

ANALISA PERBANDINGAN MATERIAL JIS SCM 415 DAN JIS SCM 420 PADA PROSES HEAT TREATMENT

Riyanto

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana, Jakarta

Abstrak - Perlakuan panas atau *heat treatment* pada material SCM 415 dan SCM 420 terbukti terjadi peningkatan kekerasan dan penambahan kedalaman karbon. Tingkat kekerasan pada masing-masing bagian berbeda antara kedua material. Dengan melakukan pengujian pada dua *sample* material sesudah diberikan perlakuan panas menggunakan metode *carburizing* dengan $T: 900^{\circ}\text{C}$ $t: 170$ menit, kemudian *quenching* $T: 130^{\circ}\text{C}$ $t: 15$ menit dan *tempering* $T: 170^{\circ}\text{C}$ $t: 90$ menit didapatkan hasil material SCM 415 *inside hardness* 335.4 kg/mm², *surface hardness* 745 kg/mm², rata-rata kekerasan area *pitch circle* jarak 0.1 mm = 723.4 kg/mm², jarak 0.9 mm = 407.6 kg/mm² dan rata-rata kedalaman karbon = 0.67 mm. Kekerasan rata-rata pada area *teeth root* jarak 0.1 = 708 kg/mm², jarak 0.8 = 368 kg/mm², rata-rata kedalaman karbon = 0.55 mm. Material SCM 420 memiliki *inside hardness* 387 kg/mm², *surface hardness* 725 kg/mm², rata-rata kekerasan area *pitch circle* jarak 0.1 mm = 738.4 kg/mm², jarak 0.9 mm = 461.0 kg/mm² dan rata-rata kedalaman karbon = 0.61 mm. Kekerasan rata-rata pada area *teeth root* jarak 0.1 = 727 kg/mm², jarak 0.8 = 447 kg/mm², rata-rata kedalaman karbon = 0.53 mm. *Surface hardness* material SCM 415 lebih tinggi dari material SCM 420, namun *inside hardness*nya lebih rendah.

1. PENDAHULUAN

Roda gigi adalah salah satu komponen mesin yang sangat penting pada sistem pemindahan daya sebuah kendaraan. Fungsi utama dari roda gigi adalah meneruskan putaran dan gaya dari sumber gaya ke bagian yang akan digerakkan. Selama menjalankan fungsinya tersebut roda gigi akan saling bersinggungan dan bergesekan antar roda gigi satu dengan roda gigi yang lain. Dengan beban kerja yang berat maka roda gigi dituntut memiliki sifat tidak mudah aus dan tidak mudah patah atau rusak, sehingga roda gigi harus memiliki kekerasan dan keuletan yang memadai.

Baja sebagai bahan roda gigi memiliki kekuatan dan keuletan yang lebih baik jika dibandingkan dengan bahan-bahan lain. Namun kekerasan dan keuletan tersebut masih belum memadai, maka roda gigi harus ditingkatkan kekerasan dan keuletannya dengan perlakuan panas. Perlakuan panas atau *heat treatment* diberikan dengan tujuan untuk merubah sifat-sifat mekanis material antara lain kekerasan dan keuletan. Dengan perlakuan panas tersebut diharapkan ketahanan aus pada baja meningkat karena adanya peningkatan kekerasan.

Carburizing adalah salah satu perlakuan panas dengan cara penambahan karbon dengan difusi ke dalam permukaan baja karbon rendah pada temperatur sekitar 900°C dan terjadi pada *fase Austenite* sehingga kadar karbon pada baja meningkat dan terjadi perubahan struktur mikro pada baja. Dengan meningkatnya kadar karbon tersebut maka permukaan baja akan memiliki kekerasan yang tinggi, pencelupan cepat atau *quenching* akan memberikan kekuatan paling tinggi meskipun permukaan kulitnya agak getas. Selanjutnya proses *tempering* diberikan untuk menstabilkan tegangan sisa yang disebabkan proses sebelum.

Hasil kekerasan pada setiap jenis material setelah perlakuan panas akan berbeda antara material satu dengan material lain, tergantung pada unsur dan komposisi campurannya. Penambahan unsur Mn, Mo, Ni, dan Si pada material baja campuran dapat meningkatkan sifat mampu keras, namun penambahan unsur Ti, V, Zr, W dan U yang berlebihan akan menurunkan sifat mampu keras.

Setiap perusahaan biasanya mempunyai standar yang dikeluarkan untuk menjamin kualitas setiap produk yang dihasilkan atau yang akan dipesanan ke *supplier* sehingga produk-produk tersebut mampu tukar khususnya produk yang akan diassy. Sebagai contoh Honda memiliki HAS (*Honda Engineering Standard*) dan Suzuki memiliki SES (*Suzuki Engineering Standard*). Dengan adanya standar tersebut semua produk yang dihasilkan harus sesuai dan berada dalam standar. Jika produk keluar dari standar yang telah ditetapkan, maka produk tersebut menjadi *reject* dan tidak dapat digunakan karena akan menimbulkan masalah pada proses selanjutnya atau bahkan pada produk jadi.

Dengan pengujian kekerasan, kedalaman karbon dan struktur mikro pada material SCM 415 dan SCM 420 diharapkan dapat diketahui seberapa besar pengaruh perlakuan panas pada kedua material sehingga dapat mengetahui sifat-sifat mekanisnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Standarisasi dan Pengkodean baja karbon
 Standarisasi adalah proses merumuskan, merevisi, menetapkan dan menerapkan standar, dilaksanakan secara tertib dan kerja sama dengan semua pihak. SNI atau Standar Nasional Indonesia adalah standar yang ditetapkan oleh instansi teknis setelah mendapat persetujuan dari dewan standarisasi nasional, dan berlaku secara

nasional di Indonesia. Struktur penomoran SNI terdiri atas serangkaian kode dengan arti tertentu yaitu berupa kode SNI, nomor unik, nomor bagian dan nomor seksi, serta tahun penetapan. Kode SNI menyatakan bahwa dokumen tersebut adalah Standar Nasional Indonesia. Nomor unik adalah identifikasi dari suatu standar tertentu yang jumlah digitnya sesuai kebutuhan, minimal empat angka dan diawali dengan angka 0. Nomor bagian merupakan identifikasi yang menunjukkan nomor urut bagian dari suatu standar yang mempunyai bagian. Nomor seksi adalah identifikasi yang menunjukkan nomor seksi dari suatu standar bagian tertentu

2.2 Perlakuan panas

Perlakuan panas adalah suatu proses dimana bahan diberikan suhu yang tinggi untuk mengubah sifat-sifatnya. Tujuan perlakuan panas pada baja ialah untuk memperbaiki sifat-sifat fisis dan mekanisnya, yaitu struktur, keuletan, dan kekerasan. Dengan adanya perlakuan panas pada bahan ini diharapkan akan diperoleh material yang kuat, liat, dan tahan aus. Perlakuan panas yang sering diaplikasikan dalam dunia industri antara lain: penganilan (*annealing*), normalisasi (*normalizing*), *quenching-tempering* dan pengerasan kulit.

2.3 Normalizing

Normalisasi dilakukan dengan cara yang sama seperti penganilan tetapi dengan suhu yang lebih tinggi, diatas daerah transformasi dimana *austenit* telah terbentuk yaitu sekitar 870 °C. Dengan normalisasi didapatkan struktur internal yang seragam dalam baja dan kekuatan yang lebih tinggi dari pada yang dihasilkan melalui penganilan.

2.4 Pengerasan menyeluruh, pencelupan dan penemperan

Pengerasan menyeluruh dicapai dengan memanaskan baja di atas daerah transformasi di mana *austenit* telah terbentuk dan kemudian didinginkan dengan cepat dalam media pencelupan (*quenching*). Pendinginan yang cepat menyebabkan pembentukan *martensit*, struktur kristal baja yang kuat dan keras. Tinggi rendah suhu mulai terbentuknya *martensit* bergantung pada komposisi unsur paduan, jika paduan yang strukturnya mengandung 80% *martensit* pada keseluruhan penampang, maka memiliki sifat mampu keras yang tinggi. Media yang sering digunakan dalam pencelupan adalah minyak *high temperatur* dan air.

Tempering adalah proses pemanasan ulang baja dengan suhu antara 200 °C hingga 700 °C setelah mengalami pencelupan dan kemudian mendinginkan secara perlahan pada udara sampai kembali ke suhu ruang dengan tujuan merubah sifat-sifat baja. Melalui proses penemperan ini kekuatan tarik dan titik luluh akan

menurun seiring bertambahnya suhu penemperan tetapi keuletannya meningkat.

2.5 Pengerasan kulit

Dalam beberapa komponen mesin kadang diperlukan tingkat kekuatan sedang meskipun permukaannya harus memiliki kekerasan yang tinggi, seperti roda gigi dibutuhkan kekerasan permukaan yang tinggi untuk menahan keausan akibat bersinggungan antar gigi selama berputar. Keuntungan dari pengerasan kulit adalah bahwa saat permukaan dituntut memiliki kekerasan yang tahan aus, inti dari komponen ini masih dalam keadaan ulet, tahan terhadap impak dan kelelahan. Proses yang sering digunakan dalam pengerasan kulit antara lain : pengerasan nyala api (*flame hardening*), pengerasan induksi (*induction hardening*), karburisasi (*carburizing*), nitridasi (*nitriding*), sianidas (*cyaniding*), dan *karbonitriding*.

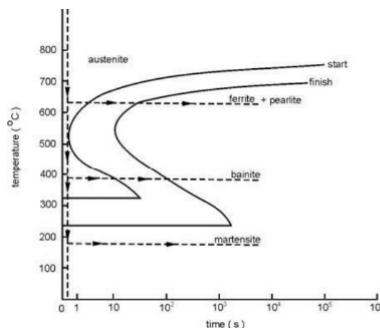
2.6 Carburizing

Carburizing adalah proses penambahan karbon kedalam permukaan baja karbon rendah pada temperatur antara 850 °C hingga 950 °C dan terjadi pada fasa *austenite* sehingga kadar karbon pada baja meningkat. Pengerasan permukaan dicapai saat lapisan permukaan yang mengandung karbon tinggi dan jenuh didinginkan cepat (*quench*) sehingga membentuk *martensite*. Dengan terbentuknya *martensite* pada permukaan ini akan meningkatkan ketahanan aus, *fatigue* dan ketangguhan pada baja karbon rendah.

Sumber atom karbon yang digunakan pada proses *carburizing* adalah dalam bentuk gas, *liquid* atau ion. Perbedaan sumber karbon ini menyebabkan perbedaan nilai kekerasan dan kedalaman permukaan yang dikeraskan. Pada *gas carburizing* sumber karbon berbentuk gas pada temperatur 815 °C hingga 980 °C, biasanya untuk proses secara terus-menerus karena tebal kekerasan permukaan dapat diatur. Logam dasar yang dikeraskan dengan cara ini adalah baja karbon rendah dan baja paduan karbon rendah. Pada *liquid carburizing* sumber pengerasan karbon berasal dari difusi karbon dengan sumber karbon berbentuk *liquid* pada temperatur 815 °C hingga 980 °C. Proses *liquid carburizing* lebih cepat dari pada proses *gas carburizing* dan memerlukan penggantian larutan secara berkala.

2.7 Pendinginan

Jika suatu baja didinginkan dari suhu yang lebih tinggi dan kemudian ditahan pada suhu yang lebih rendah selama waktu tertentu, maka akan menghasilkan struktur mikro yang berbeda. Seperti pada diagram dibawah:



Gambar 2.2 Diagram temperature time trasnsformation (TTT diagram)

Untuk baja dengan kadar karbon kurang dari 0,83% yang ditahan suhunya di titik tertentu yang letaknya di atas dari kurva C, maka akan menghasilkan struktur *perlit* dan *ferit*. Bila ditahan pada titik tertentu bagian bawah kurva C tetapi masih di sisi sebelah atas garis horizontal, maka akan menghasilkan struktur mikro *bainit* yang sifatnya lebih keras dari pada *perlit*. Dan jika suhunya ditahan pada titik tertentu dibawah garis horizontal, maka akan terbentuk struktur *martensite* dengan sifat sangat keras dan getas.

Dalam diagram di atas semakin tinggi kadar karbon, maka kedua buah kurva C tersebut juga akan bergeser ke kanan. Ukuran butir struktur yang terbentuk pada proses perlakuan panas tergantung tinggi rendahnya temperatur dan waktu pemanasan, semakin lama pemanasannya maka struktur yang terbentuk semakin besar, dan semakin cepat pendinginan semakin kecil struktur yang terbentuk.

2.8 Kekerasan

Pengujian kekerasan metode Brinell merupakan pengujian standar secara industri, tetapi karena penekannya terbuat dari bola baja maka benda keras sekali atau lunak sekali tidak dapat dilakukan pengujian. Metode ini adalah dengan menjatuhkan bola dengan ukuran tertentu dan ketinggian tertentu di atas benda uji dan diperoleh pantulannya.

Pengujian dengan metode Rockwell merupakan pengujian yang cocok untuk semua jenis material keras dan lunak. Prinsipnya adalah melakukan penekanan dengan penekan bola baja atau intan dengan beban tertentu kemudian mengukur bekas atau jejak dari penekanan tersebut.

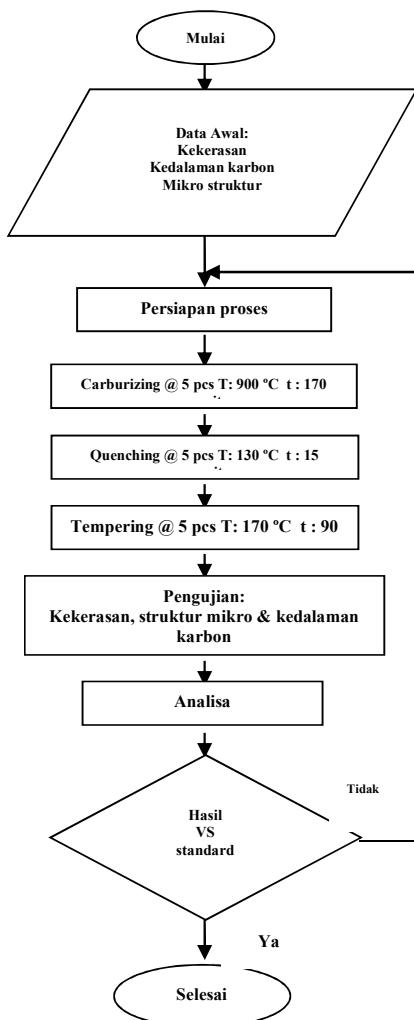
Pengujian kekerasan dengan metode Vickers prinsipnya adalah sama dengan pengujian Rockwell, prinsip pengujian ini adalah memberikan beban dengan menekan benda uji. Penekanan benda uji ini dengan menggunakan indentor intan yang berbentuk piramid dengan sudut puncak sebesar 136 ° dan dasar berbentuk segi empat. Kekerasan vikers (HV) didefinisikan sebagai beban sebesar 1000 gram. Luas jejak dihitung dari pengukuran mikroskopik panjang

diagonal. Pengujian metode Vickers dapat diaplikasikan pada bahan keras, bahan yang sangat tipis dan tingkat pengukuranya lebih teliti. Secara matematis dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$HV = \frac{1.854 (P \times 10^{-3})}{(d)^2} \text{ kg/mm}^2$$

$$d = \frac{d_1+d_2}{2}$$

3. METODOLOGI PENELITIAN



3.1 Proses carburizing

Sebelum sample dimasukkan ke mesin furnace ada langkah-langkah yang harus dilakukan, yaitu:

- Sample* diberi nomor dan kode untuk memudahkan identifikasi.
- Sample* diberi tanda kawat untuk membedakan dengan part masspro.
- Sample* diletakkan sesuai dengan nomornya pada jig yang telah disiapkan.
- Parameter *carburizing* T : 900 °C t : 170 menit, *quenching* T : 130 °C t : 15 menit, *tempering* T : 170 °C t : 90 menit.

- e. Udara : 1 L/menit, CH₄ : 0 – 15 L/menit, CO₂: 0,02 – 0,25 %.
- f. Setelah semua proses selesai *sample* dibiarkan dalam udara normal selanjutnya diambil untuk proses persiapan pengujian.

3.2 Pengujian kekerasan dan struktur mikro

Uji struktur dilakukan untuk melihat, mengamati dan menganalisa jenis dan bentuk mikro struktur yang terbentuk pada *sample* baik sebelum maupun setelah melalui beberapa tahap proses perlakuan panas.

Sebelum dilakukan uji kekerasan dan uji mikro struktur, langkah-langkah yang harus dilakukan adalah:

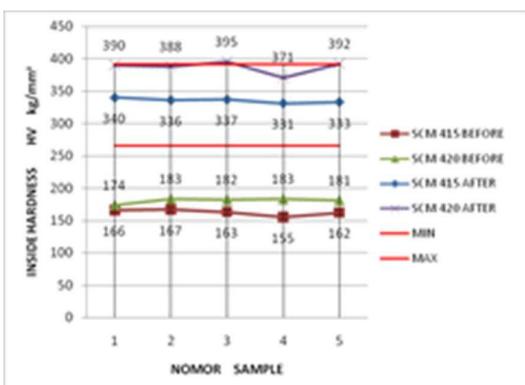
- a. Memotong *sample* pada area gigi.
- b. *Mounting*, yaitu mengepress *sample* dengan tujuan untuk lebih mudah penanganan *sample* pada saat pengujian.
- c. Menghaluskan permukaan *sample* dengan amplas (dari grit 60, 120 sampai 600).
- d. Memoles atau etsa *sample*, mencelupkan pada campuran asam nitrat dan alkohol sampai terlihat garis kedalam karbon.
- e. Melakukan uji kekerasan dan uji mikro struktur.

4. ANALISIS

4.1 Hasil pengujian

Hasil pengujian *inside hardness*

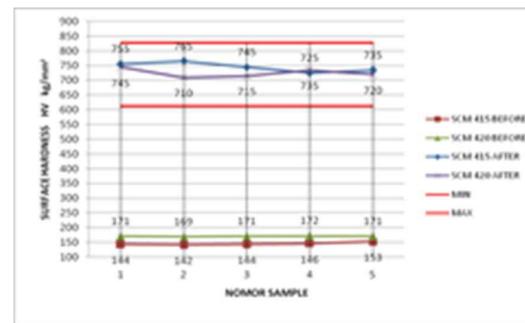
NO SAMPLE	KEKERASAN BEFORE HEAT TREATMENT HV (kg/mm ²)		KEKERASAN AFTER HEAT TREATMENT HV (kg/mm ²)	
	SCM 415 BEFORE	SCM 420 BEFORE	SCM 415 AFTER	SCM 420 AFTER
1	166	174	340	390
2	167	183	336	388
3	163	182	337	395
4	155	183	331	371
5	162	181	333	392
RATA-RATA	162.6	180.6	335.4	387.2



Grafik perbandingan *inside hardness*

Hasil pengujian *surface hardness*

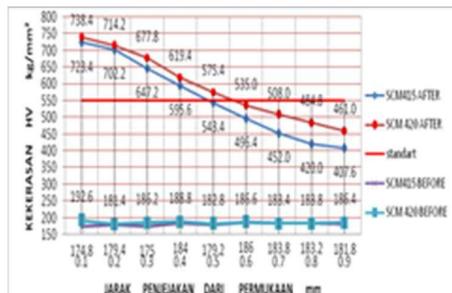
NO SAMPL E	KEKERASAN BEFORE HEAT TREATMENT HV (kg/mm ²)		KEKERASAN AFTER HEAT TREATMENT HV (kg/mm ²)	
	SCM 415 BEFOR E	SCM 420 BEFOR E	SCM 415 AFTE R	SCM 420 AFTE R
1	144	171	755	745
2	142	169	765	710
3	144	171	745	715
4	146	172	725	735
5	153	171	735	720
RATA-RATA	145.8	170.8	745	725



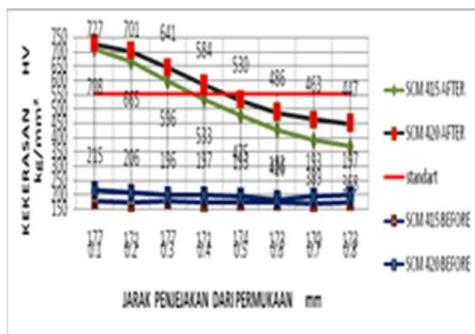
Grafik perbandingan *surface hardness*

Hasil pengujian *pitch circle*

MAT ERI A	JAR AK PEN JEJA GAN (mm)	SAMPLE					RATA-RATA (kg/mm ²)
		1	2	3	4	5	
SCM 415 AFT ER	0.1	704	737	725	724	727	723.4
	0.2	690	713	699	708	701	702.2
	0.3	651	635	635	672	643	647.2
	0.4	605	594	595	587	597	595.6
	0.5	563	528	540	541	545	543.4
	0.6	519	480	491	488	504	496.4
	0.7	468	428	450	463	451	452.0
	0.8	421	397	426	435	421	420.0
	0.9	417	382	405	424	410	407.6
SCM 420 AFT ER	0.1	747	737	725	742	741	738.4
	0.2	738	713	699	713	708	714.2
	0.3	704	672	655	681	677	677.8
	0.4	655	612	594	620	616	619.4
	0.5	601	565	559	576	576	575.4
	0.6	551	525	528	537	534	535.0
	0.7	527	502	508	501	502	508.0
	0.8	502	483	465	486	488	484.8
	0.9	481	448	458	465	453	461.0

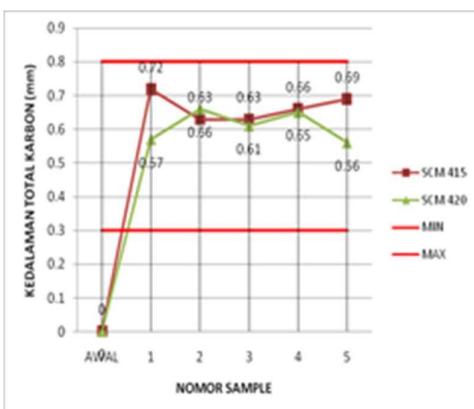
Grafik perbandingan kekerasan area *pith circle*Hasil pengujian *teeth root*

MATERIAL	JARAK PENJEJAPAN JAGAN (mm)	SAMPLE					RATA-RATA (kg/mm²)
		1	2	3	4	5	
		HV (kg/mm²)	HV (kg/m²)	HV (kg/m²)	HV (kg/m²)	HV (kg/m²)	
SCM 415 AFT ER	0.1	704	708	705	718	707	708
	0.2	681	655	664	668	655	665
	0.3	608	583	585	597	605	596
	0.4	540	525	519	551	531	533
	0.5	470	444	475	497	488	475
	0.6	421	401	409	439	458	426
	0.7	397	357	383	382	426	389
	0.8	371	355	367	376	369	368
SCM 420 AFT ER	0.1	742	718	728	732	713	727
	0.2	704	690	712	708	690	701
	0.3	639	643	651	635	639	641
	0.4	601	563	594	573	590	584
	0.5	550	513	537	516	534	530
	0.6	502	465	505	479	478	486
	0.7	473	453	473	458	460	463
	0.8	463	419	464	435	453	447

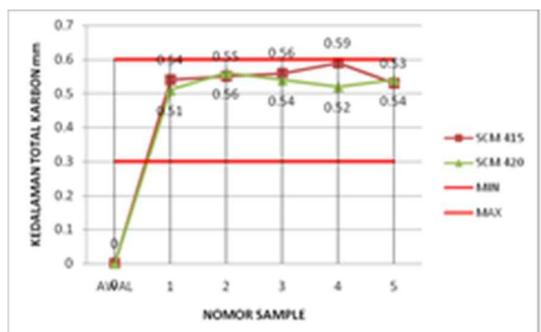
Grafik perbandingan kekerasan area *teeth root*Kedalaman karbon *pitch circle*

NO SAMP LE	TITIK PENGUJIAN	SCM 415		SCM 420	
		KEDALAMAN KARBON (mm)	RATA-RATA (mm)	KEDALAMAN KARBON (mm)	RATA-RATA (mm)
AWAL	1	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.00		0.00	
	3	0.00		0.00	
	4	0.00		0.00	
	5	0.00		0.00	
1	1	0.72	0.72	0.63	0.57
	2	0.72		0.50	
	3	0.66		0.65	
	4	0.74		0.53	
	5	0.78		0.53	
2	1	0.68	0.63	0.67	0.66
	2	0.58		0.66	
	3	0.64		0.66	
	4				
	5				

3	4	0.63	0.66	0.61
	5	0.64	0.66	
	1	0.63	0.62	
	2	0.63	0.64	
	3	0.59	0.58	
4	4	0.66	0.67	0.65
	5	0.63	0.56	
	1	0.69	0.71	
	2	0.68	0.62	
	3	0.64	0.69	
5	4	0.67	0.64	0.56
	5	0.66	0.60	
	1	0.70	0.62	
	2	0.65	0.59	
	3	0.72	0.53	

Grafik perbandingan kedalaman karbon area *pitch circle*Kedalaman karbon *teeth root*

NO SAMP LE	TITIK PENGUJIAN	SCM 415		SCM 420	
		KEDALAMAN MAN KARBON (mm)	RATA - RATA (mm)	KEDALAMAN MAN KARBON (mm)	RATA - RATA (mm)
AWAL	1	0.00	0.00	0.00	0.00
	2	0.00		0.00	
	3	0.00		0.00	
	4	0.00		0.00	
	5	0.00		0.00	
1	1	0.54	0.54	0.57	0.51
	2	0.55		0.52	
	3	0.55		0.47	
	4	0.56		0.48	
	5	0.51		0.52	
2	1	0.58	0.55	0.57	0.56
	2	0.53		0.61	
	3	0.53		0.55	
	4	0.54		0.55	
	5	0.59		0.53	
3	1	0.57	0.56	0.57	0.54
	2	0.54		0.48	
	3	0.52		0.52	
	4	0.62		0.56	
	5	0.56		0.58	
4	1	0.61	0.59	0.51	0.52
	2	0.58		0.56	
	3	0.58		0.52	
	4	0.62		0.51	
	5	0.56		0.52	
5	1	0.52	0.53	0.58	0.54
	2	0.52		0.53	
	3	0.51		0.52	
	4	0.52		0.53	
	5	0.56		0.53	



Grafik perbandingan kedalaman karbon area teeth root

4.2 Pembahasan Hasil Penelitian

4.2.1 Pembahasan uji kekerasan

Berdasarkan tabel dan gambar dari hasil pengujian material awal dan material yang sudah mengalami perlakuan panas, carburizing 900 °C selama 170 menit, quenching 130 °C selama 15 menit dan tempering 170 °C selama 90 menit, diperoleh :

- Material SCM 415 awal memiliki *inside hardness* 162.6 kg/mm², *surface hardness* 145 kg/mm², kekerasan rata-rata area *pitch circle* jarak 0.1 mm = 174.8 kg/mm² dan jarak 0.9 mm = 181.8 kg/mm² pada area *teeth root* jarak 0.1 = 177 kg/mm² jarak 0.8 = 173 kg/mm² serta kedalaman karbon total 0 mm karena belum ada penambahan karbon.
- Material SCM 420 awal memiliki *inside hardness* 180.6 kg/mm², *surface hardness* 170.8 kg/mm², kekerasan rata-rata area *pitch circle* jarak 0.1 mm = 192.6 kg/mm² dan jarak 0.9 mm = 186 kg/mm² pada area *teeth root* jarak 0.1 mm = 215 kg/mm² dan jarak 0.8 mm = 197 kg/mm² serta kedalaman karbon total 0 mm karena belum ada penambahan karbon.
- Material SCM 415 setelah mengalami perlakuan panas memiliki *inside hardness* 335.4 kg/mm², *surface hardness* 745 kg/mm², rata-rata kekerasan area *pitch circle* jarak 0.1 mm = 723.4 kg/mm², jarak 0.9 mm = 407.6 kg/mm² dan rata-rata kedalaman karbon = 0.67 mm. Kekerasan rata-rata pada area *teeth root* jarak 0.1 = 708 kg/mm², jarak 0.8 = 368 kg/mm², rata-rata kedalaman karbon = 0.55 mm.
- Material SCM 420 setelah mengalami perlakuan panas memiliki *inside hardness* 387 kg/mm², *surface hardness* 725 kg/mm², rata-rata kekerasan area *pitch circle* jarak 0.1 mm = 738.4 kg/mm², jarak 0.9 mm = 461.0 kg/mm² dan rata-rata kedalaman karbon = 0.61 mm. Kekerasan rata-rata pada area *teeth root* jarak 0.1 = 727 kg/mm², jarak 0.8 = 447 kg/mm², rata-rata kedalaman karbon = 0.53 mm.

4.2.2 Pembahasan pengamatan struktur mikro

Pada sample awal material SCM 415 maupun SCM 420 belum mengalami perlakuan panas terlihat *martensite* dengan bentuk dan ukuran struktur bervariasi, setelah mengalami perlakuan panas terjadi perubahan struktur *martensite* dan *austenite* dengan bentuk ukuran yang lebih kecil dan seragam.

5. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian material setelah mengalami perlakuan panas dan dibandingkan dengan standar *customer* dapat diambil kesimpulan:

- inside hardness* pada material SCM 415 rata-rata 335.4 kg/mm² dan SCM 420 rata-rata 387 kg/mm² sesuai dengan standar (standar SES : 266 kg/mm² ~ 392 kg/mm²).
- Surface hardness* pada material SCM 415 rata-rata 745 kg/mm² dan SCM 420 rata-rata 725 kg/mm² sesuai dengan standar (standar SES : 613 kg/mm² ~ 827 kg/mm²).
- Kedalaman karbon pada material SCM 415 rata-rata area *pitch circle* 0.67 mm dan 0.55 mm area *teeth root* masih masuk standar (standar area *pitch circle* : 0.3 ~ 0.8 mm, area *teeth root* : 0.3 ~ 0.6 mm).
- Kedalaman karbon pada material SCM 420 rata-rata area *pitch circle* 0.61 mm dan 0.53 mm area *teeth root* masih masuk standar (standar area *pitch circle* : 0.3 ~ 0.8 mm, area *teeth root* : 0.3 ~ 0.6 mm).
- Struktur mikro sesuai dengan standart yaitu tidak timbul *ferrit* dan *cementite* serta *austenite* tidak lebih dari 30%.
- Sehingga kedua material bisa diaplikasikan untuk bahan pembuatan roda gigi Primary Driven 25G sesuai dengan SES (*Suzuki Engineering Standard*).

DAFTAR PUSTAKA

- Mott,L Robert .(2004). *Elemen-elemen mesin dalam perancangan mekanis*. Yogyakarta: Andi.
- Sularso dan Suga, kiyokatsu. (2004). *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin* (11). Jakarta : Pradnya Paramita.
- Surdia, Tata & Shinroku Saito. (1999). *Pengetahuan bahan teknik* (6). Jakarta: Pradnya Paramita.
- Samosir, Ganda.Ir. M. Sc (2008). Materi kuliah:*Teknik Manufaktur.Teknik Mesin UMB*
- Detail SNI :http://sisi.bn.go.id/index.php?sni_main/sni/detail_sni/607
- Mech-Art-Science >> Time, Temperature,& Transformation (TTT) Diagram. <http://blog.ub.id/hermanto/2012/03/10/time-temperature-transformation-ttt-diagram/> dibuka pada tanggal 21September 2014.

7. Osteel Group.
<http://www.osteelgroup.com/Indonesia/ghdz.asp>
8. Panthron Gonna a Chemical EngineeringDaily Report:Bahan Konstruksi Teknik Kimia : Phase Transformation.
<http://chemicalengineersdaily.blogspot.com/2012/05/bahan-konstruksi-teknik-kimia-phase.html> dibuka pada tanggal 22September 2014.
9. Pengaruh Temperatur Quenching Terhadap Kekerasan Dan Struktur MIkro Baja <http://arda.biz/sain-teknologi/metalurgi/perlakuan-panas-logam/pengaruh-temperatur-quenching-terhadap-kekerasan-dan-struktur-mikro-baja/> dibuka pada tanggal 21September 2014.
10. Practical Maintenance>>Blog Archive>>I-T Diagram and Cooling Curves.<http://practicalmaintenance.net/?p=1345> dibuka pada tanggal 22September 2014.
11. SES (*Suzuki Enginering Standard*), Gear Primari Driven.