

PENGARUH BERAT KATALISATOR CANGKANG TELUR BEBEK PADA PROSES PACK CARBURIZING TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO BAJA KARBON

Fakhrizal, Nurdin^{2*}, Fakhri²

¹Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh – Medan Km.280 Buketrata

*Penulis Korespondensi: nurdin@pnl.com

Abstrak

Baja karbon sedang merupakan logam yang paling digunakan dalam dunia industri, dikarenakan memiliki sifat mekanis seperti, kekuatan dan keuletan, proses carburizing menggunakan kaslium karbonat yang ada dalam cangkang telur sangat tinggi yaitu 94% sehingga sangat cocok untuk dijadikan sebagai katalisator pada proses pack carburizing bertujuan untuk meningkatkan kekerasan baja. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh berat katalisator cangkang telur bebek terhadap kekerasan permukaan dan struktur mikro. Dalam penelitian ini terdapat empat variabel bebas yaitu Berat katalisator 15gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini Nilai kekerasan material ST45 mengalami kenaikan setelah dilakukan penambahan katalisator pada proses pack carburizing dari nilai kekerasan raw material, hal ini diketahui setelah pengujian micro hardness, dimana berat cangkang telur bebek dengan berat 15 gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram memiliki nilai kekerasan secara berturut-turut yaitu 186.22 HV, 532.52 HV, 774.92 HV, 519.58 HV dan 614.64 HV sedangkan raw material mempunyai nilai kekerasan 186.22 HV. Pada material ST45 setelah perlakuan yang menggunakan katalisator cangkang telur bebek 15 gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram terdapat fasa yang berbentuk seperti jarum yang mengindikasikan bahwa fasa tersebut adalah fasa martensite dan austenite.

Keywords: Baja karbon sedang, pack carburizing, fasa martensite dan austenite

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Baja karbon sedang merupakan logam yang paling digunakan dalam dunia industri, dikarenakan memiliki sifat mekanis seperti, kekuatan dan keuletan, [1]-[2]

Untuk memperoleh nilai kekerasan lebih baik pada baja diperoleh melalui proses perlakuan panas (*heat treatment*) seperti *hardening* yang dilakukan dengan metode *quenching*. Akan tetapi, tidak semua jenis baja bisa dikeraskan secara langsung melalui proses perlakuan panas (*heat treatment*). Pengerasan langsung hanya dapat dilakukan pada baja dengan kandungan karbon di atas 0,3%. Sementara untuk baja dengan kandungan karbon dibawah 0,3%, harus melalui proses *carburizing*, [3].

Carburizing adalah proses pengerasan permukaan baja dengan cara memanaskan baja di atas suhu kritis dalam lingkungan yang mengandung karbon. Secara umum, metode

carburizing ada tiga macam seperti karburasi padat (*pack carburizing*), karburasi cair dan karburasi gas, [4].

Proses *carburizing* untuk baja karbon sedang dengan dengan menambahkan katalisator cangkang telur bebek belum banyak yang melakukan penelitian atau masih terbatas, sehingga perlu dilakukan penelitian terhadap penggunaan katalisator tersebut. Adapun penelitian terdahulu mengenai penggunaan katalisator cangkang telur untuk material DIN 17210 C15 pernah diteliti oleh [3], menunjukkan bahwa cangkang telur dengan ukuran butir yang lebih kecil akan mudah menjadi gas lebih cepat dibandingkan dengan yang lebih besar, kecepatan menjadi gas tersebut berpengaruh terhadap kekerasan permukaan specimen yang dihasilkan.

Dengan merujuk pada penelitian sebelumnya penggunaan katalisator telur bebek belum pernah dilakukan untuk baja karbon sedang sehingga peneliti ingin mengembangkan penelitian tersebut

untuk memperoleh nilai kekerasan dan struktur mikro setelah dilakukan penambahan katalisator telur bebek pada proses *pack carburizing*. Mengingat kasium karbonat yang ada dalam cangkang telur sangat tinggi yaitu 94% sehingga sangat cocok untuk dijadikan sebagai katalisator pada proses *pack carburizing* bertujuan untuk meningkatkan kekerasan baja, [3].

1.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penulisan skripsi ini antara lain:

1. Dapat melakukan proses *pack carburizing* dengan variasi berat katalisator cangkang telur bebek.
2. Untuk mengetahui nilai kekerasan permukaan dan struktur mikro.
3. Dapat menganalisa pengaruh berat katalisator cangkang telur bebek terhadap kekerasan permukaan dan struktur mikro.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penulisan ini, penulis perlu membuat batasan-batasan masalah untuk menghindari pembahasan yang tidak perlu. Adapun pokok masalah pembahas yang akan dibahas dalam “pengaruh berat katalisator cangkang telur bebek pada proses *pack carburizing* terhadap kekerasan dan struktur mikro baja karbon” yaitu:

1. Penelitian dilakukan secara eksperimental.
2. Material yang digunakan baja karbon St45.
3. Temperatur 925°C.
4. *Holding time* 2 jam
5. Berat katalisator 15gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram.
6. Media *quenching* air biasa
7. Pengujian *mirco vicers* dan struktur mikro.

2 Metoda Penelitian

2.1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan lebih kurang selama 16 minggu. Adapun tempat dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlakuan *carburizing* dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.
2. Pengujian kekerasan dan struktur mikro di Laboratorium Uji Material dan Karakteristik Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.

2.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian sebagaimana terlihat pada Tabel 1

Tabel 1 Bahan yang digunakan

No	Nama alat	Jumlah	Keterangan
1	Gerinda tangan	1	Set
2	Alat ukur	1	Buah
3	Gergaji besi	1	Buah
4	Dapur	1	Buah
5	Kertas gosok	1	Buah
6	Mesin uji kekerasan	1	Set
7	Mesin uji struktur mikro	1	Set
8	Kotak carburizing	3	Buah

2.2.1 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Baja karbon St 45
2. Cangkang bebek
3. Air biasa
4. Bentuk spesimen

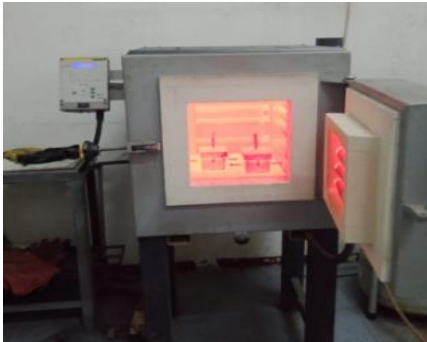
Beberapa tahap yang harus dilakukan dalam persiapan pembentukan spesimen yaitu :

- a. Pemotongan benda uji
Pemotongan benda uji untuk dapat memudahkan dalam penelitian, maka benda uji dipotong menggunakan alat potong.
- b. *Mounting*
Setelah dipotong kemudian benda uji di *mounting*, yang bertujuan agar memudahkan pengoperasian selama preparasi (*grinding* dan *polishing*).
- c. *Grinding*
Setelah benda uji di *mounting* baru kemudian diampelas secara berurutan dari yang kasar sampai yang halus memakai kekerasan kertas ampelas dengan nomor : 240, 320, 400, 600, 800, 1000, 1200 dan 1500. Kertas ampelas terbuat dari bahan aluminium *oxide water proof*. Dalam proses *grinding* harus selalu dialiri air bersih secara terus menerus dengan tujuan menghindari timbulnya panas dipermukaan benda uji yang kontak secara langsung dengan kertas ampelas dan juga untuk menghilangkan partikel-partikel bahan *abrasive* yang menempel pada permukaan benda uji.

2.3. Proses Pack Carburizing

Adapun tahapan proses *pack carburizing* adalah sebagai berikut:

1. Spesimen yang telah dipotong sebanyak 5 buah serta menyediakan media arang tempurung kelapa dan katalisator cangkang bebek untuk di isi ke dalam kotak *carburizing*.
2. Memasukkan arang tempurung kelapa dan katalisator cangkang bebek ke dalam kotak *carburizing* sesuai dengan persentasenya kemudian dimasukkan 2 spesimen baja karbon St 45 dalam kotak *carburizing* serta ditutup lagi dengan arang tersebut.
3. Kemudian kotak tersebut dimasukkan ke dalam dapur pemanasan dengan temperatur 925°C , *holding time* 2 jam. Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Pemanasan dengan temperatur 925°C

4. Setelah perlakuan tersebut di atas dilakukan maka kotak dikeluarkan dari dapur pemanas, kemudian kotak di buka dan spesimen dikeluarkan dari dalam kotak untuk dilakukan proses *quenching*. Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Proses *quenching*

2.4 Pengujian Kekerasan

Adapun pengujian yang dilakukan untuk baja karbon St45 setelah terjadinya proses *pack carburizing* dan *quenching*. Pengujian kekerasan

dilakukan menggunakan metode *vickers/micro hardness*, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 3



Gambar 3 Pengujian Kekerasan

Adapun langkah-langkah untuk melakukan uji kekerasan dengan metode *vickers/micro hardness* adalah sebagai berikut:

1. Mengukur dimensi spesimen uji yaitu lebar, tebal dan panjang.
2. Menghitung diameter (d1 dan d2).
3. Meletakkan spesimen uji pada dudukan alat uji.
4. Mengoperasikan alat uji *micro hardness vickers*.
5. Melakukan analisis dan perhitungan dari tapak jejak sehingga mendapatkan angka kekerasan mikro dari material atau specimen yg di uji
6. Lakukan pengukuran kedua diagonal jejak (lekukan) hasil penekanan indenter.

2.5 Pengujian Struktur Mikro

Beberapa tahap dalam persiapan yaitu :

1. *Polishing*

Dalam memoles digunakan kain poles beludru dan mesin poles. Kain beludru ditempelkan pada piringan yang berputar pada mesin poles, kemudian kain diberi pasta alumina berupa partikel abrasive yang sangat halus. Selama pemolesan benda uji digerakkan kedepan, kebelakang dan berputar dengan tujuan agar partikel-partikel *abrasive* dapat terdistribusi dengan merata diatas piringan pemoles. Setiap satu langkah pemolesan berakhir, benda uji harus selalu dicuci dan dibersihkan, yaitu dengan menggunakan *alcohol* lalu dikeringkan dengan udara hangat (*hair dryer*).

Benda uji yang sudah dipoles kemudian diperiksa dibawa mikroskop untuk dilihat apakah masih ada goresan-goresan, inklusi non logam, retakan dan lain-lain. Apabila masih terdapat goresan, retakan dan lain-lain maka benda uji harus dipoles kembali. *Polishing* akan berakhir bila sudah diperoleh permukaan benda uji yang bebas

dari goresan, retakan dan permukaannya seperti cermin.

2. Etsa

Setelah benda uji selesai dalam proses polishing, maka selanjutnya dilakukan pengetsaan. Dimana permukaan benda uji dicelup dengan waktu ±5 detik menggunakan larutan Nital 5% (alkohol 95% 100 ml + HNO₃ 3 ml) setelah itu dibersihkan dengan air dan alkohol 95% kemudian dikeringkan dengan udara hangat (*hair dryer*), tujuannya agar terhindar dari oksidasi udara sekitar. Amati permukaan spesimen yang telah di etsa dengan mikroskop optik pada perbesaran 400x zoom. Pada pengujian ini, akan didapat perbedaan struktur mikro dari masing-masing benda uji.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Adapun hasil pengujian kekerasan terhadap pengaruh berat katalisator cangkang telur bebek pada proses pack carburizing pada baja karbon sedang, sebagaimana dapat dilihat pada Tabel 2

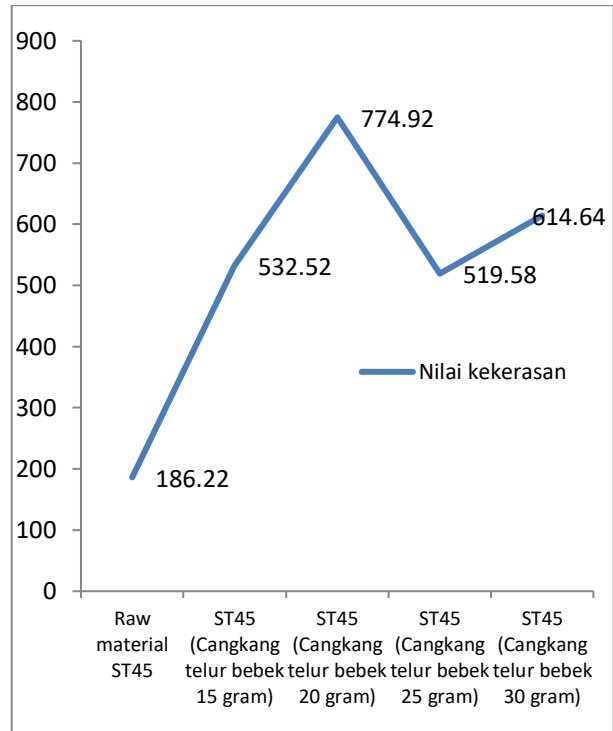
Tabel 2 Hasil pengujian kekerasan

No	Bahan uji	Metode uji	Nilai kekerasan rata-rata
1	Raw material ST45	HV	186.22
2	ST45 (15 gram)	HV	532.52
3	ST45 (20 gram)	HV	774.92
4	ST45 (25 gram)	HV	519.58
5	ST45 (30 gram)	HV	614.64

3.3 Pembahasan

3.3.1 Analisa Kekerasan Terhadap Variasi Berat Cangkang Telur Bebek

Dari tabel 2 dapat dilihat nilai kekerasan terhadap pengaruh berat katalisator cangkang telur bebek pada proses pack carburizing pada baja karbon sedang, sebagaimana dapat dilihat pada Grafik berikut:



Gambar 4 Hasil uji kekerasan terhadap variasi berat cangkang telur bebek

Dari Gambar 4 Dapat dilihat bahwa nilai kekerasan pada raw material ST45 dan variasi berat cangkang telur bebek dengan berat 15 gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram memiliki nilai kekerasan secara berturut-turut yaitu 186.22 HV, 532.52 HV, 774.92 HV, 519.58 HV dan 614.64 HV.

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa peningkatan nilai kekerasan pada material ST45 dipengaruhi oleh penambahan katalisator pada proses pack carburizing, hal ini membuktikan bahwa material ST45 dengan katalisator cangkang telur bebek menghasilkan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan material ST45 tanpa katalisator cangkang telur bebek. Hal disebabkan oleh *calcium carbonate* (CaCO₃) yang terdapat pada cangkang telur bebek, yang bertujuan untuk mempercepat reaksi pada proses *pack carburizing*.

Adapun faktor lain yang menyebabkan nilai kekerasan mengalami peningkatan pada proses pack carburizing yang diakibatkan oleh banyaknya karbon yang berdifusi ke dalam material ST45 dengan peran katalisator sebanyak sebagai katalis sehingga proses difusi atom-atom karbon lebih banyak ke dalam material ST45.

Hal ini sejalan dengan penelitian terdahulu seperti [5] Katalisator Cangkang Keong Mas

Terhadap Sifat Mekanik Baja ST42 Melalui proses pack carburizing yang menyatakan bahwa variasi komposisi katalisator cangkang keong mas yang digunakan mulai dari 10%, 20%, 30%, 40% hingga 50%. mendapatkan nilai kekerasan yang paling tinggi seiring bertambahnya katalisator cangkang keong mas. Serta penelitian dari [6] Menyatakan bahwa penambahan katalisator cangkang telur (CaCO_3) menghasilkan kekerasan yang lebih tinggi.

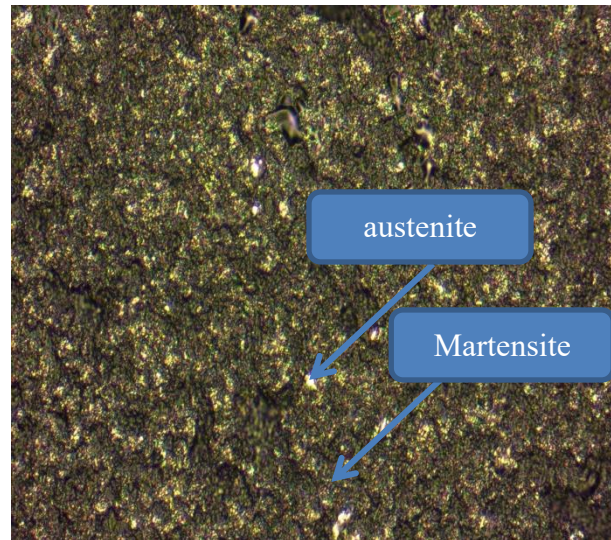
Akan tetapi, pada penelitian ini untuk katalisator cangkang telur bebek 25 gram nilai kekerasan berada dibawah 15 gram dan 20 gram sedangkan untuk katalisator cangkang telur bebek 30 gram nilai kekerasannya berada dibawah 20 gram cangkang telur bebek, hal ini disebabkan oleh pencampuran antara karbon/arang dengan cangkang telur bebek tidak merata sehingga menumpuk pada satu bagian yang pada akhirnya karbon/arang tidak dapat berdifusi interstitial dengan baik kedalam material ST45 dikarena kurangnya katalisator.

3.3.2 Analisa Struktur Mikro Terhadap Variasi Berat Cangkang Telur Bebek

Pengamatan struktur mikro dilakukan untuk melihat perubahan mikrostruktur yang terjadi akibat dari proses pack carburizing terhadap variasi berat cangkang telur bebek. Pengamatan struktur mikro dilakukan dengan bantuan alat mikroskop optik dengan perbesaran 500 kali.

1. Cangkang telur bebek 15 gram

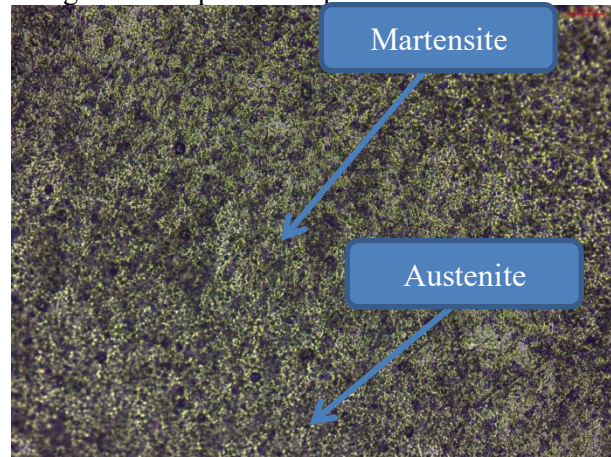
Hasil pengamatan struktur mikro pada material ST45 dengan berat cangkang telur bebek 15 gram setelah dilakukan proses pack carburizing sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5 Struktur mikro pada cangkang telur bebek 15 gram

2. Cangkang telur bebek 20 gram

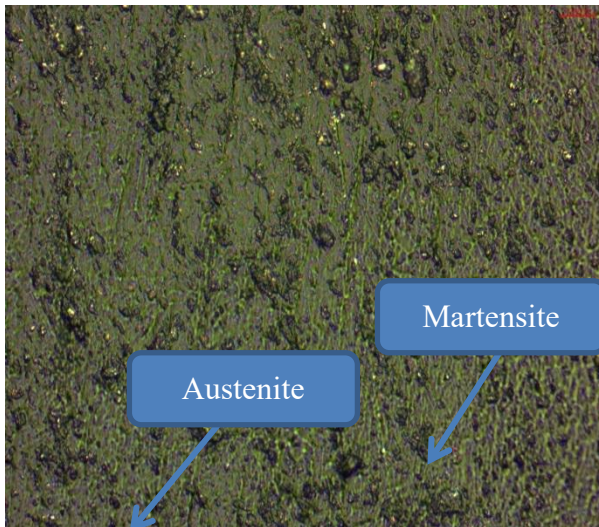
Hasil pengamatan struktur mikro pada material ST45 dengan berat cangkang telur bebek 20 gram setelah dilakukan proses pack carburizing sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 6



Gambar 6 Struktur mikro pada cangkang telur bebek 20 gram

3. Cangkang telur bebek 25 gram

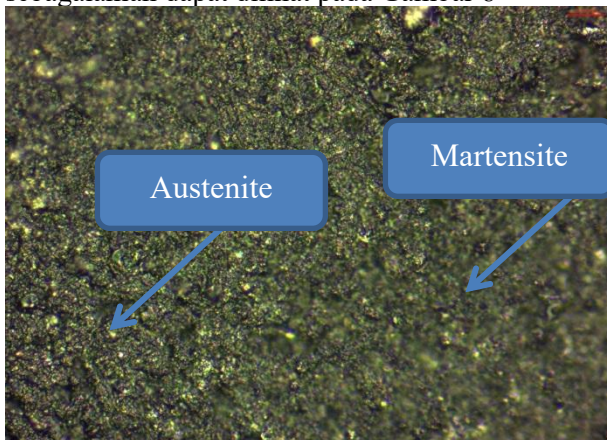
Hasil pengamatan struktur mikro pada material ST45 dengan berat cangkang telur bebek 25 gram setelah dilakukan proses pack carburizing sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 7



Gambar 7 Struktur mikro pada cangkang telur bebek 25 gram

4. Cangkang telur bebek 30 gram

Hasil pengamatan struktur mikro pada material ST45 dengan berat cangkang telur bebek 30 gram setelah dilakukan proses pack carburizing sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8 Struktur mikro pada cangkang telur bebek 30 gram

Berdasarkan Gambar 5 sampai dengan Gambar 8 menyatakan bahwa struktur mikro tidak menunjukkan perbedaan yang jauh antara katalisator cangkang telur bebek 15 gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram, hal ini dikarenakan karena semua specimen menggunakan perlakuan yang sama mulai dari pemanasan dengan temperature 925°C selama 120 menit (2 jam) serta quenching dengan air biasa.

Pada material ST45 setelah perlakuan yang menggunakan katalisator cangkang telur bebek 15 gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram terdapat fasa yang berbentuk seperti jarum yang mengindikasikan bahwa fasa tersebut adalah fasa

martensite, selain itu terdapat juga austenite sisa yang jumlahnya sedikit di dalam matrik martensite yang ditunjukkan dengan warna putih. Fasa martensite inilah yang menyebabkan nilai kekerasan pada permukaan material ST45 setelah perlakuan yang menggunakan katalisator cangkang telur bebek 15 gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram hasil proses pack carburizing jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kekerasan raw material [7]. Hal ini dikarenakan fasa martensite serta terjadinya difusi interstisi atom-atom karbon dari media pack carburizing ke dalam material ST45.

4 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan penelitian tentang pengaruh berat katalisator cangkang telur bebek pada proses pack carburizing terhadap kekerasan dan struktur mikro baja karbon adalah sebagai berikut:

Berat katalisator yang digunakan pada proses pack carburizing terhadap kekerasan dan struktur mikro baja karbon adalah 15 gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram.

Nilai kekerasan material ST45 mengalami kenaikan setelah dilakukan penambahan katalisator pada proses pack carburizing dari nilai kekerasan raw material, hal ini diketahui setelah pengujian micro hardness.

Pada material ST45 setelah perlakuan yang menggunakan katalisator cangkang telur bebek 15 gram, 20 gram, 25 gram dan 30 gram terdapat fasa yang berbentuk seperti jarum yang mengindikasikan bahwa fasa tersebut adalah fasa martensite dan austenite

DaftarPustaka

- [1] M. Anhar, "Proses Karburasi Pada Baja Karbon Rendah Dengan Menggunakan Karbon Arang Kayu Belian Dan Arang Kayu Akasia," *Inovtek Polbeng*, vol. 9, no. 2, p. 190, 2019,
- [2] E. Nugroho, S. D. Handono, A. Asroni, and W. Wahidin, "Pengaruh Temperatur dan Media Pendingin pada Proses Heat Treatment Baja AISI 1045 terhadap Kekerasan dan Laju Korosi," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 99–110, 2019,

- [3] D. A. Rajab, A. Abdulah, A. D. Shieddique, A. Husna, and R. Waluyo, "Pengaruh Ukuran Butir Katalisator Cangkang Telur Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Material DIN 17210 C15," *J. Ilm. Tek. mesin*, vol. M, no. 1, pp. 26–35, 2021.
- [4] M. Ramdany Rahmatullah, N. Mulyaningsih, and X. Salahudin, "Pengaruh Variasi Media Pendingin pada Proses Pack Carburizing terhadap Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah," *J. Mech. Eng.*, vol. 7, no. 1, pp. 0–000, 2023,
- [5] A. Hay and A. Darmawa, "Katalisator Cangkang Keong Mas Terhadap Sifat Mekanik Baja ST42 Melalui Proses Kaburasi," *J. Energi dan Manufaktur*, vol. 9, no. 1, pp. 39–43, 2016,
- [6] T. B. A. Subekhi and D. Rahdani, "The Influence Of Composition Variation Of Catalyzer Composition (Eggshell / CACO3) On Pack Carburizing Process To Violence And Micro Structure Of JIS G 4051 S 15 CK," pp. 9–10, 2019.
- [7] M. I. Fahreza, F. Fakhriza, and H. Hamdani, "Analisa Pengaruh Waktu Penahanan Terhadap Nilai Kekerasan Baja Aisi 1050 Dengan Metode Pack Carburizing," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 52–56, 2017.