

**PERANCANGAN PROTOTIPE ALAT UJI PENETRASI PADA
MATERIAL HELM DENGAN STANDAR SNI 1811-2007 SISTEM SEMI
OTOMATIS**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan
Diploma IV Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur di Politeknik Manufaktur
Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

MUHAMMAD IQBAL ROMADHAN NIRM : 1041816

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2021/2022**

LEMBAR PENGESAHAN

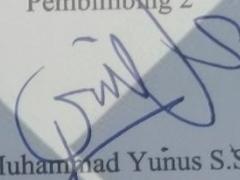
PERANCANGAN PROTOTIPE ALAT UJI PENETRASI PADA MATERIAL HELM DENGAN STANDAR SNI 1811-2007 SISTEM SEMI OTOMATIS

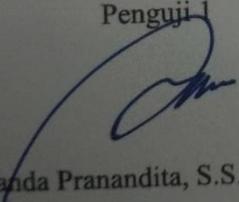
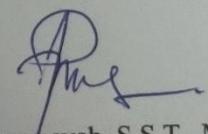
Oleh :

MUHAMMAD IQBAL ROMADHAN / 1041816

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Diploma IV Jurusan Teknik Mesin dan Manufaktur di 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
	
Nanda Pranandita, S.S.T.,M.T	Erwansyah, S.S.T., M.T

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Muhammad Iqbal Romadhan NIRM : 1041816

Dengan Judul : Perancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi Pada Material Helm
Dengan Standar SNI 1811-2007 Sistem Semi Otomatis

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



Sungai Liat, Januari 2022


Muhammad Iqbal Romadhan

ABSTRAK

Alat Uji Penetrasi Helm merupakan alat uji ketahanan tembus helm dimana pengujian ini menggunakan alat pemberat berbentuk paku berbahan logam dengan nama Indentor yang dijatuhkan pada ketinggian 1,6 meter sesuai Standar SNI 1811-2007. jika helm tembus, berarti helm gagal tes standar, dan sebaliknya. Metode yang akan digunakan dalam merancang prototipe alat uji penetrasi ini adalah metode VDI 2221 agar alat yang dibuat pada rancangan ini beroperasi dengan aman. Hasil rancangan uji penetrasi yang telah dilakukan adalah dengan merancang serta simulasi prototipe alat uji penetrasi sudah sesuai dengan standar SNI 1811-2007 yang telah disyaratkan, yakni ketinggian dari ujung indentor ke material uji 1,6 meter dan Spesifikasi indentor dengan ujung indentor kerucut 60°, kekerasan logam 40-50 Rockwell -C, dan berat keseluruhan 3 kg. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan Spesifikasi Alat Uji Penetrasi pada helm ini memiliki dimensi ukuran 60cm x 40cm x 200cm dengan sumber tenaga penggerak manual, Perancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi telah mengikuti Standar SNI 1811-2007, sederhana, mudah dioperasikan dan memberikan hasil pengujian yang cepat dan tepat.

Kata Kunci: SNI 1811-2007, Prototipe, Uji Penetrasi, Indentor

ABSTRACT

Helmet Penetration Test Equipment is a helmet penetration resistance test tool where this test uses a weight in the form of a metal nail with the name Indenter which is dropped at a height of 1.6 meters according to the SNI 1811-2007 Standard. if the helmet is translucent, it means the helmet failed the standard test, and vice versa. The method that will be used in designing the prototype of this penetration test tool is the VDI 2221 method so that the tool made in this design operates safely. The results of the penetration test design that have been carried out are by designing and simulating a prototype penetration test tool that is in accordance with the required SNI 1811-2007 standards, namely the height from the tip of the indenter to the test material is 1.6 meters and the specification of the indenter with a conical indenter tip of 60°, the metal hardness is 40-50 Rockwell - C, and the overall weight is 3 kg. Based on the results of the research that has been carried out, it can be concluded that the specifications for the Penetration Test Equipment on this helmet have dimensions of 60cm x 40cm x 200cm with a manual propulsion source. The Prototype Design of the Penetration Test Equipment has followed the SNI 1811-2007 Standard, is simple, easy to operate and provides fast and precise test results.

Keywords: SNI 1811-2007, Prototype, Penetration Test, Indenter

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang senantiasa melimpahkan anugerah nikmat serta kasih sayang-Nya, sehingga laporan Proyek Akhir yang berjudul **“Perancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi Pada Material Helm Dengan Standar SNI 1811-2007 Sistem Semi Otomatis”** dapat terselesaikan. Laporan Proyek Akhir ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar tambahan Serjana Terapan di Jurusan Teknik Mesin Program Studi D4 Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Keluarga tercinta, khususnya Ayah dan Ibu serta Adik yang selalu memberikan semangat, dukungan moral maupun motivasi dan doanya sehingga skripsi ini terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.
2. Bapak Pristiansyah S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Boy Rollastin, S.Tr., M.T. selaku KA. Prodi Teknik Mesin dan Manufaktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung sekaligus sebagai Dosen Wali dan Dosen Pembimbing Utama yang telah berkenan menyediakan waktu untuk membimbing serta mengarahkan dalam penyusunan makalah tugas akhir ini.
4. Bapak Muhammad Yunus, S.S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah berkenan menyediakan waktu untuk membimbing serta mengarahkan dalam penyusunan makalah tugas akhir ini.
5. Bapak Pristiansyah S.S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Seluruh dosen, staf pengajar dan teknisi pada Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, khususnya pada program studi Teknik Mesin dan Manufaktur yang telah membuka pikiran dan wawasan keilmuan kami.

7. Seluruh pegawai Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
8. Sahabat-sahabat baikku, teman-teman tempat berbagi curahan hati khususnya teman-teman seperjuangan, terutama kelas Teknik Mesin dan Manufaktur A angkatan 2018 yang telah memberikan motivasi dan semangat serta doa dan pengertiannya kepada penulis. Merupakan kebahagiaan dapat bertemu dan berteman dengan kalian semua.
9. Dan semua pihak yang telah membantu dan memberikan motivasi serta dukungannya dalam kelancaran menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak bisa penulis sebut satu-persatu. Terima kasih atas semuanya.

Penulis Berharap makalah ini dapat berguna bagi semua pihak khususnya penulis dan pembaca untuk menambah pengetahuan baru dan semoga Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung dapat berkembang kedepannya.

Sungai Liat, Januari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

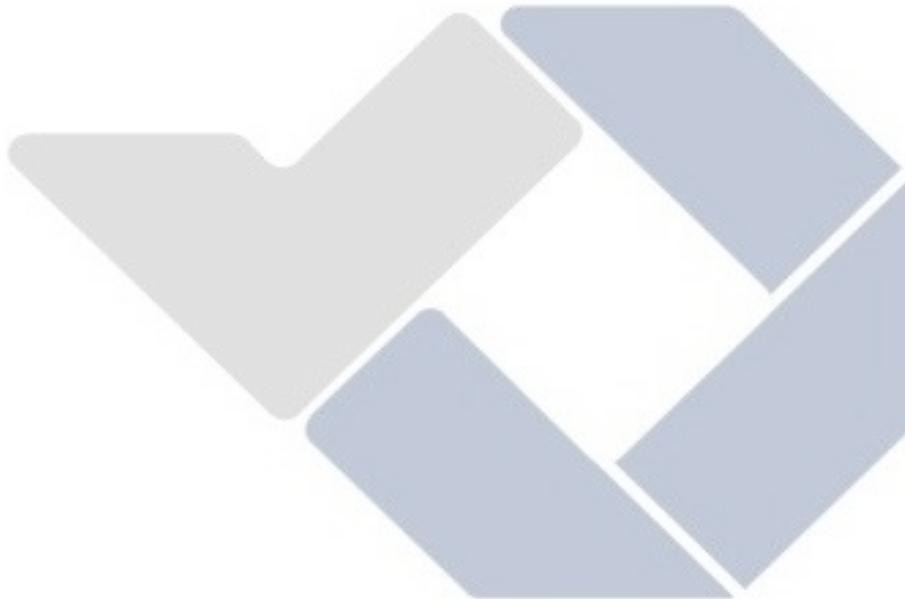
LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
BAB II.....	5
LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Helm	5
2.2 SNI 1811-2007	6
2.3 Alat Uji Penetrasi	9
2.4 Software Perancangan Desain CAD.....	10
2.5 Teori Desain Perancangan.....	12
2.6 Daftar Kebutuhan Produk.....	16
2.7 Perancangan dan Pengembangan Produk.....	17

2.8	Prototipe	18
2.9	Morfologi.....	19
2.10	Metode VDI 2221	20
2.11	Ergonomi	22
2.12	QFD (Quality Function Deployment)	22
2.13	Komponen Alat Uji Penetrasi.....	24
2.13.1	Baja AISI 4340.....	24
2.13.2	Baja ST.37.....	25
2.13.3	Sensor Proximity	25
2.13.4	Buzzer Elektronik.....	26
BAB III		28
METODOLOGI PENELITIAN.....		28
3.1	Tahapan Penelitian	28
3.2	Studi Literatur.....	28
3.3	Perumusan masalah dan Tujuan Penelitian	29
3.4	Perancangan dan pemilihan material Alternatif	29
3.5	Apakah rancangan prototipe alat uji penetrasi sesuai dengan standar SNI 1811-2007.....	29
3.6	Pengarsipan dokumen hasil rancangan.....	29
3.7	Kesimpulan dan saran	30
BAB IV		31
PEMBAHASAN		31
4.1	Studi Literatur.....	31
4.2	Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian.....	32
4.3	Metode Tahapan Perancangan (menurut VDI 2221).....	32

4.4	Perancangan dan Pemilihan Komponen Alternatif	33
4.5	Daftar Kebutuhan produk	36
4.6	Perancangan Komponen	37
4.6.1	Rancangan Rangka	37
4.6.2	Perancangan Indentor	38
4.6.3	Rancangan Dudukan Spesimen	38
4.7	Assembly Rancangan Prototipe Alat Uji	39
4.8	Rancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi Sesuai dengan Standar SNI 1811-2007	40
4.9	Hasil Akhir Rancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi	41
4.9.1	Konstruksi Prototipe Alat Uji Penetrasi	43
4.9.2	Analisa rancangan pada <i>software CAD</i>	45
4.10	Cara Kerja Rancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi	47
4.10.1	Langkah dan Gambar	47
4.10.2	Pernyataan Spesimen pengujian	48
4.11	Kelemahan dan Keunggulan Alat	49
BAB V		50
KESIMPULAN DAN SARAN		50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	50
Daftar Pustaka		51
Lampiran		513

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Contoh Format daftar kebutuhan suatu produk.....	16
Tabel 4. 1 Hasil Penelitian Terdahulu yang berhubungan dengan merancang alat uji penetrasi	31
Tabel 4. 2 Rumusan masalah dan Tujuan Penelitian.	32
Tabel 4. 3 Hasil Tahapan Metode Perancangan (VDI 2221)	32
Tabel 4. 4 Matriks morfologi prototipe alat uji penetrasi pada helm.....	34
Tabel 4. 5 Daftar Kebutuhan Produk	36
Tabel 4. 6 Pernyataan Rancangan sudah sesuai Standar.....	41



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Helm SNI.....	5
Gambar 2. 2 Komponen Uji Penetrasi	10
Gambar 2. 3 Langkah-langkah Perancangan	14
Gambar 2. 4 Fase Perancangan Produk (Horsokoesoemo, 2004).....	15
Gambar 2. 5 Proses Perancangan VDI 2221 (Batan, 2012).....	21
Gambar 2. 6 Pengembangan model penyelesaian masalah oleh VDI (Batan, 2012)	22
Gambar 2. 7 Penyusunan Spesifikasi Teknis pada fase spesifikasi teknis (Horsokoesoemo, 2004)	24
Gambar 2. 8 Sensor Proximity	26
Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Penelitian	28
Gambar 4. 1 Pengelompokan Komponen Prototipe Alat Uji.....	34
Gambar 4. 2 Kerangka Alat Uji Penetrasi.....	38
Gambar 4. 3 Indentor	38
Gambar 4. 4 Dudukan Spesimen.....	39
Gambar 4. 5 Tahapan pertama Assembly	39
Gambar 4. 6 Tahapan Kedua Assembly.....	40
Gambar 4. 7 Tahapan Ketiga Assembly	40
Gambar 4. 8 Desain Alat Uji Penetrasi	42
Gambar 4. 9 Hasil Analisa software CAD stress dan defleksi pada Tiang.....	45
Gambar 4. 10 Hasil Analisa software CAD stress dan defleksi pada dudukan spesimen.....	46
Gambar 4. 11 Diagram Alir Cara Kerja Alat Uji Penetrasi	47
Gambar 4. 12 Langkah-langkah cara kerja alat uji penetrasi.....	48
Gambar 4. 13 Spesimen lolos uji dan tidak lolos uji Penetrasi.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	53
Lampiran 2	54
Lampiran 3	55
Lampiran 4	56
Lampiran 5	57
Lampiran 6	58
Lampiran 7	59



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai salah satu alat transportasi umum khususnya di Indonesia, sepeda motor merupakan suatu kebutuhan yang sangatlah berarti. Hal ini dikarenakan pergerakannya dapat lebih bebas daripada mobil, tidak membutuhkan tempat parkir yang luas dan tak kalah penting lebih hemat bahan bakar. Karena keunggulan tersebut perkembangan penggunaan sepeda motor di Indonesia menjadi sangat tinggi. Sehingga tingginya kebutuhan tersebut, angka kecelakaan lalu lintas khususnya pengendara sepeda motor juga ikut tinggi. (Muhammad Mu'in, 2017) sehingga kualitas keselamatan sepeda motor perlu ditingkatkan. Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk menjaga keamanan pengendara sepeda motor adalah dengan menggunakan helm, hal ini dikarenakan dapat menjaga keamanan pengendara terutama pada bagian kepala saat terjadi benturan, akibat pengendara jatuh, tabrakan dan kecelakaan dari sepeda motor. (Londen, 2019)

Helm merupakan salah satu alat bantu pelindung khususnya bagi pengendara kendaraan bermotor untuk melindungi kepala jika terjadi tabrakan sesuai dengan standar keamanannya. Beberapa komponen pelindung yang terpasang pada helm antara lain tempurung kepala, cangkang, lapisan pelindung, sabuk pengikat, dan kaca visor. Cangkang pada helm berfungsi untuk melindungi kepala pengendara dari batu, aspal, dan benda tajam lainnya yang ada di jalanan. Helm SNI secara rekayasa teknik sudah memenuhi kriteria dan kondisi keamanan sebagai sebuah alat pelindung kepala pengendara sepeda motor jika mengalami benturan saat mengalami kecelakaan. Helm yang telah memiliki perindikasi SNI merupakan helm yang telah lulus uji yang dipersyaratkan SNI 1811-2007 dan menerima sertifikasi tanda SNI (SNI marking).

Ada banyak jenis helm yang dijumpai di pasaran sudah lulus uji sesuai dengan standar pengujiannya masing-masing seperti penyerapan kejut, uji efektifitas system penahan, uji impac miring, uji pelindung dagu, uji sifat mudah

terbakar dan pengujian penetrasi. Jika dikaji lebih dalam pada salah satu pengujian ada proses yang harus dilakukan sesuai dengan standar SNI 1811-2007 antara lain Uji Penetrasi, yaitu menggunakan paku kerucut logam untuk pengujian. Setelah pengerasan, indentor jatuh dari ketinggian maksimal 1,6 meter, jika helm tembus maka helm belum lulus uji sesuai standar, sebaliknya jika helm tidak tembus maka helm dinyatakan lulus uji (Rollastin, 2018). Atas dasar inilah pengujian sungkup helm harus sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan oleh standarisasi yakni SNI. Sehingga dengan harus terpenuhinya persyaratan sesuai dengan standar SNI tersebut, membuat pengrajin helm rumahan menjadi kesulitan untuk membuat pesanan. Karena produk helm yang ada dipesanan sudah tentu lolos pengujian sesuai dengan SNI, sehingga berdampak pada penghasilan para pengrajin helm. Disisi lainnya demi memenuhi persyaratan sesuai dengan standar pengerajin harus memiliki alat uji penetrasi sesuai dengan standar SNI, sedangkan harga alat pengujian uji penetrasi yang diproduksi oleh pabrik yang dijual di pasaran sangat mahal dan tidak terjangkau.

Dari uraian permasalahan yang melatar belakangi tersebut, maka pada penelitian yang akan dilakukan yaitu bagaimana merancang sebuah prototipe alat uji penetrasi suatu saat nanti dapat diimplementasikan menjadi sebuah alat uji bisa digunakan oleh pengrajin helm untuk memenuhi standar kelayakan sesuai dengan acuan SNI 1811-2007 dengan harga terjangkau. Tujuan penelitian ini adalah merancang prototipe alat uji penetrasi sesuai dengan standar SNI 1811-2007 yang bisa dijadikan sebagai referensi untuk pembuatan alat tersebut, dengan berfokus kepada lain paku kerucut akan jatuh bebas dengan ketinggian maksimum 1,6 meter dan spesifikasi paku kerucut dengan berat kurang lebih 3 kg, radius kerucut 60 derajat, dan kekerasan logam 45-50 *rockwell-C*. Sementara tujuan jangka panjang apabila rancangan ini sudah sempurna dan sesuai dengan persyaratan, tidak menutup kemungkinan akan dibuat atau diproduksi guna memenuhi kebutuhan pengrajin helm rumahan. Sehingga dengan terealisasinya pembuatan alat uji penetrasi ini, akan memudahkan para pengrajin helm menembus penjualan produknya dipasaran sesuai dengan standar SNI, dan akan memberikan dampak peningkatan pendapatan.

Sedangkan metode yang digunakan yaitu rancangan alat uji penetrasi dianalisis dengan HOQ (House of Quality) Dikenal dalam bentuk QFD (Quality Function Deployment) selama proses desain Kemampuan untuk membedakan keberagaman kebutuhan konsumen ke dalam proses desain telah diperoleh 2 varian mesin (Sukma, 2007). Maka dari itu dibuat perancangan alat uji penetrasi pada helm standar SNI 1811-2007 dengan pengoperasian yang lebih aman dan mudah digunakan agar mempermudah pengujian untuk helm tersebut. Oleh karena itu penulis ingin melakukan penelitian berjudul “Perancangan Alat Uji Penetrasi Pada Material Helm Dengan Standar SNI 1811-2007 Sistem Semi Otomatis”

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang ditetapkan pada penelitian ini berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan antara lain ialah :

1. Bagaimana merancang prototipe alat uji penetrasi sesuai dengan standar SNI?
2. Bagaimana merancang prototipe alat uji penetrasi sederhana, mudah dioperasikan yang dapat memberikan informasi hasil pengujian yang tepat dan cepat?

1.3 Batasan Masalah

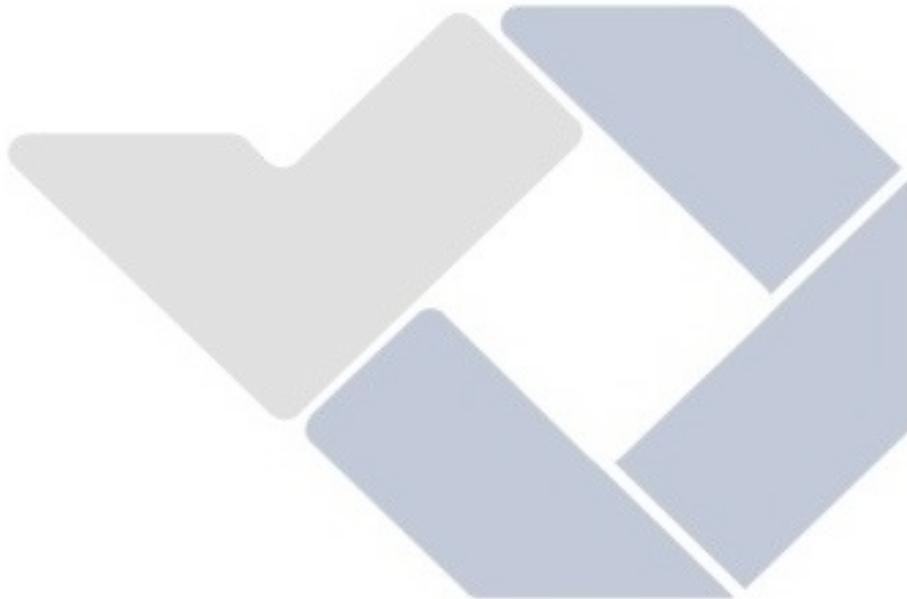
Agar penelitian ini tidak menyimpang dari tujuan yang telah dibuat, maka perlu ada batasan. Adapun batasannya yaitu:

1. Perancangan Alat Uji Penetrasi dibuat mengikuti standar SNI 1811-2007.
2. Pengoperasian Alat Uji Penetrasi dilakukan menggunakan sistem semi otomatis.
3. Perancangan dan simulasi protipe alat uji penetrasi menggunakan software CAD.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan perancangan yang ditetapkan pada penelitian ini berdasarkan pertanyaan dari perumusan masalah antara lain adalah :

1. Dapat merancang prototipe alat uji penetrasi sesuai dengan standar SNI.
2. Dapat merancang prototipe alat uji penetrasi sederhana, mudah dioperasikan dan memberikan hasil pengujian yang tepat.



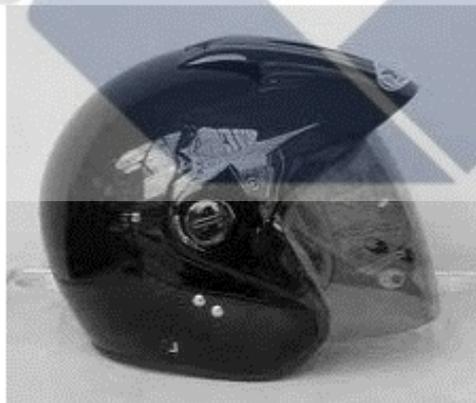
BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Helm

Helm merupakan alat pelindung kepala waktu mengendarai kendaraan yang umumnya terbuat dari metal dan bahan keras lainnya seperti serat resin maupun plastic. Di banyak negara helm wajib digunakan saat berkendara. Indonesia merupakan negara yang diwajibkan pengendaranya memakai helm saat bermotor untuk menjaga kepala dari benturan saat terjadinya kecelakaan.

Selanjutnya, Undang-undang No. 14 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Tahun 1992 juga merupakan salah satu perangkat hukum yang dilaksanakan oleh pemerintah untuk mengatur tata tertib lalu lintas jalan raya. Pada awalnya pembentukan undang-undang tersebut karena perkembangan lalu lintas yang pesat dan persyaratan yang dapat mencakup semua pihak dan memberikan kenyamanan bagi peraturan lalu lintas, seperti halnya undang-undang itu sendiri, motivasinya adalah konsep "keselamatan".



Gambar 2. 1 Helm SNI

Pasal 23 Point e dan f UU No. 14 Tahun 1992 mengatur tentang penggunaan helm bagi pengendara sepeda motor bunyinya sebagai berikut e. Pengemudi kendaraan bermotor wajib memakai pelindung keselamatan bagi pengemudi kendaraan bermotor roda empat atau lebih pada saat mengemudikan

kendaraan bermotor di jalan raya, dan penggunaan helm bagi pengemudi kendaraan bermotor roda dua atau bagi pengemudi kendaraan bermotor roda empat atau lebih roda bermotor yang tidak dilengkapi rumah., f. penumpang kendaraan bermotor roda empat atau lebih yang duduk di sebelah pengemudi wajib memakai sabuk pengaman, dan penumpang kendaraan bermotor dengan roda dua atau empat harus memakai helm (Safa'at, 2017).

2.2 SNI 1811-2007

SNI 1811-2007 merupakan standar nasional Indonesia untuk helm. Standar ini memutuskan spesifikasi teknis untuk helm pelindung yang dipakai oleh pengendara dan penumpang kendaraan bermotor roda dua atau tiga, meliputi klasifikasi helm standar terbuka (*open face*) dan helm standar tertutup (*full -face*). Material helm ini terbuat dari bahan yang bukan logam dan kuat yang tidak terpengaruh oleh radiasi ultra violet, bertahan dalam suhu 0 - 55 derajat Celsius, tahan dari sebab pengaruh bensin, minyak, sabun, air, deterjen dan pembersih lainnya, tahan lapuk, tahan air dan tidak dapat berpengaruh oleh perubahan suhu.(Badan Standarisasi Nasional, 2007).

Macam-macam jenis pengujian pada helm SNI 1811-2007 antara lain :

1. Pengujian penyerapan kejut

Tes ini dirancang untuk menguji kemampuan helm dalam menyerap benturan. Helm diletakkan di tempat yang disebut pelat logam, kemudian helm dijatuhkan dari ketinggian 2,5 meter dengan kecepatan 20,8 km/Jam dan mengenai permukaan logam langsung di bawahnya. Permukaan besi bisa berbentuk datar dan mengerucut (Seperti segitiga). Pengujian ini dilakukan beberapa kali pada 4 sisi helm, yaitu sisi belakang, sisi dahi, sisi kiri helm, dan sisi kanan helm. Selanjutnya akan diperoleh nilai dari hasil pengujian tersebut yang menentukan apakah helm tersebut lulus atau gagal.

2. Pengujian penetrasi

Pengujian ini sama dengan uji penyerapan kejut, tetapi pada uji ini helm benar-benar diuji apakah mampu menahan beban yang langsung mengarah ke helm, misalnya saat pengendara bermotor jatuh dan helm tertusuk batang besi atau benda kerucut tajam lainnya. Cara pengujiannya adalah pertama-tama Helm diletakkan ke plat besi yang kokoh lalu kemudian sebuah besi yang bentuknya kerucut seberat 3kg dijatuhkan pada ketinggian 1,6 meter menembus helm dibagian atas helm, jika menembus maka uji tes akan gagal pengujian efektifitas sistem penahan,

3. Pengujian kuat sistem penahan dengan tali pemegang,

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan helm tidak terlepas saat pengendara mengendarai motor. Helm dipasang pada tiang penyangga vertikal sehingga helm akan menghadap ke bawah pada sudut kurang lebih 135 derajat. Helm tersebut kemudian disesuaikan pada posisi yang kondisi "best fit" layaknya sedang dipakai oleh pembalap. kemudian tali dengan pengait dihubungkan ke tepi belakang helm dengan diberi beban dibawahnya kemudian membuat helm tertarik ke bawah menghadap lantai. jika selama tes ini helm terlepas saat ditarik ke bawah oleh beban besi yang dikaitkan, pengujian akan dinyatakan gagal.

4. Pengujian untuk penahanan tali pemegang

Di saat tes helm akan diuji apakah tali pengikat rahang yang terpasang pada helm kuat untuk menahan kepala pengemudi jika terjatuh dan helm tertarik. Proses pengujianya yaitu helm diletakkan pada posisi kepala seteahl itu tali pengikat (strap) dagu diikat ke bawah dengan sebuah peralatan khusus, dimana pada bagian rahang ditarik oleh beban dengan berat kurang lebih 23 kg selama sekitar satu menit. Pengujian ini kemudian dijalankan bertahap dari beban awal sekitar 23 kg mencapai beban mencapai 38 kg. Pengujian ini dinyatakan

gagal apabila helm jika terjadi perenggangan pada tali pengikat (strap) yang melebihi 30 mm atau tidak dapat menahan beban mekanik.

5. Pengujian pergeseran dari tali pemegang

Disaat tes penjepit tali pemegang strap akan diuji untuk melihat kelicinan penjepit jika penjepit strap ditarik saat dijatuhkan. proses pengujiannya adalah strap akan di tarik dengan sebuah alat uji kusus selama beberapa menit. Jika terjadi perubahan pergeseran penjepit lebih dari 10mm maka tes dinyatakan tidak lolos atau gagal.

6. Pengujian impak miring

Pengujian ini bisa disebut juga *Oblique impact tests* berfungsi untuk memberikan informasi penting tentang tingkat perlindungan helm. Ada dua faktor yang mempengaruhi hasil uji impak miring pada helm. Faktor pertama adalah sudut landasan di mana ia bertemu dengan helm. Yang kedua mewakili gesekan antara cangkang dan bagian dalam helm. Nilai maksimum gaya longitudinal adalah 2,5 kN dengan waktu tumbukan maksimum 15,5 N.s.

7. Pengujian pelindung dagu

Untuk pegujian ini jika jenis helmnya full face yang memiliki dagu maka dilakukan uji pelindung dagu. pengujian ini untuk melihat kekuatan bagian dagu saat terkena benturan jika terjadi kecelakaan dan bagian dagu menerima benturan. Proses pengujiannya yakni helm ditekakkan di sebuah plat dimana bagian dagu menghadap keatas. Setelah itu sebuah benda yang terbuat dari besi dengan berat sesuai standar dijatuhkan dari atas menghantam bagian dagu. Gerak jatuh percepatan maksimum 300g (g =percepatan gravitasi bumi).

8. Pengujian ketahanan keausan tali pemegang

Pengujian ini masih tergolong ke dalam pengujian tali pengikat (strap), namun pengujian yg dilakukan adalah untuk mengecek atau memastikan tali helm tidak akan putus jika terjadi gesekkan. Dalam

pengujian ini, tali strap akan di tarik dengan sebuah alat khusus dimana bagian tali dimasukkan ke dalam sebuah lubang atau celah yang terbuat dari besi, setelah itu tali ditarik secara maju-mundur. Syarat untuk lolos tes ini adalah tali mampu menahan beban dan tidak boleh putus jika terjadi pergeseran lebih dari 5mm.

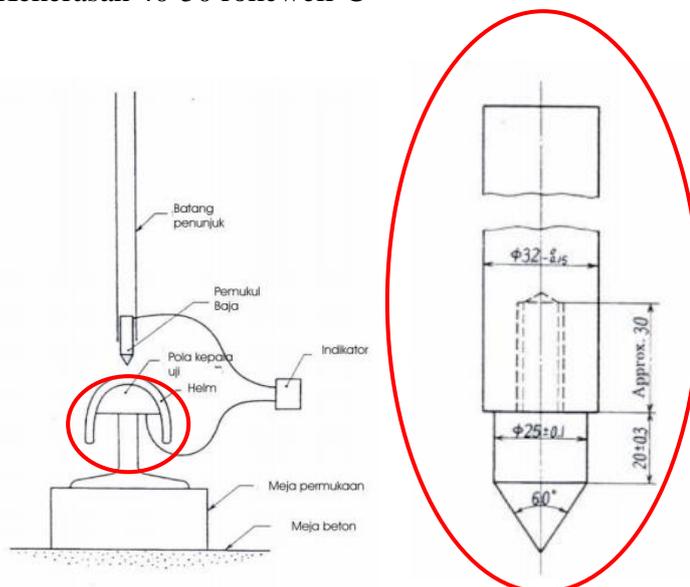
2.3 Alat Uji Penetrasi

Uji penetrasi merupakan salah satu pengujian yang harus dilakukan, karena merupakan salah satu syarat persetujuan dan standarisasi produk, dengan tujuan untuk melindungi keselamatan kendaraan roda dua, terutama pada saat terjadi kecelakaan cedera kepala jika itu terjadi di jalan.

Alat uji penetrasi adalah alat pengujian helm dirancang untuk menentukan sifat mekanik bahan/material sungkup helm yang menggunakan indentor atau paku kerucut logam Jatuh dari ketinggian maksimum 1,6m dan jika paku dijatuhkan dan menembus bahan sungkup helm maka helm dinyatakan tidak lulus uji atau tak layak guna (Rollastin, 2017).

A. Paku uji yang digunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Berat $3,0 \text{ kg} \pm \frac{45}{0} \text{ gram}$;
2. Sudut titik radius kepala paku $60^\circ \pm 0,5^\circ$;
3. Jari-jari bagian titik kepala paku $0,5 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$;
4. Kekerasan 40-50 rokcwell-C



Gambar 2. 2 Komponen Uji Penetrasi

5. Jarak jatuh paku 1.6 m (diukur dari ujung kerucut paku sampai titik benturan pada tempurung kepala helm)
6. Blok pengujian atau pola kepala terbuat dari kayu keras dan logam lunak

B. Komponen Alat Uji Penetrasi Helm

1. Paku Berfungsi untuk penguji ketahanan penetrasi pada helm. Paku ini berbentuk tabung dan diujungnya berbentuk kerucut, yang diletakkan pada ketinggian 1,6 m dan jatuh bebas tepat diatas tempurung kepala pada helm .
2. Pengunci Berfungsi untuk mengangkat paku pada ketinggian 1,6 m dan menjatuhkannya secara bebas.
3. Pipa berfungsi sebagai penjaga dan pengarah paku yang jatuh secara bebas tepat diatas tempurung helm.
4. Sling berfungsi untuk menarik dan menurunkan indentor pada saat ingin mengambil dan mengangkat paku. Sling digerakkan oleh secara manual. Sling ini memiliki diameter 3mm dengan panjang 8 m.
5. Tiang berfungsi sebagai penopang untuk semua komponen penyusun alat. Rangka dibuat dari besi kotak ketebalan sekitar 2 mm.
6. Dudukan Material berfungsi sebagai tempat meletakkan Material yang akan diuji
7. Baut dan mur Baut dan mur berfungsi sebagai penghubung komponen alat uji penetrasi, seperti : menghubungkan pola kepala dengan rangka

2.4 Software Perancangan Desain CAD

Komputer sangat membantu proses perancangan, tetapi tidak dapat mengganti perancang. Sampai saat ini belum ada program•paket komputer yang

sudah dikembangkan sedemikian rupa sehingga mampu menerima masukan berupa syarat-syarat teknis dalam spesifikasi produk dan secara otomatis mengolahnya sehingga akhirnya memberikan keluaran yang berupa produk hasil rancangan.

Komputer memang membantu banyak kegiatan dalam proses perancangan mempercepat waktu penyelesaian setiap kegiatan. dan lebih dari itu suatu kegiatan dalam proses perancangan dapat mulai dilakukan tanpa menunggu selesainya kegiatan yang mendahuluinya.

Komputer belum 100% dan tidak akan 100% meng-automasi-kan proses perancangan seperti sudah dijelaskan di atas, Yang dimaksud 100% automasi perancangan adalah bahwa hanya dengan memasukkan spesifikasi produk sebagai masukan. maka akan keluar produk yang sudah jadi sesuai dengan spesifikasi tanpa campur tangan manusia Perancang tetap berperan tetapi kini dengan produktivitas yang sangat tinggi. Dalam proses perancangan produk dengan bantuan komputer terjadi banyak interaksi antara para anggota tim perancang yang terlibat dalam proses perancangan, Interaksi tersebut berlangsung melalui model geometrik yang menjadi pusat dari banyak kegiatan(Horsokoesoemo, 2004).

Keuntungan pemakaian system CAD yang dipilih dengan tepat dan diimplementasikan dengan benar adalah :

1. Memperpendek waktu perancangan karena memperpendek waktu penyelesaian setiap kegiatan dalam proses perancangan.
2. Meningkatkan kualitas produk melalui pembuatan banyak alternatif produk yang kini dapat dibuat dengan cepat dan mudah. melalui ketelitian dan ketepatan lebih tinggi, melalui analisis, dan optimasi yang lebih canggih, dan lain-lain.
3. Meningkatkan produktivitas perancangan

4. Meningkatkan komunikasi baik melalui satu data base yang cepat diakses oleh para anggota tim perancang yang terlibat dalam proses perancangan, maupun melalui dokumentasi dengan kualitas yang lebih baik.
5. Mengurangi biaya perancangan secara total, dan lain-lainnya.

Dan kerugian yang dapat diderita dengan pemakaian CAD adalah :

1. Harga computer yang tidak murah
2. Harga software yang tidak murah
3. Biaya maintenance
4. Biaya untuk upgrade hardware dan software yang cepat kadaluarsa
5. Biaya training
6. Biaya untuk merubah fasilitas perancangan dan fasilitas produksi dengan kedatangan peralatan CAD yang baru
7. Kehilangan produktivitas pada periode transisi dari cara konvensional ke system CAD dan lain-lain.

2.5 Teori Desain Perancangan

Perancangan merupakan kegiatan awal suatu perusahaan dalam mewujudkan suatu produk yang keberadaannya diperlukan masyarakat untuk meningkatkan kesejahteraannya (Horsokoesoemo, 2004). Perancangan adalah rangkaian kegiatan yang berurutan dari satu langkah ke langkah berikutnya. . Urutan berurutan sering disebut proses Perancangan karena mencakup banyak hal.

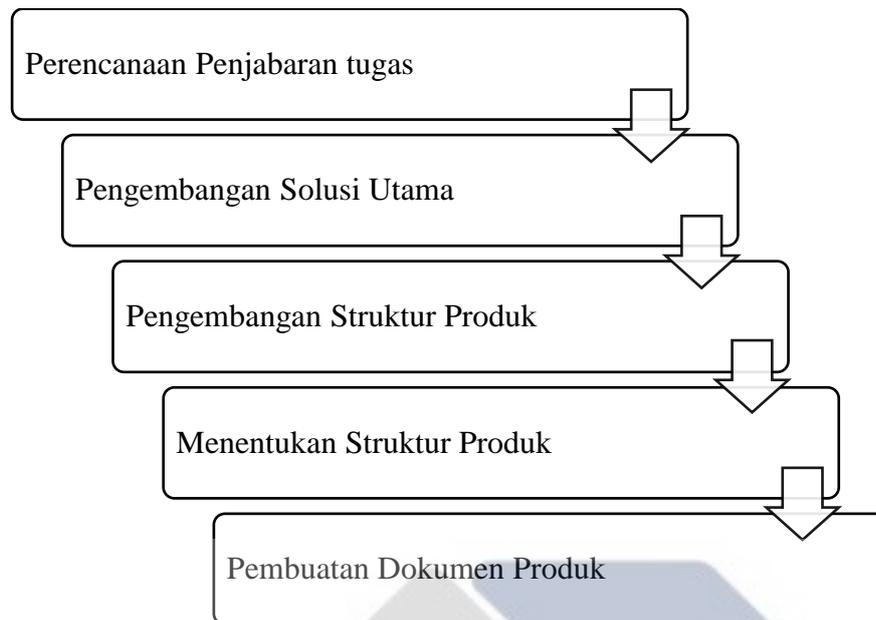
Banyak langkah desain yang ditulis oleh para ahli desain, sekilas terlihat berbeda namun jika dicermati pada dasarnya adalah sama, dalam arti saling menyempurnakan dan melengkapi sesuai dengan kasusnya. Secara umum macam-macam perancangan ada tiga yaitu :

1. Asli Merupakan desain penemuan yang sepenuhnya didasarkan pada penemuan yang belum pernah terjadi sebelumnya.

2. Pengembangan (Modifikasi) Merupakan pengembangan produk yang sudah ada dalam rangka meningkatkan efisiensi, efektivitas, penampilan atau daya saing untuk memenuhi kebutuhan pasar atau kebutuhan zaman.

3. Adopsi Yaitu merupakan perancangan yang mengambil sebagian dari sistem atau seluruhnya dari produk yang ada untuk penggunaan lainnya.

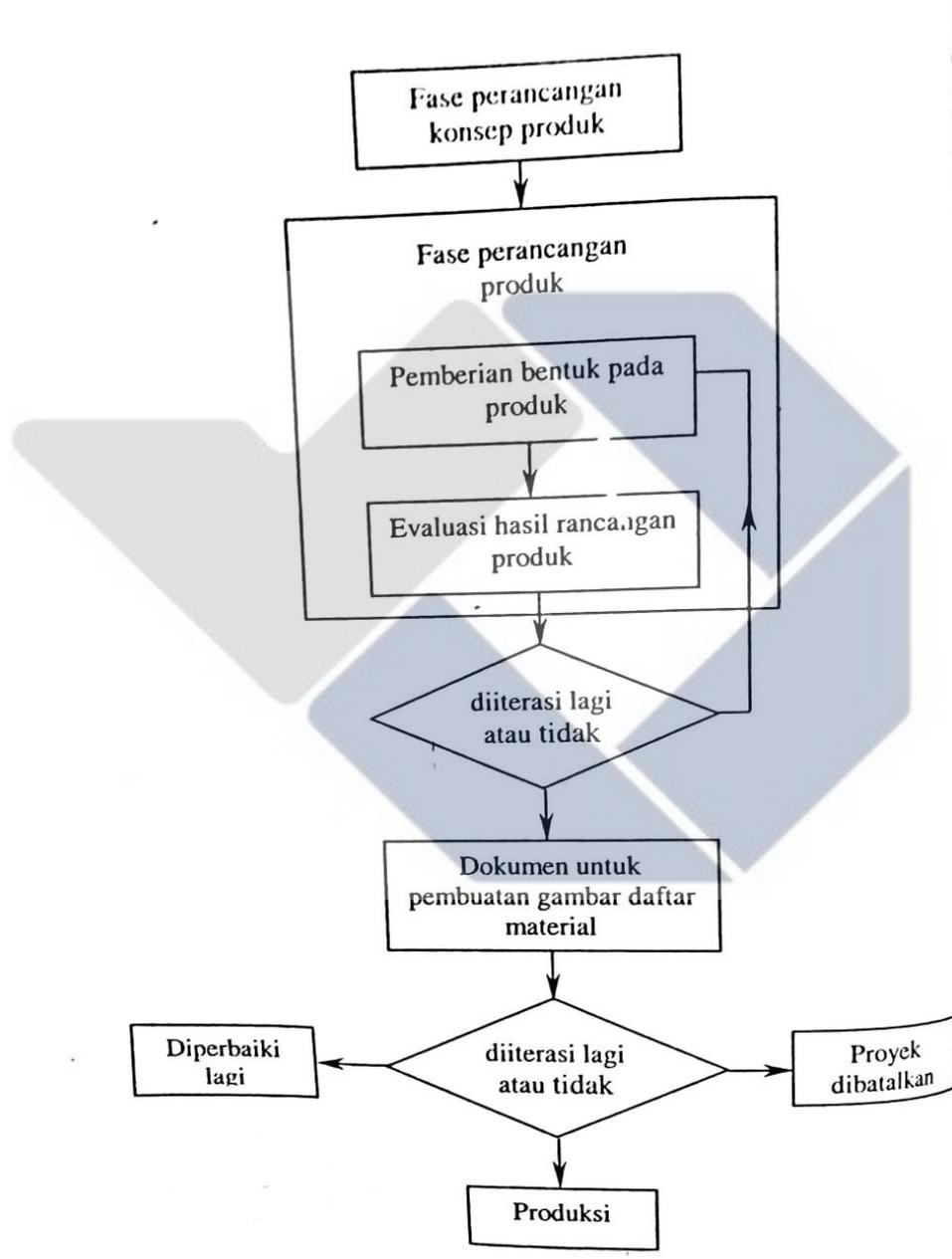
selanjutnya ketika merancang suatu produk, itu sangat tergantung pada imajinasi perancang. Langkah pertama yang biasanya dilakukan seorang desainer produk adalah membuat sketsa kasar atau gambar dari produk yang akan dibuat. Sketsa tersebut kemudian dikembangkan dengan memperhatikan beberapa teknik konstruksi dasar, sehingga memunculkan sketsa akhir dari gambar tersebut. Dari sketsa tersebut, desainer menghitung segala sesuatu yang berhubungan dengan produk yang akan dibuat, seperti jenis bahan yang akan digunakan, ketahanan material komponen yang akan dibeli, dimensi produk dan lain-lain. Hasil akhir dari rancangan layout ini adalah gambar kerja yang kemudian dapat digunakan untuk membuat produk dalam produksi. Gambar kerja yang baik adalah gambar kerja yang telah mengikuti semua aturan yang berlaku pada gambar kerja tersebut. Secara garis besar langkah – langkah perancangan ini terdiri dari :



Gambar 2. 3 Langkah-langkah Perancangan

1. Perencanaan, penjabaran tugas Perencanaan dan penjelasan tugas desain terdiri dari penyampaian pemikiran-pemikiran yang dapat menciptakan inovasi dan solusi dari tugas pokok.
2. Pengembangan solusi utama Solusi utama yang diperoleh dari perencanaan dipertimbangkan dan dikembangkan sesuai dengan persyaratan yang diperlukan dan menunjukkan efisiensi yang baik.
3. Pengembangan struktur produk Pengembangan struktur produk diperlukan untuk merancang produk yang akan diproduksi. Struktur produk itu sendiri dihasilkan dari beberapa solusi yang dikembangkan.
4. Menentukan struktur produk Struktur produk yang dikembangkan dan dihitung menentukan bahan, dimensi dan bentuk Produk ini ditentukan berdasarkan gambar dasar dan gambar bagian alat yang dibuat sebelumnya.
5. Pembuatan dokumen produk Dokumen produk adalah ilustrasi dan data perhitungan yang kemudian dipasok ke bagian produksi.

Fase perancangan produk berakhir dengan tersusunnya dokumen yang diperlukan untuk pembuatan produk. Secara skematik, fase perancangan produk dapat digambarkan seperti pada gambar 2.5 dibawah ini :



Gambar 2. 4 Fase Perancangan Produk (Horsokoesoemo, 2004)

2.6 Daftar Kebutuhan Produk

Saat Menyusun daftar kebutuhan suatu produk ada kalanya meninjau produk dari berbagai aspek seperti aspek manufaktur, aspek Teknik, aspek perawatan, aspek perakitan, aspek ekonomi, dan aspek lingkungan. Aspek lainnya bisa ditambahkan seperti aspek ergonomic, daur ulang, aspek keamanan, dan estetika. Aspek-aspek ini banyak dilakukan pada perusahaan besar, karena sebuah produk yang mereka inginkan bisa bersaing di pasaran. Dari aspek-aspek di atas disusublah daftar kebutuhan yang bisa dilihat pada table 2.1 dibawah ini.

Tabel 2. 1 Contoh Format daftar kebutuhan suatu produk

Teknik Mesin POLMAN BABEL	Ketentuan S/H	Daftar Kebutuhan Produk Nama Produk : Alat Uji Penetrasi

Berikut ini penjelasan tent acara mengisi format daftar kebutuhan diatas seperti berikut :

1. Kolom "S/H". S merupakan singkatan dari kata syarat yang berarti suatu yang harus terpenuhi. Sedangkan H singkatan dari Harapan berarti suatu yang diinginkan

2. Kolom “Uraian Kebutuhan“ merupakan identifikasi keinginan konsumen kedalam bentuk Teknikn contohnya seperti kinematika, ergonomi, pemeliharaan, bentuk geometri, dan lain-lain.

2.7 Perancangan dan Pengembangan Produk

Produk merupakan sesuatu barang yang dijual oleh perusahaan kepada pembeli. Perancangan dan pengembangan produk adalah serangkaian kegiatan yang dimulai dengan analisa persepsi dan peluang pasar dan kemudian diakhiri dengan fase produksi, penjualan dan pengiriman produk (Londen, 2012)

Berbagai industri telah berhasil menerapkan pengembangan produk dengan efektif dan menyesuaikan dengan sangat baik berbagai faktor yang berpengaruh seringkali oleh pasar pelanggan yang berubah dengan cepat. Keberhasilan produk yang dikembangkan tergantung pada respon konsumen, produk hasil pengembangan dikatakan sukses jika mendapat respon positif dari konsumen yang diikuti dengan tindakan dan keinginan untuk membeli produk. Mengidentifikasi kebutuhan konsumen yakni tahap yang paling awal dalam mengembangkan produk, karena tahap ini menentukan arah pengembangan produk (Ulrich dan Eppinger, 2001).

Ada lima tipe Karakter dalam mengembangkan produk, Karakter ini disesuaikan tujuan dan kemampuan perusahaan (Ulrich dan Eppinger, 2001), yaitu:

1. Tipe generic atau disebut dengan *market pull*, pada tipe ini perusahaan memulai dengan peluang pasar dan kemudian mendapatkan teknologi teapat guna yang sesuai untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. Contoh penerapan tipe ini antara lain pada barang-barang perlengkapan olahraga, furnitur, dan alat bantu kerja lainnya.
2. Tipe *technology push*, Pada tipe ini, perusahaan memulai dengan teknologi baru dan kemudian mendapatkan pasar yang sesuai. Ini berbeda dari tipe tipe market pull karena fase perencanaannya adalah tentang mencocokkan

teknologi dan kebutuhan pasar. Pengembangan konsep mengasumsikan bahwa teknologi sudah tersedia.

3. Produk platform, Dengan tipe ini, perusahaan berasumsi bahwa produk baru akan dibuat berdasarkan subsistem teknologi yang ada. Perangkat elektronik, komputer dan printer, beberapa contoh dengan karakter ini dikembangkan.
4. Process intensive, Dengan tipe ini sifat produk sangat dibatasi oleh proses produksi. Pada tipe ini, proses dan produk harus dikembangkan bersama sejak awal, atau proses produksi harus ditentukan sejak awal. Contoh proses intensif adalah pengembangan bahan kimia, semi konduktor, dan makanan ringan.
5. Customized, pada tipe ini produk baru memungkinkan sedikit jenis-jenis dari model yang telah ada. Tipe ini mempergunakan pada pengembangan produk motor, container, baterai dan saklar.

2.8 Prototipe

Pengertian Prototipe hanyalah sebuah kata benda, dalam praktek pengembangan produk kata tersebut digunakan sebagai kata benda, kata kerja atau kata sifat. Definisi prototipe adalah "evaluasi produk sepanjang satu atau lebih dimensi yang menjadi perhatian". Berdasarkan definisi ini, setiap bentuk yang menunjukkan setidaknya satu aspek produk yang menarik bagi tim pengembangan produk dianggap prototipe dapat akan disajikan.

Prototipe dapat diklasifikasikan dalam dua dimensi. Dimensi pertama membagi prototipe menjadi dua, yaitu prototipe fisik dan prototipe analitik. Prototipe fisik adalah objek nyata yang dibuat untuk menghargai produk. Aspek produk yang menarik bagi tim pengembang sebenarnya menjadi objek untuk pengujian dan eksperimen. Prototipe analitik adalah kebalikan dari prototipe fisik, yang hanya menggambarkan produk yang tidak nyata, biasanya dalam bentuk matematis. Contoh prototipe analitik adalah model computer, simulasi komputer,

geometri dua dimensi atau tiga dimensi, dan sistem persamaan yang tertera di atas kertas komputer.

Dimensi kedua mengklasifikasikan prototipe menjadi dua, yaitu prototipe komprehensif dan prototipe terfokus. Prototipe yang komprehensif mengimplementasikan sebagian besar atau semua atribut produk. Prototipe umum adalah yang disediakan kepada pelanggan untuk mengidentifikasi pelanggan dengan desain sebelum memutuskan untuk masuk ke produksi. prototipe penuh, prototipe terfokus hanya mengimplementasikan satu atau sangat sedikit atribut produk. Perlu dicatat bahwa prototipe terfokus adalah prototipe fisik atau analitik, tetapi untuk produk fisik, prototipe lengkap biasanya merupakan prototipe fisik.

2.9 Morfologi

Ketika alat atau sistem yang dirancang perlu melakukan banyak fungsi atau menggabungkan satu set properti, kita perlu mempartisi masalahnya. Konsep dihasilkan untuk menanggapi setiap area kecil diskusi dan kemudian digabungkan. Untuk setiap kemungkinan kombinasi konsep untuk dipertimbangkan, analisis morfologi harus dilakukan dan diagram morfologi digambar. Direkomendasikan pendekatan empat langkah.

1. Lakukan studi menyeluruh pada spesifikasi dan buat daftar fungsi dan fitur yang dibutuhkan.

2. Identifikasi sebanyak mungkin cara dan sarana untuk menyediakan setiap fitur atau fungsi.

3. Buat chart atau tabel dengan karakteristik atau fungsi terpenting pada sumbu vertical. Pada sumbu horizontal masukkan sarana untuk mencapai setiap fungsi atau menyediakan setiap fitur yang diinginkan.

4. Identifikasi semua kombinasi praktis yang memenuhi semua kondisi.

Metode Morfologi banyak digunakan dalam praktek perancangan. Salah satu aspek yang menarik dari metode morfologi adalah kemampuannya menyimpan sejarah tentang cara pemenuhan banyak macam fungsi, yang pasti

akan sangat berguna untuk pemecahan solusi berbagai produk baru pada waktu yang akan datang.

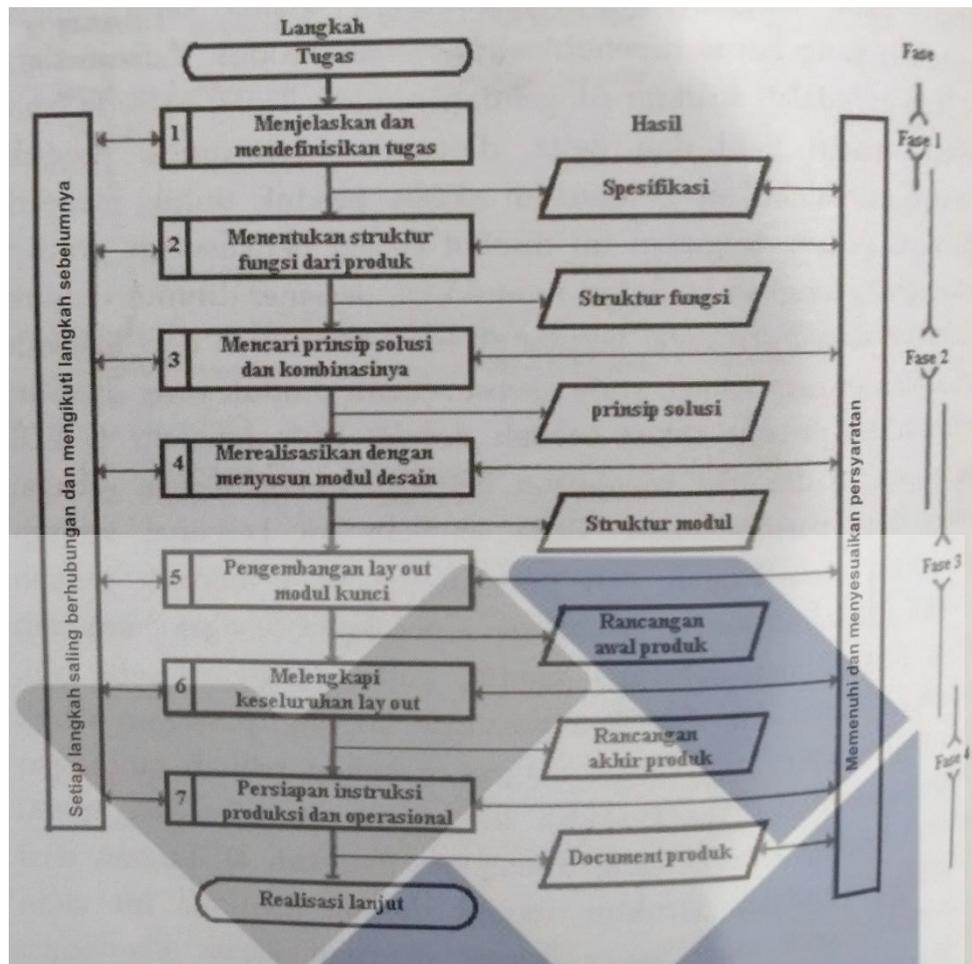
2.10 Metode VDI 2221

Metode pengukuran VDI 2221 merupakan metode pengukuran yang digagas oleh (Persatuan Insinyur Republik Federal Jerman) Standar VDI yang dijelaskan oleh Gerhard Pahl dan Wolfgang Beitz. Metodenya adalah “Pendekatan Sistematis pada Perancangan Sistem Teknis dan Produk Teknis”. Metode desain adalah metode pemecahan masalah teknis melalui analisis dan sintesis langkah demi langkah. Analisis adalah penguraian sistem yang kompleks menjadi elemen-elemen dan studi tentang sifat-sifat masing-masing elemen dan korelasinya. Sintesis adalah kombinasi unsur-unsur dengan sifat yang diketahui untuk membuat sistem baru.

Langka-langkah kerja Secara keseluruhan yang terdapat dalam VDI 2221 terdiri dari 7 (tujuh) tahap, yang dikelompokkan menjadi 4 fase sebagai berikut :

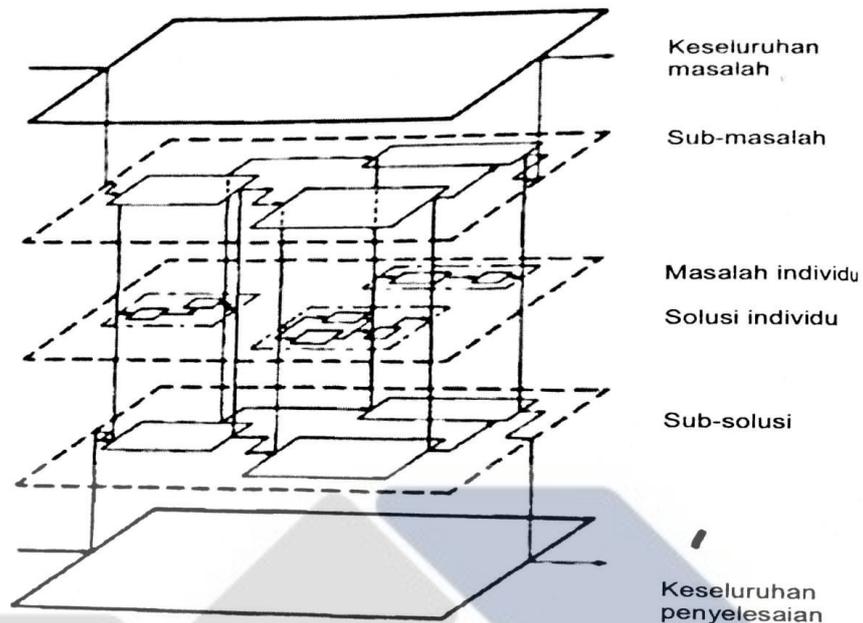
1. Klarifikasi tugas dengan informasi masalah dan batasan, kemudian disusun suatu daftar persyaratan mengenai konstruksi yang akan dilakukan.
2. Definisi konsep desain Konseptualisasi desain ini terdiri dari tiga langkah kerja, yaitu menentukan fungsi dan strukturnya, menemukan prinsip solusi dan strukturnya, serta memecahnya menjadi varian yang layak,
3. Merancang bentuk ke dalam desain dalam hal ini cara dimulai dengan garis besar Desain dalam modul, diikuti dengan desain awal dan desain akhir.
4. Konstruksi detil Konstruksi detil ini merupakan proses konstruksi dalam bentuk gambar. Apa yang termasuk gambar komposit dan gambar terperinci, termasuk daftar komponen, spesifikasi material, toleransi, dll.

Tahapan dalam metode VDI 2221 bisa dilihat pada gambar 2.6 sebagai berikut :



Gambar 2. 5 Proses Perancangan VDI 2221 (Batan, 2012)

Untuk mendukung standar di atas, kemudian VDI mengembangkan standar lain, yaitu standar VDI Guideline 2222 (Richtlinien 2222) Standar ini berkaitan dengan cara-cara desain dari suatu produk atau komponen; seperti pendekatan lingkungan, pendekatan teknologi daur ulang (recycling), pendekatan perakitan. Fokus pada anti korosi, biaya dan lain-lain. Beberapa aspek tersebut menuntut desainer untuk memperhatikan pendekatan-pendekatan di atas ketika merancang suatu produk atau komponen. Seperti VDI 2221, VDI 2222 belum berurusan dengan aspek manufaktur dan jaminan kualitas.



Gambar 2. 6 Pengembangan model penyelesaian masalah oleh VDI (Batan, 2012)

2.11 Ergonomi

Ergonomi adalah ilmu yang mempelajari dan mengkaji hubungan antara manusia dan mesin serta mempelajari antarmuka antara keduanya. Produk yang dirancang dan diproduksi berkaitan dengan keterbatasan manusia, sehingga produk tersebut harus tidak berbahaya bagi manusia dan nyaman bagi manusia. Produk harus dirancang untuk tidak merugikan orang dengan mempertimbangkan kemampuan, kenyamanan dan keterbatasan panca indera manusia.

2.12 QFD (Quality Function Deployment)

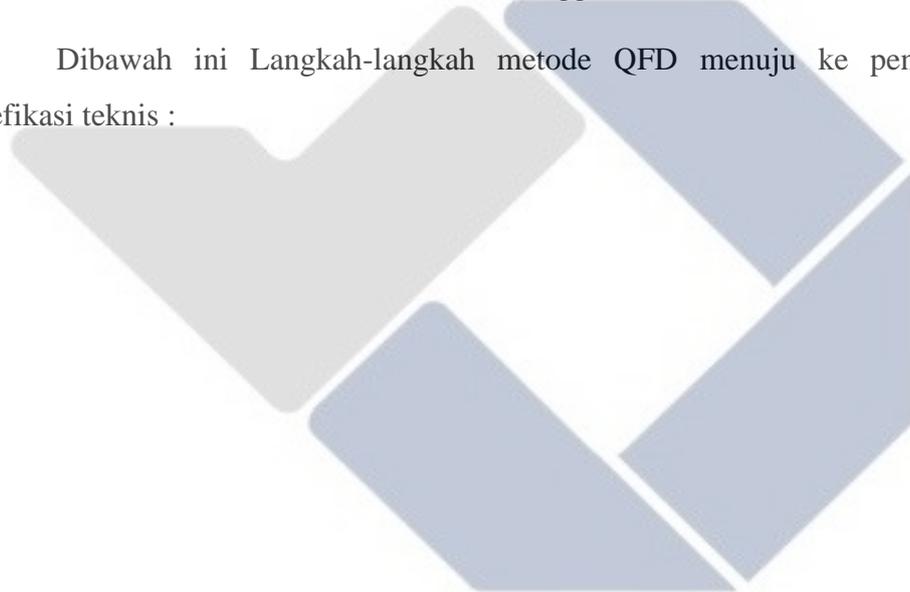
QFD dapat diartikan sebagai sebuah metode yang digunakan untuk mengetahui keinginan konsumen akan permintaan, produk, dan harapan. QFD di Amerika dikenalkan pada tahun 1980-an, sedangkan metode ini sudah lama dikembangkan di Jepang pada tahun 1970-an di Jepang, yaitu lewat Kerjasama dengan industri mobil Jepang.

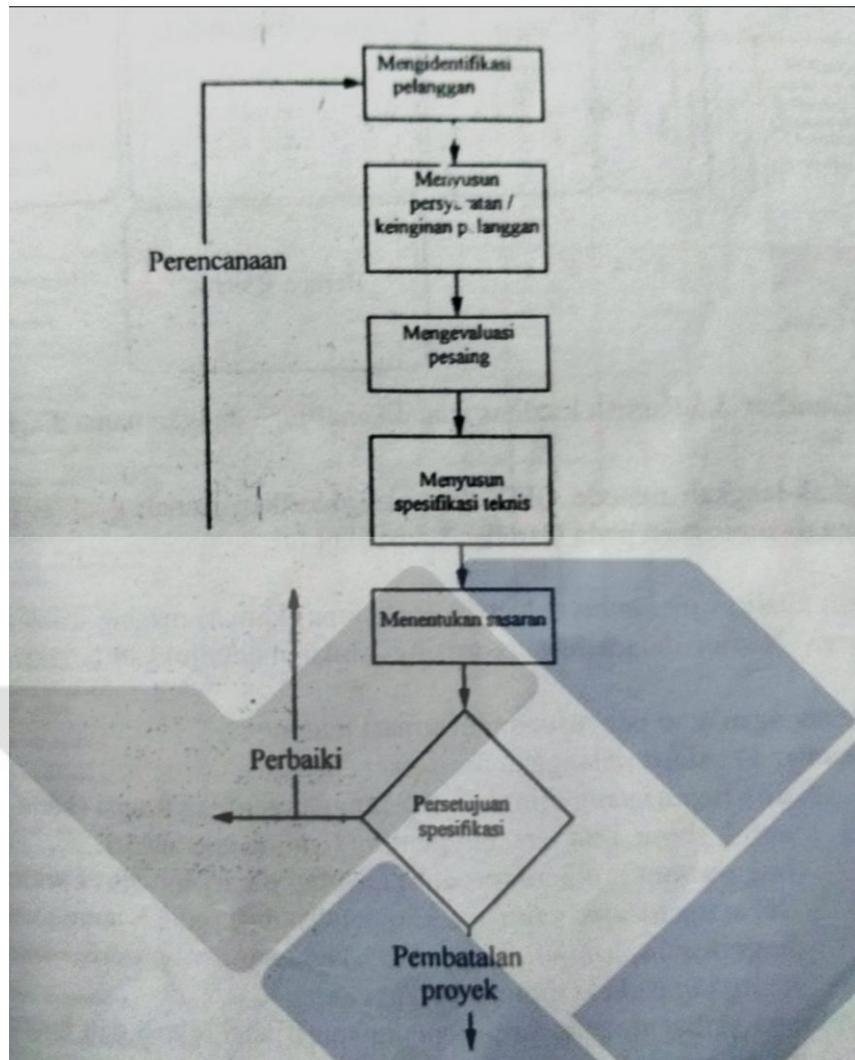
Dalam desain dan pengembangan produk, beberapa ahli menulis pengertian dari metode QFD ini sebagai berikut : Menurut (Cohen95) Metode

QFD merupakan sebuah metode yang tersusun didalam pengembangan produk yang memungkinkan tim pengembang produk dapat memastikan dengan jelas semua kebutuhan dan keinginan konsumen, lantas secara sistematis bisa digunakan untuk menguji kemampuan tim pengembang produk tersebut untuk mengisi kebutuhan konsumen

Selain pengertian diatas, para ahli lain menyatakan juga bahwa metode QFD merupakan: (Ulman2008) praktik pengembangan produk dalam menanggapi kebutuhan konsumen, dengan menerjemahkan kebutuhan konsumen menjadi apa yang dapat diproduksi perusahaan, dengan memprioritaskan dan menemukan jawaban inovatif untuk kebutuhan tersebut hingga efisiensi dimaksimalkan.

Dibawah ini Langkah-langkah metode QFD menuju ke penyusunan spesifikasi teknis :





Gambar 2. 7 Penyusunan Spesifikasi Teknis pada fase spesifikasi teknis (Horsokoesoemo, 2004)

2.13 Komponen Alat Uji Penetrasi

2.13.1 Baja AISI 4340

Baja paduan rendah atau low alloy steels adalah jenis baja paduan dengan kandungan elemen paduan kurang dari 5%. Setiap elemen paduan memiliki pengaruh yang kuat terhadap sifat bahan baja. Baja paduan rendah AISI 4340 banyak digunakan sebagai bahan untuk komponen mesin dan komponen pengatur aliran gas di pembangkit listrik yang banyak mengalami gesekan atau keausan dalam pemakaian.

Baja paduan rendah AISI 4340 merupakan jenis baja yang banyak digunakan antara lain sebagai bahan konstruksi, sebagai bagian komponen mesin, bahan ini sangat cocok untuk memperbaiki atau menyesuaikan sifat-sifatnya melalui perlakuan panas. Menurut standar, komposisi kimia baja AISI 4340 adalah : 0,36 % C hingga 0,44 % C; 0,55 % Mn hingga 0,80 % Mn; 0,15 % Si hingga 0,30 % Si; 0,60 % Cr hingga 0,90 % Cr; 1,65 % Ni hingga 2,00 % Ni; dan 0,20 % Mo sampai dengan 0,30 % Mo.(Sumaryo dkk, 2006)

2.13.2 Baja ST.37

Baja karbon rendah (low carbon steel) memiliki kandungan karbon kurang dari 0,30%, sehingga memiliki sifat lunak dan juga kekuatan yang lemah dibandingkan dengan baja karbon menengah dan baja. Kandungan kurang dari 0,30%, membutuhkan perawatan tambahan jika ingin memodifikasi bahan atau mengeraskan bahan.

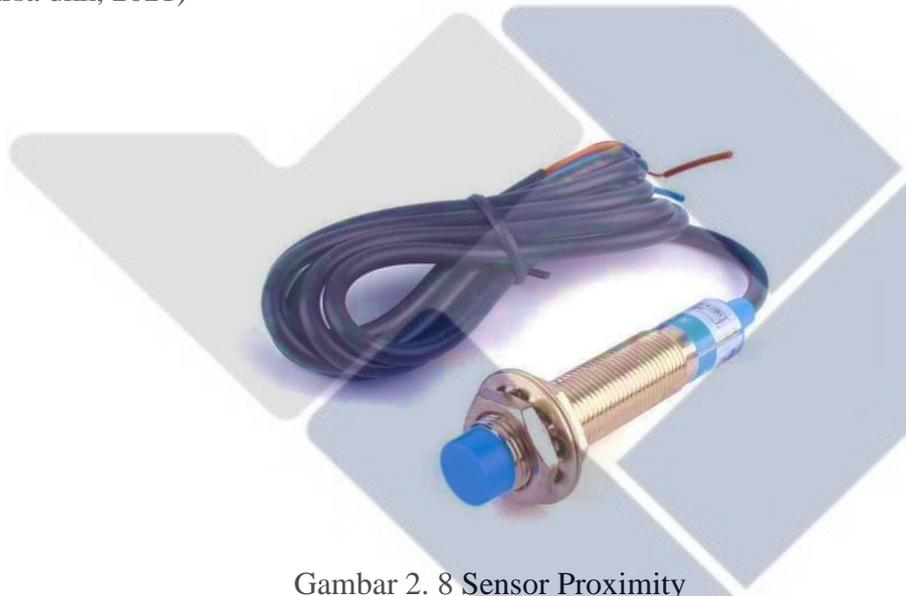
Pada umumnya baja dengan kandungan karbon di atas 0,30% dapat langsung dikeraskan, tetapi untuk kandungan karbon di bawah 0,30% dengan menambahkan karbon terlebih dahulu. Dengan karakteristik baja karbon rendah karbon, baja karbon rendah dapat digunakan sebagai baja pelat. atau rusuk, untuk bahan bodi kendaraan, untuk bangunan jembatan, untuk membuat baut, untuk bahan pipa. Jenis baja ST 37 merupakan standard penamaan DIN yang berarti baja dengan kekuatan tarik 37 kg/mm^2 , memiliki komposisi 0,17% C, 0,30% Si, 0,2-0,5% Mn, 0,05% P, 0,05% S. ST 37 memiliki kekuatan tarik sampai dengan 123.82 HV termasuk kedalam golongan baja hypoeutectic yang memiliki kandungan struktur mikro ferrite dan pearlite. Baja ST 37 termasuk kedalam golongan baja karbon rendah dikarenakan kandungan karbonnya yang hanya 0,17 %.

2.13.3 Sensor Proximity

Proximity Sensor adalah sensor atau sakelar yang dapat mendeteksi keberadaan target logam tanpa kontak fisik. Sensor ini dapat digunakan untuk mendeteksi kondisi pada objek yang dianggap terlalu kecil atau terlalu lunak untuk mengoperasikan sakelar mekanis. Kedekatan hanya mendeteksi

"keberadaan" dan tidak memberikan "kuantitas" objek. Artinya, jika mendeteksi logam, keluaran dari detektor hanya "ada" atau "tidak ada" logam. Proximity tidak memberikan informasi tentang kuantitas logam seperti jenis logam, ketebalan, jarak, suhu dan lain - lain. Jadi hanya "ada atau tidak ada" logam. Hal yang sama berlaku untuk non-logam.

Proximity untuk logam biasanya dengan "inductive proximity" sedang untuk non logam dengan "capacitive proximity" Didepan disebutkan "perangkat" karena sensor proximity sudah merupakan sirkuit yang terdiri dari beberapa komponen untuk dirangkai menjadi sebuah sistem yang bekerja sebagai proximity sensor. (Tarsa dkk, 2021)

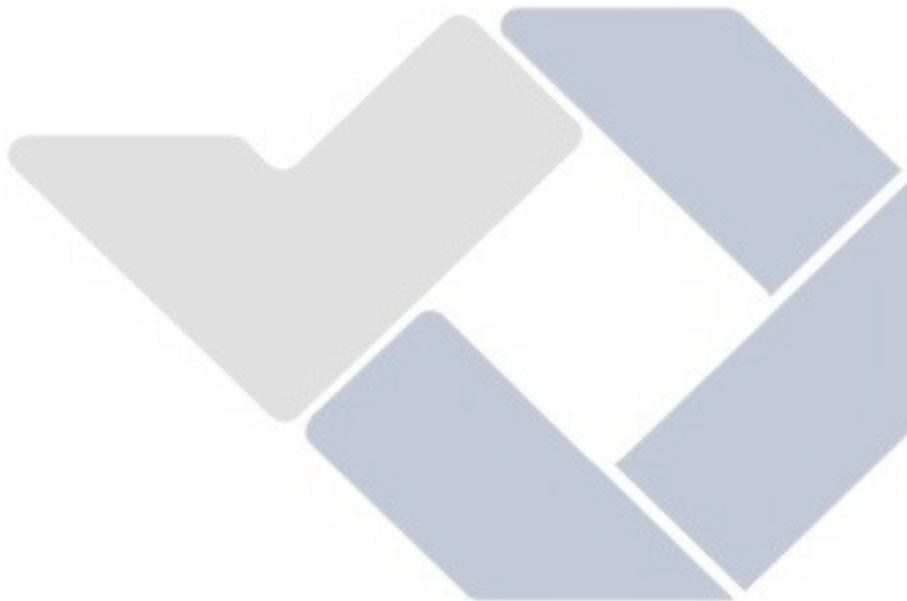


Gambar 2. 8 Sensor Proximity

2.13.4 Buzzer Elektronik

Buzzer adalah komponen elektronik yang mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan speaker, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang dipasang pada diafragma kemudian kumparan tersebut dieksitasi sehingga menjadi elektromagnet, kumparan tersebut akan tertarik keluar, tergantung pada arah arus dan polaritas magnet, karena kumparan dipasang pada diafragma, setiap gerakan kumparan menggerakkan diafragma bolak-balik, menyebabkan udara bergetar, menghasilkan suara yang biasa disebut sebagai Indikator yang digunakan untuk

menunjukkan bahwa proses telah selesai atau telah terjadi kesalahan perangkat (alarm).

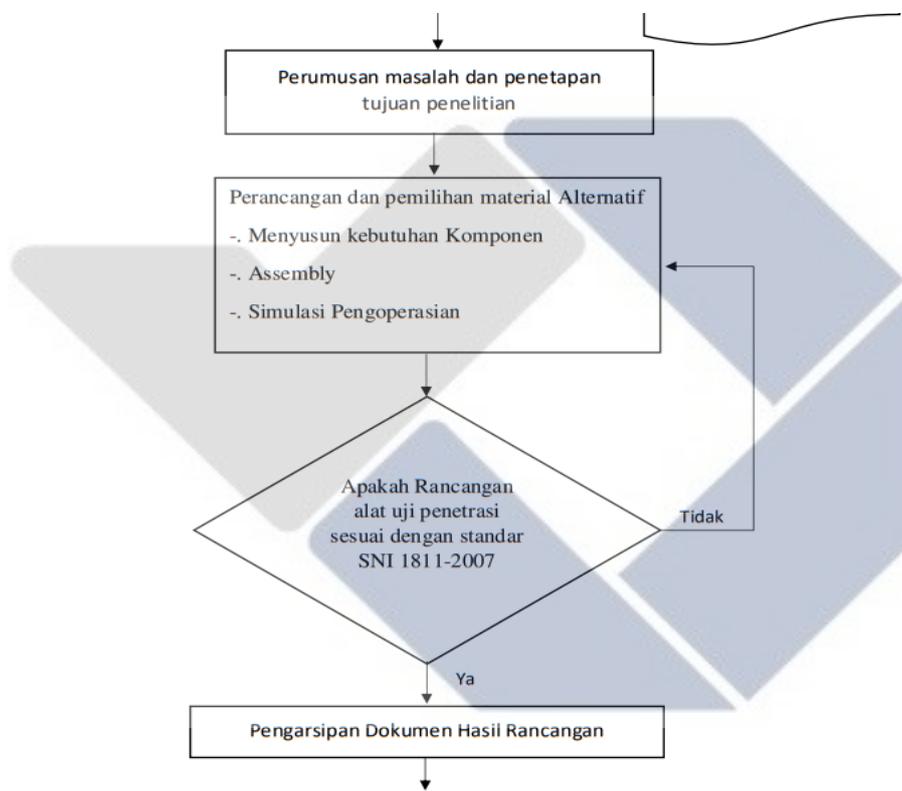


BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini menjelaskan Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian. Secara garis besar Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini sesuai dengan tahapannya dan dapat dilihat pada gambar 3.1 dibawah antara lain sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metode Penelitian

3.2 Studi Literatur

Studi Literatur berisi informasi-informasi terkait dengan penelitian.

Adapun informasi-informasi tersebut :

1. Penelitian Sebelumnya

Dalam Penelitian sebelumnya oleh Hendri Sukma dan I Made Londen Batan telah melakukan Perancangan alat uji penetrasi dengan standar SNI 1811-2007.

2. SNI 1811-2007

SNI 1811-2007 dikeluarkan oleh badan standardisasi Nasional (BSN) berisi informasi terkait spesifikasi Helm pelindung standar dari geometri dan standar pengujian buat helm.

3.3 Perumusan masalah dan Tujuan Penelitian

Setelah latar belakang dibuat yang dimana membahas kondisi penelitian yang sedang terjadi maka dilanjutkan membuat perumusan masalah dan tujuan penelitian. Perumusan masalah dan tujuan penelitian 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 Perancangan dan pemilihan material Alternatif

Tentunya untuk menghasilkan produk yang berkualitas tinggi diperlukan perencanaan yang baik, mulai dari tahap desain produk hingga tahap proses produksi serta pemilihan material yang tepat. Diawali dengan penjelasan komponen yang digunakan, setelah itu proses assembli, dan menghasilkan simulasi pengoperasian. Hal ini sangat penting dilakukan dalam upaya perancangan produk karena menentukan apakah produk yang dihasilkan dapat bekerja sesuai dengan kriteria yang diharapkan atau tidak. Pengarsipan dokumen hasil rancangan Setelah Perancangan dan pemilihan material selesai maka hasil yang didapat bisa diarsipkan ke lampiran laporan.

3.5 Apakah rancangan prototipe alat uji penetrasi sesuai dengan standar SNI 1811-2007.

Setelah menyusun kebutuhan komponen, assembly rancangan alat uji, serta simulasi rancangan alat uji telah selesai maka perlu didiskusikan apakah hasil rancangan prototipe alat uji penetrasi dimana indentor dan ketinggian pengujian sudah sesuai dengan standar SNI 1811-2007.

3.6 Pengarsipan dokumen hasil rancangan.

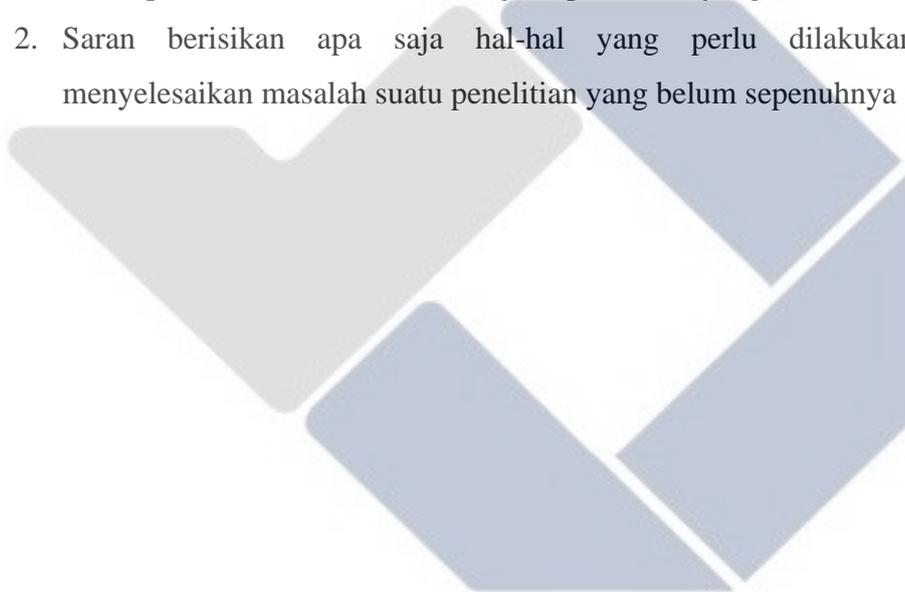
Langkah selanjutnya jika rancangan prototipe alat telah memenuhi standar, maka bisa menampilkan hasil rancangan yang telah dibuat, seperti :

1. Hasil akhir rancangan setelah di assembly.
2. Kontruksi rancangan.
3. Anaslisa rancangan pada *Software CAD*.
4. Proses/Langkah-langkah pengoperasian alat.

3.7 Kesimpulan dan saran

Setelah data rancangan selesai dibuat maka akan didapatkan suatu kesimpulan dan saran berdasarkan atas data-data yang telah ada.

1. Kesimpulan berisikan hasil dari tujuan penelitian yang dilakukan.
2. Saran berisikan apa saja hal-hal yang perlu dilakukan untuk menyelesaikan masalah suatu penelitian yang belum sepenuhnya selesai.



BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Studi Literatur

Dibawah ini hasil Penelitian terdahulu dari beberapa jurnal tentang rancangan uji penetrasi :

Tabel 4. 1 Hasil Penelitian Terdahulu yang berhubungan dengan merancang alat uji penetrasi

Peneliti	Judul	Tahun	Hasil
Hendri Sukma	Perancangan alat uji penetrasi helm pada motor	2010	Pada alat uji penetrasi terdapat gaya-gaya yang bekerja. Adapun gaya yang bekerja adalah pada identor memiliki gaya berat 29,43 N, energi potensial pada saat identor jatuh 47,08 joule , dan identor memiliki kecepatan jatuh 5,6 m/s, dan besar energi identor saat menumbuk helm 1.477,9 joule.
I Made Londen Batan	Rancang Bangun Alat Uji Penetrasi untuk Helm Sepeda Motor	2006	percobaan penetrasi dilakukan pada helm standar dengan ketinggian jatuh mulai dari 20 cm sampai pada 350 cm. Dari hasil data percobaan ini, dapat disimpulkan, bahwa alat uji penetrasi yang dirancang dan dibuat ini dapat dipakai untuk menentukan kelayakan kemanan helm yang beredar dimasyarakat. alat uji penetrasi yang dirancang dan dibuat ini dapat dipakai untuk menentukan kelayakan kemanan helm yang

beredar dimasyarakat.

4.2 Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Dibawah ini hasil rumusan masalah dan tujuan penelitian dari judul penelitian yang buat antara lain:

Tabel 4. 2 Rumusan masalah dan Tujuan Penelitian.

No	Perumusan Masalah	Tujuan Penelitian
1	Bagaimana merancang prototipe alat uji penetrasi sesuai dengan standar SNI?	Dapat merancang prototipe alat uji penetrasi sesuai dengan standar SNI.
2	Bagaimana merancang prototipe alat uji penetrasi sederhana, mudah dioperasikan yang dapat memberikan informasi hasil pengujian yang tepat?	Dapat merancang prototipe alat uji penetrasi sederhana, mudah dioperasikan dan memberikan hasil pengujian yang tepat.

4.3 Metode Tahapan Perancangan (menurut VDI 2221)

Hasil Tahapan yang telah dilakukan dalam merancang alat uji penetrasi menurut modul VDI 2221 antara lain adalah:

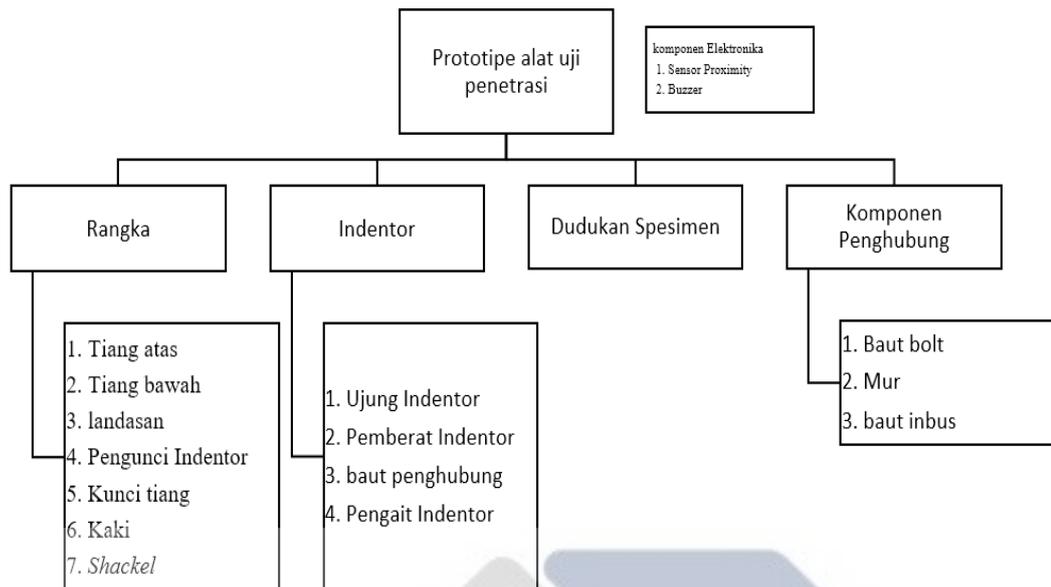
Tabel 4. 3 Hasil Tahapan Metode Perancangan (VDI 2221)

No	Nama Tahapan	Hasil
Tahap 1	Penjabaran Tugas (Clarification of the Task)	Rancangan Prototipe alat uji penetrasi harus memenuhi syarat standar SNI 1811-2007 dan pengoperasian memberikan hasil yang cepat dan tepat.
Tahap 2	Perancangan Konsep Produk (Conceptual	Perancangan Alat Uji Penetrasi dibuat mengikuti standar SNI 1811-2007,

	Design)	Pengoperasian Alat Uji Penetrasi dilakukan menggunakan sistem semi otomatis, Perancangan dan simulasi protipe alat uji penetrasi menggunakan software CAD.
Tahap 3	Perancangan Wujud Produk (Embodiment Design)	Membuat sketsa rancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi dengan menambahkan rancangan elektronik berupa Sensor Proximity dan Buzzer.
Tahap 4	Perancangan Terinci (Detail Design)	Hasil detail desain disajikan dalam bentuk dokumen yang berisi gambar mesin, gambar detail mesin, daftar komponen, spesifikasi material, sistem operasi, toleransi dan dokumen lain yang membentuk suatu kesatuan. Produk tersebut kemudian dievaluasi kembali. , jika benar-benar memenuhi spesifikasi yang ditentukan.

4.4 Perancangan dan Pemilihan Komponen Alternatif

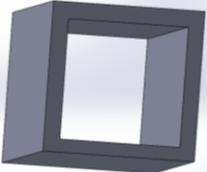
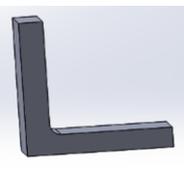
Perancangan prototipe alat uji penetrasi ini diharapkan selesai dan dapat disimulasikan serta rancangan telah sesuai dengan standar SNI 1811-2007. Untuk mempermudah dalam rancangannya, maka bisa dikelompokkan seperti berikut :

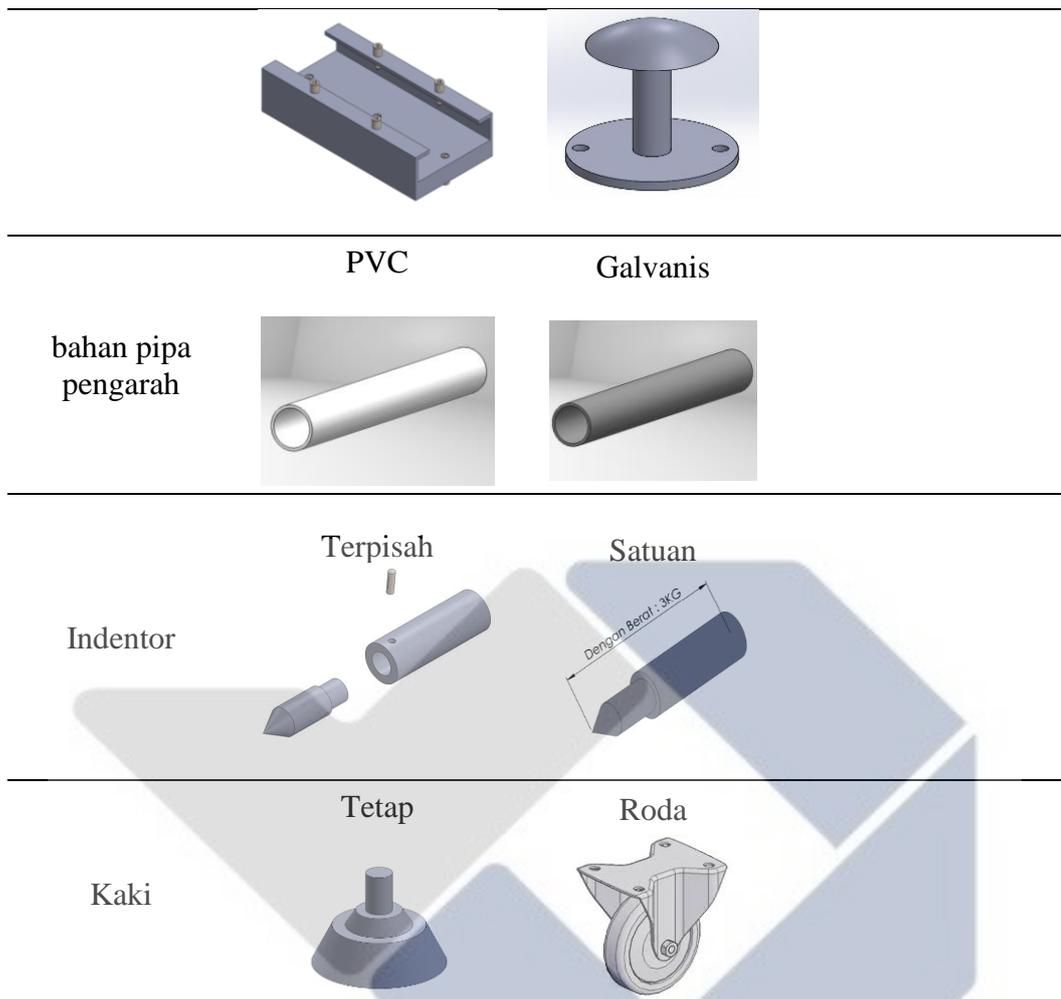


Gambar 4. 1 Pengelompokan Komponen Prototipe Alat Uji

Berdasarkan cara kerja, identifikasi persyaratan dan uraian spesifikasi alat uji penetrasi, maka perlu diperoleh klasifikasi persyaratan komponen yang memiliki nilai ergonomis dan ekonomis serta dapat menggunakan alternatif tugas perancangan untuk menyelesaikan tugas desain dengan matriks morfologi yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 4. 4 Matriks morfologi prototipe alat uji penetrasi pada helm

komponen atau konsep	alternatif		
	a	b	c
	profil Hollow Kotak	profil H	Profil L
Profil Tiang Alat			
jenis dudukan	dudukan spesimen	dudukan helm	



Penjelasan analisis morfologi dari alat uji penetrasi helm, yaitu :

1. Profil tiang alat uji penetrasi sebagai pondasi komponen lainnya. Terdapat 3 alternatif yaitu a,b dan c. alternatif a terpilih karena mempermudah perancangan.
2. Jenis dudukan tempat meletakkan benda uji. Terdapat 2 alternatif yaitu a dan b. kedua alternatif sebenarnya bisa terpakai sesuai dengan benda uji apa yang mau diuji.
3. Bahan pipa pengarah sebagai pengarah indertor supaya saat jatuh kebawah dengan tepat. Terdapat 2 alternatif yaitu a dan b. terpakai yaitu alternatif a, tetapi jika mau yang lebih bagus dianjurkan menggunakan alternatif b.

4. Indentor sebagai paku pengujian. Terdapat 2 alternatif yaitu a dan b, terpilih alternatif a dikarenakan mempermudah penggantian jika ujung indentor rusak atau tumpul.
5. Kaki sebagai pijakan ke lantai. Terdapat 2 alternatif yaitu a dan b, terpilih a dikarenakan agar saat pengujian alat uji penetrasi tidak mudah bergerak.

4.5 Daftar Kebutuhan produk

Daftar kebutuhan dalam merancang harus dibuat sebagai kriteria pembuatan rancangan prototipe alat uji penetrasi seperti yang diperlihatkan pada tabel 4.1 dibawah. Pada prinsipnya daftar kebutuhan ini dibuat berdasarkan syarat-syarat yang telah distandarkan oleh SNI pada proses pengujian uji penetrasi. Dengan ketentuan-ketentuan yang harus terpenuhi sebagai berikut :

Tabel 4. 5 Daftar Kebutuhan Produk

Teknik Mesin	Ketentuan	Daftar Kebutuhan Produk
POLMAN BABEL	S/H	Nama Produk : Alat Uji Penetrasi
		1. Desain Kontruksi (Rangka)
	S	a. Dimensi Alat Uji (60 x 40 x 200) cm
	H	b. Bisa di gunakan untuk pengujian penetrasi
		2. Indentor
	S	a. Berat \pm 3 Kg
	S	b. Sudut Indentor 60°
	S	c. Kekerasan Indentor 45-50 HRC.
		3. Berat Alat Uji
	S	Mudah diangkat dan di pindahkan

	4. Kinematika
S	a. Mekanisme Mudah Dioperasikan
	5. Estetika
S	a. Rangka di cat

Sumber : (Made london By Desain Produk 2012)

Ket: S = Syarat

H = Harapan

4.6 Perancangan Komponen

Dalam pembuatan rancangan prototipe alat uji penetrasi, ada beberapa komponen sebagai pembangun, baik itu komponen sesuai dengan standar yang ada di persyaratan, atau pun komponen klimak yang harus dibuat melalui proses manufaktur antara lain :

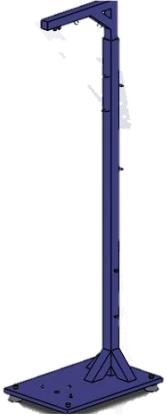
4.6.1 Rancangan Rangka

Rangka terdiri dari Tiang, Landasan, dan Kaki. Ketiga bagian tersebut dirakit dengan baut pengikat ukuran M8 dan Pengelasan. Perhitungan ketinggian tiang harus disesuaikan dengan tinggi kepala uji, Tiang direncanakan terbuat dari profil hollow kotak panjang 35x35x1,9 mm. Pada ujung bagian bawah ditambahkan pelat ukuran 40x40x1,9 mm untuk perakitan pada landasan.

Landasan berfungsi sebagai tempat bertumpunya seluruh komponen utama seperti tiang, kepala uji, dan dudukan sensor. Dimensi — harus sesuai kebutuhan dan stabil terhadap kemungkinan Landasan dari pelat baja 600x400x10 mm.

Dan kaki berbentuk selinder dengan adjuster M8 diameter 35 mm berbahan karet. Pemasangan pada landasan menggunakan batang ulir dan mur.

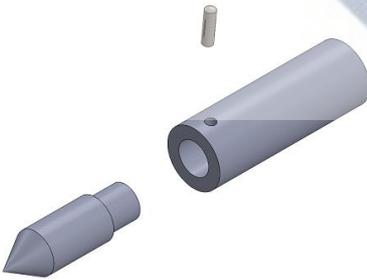
Gambar Rancangan	Spesifikasi
------------------	-------------

	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dimensi 60x40x200 cm 2. komponen kerangka Tiang atas, tiang bawah, dan landasan 3. komponen lainnya Pengunci Indentor, kunci tiang, kaki, dan <i>shackle</i>.
-----------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Gambar 4. 2 Kerangka Alat Uji Penetrasi

4.6.2 Perancangan Indentor

Untuk memudahkan proses manufaktur, maka indentor dibagi menjadi 2 bagian yaitu ujung indentor dan beban indentor yang dimana ujung indentor berbentuk silinder dengan diameter 25mm sedangkan bebannya berdiameter 35mm Spesifikasi indentor ini menyesuaikan standar SNI 1811-2007, dimana dimater kerucut 60 derajat dan berat keseluruhan indentor 3 kilogram.

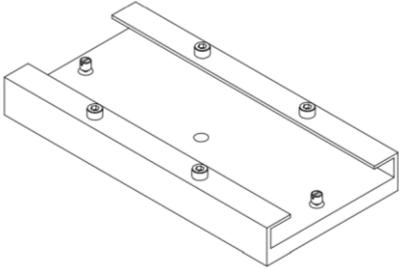
Gambar Rancangan	Spesifikasi
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Berat keseluruhan \pm 3kg. 2. Bahan AISI 4340 3. Bagian-bagian indentor ujung indentor, pemberat, mur penghubung 4. Sudut kerucut 60° 5. Kekerasan ujung indentor 45-50 HRC

Gambar 4. 3 Indentor

4.6.3 Rancangan Dudukan Spesimen

Dudukan material ini untuk material komposit dengan ukuran 150x80 mm dengan ketinggian dibawah 15 mm. dudukan spesiemen ini memiliki 4 pengunci

agar spesimen tidak bergerak atau tetap berada diposisi awal saat indentor mengenai spesimen. Untuk pengunci menggunakan baut imbus m8.

Gambar Rancangan	Spesifikasi
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dimensi 150 x 80 x 30 2. Bahan St.37 dan besi profil L 3. Pengunci menggunakan baut imbus M8

Gambar 4. 4 Dudukan Spesimen

4.7 Assembly Rancangan Prototipe Alat Uji

Asembli adalah suatu proses penyatuan bagian-bagian komponen menjadi suatu alat ataupun mesin yang memiliki fungsi tertentu. Proses asembli rancangan prototipe alat uji penetrasi memiliki tahap-tahap sebagai berikut :

1. Tahapan Pertama

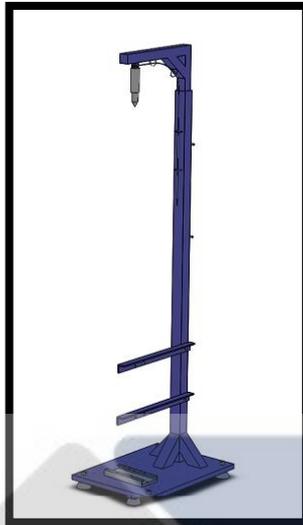
Menyatukan tiang dan pengunci tiang atas ke tiang utama



Gambar 4. 5 Tahapan pertama Assembly

2. Tahapan Kedua

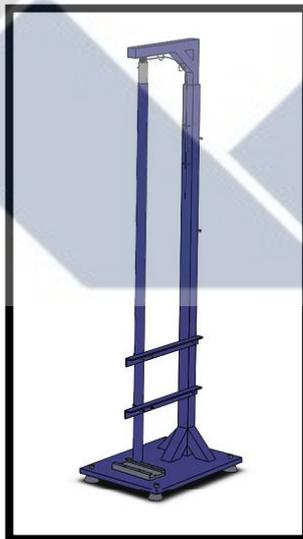
Memasang dudukan spesimen, indentor, dan penahan pipa pengarah.



Gambar 4. 6 Tahapan Kedua Assembly

3. Tahapan Ketiga

Memasang Pipa Pengarah beserta klem pada penahan pipa.

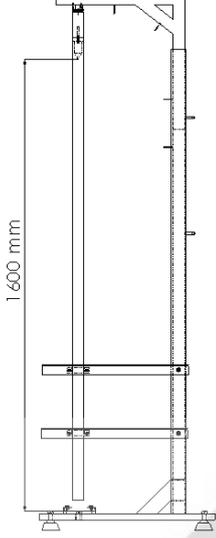
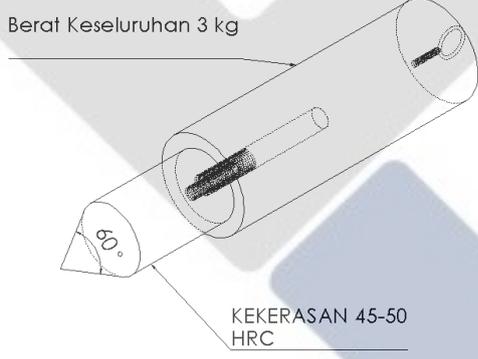


Gambar 4. 7 Tahapan Ketiga Assembly

4.8 Rancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi Sesuai dengan Standar SNI 1811-2007

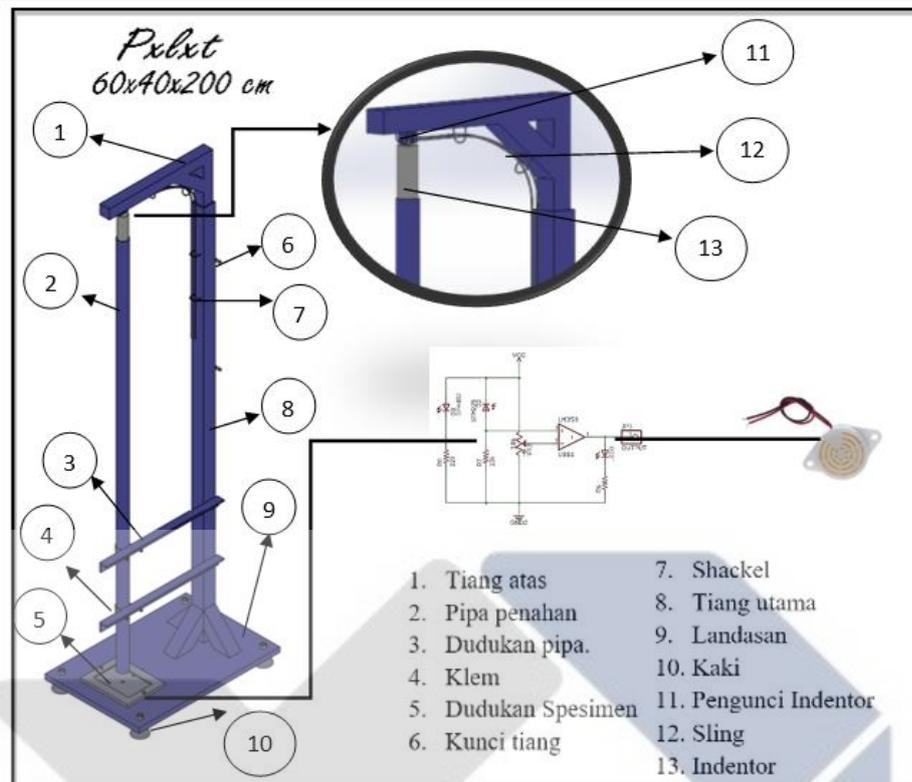
Dimana rancangan prototipe alat uji penetrasi ini sudah sesuai standar SNI 1811-2007 dinyatakan pada Tabel 4.2 dibawah ini :

Tabel 4. 6 Pernyataan Rancangan sudah sesuai Standar

Rancangan	Pernyataan
	<p>Dimana ketinggian dari ujung Indentor ke spesimen uji sudah mengikuti Standar SNI 1811-2007 yakni : 1.6 meter. Maka ini dinyatakan lolos Standar.</p>
	<p>Dimana spesifikasi Indentor dengan ukuran : 60 derajat sudut pada kerucut ujung indentor, kekerasan pada ujung indentor 45-50 HRC , dan Berat keseluruhan pada indentor seberat kurang lebih 3 kilogram. Maka ini dinyatakan lolos Standar.</p>

4.9 Hasil Akhir Rancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi

Dimana kerangka alat uji penetrasi ini ketinggiannya dapat di naik-turunkan menyesuaikan dudukan spesimen material uji. Berdasarkan hasil daftar kebutuhan yang telah disusun pada tabel 4.1 diatas, maka rancangan uji penetrasi sesuai dengan standar SNI seperti terbentuk pada gambar 4.1 di bawah ini :



Gambar 4. 8 Desain Alat Uji Penetrasi

keterangan :

1. Tiang atas berfungsi sebagai tempat pengunci indentor.
2. Pipa penahan berfungsi sebagai mengarahkan gerakan indentor saat jatuh bebas agar mengenai specimen yang diuji.
3. Dudukan pipa berfungsi sebagai menahan pipa pengarah agar berposisi vertikal.
4. Klem berfungsi menjepit pipa pengarah ke dudukan pipa.
5. Dudukan Spesimen berfungsi sebagai tempat meletakkan dan mengunci specimen yang akan diuji.
6. Kunci tiang berfungsi sebagai mengunci naik turunnya tiang atas menyesuaikan tinggi pengujian yang perlu dilakukan.
7. Shackel berfungsi sebagai pengait sling dengan tiang.
8. Tiang utama berfungsi sebagai penahan dudukan pengarah dan dudukan tiang atas.

9. Landasan berfungsi sebagai tempat bertumpunya seluruh bagian utama seperti tiang utama dan dudukan spesimen.
10. Kaki berfungsi sebagai penumpu alat uji pada lantai untuk mengatur tegak lurus alat uji.
11. Pengunci Indentor berfungsi menahan indentor agar tidak jatuh ke bawah sebelum di alat uji dijalankan.
12. Sling untuk sebagai mengangkat indentor dari bawah.
13. Indentor berfungsi sebagai penguji ketahanan penetrasi pada spesimen uji. berbentuk silinder yang akan dijatuhkan dari ketinggian 1,6 meter.

4.9.1 Kontruksi Prototipe Alat Uji Penetrasi

1. Besar Gaya pada Indentor.

Untuk besar gaya pada indentor dapat dihitung dengan rumus :

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

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

$$F = m \cdot g$$

$$F = 3,004 \cdot 10 = 30,04 \text{ N}$$

Jadi untuk besar gaya indentor adalah 30,04 N.

2. Energi potensial pada Indentor dari ketinggian 1,6 meter.

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

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

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

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

$$E_p = 30,04 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1,6 \text{ m}$$

$$E_p = 48,064 \text{ N.m}$$

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

3. Kecepatan indentor saat jatuh dari ketinggian 1.6 meter.

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

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

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

$$V^2 = 2 \cdot 10 \text{ m/s}^2 \cdot 1,6 \text{ m}$$

$$V^2 = 32$$

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

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

4. Energi saat menumbuk Permukaan spesimen (Energi Mekanik) bila diketahui $E_p=48,064 \text{ N.m}$.

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

$$v_1 = 5,6 \text{ m/s}$$

$$v_2 = 0 \text{ m/s (keadaan diam)}$$

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

$$E_m = Ek_1 + Ep_1$$

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (v_1 - v_2)^2 + Ep_1$$

$$E_m = \frac{1}{2} \cdot 3,004 \cdot (5,6 - 0)^2 + 48,064$$

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

Jadi energi saat tumbukan pada indentor adalah 95,167 N.m.

5. Besar tegangan yang terjadi pada seling saat menahan indentor.

Dik : $d = 1,2 \text{ mm} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$

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

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

Dit : $\sigma \dots?$

$$\sigma = \frac{F}{A} = m \cdot g / \frac{1}{4} \pi \cdot d^2$$

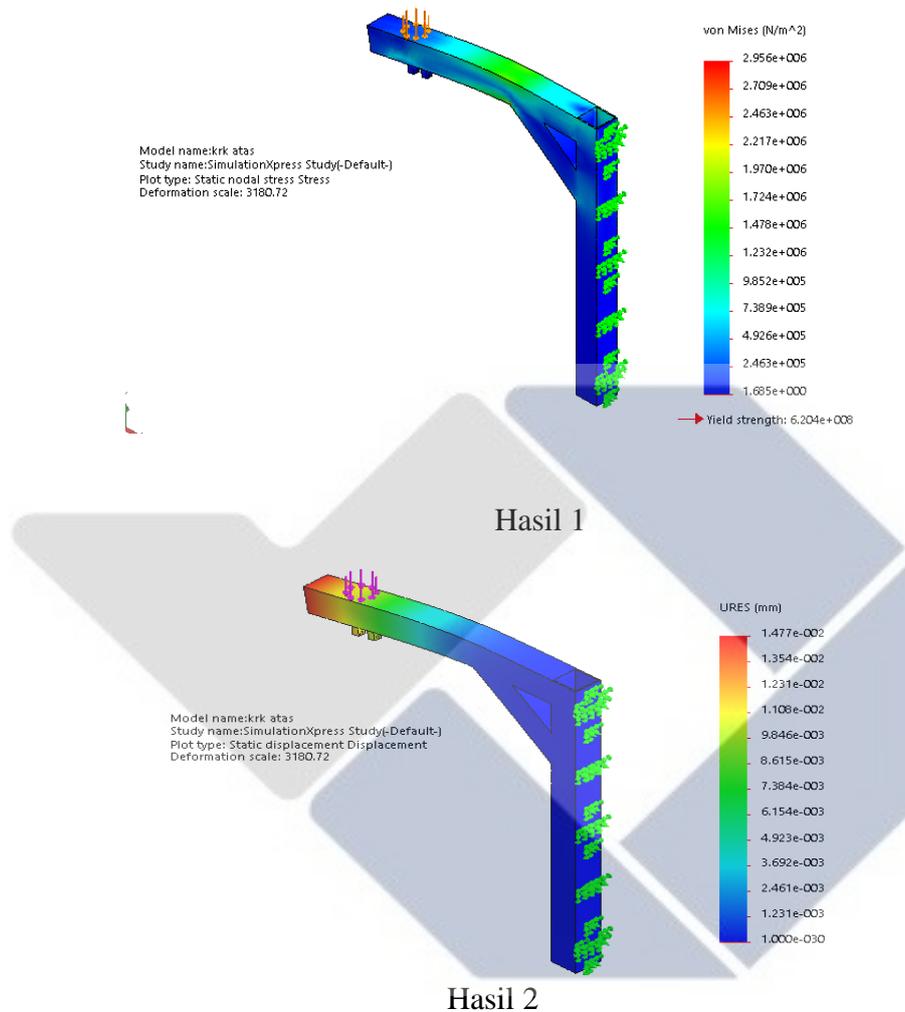
$$\sigma = 3,004 \cdot 10 / \frac{1}{4} (3.14) \cdot (1,2 \cdot 10^{-3})^2 = 1,59 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

Jadi nilai tegangan pada seling saat menahan indentor adalah $1,59 \cdot 10^6$

$$\text{N/m}^2$$

4.9.2 Analisa rancangan pada *software CAD*

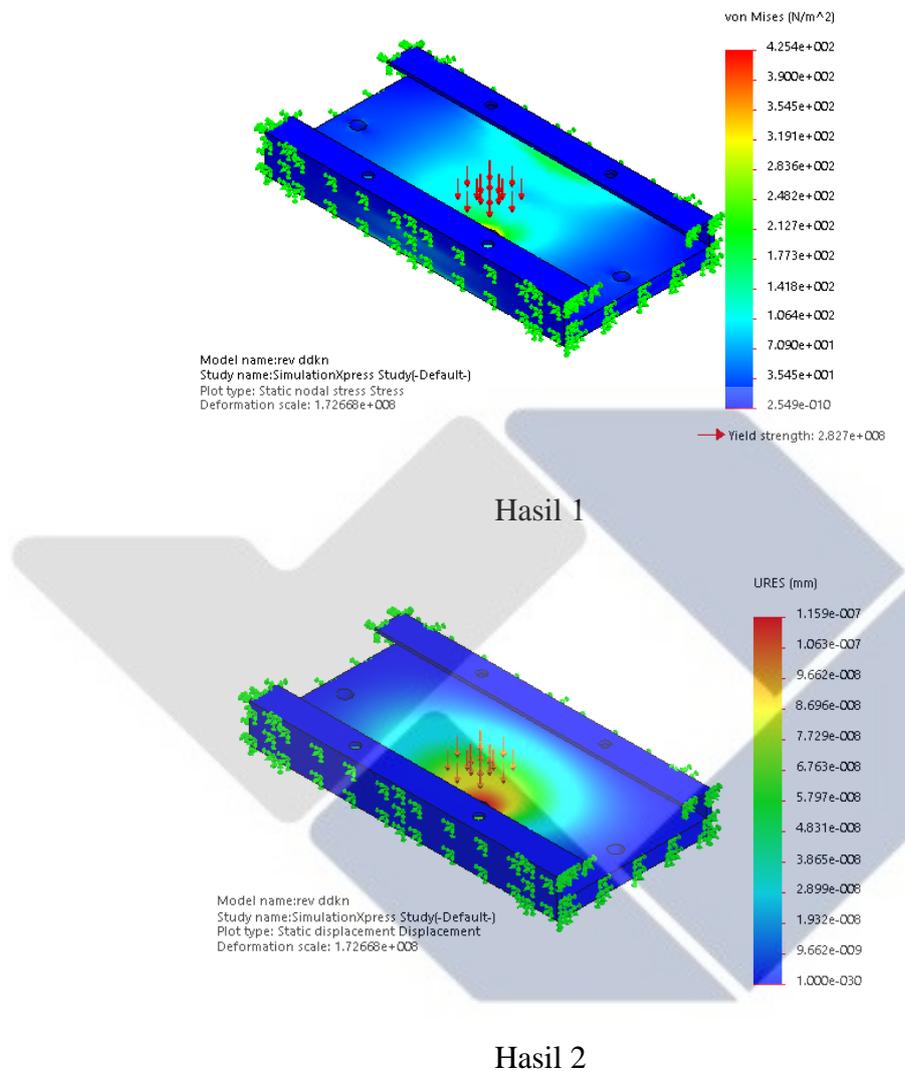
Adapun hasil dari Analisa simulasi *software CAD* pada kerangka atas untuk pembebanan 3kg berupa indentor:



Gambar 4. 9 Hasil Analisa *software CAD* stress dan defleksi pada Tiang

Dikarenakan hasil dari tegangan maksimum yang didapat pada tiang sebesar $2,956 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$, ini masih dibawah tegangan izin dari material yaitu sebesar $6,024 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$, maka frame dikatakan aman dan layak digunakan.

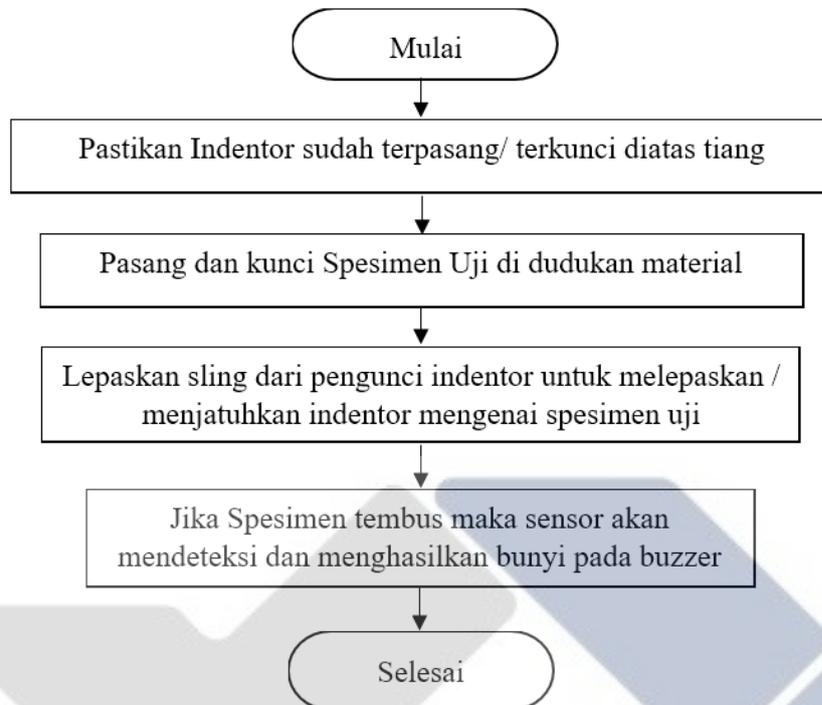
Adapun hasil dari Analisa simulasi software CAD pada dudukan spesimen disaat menahan gaya berat indentor saat jatuh dari ketinggian 1,6 m adalah 30,04 joule :



Gambar 4. 10 Hasil Analisa software CAD stress dan defleksi pada dudukan spesimen

Dikarenakan hasil dari tegangan maksimum yang didapat pada tiang sebesar $4,254 \cdot 10^2 \text{ N/m}^2$, ini masih dibawah tegangan izin dari material yaitu sebesar $2,827 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$, maka di saat indentor menghantam dudukan spesimen bisa dikatakan aman dan layak digunakan.

4.10 Cara Kerja Rancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi

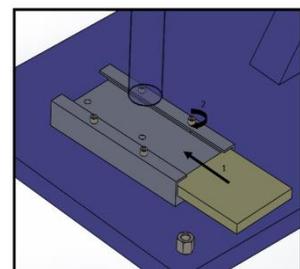
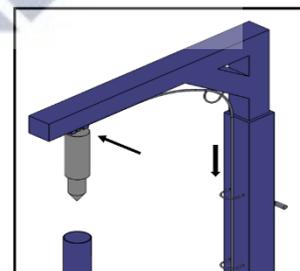


Gambar 4. 11 Diagram Alir Cara Kerja Alat Uji Penetrasi

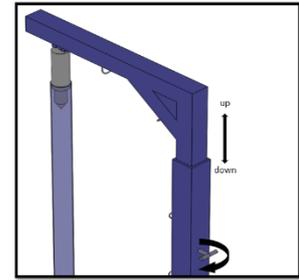
4.10.1 Langkah dan Gambar

Untuk memperjelas cara kerja rancangan prototipe alat uji penetrasi maka dibuatlah Langkah-langkah serta gambar proses kerja diantara lain sebagai berikut:

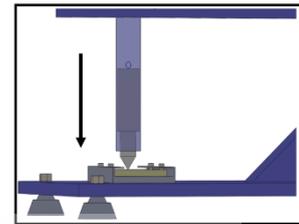
1. Tarik Sling agar Indentor naik keatas dan pastikan indentor terpasang atau terkunci diatas ketinggian yang ditentukan.
2. Masukkan spesimen uji pada dudukan Spesimen dan pastikan terkunci dengan memutar baut agar menekan spesimen tepat ditempatnya.



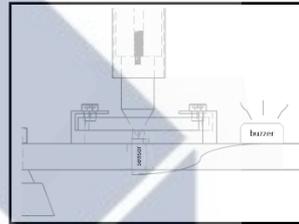
3. Pastikan Ketinggian dari ujung indentor ke spesimen telah memenuhi standar, jika belum maka dapat menaik-turunkan tiang. Dan setelah ketinggian telah sesuai jangan lupa dikunci tiangnya agar tidak berubah ketinggiannya.



4. Lalu lepaskan sling dari pengunci maka indentor akan jatuh bebas menghantam spesimen uji.



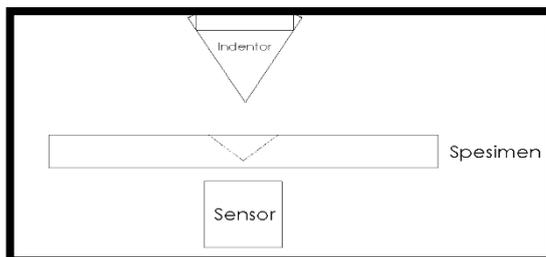
5. Jika spesimen tembus maka dinyatakan tidak lolos uji, dan disaat itu maka sensor akan mendeteksi dan mengeluarkan bunyi pada buzzer.



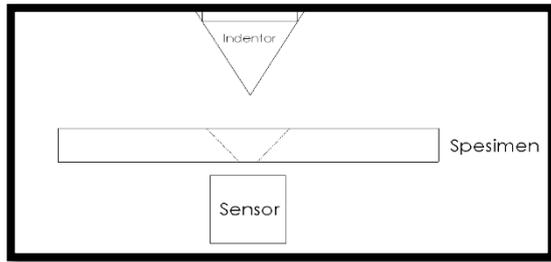
Gambar 4. 12 Langkah-langkah cara kerja alat uji penetrasi

4.10.2 Pernyataan Spesimen pengujian

Dari Langkah-langkah cara kerja alat uji dimana spesimen dapat diartikan jika lulus pengujian atau tidak lulusnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



pada gambar disamping dimana menyatakan spesimen dinyatakan lolos standar pengujian dikarenakan spesimen tidak tertembus saat indentor jatuh menghantam.



sedangkan pada gambar selanjutnya dapat dilihat spesimen tertembus dan sensor mendeteksi sehingga buzzer akan menyala maka dinyatakan spesimen ini tidak lolos uji.

Gambar 4. 13 Spesimen lolos uji dan tidak lolos uji Penetrasi

4.11 Kelemahan dan Keunggulan Alat

Setelah melakukan pengujian alat uji penetrasi ini memiliki kelemahan yaitu :

1. Jika Ingin menaikkan indentor keatas pengunci, maka perlu menarik sling yang terhubung dengan dengan indentor secara manual dan itu sangat berat.

Selain memiliki kelemahan-kelemahan seperti diatas, alat Uji Penetrasi juga memiliki keunggulan dan kelebihan dari alat Uji Penetrasi penelitian terdahulu, diantaranya adalah:

1. Pada tiang kerangka uji penetrasi ini dimana ketinggian bisa dinaik turunkan sehingga mempermudah jika indentor maupun benda uji memiliki ketinggian yang berbeda-beda.
2. Untuk dudukan spesimen adanya pengunci agar spesimen tidak mudah lepas saat terjadinya pengujian.
3. Ada penambahan seperti sensor dan buzzer untuk mendeteksi disaat pengujian berlangsung.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perancangan Prototipe Alat Uji Penetrasi telah mengikuti Standar SNI 1811-2007 yang dimana ketinggian dari ujung kerucut indenter ke spesimen uji mencapai 1.6 meter dan spesifikasi Indenter sudut kerucut 60 derajat, kekerasan indenter 45-50 HRC, dan berat indenter kurang lebih 3kg.
2. Rancangan alat uji penetrasi berupa prototipe yang mudah dioperasikan dan sederhana yang memberikan data yang cepat dan tepat. Dimana telah dijelaskan pada Langkah-langkah pengoperasian yang telah dijelaskan.

5.2 Saran

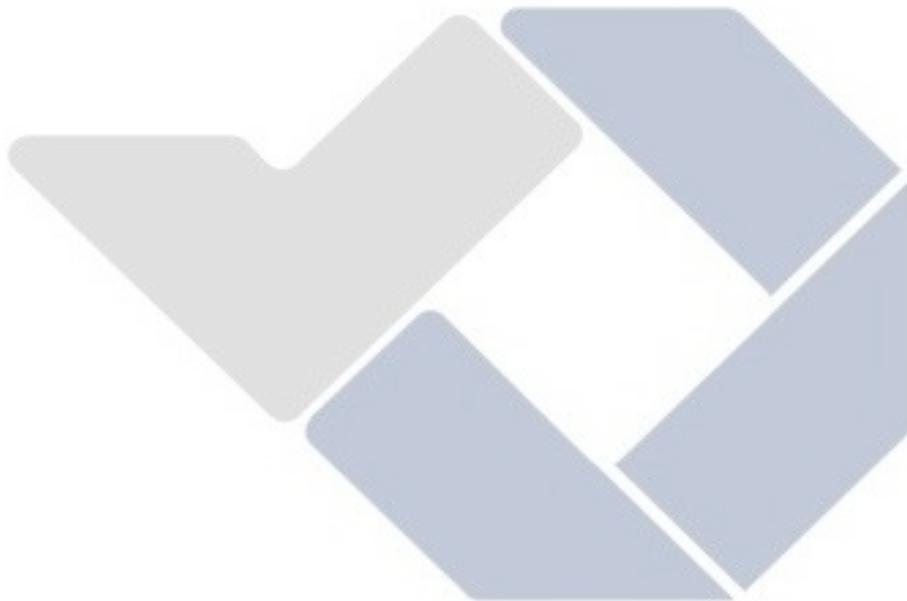
Perancangan alat Uji Penetrasi ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi kualitas material, tampilan maupun sistem/fungsi kerja. Jadi untuk menyempurnakan desain mesin ini, diperlukan pemikiran lebih dalam lagi pada semua pertimbangan. Beberapa saran untuk langkah yang dapat membangun dan menyempurnakan alat ini adalah sebagai berikut :

1. Saat perancangan ada tambahan seperti katrol agar mempermudah mengangkat indenter ke atas.
2. Untuk penelitian selanjutnya bisa menguji penetrasi untuk spesimen uji helm yang berstandar SNI 1811-2007.

Daftar Pustaka

- Ahmat Safa'at, (2017), "Aplikasi Komposit Epoxy – HGM – Carbon Fiber Pada Sungkup Helm Untuk Penahan Penetrasi dan Mereduksi Energi Impact", Laporan Proyek Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Anthonius S., Sulistioso G.S. dan Sumaryo, (2006), "Pengaruh Proses Nitridisasi Terhadap Sifat Mekanis Permukaan Baja Paduan Rendah Aisi 4340", Jurnal Sains Materi Indonesia, pp. 49–54.
- Badan Standarisasi Nasional, Penerapan Standar Wajib Standar Nasional Indonesia Helm Pengendara Kendaraan Roda Dua (SNI 1811-2007).
- Boy Rollastin, (2017), "Material Biokomposit Sebagai Material Alternatif Sungkup Helm Jurnal", Jurnal Manutech, vol. 9, no. 1, pp.6-11.
- Boy Rollastin, (2018), "Uji Penetrasi Spesimen Pada Sungkup Helm Berbahan Biokomposit Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Helm", Jurnal Manutech, vol. 10, no. 1, pp. 9-15.
- Darmawan Harsokoemo, (2004), "Pengantar Perancangan Teknik", ed. 2, ITB, Bandung.
- Hendri Sukma, (2010), "Perancangan Alat Uji Penetrasi Helm Pada Motor", Jurnal Mekanik Teknik Mesin S-1 FTUP, vol. 6, no. 1, pp. 20-25.
- I Made Londen Batan, (2012), Desain Produk, Guna Widya, Surabaya.
- Muhammad Mu'in, Dody Setiawan, dan Dwi Susilawati, (2017), "Gambaran karakteristik dan penyebab kejadian kecelakaan lalu lintas pada kelompok pekerja pengendara sepeda motor", Cendekia Utama, vol. 6, no. 2, pp. 32.
- Nuriman Jaya Tarsa, Ilmiati, dan Rasyid Mahbub, (2021), "Prototipe Alat Pemisah Sampah Logam Dan Non Logam Otomatis Berbasis Arduino", Jurnal Informasi Komputer Logika, vol. 2, no. 1, pp 1-4.

Nur Afdan, (2019), Tekanan: Pengertian, Rumus, dan Contoh Soal, Fisika, diakses pada 15 Februari 2020, <<http://www.fisika.co.id/>>.



Lampiran 1

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Muhammad Iqbal
Romadhan
Tempat & Tanggal Lahir : Mentok, 4 Januari 2000
Alamat : Dusun IV Ranggung, Belo
Laut, Mentok, Bangka
Barat, Bangka Belitung
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Telp : -
No hp : 082269456254
Email : Iqbal.roma.93@gmail.com



2. Riwayat Pendidikan

SD NEGERI 004 BATAM Lulus Tahun 2012
SMP NEGERI 1 MENTOK Lulus Tahun 2015
SMK NEGERI 1 MENTOK Lulus Tahun 2018

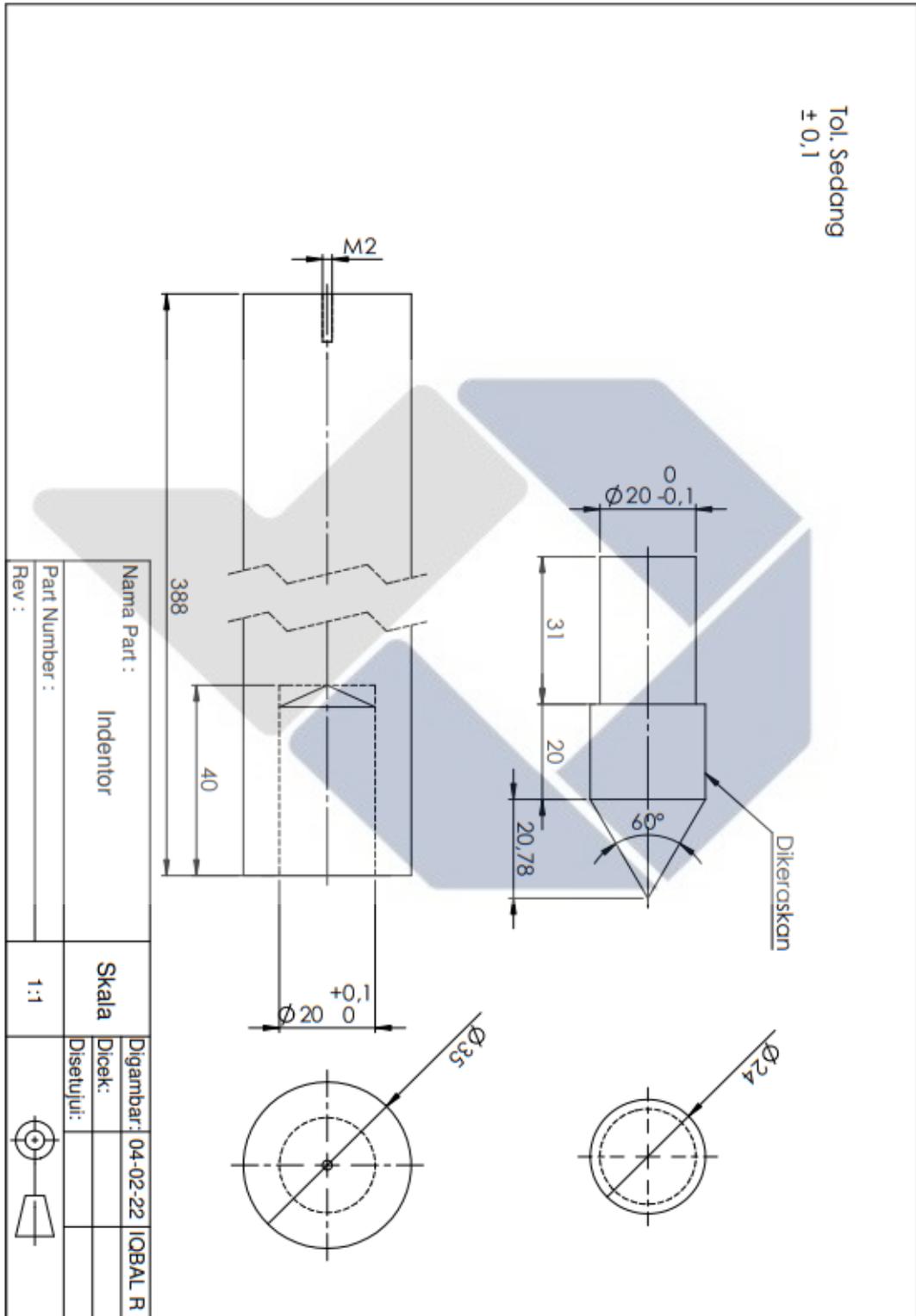
3. Riwayat Non Formal

-

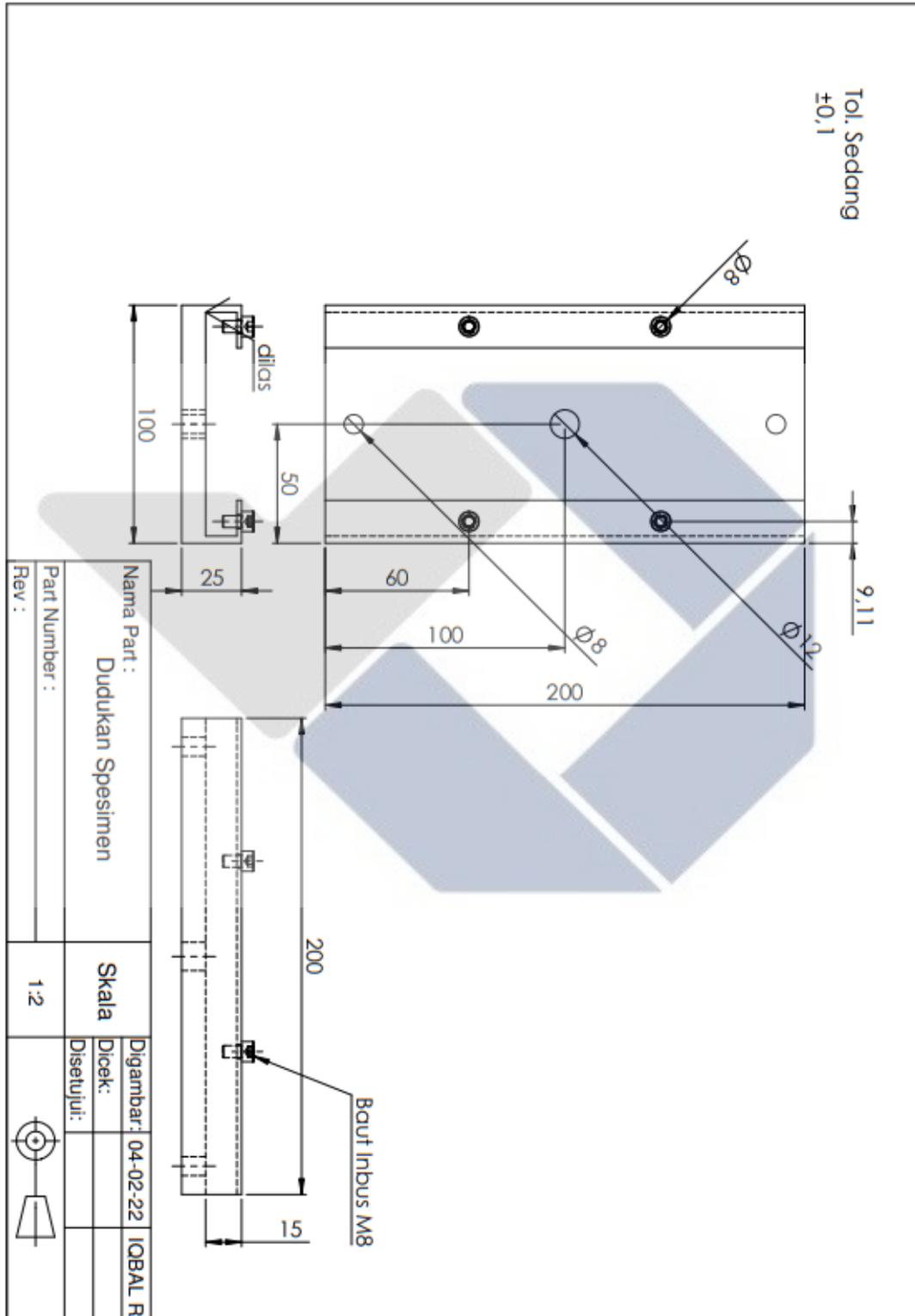
Sungai Liat, Januari 2022

Muhammad Iqbal Romadhan

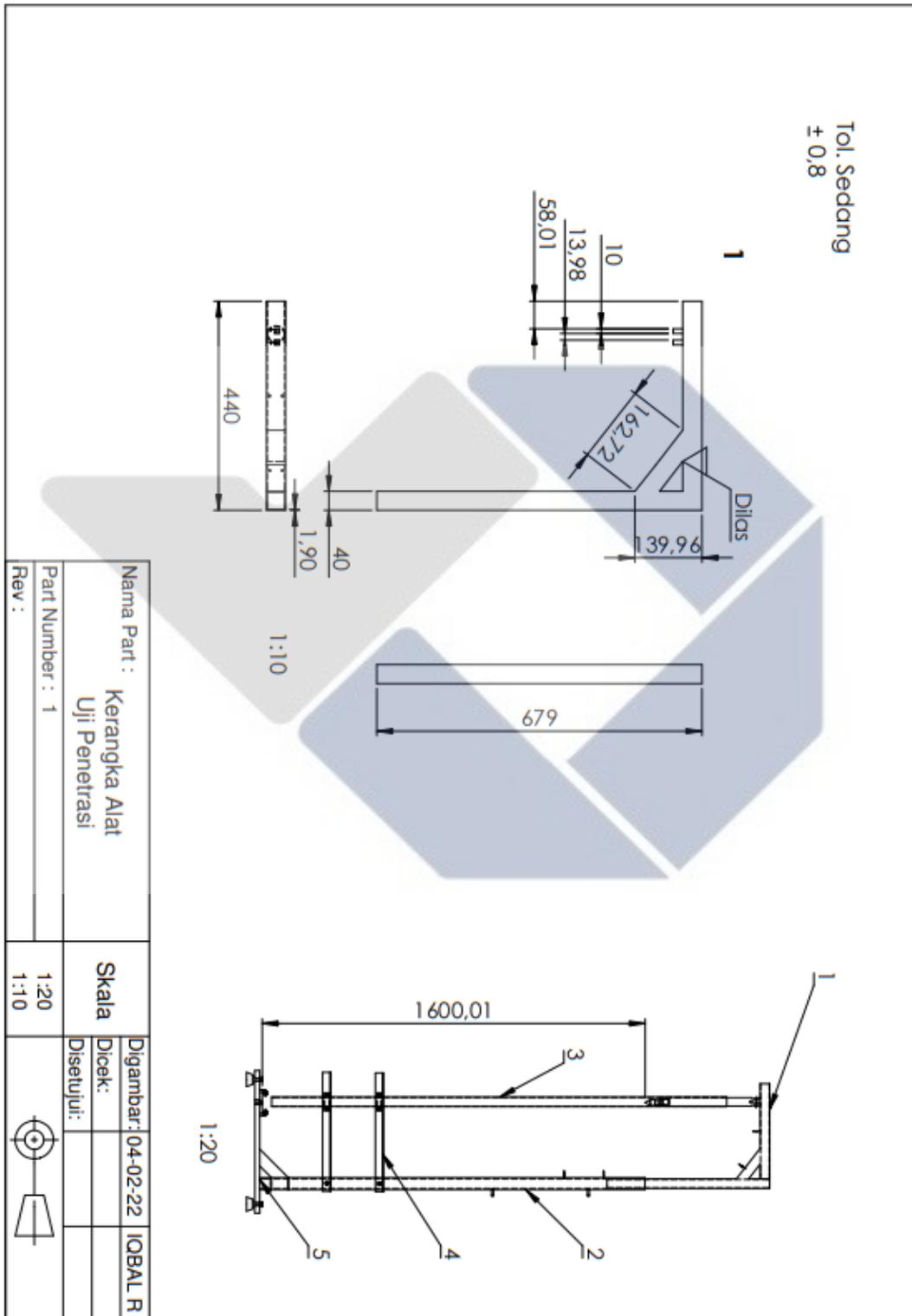
Lampiran 2



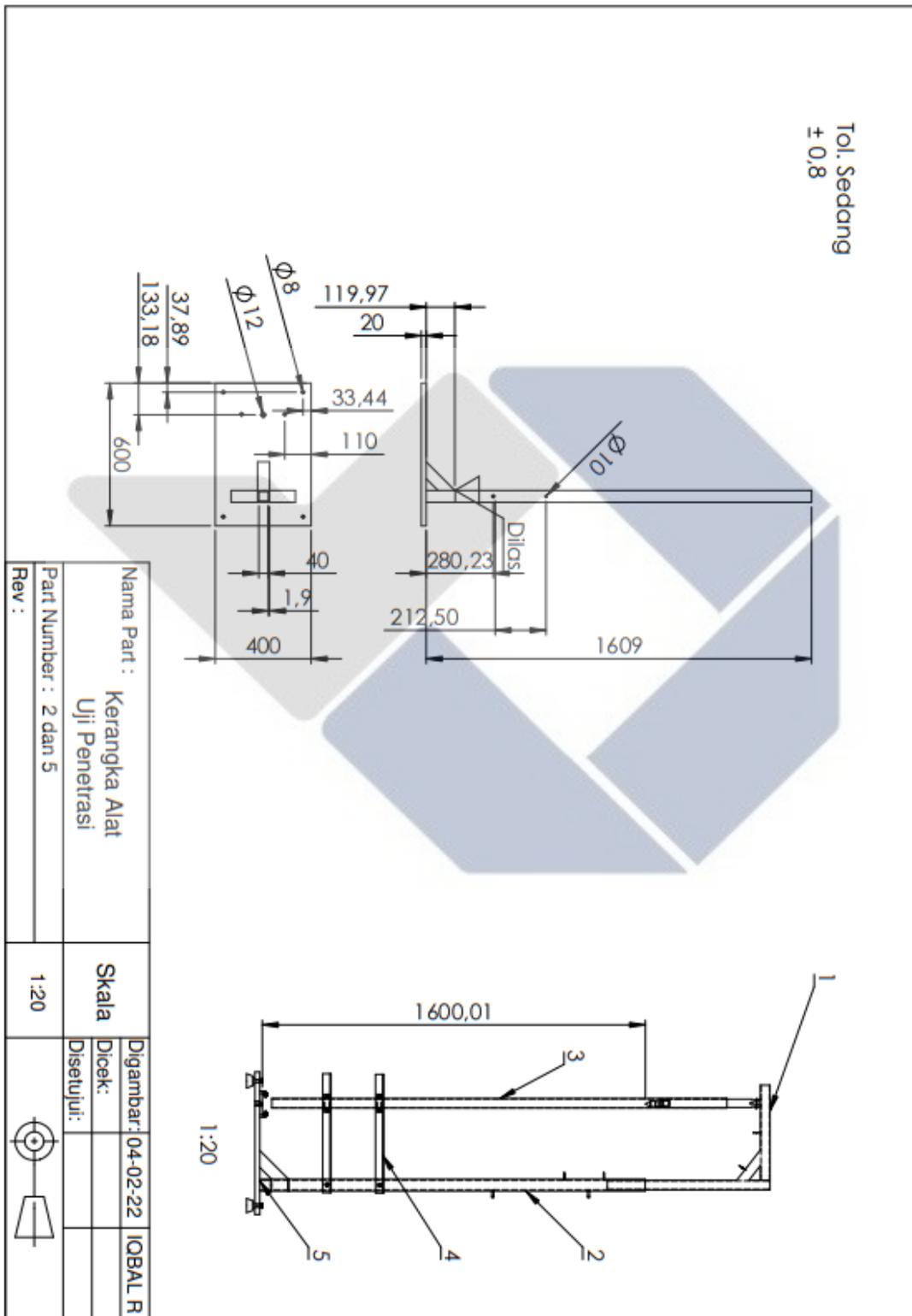
Lampiran 3



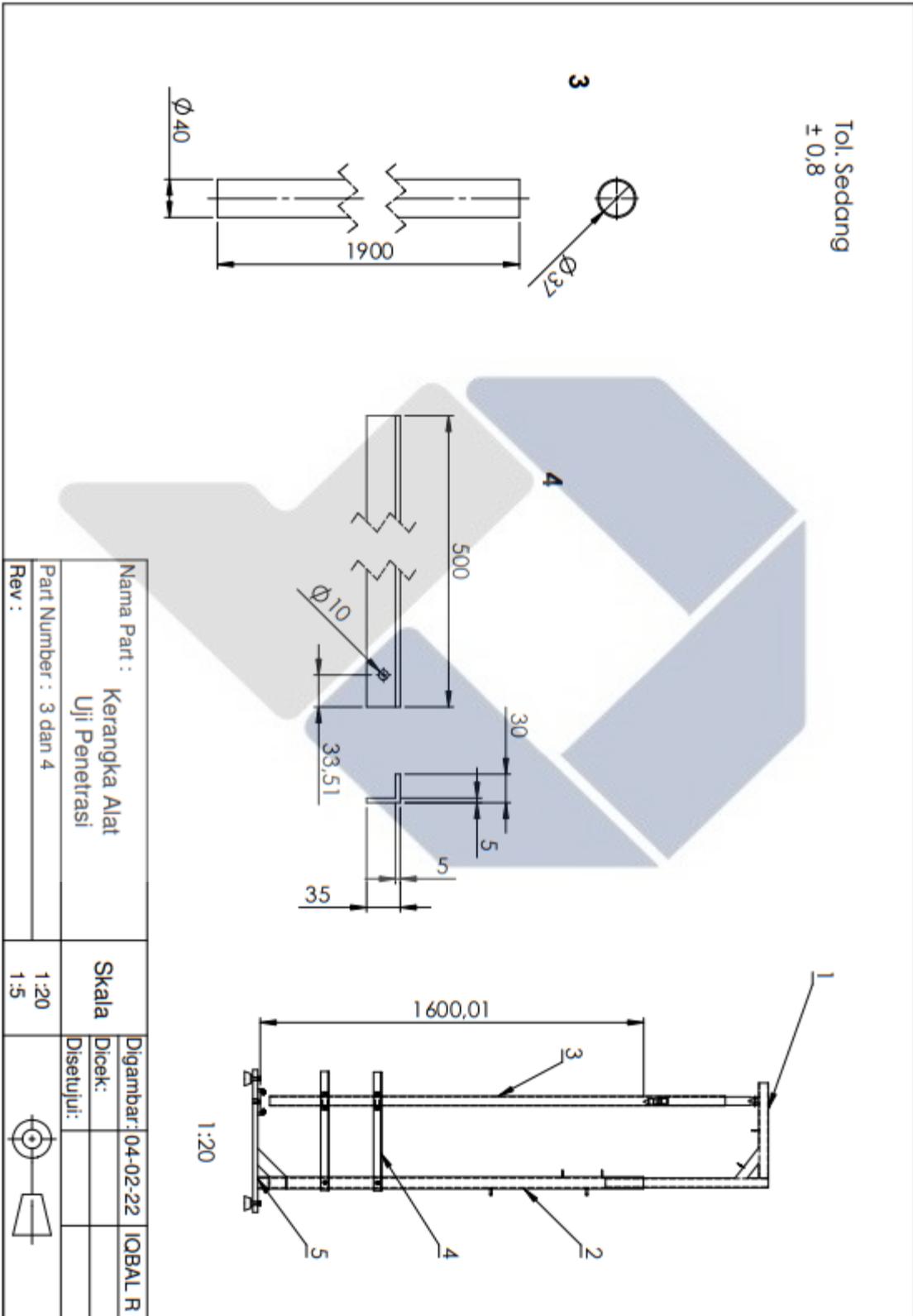
Lampiran 4



Lampiran 5



Lampiran 6



Lampiran 7

Perhitungan Perancangan Alat

Berat Indentor

Dik : $\rho = \text{Massa Jenis} = 7,85 \text{ gram/cm}^3$

Dit : $m = \text{massa Indentor} ?$

Penyelesaian :

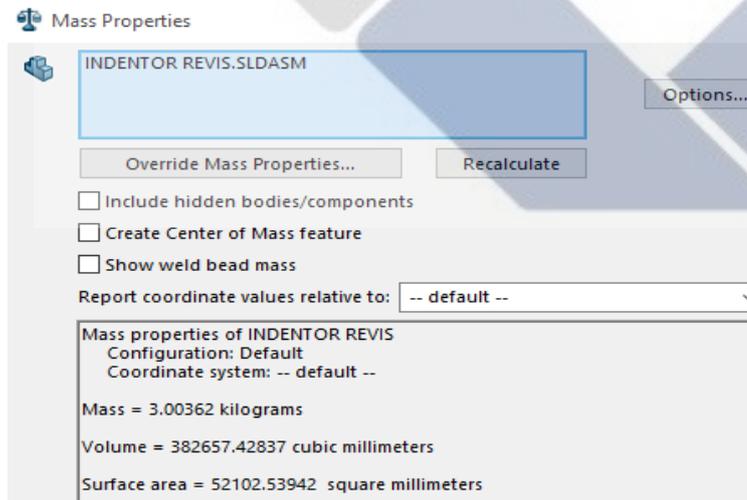
$$\begin{aligned} V_t &= V.\text{Kerucut} + V.\text{tabung} + V.\text{tabung} + V.\text{tabung} - V.\text{tabung} \\ &= \frac{1}{3} \pi r^2 t + \pi r^2 t + \pi r^2 t + \pi r^2 t - \pi r^2 t \\ &= \frac{1}{3} \pi 1,2^2 \cdot 2,078 + \pi 1,2^2 \cdot 2 + \pi 1^2 \cdot 3,1 + \pi 17,5^2 \cdot 38,8 - \pi 1^2 \cdot 4 \\ &= 3,13 + 9,05 + 9,74 + 373,45 + 12,57 \\ &= 382,8 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$m = \rho \cdot V_t$$

$$m = 7,85 \text{ gram/cm}^3 \cdot 382,8 \text{ cm}^3$$

$$m = 3.004,98 \text{ gram}$$

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



Jadi, pada perhitungan Manual didapat hasil massa Indentor 3,004 kg dan pada Software Cad hasilnya 3,00362 kg.