Setelah proses *tempering* nilai kekerasan kemudian meningkat sebesar 160,431 BHN pada *quenching* dengan viskositas oli SAE 50, dan SAE 90, dan mengalami penurunan nilai kekerasan sebesar 158,017 BHN pada *quenching* dengan viskositas oli SAE 140. Pada proses sesudah *tempering* mengalami kenaikan yang paling tinggi bila dibandingkan dengan proses sebelum *tempering* sebesar 153.388 BHN pada SAE 50, SAE 90, sedangkan dengan SAE 140 sebesar 151,172 BHN. Dan nilai kekerasan tanpa perlakuan panas sebesar 142,599 BHN.

Hasil pengujian struktur mikro dilakukan dengan pengamatan pada benda uji setelah dan sebelum perlakuan panas, yang kemudian di *quenching* dengan variasi viskositas oli SAE 50, SAE 90, SAE 140, dan pada proses *tempering* dengan pendinginan udara bebas, dimana daerah yang diambil (foto) yaitu daerah permukaan secara acak. Pengamatan struktur mikro menggunakan mikroskop optik setelah benda uji di etsa dengan larutan nital ( $\text{HNO}_3 + \text{Etanol}$ ), lama waktu 20 detik dengan

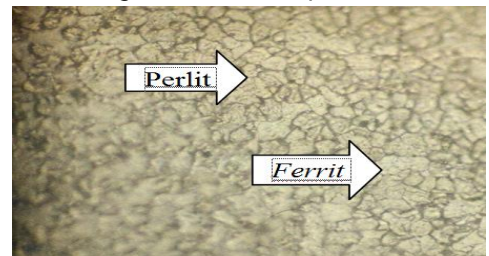
perbesaran 100x, 200x, dan 500x, hal ini diperlihatkan pada Gambar 3, 4, 5, 6, 7, 8 dan 9 hasil pengujian bahan.

Dengan nilai kekerasan standard deviasi 149,551 s/d 157,225 BHN. Pada *quenching* SAE 90 di peroleh nilai rerata 153,388 BHN. Dengan nilai kekerasan standard deviasi 149,551 s/d 157,225 BHN. Nilai rerata 151,172 BHN di peroleh terhadap *quenching* SAE140 dengan nilai standard pada deviasi 147,335 s/d 155,009 BHN oleh (Djaprie,S 1981). Struktur mikro Tanpa Perlakuan Panas dapat dilihat pada Gambar 3.



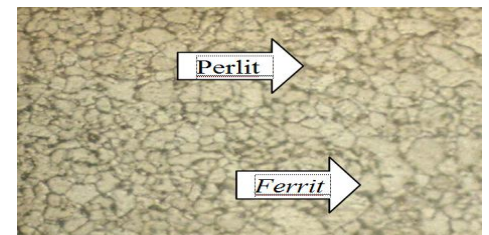
Gambar 3. Struktur Mikro Tanpa Perlakuan Panas (500x).

Struktur Mikro Proses Perlakuan Panas *Quenching* SAE50 dilihat pada Gambar 4



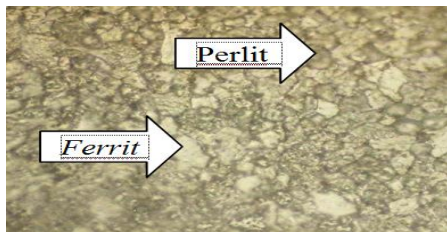
Gambar 4. Struktur Mikro Proses Perlakuan Panas *Quenching* SAE 50 (500x).

Struktur Mikro Proses Perlakuan Panas *Quenching* SAE 90 dilihat pada Gambar 5.



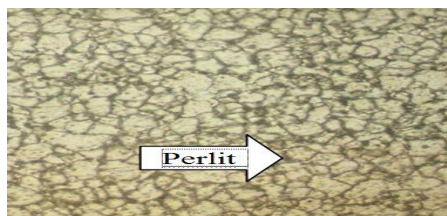
Gambar 5. Struktur Mikro Proses Perlakuan Panas *Quenching* SAE 90 (500x)

Struktur Mikro Proses Perlakuan Panas *Quenching* Pada Oli SAE 140 dapat dilihat pada Gambar 6.



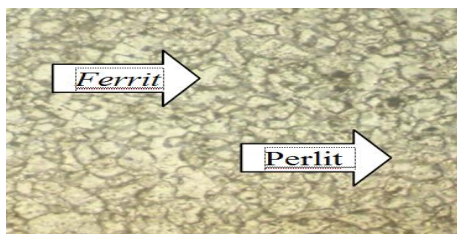
Gambar 6. Struktur Mikro Proses Perlakuan Panas *Quenching* SAE140 (500x)

Struktur Mikro Proses *Tempering* *Quenching* Oli SAE 50 dilihat pada Gambar 7.



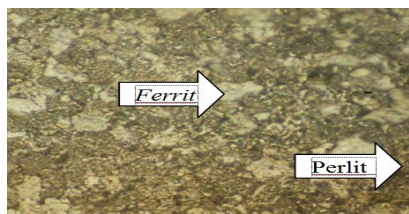
Gambar 7. Struktur Mikro roses *Tempering* Pada *Quenching* SAE 50 ( 500x).

Struktur Mikro Proses *Tempering* Pada *Quenching* SAE 90 dilihat Gambar 8.



Gambar 8. Struktur Mikro Proses *Tempering* Pada *Quenching* SAE 90 (500x)

Struktur Mikro Proses *Tempering* Pada *Quenching* SAE 140 dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Struktur Mikro Proses *Tempering* Pada *Quenching* SAE 140 (500x)

Pengujian struktur mikro pada chassis Mitsubishi FE 114 sebelum dan setelah proses perlakuan panas dengan *Quenching* pada variasi viskositas oli SAE 50, SAE 90, dan SAE 140 dilanjutkan dengan proses *tempering* dengan lama waktu 20 menit, struktur mikro yang terjadi pada chassis Mitsubishi FE 114 di dominasi oleh fasa *ferrit* (berwarna putih) dan fasa perlit ini (berwarna hitam) dengan batas butir yang kecil-kecil. Pada Gambar 3, tanpa perlakuan panas dengan pembesaran 500x tampak fasa *ferrit* kecil-kecil tidak merata dan fasa perlit sebagian mengumpul di bagian-bagian tertentu dengan jumlah perlit 37.36 %, dan jumlah *ferrit* 62.64 %.

Pada pengujian dengan proses perlakuan panas temperatur 850°C di *Quenching* pada SAE 50 fasa *ferrit* lebih mendominasi dan tampak besar-besar bila dibandingkan dengan proses tanpa perlakuan panas, sehingga fasa dari perlitnya tampak lebih kecil-kecil dengan jumlah perlit 27.96 % dan *ferrit* 72.04 % diperlihatkan pada Gambar 4.

Hasil pengujian berikutnya pada perlakuan panas temperatur 850°C di *quenching* oli SAE 90 menunjukkan fasa *ferrit* lebih merata bila dibandingkan dengan *quenching* SAE 50. Sedangkan jika tanpa perlakuan panas, fasa perlit lebih jelas dan lebih padat dengan jumlah perlit 28,4 %, jumlah *ferrit* 71,6 % seperti Gambar 5.

Hasil yang diperoleh pada perlakuan panas temperatur 850°C di *quenching* oli SAE 140 menunjukkan fasa *ferrit* dan perlitnya menurun bila dibandingkan dengan perlakuan panas di *Quenching* pada SAE 50, dan SAE 90. Pada SAE 140 fasa *ferrit* dan fasa perlit hampir sama dengan jumlah perlit 49,24 %, dan jumlah *ferrit* 50,76 %, Gambar 6.

Pada pengujian dengan pendinginan udara bebas ini menunjukkan hasil struktur mikro dari perlakuan panas yang diproses *tempering* dengan pendinginan udara bebas. Didapatkan bahwa fasa *ferrit* dan perlit menurun, seperti diperlihatkan pada Gambar 7, 8, dan 9.

Pada pengujian perlakuan panas yang di *quenching* dengan media oli SAE 50 lalu diproses *tempering*, fasa *ferrit* nampak besar-besar dan perlit merata



dan padat. Jumlah perlit 40,4%, dan jumlah ferrit 59,6 %, pada Gambar 7.

Sedangkan pada perlakuan panas yang di *quenching* dengan media oli SAE 90 lalu diproses *tempering*, fasa *ferrit* menurun 56,4 % bila di dibandingkan dengan *quenching* media oli SAE 50. Dan fasa perlit 43,6% terlihat garis-garis kecil berwarna hitam dan mengumpul dibagian tertentu saja lihat Gambar 8.

Pengujian perlakuan panas yang di *quenching* dengan media oli SAE 140 dan diproses *tempering* menunjukkan struktur mikro yang didapat sangat berbeda dengan pengujian struktur mikro yang lainnya. Fasa *ferrit* menurun dengan jumlah 43,2% dan mengumpul dibagian-bagian tertentu. Sebaliknya fasa perlit 56,44% lebih banyak dan merata seperti pada Gambar 9. Hasil Uji Korosi, Pengujian korosi dilakukan dengan mengamati laju korosi pada chassis Mitsubishi FE 114 sebelum dan sesudah proses perlakuan panas pada temperatur 850°C dengan variasi *quenching* media oli SAE 50, SAE 90 dan SAE 140 dilanjutkan *tempering* pada temperatur 200°C. Perendaman ke dalam gelas uji korosi yang berisi larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (asam sulfat) dengan lama perendaman 6 jam. Sehingga didapatkan data-data sebagai berikut :

Tabel 3. Laju korosi sebelum dan sesudah dilakukan proses perlakuan Panas.

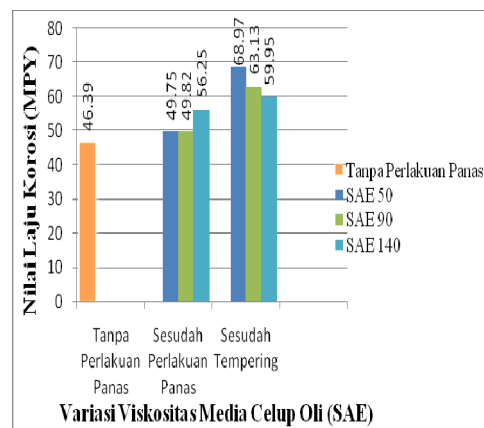
Spe- simen	Berat (gr)		Seli- siah Berat (mg)	Laju Koros i (MPY)
	Awal	Akhir		
A	49,02	48.12	900	46.39
B	49.54	48.54	1000	49.75
C	51.95	50.94	1010	49.82
D	52.40	51.25	1150	56.25
E	49.76	48.76	1000	68.97
F	49.38	48.12	1260	63.13
G	51.81	50.58	1230	59.95

dimana:

- A = Tanpa Perlakuan Panas
- B = Perlakuan Panas *Quenching* SAE 50
- C = Perlakuan Panas *Quenching* SAE 90
- D = Perlakuan Panas *Quenching* SAE 140
- E = *Tempering* pada *Quenching* SAE 50
- F = *Tempering* pada *Quenching* SAE 90
- G = *Tempering* pada *Quenching* SAE 140

Dari data perhitungan laju korosi chassis Mitsubishi FE 114, maka dapat dilihat tingkat ketahanan korosi pada baja ini sebelum dan sesudah perlakuan panas. Laju korosi terjadi pada chassis sebelum dan sesudah proses perlakuan panas, laju korosi yang paling besar terjadi pada proses *tempering*. Pada chassis tanpa proses perlakuan panas laju korosi yaitu 46,39mm/tahun. Pada proses perlakuan panas yang di *quenching* dengan media oli SAE 50 laju korosi ini naik menjadi 49,75mm/thn bila dibandingkan dengan laju korosi tanpa perlakuan panas, dan laju korosi dengan menggunakan media oli SAE 90 terjadi kenaikan sedikit menjadi 49,82mm/thn, bila dibandingkan dengan *quenching* media oli SAE 50. Terjadi kenaikan laju korosi pada *quenching* media oli SAE 140 sebesar 56,25 mm/tahun.

Bila dilihat Gambar 10. Perbandingan laju korosi pada chassis mitsubishi FE 114 yang paling besar terjadi pada proses perlakuan panas yang di lanjutkan proses *tempering* pada temperatur 200°C. Laju korosi ini yang paling besar terjadi pada *tempering* yang di *quenching* pada pencelupan media oli SAE 50 sebesar 68,97mm/thn. chassis yang mengalami *tempering* di *quenching* pada pencelupan oli SAE 90 laju korosi yang terjadi sebesar 63,13mm/thn. Oleh karena itu terjadi penurunan laju korosi pada chassis yang di *tempering* pada waktu *quenching* di celup oli SAE 140 sebesar 59,95 mm/tahun.



Gambar 10. Grafik Perbandingan laju korosi Terhadap *Quenching* Media Celup Oli (SAE)

### KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa komposisi chassis Mitsubishi FE 114 menunjukkan Fe = 98.67 %, C = 0.044%, Si = 0.120%, dan Mn = 0,710. Setelah dilakukan proses perlakuan panas dan dilanjutkan *tempering* kekerasan chassis Mitsubishi FE 114 mengalami kenaikan kekerasannya. Selain itu uji korosi terhadap chassis Mitsubishi FE 114 menunjukkan sangat buruk ketangguhan korosinya, disebabkan tidak terdapat paduan unsur chrom pada chassis Mitsubishi FE 114.

### DAFTAR PUSTAKA

Budinski, K.G., 1989 "*Engineering Materials Properties and selection*", Third Edition, Prentice-Hall, Inc.

Djaprie Sriati, 1981 "*Ilmu dan Teknologi Bahan*", Cetakan Keempat, Erlangga, Jakarta.

Kartikasari, Ratna, 2009, "Pengaruh Temperatur Temper Terhadap Sifat Mekanik dan Ketahanan Korosi Paduan Fe-1, 52Al-1, 44C", Jurnal Teknologi ACADEMIA ISTA, Vol. 2 No.1 Agustus 2009

Tata Sudira, Saito. S., 2000 "*Pengetahuan Bahan Teknik*", Cetakan Kelima, P.T Pradnya Paramita, Jakarta.

Thelning, K.E, 1984, "Steel and Its Heat treatment", 2<sup>nd</sup> Edition, Butterworths, London.

Waluyo, Joko, 2007, "Pengaruh Proses Carburising Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Baja AISI 1045", Jurnal Teknologi ACADEMIA ISTA, Vol. 11 No. 2 Feb 2007.