

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG KEPAH
(*Polymesoda Erosa*) SEBAGAI KATALISATOR
PADA PROSES CARBURIZING**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan oleh :

Yuhardin

NPM: 1042059

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

2023/2024

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG KEPAH
(*Polymesoda Erosa*) SEBAGAI KATALISATOR
PADA PROSES CARBURIZING**

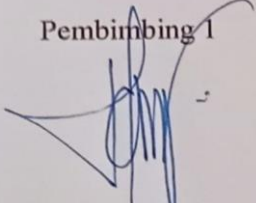
Oleh :

Yuhardin / 1042059

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat
Kelulusan Program Serjana Terapan Diploma IV Politeknik
Manufaktur Negeri Bangka Belitung

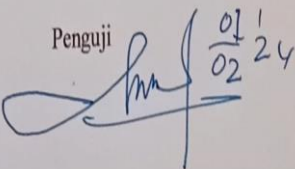
Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 1

Ramli, M.Sc., Ph.D.

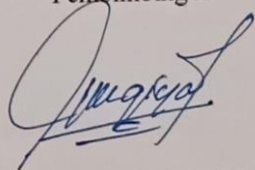
Ramli, M.Sc., Ph.D.

Penguji 1

Penguji

01/02/24

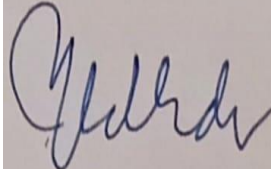
Dr. Sukanto, S.S.T., M.Eng.

Pembimbing 2

Pembimbing 2

Sugiyarto, S.S.T., M.T.

Sugiyarto, S.S.T., M.T.

Penguji 2



Yuli Dharta, S.S.T., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

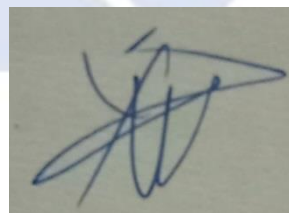
Nama Mahasiswa : Yuhardin Nim : 1042059

Dengan Judul : **PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG
KEPAH (*Polymesoda Erosa*) SEBAGAI
KATALISATOR PADA PROSES CARBURIZING**

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat. 2 Januari 2024

Nama Mahasiswa



Yuhardin

ABSTRAK

Secara umum cangkang kerang kepah banyak dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan seperti hiasan dinding atau dekorasi interior bangunan dan sebagai campuran pakan ternak oleh karena itu perlu pemanfaatan lain untuk menambah nilai guna cangkang kerang kepah. Cangkang kerang kepah mengandung kalsium dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 96,5%. Tingginya kadar kalsium cangkang kerang kepah tersebut memungkinkan cangkang kerang kepah untuk digunakan sebagai sumber bahan katalisator pada proses *carburizing*. Katalis berpengaruh pada proses *carburizing* karena mampu mempercepat pembentukan gas CO_2 yang dibutuhkan untuk proses difusi karbon pada permukaan baja karbon rendah sehingga kekerasan logam dapat meningkat. Proses *carburizing* dilakukan selama 3, 6, dan 9 jam dengan variasi persentase serbuk cangkang kerang kepah yang digunakan yaitu 0%, 10%, 20%, dan 30%. Dari hasil eksperimen didapatkan bahwa nilai kekerasan tertinggi sebesar 38,22 HRC didapatkan melalui proses *carburizing* selama 9 jam, dengan persentase katalisator sebesar 10%. Berdasarkan hasil analisis ANOVA dapat disimpulkan bahwa waktu penahanan (*carburizing time*) berpengaruh terhadap nilai kekerasan maupun nilai harga *impact* baja St. 42.

Kata kunci: kekerasan, cangkang kepah, arang tempurung kelapa, baja karbon St. 42 dan karburasi

ABSTRACT

In general, the shells are widely used as handicraft materials such as wall decorations or building interior decorations and as a mixture of animal feed, therefore other utilization is needed to increase the use value of the shells. Clam shells contain calcium in the form of calcium carbonate (CaCO_3) by 96.5%. The high calcium content of the shell allows the shell to be used as a source of catalyst material in the carburizing process. The catalyst affects the carburizing process because it can accelerate the formation of CO_2 gas, which is needed for the carbon diffusion process on the surface of low carbon steel so that the metal hardness can increase. The carburizing process was carried out for 3, 6, 9 hours with the variations used, namely 0%, 10%, 20%, 30%. From the experimental results it was found that the highest hardness value of 38.22 HRC was obtained through a carburizing process for 9 hours, with a catalyst percentage of 10%. Based on the results of the ANOVA analysis, it can be concluded that carburizing time has an effect on the hardness and impact values of St.42 steel.

Keywords: *hardness, fiber shell, coconut shell charcoal, carbon steel St. 42 and carburetor*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah menganugrahkan Rahmat serta hidayah-nya, penulis diberikan Kesehatan dalam menyelesaikan proyek akhir yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang kepah (*Polymesoda Erosa*) sebagai alternative katalisator pada proses carburizing”**.

Tujuan penulisan proyek akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar diploma VI Program studi Teknik Mesin dan Manufaktur di jurusan Teknik mesin dan politeknik manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Penulis telah mengusahakan yang terbaik dalam penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini dengan harapan dapat bermanfaat untuk kedepannya dan semoga Allah SWT. Selalu melindungi kit semua. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

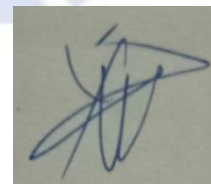
Dalam penulisan proyek akhir ini, penulis selalu mendapatkan bimbingan, dorongan serta semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan kali ini dengan segala hormat dan kerendahan hati penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dalam penyusunan proyek akhir ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Kedua orang tua, ayah handa Saparudin dan ibunda tercinta Yulyanti yang senantiasa memberikan kasih sayang dan dukungan pada penulis
2. Bapak Ramli, M.Sc., Ph.D, selaku dosen pembimbing utama yang telah banyak memberikan masukan dan bimbingan tentang pelaksanaan proyek akhir ini.
3. Bapak Sugiyarto, S.S.T., M.T, selaku dosen pembimbing kedua yang telah banyak memberikan dukungan semangat dan masukan tentang pelaksanaan proyek akhir ini.
4. Bapak I Made andika Setiawan, M.Eng., Ph.D. selaku direktur politeknik manufaktur Negeri Bangka Belitung.
5. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng, selaku ketua jurusan Teknik mesin.

6. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T, selaku kepala program studi diploma IV Teknik mesin dan manufaktur.
7. Seluruh dosen jurusan Teknik Mesin dan staf Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah membekali saya ilmu yang bermanfaat sebelum menyusun proyek akhir ini.
8. Segenap keluarga besar kelas B Teknik Mesin Manufaktur 2023.
Kita adalah sebuah keluarga selama 4 tahun yang saya akan kenang selalu.
9. Sahabat, teman dan orang terdekat dibalik layar yang tidak bias disebut namanya satu persatu.
10. Akhirnya penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak dan apa bila ada yang tidak disebut namanya penulis mohon maaf. Dengan besar harapan semoga penulisan proyek akhir ini yang ditulis oleh penulis dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pembaca. Semoga amal dan kebaikan kita semua mendapatkan balasan yang berlimpah dari Tuhan Yang Maha Esa, Amin.

Sungailiat. 2 Januari 2024

Penulis

A square box containing a handwritten signature in blue ink. The signature is stylized and appears to be 'Yuhardin'.

Yuhardin

DAFTAR ISI

PROYEK AKHIR	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	4
BAB II	5
DASAR TEORI	5
2.1 Cangkang Kerang Kepah (<i>Polymesoda Erosa</i>)	5
2.2 Kerang Kepah (<i>Polymesoda Erosa</i>).....	5
2.2.1 Kalsium Karbonat (CaCO_3)	7
2.2.2 Katalis	7

2.3 Arang Aktif Batok Kelapa.....	8
2.3.1 Baja St. 42	8
2.4 <i>Carburizing</i>	8
2.4.1 Pengujian Kekerasan.....	9
2.5.1 Uji Kekerasan <i>Rockwell</i>	9
2.6.1 Metode Pengujian <i>Impact Charpy</i>	10
BAB III	13
METODE PENELITIAN	13
3.1 PENJELASAN.....	13
3.2 Studi Literatur	13
3.2.1 Persiapan Alat Dan Bahan.....	14
3.2.2 Alat yang di persiapan:	15
3.3 Variabel Penelitian	21
3.3.1 Eksperimen.....	21
3.3.2 Pencampuran Bahan	22
3.3 Analisa Data Pengujian	22
BAB IV	24
HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Benda Kerja yang Diteliti.....	24
4.1 Nilai Uji Kekerasan Dengan Tanpa Katalisator Pada Proses <i>Carburizing</i>	24
4.2 Nilai Uji Kekerasan Setelah Proses <i>Carburizing</i>	25
4.2.1 Hasil Uji Kekerasan Setelah Proses <i>Carburizing</i>	25
4.2.2 <i>Analysis of Variance</i> Nilai Kekerasan	27
4.3 Nilai Uji <i>Impact</i> Setelah Proses <i>Carburizing</i>	28
4.3.1 Pengolahan Data Dan Analisa <i>Impact</i> Setelah Proses <i>Carburizing</i>	28

4.3.2 <i>Analysis Of Variance Nilai Harga Impact</i>	30
BAB V	33
Kesimpulan	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran.....	33



DAFTAR TABEL

Tabel 3. 2 Level Dan Parameter Uji	22
Tabel 3.3 Desain <i>Full Factorial</i>	23
Tabel 3.4 Uji ANOVA.....	23
Tabel 4.1 Komposisi Kimia Baja Karbon St. 42	24
Tabel 4.2 Nilai Kekerasan Rata-Rata Benda Kerja Dengan 100%	24
Tabel 4. 3 Nilai Rata-Rata Harga <i>Impact</i> Benda Kerja 100%	25
Tabel 4.4 Hasil Uji Rata-Rata Kekerasan 10%, 20%, dan 30%	25
Tabel 4.5 Data Analisis Variasi Uji Kekerasan.....	27
Tabel 4.6 Nilai Harga <i>Impact</i>	28
Tabel 4.7 Data Analisis Nilai Uji <i>Impact</i>	30
Tabel 4.8 Tabel Perbandingan.....	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Dimensi Benda Uji <i>Impact</i> (G. S. A. Mochammad Khoirul Huda 2018).	10
Gambar 3.1 Cangkang kerang.....	14
Gambar 3.2 Gambar Arang Aktif.....	14
Gambar 3.3 Gambar Baja ST 42	15
Gambar 3.4 Serbuk Cangkang Kerang Kepah	15
Gambar 3.5 Penumbuk Atau Cobek	15
Gambar 3.6 Oven.....	16
Gambar 3.7 Timbangan	16
Gambar 3.8 Mesin Pengujian <i>Impact</i>	16
Gambar 3.9 Mesin Pengujian Kekerasan.....	17
Gambar 3.10 Mesin Frais.....	17
Gambar 3.11 Bak Air.....	17
Gambar 3.12 Mesin Gerinda	18
Gambar 3.13 Proses Pembuatan Kotak.....	18
Gambar 3.14 Proses Pencampuran	18
Gambar 3.15 Proses Isolasi Penutup Dengan Tanah Liat.....	19
Gambar 3.16 Proses Pengovenan	19
Gambar 3.17 Proses Pengeluaran kotak <i>carburizing</i> Dari Dalam Oven	20
Gambar 3.18 Proses Uji Kekerasan.....	20
Gambar 3.19 Proses Uji <i>Impact</i>	21

DAFTAR LAMPIRAN

DAFTAR LAMPIRAN 1 Daftar Riwayat Hidup.....	37
DAFTAR LAMPIRAN 2 Sertifikat Baja St. 42	38
DAFTAR LAMPIRAN 3 Dokumentasi Pengambilan Data.....	39
DAFTAR LAMPIRAN 4 Pengujian Kekerasan	40
DAFTAR LAMPIRAN 5 Pengujian <i>Impact</i>	43
DAFTAR LAMPIRAN 6 Bukti From Bimbingan.....	46
DAFTAR LAMPIRAN 7 Bukti From Monitoring	49
DAFTAR LAMPIRAN 8 Bukti Submit Jurnal.....	52
DAFTAR LAMPIRAN 9 Bukti Plagiasi	53
DAFTAR LAMPIRAN 10 Bukti Poster.....	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia kaya akan sumber daya alam perairan, salah satunya adalah kerang. Terdapat ribuan spesies kerang yang ada di perairan Indonesia, di antaranya terdapat beberapa spesies kerang yang mempunyai nilai ekonomis tinggi yaitu kerang hijau, kerang darah, kerang mutiara, kerang kepah, dan tiram (*World Wide Fund*, 2015). Volume produksi kerang Indonesia terus mengalami peningkatan dalam dekade terakhir rata-rata mencapai 94.247,1 ton/tahun dengan nilai Rp 565.48 miliar/tahun (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015).

Produksi kerang Indonesia yang melimpah harus diimbangi dengan pengolahan dan pemanfaatan sumber daya kerang tersebut. Kerang dapat diolah menjadi makanan dengan cara diambil dagingnya, namun hal ini menyisakan hasil samping berupa cangkang yang terkadang jarang dimanfaatkan dan terbuang sia-sia. Banyaknya jumlah limbah padat yang dihasilkan dari cangkang kerang berpotensi mengakibatkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, upaya yang serius dalam pemanfaatan limbah padat cangkang kerang sangat dibutuhkan agar dapat mengurangi dampak negatif terhadap manusia serta lingkungan alam.

Salah satu kerang yang mudah didapat di perairan Bangka adalah kerang kepah. Limbah padat seperti cangkang kerang kepah selama ini lebih banyak dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan seperti materi hiasan dinding atau dekorasi interior bangunan dan sebagai campuran pakan ternak (Agustini *et al.*, 2011), oleh karena itu perlu pemanfaatan lain untuk menambah nilai guna cangkang kerang kepah. Cangkang kerang kepah mengandung kalsium dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 96,5% (Syalsabilah Ramadani, 2021). Tingginya kadar kalsium cangkang kerang kepah tersebut memungkinkan

cangkang kerang kepah untuk digunakan sebagai sumber bahan katalisator pada proses *carburizing*. Katalis berpengaruh pada proses *carburizing* karena mampu mempercepat pembentukan gas CO₂, yang dibutuhkan untuk proses difusi karbon pada permukaan baja karbon rendah (Tarsono Dwi Susanto, *et al.*, 2020).

Carburizing merupakan proses penambahan unsur karbon ke dalam logam khususnya pada bagian permukaan bahan dimana unsur karbon ini didapat dari bahan-bahan yang mengandung karbon sehingga kekerasan logam dapat meningkat. Pengerasan permukaan pada logam dapat dilakukan dengan menambahkan unsur-unsur tertentu ke logam dasar tersebut seperti karbon, kalsium karbonat, nitrogen, dan yang lainnya. Untuk mempercepat proses maka ditambahkan barium karbonat (BaCO₃), kalsium karbonat (CaCO₃) atau natrium karbonat (NaCO₃) sebagai *energizer* yang bersama-sama material dimasukkan ke dalam kotak kedap udara untuk dipanaskan pada dapur pemanas pada temperatur *carburizing* (Sujita, 2016).

Baja St. 42 memiliki sifat mekanis terutama kekerasan yang kurang sesuai dengan kebutuhan yang ada. Baja St. 42 adalah jenis baja konstruksi yang mempunyai kandungan 0,15%-0,35% C, 0,15%-0,25% Si, 0,03% P, 0,035% S, dan 0,03%-0,06% Mn. Baja St. 42 termasuk ke dalam kelompok baja karbon rendah (*low-carbon steell*) Comenichny. (1965). Kelompok baja ini masih mungkin untuk ditambah kandungan karbonnya, agar meningkat kemampuannya untuk bisa dikeraskan melalui proses *carburizing* sebelum dilakukan proses *hardening* (Adi Shaifudin, *et al.*, 2018).

Karbon aktif yang digunakan adalah arang batok kelapa. Tempurung batok kelapa merupakan bahan terbaik yang dapat menjadi karbon aktif karena karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa memiliki kadar abu yang rendah, reaktivitas yang tinggi, dan kelarutan dalam air yang tinggi (Gilar S. Pambayun, *et al.*, 2013). Yang membedakan arang aktif dengan arang biasa, arang aktif berbentuk bubuk dan lebih keropos dari pada arang biasa. Tidak semua batok kelapa bisa menjadi arang aktif, kriteria batok kelapa yang bisa diaktifkan yaitu

menggunakan tempurung atau batok dari kelapa yang benar-benar tua dan memiliki kayu yang keras dengan kadar air yang rendah. Kriteria tersebut memiliki tujuan agar mempercepat dan meratakan proses pematangan dan pengarangan (Harnati Rafiastuti, 2022).

Dengan mempertimbangkan ketersediaan dari arang tempurung kelapa dan cangkang kerang kepah yang banyak mengandung kalsium karbonat, maka memungkinkan digunakan sebagai karbon aktif dan katalisator pada proses *carburizing*. Oleh karena itu, penulis berkeinginan melakukan studi pemanfaatan arang tempurung kelapa dan serbuk cangkang kerang kepah sebagai karbon aktif dan katalisator pada proses *carburizing* baja St. 42.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh cangkang kerang kepah sebagai katalisator pada proses *carburizing* terhadap baja St. 42 dengan membandingkan nilai kekerasan dan kekuatan *impact* hasil proses *carburizing* dengan tanpa katalisator serbuk cangkang kerang kepah?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Baja yang digunakan pada penelitian ini adalah Baja St. 42.
2. Pengujian terdiri dari uji kekerasan dan uji *impact*.
3. Pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan *rockwell*.
4. Pengujian *impact* menggunakan metode *charpy* sesuai dengan standar ASTM E23.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh persentase katalisator serbuk cangkang kerang kepah dan waktu proses *carburizing* terhadap nilai kekerasan dan kekuatan *impact* baja St. 42.
2. Mengetahui kelayakan cangkang kerang kepah sebagai katalisator pada proses *carburizing* terhadap baja St. 42 dengan membandingkan nilai kekerasan dan kekuatan *impact* hasil proses *carburizing* dengan dan tanpa katalisator serbuk cangkang kerang kepah.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Cangkang Kerang Kepah (*Polymesoda Erosa*)

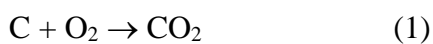
Kerang kepah adalah salah satu organisme yang sering ditemukan di perairan, termasuk di perairan Indonesia. Jenis kerang ini tersebar luas dari perairan Asia Tenggara, Asia Timur hingga Australia. Kerang kepah ini sering ditemukan di lapisan bawah seperti pasir atau lumpur berpasir pada kedalaman 5-10 meter (Widowati *et al.*, 2002).

2.2 Kerang Kepah (*Polymesoda Erosa*)

Kerang kepah mempunyai katup cangkang pada bagian luar yang berwarna keputih-putihan, sedangkan pada bagian dalam terdapat bagian yang sempit. Kerang kepah mempunyai macam-macam gigi (*hinge*) seperti huruf V terbalik yang terletak dibagian atas sebelah kanan. Kerang kepah memiliki kaki yang dipakai buat mencegah lumpur masuk ke insang dan organ lain selain difungsikan menjadi alat pergerakan (Allan, 1962). Kerang kepah memiliki karakteristik cangkang kerang yang tipis dan berukuran medium (biasanya mencapai panjang 8 cm) serta memiliki ukuran panjang kerang maksimum 10 cm (Anisa Nurdina, 2016).

Volume produksi kerang Indonesia terus mengalami peningkatan dalam dekade terakhir rata-rata mencapai 94.247,1 ton/tahun dengan nilai Rp 565.48 miliar/tahun (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2015). Namun hal ini menyisakan hasil berupa cangkang yang jarang dimanfaatkan dan terbuang sia-sia. Limbah padat seperti cangkang kerang kepah selama ini lebih banyak dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan seperti materi hiasan dinding atau dekorasi interior bangunan dan sebagai campuran pakan ternak (Agustini *et al.*, 2011). Oleh karena itu, perlu pemanfaatan lain untuk menambah nilai guna cangkang kerang kepah. Cangkang kerang mempunyai nilai tambah karena nutrisi pada cangkang kerang mengandung mineral yang tinggi. Seperti halnya cangkang

kerang kepah yang mengandung kadar kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 96,5% (Syalsabilah Ramadani, 2021). Tingginya kadar kalsium cangkang kerang kepah tersebut memungkinkan cangkang kerang kepah untuk digunakan sebagai sumber bahan katalisator pada proses *carburizing*. Katalis berpengaruh pada proses *carburizing* karena mampu mempercepat pembentukan gas CO_2 , yang dibutuhkan untuk proses difusi karbon pada permukaan baja karbon rendah (Tarsono Dwi Susanto, *et al.*, 2020). Pada saat pemanasan oksigen dari udara bereaksi dengan karbon dari arang tempurung kelapa membentuk CO_2 dengan persamaan:



CO_2 ini akan bereaksi dengan karbon (C) menghasilkan persamaan:



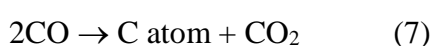
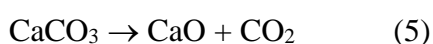
Pada proses pemanasan, temperatur akan bertambah tinggi menyebabkan reaksi bergeser ke sebelah kanan menghasilkan kadar gas CO yang lebih banyak. CO terurai menjadi atom karbon dan CO: pada permukaan logam dengan reaksi:



Atom karbon yang dihasilkan dari reaksi diatas akan larut kedalam fasa austenite dan berdifusi pada permukaan logam sehingga kadar karbon pada permukaan logam akan meningkat. Sementit (Fe_3C) terbentuk pada bagian permukaan logam. Karbon yang terlarut dalam sementit kemudian berdifusi ke dalam fasa austenite, Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Unsur CO_2 yang dihasilkan akan bereaksi kembali dengan karbon media karburisasi membentuk karbon monoksida (CO) (reaksi 2) diikuti dengan penguraian CO pada permukaan logam (reaksi 3). Proses reaksi kimia tersebut dapat dipercepat dengan ditambahkan katalisator seperti CaCO_3 dari cangkang kerang kepah kedalam media *carburizing*. Reaksi yang terbentuk sebagai berikut:





Katalisator akan berfungsi untuk mempercepat reaksi perubahan karbon dioksida (CO_2) menjadi karbon monoksida (CO). Pada suhu tinggi CaO dan CO_2 bergabung membentuk kembali CaCO_3 (reaksi 8) sehingga siklusnya akan terus berlanjut menyebabkan katalisator akan tetap stabil. Oleh karena itu proses difusi atom karbon pada logam dapat terjadi secara kontinu selama terdapat cukup karbon untuk bereaksi dengan CO_2 . Dengan demikian diharapkan proses penambahan karbon pada logam akan lebih efektif.

2.2.1 Kalsium Karbonat (CaCO_3)

Kalsium karbonat atau CaCO_3 merupakan senyawa yang terdapat dalam batuan kapur dalam jumlah besar. Senyawa ini merupakan mineral paling sederhana yang tidak mengandung silikon dan merupakan sumber pembuatan senyawa kalsium terbesar secara komersial.

Selain itu, fungsi dari kalsium karbonat (CaCO_3) juga sebagai media untuk mempercepat proses *carburizing*. Berbagai usaha telah dilakukan untuk memperbaiki proses karburisasi padat dengan menambahkan *energizer* atau bahan pengaktif seperti barium karbonat, natirum karbonat dan kalsium karbonat (Bethony, F. R., 2016).

2.2.2 Katalis

Katalis adalah substansi yang dapat meningkatkan laju reaksi pada suatu reaksi kimia yang mendekati kesetimbangan dimana katalis tersebut tidak terlibat secara permanen. Dari zat antara tersebut akan terbentuk suatu produk. Interaksi katalis dengan reaktan dapat terjadi secara homogen (mempunyai fasa yang sama) maupun heterogen (mempunyai fasa yang berbeda). Sehingga proses *carburizing* membutuhkan katalisator untuk mempercepat laju reaksi difusi atom karbon masuk ke permukaan logam (Tarsono Dwi Susanto, *et al.*, 2020).

2.3 Arang Aktif Batok Kelapa

Karbon aktif dapat dibuat dari material yang mengandung karbon. Salah satunya adalah batok kelapa. Karbon aktif dari batok kelapa, memiliki beberapa kelebihan dari pada bahan lain dan kemurniannya tinggi. Hal tersebut membuat nilai komersial arang aktif batok kelapa menjadi tinggi, sehingga memiliki peranan penting dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi modern, salah satunya bisa digunakan sebagai media pada proses *carburizing*.

2.3.1 Baja St. 42

Baja St 42 tergolong baja karbon rendah, dimana jenis Baja St. 42 ini dengan kandungan karbon seperti sulfur (S), fosfor (P), silicon (Si), mangan (Mn), termasuk kedalam kelompok baja rendah (*Low-Carbon Steel*). (Adi Shaifudin, *et al.*, 2018). Baja karbon rendah memiliki ciri khusus antara lain:

- Tidak akan merespon perlakuan panas yang dimaksud untuk membentuk martensit.
- Metode penguatannya dengan “*cold working*” struktur mikronya terdiri dari *ferrite* dan *pearite*.
- Relatif lunak, ulet dan tangguh.
- Kemampuan las dan kemampuan mesin yang baik.
- Harga relative murah.

2.4 Carburizing

Carburizing adalah penyerapan atom karbon ke dalam permukaan logam pada suhu tinggi. Pengerasan permukaan pada logam dapat dilakukan dengan menambahkan unsur-unsur tertentu ke logam dasar tersebut seperti karbon, kalsium karbonat, nitrogen, dan yang lainnya. Untuk mempercepat proses maka ditambahkan barium karbonat, kalsium karbonat atau natrium karbonat sebagai *energizer* yang bersama-sama material dimasukkan ke dalam kotak kedap udara untuk dipanaskan.

Ukuran serbuk yang besar akan mengurangi efektifitas proses karburisasi padat, terutama jika komponen yang dikarburisasi memiliki bentuk yang rumit. Disisi lain, semakin kecil ukuran serbuk semakin kecil rongganya sehingga mengurangi jumlah oksigen dalam kotak. Bagaimanapun juga, rongga ini diperlukan untuk menjamin pergerakan gas-gas yang muncul selama proses di dalam kotak. Oleh sebab itu, ukuran butir serbuk yang efektif pada proses karburising padat perlu ditentukan agar proses menjadi optimal.

2.4.1 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan adalah pengujian yang paling efektif untuk menguji kekerasan dari suatu matrial, karena dengan pengujian ini kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanis suatu matrial. Meskipun pengukuran dilakukan pada suatu titik, atau daerah tertentu, maka nilai kekerasan cukup valid untuk menentukan kekuatan suatu matrial. Dengan melakukan uji kekerasan, matrial dapat dengan mudah digolongkan sebagai matrial ulet atau getas, dimana pengujian kekerasan yang digunakan adalah uji kekerasan *rockwell*. 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 penambahan karbon (Schonmentz, Gruber, 1985)

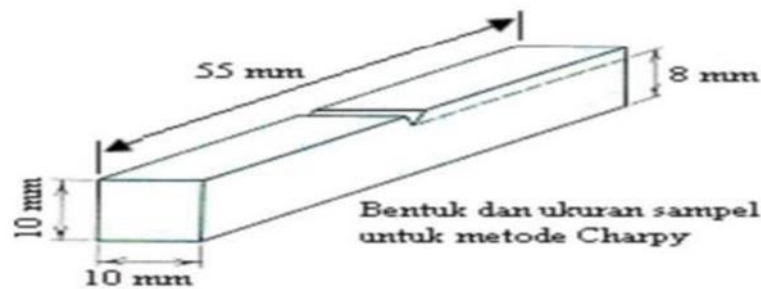
2.5.1 Uji Kekerasan *Rockwell*

Pengujian *rockwell* mirip dengan pengujian *brinell*, yakni angka kekerasan yang diperoleh merupakan fungsi derajat indentasi. Beban dan indenter yang digunakan bervariasi tergantung pada kondisi pengujian. Berbeda dengan pengujian *brinell*, indenter dan beban yang digunakan lebih kecil sehingga menghasilkan indentasi yang lebih kecil dan lebih halus.

Meskipun demikian, dapat digunakan beban dan indenter sesuai kondisi pengujian. Karena pada pengujian *rockwell*, angka kekerasan yang ditunjukkan merupakan kombinasi antara beban dan indenter yang dipakai, maka perlu diberikan awalan huruf pada angka kekerasan yang menunjukkan kombinasi beban dan penumbuk tertentu untuk skala beban yang digunakan.

2.6.1 Metode Pengujian Impact Charpy

Pengujian impact *charpy* merupakan standar pengujian laju regangan tinggi yang menentukan jumlah energi yang diserap oleh bahan selama terjadi patahan. Energi yang diserap adalah ukuran ketangguhan bahan tertentu dan bertindak sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet getas.



Gambar 2.1 Dimensi Benda Uji *Impact* (G. S. A. Mochammad Khoirul Huda 2018).

Rumus dalam uji *impact charpy*

Energi *impact* (E)

$$E = m.g. \lambda (140 - 150)$$

Dimana:

E : Energi *impact* 10 (Joule)

M : Berat pendulum (kg)

g : Gravitasi m/s^2

λ : Jarak lengan pengayun

$\cos \alpha$: Sudut posisi awal pendulum

$\cos \beta$: Sudut posisi akhir pendulum

Nilai *impact* (HI)

$$HI = E/A$$

Dimana:

E : Energi *impact* (Joule)

A : Luas penampang bawah takik (mm^2)

2.7 Metode Desain Full Faktorial

Metode desain full faktorial digunakan untuk mengevaluasi efek intraksi dari berbagai faktor terhadap variabel respon dalam suatu eksperimen. Dengan memeriksa semua kombinasi mungkin dari tingkat-tingkat faktorial yang terlibat, metode ini memberikan pemahaman yang luas tentang hubungan antar variabel. Kelebihan meliputi kemampuan untuk mengidentifikasi pengaruh utama intraksi, serta kemungkinan penerapan hasil eksperimen pada kondisi yang lebih luas. Meskipun memberikan informasi mendalam, desain ini tidak selalu praktis dalam situasi dengan jumlah faktor atau tingkat yang tinggi. Dalam kasus ini, metode eksperimental yang lebih efisien untuk digunakan.

Dalam analisis ANOVA pada rancangan eksperimen faktorial, penentuan terhadap hipotesis nol (H_0) bergantung pada perbandingan antara nilai F-hitung dan nilai F-tabel pada tingkat signifikansi yang telah ditentukan, umumnya sekitar 0,05. Jika F-hitung melebihi nilai F-tabel, atau jika nilai p (probabilitas) kurang dari tingkat signifikansi (α), keputusan yang diambil adalah menolak H_0 . Sebaliknya, jika F-hitung lebih kecil dari F-tabel atau jika nilai p lebih besar dari α , H_0 tidak dapat ditolak. Pemahaman ini memastikan interpretasi statistik yang benar, sambil tetap mempertimbangkan relevansi praktis dari hasil eksperimen. Secara umum dalam analisis anova nilai yang dihitung yaitu sebagai berikut:

1. Jumlah Kuadrat Total

$$SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y^2_{ijk} - \frac{y^2}{abn} \dots\dots\dots (2.1)$$

2. Jumlah kuadrat mean

$$Adj MS : DF \dots\dots\dots (2.2)$$

3. Jumlah kuadrat faktor

$$SS_{Waktu\ penahanan} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y^2_j - \frac{y^2}{abn} \dots\dots\dots (2.3)$$

$$SS_{Persentase\ kerang} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b y^2_j - \frac{y^2}{abn} \dots\dots\dots (2.4)$$

$$SS_{A \times B} = \frac{1}{n} \sum_{a=1}^a \sum_{b=1}^b y_{ab}^2 - SS_{LP} - SS_{FV} \dots (2.5)$$

4. Jumlah kuadrat eror

$$Jke = jkt - jkm - jkf = \dots (2.6)$$

5. F-hitung

$$Adj MS : Error adj MS \dots (2.7)$$

6. DF

$$Jumlah level - 1 \dots (2.8)$$



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 PENJELASAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Material yang digunakan baja St. 42, sedangkan media *carburizing* berupa serbuk arang aktif dari tempurung kelapa dan serbuk cangkang kerang kepah dengan persentase serbuk cangkang kerang kepah masing-masing: 0%, 10%, 20%, dan 30% untuk serbuk arang aktif batok kelapa masing-masing: 100%, 90%, 80% dan 70%. Kemudian benda kerja dan media *carburizing* dimasukkan kedalam kotak *carburizing*. Untuk memastikan kotak *carburizing* dalam keadaan kedap udara, maka kotak *carburizing* ditutup secara rapat dengan menggunakan tanah liat. Kotak *carburizing* dimasukkan kedalam oven/tungku dan dipanaskan dengan temperatur 900^oC masing-masing selama 3, 6, dan 9 jam. Setelah mencapai waktu yang telah ditentukan, buka tungku dan ambil kotak *carburizing*, kemudian lakukan pendinginan secara cepat dengan melakukan pencelupan kedalam air. Setelah proses *carburizing* selesai, benda kerja dibersihkan kemudian dilakukan pengujian kekerasan dan pengujian *impact* untuk mengetahui nilai kekerasan dan nilai kekuatan *impact* dari benda kerja hasil proses *carburizing* tersebut. Pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan *rockwell*. Adapun pengujian *impact* menggunakan metode *charpy* sesuai dengan standar ASTM E23. Data hasil pengujian diolah dan dianalisa menggunakan ANOVA untuk mengetahui pengaruh waktu *carburizing* dan persentase katalisator terhadap nilai kekerasan maupun harga *impact*.

3.2 Studi Literatur

Tujuan dari *study literature* adalah untuk menemukan informasi tentang topik yang dilakukan dalam penelitian –penelitian terdahulu, buku-buku, jurnal-jurnal dan sumber-sumber online yang berkaitan dengan masalah yang sedang dihadapi. Tujuan dari tinjauan literatur ini adalah untuk mengumpulkan informasi

teoritis dan ide-ide yang dapat menjadi dasar untuk menjelaskan masalah tersebut.

3.2.1 Persiapan Alat Dan Bahan

Proses pembuatan sampel penelitian, dilakukan pada laboratorium permesinan dan laboratorium las dan pabrikan logam Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Pengujian uji *impect* dan pengujian kekerasan dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Bahan dan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Cangkang kerang kepah (*Polymesoda Erosa*).

Berikut ini bentuk cangkang kerang sebelum dihaluskan menjadi serbuk yang akan dicampurkan pada baja karbon St. 42.



Gambar 3.1 Cangkang Kerang

1. Arang aktif batok kelapa.

Arang aktif batok kelapa ini digunakan sebagai bahan pencampur baja karbon St. 42.



Gambar 3.2 Gambar Arang Aktif

2. Baja St. 42.

Baja St. 42 ini digunakan sebagai bahan untuk dikeraskan pada proses *carburizing*, dengan ukuran tebal 10 mm, lebar 10 mm, panjang 55 mm.



Gambar 3.3 Gambar Baja St. 42

3. Serbuk cangkang kerang kepah.

Digunakan sebagai katalisator untuk mempercepat proses penambahan karbon.



Gambar 3.4 Serbuk Cangkang Kerang Kepah

3.2.2 Alat yang di persiapkan:

1. Penumbuk atau cobek.

Penumbuk ini digunakan untuk menghaluskan cangkang kerang kepah tersebut.



Gambar 3.5 Penumbuk atau Cobek

2. *Furnace/oven.*

Alat ini digunakan untuk membantu dalam proses pengaktifan cangkang kerang dan karbon aktif tempurung kelapa kedalam baja karbon St. 42.



Gambar 3.6 Oven

3. Timbangan.

Timbangan berfungsi untuk menimbang berat serbuk cangkang kerang kepah dan serbuk batok kelapa.



Gambar 3.7 Timbangan

4. Mesin Uji *Impact*.

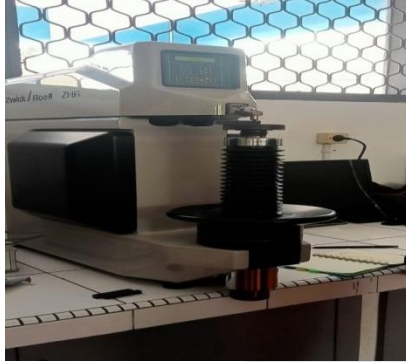
Mesin pengujian *impact* ini berfungsi untuk pengambilan data nilai harga *impact*.



Gambar 3.8 Mesin Uji *Impact*

5. Mesin Pengujian Kekerasan.

Mesin pengujian kekerasan ini untuk pengambilan data kekerasan.



Gambar 3.9 Mesin Pengujian Kekerasan

6. Mesin Frais.

Mesin faris ini berfungsi untuk membuat takikan dan *making process* benda kerja.



Gambar 3.10 Mesin Frais

7. Bak Air.

Digunakan untuk media pendingin (*quenching*).



Gambar 3.11 Bak Air

8. Mesin Gerinda.

Digunakan sebagai pemotongan benda uji.



Gambar 3.12 Mesin Gerinda

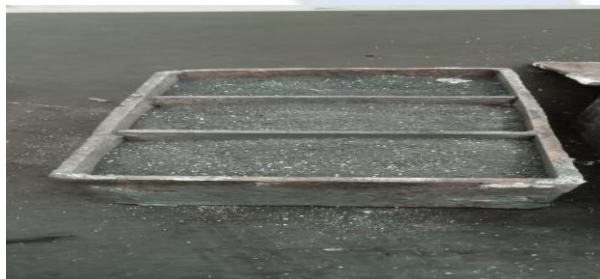
9. Proses Pembuatan Kotak.

Pembuatan kotak *carburizing* berfungsi sebagai wadah untuk arang aktif tempurung kelapa, serbuk cangkang kepah dan baja karbon St. 42.



Gambar 3.13 Proses Pembuatan Kotak

10. Proses pencampuran arang aktif batok kelapa, baja karbon St. 42, Dan katalisator kerang kepah sebagai katalis.



Gambar 3.14 Proses Pencampuran

11. Setelah semua dicampurkan kedalam kotak *carburizing* kemudian ditutup dan isolasi penutup dengan tanah liat agar mencegah terjadinya udara masuk.



Gambar 3.15 Proses Isolasi Penutup Dengan Tanah Liat

12. Setelah semua selesai kemudian kotak *carburizing* dimasukkan kedalam oven untuk proses pengovenan dengan suhu 900°C dengan waktu 3, 6, dan 9 jam.



Gambar 3.16 Proses Pengovenan

13. Kemudian dilakukan proses pengovenan dengan waktu 3, 6, dan 9 jam dengan suhu 900°C kemudian dikeluarkan dari *Furnace/oven* dengan besi pengait kemudian langsung dicelupkan kedalam bak berisi air. Pengeluaran kotak *carburizing* dari dalam oven dapat dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 3.17 Proses Pengeluaran kotak *carburizing* dari dalam oven

14. Setelah kotak *carburizing* dikeluarkan dari dalam oven setelah itu dimasukkan kedalam bak yang berisi air secara cepat. Proses pencelupan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.18 Proses Pencelupan

15. Setelah benda kerja melalui proses pack *carburizing*, benda kerja langsung di uji kekerasan menggunakan uji kekerasan *Rocwell* untuk mengetahui perubahan nilai kekerasan setelah melewati proses *carburizing*. Proses uji kekerasan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.19 Proses Uji Kekerasan

16. selanjutnya menyiapkan peralatan yang digunakan untuk proses pengujian *impact* seperti alat uji *impact charpy*. untuk mengetahui perubahan nilai kekerasan setelah melewati proses *carburizing*. Proses uji *impact* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.20 Proses Uji *Impact*

3.3 Variabel Penelitian

1. Untuk mengetahui variabel terikat apakah kulit cangkang kerang kepah dapat digunakan dalam proses *carburizing*.
2. Untuk mengetahui variabel bebas persentase, waktu dengan spesimen waktu 3, 6, dan 9 jam dengan persentase 10%, 20%, dan 30%.
3. Untuk mengetahui variabel terikat nilai kekerasan dan nilai *impact* baja karbon St. 42 dengan menggunakan pengujian *rocwell* sesuai dengan standar ASTM E23.
4. Untuk mengetahui variabel kontrol dengan temperature 900⁰C pada proses *carburizing*.

3.3.1 Eksperimen

Adapun tahapan-tahapan pembuatan sampel *carburizing*:

1. Proses pembuatan benda kerja dengan metode *charpy* ASTM E23.
2. Proses persiapan material pada tahap dan variasi dari serbuk cangkang kerang kepah dan karbon aktif tempurung kelapa.

3. Proses pembuatan kotak *carburizing*.
4. Proses pencampuran material, baja St. 42, serbuk cangkang kerang kepah dan karbon aktif tempurung kelapa.
5. Proses *heatreatment* sesuai variasi yang ditentukan yaitu: 3, 6, dan 9 jam.
6. Proses *quenching* dengan menggunakan media air.

3.3.2 Pencampuran Bahan

Bahan utama dalam penelitian ini adalah serbuk karbon aktif tempurung kelapa dan serbuk cangkang kerang kepah sebagai katalisator yang berfungsi untuk laju reaksi pada karbon St. 42 dengan komposisi bubuk karbon 100%, 70%, 80%, dan 90% dengan persentase waktu pemanasan 3, 6, dan 9 jam.

3.3 Analisa Data Pengujian

Analisa data pada pengujian ini menggunakan metode desain *full factorial*. Pengujian ini merupakan proses setelah melakukan tahap pengujian dimana data yang telah didapatkan kemudian diolah sedemikian rupa dan dilakukan analisa Untuk nilai yang sudah didapatkan pada saat pengujian. Level dan parameter uji yang akan digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Level Dan Parameter Uji

Faktor	Level		
Waktu penahanan	3 jam	6 jam	9 jam
Persentase	10%	20%	30%
Cangkang Kerang Kepah			

Desain *full factorial* dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Desain *Full Factorial*

Eksperimen	Waktu penahanan	Persentase Kerang (%)
1	3 Jam	10%
2	3 Jam	20%
3	3 Jam	30%
4	6 Jam	10%
5	6 Jam	20%
6	6 Jam	30%
7	9 Jam	10%
8	9 Jam	20%
9	9 Jam	30%

Sedangkan desain analisis ANOVA ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Uji ANOVA

Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F table	F hitung
Waktu penahanan					
Persentase Kerang					
Error					
Total					

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Benda Kerja yang Diteliti

Material yang digunakan berupa baja karbon St. 42. Baja karbon St.42 tersebut tergolong baja karbon rendah karena unsur karbon kurang dari 0,3%. Untuk mengetahui kelayakan kandungan unsur baja karbon St. 42 tersebut dapat dilihat dari tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Komposisi Kimia Baja Karbon St. 42

UNSUR	KOMPOSISI %
C	0,15-0,35%
Si	0,15-0,25%
P	0,03%
S	0,035%
Mn	0,03-0,06%

Tabel 4.1 menunjukkan komposisi yang terdapat pada baja karbon St. 42 tanpa proses *carburizing*. Hal ini dikarenakan karbon yang terkandung di dalam baja tanpa proses *carburizing* sangatlah sedikit. Sehingga seluruh atom karbon dapat terlarut kedalam atom-atom Fe membentuk laporan padat yang dinamakan ferit dan terdapat sedikit perlit.

4.1 Nilai Uji Kekerasan Dengan Tanpa Katalisator Pada Proses *Carburizing*

Tabel 4.2 Nilai Kekerasan Rata-Rata Benda Kerja Dengan 100%

No	Waktu penahanan	Persentase Kerang Kepah	Uji kekerasan Spesimen (HRC)			Rata-Rata (HRC)
			1	2	3	
1	3 jam	0%	11,2	8,6	12,26	10,68
2	6 jam	0%	14,23	13	12,4	13,22

3	9 jam	0%	16,43	20,23	14,46	17,04
---	-------	----	-------	-------	-------	-------

Tabel 4. 3 Nilai Rata-Rata Harga *Impact* Benda Kerja 100%

No	Waktu Penahanan	Persentase Kerang Kepah	Harga <i>Impact</i> Spesimen (<i>Joule/mm²</i>)			Rata-Rata (<i>Joule</i>)
			1	2	3	
1	3 jam	0%	0,87	0,75	0,82	0,83
2	6 jam	0%	0,8	0,75	0,87	0,80
3	9 jam	0%	0,8	0,75	0,8	0,79

4.2 Nilai Uji Kekerasan Setelah Proses *Carburizing*.

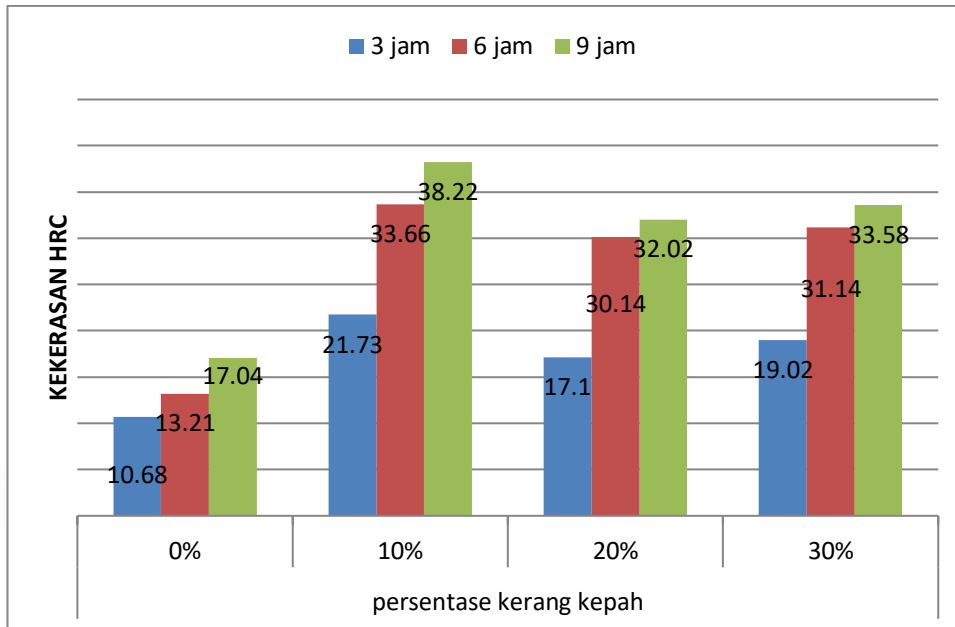
4.2.1 Hasil Uji Kekerasan Setelah Proses *Carburizing*.

Setelah melewati proses perlakuan panas yang berkonsentrasi pada pengerasan permukaan menggunakan proses *carburizing*. selanjutnya diuji kekerasan menggunakan uji kekerasan *rocwell*. sesuai dengan spesimen yang sudah ditentukan yaitu 10%, 20%, dan 30% katalisator dengan waktu 3, 6, dan 9 jam. Nilai hasil uji kekerasan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Uji Rata-Rata Kekerasan 10%, 20%, Dan 30% Katalisator

No	Waktu (Jam)	Persentase Kerang Kepah	Nilai Uji Kekerasan Spesimen (HRC)			Rata-Rata Nilai Kekerasan (HRC)
			1	2	3	
1	3	10%	19,67	20,47	25,07	21,73
2	3	20%	18,0	16,20	17,20	17,1
3	3	30%	19,23	21,97	15,87	19,02
4	6	10%	35,30	38,00	27,67	33,66
5	6	20%	34,60	33,40	22,43	30,14
6	6	30%	31,30	27,03	35,1	31,14
7	9	10%	44,40	33,73	36,53	38,22
8	9	20%	32,73	32,57	30,77	32,02

Berdasarkan Tabel 4.4 jika dibuat dalam bentuk grafik maka didapatkan sebuah grafik seperti pada gambar grafik 4.2 dibawah ini



Gambar 4.1 Grafik Nilai Kekerasan Setelah Proses *Carburizing*

Dapat dilihat, nilai kekerasan dari semua spesimen yang dilakukan waktu penahanan dengan menggunakan variasi 0% 10%, 20%, dan 30% serbuk cangkang kerang kepah dengan lama waktu 3 jam, 6 jam, dan 9 jam kemudian di *quenching* meningkat jika dibandingkan dengan variasi 0%. Berdasarkan grafik dan nilai rata-rata uji kekerasan, hasil terbaik pengujian terdapat pada perbandingan volume serbuk cangkang kerang kepah 10% dengan lama waktu penahan 9 jam dengan rata-rata nilai 23,43 HRC. Harga nilai tertinggi didapatkan karena lama waktu penahanan dan variasi serbuk cangkang kerang kepah. Dan nilai terendah didapatkan dari hasil tanpa katalisator cangkang kerang kepah. Dengan persentase 0% cangkang kerang kepah dengan waktu penahanan 3 jam rata-rata 10,68 HRC. Nilai kekerasan yang didapatkan setelah proses *carburizing* dengan persentase kerang kepah dan lama waktu penahanan mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Yang menjelaskan bahwa pada proses

dengan katalisator cangkang kerang kepah dapat menambah sumber karbon dan dapat meningkatkan kekerasan pada material uji.

4.2.2 Analysis of Variance Nilai Kekerasan

Setelah data uji kekerasan didapatkan maka data tersebut dihitung menggunakan *Analysis of variance* dengan menggunakan *software excel* dan diverifikasi menggunakan *software minitab*, perhitungan uji *Analysis of Variance* dapat dilihat pada lampiran. Berikut ini tabel hasil perhitungan uji *Analysis of Variance* dapat ditunjukkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Analisis Variasi Uji Kekerasan

Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F tabel	F hitung
Waktu penahanan	2	10619,6	5309,8	3,55	35,71
Persentase Kerang	2	337,8	168,9	3,55	1,14
Error	22	3270,9	148,7		
Total	26	14228,2			

Adapun hipotesis null pada penelitian ini adalah

1. H₀ = perbedaan lama waktu penahanan tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji
2. H₁ = perbedaan lama waktu penahanan berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji
3. H₀ = perbedaan persentase cangkang kerang tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji
4. H₁ = perbedaan persentase cangkang kerang berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji
5. Hipotesis tersebut dilakukan kriteria Uji sebagai berikut:

H0 ditolak apabila $F\text{-hitung} > F\text{-tabel}$ dan apabila $F\text{-hitung} < F\text{-tabel}$ maka H0 gagal ditolak. Keputusan yang diambil terhadap hasil *Analysis of Variance* data eksperimen untuk nilai kekerasan yaitu:

1. Hasil perhitungan dari faktor A (lama waktu penahanan), nilai dari $f\text{-hitung} > f\text{-tabel}$ sehingga gagal menolak H1. Dapat disimpulkan bahwa lama waktu penahanan mempengaruhi nilai kekerasan.
2. Dari perhitungan dari faktor B (persentase serbuk cangkang kerang kepah), nilai dari $f\text{-hitung} < f\text{-tabel}$ sehingga gagal menolak H1. Dapat disimpulkan bahwa persentase serbuk cangkang kerang kepah tidak mempengaruhi nilai kekerasan.

4.3 Nilai Uji *Impact* Setelah Proses *Carburizing*

Setelah spesimen uji melalui proses *carburizing* selanjutnya menyiapkan peralatan yang digunakan untuk proses pengujian *impact* seperti alat uji *impact charpy*. Setelah menyiapkan peralatan tersebut uji *impact* dilakukan dengan metode *charpy* dan metode pembuatan spesimen mengacu kepada standar ASTM E23. Spesimen yang digunakan dalam uji *impact* dibuat dengan pengulangan 3 spesimen kemudian diambil nilai rata-ratanya.

4.3.1 Pengolahan Data Dan Analisa *Impact* Setelah Proses *Carburizing*

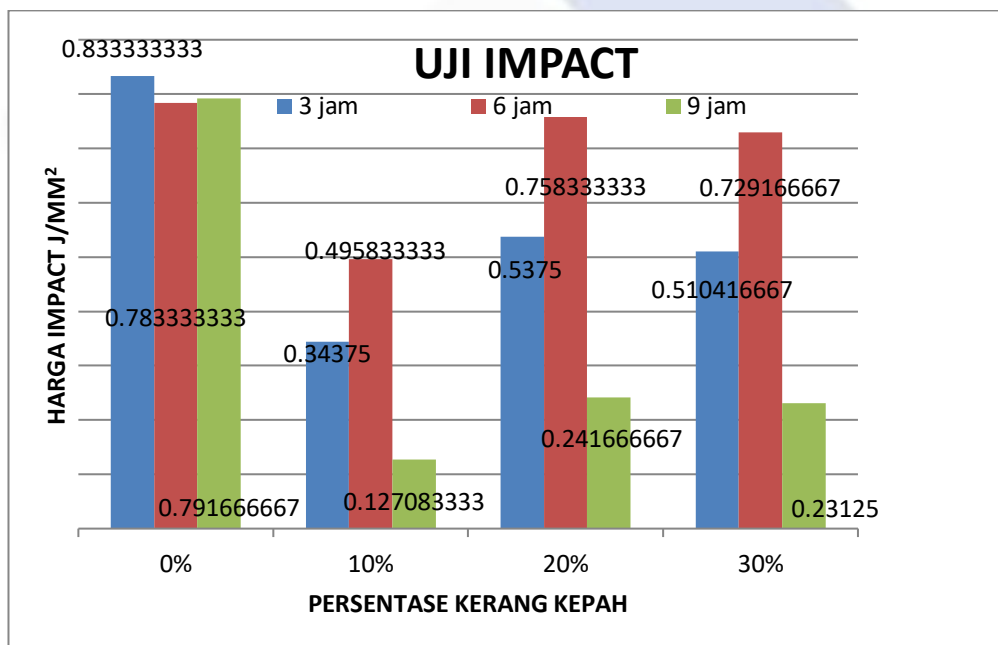
Pengujian *impact* dilakukan dengan menggunakan alat *impact charpy*. Adapun hasil nilai harga *impact* setelah proses *carburizing* dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Nilai Harga *Impact*

No	Waktu Penahanan	Persentase Kerang Kepah	Uji <i>Impact</i> Joule/mm ² Spesimen			Rata-Rata
			1	2	3	
1	3 jam	10%	0,26	0,33	0,42	0,343
2	3 jam	20%	0,52	0,25	0,75	0,510

3	3 jam	30%	0,68	0,27	0,65	0,537
4	6 jam	10%	0,36	0,21	0,91	0,495
5	6 jam	20%	0,65	0,8	0,82	0,758
6	6 jam	30%	0,93	0,33	0,91	0,729
7	9 jam	10%	0,12	0,10	0,15	0,127
8	9 jam	20%	0,25	0,25	0,22	0,241
9	9 jam	30%	0,25	0,20	0,23	0,231

Berdasarkan tabel 4.6 jika dibuat dalam bentuk grafik, maka didapatkan sebuah grafik seperti pada gambar grafik 4.2 dibawah ini.



Gambar 4.2 Grafik Nilai Uji *Impact* Setelah Proses *Carburizing*.

Dapat dilihat, nilai *impact* dari semua spesimen yang dilakukan waktu penahanan dengan menggunakan variasi 10%, 20%, dan 30% dengan lama waktu 3 jam, 6 jam, dan 9 jam kemudian di *quenching* menurun jika dibandingkan dengan variasi 0%. Berdasarkan grafik dan nilai rata-rata uji *impact*, hasil terbaik pengujian terdapat pada perbandingan volume serbuk cangkang kerang kepah 10% dengan lama waktu penahan 9 jam dengan rata-rata nilai terendah 0,356 *Joule/mm*². Harga nilai terendah didapatkan karena lama waktu penahanan dan

variasi serbuk cangkang kerang kepah. Dan nilai tertinggi didapatkan dari hasil tanpa katalisator cangkang kerang kepah. Dengan persentase 100% sumber karbon aktif dengan waktu penahanan 3 jam rata-rata nilai tertinggi 0,83 *Joule/mm²*. Nilai uji *impact* yang didapatkan setelah proses *carburizing* dengan persentase kerang kepah dan lama waktu penahanan mengalami penurunan yang cukup signifikan. Yang menjelaskan bahwa pada proses dengan katalisator cangkang kerang kepah dapat menambah sumber karbon namun dapat mengurangi harga *impact* pada material uji.

4.3.2 Analysis Of Variance Nilai Harga Impact

Setelah data uji nilai *impact* didapatkan maka data tersebut dihitung menggunakan *Analysis of variance* dengan menggunakan *software excel* dan diverifikasi menggunakan *software minitab*, perhitungan uji *Analysis of Variance* dapat dilihat pada lampiran. Berikut ini tabel hasil perhitungan uji *Analysis of Variance* dapat ditunjukkan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Data Analisis Nilai Uji *Impact*

Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F tabel	F hitung
Waktu penahanan	2	1,1801	0,59003	3,55	18,65
Persentase Kerang	2	0,3245	0,16225	3,55	5,13
Error	22	0,6961	0,03164		
Total	26	2,2006			

Adapun hipotesis null pada penelitian ini adalah:

1. H₀ = perbedaan lama waktu penahanan tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji
2. H₁ = perbedaan lama waktu penahanan berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji

3. H0 = perbedaan persentase cangkang kerang tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji
4. H1 = perbedaan persentase cangkang kerang berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji
5. Hipotesis tersebut dilakukan kriteria Uji sebagai berikut:

H0 ditolak apabila $F\text{-hitung} > F\text{-tabel}$ dan apabila $F\text{-hitung} < F\text{-tabel}$ maka H0 gagal ditolak. Keputusan yang diambil terhadap hasil *Analysis of Variance* data eksperimen untuk nilai kekerasan yaitu:

1. Hasil perhitungan dari faktor A (lama waktu penahanan), nilai dari $f\text{-hitung} > f\text{-tabel}$ sehingga gagal menolak H1. Dapat disimpulkan bahwa lama waktu penahanan mempengaruhi nilai harga *impact*.
2. Dari perhitungan dari faktor B (persentase serbuk cangkang kerang kepah), nilai dari $f\text{-hitung} < f\text{-tabel}$ sehingga gagal menolak H1. Dapat disimpulkan bahwa persentase serbuk cangkang kerang kepah tidak mempengaruhi nilai harga *impact*.

Berdasarkan hasil data pengujian yang didapatkan maka selanjutnya data tersebut dibandingkan dengan data penelitian 0% cangkang kerang kepah yang berfungsi untuk mengetahui kelayakan cangkang kerang kepah sebagai katalisator pada proses *carburizing*.

Tabel 4.8 Tabel Perbandingan

No	Persentase Cangkang Kerang			
	0%	10%	20%	30%
Nilai Kekerasan (HRC)	17,04	38,22	32,02	33,58
Nilai <i>Impact</i> (Joule/mm^2)	0,79	0,127	0,241	0,231

Dari tabel diatas dapat dilihat nilai kekerasan proses *carburizing* dengan menggunakan 0% cangkang adalah 17,04 HRC dan nilai rata-rata kekerasan meningkat secara signifikan dengan menggunakan cangkang kerang kepah sebagai katalisator dan lama waku penahanan saat proses *carburizing*. Hasil pengujian maupun penelitian dapat diketahui sifat mekanis nilai kekerasan

tertinggi terdapat pada variasi 10% katalisator kerang kepah dengan waktu penahanan selama 9 jam akan mengalami peningkatan kekerasan yang sangat signifikan yaitu sebesar 38,22 HRC, selanjutnya, nilai uji *impact* dengan 0% cangkang kerang kepah adalah 0,79 *Joule/mm²*. Berbanding terbalik dengan kekerasan, nilai uji *impact* mengalami penurunan pada waktu 9 jam dengan persentase 10%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan persentase serbuk kerang kepah 10% dan semakin lama waktu penahanan, nilai kekerasan yang didapat akan semakin tinggi dan akan berbanding terbalik dengan hasil nilai uji *impact* yang rendah.



BAB V

Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian kekerasan dan pengujian *impact* pada baja St. 42, setelah melalui proses *carburizing* dengan menggunakan 10%, 20%, 30% cangkang kerang kepah dengan waktu penahanan 3 jam, 6 jam, dan 9 jam dan 0% cangkang kerang kepah sebagai pembanding. Maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perbedaan waktu penahanan pada proses *carburizing* dapat mempengaruhi nilai kekerasan karena semakin lama waktu penahanan maka semakin banyak sumber karbon yang diserap pada saat proses *carburizing*. Berbanding terbalik dengan nilai *impact* mengalami penurunan karena semakin lama waktu penahanan maka semakin rendah juga nilai *impact* yang didapat dari spesimen tersebut. Maka dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu penahanan pada saat proses *carburizing* semakin meningkat keuletan kekerasaannya dan nilai keuletan pada *impact* akan semakin menurun.
2. Perbedaan persentase cangkang kerang kepah pada spesimen *carburizing* dapat mempengaruhi nilai kekerasan dan nilai *impact* yang dihasilkan. Karena hal tersebut dapat dibuktikan dengan data nilai kekerasan tertinggi pada persentase serbuk cangkang kerang kepah 10% yaitu 38,22 HRC. Lain halnya dengan nilai uji *impact* mengalami penurunan pada persentase 10% yaitu 0,127 *Joule/mm²*. Maka dapat disimpulkan bahwa dengan persentase serbuk cangkang kerang kepah 10%, nilai kekerasan akan semakin meningkat dan berbanding terbalik dengan nilai *impact* yang rendah.

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian yang berkaitan pemanfaatan cangkang kerang kepah katalisator pada proses *carburizing*, maka penulis memberikan

saran agar dapat membantu peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian yaitu:

1. Disarankan untuk peneliti selanjutnya selain menggunakan pengujian kekerasan dan pengujian *impact* pada tahap proses *carburizing* dapat menggunakan uji struktur mikro karena untuk mengetahui perubahan kondisi struktur pada permukaan baja karbon St. 42 yang terbentuk setelah dilakukan pendinginan secara cepat pada proses perlakuan panas.
2. Menambah parameter lain kedalam penelitian seperti divariasikan persentase cangkang kerang kepah.



DAFTAR PUSTAKA

- Augustine, R.L. (1996). *Heterogeneous Catalysis for Chemist*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Bethony, F. R. (2016). Efek Persentase Barium Karbonat Dengan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kekerasan Baja Karbon Aisi 2015. *Dynamic Saint*, vol. 2, no. 2, pp. 372-379.
- Campbell, N, J. Reece, J.L. Dickey, M.R. Taylor, L.G. Mitchell, dan E.J. Simon. (2008). *Biologi*. Edisi Kedelapan. Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Comenichny. (1965). *Heat Treatmen A Handbook*. Moscow. Doan, G. E. (1952). *The Principles of Physical Metallurgy*. Mc Graw Boo Company
- G. S. A. Mochammad Khoirul Huda1, “Rancang bangun alat uji impact metode charpy,” *Mech. Eng. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–5, 2018.
- G.S. Pambayun, 2013 R. Y. E. Yulianto, M. Rachimoellah, and E. M. M. Putri, “Pembuatan karbon aktif dari arang tempurung kelapa dengan aktivator ZnCl₂ dan Na₂CO₃ sebagai adsorben untuk mengurangi kadar fenol dalam air limbah,” *J. Tek. Pomits*, vol. 2 no.1, 2013, doi: 10.12962/j23373539.v2i1.2437.
- Mujiyono dan Sumowidagdo, A. L. (2008). Meningkatkan Efektifitas Karburisasi Padat pada Baja Karbon Rendah dengan Optimasi Ukuran Serbuk Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknik Mesin*.
- Nurdina, Anisa. (2016). *Preparasi dan Karakterisasi Limbah Biomaterial Cangkang Kerang kepah (polymesoda erosa)* (Skripsi, Universitas Lampung)
- Rafiastuti, Harnati. (2022). *Pembuatan Arang Aktif*, [http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/99100/Pembuatan arang aktif /](http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/99100/Pembuatan%20arang%20aktif/), diakses pada tanggal 21 Februari 2022, pukul 20.00 WIB.

- Ramadani, Syalsyabilah. (2021). Kandungan Kalsium dan Fosfor pada Cangkang Kerang kepah (*polymesoda erosa*) dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) yang Berasal dari Perairan Pesisir Banyuasin (Skripsi, Universitas Sriwijaya).
- Renwarin, Matilda Thresia, *et al.* (2020). Rancangan Pabrik Biodiesel dari *Leather Tanning Waste* Limbah Cangkang Kerang kepah Kapasitas: 23.620 Kiloliter/Tahun (Skripsi, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya)
- Shaifudin, A. (2018). Optimalisasi difusi karbon dengan metode pack carburizing pada baja ST 42. *Jurnal Mesin Nusantara*, 22(1), 27–34.
- Schonmentz, I. A., dkk. (1985): Pengetahuan Bahan Dan Pengerjaan Logam. Penerbit Angkasa. Bandung
- Santoso, Priyo. (2022). Studi Penangkapan Kerang Darah (*Anadara granosa*) Menuju Pengembangan di Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang. *JVIP*, vol. 2, no. 2, pp. 24-
- Tarsono Dwi Susanto, *et al.* (2020). Rancangan Pabrik Biodiesel dari *Leather Tanning Waste* Limbah Cangkang Kerang kepah Kapasitas: 23.620 Kiloliter/Tahun (Skripsi, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya)

DAFTAR LAMPIRAN 1 Daftar Riwayat Hidup



1. **Data Pribadi**

Nama lengkap : Yuhardin
Nim : 1042059
Tempat & Tanggal Lahir : Balunijuk, 13-06-2002
Alamat Rumah : JL. Raya Balunijuk Dusun 1
Kecamatan Merawang
No Telpon : 085709131346
Email : yuhardinyuhardin7@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam

2. **Riwayat Pendidikan**

SD Negeri 14 Merawang : 2008-2013
SMP IT Daarul Abror : 2014-2017
SMA MAN 1 Pangkal Pinang : 2018-2020

Sungailiat, 25 Januari 2024

Yuhardin

DAFTAR LAMPIRAN 2 Sertifikat Baja St. 42



SeAH Besteel Corp.
1-8, SORYONG-DONG, KUNSAN,
CHEONGJU, KOREA(373-711)

Date : 2017-04-20
Cert. No. : 201704-207465
Customer :
Heat No. : 269824

MILL CERTIFICATE

Steel Grade : AISI 1042/ST42
Shape of Product : PLATE SHEET
Delivery Condition : FOUR SQUARE PLATE

TEL : +82-(0)53-460-8572. 8318(QA)
482-(0)53-460-8114(Repres.)
FAX : +82-(0)53-460-8423 Page(0/0)
Size (mm) : 1 - 100
Length (mm) : 2,400
Weight (kg) :
Quantity(pcs) : 1

Inspection Items	Chemical Composition (wt. %)				
	C x 100	Si x 100	MN x 100	P x 100	S x 1000
Spec.	Min.	15	15	3	
	Max.	35	25	6	35
	Result	30	25	4	MAX
Inspection Items	Product Hardness (HB)				
	SURFACE 160 HB				

Mechanical Properties AISI 1042/ST42

Mechanical Properties	Symbol	Steel
Young's modulus (GPa)	<i>E</i>	190 - 210
Poisson's ratio	ν	0,26
Density (Kg/m ³)	<i>P</i>	7.860
Yield strength (MPa)	<i>S_y</i>	205 - 245
Tensile strength (MPa)	<i>S_t</i>	400 - 510
Elongation (%)		27 - 30
Hardness (Hb)	<i>Hb</i>	160

<Remark>

B/DG : 4

----- End of report -----

We hereby certify that the material described herein has been made in accordance with the rules of the contract.

Certified by O. Y. Cho
Manager of Quality Assurance Dept

DAFTAR LAMPIRAN 3 Dokumentasi Pengambilan Data



DAFTAR LAMPIRAN 4 Pengujian Kekerasan

JAM	PERSENTASE			TOTAL	RATA-RATA	
	10%					
1 JAM	replikasi	replikasi	replikasi			
	18	19,3	21,7	59	19,67	
	23	19,2	19,2	61,4	20,47	21,73
	23,3	24,3	27,6	75,2	25,07	
3 JAM	PERSENTASE			TOTAL	RATA-RATA	
	20%					
	replikasi	replikasi	replikasi			
	18,4	16,8	18,8	54	18,0	
	14,8	17,6	16,2	48,6	16,20	17,1
	16,9	18,3	16,4	51,6	17,20	
	PERSENTASE			TOTAL	RATA-RATA	
	30%					
	replikasi	replikasi	replikasi			
	14,3	18,4	25	57,7	19,23	
	18,7	24,2	23	65,9	21,97	19,02
	21,9	15,6	10,1	47,6	15,87	
6 JAM	PERSENTASE			TOTAL	RATA-RATA	
	10%					
	replikasi	replikasi	replikasi			
	34	37,6	34,3	105,9	35,30	
	35,4	36,4	42,2	114	38,00	33,66
	35,7	20,3	27	83	27,67	
	PERSENTASE			TOTAL	RATA-RATA	
	20%					
	replikasi	replikasi	replikasi			
	36,9	32,6	34,3	103,8	34,60	
	33,3	33,7	33,2	100,2	33,40	30,14
	22,3	20,1	24,9	67,3	22,43	
PERSENTASE			TOTAL	RATA-RATA		
30%						
replikasi	replikasi	replikasi				
32,9	21,8	39,2	93,9	31,30		
26	27,7	27,4	81,1	27,03	31,14	
33,9	35,5	35,9	105,3	35,1		
9 JAM	PERSENTASE			TOTAL	RATA-RATA	
	10%					
	replikasi	replikasi	replikasi			
	44,4	44,2	44,6	133,2	44,40	
	38	30,9	32,3	101,2	33,73	38,22
	33,2	40,6	35,8	109,6	36,53	
	PERSENTASE			TOTAL	RATA-RATA	
	20%					
	replikasi	replikasi	replikasi			
	32,7	34,8	30,7	98,2	32,73	
	35,2	32,3	30,2	97,7	32,57	32,02
	30,6	30,4	31,3	92,3	30,77	
PERSENTASE			TOTAL	RATA-RATA		
30%						
replikasi	replikasi	replikasi				
34,6	33,9	38	106,5	35,50		
34	28,3	32,3	94,6	31,53	33,58	
34,5	36,6	30	101,1	33,70		

FAKTORIAL

waktu	persentase					
	10%	20%	30%	total	rerata	
3 JAM	59	54	57,7	170,7	56,9	
	61,4	48,6	65,9	175,9	58,63333	
	75	51,6	47,6	174,2	58,06667	
6 JAM	105,9	103,8	93,3	303	101	
	114	100,2	81,1	295,3	98,43333	
	83	67,3	105,3	255,6	85,2	
9 JAM	133,2	98,2	105	336,4	112,1333	
	101,2	97,7	94,6	293,5	97,83333	
	109,2	92,3	101,2	302,7	100,9	
	195,4	154,2	171,2	520,8	271232,6	
	302,9	271,3	279,7	853,9	729145,2	
	343,6	288,2	300,8	932,6	869742,8	
	841,9	713,7	751,7	2307,3	5323633	197171,6
	38181,16	23777,64	29309,44			
	91748,41	73603,69	78232,09	208817,8		
	118061	83059,24	90480,64			
	708795,6	509367,7	565052,9	198135,1		

3481	2916	3329,29				
3769,96	2361,96	4342,81			66,1	96,9
5625	2662,56	2265,76			74,1	71,1
11214,81	10774,44	8704,89			85,6	125,2
12996	10040,04	6577,21				
6889	4529,29	11088,09				
17742,24	9643,24	11025				
10241,44	9545,29	8949,16		jkt	14228,25	
11924,64	8519,29	10241,44	211399,9	jkb	10619,58	
				jkk	963,5289	
				jke	2645,142	
				rrk		
				s1	5309,788	
				s2	481,7644	
		207791,2		s3 eror	120,2337	
				fh		
				f1	44,16221	
				f2	4,006899	
				dof	2	
				dof	2	

Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F tabel	F hitung
Waktu penahanan	2	10619,6	5309,8	35,71	0,000
Persentase Kerang	2	337,8	168,9	1,14	0,339
Error	22	3270,9	148,7		
Total	26	14228,2			




DAFTAR LAMPIRAN 5 Pengujian *Impact*

Jam	Benda Kerja	Persentase		
		0%		
3Jam		Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact
	1	80	70	0,875
	2	96	54	0,675
	3	74	76	0,95
	Rata-rata			0,833333333
	Benda Kerja	Persentase		
		10%		
		Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact
	1	128,5	21,5	0,26875
	2	123	27	0,3375
	3	116	34	0,425
	Rata-rata			0,34375
	Benda Kerja	Persentase		
		20%		
		Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact
	1	108	42	0,525
	2	129,5	20,5	0,25625
	3	90	60	0,75
	Rata-rata			0,510416667
	Benda Kerja	Persentase		
	30%			
	Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact	
1	95	55	0,6875	
2	128	22	0,275	
3	98	52	0,65	
Rata-rata			0,5375	
6Jam	Benda Kerja	Persentase		
		0%		
		Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact
	1	86	64	0,8
	2	90	60	0,75
	3	86	64	0,8
	Rata-rata			0,783333333
	Benda Kerja	Persentase		
		10%		
		Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact
1	121	29	0,3625	

	2	133	17	0,2125	
	3	77	73	0,9125	
	Rata-rata			0,495833333	
	Benda Kerja	Persentase			
		20%			
		Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact	
	1	98	52	0,65	
	2	86	64	0,8	
	3	84	66	0,825	
	Rata-rata			0,758333333	
	Benda Kerja	Persentase			
		30%			
		Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact	
	1	75	75	0,9375	
	2	123	27	0,3375	
	3	77	73	0,9125	
	Rata-rata			0,729166667	
9Jam	Benda Kerja	Persentase			
		0%			
		Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact	
		1	86	64	0,7125
		2	90	60	0,75
		3	84	66	0,825
		Rata-rata			0,7625
		Benda Kerja	Persentase		
			10%		
			Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact
		1	140	10	0,125
		2	141,5	8,5	0,10625
		3	138	12	0,15
		Rata-rata			0,127083333
		Benda Kerja	Persentase		
			20%		
			Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact
		1	130	20	0,25
		2	130	20	0,25
		3	132	18	0,225
	Rata-rata			0,241666667	
	Benda Kerja	Persentase			
		30%			
		Hasil Uji Impact	Sudut Impact	Harga Impact	

DAFTAR LAMPIRAN 6 Bukti From Bimbingan

FORM-PPR-3-4: Bimbingan Proyek Akhir





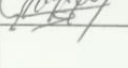
FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023			
			
JUDUL	Pemanfaatan Limbah Cair yang korang kapa sebagai katalisator pada proses catbusizing		
Nama Mahasiswa	Yuhardin NIRM: 1042059		
Nama Pembimbing	1. <u>Kamir, M.Sc., Ph.D</u> 2. <u>Sugiyarto - S.S.T.M.T</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	1-12-23	Pembahasan artikel	
2	2-12-23	Pembahasan artikel & penyusunan Bab IV & V	
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

Pedoman Proyek Akhir | Hal. 41






FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK			
JUDUL	Pemanfaatan Limbah Cangkang Kacang Kacah (Polysilokosa Grosa) sebagai katalisator pada proses carburyzing		
Nama Mahasiswa	Yuhardin NIRM: 1042059		
Nama Pembimbing	1. Ramu, M.Sc., Ph.D. 2. Sugianto S.S.T.M.T 3.		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	30 Mei 2023	Prinal skripsi PA	
2	01 Juni 2023	Prinal material PA	
3	06 Juni 2023	Pembahasan lanjutan	
4	07 Juni 2023	Pembahasan proposal	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Catatan:

- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir




 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR • TAHUN AKADEMIK/.....			
JUDUL	Pemanfaatan limbah cangkang kerang kepah (Polymesoda erosa) sebagai katalisator pada proses carburing		
Nama Mahasiswa	Yulhardin NIRM: 1042059		
Nama Pembimbing	1. <u>Pamli, M.Sc. Ph.D</u> 2. <u>Sugiyarto S.S.T.M.T</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	21/2023	Memahami Prinsip Ta	 Pamli
2	26/2023	Memahami Prinsip Ta	 Pamli
3	4/2023-10	Prinsip Kotak carburing	 Pamli
4	10/2023-10	Prinsip Menganalisis	 Pamli
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Catatan:

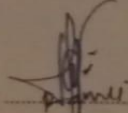
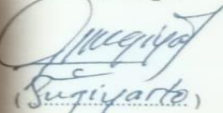
- Jika pertemuan bimbingan lebih dari sepuluh kali, dapat mengambil Form kembali di Panitia/Komisi Proyek Akhir

DAFTAR LAMPIRAN 7 Bukti From Monitoring

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir



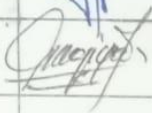
	FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2023/2023		
			
JUDUL	Pengaruh Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Putih sebagai Indikator Pada Proses Curing		
Nama Mahasiswa	1. Yuhardin /NIRM: 1002059 2. /NIRM: 3. /NIRM: 4. /NIRM: 5. /NIRM:		
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	1-12-23	85%	
3	4-12-23	00%	

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

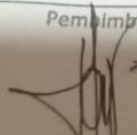
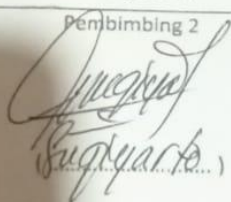
Mengetahui		
Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
 (.....)	 (Sugiyarto)	(.....)

Pedoman Proyek Akhir | Hal. 43

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK	
JUDUL		Pe Manfatan Limbah Cangkang Karang Kelah (Pony mesopa kosa) sebagai katalisator pada kelas carburing	
Nama Mahasiswa		1. Yuhardin /NIRM: 1042059 2. /NIRM: 3. /NIRM: 4. /NIRM: 5. /NIRM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
	6/07 2023	50%	
1	7 Juli 2023	Persiapan material uji 15%	


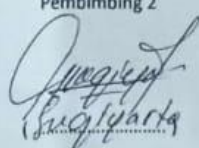
KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (.....)	Pembimbing 2  (.....)	Pembimbing 3 (.....)

FORM-PPR-3- 6: Form Monitoring Proyek Akhir

 <p style="text-align: center;">FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....</p>			
JUDUL		KEMAMPUAN LIMBAH CANGKANG KAYU SAPAN (POLYURETHAN ERUSA) SEBAGAI KAWASATAS PADA PROSES COMBUSTION	
Nama Mahasiswa		1. Yuharden /NIRM: 1012059 2. /NIRM: 3. /NIRM: 4. /NIRM: 5. /NIRM:	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
	12/10/2023	65%	
	14/10/2023	Pembuatan sampel 45% cl'i	/

KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

Mengetahui		
Pembimbing 1  (..... Pamli)	Pembimbing 2  (..... Sugiyarto)	Pembimbing 3 (.....)

DAFTAR LAMPIRAN 8 Bukti Submit Jurnal



JITT :
JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG
Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211. Telp (0717)93586, Fax (0717)93585
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

e-ISSN : 3026-0213

SURAT KETERANGAN
Nomor : 004/PL.28.C/PB/2024

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG KEPAH
(POLYMESODA EROSA) SEBAGAI KATALISATOR PADA PROSES
CARBURIZING”**

Atas nama :
Penulis : **YUHARDIN**
Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 2 Januari 2024.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 3 Januari 2024
Kepala P3KM,

Dr. Parulian Silalahi, M.Pd
NIP. 1964-01-02 2021 211 001

DAFTAR LAMPIRAN 9 Bukti Plagiasi

cek makalah yuhardin

ORIGINALITY REPORT

18%	18%	3%	0%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	9%
2	lib.unnes.ac.id Internet Source	4%
3	eprints.polsri.ac.id Internet Source	3%
4	adoc.pub Internet Source	3%

DAFTAR LAMPIRAN 10 Bukti Poster

YUHARDIN
1042059



PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG KEPAH SEBAGAI KATALISATOR PADA PROSES CARBURIZING

Latar Belakang.
Indonesia kaya akan sumber daya alam perairan, salah satunya adalah kerang kepah. Volume produksi kerang Indonesia terus mengalami peningkatan dalam dekade terakhir rata-rata mencapai 94.247.1 ton/tahun dengan nilai Rp 565.48 milyar/tahun (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2015). Cangkang kerang kepah mengandung kalsium dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO₃) sebesar 96.5% (Syalsabilah Ramadani, 2021). Tingginya kadar kalsium cangkang kerang kepah tersebut memungkinkan cangkang kerang kepah untuk digunakan sebagai sumber bahan katalisator pada proses carburizing.

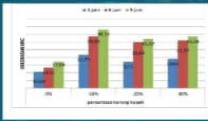
HASIL PENELITIAN

No	Matriks	persentase		T (kekerasan)			Rata-Rata
		10%	20%	1	2	3	
1	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
3	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
5	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
6	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
7	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
8	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
9	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
10	0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

No	Waktu penahanan	Persentase Cangkang Kerang	Uji Impact (Joule)			Rata-Rata
			1	2	3	
1	3 jam	10%	0,00	0,00	0,00	0,00
2	3 jam	20%	0,00	0,00	0,00	0,00
3	3 jam	30%	0,00	0,00	0,00	0,00
4	3 jam	10%	0,00	0,00	0,00	0,00
5	3 jam	20%	0,00	0,00	0,00	0,00
6	3 jam	30%	0,00	0,00	0,00	0,00
7	6 jam	10%	0,00	0,00	0,00	0,00
8	6 jam	20%	0,00	0,00	0,00	0,00
9	6 jam	30%	0,00	0,00	0,00	0,00

Faktor	DP	A0.0		A0.1		F (rata)		F (rata)	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Waktu penahanan	1	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0
Persentase Cangkang	2	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0
Waktu	30	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0
Total	30	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0

Faktor	DP	A0.0		A0.1		F (rata)		F (rata)	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Waktu penahanan	1	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0
Persentase Cangkang	2	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0
Waktu	30	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0
Total	30	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0	10000,0




Metode Penelitian.
Penelitian dilaksanakan dengan beberapa tahap eksperimen sebagai berikut:

hasil pengujian maupun penelitian dapat diketahui sifat mekanis nilai kekerasan tertinggi terdapat pada variasi 10% katalisator kerang kepah dengan waktu penahanan selama 9 jam akan mengalami peningkatan kekerasan yang sangat signifikan yaitu sebesar 38.22 HRC, selanjutnya nilai uji impact dengan 0% cangkang kerang kepah adalah 0.79 joule/mm³ berbanding terbalik dengan kekerasan, nilai uji impact mengalami penurunan pada waktu 9 jam dengan persentase 10%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan persentase serbuk kerang kepah 10% dan semakin lama waktu penahanan, nilai kekerasan yang didapat akan semakin tinggi dan akan berbanding terbalik dengan hasil nilai uji impact yang rendah.

- lama waktu penahanan selama 3 jam, 6 jam dan 9 jam
- persentase cangkang kerang kepah 10%, 20% 1, dan 30 % .



penambahan karbon







SURAT PERNYATAAN

Saya/Kami yang bertandatangan dibawah ini telah menyelesaikan Proyek Akhir yang berjudul:
Pd Manfaat dan Limbah Limbah Kafein Kapan
(Polymesoda Brossa) sebagai katalisator pada proses karbonisasi

Oleh :

1. Yunardi /NPM 1042059
2. /NPM
3. /NPM

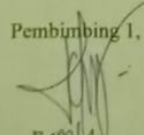
Dengan ini menyatakan bahwa isi laporan akhir proyek akhir sama dengan *hardcopy*.
Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya.

Sungailiat, 31. Januari 2024

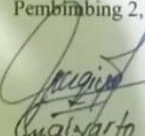
1. Yunardi (..... Yi))
2. (.....))
3. (.....))

Mengetahui,

Pembimbing 1,


(.....Pomle.....)

Pembimbing 2,


(.....Yugiyarto.....)