

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG DARA (*ANDARA GRANOSA*) SEBAGAI ALTERNATIF KATALISATOR PADA PROSES CARBURIZING

PROYEK AKHIR

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



Disusun oleh:

Satria Anshari NIM:1042024

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2023/2024

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Satria Anshari NIM : 1042024
Dengan Judul : PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG
KERANG DARA (*ANDARA GRANOSA*)
SEBAGI 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, 8 januari 2024

Tanda Tangan



Satria Anshari

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG DARA (*ANDARA GRANOSA*) SEBAGAI ALTERNATIF KATALISATOR PADA PROSES *CARBURIZING*

Oleh:

Satria Anshari/NPM:1042024

Laporan akhir ini telah dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Sarjana Terapan/Diploma IV Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung


Menyetujui,

Pembimbing 1



Ramli, M.sc., Ph.D

Penguji 1



Dr. Ilham Ary Wahyudie., M.T.

Pembimbing 2



Sugiyarto, S.S.T.M.T

Penguji 2



Erwanto, S.S.T., M.T.

ABSTRAK

Seiring dengan kemajuan teknologi yang berkembang dengan pesat, pemanfaatan baja dalam Dunia industri semakin meningkat. Baja karbon St 42 adalah jenis baja karbon paduan rendah, sehingga baja ini memiliki kekerasan yang relatif rendah dan sifat yang lunak namun memiliki nilai keuletan yang tinggi. Perlu adanya perbaikan sifat mekaniknya seperti kekerasan. Perbaikan sifat tersebut perlu dilakukan proses *pack carburizing*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan serbuk cangkang kerang dara sebagai katalisator dan serbuk arang aktif tempurung kelapa sebagai sumber karbon pada proses *carburizing* terhadap baja St 42. Metode penelitian mencakup serbuk cangkang kerang dara dengan variasi 0%, 10%, 20%, dan 30%, kemudian dilanjutkan dengan proses pendinginan secara cepat dengan menggunakan media air. Dari hasil pengujian dapat diketahui sifat mekanis nilai kekerasan tertinggi terdapat pada variasi 20% katalisator kerang dara dengan waktu 9 jam mengalami peningkatan, berbanding terbalik dengan kekerasan. nilai uji impak dengan variasi 20% katalisator dengan waktu 9 jam mengalami penurunan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan yang tinggi akan berbanding terbalik dengan hasil nilai uji impak yang rendah.

Kata kunci : Cangkang kerang dara, Karburisasi, Baja St 42, Uji kekerasan rockwell, dan uji impak charpy.

ABSTRACT

Along with the rapid advancement of technology, the utilization of steel in the industrial world is increasing. St 42 carbon steel is a type of low alloy carbon steel, so this steel has a relatively low hardness and soft properties but has a high ductility value. It is necessary to improve its mechanical properties such as hardness. Improvement of these properties requires the pack carburizing process. The purpose of this research is to determine the feasibility of turtle shell powder as a catalyst and coconut shell activated charcoal powder as a carbon source in the carburizing process of St 42 steel. The research method includes turtle shell powder with variations of 0%, 10%, 20%, and 30%, then followed by a rapid cooling process using water media. From the test results, it can be seen that the mechanical properties of the highest hardness value are found in the 20% variation of the turtle shell catalyst with a time of 9 hours experiencing an increase, inversely proportional to the hardness. impact test value with a 20% variation of the catalyst with a time of 9 hours decreased. So it can be concluded that the high hardness value will be inversely proportional to the results of the low impact test value.

Keyword : Conch shell, Carburization, St 42 steel, Rockwell hardness test, and Charpy impact test.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT. Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara (*Andara granosa*) Sebagai Katalisator Pada Proses Carburizing”**. Penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan syarat untuk menyelesaikan studi Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (POLMAN BABEL).

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

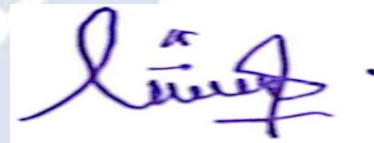
1. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., PhD, selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
2. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
4. Bapak Ramli, M.Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing utama yang selalu membimbing dan memberikan masukan serta perbaikan selama penyusunan laporan tugas akhir ini.
5. Bapak Sugiyarto, S.S.T., M.T. selaku dosen pembimbing kedua yang selalu memberikan masukan serta perbaikan penulisan selama penyusunan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T selaku kepala Laboratorium Las dan Fabrikasi Logam.
7. Kedua orang tua saya tercinta, ayah terhebat Arsin dan ibu tersayang Suhartini yang telah menjadi orang tua terhebat, yang selalu memberikan motivasi, nasihat, cinta, perhatian, dan kasih sayang serta doa yang tentu takkan bisa penulis balas.
8. Adik saya Ceria Hurul Aini yang selalu menjadi penyemangat bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

9. Para teman seperjuangan saya Lukman Hakim, Muhammad Juniardi dan Yuardin yang telah membantu dalam penyelesaian proyek akhir.
10. Seluruh teman sekelas dan mahasiswa Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung angkatan 2020 yang telah saling mendukung satu sama lain.

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

Sungailiat. 8 januari 2024

Penulis



Satria Anshari

DAFTAR ISI

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 Perlakuan Panas	6
2.3 Pack Carburizing.....	6
2.4 Baja	7
2.4.1 Baja Karbon	7
2.4.2 Baja St 42.....	8
2.5 Diagram besi-karbon (Fe-C)	8

2.6	Quenching	9
2.7	Katalisator	10
2.7.1	Kerang Dara.....	11
2.8	Karbon Aktif	11
2.8.1	Proses Pembuatan Karbon Aktif.....	12
2.8.2	Arang aktif tempurung kelapa	12
2.9	Pengujian.....	13
2.9.1	Kekerasan	13
2.9.2	Uji Impact	14
2.10	Metode Desain <i>Full Factorial</i>	16
BAB III METODE PENELITIAN.....		18
3.1	Diagram Alir Penelitian	18
3.2	Identifikasi masalah	19
3.3	Studi Literatur	19
3.4	Perancangan parameter	19
3.5	Alat dan bahan	19
3.5.1	Alat Yang Digunakan	20
3.5.2	Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian	23
3.6	Pembuatan benda uji	24
3.6.1	Proses carburizing.....	25
3.7	Pengujian Spesimen	26
3.8	Pengolahan Data.....	26
3.9	Analisa Data	27
3.10	Kesimpulan.....	28
BAB IV PEMBAHASAN		29
4.1	Data Uji Kekerasan Tanpa Katalisator.....	29

4.2	Proses pengambilan data	29
4.3	Data pengujian Kekerasan Dengan Katalisator	30
4.3.1	Analysis Of Variance Kekerasan	31
4.4	Data Uji <i>Impact</i> tanpa Katalistor	33
4.5	Proses Pengambilan Data	33
4.5.1	Data Uji <i>Impact</i> dengan Katalisator	34
4.5.2	Analysis Of Variance Nilai Harga <i>Impact</i>	36
4.6	Perbandingan	37
BAB V	Kesimpulan	39
5.1	Kesimpulan	39
5.2	Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Diagram besi-karbon (Fe-C)	9
Gambar 2.2 Ilustrasi Pengujian Impak dengan Benda Uji Charpy	15
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	18
Gambar 3. 2 Gambar timbangan digital.....	20
Gambar 3. 3 Mesin frais	20
Gambar 3. 4 Gambar mesin las.....	21
Gambar 3. 5 Gambar kotak/wadah	21
Gambar 3. 6 Gambar oven/tungku.....	22
Gambar 3. 7 Alat uji impact.....	22
Gambar 3. 8 Gambar alat uji kekerasan.....	23
Gambar 3. 9 Gambar baja St 42.....	23
Gambar 3. 10 Serbuk Arang Aktif Tempurung Kelapa.....	23
Gambar 3. 11 Serbuk cangkang kerang	24
Gambar 3. 12 Media pendingin air	24
Gambar 4. 1 Proses pengujian kekerasan	29
Gambar 4. 2 Grafik Nilai Kekerasan Setelah proses carburizing.....	31
Gambar 4. 3 Gambar alat uji impact.....	33
Gambar 4. 4 Gambar patahan benda uji impact.....	34
Gambar 4. 5 Gambar grafik uji impact	35

DAFTAR TABEL

Tabal 3.1 Data pengujian kekerasan	26
Tabal 3. 2 Pengujian Impact	27
Tabal 3. 3 Level dan parameter uji	27
Tabal 3. 4 Desain full factorial	28
Tabal 3. 5 Uji ANOVA.....	28
Tabel 4.1 Data nilai uji kekerasan tanpa katalisator	29
Tabel 4.2 Data nilai kekerasan dengan katalisator	30
Tabel 4. 3 Data analisis variasi uji kekerasan.....	32
Tabel 4.4 Data uji impact tanpa katalisator	33
Tabel 4.5 Data uji Impact dengan katalisator	34
Tabel 4. 6 Data analisis varian nilai uji impact.....	36
Tabel 4. 7 Perbandingan	37

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Sertifikasi Baja ST 42
- Lampiran 3 : Validasi Anova Data Uji Kekerasan
- Lampiran 4 : Validasi Anova Data Uji Imapct
- Lampiran 5 : Poster
- Lampiran 6 : Bukti Bukan Plagiasi
- Lampiran 7 : From Bimbingan
- Lampiran 8 : From Monitoring

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan teknologi yang berkembang dengan pesat, pemanfaatan baja dalam Dunia industri semakin meningkat. Salah satu sifat mekanik yang terdapat pada material baja yaitu nilai kekerasan. Sifat kekerasan sangat dibutuhkan pada komponen mesin yang bergesekan (Styawan, 2021). Nilai kekerasan baja sangat dipengaruhi unsur karbon yang terkandung pada baja tersebut, semakin banyak karbon semakin keras pula baja tersebut (Waas, 2020).

Baja karbon St 42 adalah jenis baja karbon paduan rendah yang memiliki struktur terdiri dari *ferrite* dan sedikit *pearlite*. Komposisi dari baja St 42 ini terdiri dari: 0,07-0,10% C, 0,15-0,25% Si, 0,03% P, 0,035% S dan 0,3-0,6% Mn. Sehingga baja ini memiliki kekerasan yang relatif rendah dan sifat yang lunak namun memiliki nilai keuletan yang tinggi (Shaifudin, 2018). Perlu adanya perbaikan sifat mekaniknya seperti kekerasan. Perbaikan sifat tersebut perlu dilakukan perlakuan panas dengan menambahkan unsur karbon pada baja tersebut melalui *proses pack carburizing*. *Pack carburizing* adalah proses penambahan karbon untuk meningkatkan kekerasan permukaan pada baja karbon. Untuk meningkatkan unsur karbon pada permukaan baja karbon maka diperlukan perlakuan panas pada suhu *austenite* tertentu dengan ditambahkan karbon aktif dan unsur karbonat yang akan berfungsi sebagai katalisator untuk mempercepat proses reaksi (Hamzah & Iqbal, 2008). Atom karbon aktif tersebut akan larut masuk kedalam permukaan baja dan mencapai kedalaman tertentu. Saat proses ini berlangsung, unsur karbon sebagai unsur utama akan masuk kedalam pori-pori permukaan logam melalui proses penyebaran dan dilanjutkan dengan proses pendinginan cepat (*quenching*), sehingga diperoleh permukaan yang lebih baik .

Salah satu sumber katalisator yang bisa digunakan pada proses *carburizing* adalah cangkang kerang dara. Kerang dara banyak terdapat diperairan Indonesia termasuk daerah perairan bangka Belitung. Limbah padat seperti cangkang kerang

dara selama ini lebih banyak dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan tangan seperti hiasan dinding dan sebagai campuran bahan pangan ternak (Jamal et al., 2014). Oleh karena itu perlu pemanfaatan lain untuk menambah nilai guna cangkang kerang dara. Cangkang kerang dara yang kaya akan kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi yakni sebesar 98% (Aguayo Torrez, 2021). Tingginya kadar kalsium cangkang kerang dara tersebut memungkinkan cangkang kerang dara untuk digunakan sebagai sumber katalisator pada proses carburizing. Katalis berpengaruh pada proses carburizing karena mampu mempercepat proses pembentukan gas CO_2 yang digunakan untuk proses difusi karbon pada permukaan baja karbon (Arita et al., 2014).

Sumber karbon yang akan digunakan adalah arang tempurung kelapa. Arang tempurung kelapa merupakan bahan terbaik yang digunakan menjadi karbon aktif karena karbon aktif yang terbuat dari tempurung kelapa memiliki kadar abu yang relatif rendah, reaktifitas yang tinggi dan kelarutan dalam air yang tinggi (Budi et al., 2012). Tempurung kelapa juga merupakan limbah yang mudah didapatkan, banyak juga industri-industri yang mulai memanfaatkan serta mengolah arang tempurung kelapa tersebut menjadi serbuk karbon aktif. Sehingga mempermudah kita untuk mendapatkannya.

Dengan ketersediaan dari arang tempurung kelapa dan cangkang kerang dara yang banyak mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) dan arang tempurung kelapa sebagai sumber karbon. Maka sangat memungkinkan digunakan sebagai sumber karbon dan katalisator pada proses *carburizing*. Oleh karena itu, penulis melakukan studi pemanfaatan serbuk cangkang kerang dara dan serbuk arang tempurung kelapa sebagai sumber karbon dan katalisator pada proses *carburizing* guna memberikan manfaat yang lebih baik bagi lingkungan dan industri baja.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan latar belakang penelitian di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh cangkang kerang dara sebagai katalisator pada proses *carburizing* terhadap nilai kekerasan dan nilai kekuatan *impact* baja St 42
2. Bagaimana pengaruh waktu penahanan pada proses *carburizing* terhadap nilai uji kekerasan dan nilai uji *impact*

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh cangkang kerang dara sebagai katalisator pada proses *carburizing* terhadap nilai kekerasan dan nilai kekuatan *impact* baja St 42.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu penahanan pada proses *carburizing* terhadap nilai uji kekerasan dan nilai uji *impact*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh persentase serbuk cangkang kerang dara dan waktu pada proses *carburizing* terhadap nilai kekerasan dan nilai kekuatan *impact* baja karbon St 42.
2. Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman menambah ilmu tentang peroses *carburizing* untuk meningkatkan kekerasan permukaan pada baja karbon rendah.

1.5 Batasan Masalah

Agar tujuan yang telah dibuat penulis dari penelitian ini tidak menyimpang, sehingga dapat memperoleh data dan informasi lebih mudah maka penulis menetapkan Batasan Masalah sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja St 42, serbuk arang aktif tempurung kelapa sebagai sumber karbon dan serbuk cangkang kerang dara sebagai katalisator pada proses *carburizing*
2. Parameter proses pada penelitian ini adalah sebagai berikut :
 - ❖ Waktu penahanan 3 jam, 6 jam dan 9 jam
 - ❖ Persentase kerang dara 0%, 10%, 20% dan 30%
3. Pengujian yang akan dilakukan adalah pengujian kekerasan dan pengujian *impact*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan pada BAB I, penelitian ini merujuk pada proses *carburizing* dan memiliki referensi dari berbagai sumber sebagai pedoman seperti penelitian sebelumnya dengan proses yang sama. Penelitian ini berfokus pada serbuk cangkang kerang dara sebagai katalisator dan serbuk arang aktif tempurung kelapa sebagai sumber karbon dengan suhu penahanan 900°C terhadap uji kekerasan dan uji *impact* baja karbon St 42. Berikut merupakan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan proses *carburizing* yaitu;

Menurut Aras (2013) melakukan penelitian tentang pengaruh waktu tahan pada proses *pack carburizing* media arang kemiri barium karbonat terhadap sifat mekanik baja karbon rendah. Media karbon yang dipakai adalah arang kemiri dengan presentase berat sebesar 80% dan BaCO_3 sebesar 20%. Proses *pack carburizing* dilakukan pada suhu 950°C waktu proses selama 4 dan 5 jam. Pada hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu 950°C dengan *holding time* selama 5 jam dapat mencapai kekerasan permukaan tertinggi ($370,78 \text{ kg/mm}^2$).

Menurut Irfan (2012) melakukan penelitian tentang *pack carburizing* menggunakan arang kayu asam terhadap sifat mekanik dan struktur mikro terhadap baja yang nilai karbonnya rendah. Pada media karbon yang dipakai yakni arang kayu asam pada persentase berat 80% dan CaCO_3 20%. Proses *pack carburizing* dilakukan pada suhu panas sebesar 900°C dan 950°C dengan waktu penahannya 3 jam. Hasilnya menunjukkan bahwa 950°C memberikan kekuatan keras permukaan tertinggi (609.74 kg/mm^2).

Menurut Iqbal (2007) melakukan penelitian tentang pengaruh variasi temperatur panas terhadap perubahan sifat mekanik pada pelaksanaan pengkarbonan padat baja AISI 1020. Waktu yang digunakan selama proses pengkarbonan adalah 2 jam dengan suhu panas berbeda terdiri dari 850°C , 900°C dan 950°C . Dalam pelaksanaan pengkarbonan, sumber karbonnya adalah arang tempurung kelapa dan diaduk dengan 25% BaCO_3 untuk katalisnya. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa temperatur 950°C memberikan kekerasan permukaan paling tinggi (883 kg/mm²).

2.2 Perlakuan Panas

Perlakuan panas adalah suatu metode untuk merubah sifat logam melalui perubahan struktur mikro dengan memanaskan dan kemudian mendinginkan secara cepat, dengan atau tanpa merubah komposisi kimia logam tersebut.

Proses perlakuan panas melibatkan beberapa tahapan, dimulai dari pemanasan material pada suhu tertentu, yang kemudian diikuti oleh pendinginan menggunakan metode tertentu. Tujuan dari proses perlakuan panas ini adalah agar material memperoleh sifat-sifat mekanik yang diinginkan, seperti kekerasan, ketahanan aus, kekuatan, serta pengambilan kondisi normal material yang mungkin terpengaruh oleh proses pengerjaan sebelumnya.

Proses perlakuan panas dapat dikelompokkan menjadi dua kategori utama:

1. *Perlunakan (softening)*: Bertujuan untuk mengurangi sifat mekanik sehingga material menjadi lebih lunak. Langkah-langkahnya melibatkan dengan mendinginkan material yang telah dipanaskan (*annealing*) atau pendinginan dengan udara terbuka (*normalizing*).
2. *Pengerasan (hardening)*: bertujuan untuk meningkatkan sifat material sehingga kekerasan material dapat ditingkatkan. Proses ini melibatkan pendinginan cepat (*quenching*) material setelah pemanasan, menggunakan media *quenching* seperti air, air laut, air garam, atau oli (Styawan, 2021).

2.3 Pack Carburizing

Penambahan karbon yang dikenal dengan *carburizing* atau karburisasi, dilakukan dengan pemanasan pada temperatur yang cukup tinggi yaitu pada temperatur *austenite* dalam lingkungan yang mengandung atom karbon aktif, sehingga atom karbon aktif berdifusi masuk kedalam permukaan baja sehingga mencapai kedalam tertentu. Setelah terjadi proses difusi dilanjutkan dengan pendinginan secara cepat (*quenching*) untuk mendapatkan permukaan yang lebih keras, liat dan Tangguh bagian tengahnya (Waas, 2020).

Difusi menerapkan pergerakan atom atau molekul dalam suatu bahan yang membentuk komposisi seragam. Hukum pertama Fick menyatakan bahwa difusi suatu unsur dalam bahan substrat merupakan fungsi dari koefisien difusi dan gradien konsentrasi. Gradien konsentrasi adalah jumlah atom yang terdapat disekitar substrat dibandingkan dengan jumlah atom dalam substrat.

Ada beberapa factor yang mempengaruhi laju difusi yaitu temperatur, komposisi, dan waktu (Perdana, 2021). Pendinginan cepat pada proses carburizing bertujuan untuk mendapatkan permukaan yang lebih keras akibat perubahan struktur mikro pada permukaan baja yang telah dilakukan karburisasi. Dari berbagai struktur mikro, *martensite* adalah yang paling keras dan yang paling tahan namun paling getas (Perdana, 2021).

2.4 Baja

Baja merupakan jenis logam yang banyak digunakan dengan unsur karbon sebagai salah satu campuran dasarnya. Selain itu, baja juga mengandung unsur-unsur lain seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya yang jumlahnya terbatas dalam hal kimianya, baja dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis utama, yakni salah satunya yaitu baja karbon (H.Sardjono, Eri, 2009).

2.4.1 Baja Karbon

Berdasarkan jumlah kandungan karbonnya baja karbon dikelompokkan menjadi 3 jenis, yaitu:

1. Baja Karbon Rendah

Baja karbon rendah yang juga dikenal sebagai *Low Carbon Steel*, umumnya mengandung karbon kurang dari 0,25%. Pembentukan *martensite* sulit dilakukan pada struktur materialnya, sehingga baja karbon rendah menonjol dengan keuletan dan ketangguhan yang tinggi. Selain itu, baja ini memiliki kemampuan mesin dan las yang baik (Nurharyanto, 2009).

2. Baja Karbon Sedang

Baja karbon sedang yang dikenal sebagai *Medium Carbon Steel*, memiliki kandungan karbon antara 0,2% hingga 0,5%. Proses perlakuan panas,

seperti *quenching* yang diikuti dengan tampering, dapat diterapkan untuk meningkatkan sifat mekaniknya. penggunaan umum baja karbon sedang melibatkan roda gigi, poros, dan komponen mesin lainnya yang memerlukan kombinasi kekuatan, ketahanan aus, dan ketangguhan material (Nurharyanto, 2009).

3. Baja karbon tinggi

Baja karbon tinggi dikenal juga sebagai *High Carbon Steel*, memiliki kadar karbon melebihi 0,6%. Baja ini terkenal (Arifin et al., 2017). dengan sifat keras kekuatan tinggi, meskipun memiliki Tingkat keuletan yang rendah dibandingkan dengan baja karbon lainnya. Biasanya, digunakan untuk aplikasi yang memerlukan Tingkat ketahanan aus atau gesekan yang tinggi. Untuk meningkatkan kekerasan, kekuatan, dan ketahanan aus atau gesekan, baja karbon tinggi dapat ditambah dengan unsur-unsur seperti krom, vanadium, tungsten, dan melibdenum (Nurharyanto, 2009).

2.4.2 Baja St 42

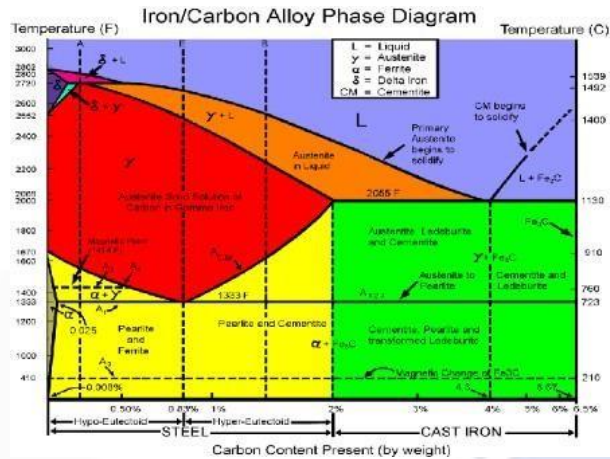
Baja karbon St 42 memiliki sifat mekanis terutama kekerasan dan keuletan kurang sesuai dengan kebutuhan yang ada. Baja St 42 adalah jenis baja konstruksi yang mempunyai kandungan 0,07-0,10% C, 0,15-0,25% Si, 0,03% P, 0,035% S, dan 0,3-0,6% Mn. Baja St 42 dengan kandungan karbon dibawah 0,25% termasuk kedalam kelompok baja karbon rendah (*low-carbon steel*). Kelompok baja ini masih mungkin untuk ditambah kandungan karbonnya, agar meningkat kemampuan untuk bisa dikeraskan. Untuk mendapatkan suatu konstruksi bahan yang keras pada permukaan dan ulet pada bagian inti baja maka dilakukan proses *carburizing* (Shaifudin, 2018).

2.5 Diagram besi-karbon (Fe-C)

Sifat mekanik baja sangat tergantung pada struktur mikronya, dan proses perlakuan panas memungkinkan perubahan struktur mikro ini. Baja yang merupakan Paduan besi dengan kandungan karbon hingga sekitar 1,5% memiliki unsur kunci, yakni karbon (C). Besi dengan kandungan karbon diatas 1,5% dikenal sebagai besi cor (*cast iron*). Kandungan karbon dalam baja memainkan peran penting dalam transformasi yang terjadi pada rentang temperatur tertentu selama

proses pemanasan dan pendinginan(Sumiyanto, 2012).

Diagram fasa, yang merupakan representasi visual, menggambarkan hubungan antara temperatur Dimana perubahan fasa terjadi selama proses perlakuan panas . Diagram ini menjadi dasar pemahaman untuk berbagai proses perlakuan panas pada baja.



Gambar 2. 1 Diagram besi-karbon (Fe-C)

2.6 Quenching

Quenching adalah pendinginan baja yang melibatkan Langkah-langkah tertentu. Pertama, logam dipanaskan hingga mencapai suhu *austenite* yang sama, dengan memperhatikan waktu tertentu untuk mencapai suhu yang diinginkan. Langkah selanjutnya melibatkan pendingin seperti, air, oli, atau air garam (Styawan, 2021). Pendinginan yang cepat ini guna mencegah fasa *austenite* untuk berubah menjadi *ferite* atau *pearlite* karena kurangnya waktu bagi atom karbon yang terlarut kedalam *austenite* yang berdifusi, sehingga terjadi pembentukan *martensite*. *Martensite* merupakan struktur yang sangat keras dan bergantung pada karbon. Secara umum, *quenching* dilakukan dengan tujuan untuk menghasilkan baja yang memiliki tingkat kekerasan yang tinggi.

1. Air

Air adalah senyawa kimia dengan rumus H₂O. artinya molekul air tersusun atas dua atom hydrogen terikat secara kovalen pada satu atom oksigen. Air memiliki sifat tidak berwarna, tidak terasa dan tidak berbau. Air memiliki titik beku 0°C sementara titik didihnya berada pada 100°C

(Halliday dan Resnick, 1985). Koefisien viskositas air adalah 0,001 Pa.s pada suhu 20°C (Perdana, 2021).

Dalam proses pendinginan, air dianggap lebih efisien dari oli karena kemampuannya menyerap panas dengan cepat dan mampu memberikan daya pendinginan yang lebih tinggi dibandingkan minyak. Kemampuan daya serap panas air diperkirakan 10 kali lebih besar dari pada minyak (Soedjono, 1978). Sehingga dapat menghasilkan kekerasan dan kekuatan yang optimal pada baja. Meskipun demikian, penggunaan air dalam pendinginan dapat memunculkan beberapa isu, termasuk tegangan dalam, distorsi, dan retak pada baja (Gary, 2011).

2.7 Katalisator

Katalis adalah suatu zat atau substansi yang dapat mempercepat reaksi (mengarahkan atau mengendalikan) tanpa terkonsumsi oleh reaksi, tetapi bukan tanpa bereaksi. Katalis mempengaruhi laju reaksi, tanpa mengalami perubahan secara kimia pada akhir reaksi. Proses yang dilakukan oleh katalis ini disebut katalisis. Istilah *negative catalyst* (*inhibitor*) mengacu pada zat yang menghambat atau memperlambat reaksi (Styawan, 2021).

Katalis dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Katalis homogen

Homogen adalah katalis yang memiliki fasa yang sama dengan reaktan dan produk. Penggunaan katalis homogen ini mempunyai kelemahan yaitu dapat mencemari lingkungan dan tidak dapat digunakan kembali. Selain itu, katalis homogen biasanya hanya digunakan pada skala laboratorium atau pada industri bahan kimia tertentu, sulit dilakukan secara komersial, pengerjaan dalam fasa cair dibatasi pada kondisi suhu dan tekanan sehingga peralatan yang lebih kompleks dan perlu dilakukan pemisahan antara produk dan katalis.

2. Katalis heterogen

Katalis heterogen merupakan katalis yang fasanya tidak sama dengan reaktan dan produk. Katalis heterogen umumnya terbentuk padat dan sering digunakan pada reaktan berbentuk cair dan gas.

2.7.1 Kerang Dara

Cangkang kerang dara mengandung beberapa senyawa kimia penting yang dapat digunakan oleh manusia. Cangkang kerang dara memiliki senyawa kimia seperti kitin, kalsium karbonat, kalsium hidroksiapatit dan kalsium fosfat (Masindi dan Herdyastuti, 2017). Kerang dara mengandung sebagian besar mineral yaitu kalsium yang dapat digunakan untuk mensintesis hidroksiapatit. Senyawa hidroksiapatit diperoleh dari hasil sintesis kalsium dan fosfat. Kandungan kalsium pada cangkang kerang dara sebesar 28,85% (Anggraini, 2016).

Menurut Ahmad (2017) mengatakan bahwa limbah cangkang kerang mengandung kalsium karbonat yang tinggi yakni sebesar 98% yang berpotensi untuk dimanfaatkan. Hasil penelitian yang dilakukan Anggraini (2016) menyatakan bahwa pada cangkang kerang dara mengandung kalsium karbonat sebesar 98,99 %, sedangkan 4 hasil penelitian Bharatham et al (2014) kandungan kalsium karbonat pada cangkang kerang dara sebesar 96 %. Umumnya kalsium karbonat (CaCO_3) oleh karena itu , pada penelitian ini menggunakan cangkang kerang dara sebagai katalis.

2.8 Karbon Aktif

Karbon aktif adalah senyawa karbon yang mengalami peningkatan daya absorpsinya melalui proses aktivasi. Proses aktivasi melibatkan penghilangan hidrogen, gas-gas, dan air dari permukaan karbon, mengakibatkan perubahan fisik pada permukaannya. Aktivasi ini dipicu oleh pembentukan gugus aktif hasil interaksi radikal bebas pada permukaan karbon dengan atom-atom seperti oksigen dan nitrogen.

Karbon aktif memiliki komposisi sekitar 87 hingga 97% karbon, sementara sisanya terdiri dari hidrogen, oksigen, sulfur, dan nitrogen, bersama dengan senyawa-senyawa lain yang terbentuk selama proses pembuatan. Volume pori-pori karbon aktif biasanya melebihi $0,2 \text{ cm}^3/\text{gram}$, bahkan terkadang melebihi $1 \text{ cm}^3/\text{gram}$. Luas permukaan internal karbon aktif yang telah diuji cenderung lebih dari $400 \text{ m}^2/\text{gram}$, bahkan dapat mencapai lebih dari $1000 \text{ m}^2/\text{gram}$ (Lubis et al., 2020).

Karbon aktif dapat dihasilkan dari berbagai bahan dasar yang mengandung karbon, seperti batu bara, tempurung kelapa, tempurung kelapa sawit, *petrol coke*, limbah pinus, dan kayu. Pemilihan bahan dasar ini tidak hanya memengaruhi kapasitas adsorpsi dan kinetika karbon aktif, tetapi juga membentuk struktur pori-pori besar yang dapat diamati melalui *Scanning Electron Micrographs* (SEM). Sebagai contoh, karbon aktif yang dibuat dari kayu cenderung memiliki struktur pori-pori besar yang lebih teratur jika dibandingkan dengan karbon aktif yang dibuat dari batu bara.

2.8.1 Proses Pembuatan Karbon Aktif

Umumnya, produksi karbon aktif melibatkan dua tahap utama, yakni proses karbonisasi pirolitik pada bahan dasar dan aktivasi. Selama karbonisasi, komponen yang mudah menguap dilepaskan, dan karbon mulai membentuk struktur pori-pori, yang kemudian ditingkatkan selama tahap aktivasi dengan membuka pori-pori yang masih tertutup serta meningkatkan ukuran dan jumlah pori-pori kecil yang sudah terbentuk (Jamilatun & Setyawan, 2014).

Dua metode umum dalam pembuatan karbon aktif adalah metode langsung dan tidak langsung. Pada metode langsung, bahan dasar dibentuk sebelum melalui proses karbonisasi dan aktivasi, diikuti dengan penyaringan produk akhir. Metode ini sering digunakan untuk bahan dasar seperti tempurung kelapa, batu bara padat, dan bahan lain yang menghasilkan karbon aktif berbentuk serbuk atau *Powdered Activated Carbon* (PAC).

Sementara itu, metode tidak langsung digunakan untuk bahan dasar seperti batu bara muda, gambut, dan *petrol coke*. Untuk jenis karbon aktif ini, proses rekonstitusi dan pra-pemrosesan diperlukan selain tahapan pada metode langsung. Sebagai contoh, pada karbon aktif dari batu bara muda, pra-pemrosesan diperlukan untuk mengontrol kehilangan pori-pori kecil selama karbonisasi yang disebabkan oleh pembengkakan dan pelembutan batu bara. (Jamilatun & Setyawan, 2014).

2.8.2 Arang aktif tempurung kelapa

Karbon aktif bisa dihasilkan dari beragam bahan dasar selama bahan tersebut mengandung unsur karbon. Salah satu bahan dasar yang sering digunakan untuk membuat karbon aktif adalah tempurung kelapa. Tempurung kelapa kaya akan

lignoselulosa, terdiri dari 62% selulosa dan hemiselulosa sebagai polimer linier dari glukosa, dan juga mengandung 35% lignin sebagai polimer tiga dimensi dari alkohol aromatik. Sejalan dengan itu, sekitar 3% sisanya terdiri dari zat intraselular dalam tempurung kelapa (Atmayudha, 2007).

Tempurung kelapa dipilih sebagai bahan dasar karbon aktif karena kandungan karbonnya yang melimpah dan ketersediaannya secara komersial. Hal ini membuatnya dianggap sebagai opsi terbaik tanpa perlu melalui proses pembentukan menjadi pellet sehingga lebih ekonomis dan efisien. (Atmayudha, 2007).

Tempurung kelapa yang ideal untuk karbon aktif seharusnya sudah tua, dengan kayu yang keras dan kadar air yang rendah. Ini memastikan proses pengarangan dan pematangan berjalan dengan baik dan merata. Kadar air yang tinggi, tinggi menandakan kelapa belum cukup tua, yang dapat memperlambat proses pengarangan

2.9 Pengujian

2.9.1 Kekerasan

Tujuan pengujian kekerasan rockwell adalah untuk memastikan kekerasan suatu material dengan mengukur ketahanannya terhadap benda uji yang berbentuk bola baja yang ditekan atau kerucut intan. Uji kekerasan *Brinell* dan *Rockwell* hampir sama, secara khusus, angka kekerasan yang ditentukan merupakan komponen tingkat spesial. Tergantung pada kondisi pengujian, tumpukkan dan indentor berbeda digunakan. Tes *Brinell*, sebaliknya, menghasilkan lekukan yang lebih kecil dan halus dengan menggunakan indentor dan beban yang lebih kecil (Davis *et al.*, 1955).

Rockwell adalah metode yang biasanya paling sering digunakan karena mudah digunakan dan tidak memerlukan keahlian khusus. Untuk bahan logam dan bahan campuran digunakan campuran variasi beban dan indentor, mulai dari bahan lunak hingga bahan keras. Indentor terdiri dari dua yaitu bola baja keras dengan ukuran 1/16, 1/8, 1/4, 1/2 inch (1.588; 3.175; 6.350; 12.70 mm) dan intan kerucut yang menentukan angka kekerasan (*hardness number*) berdasarkan perbedaan kedalaman penetrasi indentor, dengan memberikan beban kecil yang diikuti dengan

beban major yang lebih besar. Uji kekerasan *rockwell* dibagi menjadi empat kategori berdasarkan besar kecilnya beban minor dan mayor: a) *rockwell* dengan beban minor 10 kg; b) *rockwell* dengan beban mayor 60 kg, 100 kg, 150 kg; c) *rockwell* dengan superfisial beban minor sebesar 3 kg; dan d) *rockwell* dengan superfisial beban mayor 15 kg, 30 kg, 45 kg.

Dalam pengujian *rockwell*, skala umum yang sering digunakan: HRA untuk material sangat keras, HRB untuk material lunak, dan HRC untuk material dengan kekerasan sedang. Indentor HRB berbentuk bola baja dengan diameter 1/16 inch dan beban uji 100 Kgf. Indentor HRC berbentuk kerucut intan dengan sudut puncak 120 derajat dan beban uji 150 Kgf.

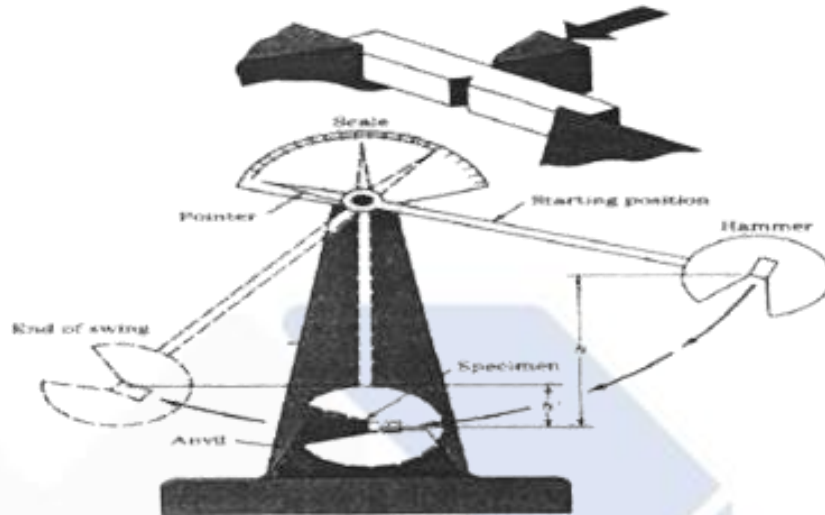
2.9.2 Uji Impact

Uji laju regangan tinggi yang umum dikenal sebagai pengujian *impact charpy* atau *charpy v-notch* mengukur jumlah energi yang diserap oleh material selama patahan, dimana energi yang diserap bekerja dan mengukur ketangguhan material tertentu serta sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet-getas (Endramawan & Sifa, 2013). Karena metode ini mudah dibuat dan diterapkan, metode ini sering digunakan dalam industri yang kritis terhadap keselamatan. Selain itu, hasil tes bisa didapatkan dengan cepat dan biaya murah.

Uji impak charpy dikembangkan pada tahun 1905 oleh peneliti Perancis yaitu *Georges Charpy*, dimana untuk memahami persoalan keretakan kapal pada masa Perang Dunia II memerlukan pengujian ini (Ongki Rio Irfany, 2021). Pada masa sekarang, metode pengujian material ini digunakan di banyak industri yang berbeda untuk menguji material yang digunakan untuk membangun kapal, jembatan dan untuk mengetahui bagaimana kondisi alam (seperti angin topan, gempa bumi, dan lain sebagainya) memengaruhi material yang digunakan di berbagai aplikasi industri.

Dengan menerapkan beban statis yang tidak terduga pada benda yang akan diuji secara statik, pengujian impak *charpy* ini bertujuan untuk memastikan fleksibilitas atau kelemahan material (spesimen). Benda uji dibuat terlebih dahulu dibuat takikan sesuai dengan standar ASTM E23. Dari hasil pengujian pada benda uji tersebut akan berubah bentuk. Berdasarkan keuletan dan/atau kegetasan benda

uji, bentuk benda uji dapat bermacam-macam, misalnya bengkok atau patah (Endramawan & Sifa, 2013).



Gambar 2.2 Ilustrasi Pengujian *Impact* dengan Benda Uji *Charpy*

Besarnya energi impact (*joule*) dapat dilihat pada skala mesin uji. Sedangkan, besarnya energi impact dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Ongki Rio Irfany, 2021) :

$$E = E_p - E \dots\dots\dots (2.1)$$

$$E = m.g. (h_1 - h_2) \dots\dots\dots (2.2)$$

$$E = m.g. \lambda. (\cos Q - \cos a) \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

E_p = Energi Potensial

E_m = Energi Mekanik

m = Berat Pendulum (Kg)

g = Gravitasi 9,81 m/s²

h_1 = Jarak awal antara pendulum dengan benda uji (m)

h_2 = Jarak akhir antara pendulum dengan benda uji (m)

λ = Jarak lengan pengayun (m)

$\cos \alpha$ = Sudut posisi awal pendulum

$\cos \beta$ = Sudut posisi akhir pendulum

Energi impak harus dibagi dengan luas penampang efektif spesimen (A) untuk mengetahui *impact strength* (IS), sehingga:

$$IS = \frac{E}{A} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana:

E = energi yang diserap (joule)

A = luas area penampang dibawah takik (mm²)

Spesimen uji impak *charpy* digunakan sesuai dengan standar ASTM E23. Dimana, benda uji berukuran 10 x 10 x 55 mm (tinggi x lebar x panjang). Sementara, posisi takik berada di tengah dengan kedalaman 2 mm dari permukaan benda uji dan sudut takik 45°(Endramawan & Sifa, 2013).

2.10 Metode Desain Full Factorial

Metode desain *full factorial* digunakan untuk mengevaluasi efek intraksi dari berbagai faktor terhadap variabel respon dalam suatu eksperimen. Dengan memeriksa semua kombinasi mungkin dari tingkat-tingkat *factorial* yang terlibat, metode ini memberikan pemahaman komprehensif 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 (Ahmad et al., 2019).

Dalam analisis ANOVA pada rancangan eksperimen faktorial, penentuan terhadap hipotesis nol (H0) bergantung pada perbandingan antara nilai Fhitung dan nilai Ftabel pada tingkat signifikansi yang telah ditentukan, umumnya sekitar 0,05. Jika Fhitung melebihi nilai Ftabel, atau jika nilai p (probabilitas) kurang dari tingkat signifikansi (α), keputusan yang diambil adalah menolak H0. Sebaliknya, jika Fhitung lebih kecil dari Ftabel atau jika nilai p lebih besar dari α , H0 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

$$SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ijk}^2 - \frac{y^2}{abn} \dots\dots\dots (2.5)$$

2. Jumlah Kuadrat Mean

$$\text{Adj MS : DF} \dots\dots\dots (2.6)$$

3. Jumlah Kuadrat Faktor

$$SS_{\text{Waktu Penahanan}} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_i^2 - \frac{y^2}{abn} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$SS_{\text{Persentase kerang}} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b y_j^2 - \frac{y^2}{abn} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$SS_{A \times B} = \frac{1}{n} \sum_{a=1}^a \sum_{b=1}^b y_{ij}^2 - \frac{y^2}{abn} - SS_{LP} - SS_{FV} \dots\dots\dots (2.9)$$

4. Jumlah Kuadrat Error

$$jke = jkt - jkm - jkf = \dots\dots\dots (2.10)$$

5. F hitung

$$\text{Adj MS : Error (Adj MS)} \dots\dots\dots (2.11)$$

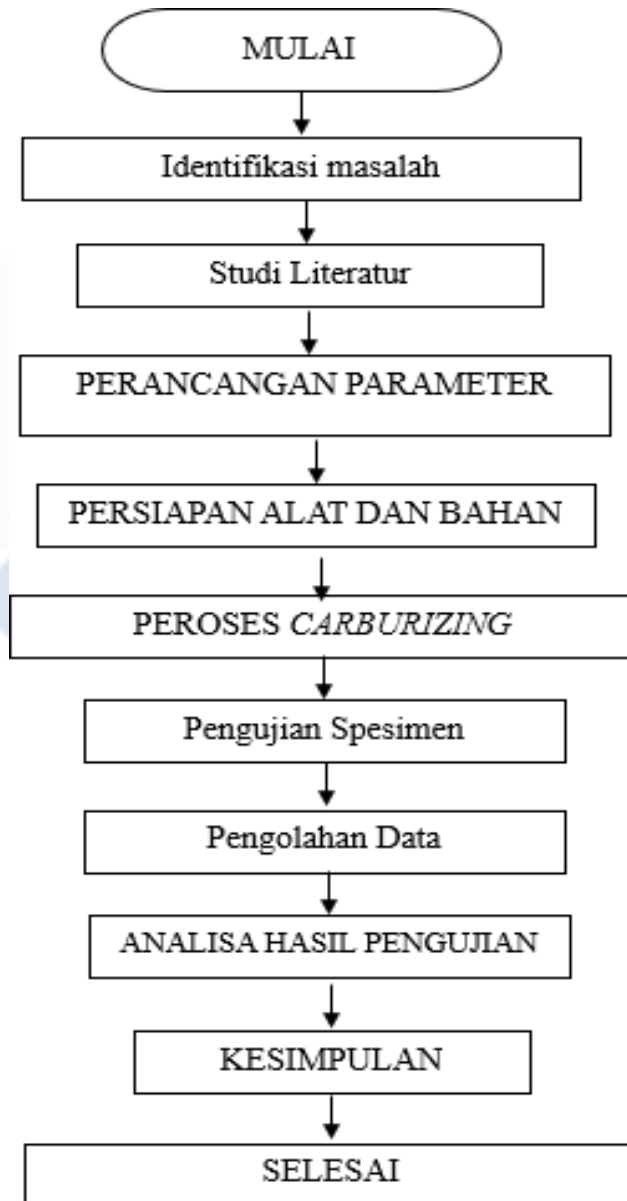
6 DF

$$\text{Jumlah level} - 1 \dots\dots\dots (2.12)$$

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian dapat dijelaskan melalui diagram alir penelitian dibawah ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Identifikasi masalah

Suatu penelitian dapat dilakukan karena adanya suatu masalah atau fenomena yang memiliki potensi untuk dipecahkan permasalahannya. Oleh karena itu, proses identifikasi masalah merupakan Langkah awal dalam proses penelitian yang mana untuk mengetahui masalah yang perlu diteliti dengan cara mengamati pokok permasalahan yang akan diteliti.

3.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mengakses berbagai sumber referensi, termasuk jurnal ilmiah, karya tulis ilmiah, buku dan materi yang tersedia secara daring. Fokus penelitian ini adalah untuk memahami metode penelitian uji terhadap penggunaan kerang dara sebagai katalisator dalam proses *carburizing*. Dalam pendekatan ini, peneliti melakukan pencarian dan analisa terhadap data serta teori yang telah dilakukan para peneliti terdahulu terkait penggunaan cangkang kerang dara sebagai katalisator dalam proses *carburizing*.

3.4 Perancangan parameter

penelitian ini menggunakan metode desain faktorial. Waktu penahanan dan variasi serbuk cangkang kerang sebagai faktor yang memiliki Tiga level. Level antar parameter dapat dipangkatkan dengan banyaknya faktor sehingga didapatkan 9 kombinasi parameter dengan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga banyak data yang diperoleh yaitu 27 data, dengan 0% cangkang kerang dara sebagai pembanding.

3.5 Alat dan bahan

Pada proses pembuatan spesimen penelitian ini dilakukan laboratorium LAPALO Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dan untuk pengambilan data uji kekerasan dan uji impact dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung (POLMAN BABEL). Berikut ini bahan dan alat yang digunakan pada penelitian.

3.5.1 Alat Yang Digunakan

1. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang arang dan serbuk kerang yang akan digunakan untuk proses *carburizing* sesuai dengan persentase berat arang dan cangkang kerang dara yang diperlukan.



Gambar 3. 2 Gambar timbangan digital

2. Mesin frais

Mesin frais digunakan untuk mengilangkan karat dan meratakan permukaan pada material yang digunakan.



Gambar 3. 3 Mesin frais

3. Mesin las

Mesin las digunakan untuk membuat kotak atau wadah untuk proses *carburizing*.



Gambar 3. 4 Gambar mesin las

4. Kotak atau wadah pada saat proses *carburizing*

Kotak atau wadah digunakan untuk meletakkan benda, arang dan serbuk cangkang kerang.



Gambar 3. 5 Gambar kotak/wadah

5. Oven

Oven digunakan untuk tempat proses melakukan *heatretmen* atau pemanasan pada saat proses *carburizing*.



Gambar 3. 6 Gambar oven/tungku

6. Alat uji *impact*

Uji *impact* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengetahui kekuatan, kekerasan, serta keuletan material. Pengujian *impact* ini dilakukan di laboratorium polman babel.



Gambar 3. 7 Alat uji impact

7. Alat uji kekerasan rockwell hardness tester

Alat uji kekerasan digunakan untuk mengetahui sifat mekanik dari suatu material pada saat sebelum dan sesudah proses *carburizing*.



Gambar 3. 8 Gambar alat uji kekerasan

3.5.2 Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian

1. Baja St 42

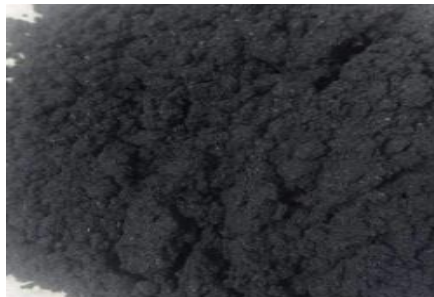
Baja St 42 digunakan sebagai material uji pada proses *carburizing*.



Gambar 3. 9 Gambar baja St 42

2. Arang aktif tempurung kelapa

Serbuk arang aktif tempurung kelapa digunakan sebagai sumber karbon pada proses *carburizing*.



Gambar 3. 10 Serbuk Arang Aktif Tempurung Kelapa

3. Serbuk cangkang kerang dara

Serbuk cangkang kerang dara digunakan sebagai katalisator pada proses *carburizing*.



Gambar 3. 11 Serbuk cangkang kerang

4. Air

Air digunakan sebagai media pendingin/*quenching* pada proses *carburizing*.



Gambar 3. 12 Media pendingin air

3.6 Pembuatan benda uji

Material yang akan diuji pada penelitian ini adalah baja karbon rendah St 42. Sedangkan banyaknya benda uji adalah 36 buah, untuk proses *carburizing* menggunakan persentase 10%, 20%, 30% cangkang kerang dara dengan waktu yang berbeda masing 3 jam, 6 jam, 9 jam. dengan proses karburisasi 0% cangkang kerang dara yang digunakan sebagai pembanding dalam penelitian ini. Adapun prosedur penelitian pada tugas akhir ini terbagi menjadi beberapa tahapan antara lain sebagai berikut:

a. Pemotongan spesimen

Pemotongan spesimen dilakukan dengan menggunakan gerinda tangan.

Dengan ukuran dengan ukuran tinggi 12 mm, lebar 12 mm dan Panjang 58 mm. dilanjutkan dengan proses pengfraisan untuk merapikan permukaan sesuai dengan metode standar *charpy*, batang uji memiliki spesifikasi dengan luas penampang 10 mm × 10 mm × 55 mm batang uji memiliki spesifikasi dengan luas penampang 10 mm × 10 mm × 55 dengan takikan yang berbentuk v. proses pembebanan uji *impact* pada metode *charpy* dilakukan dengan sudut 45⁰, dengan kedalaman takik 2 mm. sebanyak 36 buah.

b. Proses pengamplasan

Proses ini menggunakan amplas ukuran 500, 1000, dan 1200. Proses pengamplasan ini bertujuan untuk mengilangkan karat pada permukaan spesimen.

3.6.1 Proses carburizing

Langkah-langkah proses karburisasi adalah sebagai berikut:

1. Mencampurkan serbuk cangkang kerang dengan persentase 10%, 20%,30% dengan lama waktu yang berbeda yaitu 3 jam, 6 jam,dan 9 jam.
2. Benda kerja dimasukkan ke dalam kotak karburisasi yang telah diisi campuran arang aktif tempurung kelapa ($BaCO_3$) dan serbuk cangkang kerang dara sebagai katalisator kemudian kotak ditutup. Peletakan benda kerja di dalam kotak harus diperhatikan dengan baik. Seluruh permukaan benda kerja harus tertutup seluruhnya oleh campuran serbuk arang aktif tempurung kelapa dan cangkang kerang dara. Jarak antara benda kerja dan dinding-dinding kotak harus sama.
3. Kotak yang telah diisi benda kerja dimasukkan kedalam oven sampai mencapai suhu 900⁰C. setelah mencapai suhu 900⁰C tercapai. Kemudian ditahan sesuai variasi waktu yang telah ditentukan yaitu 3 jam, 6 jam, dan 9 jam.
4. Kotak dikeluarkan dari oven sesuai dengan variasi waktu yang ditentukan, dan dilanjutkan dengan proses *quenching* dengan menggunakan air.

3.7 Pengujian Spesimen

1. Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan baja karbon yang diperoleh setelah mengalami proses karburisasi. Uji kekerasan dilakukan dengan metode *rockwell*. Pengambilan data uji dilakukan sebanyak tiga titik identitas Pengujian kekerasan.

2. Pengujian Impact

Sedangkan uji *impact* dilakukan dengan metode *charpy* dan metode pembuatan spesimen mengacu pada standar ASTM E23. Spesimen yang digunakan dalam uji *impact* dibuat dengan pengulangan 3 spesimen kemudian diambil rata-ratanya.

3.8 Pengolahan Data

Selanjutnya data dari pengujian kekerasan dan pengujian *impact* dimasukkan kedalam tabel dan grafik. Untuk mengetahui kelayakan arang aktif tempurung kelapa dan serbuk cangkang kerang dara pada saat proses *carburizing*. Berikut ini tabel pengujian kekerasan dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabal 3.1 Data pengujian kekerasan

No	Lama penahanan	Persentase serbuk cangkang kerang	Nilai kekerasan (HRC)			Rata-rata
			Spesimen			
			1	2	3	
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%				

Berikut ini tabel pengujian *impact* dapat dilihat pada tabel 3.2 dibawah ini.

Tabal 3. 2 Pengujian *Impact*

No	Lama penahanan	Persentase serbuk cangkang kerang	Nilai impact (j/mm ²)			Rata-rata
			Spesimen			
			1	2	3	
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%				

3.9 Analisa Data

Analisis data pada penelitian ini menggunakan metode desain faktorial. Waktu penahanan dan variasi serbuk cangkang kerang sebagai faktor yang memiliki Tiga level. Level antar parameter dapat dipangkatkan dengan banyaknya faktor sehingga didapatkan 9 kombinasi parameter dengan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga banyak data yang diperoleh yaitu 27 data, dengan 0% cangkang kerang dara sebagai pembanding.

Tabal 3. 3 Level dan parameter uji

Faktor	Level		
Waktu penahanan	3 jam	6 jam	9 jam
Persentase cangkang kerang dara	10%	20%	30%

Tabal 3. 4 Desain *full factorial*

Ekprimen	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	9Jam	20%
9	9 Jam	30%

Tabal 3. 5 Uji ANOVA

Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F tabel	F hitung
Waktu penahanan					
Persentase kerang					
Error					
Total					

3.10 Kesimpulan

Pada bagian ini menandai tahap penelitian yang paling akhir. Dengan mempertimbangkan berbagai hasil data penelitian yang diperoleh dari penelitian, penelitian Menyusun sebuah kesimpulan dan saran sebagai respon terhadap tujuam yang ditetapkan.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Data Uji Kekerasan Tanpa Katalisator

Tabel 4.1 Data nilai uji kekerasan tanpa katalisator

NO	Waktu penahanan	Persentase kerang dara	Uji kekerasan (HRC)			Rata-rata
			Spesimen			
			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

4.2 Proses pengambilan data

Setelah spesimen uji melalui proses *carburizing* selanjutnya menyiapkan peralatan yang digunakan untuk proses pengujian kekerasan seperti alat uji kekerasan *hardness* tester. Setelah menyiapkan peralatan tersebut uji kekerasan pada spesimen dengan titik pengujian yang berbeda-beda dengan titik pengujian sebanyak tiga titik. Berikut gambar proses pengujian kekerasan pada spesimen ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Proses pengujian kekerasan

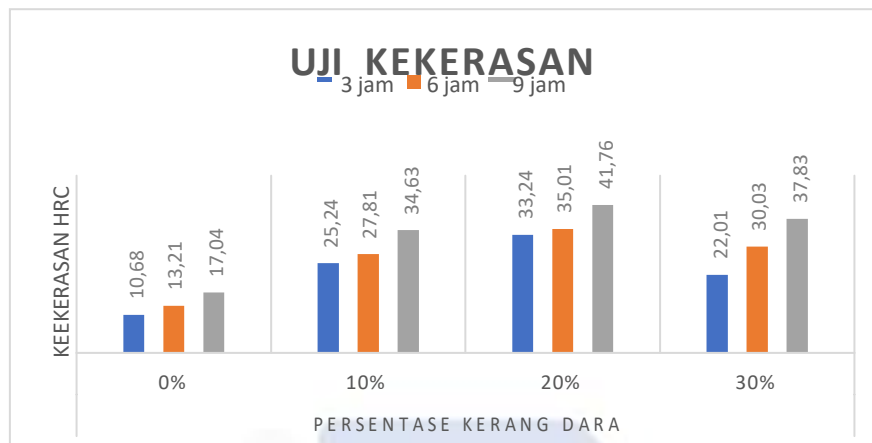
4.3 Data pengujian Kekerasan Dengan Katalisator

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan alat kekerasan *portable*. Dimana nilai kekerasan didapatkan secara otomatis ketika alat uji ditekan dan nilai kekerasan langsung terbaca dilayar alat uji *portable*. Nilai kekerasan ditunjukkan pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Data nilai kekerasan dengan katalisator

	Waktu penahanan	Persentase kerang dara	Uji kekerasan			Rata-rata
			Spesimen			
			1	2	3	
1	3 jam	10%	25,5	24,7	28,53	25,24
2	3 jam	20%	32,3	25,70	41,73	32,24
3	3 jam	30%	18,8	19,3	24,73	22,01
4	6 jam	10%	24,03	20,57	35,07	27,81
5	6 jam	20%	30,33	36,83	33,2	35,01
6	6 jam	30%	30,90	37,36	30,03	30,03
7	9 jam	10%	27,77	45,93	34,63	34,63
8	9 jam	20%	37,17	46,27	36,03	41,71
9	9 jam	30%	42,4	33,03	33,37	37,83

Berdasarkan tabel 4.1 dan 4.2 jika dibuat dalam bentuk grafik maka didapatkan sebuah grafik seperti pada gambar grafik 4.2 dibawah ini.



Gambar 4. 2 Grafik Nilai Kekerasan Setelah proses carburizing

Berdasarkan hasil nilai kekerasan pada table 4.2 serta pada grafik 4.2, terdapat perbedaan nilai kekerasan, Perbedaan ini dipengaruhi oleh benda uji yang menggunakan waktu *carburizing* dan persentase serbuk cangkang kerang dara yang berbeda. Perbedaan ini menyebabkan nilai kekerasan paling tinggi dan paling rendah. Nilai kekerasan paling tinggi terdapat di waktu *carburizing* 3 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang dara 20% dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 33,24 HRC. Waktu *carburizing* 6 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang dara 20% dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 35,01 HRC. Waktu *carburizing* 9 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang dara 20 % dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 41,76 HRC. Jika dilihat dari tabel 4.1 nilai kekerasan tanpa serbuk cangkang kerang dara (0%) didapatkan nilai kekerasan 15,14 HRC dengan waktu *carburizing* 3 jam, nilai kekerasan 17,47 HRC dengan waktu *carburizing* 6 jam, 18,82 HRC dengan waktu *carburizing* 9 jam. Jadi berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan nilai kekerasan baja ST 42 bertambah jika melakukan proses *carburizing* dengan persentase kerang dara 20%

4.3.1 Analysis Of Variance Kekerasan

Setelah data uji kekerasan didapatkan maka data tersebut dihitung menggunakan *Analysis of variance* dengan menggunakan *software excel* dan diverifikasi menggunakan *software minitab (Minitab License)*, perhitungan uji *Analysis of Variance* dapat dilihat pada lampiran. Berikut ini tabel hasil perhitungan uji *Analysis of Variance* dapat ditunjukkan pada tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data analisis variasi uji kekerasan.

Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F hitung	F tabel
Waktu penahanan	2	5122	2561,1	7,95	3,44
Persentase kerang	2	1674	837,2	2,60	3,44
Error	22	7083	329,4		
Total	26	13879			

Adapun hipotesis null pada penelitian ini adalah

1. H_0 = perbedaan lama waktu penahanan tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan sempel uji.
2. H_1 = perbedaan lama waktu penahanan berpengaruh terhadap nilai kekerasan sempel uji.
3. H_0 = perbedaan persentase cangkang kerang tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan sempel uji.
4. H_1 = perbedaan persentase cangkang kerang berpengaruh terhadap nilai kekerasan sempel uji.
5. Hipotesis tersebut dilakukan kriteria Uji sebagai berikut :

H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 gagal ditolak. Keputusan yang diambil terhadap hasil *Analysis of Variance* data eksperimen untuk nilai kekerasan yaitu :

KESIMPULAN:

1. Hasil perhitungan dari faktor A (lama waktu penahanan), nilai dari f-hitung $>$ f-tabel sehingga gagal menolak H_1 . Dapat disimpulkan bahwa lama waktu penahanan mempengaruhi nilai kekerasan.
2. Dari perhitungan dari faktor B (persentase serbuk cangkang kerang dara), nilai dari f-hitung $<$ f-tabel sehingga gagal menolak H_1 . Dapat disimpulkan bahwa persentase serbuk cangkang kerang dara tidak mempengaruhi nilai kekerasan.

4.4 Data Uji *Impact* tanpa Katalisator

Tabel 4.4 Data uji impact tanpa katalisator

	Waktu penahanan	Persentase kerang dara	Uji impact j/mm^2			Rata-rata
			Spesimen			
			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

4.5 Proses Pengambilan Data

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*. 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. Berikut gambar proses pengujian *impact* pada spesimen ditunjukkan pada gambar 4.3 serta hasil gambar spesimen yang telah di uji kekerasan ditunjukkan pada gambar 4.4.



Gambar 4.3 Gambar alat uji impact



Gambar 4. 4 Gambar patahan benda uji impak

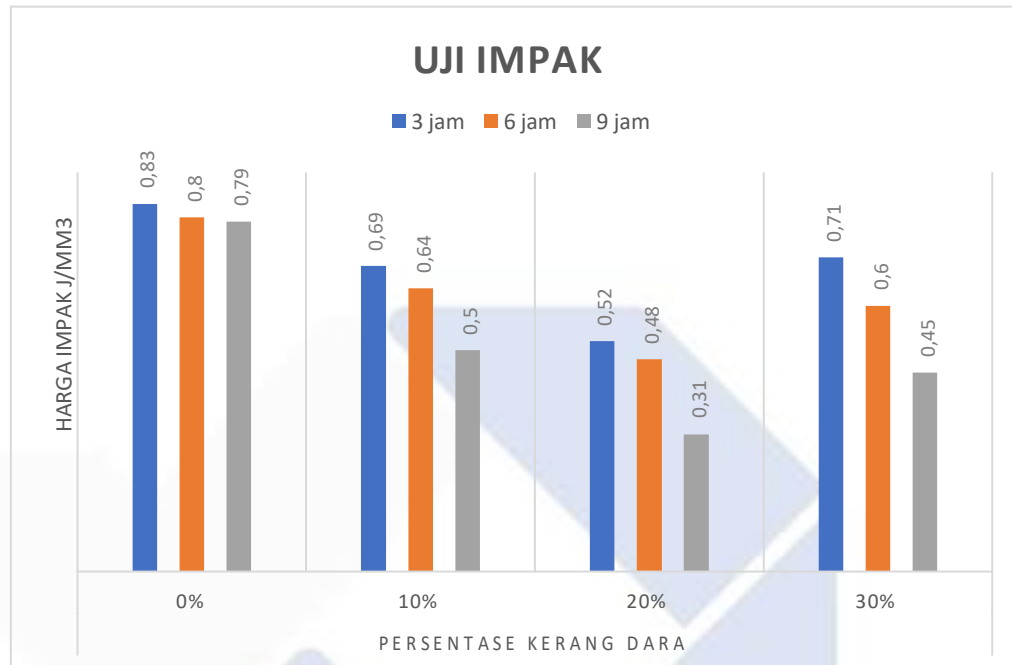
4.5.1 Data Uji *Impact* dengan Katalisator

Pengujian *impact* dilakukan dengan menggunakan alat *impact charpy*. Dimana nilai *impact* didapatkan secara otomatis setelah bandul pendulum menghantam benda kerja.

Tabel 4.5 Data uji *Impact* dengan katalisator

	Waktu penahanan	Persentase kerang dara	Uji <i>impact</i> j/m ²			Rata-rata
			Spesimen			
			1	2	3	
1	3 jam	10%	0,56	0,7	0,82	0,69
2	3 jam	20%	0,5	0,82	0,25	0,52
3	3 jam	30%	0,65	0,68	0,8	0,71
4	6 jam	10%	0,68	0,82	0,42	0,64
5	6 jam	20%	0,32	0,65	0,47	0,48
6	6 jam	30%	0,37	0,7	0,75	0,60
7	9 jam	10%	0,75	0,2	0,56	0,50
8	9 jam	20%	0,37	0,3	0,27	0,31
9	9 jam	30%	0,45	0,425	0,5	0,45

Berdasarkan tabel 4.4 dan tabel 4.5 jika dibuat dalam bentuk grafik maka didapatkan sebuah grafik seperti pada gambar grafik 4.6 dibawah ini.



Gambar 4.5 Gambar grafik uji *impact*

Berdasarkan hasil nilai uji *impact* pada tabel 4.6 dan grafik 4.6 , terdapat perbedaan nilai kekuatan *impact*, Perbedaan ini dipengaruhi oleh benda uji yang menggunakan waktu *carburizing* dan persentase serbuk cangkang kerang dara yang berbeda. Perbedaan ini menyebabkan nilai kekuatan *impact* paling tinggi dan paling rendah. Maka di peroleh hasil yang beragam dari setiap waktu dan persentase serbuk cangkang kerang dara dari setiap urutan eksperimen memiliki nilai yang berbeda waktu *carburizing* yang paling baik adalah waktu 3 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang dara 20% dengan rata-rata harga *impact* sebesar 0,52 j/mm^2 . Waktu 6 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang dara 20% dengan rata-rata harga *impact* sebesar 0,48 j/mm^2 . Waktu 9 jam dengan persentase serbuk cangkang dara 20% dengan rata-rata harga *impact* sebesar 0,31 j/mm^2 . Jika dilihat dari tabel 4.5 yang tanpa serbuk cangkang kerang dara (0%) didapat kan nilai kekerasan 0,83 j/mm^2 dengan waktu *carburizing* 3 jam, nilai kekerasan 0,8 j/mm^2 dengan waktu *carburizing* 6 jam, 0,79 j/mm^2 dengan waktu *carburizing* 9 jam berarti setelah dilakukan uji *impact* diketahui sifat baja ST 42 berubah menjadi ulet

jika melakukan proses *carburizing* memakai katalisator serbuk cangkang kerang dara.

4.5.2 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 (*Minitab License*), perhitungan uji *Analysis of Variance* dapat dilihat pada lampiran . Berikut ini tabel hasil perhitungan uji *Analysis of Variance* dapat ditunjukkan pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Data analisis varian nilai uji *impact*

Faktor	DF	Adj SS	Adj MS	F hitung	F tabel
Waktu penahanan	2	0,21070	0,105348	5,79	3,55
Persentase kerang	2	0,12447	0,062233	3,42	3,55
Error	22	0,400019	0,0118183		
Total	26	0,735183			

Adapun hipotesis null pada penelitian ini adalah

1. H_0 = perbedaan lama waktu penahanan tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji.
2. H_1 = perbedaan lama waktu penahanan berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji.
3. H_0 = perbedaan persentase cangkang kerang tidak berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji.
4. H_1 = perbedaan persentase cangkang kerang berpengaruh terhadap nilai kekerasan sampel uji.

Hipotesis tersebut dilakukan kriteria Uji sebagai berikut :

H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan apabila $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 gagal ditolak. Keputusan yang diambil terhadap hasil *Analysis of Variance* data eksperimen untuk nilai kekerasan yaitu :

KESIMPULAN:

1. Hasil perhitungan dari faktor A (lama waktu penahanan), nilai dari f-hitung > f-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 dara), nilai dari f-hitung < f-tabel sehingga gagal menolak H1. Dapat disimpulkan bahwa persentase serbuk cangkang kerang dara tidak mempengaruhi nilai harga *impact*.

4.6 Perbandingan

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

Tabel 4. 7 Perbandingan

NO	Persentase cangkang kerang			
	0%	10%	20%	30%
Nilai kekerasan	17,04	34,63	41,71	37,83
Nilai impak	0,79	0,50	0,31	0,45

Dari tabel diatas dapat dilihat nilai kekerasan proses *carburizing* dengan menggunakan 0% cangkang adalah 17,04 HRC dan nilai rata-rata kekerasan meningkat dengan menggunakan cangkang kerang dara sebagai katalisator dan lama waktu penahanan saat proses *carburizing*. hasil pengujian maupun penelitian dapat diketahui sifat mekanis nilai kekerasan tertinggi terdapat pada variasi 20% katalisator kerang dara dengan waktu penahanan selama 9 jam akan mengalami peningkatan kekerasan sebesar 41,07 HRC dan uji *impact* 0,31, nilai uji *impact* dengan 0% cangkang kerang dara adalah 0,79 j/mm³. berbanding terbalik dengan kekerasan, nilai uji *impact* mengalami penurunan pada waktu 9 jam dengan persentase 20%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan persentase serbuk

kerang dara 20% dan semakin lama waktu penahanan, nilai kekerasan yang didapat akan semakin meningkat dan akan berbanding terbalik dengan hasil nilai uji *impact* yang rendah



BAB V

Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

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

1. Perbedaan waktu penahanan pada proses *carburizing* dapat mempengaruhi nilai kekerasan dan nilai uji *impact* karena lama waktu penahanan dapat menghasilkan penambahan sumber karbon. Hal tersebut dapat dibuktikan pada analisis of variance kekerasan dan uji *impact* pada tabel 4.3 dan tabel 4.6 diatas karena $F_{hitung} > F_{tabel}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa bahwa waktu penahan berpengaruh pada penelitian ini.
2. Perbedaan persentase cangkang kerang dara pada spesimen *carburizing* tidak dapat mempengaruhi nilai kekerasan dan nilai uji *impact* yang dihasilkan. Hal tersebut dapat dibuktikan pada analisis of variance kekerasan dan uji *impact* pada tabel 4.3 dan tabel 4.6 diatas karena $F_{hitung} < F_{tabel}$. Sehingga dapat disimpulkan bahwa persentase cangkang kerang tidak berpengaruh pada penelitian ini.

5.2 Saran

Untuk pengembangan penelitian yang berkaitan pemanfaatan cangkang kerang dara katalistor pada proses *carburizing*, maka penulis memberikan saran agar dapat membantu peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian yaitu :

1. Penelitian ini harus diteliti dengan lebih detail lagi dengan menggunakan uji struktur mikro.
2. Menggunakan alat safety seperti sepatu safety, sarung tangan, apron dada dan apron lengan pada saat proses pengangkatan spesimen uji dari oven/tungku pemanas.
3. lebih berhati-hati serta teliti pada saat melakukan proses pembuatan spesimen agar memperoleh hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aguayo Torrez, M. V. (2021). *Analisis Kekerasan Permukaan Baja Karbon Rendah ST 40 Dengan Proses Carburizing Menggunakan Arang Kayu*.
- Ahmad, A., Salomon, L. L., & Jessica, J. (2019). Desain Eksperimen Untuk Meningkatkan Kualitas Kekuatan Produk Dengan Pendekatan Analisis Desain Faktorial. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 6(3), 209–220. <https://doi.org/10.24912/jitiuntar.v6i3.4247>
- Arifin, J., Purwanto, H., & Syafa'at, I. (2017). Pengaruh jenis elektroda terhadap sifat mekanik hasil Pengelasan smaw baja astm a37. *Jurnal Momentum UNWAHAS*, 13(1), 27–31.
- Arita, S., Adipati, A. S., & Sari, D. P. (2014). Pembuatan Katalis Heterogen Dari Cangkang Kerang Darah (Anadara Granosa) Dan Diaplikasikan Pada Reaksi Transesterifikasi Dari Crude Palm Oil. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(3), 31–37. <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/view/183/0>
- Atmayudha, A. (2007). Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa Dengan Perlakuan Aktivasi Terkontrol Serta Uji Kinerjanya. *Fakultas Teknik Universitas Indonesia*, 28–66.
- Budi, E., Nasbey, H., Budi, S., Handoko, E., Suharmanto, P., Sinansari, R., Fisika, J., & Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, J. (2012). Kajian Pembentukan Karbon Aktif Berbahan Arang Tempurung Kelapa. *Seminar Nasional Fisika*, 62–66.
- Endramawan, T., & Sifa, A. (2013). Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy. *Irwans*, 08, 196–199.
- H.Sardjono, Eri, S. (2009). Studi Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja Din 1 . 7223. *Jurusan Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta*, 42–50.
- Hamzah, M. S., & Iqbal, D. M. (2008). Peningkatan Ketahanan Aus Baja Karbon Rendah Dengan Metode Carburizing. *Jurnal SMARTek*, 6(3), 169–175.
- Jamal, I., Rahman, M., & Abdullah, A. (2014). *Pengaruh Karburisasi Padat dengan Katalisator Cangkang Kerang Darah (CaCO 2) Terhadap Sifat Mekanik dan Keausan Baja St . 37. Snttm Xiii*, 15–16.
- Jamilatun, S., & Setyawan, M. (2014). Making Activated Charcoal from Coconut

- Shell and Its Application for Liquid Smoke Purification. *Spektrum Industri*, 12(1), 73.
- Lubis, R. A. F., Nasution, H. I., & Zubir, M. (2020). Production of Activated Carbon from Natural Sources for Water Purification. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology (IJCST)*, 3(2), 67. <https://doi.org/10.24114/ijcst.v3i2.19531>
- Nurharyanto, A. (2009). *Pengaruh Media Cerburizing Arang Sekam Padi dan Batok Kelapa*.
- Perdana, T. R. P. (2021). *Pengaruh Variasi Waktu Pack Carburizing Arang Tempurung Kelapa Pada Baja ST37 Dengan Katalis Cangkang Kerang Hijau*.
- Shaifudin, A. (2018). Optimalisasi difusi karbon dengan metode pack carburizing pada baja ST 42. *Jurnal Mesin Nusantara*, 22(1), 27–34. <https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/JMN/article/download/12293/956>
- Styawan, R. D. (2021). *Pengaruh Proses Carburizing dengan Variasi Holding Time*.
- Sumiyanto, R. S. (2012). Analisis sifat mekanis baja dua fasa akibat variasi temperatur austenisasi. *Ft, Upnvj*, 71–80.
- Waas, K.-. (2020). Pengaruh Holding Time (Waktu Tahan) Dan Variasi Media Quenching (Pendinginan) Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah ST 42 Pada Proses Pengkarbonan Padat Menggunakan Arang Batok Biji Pala (*Myristica fagrans*). *Jurnal Simetrik*, 10(1), 269–278. <https://doi.org/10.31959/js.v10i1.361>

LAMPIRAN 1
DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Satria Anshari

Tempat & Tanggal Lahir :Sungailiat, 07 Mei 2003

Jenis Kelamin : Laki-laki

Agama : Islam

Alamat : Jln. Raya Desa Dendang,

Kecamatan Kelapa, Kabupaten Bangka Barat, Kepulauan Bangka Belitung.

No Telpon/HP 081272119539

Email : satriaanshari@gmail.com



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 26 Kelapa (2008-2013)

SMP Negeri 1 Kelapa (2014-2017)

SMA Negeri 1 Kelapa(2018-2020)

Sungailiat, 08 Januari 2024

Satria Anshari

LAMPIRAN 2

MILL CERTIFICATE PLATE St 42



SeAH Besteel Corp.
1-6, SORYONG-DONG, KUNSAN,
DECEMBER, KOREA(573-711)

MILL CERTIFICATE

TEL : +82-(0)53-460-8572, 8318(QA)
+82-(0)53-460-8114(Repres.)
FAX : +82-(0)53-460-8423 Page(0/0)

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

Steel Grade : AISI 1042/ST42
Shape of Product : PLATE SHEET
Delivery Condition : FOUR SQUARE PLATE
Size (mm) : 1 - 100
Length (mm) : 2,400
Weight (kg) :
Quantity(pcs) : 1

Inspection Items		Chemical Composition (wt. %)				
		C	Si	Mn	P	S
Spec.	Min.	15	15	3	3	35
	Max.	35	25	6	3	35
	Result	30	25	4	MAX	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	<i>v</i>	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

<<Remarks>>

B/D/S : 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 <i>O. Y. Cho</i> Manager of Quality Assurance Dept
--	--

LAMPIRAN 3
VALIDASI DATA UJI KEKERASAN

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Faktor v	2	5122	2561,1	7,95	0,003
kelompok	2	1674	837,2	2,60	0,097
Error	22	7083	321,9		
Lack-of-Fit	4	1153	288,2	0,87	0,498
Pure Error	18	5930	329,4		
Total	26	13879			

LAMPIRAN 4
VALIDASI DATA UJI IMPACT

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Faktor p	2	0,21070	0,105348	5,79	0,010
kelompok	2	0,12447	0,062233	3,42	0,051
Error	22	0,40002	0,018183		
Lack-of-Fit	4	0,01245	0,003112	0,14	0,963
Pure Error	18	0,38757	0,021532		
Total	26	0,73518			

LAMPIRAN 5

POSTER

Sidang proyek akhir tahun 2023
Politeknik manufaktur negeri bangka belitung

PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG DARU (ANDARA GRANOSA) SEBAGAI ALTERNATIF KATALISATOR PADA PROSES CARBURIZING

Satria Anshari

Ramli, M.Sc., ph.D

Sugiyarto, S.S.T.M.T

Latar Belakang

Kerang dara banyak terdapat diperairan Indonesia termasuk daerah perairan bangka Belitung. Limbah padat seperti cangkang kerang dara selama ini lebih banyak dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan tangan seperti hiasan dinding dan sebagai campuran bahan pangan ternak (Firmansyah, 2005). Oleh karena itu perlu pemanfaatan lain untuk menambah nilai guna cangkang kerang dara. Cangkang kerang dara yang kaya akan kandungan kalsium karbonat (CaCO₃) yang tinggi yakni sebesar 98%. Tingginya kadar kalsium cangkang kerang dara tersebut memungkinkan cangkang kerang dara untuk digunakan sebagai sumber katalisator pada proses carburizing. Katalis berpengaruh pada proses carburizing karena mampu mempercepat proses pembentukan gas CO₂ yang digunakan untuk proses difusi karbon pada permukaan baja karbon.

Metode Penelitian

Parameter yang digunakan:

- Lama waktu penahanan 3 jam, 6 jam, dan 9 jam
- Persentase cangkang kerang 10%, 20%, 30%

Hasil

Kesimpulan

Dari hasil uji didapatkan data kekerasan tertinggi terdapat pada persentase serbuk 20% serbuk cangkang kerang sebesar 41,76 HRC. Berbanding terbalik dengan nilai kekerasan nilai uji impact mengalami penurunan pada persentase 20% serbuk cangkang kerang yaitu 0,31 jmm3. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan yang tinggi akan berbanding terbalik terhadap uji impact

LAMPIRAN 6
BUKTI BUKAN PLAGISI

plagiat satria

ORIGINALITY REPORT

20%
SIMILARITY INDEX

20%
INTERNET SOURCES

0%
PUBLICATIONS

4%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES


1	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	11%
2	lib.ui.ac.id Internet Source	3%
3	digilib.unila.ac.id Internet Source	3%
4	dspace.uui.ac.id Internet Source	3%

Exclude quotes Off
Exclude bibliography Off

Exclude matches < 3%

LAMPIRAN 7 FROM BIMBINGAN

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir

 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK 2022/2023			
JUDUL		Pemanfaatan Cangkang Kepan (Kapur Serat) Sebagai Katalisator Pada Proses Carboklisin	
Nama Mahasiswa		SATRIA ANSHARI NIRM: 1042024	
Nama Pembimbing		1. Rumi M.Sc., Ph.D 2. Sugi Yarto 3.	
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	10/5 2023	Pembahasan Pembuatan Katalis	[Signature]
2	17/5 2023	Pembahasan Pembuatan serbuk Cangkang Kepan dan	
3	26/6 2023	Progres BAB 1	[Signature]
4	6/7 2023	Progres BAB 2 dan BAB 3	
5	10/5 2023	Pembahasan Pembuatan Katalis	[Signature]
6	7/7 2023	Pembahasan Progres B.1 dan B.2	[Signature]
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 Lintasan Canggih Kereta Api Dan Candiara Smpas Sebagai Alternatif Kalurahan Pada Proses Corbiding		
Nama Mahasiswa	SATRIA ANSHARI..... NIRM: 1042024.....		
Nama Pembimbing	1. <u>Ramli M.Sc. PH.D</u> 2. <u>Suayanto S.S.T.MT</u> 3. _____		
Pertemuan Ke	Tanggal	Topik Bimbingan	Paraf dan nama Pembimbing
1	01-12-2021	penyusunan artikel	
2	04/12/2021	Revisi Laporan PA (80%)	
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

FORM-PPR-3- 4: Bimbingan Proyek Akhir





 FORM BIMBINGAN PROYEK AKHIR • TAHUN AKADEMIK/...../.....			
JUDUL	Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Duren (Andara granata) sebagai alternatif koalesator Pada Proses Carburizing		
Nama Mahasiswa NIRM:		
Nama Pembimbing	1. <u>Rangli 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		Proses pemanasan	
2		Proses Pembuatan Kotak Arabin	
3		menghitung volume kotak carburizing	
4		membahas Takrik Pady Sempet	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Catatan:



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

LAMPIRAN 8 FROM MONITIRING




FORM PPR 3 - 6 Form Monitoring Proyek Akhir

 FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK			
JUDUL	Pemanfaatan Cangkang kerang Hama <i>Condatia granosa</i> sebagai alternatif kondidator pada proses <i>Citrobacter</i>		
Nama Mahasiswa	1. Satrio Anichani /NIRIA: 1021024 2. /NIRIA: 3. /NIRIA: 4. /NIRIA: 5. /NIRIA:		
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
	25/6 2023	Pembahasan Pembuatan Kotak	
	26/6 2023	Pembahasan Pembuatan material Uji	
	7/7 2023	Pembuatan Sembei uji dan penyediaan serbuk arang aktif di suhu Cangkang kerang 130°C	

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

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




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

		FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK _____/_____/_____	
		JUDUL Pemanfaatan Limbah Cangkam Serbuk dan Cangkang Biji-bijian sebagai Katalisator Pada Proses Coklatting	
Nama Mahasiswa		1. <u>SARIFA ALUMATI</u> /NIRM: <u>1042624</u> 2. _____ /NIRM: _____ 3. _____ /NIRM: _____ 4. _____ /NIRM: _____ 5. _____ /NIRM: _____	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
3	01 - 12 - 2022	85%	
	04/12/2023	90%	

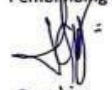
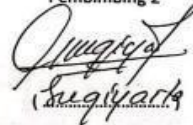
KESIAPAN ALAT UNTUK SIDANG: SIAP / BELUM (coret salah satu)

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

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

 FORM MONITORING PROYEK AKHIR TAHUN AKADEMIK _____/_____/_____ _____			
JUDUL		Kemanfaatan Cimbah Cangkeng Kerang pada Candaan Grapesia) Sebagai alternatif katulistiwa? Pada Piasel Cakrasaling	
Nama Mahasiswa		1. <u>SARIG ANSTARI</u> /NIRM: <u>1602024</u> 2. _____ /NIRM: _____ 3. _____ /NIRM: _____ 4. _____ /NIRM: _____ 5. _____ /NIRM: _____	
Monitoring ke	Tanggal	Progress Alat	Paraf Pembimbing
2		sempel uji + penambitan DUTA 70%	 Pamli
2		Sampel uji + pengam bilan data - 45%	

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

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