

PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN MEDIA PENDINGIN PADA BAJA AISI 1050 MENGGUNAKAN ARANG CANGKANG KELAPA SAWIT SEBAGAI MEDIA PACK CARBURIZING

Mahardika¹, Muhammad Razi^{2*}, Nurlaili²

¹Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur,
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh - Medan Km.280 Buket Rata

*Penulis korespondensi: razi.pnl@pnl.ac.id

Abstrak

Baja AISI 1050 umumnya digunakan sebagai material utama untuk memproduksi pisau pemotong/pemanen sawit. Dan didunia otomotif baja AISI 1050 digunakan sebagai bahan utama untuk pembuatan pegas/suspense. Produk tersebut rentan mengalami kerusakan pada bagian mata potongnya. Dan dalam dunia otomotif adalah pegas daun pada mobil yang mengalami kerusakan akibat lelah yang muncul. Berdasarkan hal tersebut material yang digunakan harus memiliki sifat mekanik yang baik. Peningkatan sifat mekanik dapat dilakukan dengan penambahan unsur paduan karbon (Karburizing). Metode yang digunakan yaitu Pack Carburizing dengan variasi temperatur mulai dari 950°C, 1000 °C, dan 1050 °C dan juga dilakukan variasi pada media pendingin yang digunakan yaitu normalizing dan quenching menggunakan air batang pisang dengan holding time selama 120 menit. Pengujian nilai kekerasan menggunakan metode microVickers, nilai kekerasan rata-rata Pada temperature 950°C dengan pendingin *Normalizing* adalah 187.45 HV, untuk *Quenching* adalah 283.61 HV, Pada temperature 1000°C dengan pendingin *Normalizing* adalah 236.93 HV, untuk *Quenching* adalah 402.53 HV, Pada temperature 1050°C dengan pendingin *Normalizing* adalah 345.77 HV, untuk *Quenching* adalah 460.69 HV. Dan nilai kekuatan tarik adalah tertinggi adalah pada temperature 1000°C dengan pendinginan *Quenching* adalah 5716.15 (kg).

Keywords: Baja AISI 1050, Pack Carburizing, Uji Kekerasan, Uji Tarik

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Baja AISI 1050 merupakan baja karbon sedang yang memiliki 0,55% - 0,66% kadar karbon, baja ini umumnya digunakan sebagai material utama untuk memproduksi pisau pemotong/pemanen sawit. Dan didunia otomotif baja AISI 1050 digunakan sebagai bahan utama untuk pembuatan pegas/suspensi, poros, transmisi, dan roda gigi. Produk tersebut rentan mengalami kerusakan sebagai contoh adalah produk Pisau pemotong/pemanen tandan sawit saat ini perlu ditingkatkan kualitasnya karena pisau yang beredar dipasaran cepat mengalami pecah pada bagian mata potongnya. Dan dalam dunia otomotif sebagai salah satu contoh pegas daun pada mobil yang menerima beban dinamis atau berulang-ulang yang cukup besar sehingga akan mengalami kerusakan akibat lelah yang muncul. Menurut [1] menjelaskan bahwa kegagalan yang paling sering terjadi adalah fatigue dengan menduduki 90% penyebab utama dalam kegagalan pemakaian.

Berdasarkan hal tersebut material yang digunakan harus memiliki sifat mekanik yang baik seperti ketangguhan, kekerasan, tahan aus, dan sebagainya. Untuk memenuhi persyaratan

tersebut, sifat mekanik baja perlu ditingkatkan. Peningkatan sifat mekanik ini dapat dilakukan

dengan penambahan unsur paduan karbon (Karburizing) atau perlakuan panas.

Salah satu cara yang dilakukan untuk meningkatkan sifat-sifat permukaan yaitu dengan cara Carburizing (Proses pengarbonan) merupakan proses dimana benda kerja akan dikeraskan pada permukaan, penambahan karbon dilakukan dengan cara memanaskan benda kerja dalam lingkungan yang banyak mengandung karbon aktif, sehingga karbon berdifusi masuk kepermukaan kulit baja[2]. Pada temperatur carburizing, media karbon terurai menjadi CO yang selanjutnya menjadi karbon aktif yang dapat berdifusi masuk kedalam baja dan menaikkan kadar karbon pada baja [3]. Setelah dilakukan proses carburizing, pendinginan dilakukan dengan cara *normalizing* agar ketangguhan, keuletan, dan usia pemakainya dapat meningkat. Pada proses normalizing dimana proses pemanasan mencapai temperatur, kemudian didinginkan perlahan dengan menggunakan media pendingin udara. yang bertujuan untuk memperbaiki ukuran butir serta dalam beberapa hal juga memperbaiki kemampuan mesin. Disamping itu juga pelunakan dilakukan untuk tujuan meningkatkan keuletan

dan mengurangi tegangan dalam yang menyebabkan material berperilaku getas.[3].

Adapun penelitian ini dilakukan pada material AISI 1050, dimana baja jenis ini sering digunakan sebagai material untuk pertanian dan otomotif. Karena kandungan karbon pada baja tersebut hanya sekitar 0,47% - 0,55% yang tingkat ketanguhan dan keuletanya yang rendah, dan termasuk kedalam baja karbon sedang. Proses karburizing sangat dibutuhkan untuk mengeraskan permukaan luar baja, menambahkan umur pakai, lebih tahan aus, dan tidak merubah sifat asli baja tersebut. Pada penelitian ini proses carburizing menggunakan bahan cangkang kelapa sawit, bahan ini dimanfaatkan sebagai bahan untuk membuat karbon aktif karena tempurung sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, bernilai ekonomis, dan ramah lingkungan. [2]

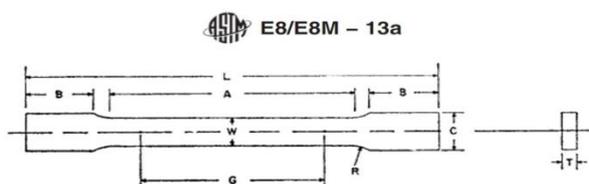
1.2. Tujuan Penulisan

1. Melakukan pack Carburizing dan Normalizing, untuk mengetahui sifat mekanik baja AISI 1050
2. Memvariasikan media pendinginan Quenching mengunakan media air kelapa, batang pisang, dan juga normalizing terhadap sifat mekanik baja AISI 1050
3. Melakukan analisa perubahan sifat mekanik baja AISI 1050 dengan uji kekerasan hardness vickers dan uji tarik.
4. Memvariasikan temperatur pack carburizing pada baja AISI 1050

2. Metode penelitian

1) Persiapan Spesimen

Material yang digunkan yaitu baja AISI 1020 dengan dimensi sesuai dengan standard uji tarik yaitu ASTM E8. seperti gambar berikut



Gambar 1 standard astm E8/E8M

Keterangan	Ukuran
Gage Length (G)	32 mm
Length of reduced Section(A)	57 mm
Width (W)	6 mm
Thickness (T)	6 mm
Radius of fillet (R)	6 mm
Overall Length (L)	150 mm
Width of grip section(C)	10 mm

2) Persiapan Media Karbon

Media karbon yang digunakan yaitu arang cangkanag sawit dan arang tempurung kelapa. Masing-masing media karbon telah ditumbuk hinggal halus dengan ukuran mesh 20.

3) Proses Pack Carburizing

Memasukkan spesimen dan media karbon ke dalam kotak sementasi, lalu dimasukkan ke dalam Electric Furnance. Proses ini dilakukan dengan variasi suhu 950°C, 1000°C, dan 1050°C, dilanjutkan ke proses quenching mengunakan air batang pisang dan normalizing hingga suhu spesimen turun.

4) Pengujian Kekerasan Micro Vickers

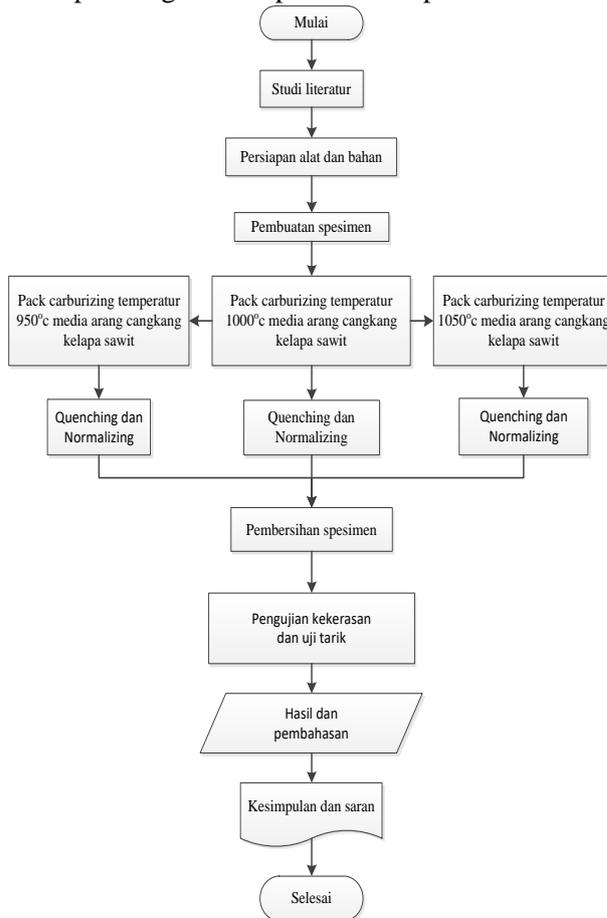
Bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap benda uji (spesimen) yang berupa indentor intan berbentuk pyramid yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Beban uji diberi sebesar 1000 gf dan waktu tekan selama 15 detik sesuai dengan standar ASTM E 384-89. Pengujian dilakukan pada 18 spesimen dengan masing-masing spesimen dilakukan identasi sebanyak 3 kali.

5) Pengujian Uji Tarik (Tensile Test)

Pengujian uji tarik dilakukan pada 18 spesimen yang telah dilakukan proses pack carburizing 1 spesimen sebagai raw material. Spesimen dibentuk dengan standard ASTM E8/E8M-13A untuk uji tarik.

6) diagram alir penelitian

Adapun diagram alir penelitian seperti berikut.



Gambar 2 diagram alir penelitian

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Hasil dan Pembahasan pengujian data kekerasan

Table 1 Hasil Uji Kekerasan Micro Vickers pada Raw material.

Kode Sampel	Nilai Kekerasan/Hardness Value (HV)			Rata-Rata
	1	2	3	
Raw Material	133.50	159.70	143.90	145.70

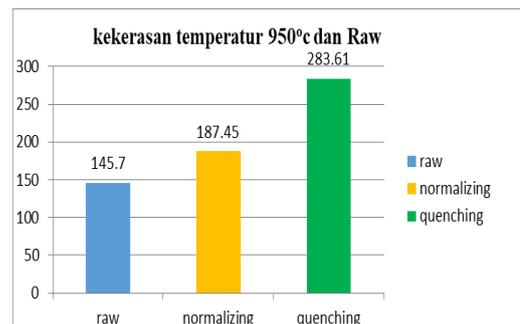
Pada Tabel 1 menunjukkan nilai kekerasan tanpa perlakuan panas (*Pack Carburizing*) di lakukan pada 3 titik pengujian dengan beban 1000 gf dan *load time* selama 15 detik. Berdasarkan grafik diatas, berdasarkan hasil uji kekerasan dengan *Micro Vickers* pada Baja AISI 1050 untuk *raw material* memiliki nilai tertinggi di 159,7 HV, nilai terendah 133,50 HV, dan Rata-rata 145,70 HV.

Table 2. hasil uji kekerasan micro Vickers pada specimen setelah dilakukan proses pack carburizing

Bahan Uji	Temperature (°C)	Sampel	Beban Uji	Nilai Kekerasan/Hardness Value (HV)			Rata-rata	Media pendingin		
				Specimen Region	Test Load gf	Titik Pengujian/Test Point				
						1			2	3
AISI 1050	950	A1.1	1000	185.00	187.40	189.30	187.23	Normalizing		
		A1.2	1000	188.70	185.40	189.50	187.87			
		A1.3	1000	187.70	185.40	189.50	187.53			
		Rata-rata						187.45		
		A2.1	1000	335.73	236.20	239.00	270.31	Quenching		
		A2.2	1000	239.00	288.90	327.80	285.23			
	A2.3	1000	269.20	327.80	288.90	295.30				
	Rata-rata						283.61			
	AISI 1050	1000	B1.1	1000	216.10	218.70	236.30	223.70	Normalizing	
B1.2			1000	213.10	215.70	236.30	221.70			
B1.3			1000	263.10	263.70	269.40	265.40			
Rata-rata						256.93				
B2.1		1000	394.50	402.10	398.50	398.37	Quenching			
B2.2		1000	394.50	400.60	397.50	397.53				
B2.3	1000	438.10	400.60	396.30	411.67					
Rata-rata						402.53				
AISI 1050	1050	C1.1	1000	333.10	308.00	306.70	315.93	Normalizing		
		C2.2	1000	338.10	332.00	336.70	335.60			
		C2.3	1000	380.50	431.50	345.34	385.78			
		Rata-rata						345.77		
		C2.1	1000	430.20	467.30	406.00	434.50	Quenching		
		C2.2	1000	467.30	473.90	477.50	472.90			
	C2.3	1000	473.90	472.60	477.50	474.67				
	Rata-rata						460.69			
	raw material	raw	raw	1000	133.50	159.70	143.90	145.70	raw	

a. Pengaruh Media Pendingin Pada Temperature 950°C

Pada diagram histogram berikut menjelaskan nilai kekerasan specimen setelah dilakukan *pack carburizing* pada temperature 950°C dengan variasi media pendingin



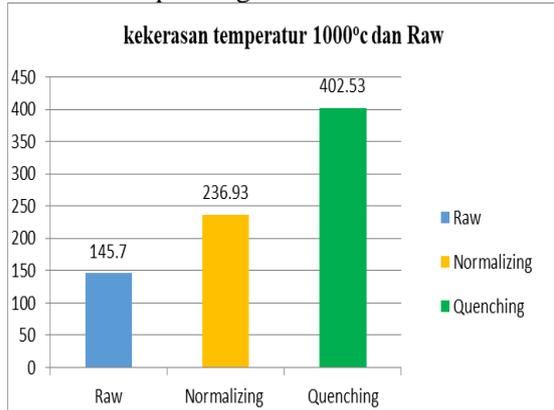
Gambar 3 standard astm E8/E8M.

Dari Gambar 3 dapat dilihat hasil dari proses *carburizing* dengan media arang cangkang sawit dengan waktu penahanan selama 120 menit, dan dengan variasi temperatur didapatkan hasil nilai kekerasan untuk *Normalizing* sebesar 187,45 HV pada suhu 950°C. Sedangkan untuk *Quenching* nilai kekerasan permukaan menjadi 236,93 HV. Apabila dibandingkan nilai kekerasan permukaan benda tersebut, nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada benda kerja yang di

Quenching menggunakan air batang pisang. Pada perlakuan *Quenching* terjadi percepatan pendinginan dari temperatur akhir perlakuan dan mengalami perubahan dari austenite menjadi bainite dan martensite untuk menghasilkan kekuatan dan kekerasan yang tinggi [5].

b. Pengaruh Media Pendingin Pada Temperature 1000°C

Pada diagram histogram berikut menjelaskan nilai kekerasan specimen setelah dilakukan *pack carburizing* pada temperature 1000°C dengan variasi media pendingin.



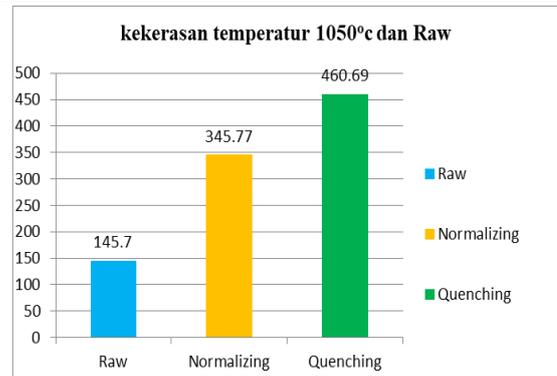
Gambar 4 Kekerasan pada temperature 1000°C.

Dari Gambar 4 dapat dilihat hasil dari proses *carburizing* dengan media arang cangkang sawit dengan waktu penahanan selama 120 menit, dan dengan temperatur 1000°C didapatkan hasil nilai kekerasan untuk *Normalizing* sebesar 236,93 HV. Sedangkan untuk *Quenching* nilai kekerasan permukaan yaitu 402,53 HV.

Jika dibandingkan selisih nilai kekerasan permukaan benda kerja sebelum *carburizing* dan setelah *carburizing* menggunakan variasi media pendingin, benda kerja dengan sampel *Normalizing* pada temperature 1000°C mengalami kenaikan nilai kekerasan sebesar 62%, dan untuk *Quenching* naik sebesar 176%.

c. Pengaruh Media Pendingin Pada Temperatur 1050°C

Pada diagram histogram berikut menjelaskan nilai kekerasan specimen setelah dilakukan *pack carburizing* pada temperature 1050°C dengan variasi media pendingin.



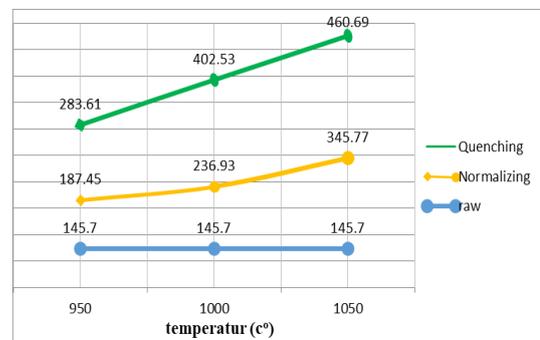
Gambar 5 Kekerasan pada temperature 1050°C.

Dari Gambar 5 dapat dilihat hasil dari proses *carburizing* dengan media arang cangkang sawit dengan waktu penahanan selama 120 menit, dan dengan temperatur 1050°C didapatkan hasil nilai kekerasan untuk *Normalizing* sebesar 345,77 HV. Sedangkan untuk *Quenching* nilai kekerasan permukaan yaitu 460,69 HV. Ini menunjukkan semakin tinggi temperature maka nilai kekerasan semakin tinggi baik dari *Normalizin* maupun *Quenching*. Semakin tinggi suhu pemanasan (pada batas suhu austenite), maka akan semakin tinggi pula penetrasi karbon ke baja. Semakin tinggi suhu pada saat *carburizing*, maka semakin banyak butir perlit yang tumbuh dan menyebabkan nilai kekerasan meningkat.

Jika dibandingkan selisih nilai kekerasan permukaan benda kerja sebelum *carburizing* dan setelah *carburizing* menggunakan variasi media pendingin, benda kerja dengan sampel *Normalizing* pada temperature 1050°C mengalami kenaikan nilai kekerasan sebesar 137%, dan untuk *Quenching* naik sebesar 216%.

d. Perbandingan Nilai Kekerasan Semua Sampel

Berikut adalah nilai perbandingan kekerasan semua sampel setelah dilakukan *pack carburizing* dan raw material.



Gambar 6 Perbandingan nilai kekerasan.

Dari Gambar 6 terlihat bahwa semakin tinggi temperature *pack carburizing* (media cangkang sawit) maka semakin tinggi nilai kekerasan dari material baja AISI 1050, hal ini menunjukkan

semakin tinggi suhu pemanasan (pada batas suhu austenite), maka akan semakin tinggi pula penetrasi karbon ke baja. Semakin tinggi suhu pada saat *carburizing*, maka semakin banyak butir perlit yang tumbuh dan menyebabkan nilai kekerasan meningkat. Dan nilai kekerasan *Quenching* di setiap temperature lebih tinggi dari pada *Normalizing*.

3.2. Hasil Dan Pembahasan Dat Uji Tarik

Hasil dari data pengujian uji tarik dari spesimen tanpa perlakuan (*Pack Carburizing*) dapat dilihat pada Table 3

Table 3 data uji tarik row material

Materials	SAMPEL	F _y	σ _y	F _u	σ _u	e
	Specimen	Kgf	Kgf/mm ²	Kgf	Kgf/mm ²	%
AISI 1050 ROW	ROW	1457.8	40.50	3220.2	89.45	41.34

Berikut hasil data pengujian uji tarik dari spesimen setelah *Pack Carburizing* selama 120 menit dengan variasi temperatur dan media pendinginan *Normalizing* dan *Quenching* sebagai berikut:

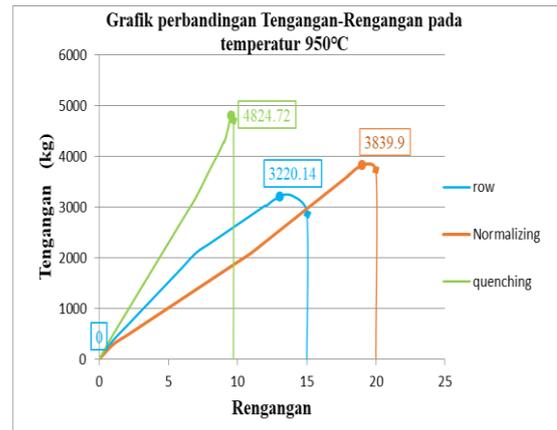
Table 4 data pengujian tarik setelah di carburizing

Materials	Sampel	F _y	σ _y	F _u	σ _u	e
	Specimen	Kgf	Kgf/mm ²	Kgf	Kgf/mm ²	%
AISI 1050 ROW	ROW	1457.08	40.50	3220.14	89.45	41.34
BAJA AISI 1050	A 1.1	1759.89	48.90	3839.90	106.66	59.94
BAJA AISI 1051	A 1.2	1694.80	47.10	3811.60	105.88	30.74
BAJA AISI 1050	A 1.3	1510.85	43.50	3970.07	110.28	60.20
BAJA AISI 1050	A 2.1	2506.99	69.60	6743.42	187.32	79.31
BAJA AISI 1050	A 2.2	2487.63	69.10	5245.52	145.80	54.43
BAJA AISI 1051	A 2.3	2407.94	66.90	4824.72	134.02	29.97
BAJA AISI 1050	B 1.1	1663.67	46.20	3800.28	105.56	28.94
BAJA AISI 1050	B 1.2	1813.66	50.40	4176.66	116.02	51.93
BAJA AISI 1051	B 1.3	2215.51	61.50	4131.38	114.76	31.78
BAJA AISI 1050	B 2.1	707.15	19.60	1595.75	44.33	22.22
BAJA AISI 1050	B 2.2	2263.62	62.90	5716.15	158.78	47.02
BAJA AISI 1051	B 2.3	1462.74	40.60	3200.33	88.90	24.03
BAJA AISI 1050	C 1.1	2192.87	60.90	4117.23	114.37	28.68
BAJA AISI 1050	C 1.2	1977.79	54.90	4527.27	125.77	18.86
BAJA AISI 1050	C 1.3	1987.76	55.21	4765.98	132.38	20.43
BAJA AISI 1050	C 2.1	1196.73	33.20	2419.26	67.20	16.28
BAJA AISI 1050	C 2.2	1242.01	34.50	3039.02	84.42	28.94
BAJA AISI 1050	C 2.3	1290.54	35.84	3134.65	87.1	27.76

a) Grafik Tenggangan Rengangan Temperature 950°C dan Row Material

Berikut adalah grafik Tenggangan-Rengangan pada raw material dan setelah dilakukan *pack carburizing* pada temperatur 950°C dengan variasi

media pendingin yaitu *Normalizing* dan *Quenching*.

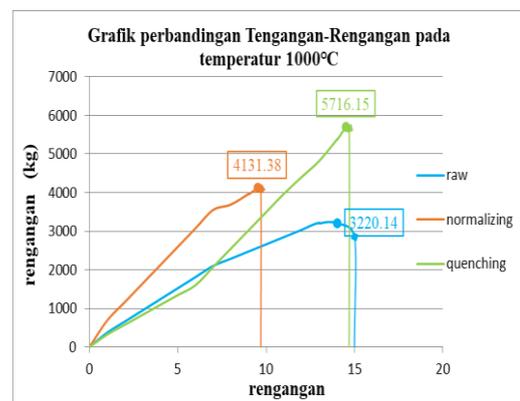


Gambar 7 Tenggangan-rengangan pada temperatur 950°C.

Dari Gambar 7 dihasilkan kekuatan tarik logam pada raw material baja AISI 1050 dan baja yang telah dilakukan *pack carburizing* dengan temperature 950°C dengan media pendingin *Normalizing* dan *Quenching* didapatkan hasil kekuatan tarik tertinggi berada pada specimen *Normalizing* pada temperature 950 yaitu dengan kekuatan tarik 3839.90 (kg) sedangkan pada raw material didapatkan 3220.14 (kg) dan untuk *Quenching* menggunakan air batang pisang diperoleh kekuatan tarik sebesar 4824.72 (kg).

b) Grafik Tenggangan Rengangan Temperature 1000°C dan Row Material

Berikut adalah grafik Tenggangan-Rengangan pada raw material dan setelah dilakukan *pack carburizing* pada temperatur 950 dengan variasi media pendingin yaitu *Normalizing* dan *Quenching*.



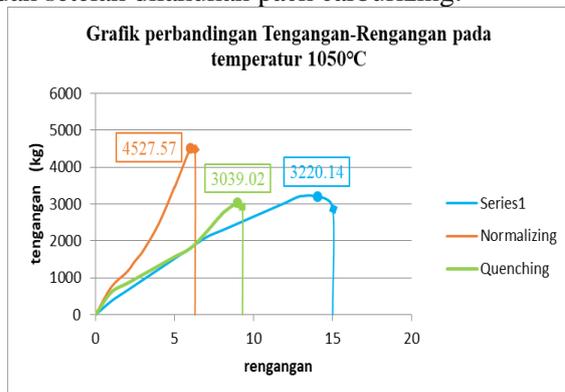
Gambar 8 Tenggangan-rengangan temperatur 950°C.

Dari Gambar 8 dihasilkan kekuatan tarik logam pada raw material baja AISI 1050 dan baja yang telah dilakukan *pack carburizing* dengan temperature 1000°C dengan media pendingin *Normalizing* dan *Quenching* didapatkan kekuatan

tarik tertinggi berada pada specimen Quenching pada temperature 1000°C yang telah dilakukan proses pack carburizing yaitu dengan kekuatan tarik 3839.90 (kg) sedangkan pada *raw material* didapatkan 3220.14 (kg) dan untuk *Normalizing* diperoleh kekuatan tarik sebesar 3743.68 (kg).

c) Grafik Tenggangan Rengangan Temperature 1050°C dan Row Material

Grafik Tenggangan-Rengangan pada raw material dan setelah dilakukan pack carburizing.



Gambar 9 Tenggangan-rengangan pada temperatur 1050°C.

Dari Gambar 9 dihasilkan kekuatan tarik logam pada row material baja AISI 1050 dan baja yang telah dilakukan *pack carburizing* dengan temperature 1050°C dengan media pendingin *Normalizing* dan *Quenching* didapatkan hasil kekuatan tarik tertinggi berada pada specimen *Normalizing* pada temperature 1050°C yang telah dilakukan proses *pack carburizing* yaitu dengan kekuatan tarik 4527.57 (kg) sedangkan pada *raw material* didapatkan 3220.14 (kg) dan untuk *Quenching* diperoleh kekuatan tarik sebesar 3039.02 (kg).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dari pengujian kekerasan *Micro Vickers* dan uji tarik pada material baja AISI 1050 yang telah dilakukan proses *pack carburizing* dengan media arang cangkang kelapa sawit dengan waktu penahanan selama 120 menit dapat disimpulkan bahwa. Nilai kekerasan tertinggi di dapat pada temperature 1000°C dengan pendingin quenching yaitu sebesar 460.69 HV. Dan Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada temperature 1000°C dengan pendingin Quenching yaitu 5716.15 (kg). berdasarkan hasil pengujian Semakin tinggi temperatur pada saat *carburizing* maka akan menyebabkan nilai kekerasan meningkat. Dan nilai kekerasan quenching di setiap temperature lebih tinggi dari pada normalizing

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Huda, "Tugas akhir analisa fatik pegas daun kendaraan truck mitsubishi canter 125 ps pengangkut sawit dengan metode elemen hingga," 2020.
- [2] M. Ichsan Fahreza, Fakhriza, and Hamdani, "Analisa Pengaruh Waktu Penahanan Terhadap Nilai Kekerasan Baja Aisi 1050 Dengan Metode Pack Carburizing," pp. 52–56, Aug. 2017
- [3] M. A. Rizki *Et Al.*, "Pengaruh Proses Pack Carburizing Dengan Variasi Temperatur Dan Karbon Aktif Terhadap Kekerasan Permukaan Baja Aisi 1020," Vol. 6, No. 2, Pp. 63–67, 2022.
- [4] P. Trihutomo, D. Teknik, M. Fakultas, T. Universitas, and N. Malang, "PENGARUH PROSES ANNEALING PADA HASIL PENGELASAN," no. 1, pp. 81–88, 2014.
- [5] B. Pratowo and A. Fernando, "Analisa Kekerasan Baja Karbon AISI 1045 Setelah Mengalami Perlakuan Quenching," *J. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 2, pp. 1–30, 2008.