

Document Viewer

Turnitin Originality Report

Processed on: 19-Oct-2021 08:02 WIB

ID: 1677600893

Word Count: 2875

Submitted: 1

Pelapisan Kalsium Karbida Permukaan Baja
Karb... By Sujita Darmo

Similarity Index

14%

Similarity by Source

Internet Sources:	11%
Publications:	6%
Student Papers:	2%

[include quoted](#) [include bibliography](#) [excluding matches < 1%](#)
[print](#) [refresh](#) [download](#)

mode: quickview (classic) report

Change mode

3% match (Internet from 12-Oct-2014)

<http://www.docstoc.com>

2% match (student papers from 03-Mar-2020)

[Submitted to Universitas Mataram on 2020-03-03](#)

1% match (Internet from 08-Sep-2021)

<http://repository.unhas.ac.id>

1% match ()

[Zainuri, Achmad, Setyawan, Paryanto Dwi, Atmam, Prayuda. "ANALISA KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA AISI 1018 AKIBAT PROSES PACK CARBURIZING DENGAN VARIASI KONSENTRASI SERBUK CANGKANG KEONG EMAS", 'Universitas Mataram', 2011](#)

1% match ()

[SETIAWAN, DONI ADI. "PENGARUH FRAKSI BERAT ARANG TULANG KAMBING DAN ARANG SEKAM PADI PADA SIFAT MEKANIS PACK CARBURIZING BAJA KARBON RENDAH UNTUK RODA GIGI", 2021](#)


1% match (publications)

[Sujita Darmo, Yesung Allo Padang, I Kade Wiratama. "Fatigue Strength of Low Carbon Steel SS400 on Pack Carburizing Treatment with Pinctada Maxima Shell Powder Energizer", International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering, 2020](#)

1% match (Internet from 05-Oct-2021)

<http://www.eprints.unram.ac.id>

1% match (publications)

[A H Norzilah, N Rusli. "Prediction of carbon concentration profile within carburised-carbon steel 1024 using Alternating Direction Implicit \(ADI\) method", IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020](#) 


1% match (Internet from 31-May-2021)

<https://eref.uni-bayreuth.de/view/divisions/310000.html> 

1% match (Internet from 14-Apr-2020)

<https://es.scribd.com/document/61184162/Proses-Double-Hardening> 

1% match ()

[Saepuddin, Ahmad, Machfuroh, Talifatim, Safitri, Ahmad Zainul. "Pengaruh ukuran butir serbuk arang tempurung kelapa terhadap tingkat kekerasan material aluminium 6061 pada proses pack carburizing", 'Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa', 2020](#) 

1% match (Internet from 27-Aug-2021)

<https://text-id.123dok.com/document/q7w4vgnz-pengaruh-waktu-dan-tegangan-pada-pelapisan-hard-chrome-terhadap-kekerasan-baja-karbon-rendah.html> 

[Pelapisan Kalsium Karbida Permukaan Baja Karbon Rendah dengan Pack Carburizing Energizer Serbuk Cangkang Kerang Mutiara](#) Sujita Darmo*, Sugiman, Salman, Agus Dwi Catur, [Paryanto Dwi Setyawan Jurusan Teknik Mesin, Universitas Mataram](#) *Email: sujita@unram.ac.id Received: 23 September 2020; Accepted: 5 Desember 2020; Published: 14 Desember 2020 DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jpft.v6i2.2073> Abstract - The research was conducted at the Laboratory of Material Mechanics, Department of Mechanical Engineering, Mataram University. [The purpose of this](#) research [was to](#) determined [the effect of the](#) Pack Carburizing parameters (temperature, soaking time and carburizer media composition) on the thickness of Calcium carbide layer (CaC), which is formed on the surface of low carbon steel. The thickness of the calcium carbonate layer affects the surface [hardness number of low carbon steel](#). This research used [low carbon steel grade SS400 as](#) the specimen. Carburizer media is a mixture of corncob charcoal powder and Pinctada maxima shells powder (PMSP). Packs Carburizing was carried out at various temperatures: 875 0C, 900 0C, soaking time: 1,2,3 hours and the percentage of PMSP on the carburizer media: 10%, 20%, 30%. [The results of the](#) research [show that the](#) temperature [carburizing](#), soaking time and the addition of PMSP affect [the thickness of the](#) calcium carbide [layer on the](#) surface [of](#) SS400 steel which is subjected to pack carburizing process. This is indicated by an increase in the surface hardness number of 421%, the wear resistance 62,2 %. the thickness of the calcium carbide layer 1050 µm, the formation of pearlite structure, at the carburizing temperature of 900 0C, soaking time 3 hours and 30% addition of PMSP. Keywords: low carbon steel; pack carburizer; media carburize, pinctada maxima shell powder PENDAHULUAN Baja SS400 adalah termasuk baja karbon rendah yang biasa digunakan di industri pembuat alat-alat pertanian. Baja SS400 mempunyai kelebihan mudah dibentuk, tahan korosi dan keuletannya tinggi, kelemahannya angka kekerasan permukaannya rendah, mudah aus dan kekuatan tariknya rendah. Di industri pembuatan alat pertanian untuk meningkatkan angka kekerasan permukaan baja SS400 supaya tajam dilakukan dengan cara flame hardening dan pendinginan cepat dengan media air yang

biasa disebut dengan proses penyepuhan. Proses penyepuhan mempunyai kelemahan angka kekerasan permukaan yang dihasilkan tidak terkontrol sehingga material baja SS400 yang mengalami proses penyepuhan cenderung getas, mudah aus dan umur pakainya (wear resistance) rendah. Idealnya angka kekerasan permukaannya tinggi, ulet, tahan aus sehingga umur pakainya lama. Metode untuk meningkatkan angka kekerasan baja karbon rendah telah lama dikembangkan, yaitu metode Pack Carburizing. Proses carburizing merupakan proses penambahan unsur karbon (C) ke bagian permukaan bahan dimana unsur karbon ini didapat dari bahan-bahan yang mengandung karbon sehingga kekerasan permukaan logam dapat meningkat tetapi dalamnya (core) tetap ulet. Untuk mempercepat proses maka ditambahkan barium karbonat (BaCO₃), kalsium karbonat (CaCO₃) atau natrium karbonat (NaCO₃) sebagai energizer atau katalis yang dicampur dengan arang sebagai sumber karbon, dimasukkan ke dalam kotak karburasi dengan material yang dikarburasi kemudian dipanaskan pada dapur listrik pada temperatur carburizing.. Pada proses pack carburizing media karburasi berupa arang yang dicampur dengan 10%- 40% baja karbon rendah. Hasilnya menunjukkan CaCO₃ atau BaCO₃. Baja dimasukkan ke dalam tegangan tarik yield menjadi lebih dalam kotak karburasi yang sudah berisi tinggi dibanding sebelumnya. Teknik media karburasi kemudian dipanaskan quenching juga berpengaruh pada sifat pada temperatur 850 oC – 950 oC (Callister mekanik baja karbon rendah (Miernik et & Rethwisch, 2014). al., 2010). Berdasarkan hasil (Darmo et al., 2018) sendiri telah penelitiannya kombinasi terbaik sifat melakukan penelitian mengenai pengaruh mekanik yang diperoleh untuk perlakuan proses pack carburizing terhadap perubahan panas yang terdiri dari heating suhu 900 angka kekerasan dan struktur mikro baja oC, holding, cooling dan fase dan cooling SS400. Media karburasi berupa campuran dalam air. Dengan perlakuan panas ini, arang tempurung kelapa dan serbuk terjadi peningkatan kekerasan, cangkang keong emas. Hasil dari ketangguhan, tegangan Yield dan kekuatan penelitiannya, angka kekerasan naik dari 142 Kg/mm² menjadi 262,30 Kg/mm² setelah tarik hampir dua kali lipat juga didukung oleh penelitian (Rijab, M. A., & Al-mosawi, proses pack carburizing pada suhu 950 oC, A. I. 2014). waktu karburasi 5 jam, prosentase Penelitian tentang efektifitas penambahan, serbuk cangkang keong emas penggunaan karbon dari arang bambu, 30%. Struktur mikro berubah dari ferrite pelepah kelapa, tulang bebek dan tulang menjadi pearlite, yang bersifat lebih keras. kambing sebagai sumber carburizer, telah Sifat mekanik baja karbon rendah yang dilakukan oleh (Ngakan & Putra, 2016). mengalami proses pack carburizing juga Hasil penelitian menunjukkan bahwa dipengaruhi oleh perlakuan panas lanjut carburizer dengan arang tulang kambing (post heat treatment) (Priyadarshini et al., memberikan kekerasan permukaan yang 2014). Penelitian dilakukan dengan paling tinggi (556,37 Kg/mm²). menggunakan media carburizing karbon aktif, dengan variasi suhu 850, 900 dan METODE PENELITIAN 950 0C, dan waktu carburizing 15 dan 30 Metode penelitian yang digunakan menit. Perlakuan panas lanjut dengan proses penelitian eksperimental laboratorium quenching di oli, ditempering pada suhu 550 0C dan diholding 60 menit. Kesimpulannya dengan variabel penelitian antara lain: Variabel terikat: angka kekerasan proses pack carburizing menurunkan energi permukaan, laju keausan dan ketebalan impact (ketangguhan) baja karbon rendah lapisan karburasi (calsium carbida). Variabel dan ketangguhannya menurun dengan bebas: temperatur, waktu karburasi dan meningkatnya suhu carburizing. Sifat-sifat prosentase penambahan SCKM kedalam mekanik yang optimum di dapat pada suhu carburizing 900 oC, media karburasi. Variabel kontrol: dimensi kombinasi spesimen, beban gesek, dan putaran roda selama 30 menit dilanjutkan dengan penggesek. proses quenching di oli ditempering pada suhu 550 oC dan waktu holding 60 menit. Spesimen adalah baja karbon rendah type SS400. Dengan komposisi unsur: Fe = Berdasarkan penelitian (Kuswanto, 97,86%, C = 0,168%, Mn = 0,756%, Si = 2010) proses pack carburizing pada 0,159%, P = 0,023%, S = 0,014%, dan material baja karbon rendah pada sisanya unsur-unsur lain. Bentuk penampang temperatur 900° C dengan waktu karburasi spesimen persegi dengan ukuran 24x18x3,4 2 jam berpengaruh terhadap kekuatan yield mm³ standar ASTM G99-95. Spesimen dimasukkan kedalam kotak karburasi, berisi Keterangan: w = berat materil yang

hilang, media karburasi berupa campuran antara = waktu total pengujian (detik). arang tongkol jagung dan serbuk cangkang kerang mutiara dengan variasi prosentase Selanjutnya pengamatan Struktur mikro berat : 90% : 10%; 80% : 20%; 70% ; 30%. lapisan calsium carbida pada permukaan Kotak karburasi dimasukkan ke dapur spesimen dilakukan dengan menggunakan pemanas dengan variasi suhu (875 dan 900 SEM-EDX Merk FEI, Type: Inspect-S50, oC) dan variasi waktu kaburasi (1, 2, 3 jam). etsa nital 2,5%, pembesaran 100x Kemudian dilanjutkan dengan pengujian kekerasan permukaan dilakukan dengan alat HASIL DAN PEMBAHASAN [uji kekerasan mikro menggunakan skala Vickers, dengan pembebanan 1 kg dan](#) Hasil [Pengujian](#) Angka Kekerasan waktu pengujian selama 10 detik. Uji Permukaan Lapisan Calsium Carbida Keausan dilakukan dengan alat uji keausan Hasil pengujian kekerasan lapisan abrasive, seperti Gambar 2. Alat ini karburasi pada suhu 875 0C dan 900 0C menggunakan kurtas abrasif silikon karbida dengan variasi waktu pack carburizing 1, 2, [no. 800, beban pengaus 200 gr, putaran disk](#) 3 jam dan variasi penambahan 10%, 20%, 800 rpm, kecepatan geser spesimen 0,14 30% SCKM ditampilkan seperti oleh m/menit dan lama pengujian 30 detik. Gambar 2. Angka Kekerasan Vickers 800 P Spesimen (Kg/mm²) 600 V 400 Kertas 200 3... Abrasive 0 2... 10% 1... Waktu Carburizing 20% 30% Prosentase SCKM Revolving Disk N Gambar 1. Mekanisme alat uji keausan abrasif Keterangan: P = beban pengausan (Kg) V = kecepatan perpindahan specimen (m/s), N = putaran disk (rpm) [Laju keausan pada pengujian ini dinyatakan sebagai berkurangnya massa atau volume benda uji setelah mengalami penggesekan](#) (abrasi [akibat kontak antara disk yang berputar dan benda uji](#)), [tiap satuan waktu, yang dinyatakan dengan: \$W = w \cdot s\$ \(mg/detik\)](#) a 800 Angka Kekerasan Vickers 600 (Kg/mm²) 400 200 0 10% 20% 30% Prosentase SCKM b 3 Jam 1 Jam Waktu Carburizing Gambar 2. Angka kekerasan lapisan calsium carbida pada proses pack carburizing a) Suhu 875 0C. b) Suhu 900 0C Hasil Pengujian Laju Keausan Hasil pengujian laju keausan dari spesimen yang mengalami perlakuan pack carburizing, ditunjukkan pada Gambar 3. pada suhu 875 oC dan Gambar 4. .pada suhu 900 oC. Laju Keausan (mg/menit) 50 40 30 a b c 20 Spec. Awal 10 30% SCKM Gambar 5. Lapisan calsium carbida pada suhu 0 20% SCKM pack carburizing 875 °C waktu 3 jam, etsa nital 1 10% SCKM 2 3 2,5%, pembesaran 100x. a. Penambahan SCKM Waktu Karburasi (Jam) 10%; b. Penambahan SCKM 20%; c. Penambahan SCKM 30%; Gambar 3. Laju keausan pada permukaan spesimen pada pack carburizing pada suhu 875 0C. Laju Keausan (mg/menit) 60 40 20 Spec. Awal 30% SCKM 0 20% SCKM 1 10% SCKM Waktu Karburasi (Jam) 2 Gambar 4. Laju keausan pada permukaan spesimen pada pack carburizing pada suhu 900 0C. Hasil Pengamatan Struktur Mikro Lapisan Calsium Carbida Hasil pengujian struktur mikro lapisan karburasi (kalsium karbida) pada permukaan dari spesimen setelah perlakuan pack carburizing ditunjukkan pada Gambar 5. pada suhu 875 oC dan Gambar 6. pada suhu 900 oC . a b c Gambar 6. Lapisan kalsium karbida pada suhu pack carburizing 900 °C waktu 3 jam, etsa nital 2,5%, pembesaran 100x. a. Penambahan SCKM 10%; b. Penambahan SCKM 20%; c. Penambahan SCKM 30% Pembahasan Perubahan Angka Kekerasan Permukaan Lapisan Calsium Carbida Agar proses pack carburizing menghasilkan kualitas lapisan karburasi yang baik biasanya ditambahkan CaCO₃ atau BaCO₃ pada media carburizer . Fungsinya, sebagai zat pengaktif karbon (energizer) agar unsur karbon lebih cepat terdifusi pada material yang dikarburasi. Pada penelitian ini digunakan serbuk cangkang kerang mutiara (SCKM) sebagai zat pengaktif karbon (energizer) dicampur dengan arang tongkol jagung. Variasi prosentase penambahan 10%, 20%, dan 30% berat dari media carburizer. Secara umum terjadi perubahan angka kekerasan permukaan spesimen, yang mengindikasikan adanya lapisan senyawa lain. Berdasarkan hasil pengujian X-ray difraction karakteristiknya menyerupai senyawa calsium carbida (CaC). Spesimen tanpa perlakuan pack carburizing (belum terdapat lapisan CaC) angka kekerasan permukaan nya adalah 127 Kg/mm². Angka kekerasan permukaan lapisan calsium carbida pada proses pack carburizing suhu 875°C (Gambar 2a.) terendah 270 Kg/mm² (terjadi kenaikan 113 %) dihasilkan pada prosentase penambahan SCKM 10 % waktu karburasi 1 jam, angka kekerasan permukaan tertinggi 650 Kg/mm² (terjadi kenaikan 411%) dihasilkan pada prosentase penambahan SCKM 30 % waktu karburasi 3jam.

Setelah melalui proses pack carburizing pada suhu 900 °C angka kekerasan permukaan lapisan calcium carbida semakin meningkat, seperti ditunjukkan pada Gambar 2b. Angka kekerasan permukaan terendah 275 Kg/mm² (terjadi kenaikan 116 %) dan angka kekerasan permukaan tertinggi 662 Kg/mm² (terjadi kenaikan 421 %) pada variasi waktu karburasi 1, 3 jam dengan variasi prosentase penambahan SCKM 10 % dan 30%. serbuk cangkang kerang mutiara (SCKM) 10%, 20%, dan 30% berturut-turut memberikan laju keausan sebesar 42 mg/menit, 40 mg/menit, 37 mg/menit, untuk waktu karburasi 1 jam, waktu karburasi 2 jam : 38 mg/menit, 36 mg/menit, 35 mg/menit dan waktu karburasi 3 jam : 34 mg/menit, 32 mg/menit, 30 mg/menit.(Gambar 3.). Laju keausan terendah diperoleh pada penambahan SCKM pada media karburasi sebesar 30% , waktu karburasi 3 menit, laju keausan yang terjadi sebesar 30 mg/menit atau peningkatan ketahanan terhadap keausan sebesar 33,3 %. Uji keausan pada permukaan baja karbon rendah yang telah melalui proses pack carburizing karburasi suhu 900 °C dengan penambahan SCKM: 10%, 20%, dan 30% berturut-turut memberikan laju keausan sebesar 32 mg/menit, 30 mg/menit, 27 mg/menit, untuk waktu karburasi 1 jam, waktu karburasi 2 jam : 25 mg/menit, 24 mg/menit, 20 mg/menit dan waktu karburasi 3 jam : 20 mg/menit, 18 mg/menit, 17 mg/menit (Gambar 4.). Pada proses pack carburizing karburasi suhu 900 °C, waktu 3 Jam, penambahan SCKM pada media karburasi tidak begitu berpengaruh pada laju keausan, hanya selisih 1 mg/menit. Laju keausan terendah diperoleh pada penambahan SCKM pada media karburasi sebesar 30% , waktu karburasi 3 menit, laju keausan yang terjadi sebesar 17 mg/menit atau peningkatan ketahanan terhadap Perubahan Keausan Pada Permukaan Baja Karbon Rendah Pengujian keausan dilakukan pada permukaan baja karbon rendah yang telah melalui proses pack carburizing. Pengujian raw material (tanpa perlakuan pack carburizing) didapatkan kecepatan abrasi atau laju keausan sebesar 45 mg/menit. Uji keausan pada permukaan baja karbon rendah yang telah melalui proses pack carburizing, suhu 875 °C karburasi dengan penambahan keausan sebesar 62, 2 %. Struktur Mikro Lapisan Calcium Carbida Pengamatan Struktur mikro lapisan calcium carbida pada permukaan spesimen dilakukan dengan menggunakan SEM-EDX Merk FEI, Type: Inspect-S50, etsa nital 2,5%, pembesaran 100 kali. Pengamatan dilakukan pada waktu pack carburizing yang optimum, yaitu waktu 3 jam. Setelah mengalami perlakuan pack carburizing Fe + CaC₂ + C+O₂ Fe + CaC + 2CO maka tampak bahwa ketebalan lapisan calcium carbida pada permukaan baja Berdasarkan reaksi diatas tampak karbon rendah meningkat dengan indikasi bahwa unsur kalsium menyerap atom karbon meningkatnya angka kekerasan permukaan. dari arang sehingga semakin lama (waktu Peningkatan ketebalan calcium carbida karburasi bertambah) dapat menurunkan sebanding dengan kenaikan prosentase jumlah atom karbon aktif sampai terbentuk SCKM pada media karburasi. Gambar 5. lapisan calcium carbida dengan ketebalan menunjukkan perubahan ketebalan lapisan maksimal. Fenomena ini didukung oleh calcium carbida akibat perubahan hasil penelitian (Rai, P. K. 2016). bahwa prosentase SCKM pada media karburasi, penambahan calcium karbonat sebesar 20% pada proses pack carburizing temperatur berat pada suhu karburasi 900°C 850°C, waktu karburasi 3 jam. Berdasarkan memberikan kekerasan permukaan yang pengukuan dengan menggunakan digital lebih baik yaitu sebesar 650 kg/mm² mikrometer ketebalan lapisan calcium dibandingkan penambahan calcium carbida adalah 450 µm pada prosentase karbonat sebesar 10% pada arang kayu pada penambahan SCKM 10 %, 850 µm dan 920 suhu 925°C (memberikan kekerasan µm masing masing pada prosentase permukaan sebesar 475 kg/mm²) dengan penambahan SCKM 20% dan 30%. waktu karburasi 3 jam.. Selanjtnya pada proses pack carburizing pada temperatur 900°C waktu karburasi 3 PENUTUP jam, ketebalan lapisan calcium carbida yang Penambahan serbuk cangkang kerang terbentuk semakin tebal/dalam, seperti mutiara pada media karburasi, berpengaruh terlihat pada Gambar 6 . Ketebalan lapisan pada perubahan angka kekerasan permukaan calcium carbida adalah 550 µm, 950 µm dan ,laju keausan, ketebalan lapisan calcium 1050 µm, masing-masing pada prosentase carbida dan perubahan struktur mikro pada penambahan SCKM 10%, 20% dan 30%. spesimen baja karbon renda SS400 yang Perubahan ketebalan lapisan calcium mengalami perlakuan panas pack

carbida ini yang menyebabkan angka carburizing . Angka kekerasan permukaan kekerasan permukaan naik sehingga lapisan calcium carbida pada proses pack keatahanan aus meningkat atau kelajuan carburizing suhu 875°C terendah 270 aus/abrasi menurun. Kg/mm² (terjadi kenaikan 113 %) dihasilkan Fenomena ini diduga karena kalsium pada prosentase penambahan SCKM 10 % oksida yang terkandung dalam SCKM pada waktu karburasi 1 jam, tertinggi angka suhu tinggi (suhu proses pack carburizing) kekerasan permukaan tertinggi 662 Kg/mm² bereaksi dengan atom karbon dari arang (terjadi kenaikan 421 %) pada suhu 900 0C tongkol jagung sehingga membentuk lapisan waktu karburasi 3 jam, 30%. calcium carbida pada permukaan baja Laju keausan terendah sebesar 17 karbon rendah (spesimen), dengan mg/menit atau terjadi peningkatan ketahanan persamaan reaksi sebagai berikut : (Oyetunji, terhadap keausan sebesar 62, 2 % suhu 900 2012): 0C , waktu karburasi 3 jam, penambahan $\text{CaCO}_3 + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}_2 + \text{CO}$ SCKM pada media karburasi 30% . Pada $\text{CaC}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CaC} + \text{CO}_2$ kondisi yang sama didapatkan hasil ketebalan lapisan calcium carbida maksimal yaitu 1050 μm , dan struktur Treatment on Hardness of Low Carbon pearlite yang terbentuk semakin banyak. Steel. International Journal of Advanced Mechanical Engineering. UCAPAN TERIMAKASIH Rai, P. K. (2016). Study on Mechanical Ucapan terima kasih disampaikan Properties of Carburized Mild Steel kepada Tim Peneliti Bidang Keahlian Subjected to Heat Treatment. Mekanika Material Jurusan Teknik Mesin International Journal of Engineering Unram dan LPPM Unram. Technology and Computer Research (IJETCR), 4(1), 83–87. REFERENSI Rijab, M. A., & Al-mosawi, A. I. (2014). Effect of carburizing on fatigue Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2014). strength. In 3rd International Materials Science and Engineering 9th Scientific Conference F.T.E. Edition. In Computing in Science & Engineering. Roy, S., & Sundararajan, S. (2016). Surface <https://doi.org/10.1016/j.str.2011.03.05> & [Coatings Technology The effect of 05 heat treatment routes on the retained austenite and Tribomechanical](https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.06.095) Darmo, S., Soenoko, R., Siswanto, E., & properties of carburized AISI 8620 [Widodo, T. D. \(2018\). Study pack steel. Surface & Coatings Technology, carburizing for subsoil plow chisel with](https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.06.095) 308, 236–243. [alternative carburizer media corn cob https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.06.095 charcoal-pictada maxima shell powder. 06.095 International Journal of Mechanical Engineering and Technology.](https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2016.06.095) Kuswanto, B. (2010). Pengaruh Perbedaan Ukuran Butir Arang Tempurung Kelapa-Barium Karbonat Terhadap Peningkatan Kekerasan Permukaan Material Baja St 37 dengan Proses Pack Carburizing. Diponegoro University. Miernik, K., Bogucki, R., & Pytel, S. (2010). Effect of quenching techniques on the mechanical properties of low carbon structural steel. Archives Of Foundry Engineering. Ngakan, D., & Putra, K. (2016). Efektivitas Carburizer dari Sumber Karbon Berbeda Pada Proses Pack Carburizing. Jurnal METTEK. Oyetunji. (2012). Effects of Carburizing Process Variables on Mechanical and Chemical Properties of Carburized Mild Steel. Journal of Basic & Applied Sciences. <https://doi.org/10.6000/1927-5129.2012.08.02.11> Priyadarshini, S., Sharma, T., & Arora, G. (2014). Effect of Post Carburizing [Volume 6 No. 2 Desember 2020 Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi \(JPFT\) Volume 6 No. 2 Desember 2020 Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi \(JPFT\) Volume 6 No. 2 Desember 2020 Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi \(JPFT\) Volume 6 No. 2 Desember 2020 Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi \(JPFT\) Volume 6 No. 2 Desember 2020 Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi \(JPFT\) Volume 6 No. 2 Desember 2020 Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi \(JPFT\) Volume 6 No. 2 Desember 2020 Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi \(JPFT\) Volume 6 No. 2 Desember 2020 Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi \(JPFT\) 213 214 215 216 217 218 219](https://doi.org/10.6000/1927-5129.2012.08.02.11)