

**IMPLEMENTASI PROSES MANUFAKTUR DAN UJI COBA
PROTOTIPE ALAT UJI PENETRASI STANDAR SNI 1811-
2007**

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:

Eril Kapri

NIRM: 1041809

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2022**

**IMPLEMENTASI PROSES MANUFAKTUR DAN UJI COBA
PROTOTYPE ALAT UJI PENETRASI STANDAR SNI 1811-
2007**

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:

Eril Kapri

NIRM: 1041809

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2022**

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI PROSES MANUFAKTUR DAN UJI COBA PROTOTYPE ALAT UJI PENETRASI STANDAR SNI 1811-2007

Oleh:

Eril Kapri

NIRM: 1041809

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

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2



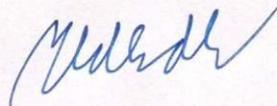
Boy Rollastin S.Tr., M.T



Muhammad Yunus S.S.T., M.T

Penguji 1

Penguji 2



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



Juanda, S.S.T., M.T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Eril Kapri NIRM : 1041809

Dengan Judul : Implementasi proses manufaktur dan uji coba prototipe
alat uji penetrasi standar SNI 1811-2007.

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

Sungailiat, 15 Februari 2022



Eril Kapri

ABSTRAK

Helm merupakan pelindung kepala bagi pengendara sepeda motor, untuk itu helm harus sesuai dengan standar agar terjamin keselamatannya saat terjadi kecelakaan. Salah satu standar helm yang ada di Indonesia yaitu SNI 1811-2007, standar tersebut mengatur beberapa pengujian helm yang berstandar sebelum dipasarkan dan salah satunya pengujian penetrasi. Adapun permasalahan yang dimiliki, berdasarkan latar belakang diatas penelitian ini diarahkan pada pembuatan prototipe alat uji penetrasi. untuk tujuan pada penelitian mendapatkan prototipe alat uji penetrasi yang dapat memberikan informasi pada proses pengujian penetrasi. Metode penelitian sesuai dengan proses diagram alir yang digunakan dan terdiri dari beberapa tahap, yaitu mulai dari studi literatur untuk mengumpulkan informasi-informasi yang terkait dalam penelitian, proses manufaktur untuk pembuatan komponen-komponen dan selanjutnya dilakukan assembly sesuai standar, melakukan uji coba pada prototipe alat uji penetrasi yang telah terassembly. Dari hasil proses manufaktur tersebut didapat indentor sesuai standar memiliki spesifikasi berat 3,004 kg, dengan sudut 60° dan rata-rata kekerasan 46,1 HRC. Setelah dilakukan assembly pada prototipe sesuai standar dengan men-validasikan ketinggian jarak indentor dengan dudukan uji didapatkan hasil ketinggian 1,6 m. Selanjutnya dilakukan proses pengujian penetrasi pada prototipe didapatkan hasil pengujian pada prototipe alat uji penetrasi dengan pengoperasian ditarik secara manual ada beberapa gaya yang didapatkan, energi potensial pada paku sebesar 48,064 joule, dan indentor memiliki kecepatan jatuh sebesar 5,6 m/s, dan besar energi indentor saat menumbuk sebesar 95,167 joule. Dari hasil pengujian penetrasi, dapat disimpulkan bahwa prototipe uji penetrasi dibuat ini dapat dipakai pengujian standar penetrasi karena telah memenuhi standar SNI 1811-2007.

Kata kunci : Sni 1811-2007, prototipe uji penetrasi, pengujian penetrasi

ABSTRACT

Helmets are head protectors for motorcyclists, for that helmets must comply with standards so that their safety is guaranteed in the event of an accident. One of the helmet standards in Indonesia, namely SNI 1811-2007, this standard regulates several standardized helmet tests before being marketed and one of them is penetration testing. As for the problems, based on the above background this research is directed at making a prototype penetration test tool. for the purpose of research to obtain a prototype penetration test tool that can provide information on the penetration testing process. The research method is in accordance with the flow diagram process used and consists of several stages, namely starting from a literature study to collect information related to research, the manufacturing process for the manufacture of components and then assembly according to standards, conducting trials on the prototype tool. assembled penetration test. From the results of the manufacturing process, the standard indenter has a weight specification of 3,004 kg, with an angle of 60° and an average hardness of 46.1 HRC. After assembly on the prototype according to standards by validating the height of the indenter distance with the test stand, the result is a height of 1.6 m. Furthermore, the penetration testing process is carried out on the prototype, the results of the test on the prototype of the penetration test tool are manually pulled. There are several forces obtained, the potential energy of the nail is 48.064 joules, and the indenter has a falling speed of 5.6 m/s, and a large amount of energy. the indenter on impact is 95.167 joules. From the results of the penetration test, it can be concluded that the prototype of this penetration test can be used for standard penetration testing because it meets the standards of SNI 1811-2007.

Key words : SNI 1811-2007, penetration test prototype, penetration testing

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan penyusunan laporan proyek akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Keluarga tercinta, khususnya Ayahanda Sardan dan Ibunda Evi Jumatika serta Adik Penulis Hisyam Parhan yang selaku memberikan semangat, dukungan moral ataupun material, motivasi dan doanya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku Kepala Program Studi D4 Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. dan pembimbing 1 penulis yang telah bersedia menyediakan waktu untuk membimbing serta memberi arahan kepada penulis.
3. Bapak Muhammad Yunus, S.S.T., M.T. selaku pembimbing 2 yang telah berkenan menyediakan waktu untuk membimbing serta memberi pengarahan terhadap penyusunan makalah tugas akhir.
4. Bapak Yuliyanto, S.S.T., M.T. yang telah memberikan waktu dan arahnya dalam proses hardening indenter yang digunakan pada penelitian proyek akhir ini.
5. Bapak Martadi yang telah membantu penulis dalam pembuatan prototipe alat uji penetrasi yang digunakan pada penelitian proyek akhir ini.
6. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng, Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
7. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku Kepala Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

8. Seluruh dosen, staf pengajar dan teknisi pada Politeknik Negeri Bangka Belitung, khususnya pada program studi Teknik Mesin dan Manufaktur yang telah membuka pikiran dan wawasan keilmuan penulis.
9. Orang – orang terkasih penulis, terutama teman baik sekaligus rekan pada tugas akhir, Muhammad Iqbal Ramadhan yang telah banyak membantu penulis dalam pembuatan proyek akhir, dan tidak lupa juga Abdillah Halim, Dewa Eza Adriyan S, Syahrul Khafizam, Welcy, Ledi Agussetiawan, Sahril Mashuri Ikhsan, dan Reza Dwi Putra yang telah membantu, penulis dalam pembuatan proyek akhir ini.
10. Teman – teman seperjuangan, terutama kelas Teknik Mesin dan Manufaktur A (TMM A) angkatan ke-2 D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur yang telah memberikan motivasi, semangat, serta doa dan juga bantuan dalam penyelesaian tugas akhir ini.
11. Semua pihak terkait yang telah membantu dalam penyelesaian makalah ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhir kata penulis berharap Tuhan yang maha Esa membalas segala kebaikan untuk semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini, semoga proyek akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung serta bagi pembacanya pada masa yang akan datang.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Sungailiat, 18 Januari 2022

Penulis



Eril kapri

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Dasar Teori.....	5
2.1.2 SNI 1811 – 2007.....	5
2.1.3 Pengujian Menurut SNI 1811 – 2007	6
2.1.4 Alat Uji Penetrasi.....	7
2.1.5 Dasar Pemilihan Alat	8
2.1.6 Indentor atau Paku pemukul.....	9
2.1.7 Rangka Alat.....	10
2.1.7.1 Besi Hollow Galvanis	12
2.1.7.2 Besi Hollow Galvalume	12
2.1.8 Dudukan Material Uji	12
2.1.9 Pipa Pengarah	13
2.1.10 Penyangga Pipa Pengarah	14
2.1.11 Baut	16
2.1.12 Mur	17
2.1.13 Proses Manufaktur	17

2.1.13.1 Operasi Proses Manufaktur	18
2.1.13.2 Pembubutan	19
2.1.13.3 Mesin bubut	20
2.1.13.4 Pembuatan Lubang (Drilling)	21
2.1.13.5 Pengelasan	22
2.1.13.5.1 Tipe-tipe Sambungan Las	23
2.1.13.5.2 Besar arus pengelasan	24
2.1.13.6 Perlakuan Panas (Heat Treatment)	25
2.1.13.6.1 Pengerasan (Hardening)	25
2.1.13.6.2 Quenching	26
2.1.13.6.3 Uji Rockwell	27
2.1.13.6.4 Prinsip Kerja Metode Rockwell	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Metodologi Penelitian	29
3.2 Studi Literatur dan Lapangan	30
3.3 Perumusan Masalah dan Penentuan Tujuan Penelitian	30
3.4 Gambar Rancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi	30
3.5 Persiapan Alat dan Bahan	30
3.6 Proses Manufaktur	30
3.7 Assembly Prototype Alat Uji Penetrasi	31
3.8 Apakah Prototype Alat Uji Penetrasi Sesuai Standar SNI 1811-2007 ...	31
3.9 Uji Coba	31
3.10 Kesimpulan	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Proses Pembuatan Prototipe Alat Uji Penetrasi	32
4.1.1 Mempersiapkan alat dan bahan	32
4.1.1.1 Alat	32
4.1.1.2 Bahan	35
4.1.1.3 Biaya Bahan Pembuatan Prototipe Alat Uji Penetrasi.....	37
4.2 Proses Manufaktur	38
4.2.1 Proses Pembuatan Indentor	38

4.2.1.1	Proses Pembubutan Indentor.....	38
4.2.1.2	Proses Heat Treatment Indentor	46
4.2.2	Pemotongan dan Pembuatan Rangka.....	48
4.2.3	Pembuatan Dudukan Material	50
4.2.4	Penyambungan atau Pengelasan.....	50
4.2.5	Pembuatan Klem Seling.....	53
4.2.6	Proses pengeboran (driling)	54
4.2.7	Pengukuran atau Geometri.....	55
4.3	Pemasangan Komponen.....	56
4.4	Pengecatan Rangka dan Komponen	57
4.5	Proses Perakitan Alat (Assembly)	58
4.6	Apakah Prototipe Alat Uji Penetrasi Sesuai Standar SNI 1811-2007	60
4.7	Uji Coba	60
4.7.1	SOP Alat Uji Penetrasi.....	61
4.8	Hasil Pembahasan.....	62
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	65
DAFTAR PUSTAKA.....		66
LAMPIRAN		70

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Biaya bahan Pada Pembuatan Prototipe Alat Uji Penetrasi.....	38
Tabel 4. 2 Perhitungan Rpm dan Waktu Pembubutan \varnothing 24 mm	40
Tabel 4. 3 Perhitungan Kemiringan sudut eretan atas	42
Tabel 4. 4 Perhitungan Mencari Rpm dan Waktu \varnothing 20 mm.....	44
Tabel 4. 5 Perhitungan Volume Kerucut.....	45
Tabel 4. 6 Perhitungan Volume tabung (1)	45
Tabel 4. 7 Perhitungan Volume tabung (2)	46
Tabel 4. 8 Rata-rata Uji Kekerasan Indentor.....	47
Tabel 4. 9 Perhitungan Kekuatan Las Pada Rangka.....	52
Tabel 4. 10 Perhitungan panjang las	52
Tabel 4. 11 Perhitungan Tegangan Las Pada Penampang	53
Tabel 4. 12 Perhitungan Pengeboran	54
Tabel 4. 13 Tabel Pengukuran Komponen.....	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstruksi Helm Berdasarkan SNI 1811-2007	6
Gambar 2.2 Pengujian Penetrasi Pada Helm.....	7
Gambar 2.3 Ujung dan Pemberat Indentor.....	10
Gambar 2.4 Alat Uji Penetrasi.....	10
Gambar 2.5 Pelat Baja	11
Gambar 2.6 Besi Kotak.....	11
Gambar 2.7 Dudukan Uji	13
Gambar 2.8 Pipa PVC.....	14
Gambar 2.9 Besi Siku	15
Gambar 2.10 <i>Hex Bolt</i>	16
Gambar 2.11 Mur Segi Enam.....	17
Gambar 2.12 Mesin Bubut	20
Gambar 2.13 Proses <i>Drilling</i>	22
Gambar 2.14 Tipe Sambungan <i>Las Tipe Joint</i> atau <i>Fillet Joint</i>	23
Gambar 2.15 Sambungan Las Tipe <i>Butt Joint</i>	24
Gambar 2.16 Uji <i>Rockwell</i>	27
Gambar 2.17 Prinsip Kerja Metode <i>Rockwell</i>	28
Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Proyek Akhir	29
Gambar 4. 1 Pahat bubut	32
Gambar 4. 2 Mesin bubut.....	32
Gambar 4. 3 Jangka sorong	32
Gambar 4. 4 Mesin Las	33
Gambar 4. 5 Elektroda Las.....	33
Gambar 4. 6 Oven Heat Treatment	33
Gambar 4. 7 Mesin Zwick/Roell	34
Gambar 4. 8 Gerinda Tangan	34
Gambar 4. 9 Bor Listrik	34
Gambar 4. 10 V-Block	34

Gambar 4. 11 Roll Meter.....	34
Gambar 4. 12 Kunci-Kunci	35
Gambar 4. 13 Cat.....	35
Gambar 4. 14 Kuas	35
Gambar 4. 15 Pelat Baja.....	36
Gambar 4. 16 Besi Siku	36
Gambar 4. 17 Besi Hollow	36
Gambar 4. 18 Baja Assental.....	36
Gambar 4. 19 Pipa PVC	36
Gambar 4. 20 Seling	37
Gambar 4. 21 Baut.....	37
Gambar 4. 22 Jalur Seling	37
Gambar 4. 23 Kaki Karet	37
Gambar 4.24 Pembubutan <i>Facing</i>	39
Gambar 4. 25 Pembubutan Rata Ø 24 mm.....	40
Gambar 4. 26 Pengukuran Ø 24 mm	41
Gambar 4. 27 Proses Pembubutan Miring	41
Gambar 4. 28 Hasil Pembubutan Miring	42
Gambar 4. 29 Pengukuran Sudut Menggunakan Bevel Protractor.....	42
Gambar 4. 30 Pengeboran Diameter 20 mm	43
Gambar 4. 31 Pembubutan Diameter 20 mm.....	43
Gambar 4. 32 Pengukuran panjang dan diameter menggunakan jangka sorong... 43	43
Gambar 4. 33 Kurva Proses <i>Hardening</i> Ujung Indentor	47
Gambar 4. 34 Proses Memasukan Benda Kerja Kedalam Oven	47
Gambar 4. 35 Memasukan Suhu dan Waktu <i>Hardening</i>	48
Gambar 4. 36 Pengangkatan Benda Kerja	48
Gambar 4. 37 Pemotongan Besi Hollow	49
Gambar 4. 38 <i>Guide Wire</i>	49
Gambar 4. 39 Dudukan Uji	50
Gambar 4. 40 Pengelasan Dudukan Uji	50
Gambar 4. 41 Proses Pengelasan Rangka Berbentuk	51

Gambar 4. 42 Pengelasan Pengunci Tiang	51
Gambar 4. 43 Pengelasan <i>Guide Wire</i>	51
Gambar 4. 44 Hasil Pengelasan <i>Guide Wire</i>	52
Gambar 4. 45 Klem Seling	54
Gambar 4. 46 Proses <i>Drilling</i> Menggunakan Mesin	55
Gambar 4. 47 Proses Pengeboran untuk Pengarah	55
Gambar 4. 48 Alat Uji Penetrasi.....	57
Gambar 4. 49 Proses Pengecatan Rangka	57
Gambar 4. 50 Proses Pengecatan Dudukan Material.....	57
Gambar 4. 51 Proses Pemasangan Kaki karet	58
Gambar 4. 52 Proses Pemasangan Dudukan Material Pada Landasan	58
Gambar 4. 53 Proses Pengencangan Baut untuk Indentor	59
Gambar 4. 54 Proses Pemasangan Seling dengan Pemberat.....	59
Gambar 4. 55 Proses Pemasangan Pipa Pengarah Pada Klem	59
Gambar 4. 56 Proses Pemasangan Tali Pengarah pada Klem.....	60
Gambar 4. 57 Proses Pengencangan Penyangga Pipa Pengarah	60
Gambar 4. 58 pemasangan benda uji	61
Gambar 4. 59 Proses Mengunci Benda Uji	61
Gambar 4. 60 Penarikan Indentor Pada Ketinggian 1,6 m.....	62
Gambar 4. 61 Indentor Menumbuk Benda uji.....	62
Gambar 4. 62 Benda Uji Sudah di Uji	62
Gambar 4. 63 Benda Uji Tidak lulus Standar	63
Gambar 4. 64 Benda Uji Lulus Standar	63

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rata-rata dari jumlah kecelakaan di jalan raya yaitu sepeda motor yang terjadi antara tahun 2002 hingga 2010 adalah sebesar 61,5% artinya lebih dari setengah kejadian kecelakaan kendaraan jalan raya dialami sepeda motor (Purwanto, 2015). Oleh karena itu dalam pencegahannya menggunakan helm yang berstandar saat berkendara, karena berfungsi sebagai salah satunya untuk menjaga keselamatan. Akan tetapi dengan menggunakan helm yang sesuai standarpun bukanlah jaminan untuk menyelamatkan pengendara sepeda motor dari cedera di kepala, namun setidaknya dengan menggunakan helm akan meminimalkan terjadi cedera atau luka serius bagi si pengendara. Jadi dapat disimpulkan dengan menggunakan helm saat berkendara akan mempengaruhi keamanan, sehingga helm harus dikembalikan pada fungsi yang tepat, khususnya sebagai pelindung kepala pengendara sepeda motor dari resiko cedera kepala jika terjadi kecelakaan yang berpotensi benturan kepala dalam batasan kapasitas helm untuk dalam kondisi tertentu.

Ada banyak produk yang ada dipasaran menjamin keselamatan bagi pengendara, antara lain DOT, Snell, ECE, dan salah satunya produk dengan standar Indonesia yaitu SNI. Demi menjamin keselamatan pengendara sepeda motor, disusunlah peraturan mengenai penggunaan helm di Indonesia yang tertuang dalam Undang – Undang Lalu Lintas No 22 Tahun 2009 yang menggantikan Undang - Undang No 14 Tahun 1992 dan mulai berlaku pada Januari 2010. Pedoman ini mengatur penggunaan pelindung kepala standar sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) (Mengga et al., 2017). Helm yang berstandar SNI sebelum dijual dipasaran harus lolos pengujian terlebih dahulu. Adapun pengujian helm yang dilakukan seperti pengujian penyerapan kejutan, pengujian kuat dengan tali pemegang, pengujian untuk menahan tali pemegang, pengujian pergeseran tali pemegang, pengujian impak miring, pengujian pelindung dagu,

pengujian ketahanan keausan tali pemegang dan salah satunya adalah pengujian penetrasi. Dimana pengujian tersebut untuk mengetahui kekuatan bahan helm yaitu sungkup helm, untuk pengujian penetrasi menggunakan paku yang berbentuk kerucut yang dikeraskan kemudian dijatuhkan dari ketinggian 1,6 m dan untuk pengujian tersebut dengan mengamati secara visual helm, jika helm tertembus oleh paku pengujian maka dinyatakan belum lulus standar, dan sebaliknya helm tidak tertembus paku maka dikatakan telah memenuhi standar pengujian (Rollastin, 2018). Atas dasar itu sungkup helm harus kuat dan lolos uji untuk memenuhi syarat standar SNI, sehingga permasalahan tersebut menjadi kesulitan bagi pengrajin helm rumahan untuk memasarkan produknya. Karena sebelum memasarkan produk tentunya harus memenuhi standar SNI, sehingga berdampak bagi penjualan produk untuk pengrajin helm rumahan dan penghasilannya akan menurun. Disisi lainnya untuk memasarkan produk dan terstandarisasi diperlukan alat uji yang dikeluarkan SNI salah satunya pengujian penetrasi, sedangkan harga alat pengujian penetrasi tentulah mahal dikarenakan hanya dimiliki pabrik besar dan lembaga yang mengatur ke standaran produk salah satunya Badan Standar Nasional (BSN).

Pada penelitian sebelumnya (Hendri Sukma) melakukan proses perancangan dan pembuatan Alat Uji Penetrasi Helm Sepeda Motor dan dalam pembuatan komponen – komponen tersebut berdasarkan standar SNI 1811-2007. Pembuatan komponen alat uji penetrasi melalui beberapa pertimbangan yaitu fungsi, material, serta kemudahan pembuatan komponen dan kekuatan dari struktur rangka alat. Pada proses pengujian alat penetrasi menggunakan elektromagnet yang ditempelkan di indentor dan menggunakan motor listrik DC untuk menarik elektromagnet dan indentor (Sukma, 2010). Pada tahun (2006 I made Londen Batan) alat uji penetrasi tersebut penetrasi helm sepeda motor indentor dirancang sesuai standar Snell dan berbentuk kerucut dengan volume total 344 cm² dan massa 3,6 kg. Indentor menurut standar Snell, indentor untuk alat indentasi, harus mempunyai angka kekerasan sebesar 60 HRC, dan dari proses kalibrasi tersebut bahwa alat uji peneterasi mampu memberi ke akurasian dengan penyimpangan sebesar 1,4 mm pada pengujian yang berstandar (Batan, 2006).

Untuk tujuan keamanan maka diperlukan helm standar tetapi helm standar haruslah lulus uji dari Badan Standar Nasional salah satu pengujiannya yaitu penetrasi sehingga permasalahan tersebut mempersulit pengerajin helm rumahan dalam pemasaran produknya hal itu alat pengujian helm tentu mahal sehingga dari permasalahan tersebut penulis melakukan pengujian yang berjudul **“Implementasi Proses Manufaktur dan Uji Coba Prototipe Alat Uji Penetrasi Standar SNI 1811-2007”** pada penelitian tersebut dilakukan pembuatan prototipe alat uji penetrasi mengikuti hasil perancangan yang telah dibuat oleh rekan saya (Muhammad Iqbal Ramadhan) pada proyek akhir mahasiswa teknik mesin Polman Negeri Bangka Belitung. Pembuatan komponen – komponen dan assembly. Sehingga jadi prototipe alat uji penetrasi yang sesuai pada standar SNI 1811-2007 dan adapun untuk standar prototipe alat uji penetrasi menurut standar yaitu memiliki berat $3,0 \text{ kg} \pm 45 \text{ gram}$ dengan sudut titik radius kepala pemukul 60° serta Kekerasan $45 - 50 \text{ HRC}$, dan jarak jatuh indentor ke dudukan uji $1,6 \text{ m}$. Untuk tiang menggunakan besi hollow sehingga tiang dapat disetting naik turun sesuai ketinggian standar, untuk pengoperasiannya sangat sederhana dan mudah dengan menggunakan seling dan ditarik menggunakan manual dan dilepas. Diharapkan dari penelitian ini untuk mengatasi permasalahan dari pengerajin helm rumahan agar dapat memasarkan produknya serta berstandar SNI. Karena dalam penelitian ini dilakukan pembuatan prototipe alat uji penetrasi dengan pemilihan bahan yang terjangkau dan mudah untuk dicari dipasaran.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan tentang dari latar belakang sebelumnya, maka ada beberapa permasalahan yang akan diselesaikan pada penelitian ini antara lain :

1. Bagaimana membuat komponen indentor pada proses manufaktur sesuai dengan standar SNI 1811-2007.
2. Bagaimana membuat prototipe alat penetrasi yang sudah terassembly yang sesuai distandarkan.
3. Bagaimana mengetahui hasil pengujian indentor melalui uji penetrasi pada prototipe alat uji penetrasi.

1.3 Batasan Masalah

Agar masalah yang dibahas dapat lebih jelas dan terarah dapat berjalan dengan teratur, maka dibuat batasan – batasan masalah sebagai berikut :

1. Pembuatan komponen pada alat uji penetrasi bersifat standar, dan dilakukan pada proses penyusunan di Lab Mesin Politeknik Manufaktur Bangka Belitung.
2. Prototipe yang dibuat mengacu sesuai dengan standar SNI 1811-20007.
3. Dilakukan validasi pengukuran pada prototipe sesuai standar yaitu pengukuran ketinggian tiang 1,6 m.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah membuat prototipe sesuai dengan standar SNI yang menjadi syarat utama. Adapun beberapa capaian harus tercapai adalah sebagai berikut :

1. Mendapatkan komponen indenter melalui proses manufaktur sesuai dengan standar SNI 1811-2007.
2. Menghasilkan sebuah prototipe alat uji penetrasi yang sudah di *assembly* sesuai dengan yang distandarkan.
3. Melakukan uji coba penetrasi indenter pada prototipe alat uji.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Dasar Teori

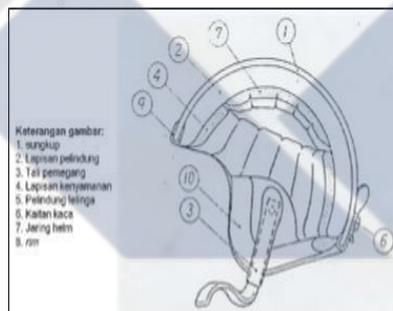
2.1.1 Helm

Helm merupakan alat pelindung kepala bagi pengendara sepeda motor. Pada saat kemacetan, biasanya pengendara motor dengan mudah menyelip, tentunya hal itu dapat beresiko terjadinya kecelakaan. Oleh karena itu, fungsi helm pada pengendara bermotor sangat penting. Namun, helm yang digunakan haruslah sesuai dengan standar Nasional agar pengendara bermotor lebih aman saat berkendara dan diatur pada pasal 106 ayat 8 dan Undang - Undang no. 22 tahun 2009 tentang Lalu Lalu Lintas dan Angkutan, pasal tersebut berbunyi “Setiap orang yang mengemudikan Sepeda Motor dan Penumpang Sepeda Motor wajib memakai helm berstandar nasional Indonesia (SNI). Helm juga menjadi kebutuhan yang wajib dikenakan saat berkendara di sepeda motor, helm tidak boleh sembarangan diproduksi atau didesain. Karena sebelum memproduksi helm harus memenuhi standar yang dikeluarkan yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) Indonesia. Merujuk pada Standar Helm SNI 1811:2007, dan amandemennya dengan adanya penetapan standar tersebut demi menjamin mutu helm yang ada dipasaran, baik dari konstruksi dan mutunya, demi menjaga dan melindungi kepala. Terkait syarat dalam desain dan pembuatan helm tentunya harus memenuhi standar sehingga mutu dan material helm standar dapat terjamin (Sacipto et al., 2019).

2.1.2 SNI 1811 – 2007

SNI 1811 – 2007 telah tertuang pada Undang - Undang No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu-lintas dan Angkutan Jalan, pengendara sepeda motor harus menggunakan helm, yang berstandar nasional Indonesia (SNI). Salah satu yang mengatur pengguna helm yaitu SNI 1811-2007. Pada SNI 1811 – 2007 beberapa persyaratan mutu yang harus dipenuhi dalam pembuatan helm yaitu :

1. Material helm haruslah menggunakan bahan yang kuat dan bukan logam, tidak terpengaruh ketika ditempatkan di dalam ruangan yang terbuka dan pada suhu 0 °C – 50 °C dengan lama waktu 4 jam juga tidak terpengaruh terhadap sinar matahari, bensin, minyak, sabun, deterjen, air dll. Bahan tambahan untuk helm juga harus tahan terhadap lapuk, air, dan tahan terhadap cuaca misalnya hujan, dan bahan yang tidak membuat kulit iritasi.
2. Konstruksi helm harus memenuhi beberapa kriteria diantaranya: sungkup haruslah keras dan permukaannya yang halus, mempunyai lapisan peredam benturan dan tali pengikat dagu. Sungkup helm diproduksi dari material yang keras dengan ketebalan dan memiliki kemampuan yang membentuk satu atau homogen. kualitas dan bahan tutupnya harus memenuhi dan tidak meyatu dengan pelindung muka. Pengaman goyang terdiri dari lapisan pengaman yang dipasang pada permukaan bagian dalam kendali dengan ketebalan tidak kurang dari 10 milimeter dan konstruksi lain yang berfungsi seperti jaring helm (Safa'at, 2017).



Gambar 2.1 Konstruksi Helm Berdasarkan SNI 1811-2007 (Safa'at, 2017)

2.1.3 Pengujian Menurut SNI 1811 – 2007

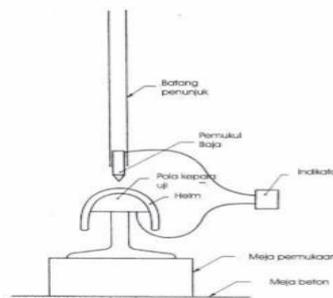
Adapun pengujian standar menurut SNI 1811-2007 untuk helm sebelum dipasarkan yaitu:

- Uji serap kejut
- Uji penetrasi
- Uji efektivitas sistem penahan
- Uji kekuatan sistem penahan dengan tali pemegang
- Uji pergeseran tali pemegang

- Uji ketahanan terhadap keausan dari tali pemegang
- Uji impact miring
- Uji pelindung dagu
- Uji sifat mudah terbakar

2.1.4 Alat Uji Penetrasi

Pengujian penetrasi merupakan salah satu pengujian yang perlu dilakukan karena merupakan salah satu persyaratan suatu produk dinyatakan lulus dan terstandarisasi. Hal ini dimaksudkan untuk melindungi keselamatan pengendara sepeda motor terutama bagian kepala saat terjadi kecelakaan di jalan raya. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengkonfirmasi sifat mekanik dari bahan yang digunakan. pengujian ini menggunakan pemberat yang berbentuk kerucut yang terbuat dari logam atau besi yang telah dikeraskan melalui proses perlakuan panas. Kerucut logam ini akan jatuh dari ketinggian maksimal 1,6 m dan tidak akan merusak helm atau material uji. Indentor tidak boleh menyentuh (menembus) blok uji titik di bagian atas helm sampai batas putaran helm blok uji (Rollastin, 2018). Menurut I Made Londen Batan (2006) Indentor adalah peralatan untuk indentasi permukaan helm atau material yang akan di uji. Pipa Pengarah indentor berfungsi sebagai pengarah jatuh bebas indentor supaya dapat jatuh pada bagian tengah permukaan helm atau material uji tetap pada jalurnya, jatuh indentor harus benar-benar tegak lurus. Ada 3 macam tipe pengarah indentor, yaitu Rel, Sling dan Tabung (selongsong) (Batan, 2006).



Gambar 2.2 Pengujian Penetrasi Pada Helm (BSN)

Adapun Spesifikasi Alat Uji Penetrasi Menurut SNI 1811-2007 sebagai berikut :

1. Indentor/paku pemukul memiliki spesifikasi yaitu :
memiliki Berat $3,0 \text{ kg} \pm 45 \text{ gram}$; dengan sudut titik radius kepala pemukul $60^\circ \pm 0,5^\circ$; dan jari-jari bagian titik kepala pemukul $0,5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$; tinggi minimum kerucut 40 mm; serta Kekerasan 45 – 50 HRC.
2. Jarak jatuh paku 1.6 m (diukur dari ujung paku sampai titik benturan pada pola kepala.
3. Blok pengujian atau pola kepala terbuat dari kayu keras dan logam lunak.

2.1.5 Dasar Pemilihan Alat

Dalam perencanaan pembuatan suatu alat, harus diperlukan dan diperhatikan apakah bahan-bahan tersebut memenuhi persyaratan baik dimensi maupun jenis dan sifat bahan yang akan diolah saat memilih bahan yang akan digunakan. Berikut ini beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan bahan:

1. fungsi dari komponen

Dalam daftar rencana ini, komponen yang direncanakan memiliki kemampuan yang berbeda. Fungsi itu berarti bahwa bagian utama dari alat atau bahan desain yang dipilih dan dibeli dalam pembuatan produk harus memenuhi persyaratan fungsional dan bahan dari setiap bagian. Oleh karena itu, penulis mempertimbangkan dan memperhatikan dengan cermat bahan dalam pemilihan material dan bahan.

2. Sifat mekanis bahan

Dalam melakukan perencanaan, perlu diperhatikan sifat mekanis bahan untuk mengetahui ke efisiensi dalam penggunaan bahan. Dengan Mengetahui sifat mekanis suatu material memudahkan dalam menghitung kekuatan material yang digunakan untuk setiap komponenen. Sifat mekanis bahan yang dimaksud kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas, dll.

3. Sifat Fisik Bahan

Untuk menentukan bahan apa yang akan digunakan. Sifat fisik yang diketahui di sini termasuk kekasaran, kekakuan, ketahanan terhadap korosi, dan ketahanan dari gesekan, dll.

4. Bahan mudah didapat

Bahan yang digunakan untuk komponen mesin yang direncanakan harus tersedia di pasaran karena dapat dengan mudah diganti jika terjadi kerusakan. Meskipun Bahan yang direncanakan dan dihitung dengan benar, tetapi jika bahan tersebut tidak tersedia di pasar, maka akan sulit untuk membuat alat dengan benar karena bahan yang sulit. Oleh karena itu, perencana diperlukan dalam mengetahui bahan-bahan yang ada dan banyak tersedia di pasaran.

5. Harga relatif murah

Untuk itu membuat komponen - komponen yang telah disusun, maka diusahakan bahan yang digunakan dalam pembuatan komponen – komponen tersebut harus harganya semurah mungkin tetapi jangan mengurangi sifat dan kualitas bahan. Hal ini dapat meminimalkan pengeluaran biaya untuk pembuatan komponen yang direncanakan. (Hasibuan, 2019)

2.1.6 Indentor atau Paku pemukul

Pada bagian indentor atau paku pemukul menggunakan material baja Assental Perancangan indentor dibuat secara terpisah untuk memudahkan ketika pada proses manufaktur dan di bagi 2 yaitu bagian ujung indentor dan bagian pemberat. Untuk ujung indentor dibuat seperti kerucut dengan ujung titik 60°, dengan kekerasan 45-50 HRC dilakukan dengan proses *hardening* dan *quenching* untuk pemberat dibuat seperti silinder memanjang dan berat total indentornya 3 kg.



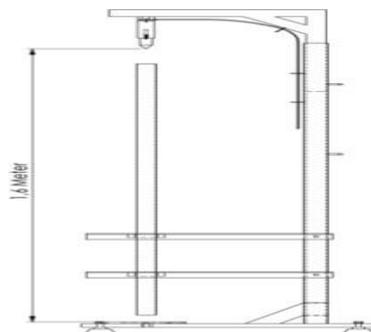
(a)

(b)

Gambar 2.3 Ujung dan Pemberat Indentor

Besi *assental* yaitu merupakan salah satu macam besi yang mempunyai jenis dari warna bermacam – macam. Besi *assental* ada juga memiliki warna putih, namun juga memiliki warna abu – abu, untuk bentuk besi *Assental* sendiri memiliki jenis yang bulat atau yang lazimnya sering disebut *round bars* dan ada juga mempunyai jenis segi empat atau persegi yang sering disebut *square bars*. Selain itu ada juga yang sebagian memiliki tipe yang disebut *shafting bar*. Dimana jenis ini pada umumnya sering digunakan dalam pembuatan *sparepart* mobil, mur, baut, dan juga beberapa furnitur lainnya seperti kursi, rak, dan banyak lainnya (Prayoga, 2020)

2.1.7 Rangka Alat



Gambar 2.4 Alat Uji Penetrasi (Ramadhan, 2022)

Adapun bagian utama rangka memiliki 2 bagian yaitu landasan dan tiang

1. Dudukan pelat

Untuk material dudukan menggunakan pelat baja st 37 dengan lebar 400 mm, panjang 600 mm dan tebal 10 mm. Dudukan pelat berfungsi sebagai dudukan dari semua komponen utama seperti tiang dan dudukan uji.



Gambar 2.5 Pelat Baja

2. Tiang

Adapun tiang berfungsi sebagai penahan pengarah dan juga indenter tiang haruslah kuat supaya dapat menahan beban dari indenter, tiang dilengkapi dengan pengunci supaya dapat diatur naik turun, untuk tiang terdiri dari dua bagian luar dan dalam. Material tiang menggunakan besi *hollow* berbentuk kotak untuk bagian luar memiliki ukuran 40 mm x 40 mm x 2 mm dan tiang dalam ukuran 35 mm x 35 mm x 1,9 mm.



Gambar 2.6 Besi Kotak (Hasibuan, 2019)

Besi *hollow* ialah besi yang berbentuk kotak dengan ketebalan serta panjang yang bermacam-macam. Besi *hollow* ialah besi yang lumayan terkenal karena sering digunakan dan juga memiliki banyak kegunaan. Seperti pembuatan untuk

pintu dan pagar, pintu besi dan banyak lagi, apalagi pemasangan *gypsum* serta *GRC board* memakai besi *hollow* sebagai bahan utamanya. Besi *hollow* sesuai dan dapat diaplikasikan berdampingan dengan gaya minimalis. Wujudnya yang lurus serta kotak, sangat mencerminkan keminimalisan.

Berikut merupakan sebagian tipe besi *hollow*:

2.1.7.1 Besi Hollow Galvanis

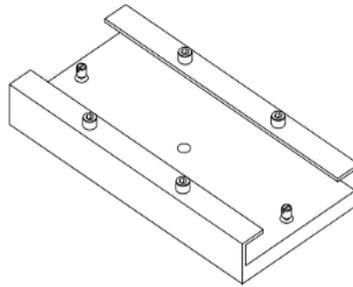
Besi ini ialah istilah buat pelapisan finishing yang terdiri dari 97% faktor *coating zinc* (besi), $\pm 1\%$ faktor *coating* aluminium serta sisanya merupakan faktor bahan lain. Dengan komposisi bahan semacam ini, hendak membuat besi *hollow* tipe ini mudah korosif, terlebih lagi bila besi ini tergesek ataupun terpotong. Oleh sebab itu, oleh karena itu untuk mencegah besi korosif diberikan cat yang bagus supaya tahan lebih lama walaupun diterpa hujan serta panas.

2.1.7.2 Besi Hollow Galvalume

Galvalume ialah istilah buat *Zinc - Alume* yang pelapisannya memiliki faktor *Alume* (Aluminium) serta *Zinc* (besi). Buat bahan *Galvalume* yang sangat baik terdiri dari faktor coatingnya 55% Aluminium, faktor besi 43,5% serta faktor susunan silikon 1,5%. Dapat dilihat dari komposisi bahannya, *hollow galvalume* ini mempunyai ketahanan yang lebih baik terhadap korosi di bandingkan *hollow galvanis*. Dengan mutu bagus, otomatis harga dari besi *galvalume* lebih mahal dari pada *galvanis*, Produk besi *hollow* yang dikeluarkan tiap pabrik hendak berbeda-beda kualitasnya, oleh sebab itu kualitas mempengaruhi biaya. Walaupun demikian, besi *hollow* senantiasa memiliki standard dimensi. Panjang dari besi *hollow* sendiri berdimensi 6 m. untuk ketebalan dari besi *hollow* memiliki ukuran dari 0.6 milimeter, 0.7 milimeter, 0.8 milimeter, 0.9 milimeter, 1.0 milimeter, 1.2 milimeter, 1.3 milimeter, 1.4 milimeter, hingga dengan 1.7 milimeter.

2.1.8 Dudukan Material Uji

Adapun pelat baja st 37 yang digunakan pada dudukan material berbentuk persegi panjang dengan ukuran lebar 80 mm, panjang 100 mm, dengan tebal 10 mm.



Gambar 2.7 Dudukan Uji (Ramadhan, 2022)

Ada pula dudukan pelat, serta dudukan material uji memakai pelat yang sama ialah pelat baja ST 37. Baja ST 37 merupakan logam paduan dengan besi selaku faktor bawah serta karbon selaku faktor paduan utamanya. Isi karbon dalam baja berkisar antara 0.2% - 2.1%. Guna karbon dalam baja merupakan selaku faktor pengeras dengan menghindari dislokasi beralih pada kristal (*crystal lattice*) atom besi. Faktor paduan lain yang biasa ditambahkan tidak hanya karbon tetapi juga mangan (*manganese*), krom (*chromium*), *vanadium*, serta *tungsten*. Dengan memvariasikan isi karbon serta faktor paduan yang lain, bermacam tipe mutu baja dapat didapatkan akumulasi isi karbon pada baja bisa meningkatkan kekerasan (*hardness*) serta kekuatan tariknya (*tensile strength*), tetapi di sisi lain membuat getas (*brittle*) dan merendahkan keuletannya (*ductility*) (Saragih, 2019). Baja karbon rendah ini tidak bisa dikeraskan secara konvensional namun lewat penghimpunan karbon dengan proses *carburizing*. Jenis Baja karbon ST 37 Untuk Keperluan pembuatan komponen - komponen mesin yang distandarkan, dan memiliki kekutan tarik antara 37- 45 Kilogram/ mm² (Puttro, 2019)

2.1.9 Pipa Pengarah

Pipa pengarah menggunakan material PVC berbentuk bulat yang digunakan sebagai pengarah indenter supaya jatuh tepat pada material uji. Material pipa pengarah yang digunakan adalah pipa PVC dengan ukuran 1 ¼ inchi atau 42 mm dengan tebal 3 mm dan panjang yang menyesuaikan dari ketinggian tiang dan dudukan material uji.



Gambar 2.8 Pipa PVC (Munandar & Mustakin, 2019)

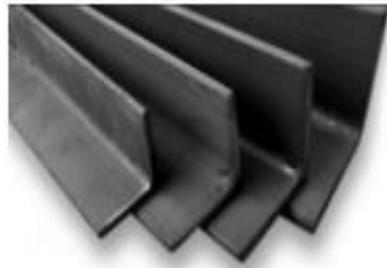
Pipa PVC (*Polyvinyl Chloride*) adalah terbuat dari polimer termoplastik dan menjuarai peringkat 3 dalam pemakaian didunia, setelah polietin (PE), dan polipropilin (PP). Jumlah produksi PVC untuk kontruksi melebihi 50%. Sebagai bahan material bangunan PVC termasuk murah, tahan lama, dan mudah dirangkai. PVC (*Polyvinyl Chloride*) adalah bahan alami termoplastik yang memiliki sifat keras. Bahan ini sangat mudah dibentuk, sehingga sering digunakan untuk pembuatan berbagai alat seperti tempat sampah, ember, dll. Bahan ini tidak baik untuk kesehatan, karena tidak mudah membusuk secara normal. Ketahanan kurang membuat komponen pipa PVC konvensional mudah rusak, meskipun item ini memiliki manfaat dari biaya yang murah dan ringan (Surya, 2021)

Pipa PVC memiliki banyak keuntungan yaitu :

1. Pemasangannya mudah
2. Memiliki ketahanan terhadap bahan kimia
3. Sangat kuat
4. Tahan terhadap korosi.
5. Memiliki konduksi panas yang rendah.
6. Biaya pemasangan murah.
7. Mudah pemeliharaan

2.1.10 Penyangga Pipa Pengarah

Adapun penyangga pipa pengarah adalah besi siku dengan ukuran 50 mm x 50 mm dengan panjang menyesuaikan dari jarak pipa pengarah dengan tiang.



Gambar 2.9 Besi Siku (Pratama, 2021)

Besi siku berasal dari dua kata, Secara umum besi memiliki kesamaan dengan logam yang keras dan kuat serta banyak sekali kegunaannya. Sedang arti siku berarti sudut yang terjadi berasal dari pertemuan dua garis yang tegak lurus satu serupa lain. Dalam dunia bangunan, besi siku ini umumnya diproduksi bersama dengan panjang yang sama ialah 6 m. dengan bentuk segitiga siku-siku. itu hanya tidak menutup di satu sisi. Dilihat dari struktur dan fungsinya, penggunaan besi siku sebenarnya mudah untuk diketahui. Besi siku dapat digunakan untuk membuat rak besi, rangka menara air, hingga pintu masuk. Ada beberapa alasan yang mendorong besi siku sebagai bahan utama dari mesin. Salah satunya dan mungkin yang paling signifikan adalah karena besi siku memiliki penghalang yang kuat. Sejujurnya, bentuknya telah dibuat dengan pertimbangan perhitungan yang hati-hati dari pihak yang membuatnya (Aprimal, 2018).

Kelebihan menggunakan besi siku antara lain ialah :

1. Ringan dan kuat. Dibandingkan bersama produk baja lainnya, besi siku bisa dikatakan ringan, mudah untuk dibentuk dan memiliki dimensi yang bervariasi. Penampang yang berwujud *L-bracket* dan berbentuk sudut kemiringan 90 derajat menjadikan besi siku kokoh layaknya segitiga.
2. Dimensi yang variasi. Produk besi siku terlampaui variasi sehingga terlalu mungkin pembeli untuk memilih cocok bersama proyek masing-masing. Besi siku punya ketebalan 1,4 milimeter– 3,4 milimeter dan penampang L dengan lebar 2 milimeter - 5 milimeter.

3. Mudah dibentuk. Besi siku mudah dibentuk untuk membuat mesin, ukuran dan konstruksi khusus cocok bersama kebutuhan.
4. Serbaguna. Besi siku bisa digunakan terhadap beraneka macam proyek, seperti pembuatan rangka atap, menara, tangga, meja, kursi, lemari, dan lainnya (Nugroho & Fahmi, 2020)

2.1.11 Baut

Pengikat atau baut adalah berupa batangan yang berbentuk silinder atau bulat yang memiliki ulir *heliks* pada permukaannya. Penggunaan utamanya adalah sebagai pengikat untuk menahan dua item bersama-sama, dan sebagai mesin langsung untuk mengubah gaya ke penyortiran langsung. salah tipe baut yang lazim terdapat di pasaran adalah sebagai berikut :

1. *Hex Bolts*

Baut yang biasa digunakan untuk pekerjaan pembangunan dan perbaikan. Atribut baut dari baut *hex* adalah individu kepala baut heksagonal. Baut *hex* terbuat dari berbagai jenis bahan, dan setiap bahan memiliki kualitas yang berbeda. Cara paling ideal yang mungkin dilakukan dalam menentukan baut segi enam yang akan digunakan adalah dengan menentukan bahan baut segi enam sesuai dengan kebutuhan khusus dari pembangunan yang akan diselesaikan. Beberapa bahan yang sering digunakan. Beberapa bahan pembuatan yang sering dipakai dalam pembuatan hex bolt antaranya : *stainless steel*, *carbon steel*, dan *alloy steel* yang disepuh cadmium atau *zinc* untuk menghindar karat.



Gambar 2.10 *Hex Bolt* (Hasibuan, 2019)

2.1.12 Mur

Mur adalah pengikat atau kombinasi baut. Mur umumnya terbuat dari baja lunak, meskipun untuk kepentingan khusus termasuk digunakan beberapa logam atau campuran logam lain. Mur menggabungkan model yang berbeda dan dapat digunakan sesuai kebutuhan dan kapasitasnya. Berikut beberapa model kepala yang dimiliki oleh mur, antara lain:

1. Mur Segienam

Enam mur perspektif (mur polos heksagonal). Digunakan dalam setiap alasan modern.



Gambar 2.11 Mur Segi Enam

2. Mur *Custellated Nut*

Mur dengan kepala berbentuk mahkota atau slot pengunci (*custellated nut dan slotted nut*) adalah model mur yang ditingkatkan dengan sistem penguncian. Bagian atas mur model ini memiliki alasan untuk membatasi tempat mur dengan tujuan agar tidak merubah posisi yang telah ditentukan sebelumnya.

3. Mur Pengunci

Mur pengunci adalah mur yang ukurannya lebih besar dan tidak terlalu tebal dari mur biasa. Mur kunci pengunci kebanyakan dipasang di bawah mur utama sebagai kunci.

2.1.13 Proses Manufaktur

Manufaktur adalah kata yang berasal berasal dari bahasa Latin, yakni *manusfactus* yang berarti dibuat dengan tangan. Sedangkan kata *manufacture* keluar pertama kali pada tahun 1576, dan disusul kata *manufacturing* pada tahun

1683. Kata “manufaktur” dalam konteks yang luas, adalah proses mengubah bahan baku atau bahan mentah menjadi suatu produk, ada 3 yaitu yang saling berkaitan dengan manufaktur (1) proses perancangan produk, (2) pemilihan material, (3) tahapan-tahapan pembuatan produk (Supriyanto, 2013). *Manufactured product* merupakan produk akhir atau barang jadi yang melalui proses serangkaian manufaktur di dalam suatu industri. produk tersebut dapat dibagi jadi 2 yaitu :

1. *Consumer Goods*, adalah suatu produk yang dapat digunakan secara langsung oleh *consumer* setelah dibeli. Contohnya : hp, televisi, dan komputer.
2. *Capital Goods*, merupakan sebuah produk dapat digunakan dan dapat berguna menghasilkan produk yang lain atau menghasilkan jasa setelah pembeliannya. Contohnya : pesawat Terbang, Kereta Api, mobil dan motor (Sulistyarini et al., 2018).

2.1.13.1 Operasi Proses Manufaktur

Operasi proses manufaktur dapat dibagi menjadi dua tipe dasar sebagai berikut :

1. Operasi proses

Operasi proses merupakan material dapat dirubah yang sebelumnya bernilai jauh lebih bernilai lagi atau merubah menjadi produk akhir yang diinginkan, untuk menambahkan nilai suatu material. Dilakukan operasi proses dengan merubah pengukuran, sifat, atau penampilan dari material awal, dasarnya operasi proses dilakukan untuk part-part yang berlainan, tetapi operasi proses tertentu juga mampu diterapkan untuk part –part di *assembling*.

Terdapat tiga kategori operasi proses :

- Operasi bentuk, mengubah pengukuran material kerja awal dengan berbagai metode. Proses – proses metode diantaranya adalah coran, tempa, dan machining (permesinan seperti bubut, frais, *drilling*, dll).
- Operasi peningkatan sifat, caranya dengan menambahkan nilai pada material dengan meningkatkan sifat-sifat fisiknya tanpa mengubah bentuknya. Salah satu contohnya adalah perlakuan panas.

- Operasi proses permukaan, dilaksanakan untuk membersihkan, memelihara, melindungi, atau melapisi material pada permukaan bagian terluarnya. Contohnya *painting* (pengecatan).

2. Operasi *Assembling*

Operasi *assembling* (penyatuan) merupakan proses penggabungan dua atau lebih dari komponen untuk membuat atau membentuk alat yang baru yang sering disebut dengan penggabungan, sub rakitan atau beberapa satu istilah lain dari yang menyinggung cara paling umum untuk menggabungkan (memadukan) contoh penyatuan pengelasan yang disebut las. Bagian-bagian dari elemen baru dikaitkan satu sama lain pada permanen atau semi tahan lama. Proses penyambungan permanen menggabungkan (pengelasan), mematri (pematrian), pengikatan (penyolderan). Mereka menyusun campuran bagian-bagian yang tidak dapat diisolasi dengan mudah (Rokhman, 2015).

2.1.13.2 Pembubutan

Proses pembubutan adalah proses pemesinan yang menggunakan mata potong berupa pahat untuk prosesnya mata potong akan menyayat permukaan benda kerja yang berputar. Mata potong bergerak lurus sesuai dengan sumbu putar benda kerja. Dengan mekanisme kerja seperti itu, maka proses bubut hanya dapat digunakan untuk benda kerja yang berbentuk silinder.

Pada proses pembubutan benda kerja di cekam dichuck yang terpasang di spindel mesin bubut. Kemudian spindel dan benda kerja akan berputar berdasarkan kecepatan rpm yang disetel. Untuk proses penyayatan benda kerja menggunakan alat potong. Prinsip kerja mesin bubut adalah benda kerja yang berputar, sedangkan pisau bubut bergerak memanjang dan melintang untuk menggerakkan alat potong menggunakan dengan memutar eretan melintang. pengerjaan ini menghasilkan sayatan dan benda kerja yang umumnya berbentuk simetris. Pengerjaan pada mesin bubut pada umumnya yaitu proses muka atau facing, rata lurus atau bertingkat, tirus, alur, ulir, bentuk, mengebor, memperbesar lubang, memotong, dll.

2.1.13.3 Mesin bubut

Mesin bubut (*turning machine*) adalah suatu tipe mesin perkakas yang didalam proses kerjanya bergerak memutar benda kerja dan memakai pahat potong (*tools*) sebagai alat untuk memotong benda kerja. Mesin bubut adalah mesin proses produksi yang digunakan untuk membentuk benda kerja bulat dan berongga. Sementara itu, benda kerja pertama kali dipasang pada chuck yang terhubung ke spindel mesin kemudian, pada saat itu, poros dan benda kerja diputar dengan kecepatan seperti hitungan rpm yang digunakan. Alat potong (pahat) yang digunakan untuk membentuk benda kerja akan dipotong menjadi benda kerja yang sedang berputar.



Gambar 2.12 Mesin Bubut (Hasibuan, 2019)

Prinsip kerja mesin bubut adalah benda dicekam di *chuck* kemudian spindel mesin bubut berputar, sedangkan proses pemakanannya dengan menggunakan pahat yang digerakan pada eretean melintang dan memanjang. Dari kerja ini dihasilkan sayatan dan benda kerja yang kebanyakan berbentuk bulat. Fungsi mesin bubut berdasarkan prinsipnya untuk membubut muka/facing, rata lurus/bertingkat, tirus, alur, ulir, bentuk, kecepatan potong dapat dihitung sebagai berikut:

$$c_s = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan :

- c_s : kecepatan potong (M/menit)
- n : putaran poros utama (RPM)
- D : Diameter benda kerja (mm)

1/1000 : didapat dari 1 mm = 1/1000 m

Kecepatan putar sumbu utama dapat dihitung dengan rumus :

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan :

n : kecepatan putar spindle (rpm)

v_c : kecepatan potong (m/menit)

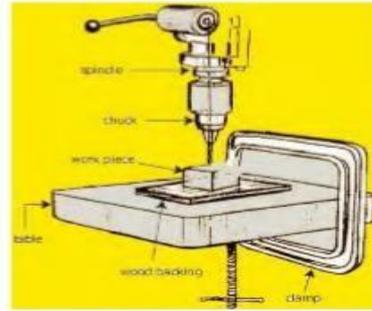
π : konstanta (3,14)

D : Diameter benda kerja (mm)

1/1000 : diperoleh dari 1 m = 1000 mm

2.1.13.4 Pembuatan Lubang (*Drilling*)

Proses *drilling* atau gurdi adalah proses pemesinan yang paling mudah di antara proses pemesinan yang lainnya. Biasanya di bengkel – bengkel proses ini sering disebut sebagai proses pengeboran, biarpun istilah ini memang tidak cukup tepat. Proses gurdi bertujuan sebagai sistem pembuatan lubang bulat. Sedangkan sistem bor adalah sistem meluaskan/memperbesar lubang yang dapat dikerjakan bersama batang bor yang tidak cuma dikerjakan terhadap Mesin Gurdi, tetapi dapat dikerjakan pada Mesin Bubut (*Turning*), Mesin Frais (*Milling*), atau Mesin Bor (Gurdi). Proses gurdi digunakan untuk pembuatan lubang selinder sesuai bentuk mata bor. Pembuatan lubang bersama bor spiral di dalam benda kerja yang pejal merupakan suatu sistem pengikisan bersama kekuatan penyerpihan yang besar. Jika terhadap benda kerja itu dituntut kecermatan yang tinggi (ketepatan ukuran atau mutu permukaan) terhadap dinding lubang, maka diperlukan pengerjaan sambungan bersama pembenam atau penggerek.



Gambar 2.13 Proses *Drilling* (Hasibuan, 2019)

Karakteristik sistem gurdi agak tidak serupa dengan sistem pemesinan yang lain, yaitu:

- Beram harus nampak dari lubang yang dibuat.
- Beram yang nampak bisa mengakibatkan persoalan dikala ukurannya besar
- Proses pembuatan lubang yang dalam dilakukan secara hati-hati supaya mata bor tidak patah.
- Dalam pembuatan lubang yang dalam dan pada benda kerja yang besar, maka diberikan cairan pendingin agar mata bor tidak cepat aus atau tumpul.

Adapun rumus kecepatan potong dapat dihitung dengan cara sebagai berikut:

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot N}{1000} \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

v_c : kecepatan potong (m/min)

N : kecepatan putaran (m/min)

D : Diameter pahat

2.1.13.5 Pengelasan

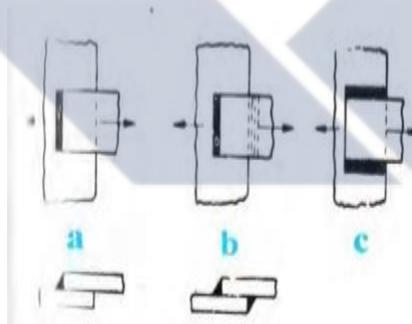
Proses penyambungan pada komponen-komponen bagiannya pada bagian rangka alat dengan langkah pengelasan. Pengelasan adalah proses penyambungan dua anggota logam bersama dengan alat pengubung yang sering disebut elektroda. anggota logam yang bakal disambung, serta bersama atau tanpa logam pengisi lantas yang diinginkan secara bersamaan. Sambungan las terhitung klasifikasi

kelanjutan tetap, karena kelanjutan ini tidak mampu digunakan tanpa menyebabkan kerusakan material penyambung dan material yang disambung. Saat ini kelanjutan las banyak diaplikasikan sebagai sistem alternatif, dalam suatu industri kecil maupun industri besar sebagai proses pembentukan mesin maupun konstruksi baja lainnya. Hal ini dijalankan untuk tujuan mengurangi biaya pembuatan komponen mesin tersebut, komponen yang disambung bersama proses pengelasan, setelah diberi perlakuan panas, biasanya mempunyai kapabilitas yang tinggi pada anggota sambungannya, hal ini merupakan keunggulan pengelasan pada komponen mesin yang bergerak.

2.1.13.5.1 Tipe-tipe Sambungan Las

Secara umum sambungan dalam las dibagi dua tipe yaitu :

- a. Sambungan *Lap Joint* atau *Fillet Joint* dibagi lagi beberapa yaitu :
 - a) *Single transverse fillet.*
 - b) *Double transverse fillet.*
 - c) *Parallel fillet joints*



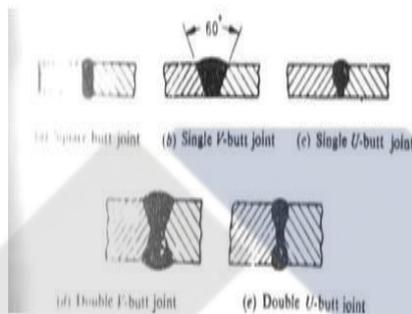
Gambar 2.14 Tipe Sambungan Las Tipe Joint atau Fillet Joint (Hasibuan, 2019)

b. Butt Joint

Pengelasan *butt joint* biasanya digunakan untuk pengelasan pelat dengan penumpu yang tidak terputus – putus. Kampuh temu lebih kuat menahan beban statik khususnya beban dinamik dibandingkann dengan kampuh leher. Kekuatan dinamik akan bertambah secara mencolok misalnya ke dua permukaan dari kampuh akar dilas dan digerinda Sejalan dengan arah gaya. Kampuh miring juga lebih kuat menahan beban statik

Sambungan *butt joint* dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu:

1. *Squard butt joint*
2. *Single V- butt joint*
3. *Single U- butt joint*
4. *Double V- butt joint*
5. *Double U- butt joint*



Gambar 2.15 Sambungan Las Tipe *Butt Joint* (Hasibuan, 2019)

c. Tipe sambungan lain :

1. *Corner joint.*
2. *Edge joint.*
3. *T-joint.*

2.1.13.5.2 Besar arus pengelasan

Setiap sistem penyambungan dengan teknologi pengelasan menggunakan besar arus pengelasan ialah besarnya aliran atau arus listrik yang muncul dari mesin las. Besar kecilnya arus pengelasan mampu diatur bersama dengan alat yang tersedia di mesin las. Arus las perlu sesuai dengan model bahan dan diameter elektroda yang digunakan di dalam pengelasan. Besar arus terhadap pengelasan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang dipakai sangat rendah atau kecil, maka akan membawa dampak sulitnya penyalaan pada busur listrik dan busur listrik yang berlangsung tidak stabil.

Adapun perhitungan kekuatan las, seperti pada rumus dibawah ini adalah Tegangan total :

$$F = \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \cdot \tau_g \dots \dots \dots (2.4)$$

Ket :

t : tebal pelat atau tebal lasan (mm)

l : panjang lasan (mm)

rg : tegangan geser bahan yang dilas (N/mm^2)

2.1.13.6 Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Heat treatment adalah paduan dari pemanasan dan pendinginan, diaplikasikan pada baja paduan dengan tujuan untuk memperoleh kekerasan yang sesuai diinginkan. Biasanya dilakukan untuk memperoleh ketahanan aus yang tinggi atau kapabilitas yang lebih baik. Pengerasan dilakukan dengan memanaskan baja hingga temperatur austenit. Tujuannya adalah untuk membentuk fasa *austenite* yang homogen sesudah itu dilakukan pendinginan dengan cepat sehingga memperoleh struktur baru yang memiliki pembawaan yang keras. Secara umum perlakuan panas dibagi didalam tiga tahap, yaitu:

1. Pemanasan hingga suhu spesifik sesuai bersama dengan proses perlakuan panas dan bersama dengan kecepatan spesifik terkait dari dimensi dan konduktifitas pemindahan panas benda kerja.
2. Mempertahankan suhu untuk saat tertentu, sehingga temperturnya merata pada semua bagian benda kerja.
3. Pendinginan bersama dengan media pendingin yang terkait pada proses perlakuan panas dan benda kerja. Pada baja karbon rendah pada umumnya media pendingin yang sering digunakan adalah air, karena laju pendinginannya sangat cepat sehingga terbentuk martensit. Sedangkan pada baja karbon tinggi dan baja paduan medium yang pendingin yang digunakan yaitu oli karena laju pendinginan yang lebih lambat (Praditya, 2018).

2.1.13.6.1 Pengerasan (*Hardening*)

Hardening adalah proses perlakuan panas dengan pendinginan cepat (non-equilibrium), atau martensit. Kekerasan baja bergantung pada komposisi kimianya, khususnya persentase karbonnya. Semakin tinggi persentase karbon akan semakin sulit untuk dikeraskan karena harus menggunakan suhu yang tinggi

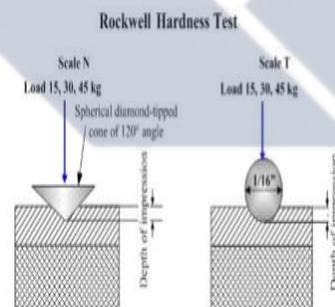
untuk prosesnya. Dan kekerasan baja tetap mampu diubah dengan membuat perubahan susunan mikronya. Kekerasan yang sangat tinggi mampu dicapai dengan lakukan sistem perlakuan panas untuk mendapatkan susunan martensit. Proses ini disebut *hardening*. proses ini menggabungkan pemanasan ke austenisasi dan diikuti dengan pendinginan pada kecepatan tertentu untuk memperoleh sifat yang yang diinginkan. Suhu yang dipilih bergantung pada jenis baja yang ditangani, di mana suhu pemanasan adalah 50 - 100°C di atas garis A3 untuk baja *hipoeutektoid*. Sementara sistem pendingin berbeda bergantung pada kecepatan pendinginan dan media pendingin yang diinginkan (Pramono, 2011). Tujuan utama proses pengerasan adalah untuk meningkatkan kekerasan baja karbon dan meningkatkan ketahanan aus. Makin tinggi kekerasan akan semakin tinggi pula ketahanan ausnya (Rusjdi et al., 2016)

2.1.13.6.2 Quenching

Proses *quenching* adalah proses pemindahan panas yang sangat cepat. Pada saat terjadinya dilakukan perlakuan pendingin dengan kecepatan tertentu, pendinginan dari temperatur terakhir perlakuan dan perubahan dari austenit menjadi bainit dan martensit untuk menghasilkan kekuatan dan kekerasan yang tinggi. Pemadatan maksimum yang dapat dilakukan baja yang di *quenching* hampir sepenuhnya ditentukan berfokus pada karbon dan tingkat pendinginan yang setara atau lebih tinggi dengan tingkat pendinginan kritis untuk paduan tersebut. Untuk media pendinginan meliputi: air, larutan garam, minyak, polimer air, dan beberapa kasus penggunaan *inert* gas. Pada saat baja dengan cepat didinginkan dari temperatur austenisasi (*quench*), karbon tidak memiliki kesempatan untuk berdifusi dari struktur mikro austenit ketika struktur ini diubah menjadi *BCT (Body Focused Tetragonal)*, transformasi ini disebut martensit. Di bawah kondisi perlakuan panas sebenarnya, perubahan pada umumnya tidak terjadi dalam kondisi isothermal tetapi terjadi di bawah kondisi pendinginan tanpa henti.

2.1.13.6.3 Uji *Rockwell*

Pengujian kekerasan dengan teknik *Rockwell* berarti mengetahui kekerasan suatu bahan untuk pengujiannya digunakan indentor permata kerucut yang digaris bawahi pada lapisan luar bahan uji. Secara keseluruhan, uji kekerasan ini bukan untuk melihat apakah material tersebut keras atau tidak, tetapi untuk mengetahui seberapa besar kekerasan logam tersebut. Tingkat kekerasan logam tergantung pada satuan standar. Metode uji kekerasan diarahkan dan diarahkan oleh pedoman industri dengan standar satuan baku. Cara pengujian *Rockwell*, estimasi langsung dibaca oleh mesin, menunjukkan jumlah kekerasan material yang dicoba dengan cara ini dengan lebih cepat dan tepat. Nilai skala kekerasan *Rockwell B* hingga RB100, jadi dengan asumsi nilai $RB > 100$ diperoleh, pengujian dilakukan berulang dengan cara yang sama. pengujian yang dapat dilakukan dengan menggunakan skala B hanya terbatas hanya untuk bahan yang tidak terlalu keras. Untuk bahan yang lebih keras hingga RB70, digunakan skala *Rockwell C*, khususnya dengan menggunakan indentor kerucut permata atau intan dengan titik puncak 120 dengan beban maksimum 150 (N), untuk bahan yang lebih kuat lagi, menggunakan skala *Rockwell A* (Ikhtiar, 2021).

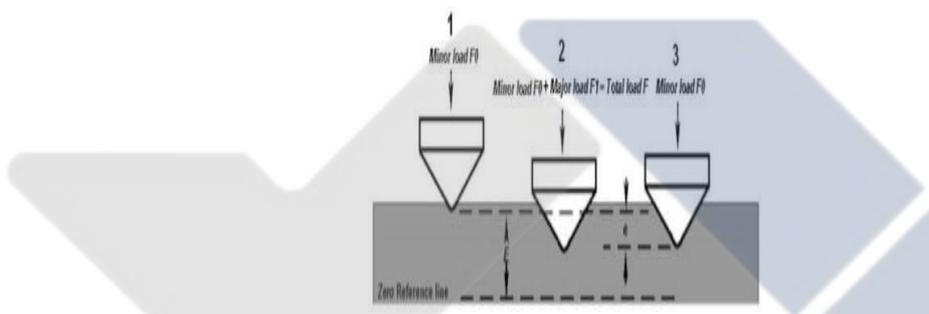


Gambar 2.16 Uji *Rockwell* (Siallagan, 2016)

2.1.13.6.4 Prinsip Kerja Metode *Rockwell*

Proses uji kekerasan *Rockwell* dilakukan dengan cara menekan permukaan benda uji dengan indentor sebanyak dua kali penekanan. Penekanan pertama menggunakan beban 10 kg.F yang disebut beban minor, kemudian ditambah dengan beban utama atau sering disebut beban mayor. Besarnya beban mayor yang digunakan adalah 50 kg.f, 90 kg.f, atau 140 kg.f tergantung pada jenis

indenter dan material benda uji (atau skala uji *Rockwell*). Beban utama kemudian dibiarkan, sedangkan beban kecil atau minor tetap dipasang. Jadi benda pada benda uji kembali ke beban kecil. Perbedaan antara kedalaman masuk mengikuti dengan beban signifikan dan beban kecil adalah nilai yang digunakan untuk membantu memposisikan indenter pada contoh uji dengan tepat dan menghilangkan dampak kemiringan permukaan. Lapisan luar benda uji menjadi siap untuk menerima beban utama. Akibatnya lapisan luar permukaan benda uji halus. (Ikhtiar, 2021)



Gambar 2.17 Prinsip Kerja Metode *Rockwell* (Asroni & Nurkholis, 2016)

Dibawah ini merupakan rumus untuk menghitung nilai kekerasan *rockwell* dari hasil penekanan yang di peroleh :

$$HRB = 130 - \left(\frac{h}{0,002 \text{ mm}} \right) \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana : HRB = harga kekerasan *Rockwell*

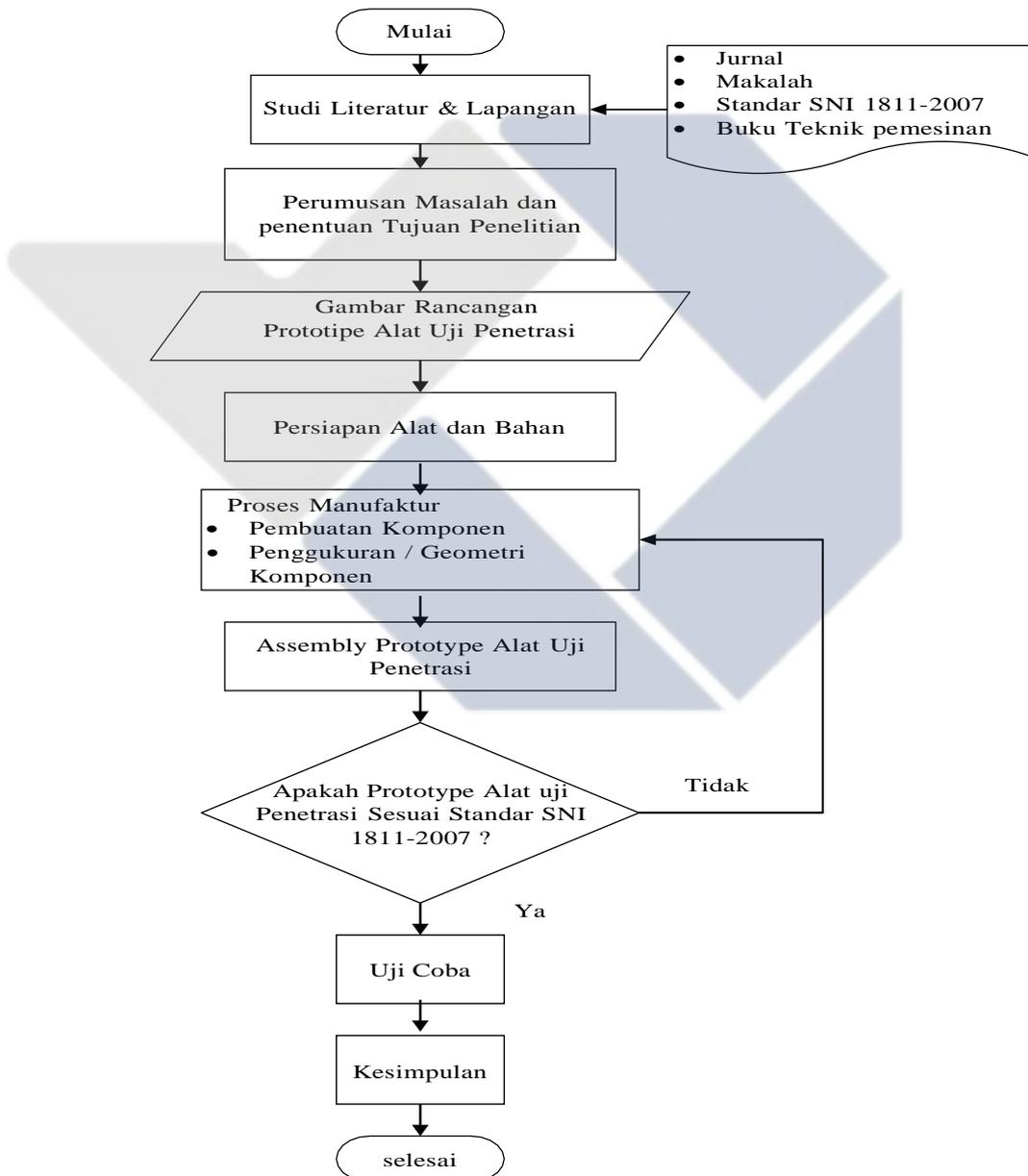
h = kedalaman indentasi (mm)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian

Adapun tahapan penelitian dijelaskan secara sederhana sesuai dengan diagram alir penelitian pada flowchart berikut ini :



Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Proyek Akhir

3.2 Studi Literatur dan Lapangan

Literatur yang dipelajari dalam pembuatan prototype alat uji penetrasi meliputi, proses manufaktur setelah itu dilakukan *assembly* terhadap komponen – komponen penyusun serta fungsinya masing – masing, jenis material digunakan dalam pembuatan prototipe alat uji penetrasi dan hal-hal lain yang berkaitan dengan prototipe alat uji penetrasi, serta melakukan survey lapangan untuk mengetahui bahan yang akan digunakan.

3.3 Perumusan Masalah dan Penentuan Tujuan Penelitian

Perumusan masalah dan tujuan masalah adalah merumuskan dan menetapkan tujuan masalah hal yang berkaitan dengan penelitian sebelum melakukan penelitian tersebut perlu lah dilakukan perumusan dan penetapan tujuan masalah agar penelitian yang dilakukan dapat berjalan secara teratur dan terarah.

3.4 Gambar Rancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi

Gambar rancangan prototipe alat uji penetrasi meliputi gambar susunan dan gambar detail komponen – komponen, untuk data dari rancangan sendiri didapatkan dari rekan saya Muhammad Iqbal Ramadhan mahasiswa D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur angkatan ke 2.

3.5 Persiapan Alat dan Bahan

Sebelum proses pengerjaan dimesin atau manufaktur perlu dilakukan persiapan untuk alat dan bahan yang akan digunakan dalam proses manufaktur.

3.6 Proses Manufaktur

Pada Tahap ini dilakukan proses manufaktur menggunakan mesin dan pembuatan alat sesuai dari rancangan yang telah dibuat. Pembuatan komponen dilakukan di lab mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Adapun macam – macam pemesinan yang digunakan dalam pembuatan prototipe alat uji penetrasi yaitu mesin bubut, mesin las, *heat treatment* dan mesin uji kekerasan.

3.7 *Assembly Prototype* Alat Uji Penetrasi

Tahap perakitan adalah tahap penyusunan komponen – komponen yang telah di proses manufaktur dan disusun menjadi mesin atau alat yang utuh. Komponen – komponen tersebut dirakit menjadi kesatuan yang utuh supaya dapat berfungsi dan bekerja sesuai keinginan. Proses perakitan dilakukan berdasarkan hasil rancangan seluruhnya.

3.8 Apakah *Prototype* Alat Uji Penetrasi Sesuai Standar SNI 1811-2007

Setelah dilakukan proses *assembly* dan jadi prototipe alat uji penetrasi dilakukan pengamatan terhadap prototipe apakah prototipe alat uji penetrasi telah sesuai standar dari SNI 1811-2007 sehingga itu menjadi tolak ukur untuk melanjutkan pada tahap selanjutnya. Apabila prototipe belum memenuhi daftar tuntutan maka dapat dikatakan gagal, maka kembali ke tahap proses proses manufaktur agar dapat dilakukan evaluasi dan daftar pengujian dapat memenuhi daftar tuntutan. Sebaliknya prototipe memenuhi daftar tuntutan maka akan dilakukan proses selanjutnya.

3.9 Uji Coba

Jika prototipe memenuhi dari daftar tuntutan maka dilakukan proses selanjutnya yaitu uji coba pada prototipe. Pada proses ini dilakukan pengujian terhadap material komposit yang dijatuhkan dari ketinggian 1,6 m, untuk melihat apakah material tersebut dapat lulus standar dari pengujian jika tidak tertembus dinyatakan lulus standar sebalik material tertembus paku tidak lulus.

3.10 Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan proses menarik kesimpulan serta memberikan saran – saran untuk perbaikan dan penelitian selanjutnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Proses Pembuatan Prototipe Alat Uji Penetrasi

4.1.1 Mempersiapkan alat dan bahan

Pertama – tama mempersiapkan alat – alat dan bahan material yang akan digunakan sebelum proses pembuatan, bahan yang digunakan yaitu besi *Hollow* 40 mm x 40 mm x 2 mm, besi *hollow* 35 mm x 35 mm x 1,9 mm, besi siku 50 mm x 50 mm, dan pelat tebal 10 mm, dengan p x l 600 mm x 400 mm meliputi :

4.1.1.1 Alat

1. Mesin Bubut, Pahat Bubut, Jangka Sorong

Mesin bubut dan alat pendukungnya berfungsi saat proses pembuatan indentor. Indentor dibentuk sesuai dari gambar rancangan agar dapat mempermudah pembuatan.



(a)

Gambar 4. 1 Pahat bubut



(b)

Gambar 4. 2 Mesin bubut



Gambar 4. 3 Jangka sorong

2. Mesin Las, Elektroda

Pada penyambungan tiang dengan landasan dan dll. Menggunakan mesin las untuk mesin las yang digunakan yaitu *Miller Gold Star 402*.



(a)

Gambar 4. 4 Mesin Las



(b)

Gambar 4. 5 Elektroda Las

3. Oven *Heat Treatment*

Setelah indenter dibubut dan sesuai gambar rancangan, kemudian dilakukan proses *heat treatment* untuk mencapai kekerasan yang di standarkan yaitu 45 – 50 HRC, untuk proses proses pengerasan digunakan oven *heat treatment*.



Gambar 4. 6 Oven *Heat Treatment*

4. Mesin Uji Kekerasan *Zwick/Roell*

Pengujian kekerasan dilakukan setelah proses *heat treatment* untuk mengetahui kekerasan indenter apakah indenter sudah mencapai kekerasan atau belum.



Gambar 4. 7 Mesin *Zwick/Roell*

5. Gerinda Tangan, Bor Listrik

Gerinda tangan digunakan untuk memotong besi *hollow* dan lainnya, dan untuk bor listrik digunakan untuk membuat lubang baut.



(a)

Gambar 4. 8 Gerinda Tangan



(b)

Gambar 4. 9 Bor Listrik

6. Roll Meter, kunci – kunci, dan *V-Block*

Adapun untuk alat pendukung dalam proses pembuatan prototipe alat uji penetrasi seperti alat ukur dan kunci – kunci.



(a)

Gambar 4. 10 *V-Block*



(b)

Gambar 4. 11 *Roll Meter*



Gambar 4. 12 Kunci-Kunci

7. Cat dan Kuas

Untuk cat dan kuas digunakan pada proses *finishing*. Supaya prototipe kelihatan indah dan untuk mencegah karat.



(a)

Gambar 4. 13 Cat

(b)

Gambar 4. 14 Kuas

4.1.1.2 Bahan

1. Pelat baja, besi siku, pipa pvc, besi *hollow*, baja *Assental*

Adapun bahan – bahan dalam pembuatan prototipe alat uji penetrasi seperti pelat baja, besi siku, pipa pvc, besi *hollow*, dan baja *assental*.



(a)

Gambar 4. 15 Pelat Baja



(b)

Gambar 4. 16 Besi Siku



(a)

Gambar 4. 17 Besi *Hollow*



(b)

Gambar 4. 18 Baja *Assental*



Gambar 4. 19 Pipa PVC

2. Bahan Pendukung

Untuk bahan pendukung lainnya dalam pembuatan prototipe alat uji penetrasi seperti seling, baut, jalur seling, kaki karet.



(a)

Gambar 4. 20 Seling



(b)

Gambar 4. 21 Baut



(a)

Gambar 4. 22 Jalur Seling



(b)

Gambar 4. 23 Kaki Karet

4.1.1.3 Biaya Bahan Pembuatan Prototipe Alat Uji Penetrasi

Biaya alat bertujuan untuk mengetahui seberapa besar biaya dalam pembelian bahan untuk prototipe alat uji penetrasi. Adapun secara rincinya dapat dilihat pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Biaya bahan Pada Pembuatan Prototipe Alat Uji Penetrasi

No	Nama Barang	Banyak		Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1	Pelat baja 600x400mm Pelat baja 200x100mm	20	Kg	500.000	500.000
2	Baja Assental	1	Buah	328.000	328.000
3	Besi hollow 40 mm x 40mm x 2 mm (6 m)	1	Buah	275.000	275.000
4	Besi hollow 35 mm x 35mm x 1,9 mm (6 m)	1	Buah	240.000	240.000
5	Pipa pvc 1 ¼ inci	1	Buah	50.000	50.000
6	Besi siku 60 cm	2	Buah	15.000	15.000
7	Klem pipa 1 ¾ inci	2	Buah	20.000	20.000
8	Seling	6	Meter	39.000	39.000
9	Jalur seling	8	Buah	25.000	25.000
10	Baut	10	Buah	13.000	13.000
11	Kaki karet	4	Buah	13.000	13.000
12	Cat dan lainnya	1	Buah	82.000	82.000
Total biaya pembuatan					1.600,000

Total biaya semua jenis material yang digunakan untuk membuat prototipe alat uji penetrasi kurang lebih seperti tercantum diatas dan juga belum termasuk biaya lainnya yang terpakai pada saat pembuatan alat.

4.2 Proses Manufaktur

4.2.1 Proses Pembuatan Indentor

4.2.1.1 Proses Pembubutan Indentor

Proses pembuatan indentor secara bertahap dari mulai pembubutan rata, pembubutan miring, dan pembubutan bertingkat untuk pembuatan ujung indentor dan pemberatnya. pembuatan ujung indentor menggunakan material baja *assental*, dan untuk proses pembuatannya menggunakan mesin bubut. Waktu proses

permesinan pembuatan ujung indentor dengan diameter 24 mm dan panjang 75,54 mm dengan hitungan :

Adapun langkah – langkah pembubutan ujung indentor sebagai berikut :

1. Langkah pertama lakukan pembubutan pemakanan untuk *facing* sehingga panjang indentor dari $\varnothing 80,90$ mm ke $\varnothing 75,54$ mm pada gambar 4.24



Gambar 4.24 Pembubutan *Facing*

Untuk rumus cari perhitungan rpm $\varnothing 24$ mm dan waktu pemesinannya dapat dicari :

Dimana

N = putaran mesin (rpm)

T_m = waktu pengerjaan (menit)

L = panjang pemakanan (mm)

S_r = kedalaman pemakanan (mm/putaran)

V_c = kecepatan potong

D = diameter benda kerja

Tabel 4. 2 Perhitungan Rpm dan Waktu Pembubutan Ø 24 mm

Perhitungan untuk mencari rpm dan waktu pembubutan Ø 24 mm, panjang 75,54 mm		
Diketahui	Perhitungan rpm	Perhitungan waktu pembubutan
$D = 35 \text{ mm}$ $V_c = 20 \text{ m/menit}$ $S_r = 0,5 \text{ mm/putaran}$	$N = \frac{1000 \cdot V_c}{3,14 \cdot D}$ $= \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 35}$ $= \frac{20.000}{109,9}$ $= 181,98 \text{ rpm}$	$T = \frac{L}{S_r \cdot N}$ $= \frac{75,54}{0,5 \cdot 181,98}$ $= \frac{75,54}{90,99}$ $= 0,83 \text{ menit.}$

2. Pembubutan rata memanjang dari Ø 25 mm ke Ø 24 mm dengan panjang pembubutan 75,54 mm pada gambar 4.25



Gambar 4. 25 Pembubutan Rata Ø 24 mm

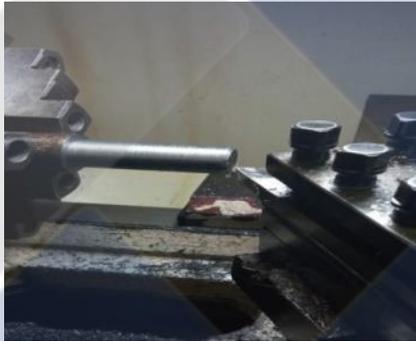
Tebal pemakanan yang dibubut 1 mm maka total waktunya yang dibutuhkan ialah 0,83 menit.

3. Lakukanlah pengukuran menggunakan jangka sorong untuk Ø 24 mm. Setelah diameter sesuai lakukanlah proses selanjutnya pada gambar 4.26



Gambar 4. 26 Pengukuran \varnothing 24 mm

4. Pembubutan miring ujung indentor yang sudut 60° dengan menggeser eretan atas. Proses tersebut juga dengan menggerak eretan atas dan dilakukan secara tahap – bertahap pada gambar 4.27



Gambar 4. 27 Proses Pembubutan Miring

- ❖ Rumus menghitung untuk membuat benda kerja ketirusan dengan menggeser eretan atas ialah :

Dimana :

D = diameter besar tirus (mm)

d = diameter kecil tirus (mm)

L = panjang tirus (mm)

Tabel 4. 3 Perhitungan Kemiringan sudut eretan atas

Diketahui	Perhitungan untuk sudut
D = 25 mm	$\frac{25-0}{2.24}$
d = 0 mm	$\frac{25}{48}$
L = 24 mm	$\text{tg } a = \frac{25}{48}$
	$\text{tg } a = 0.520 \approx 27.51^\circ$
	Jadi eretan yang harus digeser untuk bubut tirus adalah $27,51^\circ$



Gambar 4. 28 Hasil Pembubutan Miring

- Selanjutnya lakukanlah pemeriksaan untuk membutikan pembubutan tersebut sudutnya 60° pada gambar 4.29



Gambar 4. 29 Pengukuran Sudut Menggunakan Bevel Protractor

- Proses pengeboran dengan diameter 20 mm untuk pemberat indentor. Proses ini dilakukan dengan menggunakan mesin bubut dan dilakukan secara perlahan supaya mata bor cepat aus dan diberikan dromus sebagai pendinginnya pada gambar 4.30



Gambar 4. 30 Pengeboran Diameter 20 mm

7. Proses pembubutan ujung indenter membentuk diameter \varnothing 20 mm dengan panjang pembubutan 31 mm pada gambar 4.31



Gambar 4. 31 Pembubutan Diameter 20 mm

8. Setelah dilakukan pembubutan lakukanlah pengukuran dengan jangka sorong untuk mengetahui diameternya sesuai dengan keinginan yaitu \varnothing 20 mm pada gambar 4.32



(a)

(b)

Gambar 4. 32 Pengukuran panjang dan diameter menggunakan jangka sorong

❖ Untuk rumus menghitung rpm dengan Ø 20 mm sebagai berikut :

Tabel 4. 4 Perhitungan Mencari Rpm dan Waktu Ø 20 mm

Perhitungan unrtuk mencari rpm dan waktu pembubutan Ø 20 mm, panjang 40 mm.		
Diketahui	Perhitungan rpm	Perhitungan waktu pembubutan
D = 25 mm V _c = 20 m/menit	$N = \frac{1000 \cdot V_c}{3,14 \cdot D}$ $= \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 25}$ $= \frac{20.000}{78,5}$ $= 254,8 \text{ rpm}$	$T = \frac{L}{m \cdot S_r \cdot N}$ $= \frac{31}{0,5 \cdot 254,8}$ $= \frac{31}{254,8} = 0,12 \text{ detik}$ <p>Jadi waktu pemakanan 1 mm dan panjang 31 mm adalah 0,12 detik</p>

Ujung indenter berfungsi sebagai dapat membuat bekas pada benda uji, dan berat keseluruhan indenter harus mencapai 3 kg. Jadi untuk menghitung berat dari indenter menggunakan rumus volume dari kerucut dan tabung dan dikali dengan masa jenis baja sesuai dari bentuk indenter untuk rumusnya sebagai berikut :

Menghitung ujung indenter dengan rumus gabungan kerucut dan tabung dimana tinggi kerucut 23,54 mm dan tinggi tabung (1) 21 mm dan tinggi tabung (2) 31 mm, jadi tinggi gabungan ujung indenter adalah 75,54 mm. Jadi tinggi kerucut adalah tinggi gabungan – tinggi tabung didapatkan untuk tinggi kerucut 23,54 mm.

❖ Rumus volume kerucut:

Keterangan :

$$\pi = 3.14$$

$$r = \text{jari-jari/radius (m)}$$

$$t = \text{tinggi (m)}$$

$$\text{Berat jenis baja/bjb} = 7850 \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Tabel 4. 5 Perhitungan Volume Kerucut

Perhitungan untuk mencari volume ujung indenter berbentuk kerucut	
Diketahui	Perhitungan volume kerucut
$D_{\text{kerucut}} = 24 \text{ mm}$ $= 0.024 \text{ m}$ $r = \frac{0.024}{2}$ $= 0.012 \text{ m}$ $t = 23,54 \text{ cm}$ $= 0.02354 \text{ m}$ $bjb = 7850 \text{ kg/m}^3$	$V = \frac{1}{3} \pi \cdot r^2 \cdot t \cdot Bjb$ $V = \frac{1}{3} 3.14 \cdot 0.012^2 \cdot 0.02354 \cdot 7850$ $= 0,028 \text{ kg/m}^3$ Jadi volume indenter berbentuk kerucut adalah $0,028 \text{ kg/m}^3$

❖ Rumus mencari volume tabung dengan Ø 24 mm

Tabel 4. 6 Perhitungan Volume tabung (1)

Perhitungan untuk mencari volume ujung indenter berbentuk tabung	
Diketahui	Perhitungan volume tabung
$D_{\text{tabung}} = 0.024 \text{ m}$ $r = \frac{0.024}{2} = 0.012 \text{ m}$ $t_{\text{tabung 1}} = 3.5 \text{ cm}$ $= 0.035 \text{ m}$ $Bjb = 7850 \text{ kg/m}^3$	$V_{\text{tabung 1}} = \pi \cdot r^2 \cdot t \cdot bjb$ $V = 3.14 \cdot 0.012^2 \cdot 0,021 \cdot 7850 = 0,075 \text{ kg/m}^3$ Jadi volume indenter berbentuk tabung Ø 24 mm adalah $0,075 \text{ kg/m}^3$

❖ Rumus perhitungan volume tabung indentor Ø 20 mm.

Tabel 4. 7 Perhitungan Volume tabung (2)

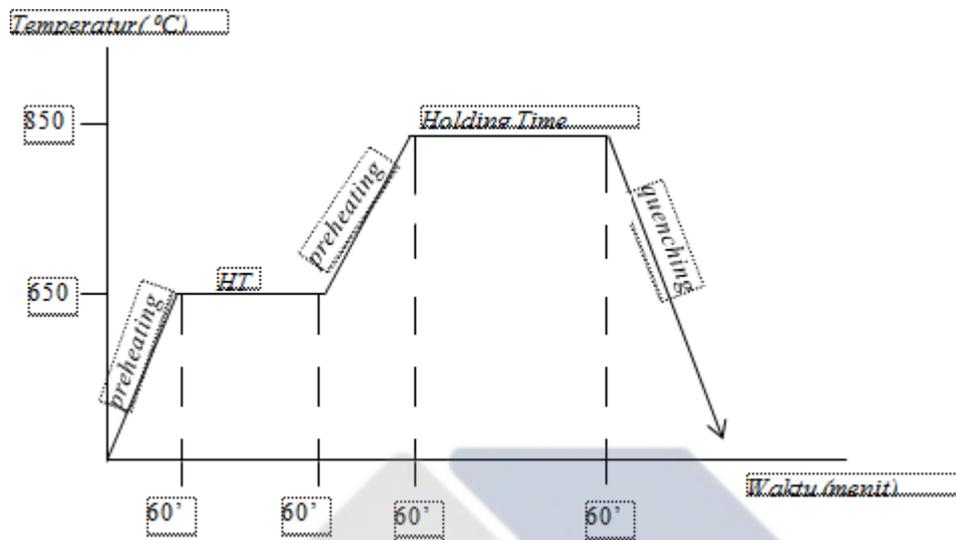
Perhitungan untuk mencari volume ujung indentor berbentuk tabung	
Diketahui	Perhitungan volume tabung Ø 20 mm
$D_{\text{tabung}} = 20 \text{ mm}$	$V_{\text{tabung 2}} = \pi \cdot r^2 \cdot t \cdot \text{bjb}$
$= 0,02 \text{ m}$	$V = 3.14 \cdot 0.01^2 \cdot 0.031 \cdot 7850$
$r = \frac{0.02}{2} = 0.01 \text{ m}$	$= 0.076 \text{ kg/m}^3$
$t_{\text{tabung 1}} = 31 \text{ cm}$	Jadi volume indentor berbentuk tabung Ø 20 mm
$= 0.031 \text{ m}$	adalah 0.076 kg/m^3
$\text{Bjb} = 7850 \text{ kg/m}^3$	

Jadi volume gabungan dari kerucut dan tabung yaitu : $V_{\text{kerucut}} + V_{\text{tabung 1}} + V_{\text{tabung 2}} = 0,028 \text{ kg /m}^3 + 0,075 \text{ kg/m}^3 + 0.076 \text{ kg/m}^3 = 0,179 \text{ kg/m}^3$

Jadi berat ujung indentor adalah $0,179 \text{ kg/m}^3$. Untuk menghitung pemberatnya juga sama menggunakan rumus volume dimana pemberat berrongga untuk luar berdiameter 35 mm, panjang 388 mm dan rongga berbentuk gabungan kerucut dan tabung berdiameter 20 mm, panjang gabungan 47 mm, dan tinggi tabung 40 mm didapat hasil dari perhitungan melalui rumus volume yaitu 2.825 kg/m^3 . Jadi total berat indentornya adalah 3.004 kg/m^3 .

4.2.1.2 Proses Heat Treatment Indentor

Jenis bahan yang digunakan untuk dikeraskan yaitu baja *Assental*. Tujuan pemakaian bahan ini ialah kemampuannya dapat dikeraskan pada proses *heat treatment* karena dapat dikeraskan hingga 50 HRC. Dalam proses ini dilakukan pada suhu austenisasi 850°C dan di *hardening* hingga waktu 4 jam. Dengan pendingin cepat menggunakan media pendingin air, Setelah proses *hardening* selanjutnya akan di uji kekerasan menggunakan mesin *Zwick/Roell* dan didapatkan rata-rata kekerasan 46,1 HRC sehingga indentor sudah memenuhi standar SNI 1811-2007.



Gambar 4. 33 Kurva Proses *Hardening* Ujung Indentor

Tabel 4. 8 Rata-rata Uji Kekerasan Indentor

Pengujian	Nilai pengujian
Pengujian 1	45,6
Pengujian 2	45,9
Pengujian 3	47
Rata – rata	46.1

Adapun langkah – langkah proses hardening :

1. Proses memasukan benda kerja kedalam oven *heat treatment* dilihat pada gambar 4.34



Gambar 4. 34 Proses Memasukan Benda Kerja Kedalam Oven

2. Proses penyetingan suhu dan waktu di papan timer yang ada oven *heat treatment* untuk suhu dan waktu proses *hardening* dapat di lihat pada gambar 4.35



Gambar 4. 35 Memasukan Suhu dan Waktu *Hardening*

3. Proses pengangkatan benda kerja dan pendinginan ke dalam tempat yang berisi oli sebagai media pendingin dilihat pada gambar 4.36



Gambar 4. 36 Pengangkatan Benda Kerja

4.2.2 Pemotongan dan Pembuatan Rangka

Lalu untuk pemotongan rangka menggunakan gerinda tangan, dan *hollow* berbentuk kotak dengan ukuran 40 mm x 40 mm x 2 mm dan ukuran 35 mm x 35 mm x 1.9 mm yang telah dipersiapkan untuk bagian rangka luar dan dalam, juga pemotongan untuk pengarah pipa menggunakan besi siku ukuran 50 mm x 50 mm. Kemudian dipotong sesuai ukuran yang telah ditentukan sebelumnya. Pada kerangka bagian tiang dibuat dengan besi *hollow* dikarenakan harganya masih terjangkau dan mudah di sambung saat proses pengelasan, dan juga mudah untuk proses pengeboran karena besi *hollow* tidak terlalu tebal dan ringan meski, ringan besi *hollow* tidak mudah patah karena sifat karakteristiknya memiliki sifat kelenturan pada gambar 4.37



Gambar 4. 37 Pemotongan Besi Hollow

Adapun sebagai rangka utama menggunakan besi *hollow* 40 mm x 40 mm x 2 mm dan besi *hollow* 35 mm x 35 mm x 1,9 mm untuk tiang berbentuk L dan Tinggi tiang utama pada alat 148 cm. Dan juga *guide wire* atau penahannya juga dari besi *hollow* ukuran 40 mm x 40 mm dengan panjang *guide wire* 21 cm. *Guide wire* tersebut berfungsi untuk menahan tiang agar tidak jatuh karena menahan beban indenter. Tapi ketinggian tiang dapat diatur menggunakan baut pengunci untuk tinggi yang akan digunakan yaitu ketinggian diukur dari ujung indenter ke dudukan material harus tinggi 160 cm dikarenakan berdasarkan sesuai syarat pengujian yang akan dilakukan. Untuk dudukan rangkanya menggunakan pelat baja dengan panjang 600 mm, lebar 400 mm, dengan ketebalan 10 mm. Tujuan utama dalam ukuran tersebut supaya dudukan tetap kokoh untuk menahan berat dari beban yang dimiliki dan tidak gampang jatuh saat digunakan. Pada keempat bagian dudukan rangka dipasang dengan kaki dari karet, dan berulir supaya mudah untuk pemasangannya.



Gambar 4. 38 *Guide Wire*

4.2.3 Pembuatan Dudukan Material

Untuk dudukan material dudukan dibuat dari plat baja dengan ukuran 100 mm x 80 mm dengan ketebalan 10 mm. Tujuan dari pemilihan pelat baja sebagai material untuk dudukan karena bentuk material uji yang akan di uji berbentuk persegi. Pada bagian samping dudukan uji dipasang dengan besi siku sebagai penyangga ketika pengujian dan dilengkapi pengunci baut diatas besi siku supaya benda uji dapat dikunci sehingga tidak pindah arah karena tumbukan indentor. Tujuan dibornya pada bagian sisi untuk memudahkan bongkar pasang dudukan material dengan dudukan alat uji penetrasi, di bagian tengah bertujuan jika benda uji tertembus oleh indentor ujung, indentornya tidak menabrak bagian langsung dudukan prototipe alat uji penetrasi sehingga menyebabkan bagian ujung penetrasi rusak atau tumpul.



Gambar 4. 39 Dudukan Uji



Gambar 4. 40 Pengelasan Dudukan Uji

4.2.4 Penyambungan atau Pengelasan

Kemudian peneliti melakukan proses penyambungan atau pengelasan menggunakan teknologi pengelasan pada bagian – bagian yang telah disiapkan

sebelumnya sesuai bentuk bagian dan ukuran telah ditentukan. Pengelasan menggunakan mesin las listrik untuk tegangan pengelasan 68 volt dengan bentuk kampuh las seperti biasa umumnya yaitu *lap joint* atau kampuh I.

1. Pengelasan rangka tiang atas yang berbentuk L dengan ukuran panjang 40 cm pada gambar 4.41



Gambar 4. 41 Proses Pengelasan Rangka Berbentuk

2. Pengelasan baut untuk pengunci tiang dengan besar arus pengelasan 68 Volt dan menggunakan elektroda ukuran \varnothing 2.6 mm pada gambar 4.42



Gambar 4. 42 Pengelasan Pengunci Tiang

3. Proses pengelasan untuk *guide wire* tiang untuk panjang penahannya 21 cm. Dengan arus pengelasan 68 volt pada gambar 4.43



Gambar 4. 43 Pengelasan *Guide Wire*



Gambar 4. 44 Hasil Pengelasan *Guide Wire*

- ❖ Rumus perhitungan rangka prototipe alat uji penetrasi dibawah ini, rumus tegangan total :

Dimana : T : tebal lasan atau tebal plat (mm)

L : panjang lasan (mm)

τ_g : tegangan geser bahan yang dilas (N /cm²)

Tabel 4. 9 Perhitungan Kekuatan Las Pada Rangka

Perhitungan untuk mencari kekuatan las pada alat uji penetrasi adapun rumusnya sebagai berikut :	
Diketahui	Perhitungan kekuatan las pada rangka
t = 10 mm	$F \frac{t \times l}{\sqrt{2}} \times \tau_g = \frac{10 \times 21}{\sqrt{2}} \times 185 = 418,60 \text{ N /cm}^2$
l = 32 mm	Jadi tegangan total kekuatas las pada rangka 418,60
$\tau_g = 185 \text{ N /cm}^2$	N/cm ²

- ❖ Rumus mencari panjang las

Tabel 4. 10 Perhitungan panjang las

Diketahui	Perhitungan
Tebal las = 4 mm	$BD = a = \frac{t}{\sqrt{2}} = \frac{4}{\sqrt{2}} = 2,8288 \text{ mm}$
	$L_{bersih} = l_{kotor} - 2.a$
	$= 38,7 - 4.2.2,8288$
	$= 16,06 \text{ mm}$

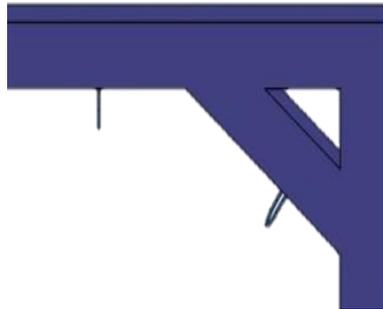
❖ Rumus mencari tegangan geser pada penampang las.

Tabel 4. 11 Perhitungan Tegangan Las Pada Penampang

Diketahui	Perhitungan
$m_{\text{indentor}} = 3,004 \text{ kg}$	Mencari gaya
$g = 10 \text{ m/s}^2$	$F = m \cdot g$
$t = 4 \text{ mm}$	$= 3,004 \cdot 10 = 30,04 \text{ N}$
$l = 56 \text{ mm}$	$t_g = \frac{F}{\sqrt{2} \cdot t \cdot l} = \frac{30,04}{\sqrt{2} \cdot 4 \cdot 16,06} = \frac{30,04}{90,84} = 0,30 \text{ N/mm}^2$
	Jadi tegangan geser pada tiang yang terjadi pada las yaitu $0,30 \text{ N/mm}^2$. Dari tegangan geser yang diijinkan untuk bahan jenis st 37 yang memiliki tegangan geser maksimal 185 N/mm^2 .
	$\tau_g \text{ ijin} = \frac{t_g}{sf} = \frac{185}{10} = 18,5 \text{ N/mm}^2$.
	Sehingga τ_g penampang las $< \tau_g$ ijin (kekuatan sambungan las untuk rangka aman menahan beban indentor)

4.2.5 Pembuatan Klem Seling

Proses selanjutnya melakukan pembuatan klem seling yang telah disiapkan terlebih dahulu menggunakan klem seling yang berbentuk U. Untuk proses penyambungan klem seling dengan tiang menggunakan mesin las listrik, klem ini berfungsi untuk sebagai jalur seling sehingga seling dapat diatur dengan rapi. Pada gambar 4.45



Gambar 4. 45 Klem Seling

4.2.6 Proses pengeboran (drilling)

Proses pengeboran lubang baut berdiameter 8 mm sebanyak 4 lubang baut. Dan pengeboran berdiameter 5 mm sebanyak 2 buah menggunakan mata bor. Proses pengeboran ini menggunakan mesin bor. Adapun rumus untuk menghitung proses waktu pengeboran ini ialah :

Dimana :

N = putaran mesin (rpm)

T_m = waktu pengerjaan (menit)

L = kedalaman pemakanan (mm)

s_r = ketebalan pemakanan (mm/putaran)

❖ Rumus perhitungan pengeboran (*Drilling*)

Tabel 4. 12 Perhitungan Pengeboran

Perhitungan untuk mencari kekuatan las pada alat uji penetrasi adapun rumusnya sebagai berikut :	
Diketahui	Perhitungan kekuatan las pada rangka
$D = 8 \text{ mm dan } 10 \text{ mm}$	$N = \frac{1000 \cdot v_c}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 20}{3.14 \cdot 8} = \frac{20.000}{25,14} = 796.17 \text{ rpm}$
$N = 796.17$	Jadi didapatkan rpm 796,17 untuk menghitung waktu pengeboran menggunakan rumus yaitu :
$V_c = 20 \text{ m/menit}$	$T_{mb} = \frac{L}{s_r \cdot N} = \frac{10}{0.1 \cdot 769.17} = 0.130 \text{ menit}$
$s_r = 0,1 \text{ mm/putaran}$	Karena ada 4 lubang untuk dibor pada pelat dudukan mata bor $\varnothing 8 \text{ mm}$ maka waktu pengerjaan di kali 4 = $0,13 \cdot 4 = 52 \text{ detik}$. Dan 2 lubang mata bor $\varnothing 10$

mm maka dikali 2 yaitu = $0,13 \cdot 2 = 26$ detik

Jadi waktu untuk ngebor pelat dudukan dengan mata bor $\varnothing 8$ mm dan $\varnothing 10$ mm adalah 52 detik dan 26 detik.



Gambar 4. 46 Proses *Drilling* Menggunakan Mesin



Gambar 4. 47 Proses Pengeboran untuk Pengarah

4.2.7 Pengukuran atau Geometri

Setelah dilakukan proses pembuatan komponen – komponen prototipe alat uji penetrasi langkah selanjutnya dilakukan proses pengukuran pada komponen – komponen untuk komponen ada beberapa harus sesuai standar SNI 1811-2007 diantaranya indentor dan ketinggian jarak jatuh indentor.

Tabel 4. 13 Tabel Pengukuran Komponen

No	Standar SNI 1811-2007	Komponen Alat Uji
1	Sudut indentor 60°	
2	Berat indentor (3 ± 45 gram)	Berat 3,004 kg 
3	Pengukuran jarak jatuh indentor (1,6 m)	

4.3 Pemasangan Komponen

Setelah selesai proses pengelasan, pembubutan, pemotongan, pengeboran, dan perlakuan panas lalu penelliti melakukan pemasangan sementara pada alat menguji hasil alat uji penetrasi, agar dapat mengetahui kekurangan dari alat ini sebelum proses selanjutnya pada gambar 4.26



Gambar 4. 48 Alat Uji Penetrasi

4.4 Pengecatan Rangka dan Komponen

Setelah selesai dalam proses manufaktur dan *assembly*, sehingga menjadi prototipe alat uji penetrasi selanjutnya akan dilakukan proses *finishing* yaitu proses pengecatan pada rangka dan komponen - komponen pada gambar 4.49 dan gambar 4.50



Gambar 4. 49 Proses Pengecatan Rangka



Gambar 4. 50 Proses Pengecatan Dudukan Material

4.5 Proses Perakitan Alat (*Assembly*)

Proses terakhir yang dilakukan yaitu proses *assembly* atau perakitan komponen - komponen satu persatu menjadi satu bentuk alat jadi.

1. Proses pemasangan kaki karet pada dudukan pelat menggunakan baut dan mur dilihat pada gambar 4.51



Gambar 4. 51 Proses Pemasangan Kaki karet

2. Proses pemasangan dudukan uji pada dudukan alat untuk pemasangannya langsung di letakkan pada lubang dudukan dilihat pada gambar 4.52



Gambar 4. 52 Proses Pemasangan Dudukan Material Pada Landasan

3. Proses pemasangan ujung indentor pada pemberat dan dikunci dengan baut imbus M8 berfungsi untuk mengencangkan ujung indentor supaya tidak jatuh saat indentor diangkat dapat dilihat pada gambar 4.53



Gambar 4. 53 Proses Pengencangan Baut untuk Indentor

4. Proses pemasangan pemberat pada tali seling menggunakan baut M10 dengan panjang 2 cm dapat dilihat pada gambar 4.54



Gambar 4. 54 Proses Pemasangan Seling dengan Pemberat

5. Proses pemasangan pipa pengarah menggunakan klem pipa yang berbentuk U dengan ukuran 1 ¾ inchi dan dipasangkan pada penyangga yang berbahan besi siku dapat dilihat pada gambar 4.55



Gambar 4. 55 Proses Pemasangan Pipa Pengarah Pada Klem

6. Pemasangan tali seling pada jalurnya, tali seling yang digunakan berukuran 1,2 mm dapat dilihat pada gambar 4.56



Gambar 4. 56 Proses Pemasangan Tali Pengarah pada Klem

7. Pada saat proses pengencangan baut untuk klem pipa pada pipa pengarah dapat dilihat pada gambar 4.57



Gambar 4. 57 Proses Pengencangan Penyangga Pipa Pengarah

4.6 Apakah Prototipe Alat Uji Penetrasi Sesuai Standar SNI 1811-2007

Setelah dilakukan proses manufaktur pada komponen – komponen dan telah ter-*assembly* dilakukan pengambilan keputusan apakah prototipe telah memenuhi dari daftar tuntutan yang sesuai diagram alir jika tidak memenuhi dari tuntutan dilakukan pengulangan pada proses manufaktur. Didapatkan prototipe yang memenuhi standar dengan ketinggian jatuh indentor 1,6 m dan indentor dengan sudut 60°, dengan berat 3,004 kg serta kekerasan 46,1 HRC.

4.7 Uji Coba

Uji coba dilakukan untuk mengetahui alat uji penetrasi dapat berfungsi dengan baik, setelah dilakukan uji coba alat uji penetrasi dapat bekerja dengan baik. untuk uji coba digunakan material kotak yang disusun berapa lapis dan papan serbuk dengan ketebalan 12 mm. Untuk kotak pada saat pengujian tertembus paku beda dengan papan tidak tertembus paku.

4.7.1 SOP Alat Uji Penetrasi

Adapun standar pengujian alat uji penetrasi sebagai berikut :

1. Masukkan benda uji ke dudukan uji melalui samping pada gambar 4.58



Gambar 4. 58 pemasangan benda uji

2. Setelah dilakukan pemasangan benda uji pada dudukan uji selanjutnya proses penguncian dengan baut supaya benda uji tidak bergerak saat terjadi tumbukan indenter pada gambar 4.59



Gambar 4. 59 Proses Mengunci Benda Uji

3. Posisikan indenter pada ketinggian 1,6 m dengan cara menarik seling sampai ujung baut menyentuh *stoper* pada ambar 4.60



(a)



(b)

Gambar 4. 60 Penarikan Indentor Pada Ketinggian 1,6 m

4. Setelah indentor di ketinggian yang telah ditentukan lalu, lepaskan seling sehingga indentor jatuh bebas dan menumbuk benda uji pada gambar 4.61



Gambar 4. 61 Indentor Menumbuk Benda uji

4.8 Hasil Pengujian Penetrasi

Setelah dilakukan uji coba dilanjutkan ke proses kesimpulan dari prototipe alat uji penetrasi untuk pengeporasiannya menggunakan manual dengan penarikan seling dan didapatkan hasil dari pengujian penetrasi tersebut dengan benda pengujian yang diamati secara langsung dengan syarat kelulusan benda uji tidak boleh tertembus indentor. Ada beberapa gaya yang bekerja pada indentor memiliki Energi potensial pada paku sebesar 48,064 joule, dan indentor memiliki kecepatan jatuh sebesar 5,6 m/s, dan besar energi indentor saat menumbuk sebesar 95,167 joule.



Gambar 4. 62 Benda Uji Sudah di Uji



Gambar 4. 63 Benda Uji Tidak lulus Standar



Gambar 4. 64 Benda Uji Lulus Standar

Pada gambar diatas didapatkan hasil pengujian dengan bahan uji yaitu komposit dengan ketebalan berbeda pertama dilakukan uji pada komposit dengan ketebalan 5 mm dinyatakan gagal. Karena bahan uji tersebut tertembus oleh indenter, selanjutnya dilakukan pengujian ke 2 dengan ketebalan 15 mm dinyatakan lulus uji, karena tidak tertembus indenter sehingga dapat disimpulkan material dengan ketebalan 15 mm telah memenuhi standar pengujian.

- a. Energi potensial (indenter jatuh)

$$\text{Dik : } m = 3,004 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 1,6 \text{ m}$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 3,004 \cdot 10 \cdot 1,6$$

$$E_p = 48,064 \text{ joule}$$

Jadi didapat nilai energi potensial indenter pada ketinggian jatuh indenter 1,6 m 48,064 Joule.

- b. Kecepatan indenter saat jatuh

$$\text{Dik : } g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 1,6 \text{ m}$$

$$V_t^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

$$V_t^2 = 2 \cdot 10 \cdot 1,6$$

$$V_t^2 = 32$$

$$V_t = \sqrt{32} = V_t = 5,6 \text{ m/s}$$

Jadi untuk kecepatan jatuh indenter dari ketinggian 1,6 m adalah 5,6 m/s

c. Besar energi paku indentor indentor saat menumbuk

$$M = 3,004 \text{ kg}$$

$$v_s = 5,6 \text{ m/s}$$

$$h = 1,6 \text{ m}$$

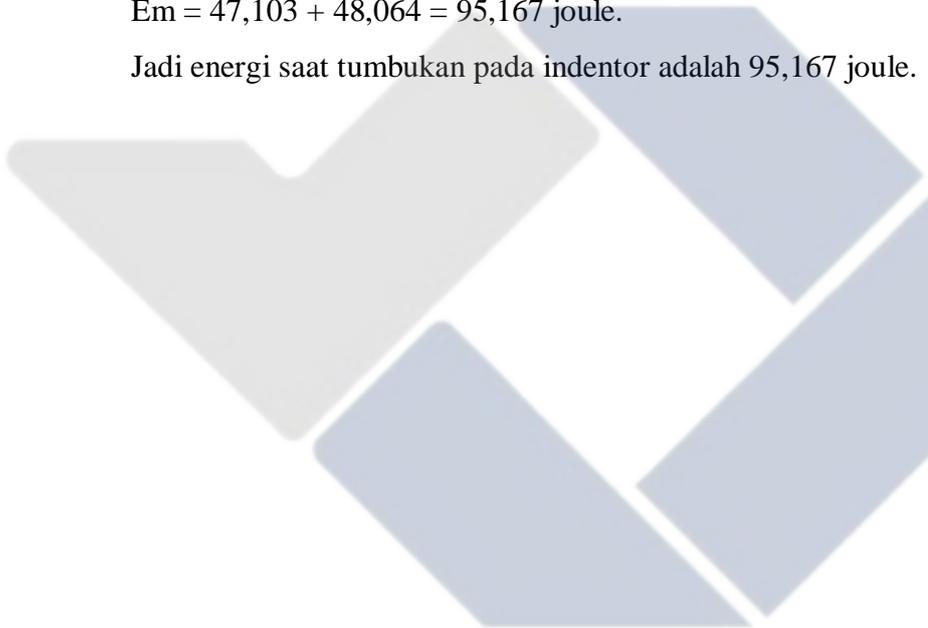
$$E_m = E_{k1} + E_{p1}$$

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{s1} - v_{s2})^2 + m \cdot g \cdot (h_2 - h_1)$$

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot 3,004 \cdot (5,6 \text{ m/s} - 0)^2 + 3,004 \cdot 10 \cdot (1,6 - 0)$$

$$E_m = 47,103 + 48,064 = 95,167 \text{ joule.}$$

Jadi energi saat tumbukan pada indentor adalah 95,167 joule.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Setelah melaksanakan proses pembuatan prototipe alat pengujian penetrasi ini, berdasarkan standar SNI 1811-2007 dapat ditarik kesimpulan :

1. Pada penelitian ini dilakukan proses manufaktur untuk komponen-komponen indentor sesuai standar SNI. Dari hasil proses manufaktur tersebut didapat indentor sesuai standar memiliki spesifikasi berat 3,004 kg, dengan sudut 60° dan kekerasan 46,1 HRC
2. Setelah dilakukan proses manufaktur untuk pembuatan komponen – komponen prototipe alat uji penetrasi sesuai standar SNI dan dilakukan proses selanjutnya yaitu proses *assembly*. Untuk ketinggian tiang dengan memvalidasikannya dari ujung indentor dan dudukan uji, telah memenuhi standar yaitu 1,6 m.
3. Selanjutnya dilakukan uji coba pada prototipe alat uji penetrasi didapatkan hasil pengujian dengan jarak ketinggian paku 1,6 m dan berat paku sebesar 3,004 kg. sehingga didapatkan energi potensial pada paku sebesar 48,064 joule, dan indentor memiliki kecepatan jatuh sebesar 5,6 m/s, dan besar energi indentor saat menumbuk sebesar 95,167 joule.

5.2 Saran

Dari pembahasan tentang alat uji penetrasi standar SNI 1811-2007 maka ada beberapa saran yaitu :

1. Pada bagian klem seling sebaiknya menggunakan katrol supaya memudahkan menarik paku keatas.
2. Untuk masa akan datang dilakukan modifikasi pada dudukan uji untuk helm sehingga dapat melakukan pengujian penetrasi terhadap helm.

DAFTAR PUSTAKA

Aprimal, T. (2018). Rancang Bangun Alat Bantu Penyemaian Bibit Padi Otomatis Skala Laboratorium. *Skripsi*

Ari, s. (2018). Pengembangan Komposit Epoxy Berpenguat Serat Nanas untuk Aplikasi Interior Mobil. *Jurnal ilmiah TEKNOBIZ. Vol 8*

Antonius S., S. G. (2006). Merancang Alat Transpotasi Ramah Lingkungan Yang Dapat Dioperasikan Dengan Dua Variansi (Manual dan Otomatis) Menggunakan Rangka Sepeda Polygon Dengan Sumber Tenaga Arus Listrik Dari Baterai "Sepeda Listrik".

(BSN), B. S. (SNI 1811-2007). Standar Nasional Indonesia, Helm Pengendara Kendaraan Bermotor Roda Dua. Batan, I. M. (2006). Rancang Bangun Alat Uji Pentrasi Untuk Helm Sepeda Motor. Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM), 21-23.

BSN, H. (2010). Informasi Penerapan Standar Wajib Helm ber-SNI. Dipetik 2022, dari berita:https://www.bsn.go.id/main/berita/berita_det/1581/files/files/321435/20100130/SNI%201811-2007.pdf

Dwi Hadi Sulistyarini, O. N. (2018). Pengantar Proses Manufaktur . *UB PRESS*

fixcomart.com. (t.thn.). Mesin Bubut DMTG CDL Series CDL6241. Dipetik Januari Senin, 2022, dari mesin-bubut-dmtg-cdl-series-cdl6241:
<https://fixcomart.com/product-detail/mesin-bubut-dmtg-cdl-series-cdl6241/3578>

Halim Rusjdi, A. W. (2016). Pengaruh Perlakuan Panas Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Pada Baja AISI 4340. *Jurnal Power Plant. vol 4*

Hasibuan, A. F. (2019). Rancangan Bangun Alat Pengupas Kulit Buah Durian. *Skripsi*

Hendrik Mengga, M. H. (2017). Pengaruh Penggunaan Helm Terhadap Cedara Craniofasial Berdasarkan Skor FISS dan Marshall. *Jurnal Biomedik (JBM)*, 9, 127-135.

Haris Munandar, M. (2019). Analisis Kehilangan Tinggi Tekan Alliran Pipa Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Skala Laboratorium. *skripsi*

Ikhtiar, A. r. (2021). Laporan Pratikum Material Teknik Uji kekerasan Vickers dan Rockwell. *laporan Pratikum Material Teknik. 3-6*

indoteknik.com. (t.thn.). Miller Mesin Las MMA Stick Gold Star 302/402. Dipetik Januari Selasa, 2022, dari <https://indoteknik.com/shop/product/miller-mesin-las-mma-stick-gold-star-302-402-29859>

Manalu, R. F. (2018). Studi Ketangguhan Helm Rafting Material Komposit Epoxy Diperkuat Fiber Glass dan Dengan Metode Impak Jatuh Bebas. *skripsi Universitas Sumatera Utara.*

Mulyo, y. (2018). Analisis Kekuatan Impak pada Komposit Serat Daun Nanas untuk Bahan Dasar Pembuatan Helm SNI . *Jurnal Kompetensi Teknik.*

Praditya, J. (2018). Analisis Pengaruh Temperatur dan Waktu Tahan pada Proses Hardening Material 4340 Terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro untuk Komponen Axle Shaft. *Skripsi, 50.*

Pramono, A. (2011). Karakteristik Mekanik Proses Hardening Baja AISI 1045 Media Quenching untuk Aplikasi Sprohet Rantai. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin.*32-38

Pratama, S. A. (2021). Pembuatan Rangka Mesin Pelet Ikan 3 In 1. *skripsi.*8

Prayoga, D. (2020). Perancangan dan Pembuatan Mesin Peniris Minyak (Bagian Dinamis). *Skripsi.*

Purwanto, E. H. (20115). Signifikansi Helm SNI Sebagai Alat Pelindung Pengendara Sepeda Motor dari Cedara Kepala. *Jurnal Standarisasi.* 31-46.

Puttro, D. L. (2019). Analisa Preheating Pada Hasil Pengelasan Gas Argon Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanik.

Rian Sacipto, B. H. (2019). Analisa Terhadap Pengetahuan Remaja Dalam Mengenakan Helm SNI Berdasarkan UU No. 22 Tahun 2009 (Di Lingkungan Universitas Ngudi Waluyo Kabupaten Semarang).

Rokhman, T. (2015). Proses Manufaktur. Dipetik Januari Senin, 2022, dari proses-manufaktur: <https://taufiqurrokhman.wordpress.com/2015/09/30/proses-manufaktur/>

Rollastin, B. (2018). Uji Penetrasi Pada Sungkup Helm Berbahan Biokomposit Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Helm. *Jurnal Manutech*.9-15

Safa'at, A. (2017). Aplikasi Komposit Epoxy - HGM - Carbon Fiber Pada Sungkup Helm Untuk Menahan Penetrasi Mereduksi Energi Impact. Skripsi .skripsi.18-20

Sukma, H. (2010). Perancangan ALat Uji Penetrasi Helm Pada Motor. *Jurnal Mekanika Teknik Mesin*, 6.

Supriyanto, E. (2013). "MANUFAKTUR" Dalam Dunia Teknik Industri.*INDEPT* .vol 3

Surya, D. T. (2021). Pemanfaatan Limbah Serat Daun Nanas dan Serbuk Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Pembuatan Pipa Ukuran 1 Inchi.*skripsi*.

Saragih, M. R. (2019). Pengaruh Cairan Pendingin Minyak Dromus Pada Material Baja St 37 Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Menggunakan Mesin Bubut Bergerinda.*Skripsi*.

Surdia, T. (1999). Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta :PT Pradnya Paramita.

Wordpress.(t.thn.). Dipetik Januari senin, 2022, dari <https://taufiqurrokhman.wordpress.com>

Yohanes Sinung Nugroho, M. F. (2020). Perancangan Rangka dan Analisis Beban Mobil Listrik Sula Menggunakan Software Autodesk Inventor . *Jurnal E-KOMTEK*.pp 100-114

zwickroell.com. (t.thn.). Penguji kekerasan Rockwell. Dipetik Januari Selasa, 2022, dari <https://www.zwickroell.com/id/produk/mesin-pengujian-kekerasan/rockwell-hardness-testers/zhr/>



LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Eril Kapri
Tempat, Tanggal Lahir : Bakam, 28 April 2000
Jenis Kelamin : laki – laki
Agama : Islam
Pendidikan Terakhir : DIV (Teknik Mesin dan Manufaktur)
Alamat : Jl. Madrasah Rt 06/Rw 02 Desa Bakam
Kecamatan Bakam Kabupaten Bangka,
Bangka Belitung
Email : kaprieril13@gmail.com

Pendidikan Formal

- 2006-2012 : SD Negeri 4 Bakam
- 2012-2015 : SMP Negeri 1 Bakam
- 2015-2018 : SMK Negeri 1 Bakam
- 2018-2022 : POLMAN Negeri Bangka Belitung

Sungailiat, 21 Februari 2022

Eril kapri

Lampiran 2

d. Gaya berat

Untuk gaya berat indentor dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Dik : } m = 3,004 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$W = mxg$$

$$W = 3,004 \cdot 10 = 30,04 \text{ joule}$$

Jadi untuk gaya berat indentor saat jatuh dari ketinggian 1,6 m adalah 30,04 joule.

e. Energi potensial (indentor jatuh)

$$\text{Dik : } m = 3,004 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 1,6 \text{ m}$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 3,004 \cdot 10 \cdot 1,6$$

$$E_p = 48,064 \text{ joule}$$

Jadi besar energi potensial saat jatuh dari ketinggian 1,6 m adalah 48,064 joule.

f. Kecepatan indentor saat jatuh

$$\text{Dik : } g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$h = 1,6 \text{ m}$$

$$Vt^2 = 2 \cdot gh$$

$$Vt^2 = 2 \cdot 10 \cdot 1,6$$

$$Vt^2 = 32$$

$$Vt = \sqrt{32} = Vt = 5,6 \text{ m/s}^2$$

Jadi untuk kecepatan jatuh indentor dari ketinggian 1,6 m adalah 5,6 m/s²

g. Besar energi paku indentor indentor saat menumbuk

$$M = 3,004 \text{ kg}$$

$$v_s = 5,6 \text{ m/s}^2$$

$$h = 1,6 \text{ m}$$

$$E_m = Ek_1 + Ep_1$$

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_{s1} - v_{s2}) + m \cdot g \cdot (h_2 - h_1)$$

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot 3,004 \cdot (5,6 \text{ m/s}^2 - 0)^2 + 3,004 \cdot 10 \cdot (1,6 - 0)$$

$$E_m = 47,103 + 48,064 = 95,167 \text{ joule.}$$

Jadi energi saat tumbukan pada indentor adalah 95,167 joule.

- h. Besar tegangan yang terjadi pada seling saat menahan indentor di ketinggian 1,6 m.

Dik :

$$M = 3,004 \text{ kg}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$a = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\sum F = m \cdot a$$

$$T - w = m \cdot a$$

$$T = w + m \cdot a$$

$$= m \cdot g + m \cdot a$$

$$= (a + g)m = (10 + 10) \cdot 3,004 = 60,08 \text{ N}$$

Jadi nilai tegangan pada seling saat menahan indentor di ketinggian 1,6 m adalah 60,08 N.

