

**RANCANG BANGUN ALAT PENCETAK *PAVING BLOCK* TIPE
HEXAGON MENGGUNAKAN KAKI**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
Kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

Fenni Yulianti NIM: 0012039

Ipandi NIM: 0012044

Kasa Nopa NIM: 0022047

POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI

BANGKA BELITUNG

TAHUN 2023

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN ALAT PENCETAK *PAVING BLOCK* TIPE
HEXAGON MENGGUNAKAN KAKI**

Oleh:

Fenni Yulianti/0012039

Ipandi/0012044

Kasa Nopa/0022047

Laporan akhir ini disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



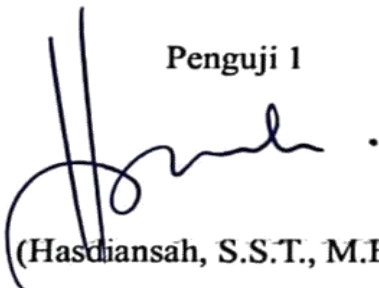
(Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T.)

Pembimbing 2



(Amril Reza, S.Tr.T., M.Sc.)

Penguji 1



(Hasdiansah, S.S.T., M.Eng.)

Penguji 2



(Adhe Anggry, S.S.T., M.T.)

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Fenni Yulianti NIM: 0012039

Nama Mahasiswa 2 : Ipandi NIM: 0012044

Nama Mahasiswa 3 : Kasa Nopa NIM: 0022047

Dengan Judul : Rancang Bangun Alat Pencetak *Paving Block* Tipe Hexagon Menggunakan Kaki

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

Sungailiat, Agustus 2023

Nama Mahasiswa

1. Fenni Yulianti
2. Ipandi
3. Kasa Nopa

Tanda Tangan

.....
.....
.....
.....

ABSTRAK

Paving block adalah produk bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air yang mengeras dengan bentuk dan kualitas yang telah ditetapkan sebelumnya. Hasil dari survey yang telah dilakukan di Toko Bangunan Berkat Jaya Sungailiat masih diproduksi dengan pembuatan penekanan manual dengan cara memadatkan material yang ditekan atau ditumbuk pada cetakan dengan menggunakan kedua tangan. Kendala yang dihadapi adalah hasil produksi kurang efisien dan tidak dapat memenuhi jumlah order dalam skala besar, dimana untuk menghasilkan 1 paving block dibutuhkan waktu selama 1 menit. Tujuan rancang bangun alat pencetak paving block tipe hexagon menggunakan kaki ini adalah untuk menghasilkan paving block sebanyak 2 paving block dalam waktu 1 menit dan pengoperasian alat yang dapat dilakukan menggunakan satu kaki sehingga memudahkan operator. Perancangan alat pencetak paving block tersebut mengacu pada metode VDI 2222 dimana memiliki 4 (empat) tahapan yaitu merencana, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian. Hasil dari rancangan alat ini adalah alat dapat dioperasikan dengan menggunakan satu kaki, dan dari uji coba alat pencetak paving block tipe hexagon menggunakan kaki ini didapatkan hasil pencetakan paving block sebanyak 2 produk dibutuhkan waktu selama 1 menit dengan ketebalan paving block 60 mm.

Kata kunci: *Pencetak, Paving Block, Tipe Hexagon, VDI 2222*

ABSTRACT

Paving block is a building material product made from a mixture of cement, coarse aggregate, fine aggregate and water which hardens with a predetermined shape and quality. The results of the survey that was carried out at the Blessing Jaya Sungailiat Building Store are still being produced by making manual pressing by compacting the pressed or pounded material into the mold using both hands. The constraints faced were the inefficient production results and the inability to fulfill the number of orders on a large scale, where to produce 1 paving block it took 1 minute. The design objective of the hexagon type paving block printer using feet is to produce 2 paving blocks in 1 minute and the operation of the tool can be done using one foot to make it easier for the operator. The design of the paving block printer refers to the VDI 2222 method which has 4 (four) stages, namely planning, conceptualizing, designing, and finishing. The results of the design of this tool are that the tool can be operated using one foot, and from the trial of the hexagon type paving block printer using this foot, it was found that printing paving blocks of 2 products took 1 minute with a paving block thickness of 60 mm.

Key words: Printer, Paving Block, Hexagon Type, VDI 2222

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat ALLAH SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya jualah, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini dengan baik dan tepat waktunya.

Laporan proyek akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program Pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang-orang yang telah berperan sehingga dapat terselesaikannya proyek akhir ini, sebagai berikut:

1. Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, dan hidayah yang telah diberikan guna melancarkan semua urusan.
2. Keluarga besar yang selalu senantiasa memberikan kasih sayang, doa, dukungan moril maupun materi, dan semangat.
3. Bapak Zaldy Kurniawan, S.S.T., M.T. selaku pembimbing 1 dan Bapak Amril Reza, S.Tr.T., M.Sc. selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga serta pikiran di dalam memberikan pengarahan dalam penulisan laporan proyek akhir ini dan telah banyak pula memberi saran-saran dan solusi dari masalah-masalah yang penulis hadapi selama proses penyusunan laporan proyek akhir ini.
4. Bapak Ahmad yang telah banyak membantu menyelesaikan proyek akhir ini.
5. Bapak I Made Andik Setiawan, S.S.T., M.Eng, Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
6. Bapak Hasdiansah, S.S.T., M.Eng. selaku penguji 1 dari Program Studi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin yang turut serta membimbing penulis hingga laporan proyek akhir ini dapat diselesaikan.

7. Ibu Adhe Anggry, S.S.T., M.T. selaku penguji 2 dari Program Studi Teknik Perancangan Mekanik yang turut membimbing penulis hingga laporan proyek akhir ini dapat diselesaikan.
8. Bapak Pristiansyah, S.S.T., M.Eng. selaku kepala jurusan Teknik Mesin Polman Babel.
9. Bapak Angga Sateria, S.S.T., M.T. selaku ketua prodi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin yang telah membimbing dan memotivasi penulis dalam pelaksanaan proyek akhir.
10. Seluruh Dosen Pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
11. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan proyek akhir.
12. Pihak-pihak lain yang telah memberi bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Tiada gading yang tak retak, begitu pula dengan laporan proyek akhir ini. Penulis menyadari bahwa laporan proyek akhir ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala kritik serta saran yang membangun dari para pembaca akan penulis terima dengan lapang dada sehingga bisa menjadi sebuah pelajaran bagi penulis agar kelak penulis dapat membuat dengan lebih baik lagi. Akhir kata penulis mohon maaf atas kekurangan dalam penulisan laporan proyek akhir ini. Semoga proyek akhir ini dapat berguna untuk menambah wawasan dan wacana bagi rekan-rekan mahasiswa.

Sungailiat, Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
BAB II LANDASAN TEORI.....	4
2.1 Pengertian <i>Paving Block</i>	4
2.2 Proses Pembuatan <i>Paving Block</i>	4
2.3 Klasifikasi <i>Paving Block</i>	8
2.4 Metode Perancangan.....	11
2.4.1 Merencana/Menganalisis	12
2.4.2 Mengkonsep	13
2.4.3 Merancang.....	13

2.4.4	Penyelesaian	13
2.5	Komponen-Komponen Mekanik yang Digunakan.....	13
2.5.1	Baut dan Mur.....	14
2.5.2	Pengelasan.....	14
2.5.3	Poros	15
2.6	Pembuatan <i>Operational Plan</i> (OP).....	16
2.7	Definisi Perawatan.....	18
2.7.1	Tujuan Perawatan	18
2.7.2	Macam-macam Perawatan	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		20
3.1	Pengumpulan Data.....	21
3.2	Perancangan Mesin	22
3.2.1	Merencana/menganalisis	22
3.2.2	Mengkonsep	22
3.2.3	Merancang.....	24
3.2.4	Penyelesaian	24
3.3	Pembuatan Komponen.....	24
3.4	Perakitan Komponen.....	25
3.5	Uji Coba	26
3.6	Kesimpulan.....	26
BAB IV PEMBAHASAN		27
4.1	Pengumpulan Data.....	27
4.2	Merencana/Menganalisis	27
4.3	Mengkonsep	27
4.3.1	Daftar Tuntutan.....	28

4.3.2	Hirarki fungsi	28
4.3.3	Alternatif Fungsi Bagian.....	30
4.3.4	Pemilihan Alternatif Fungsi Bagian	32
4.3.5	Varian Konsep	33
4.3.6	Penilaian Varian Konsep	36
4.3.7	Keputusan Akhir.....	38
4.4	Merancang.....	38
4.5	Pembuatan Komponen.....	42
4.6	Perakitan Komponen.....	45
4.7	Uji Coba	47
4.8	Perawatan Alat.....	49
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		50
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA.....		51
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2. 1 Jenis-jenis semen <i>portland</i>	5
Tabel 2. 2 Gradiasi agregat halus untuk adukan/ mortar.....	6
Tabel 2. 3 Gradiasi agregat kasar.....	7
Tabel 2. 4 Klasifikasi berdasarkan kekuatannya.....	10
Tabel 4. 1 Daftar tuntutan.....	28
Tabel 4. 2 Deskripsi fungsi bagian.....	30
Tabel 4. 3 Sistem penutup cetakan.....	31
Tabel 4. 4 Sistem pengungkit	32
Tabel 4. 5 Kotak morfologi	33
Tabel 4. 6 Varian konsep 1	33
Tabel 4. 7 Varian konsep 2	35
Tabel 4. 8 Varian konsep 3	36
Tabel 4. 9 Penilaian varian konsep berdasarkan aspek teknis	37
Tabel 4. 10 Penilaian varian konsep berdasarkan aspek ekonomis	37
Tabel 4. 11 Komponen yang dibuat dan standar.....	42
Tabel 4. 12 Hasil uji coba.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2. 1 Bentuk-bentuk <i>paving block</i>	8
Gambar 2. 2 Pola pemasangan <i>paving block</i>	9
Gambar 2. 3 Bentuk pasak topi uskup	9
Gambar 2. 4 Alur proses merancang.....	12
Gambar 2. 5 Klasifikasi elemen mesin	14
Gambar 2. 6 Sambungan las.....	15
Gambar 2. 7 Tipe-tipe lasan	15
Gambar 3. 1 Diagram alir metodologi penelitian	20
Gambar 3. 1 Diagram alir metodologi penelitian (lanjutan)	21
Gambar 4. 1 <i>Black box</i>	29
Gambar 4. 2 Diagram fungsi bagian	29
Gambar 4. 3 Varian konsep 1.....	34
Gambar 4. 4 Varian konsep 2.....	35
Gambar 4. 5 Varian konsep 3.....	36
Gambar 4. 6 Varian konsep 2 terpilih	38
Gambar 4. 7 Tegangan geser pada pena engsel	39
Gambar 4. 8 Tegangan bengkok pada pena engsel.....	40
Gambar 4. 9 Momen bengkok pada pena engsel.....	40
Gambar 4. 10 Momen inersia pada pena engsel.....	41
Gambar 4. 11 Tekanan permukaan pada pena	42
Gambar 4. 12 Rangka	43
Gambar 4. 13 <i>Hopper</i>	44
Gambar 4. 14 <i>Body</i>	45
Gambar 4. 15 Perakitan alat	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Gambar Susunan dan Gambar Bagian

Lampiran 3 : Tegangan Ijin Baja

Lampiran 4 : Baut dan Mur

Lampiran 5 : SOP Perawatan

Lampiran 6 : SOP Penggunaan Alat

Lampiran 7 : Penilaian Aspek Teknis



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dengan sumber daya dan peralatan yang memadai untuk menghasilkan hasil dari bahan bangunan yang berdaya tahan tinggi baik dari segi kualitas maupun harga, dunia industri bahan bangunan belakangan ini berkembang dengan sangat cepat. Produksi *paving block* telah mengalami kemajuan untuk menemukan suatu bentuk yang dapat memberikan kepuasan bagi penggunanya. Ini disebabkan oleh kebutuhan masyarakat, khususnya industri, dan kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi di segala aspek kehidupan.

Paving block, yang juga disebut bata beton, adalah campuran air, agregat, semen *portland* atau bahan perekat lainnya, dengan atau tanpa bahan tambahan lain yang tidak menurunkan kualitas beton (Rahmi, M *et al.*, 2018). *Paving block* sering digunakan sebagai pengganti aspal, terutama di jalan lingkungan. *Paving block* ini dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan, seperti di tempat parkir, terminal, jalan setapak, dan perkerasan jalan di kompleks perumahan. Jenis - jenis *paving block* yang umum dijual di pasar termasuk *Tribex type* (jenis tiga berlian), *Hexagon type* (jenis heksagonal), *Hexantik* (jenis heksagonal dengan tambahan ukiran heksagonal ditengahnya), *Unipave type* (jenis cacing), *Classic type* (jenis bunga), dan *Truepave type* (jenis persegi panjang) (Zikri, R *et al.*, 2018).

Paving block kebanyakan masih diproduksi dengan pembuatan penekanan manual yang membutuhkan waktu yang cukup lama. Pembuatan *paving block* secara manual biasanya hanya memadatkan butiran pasir yang ditekan atau ditumbuk pada cetakan dengan menggunakan dua tangan. Salah satu proses produksi pencetakan *paving block* yang masih dilakukan secara manual adalah di Toko Bangunan Berkat Jaya beralamatkan di Jalan Sisingamangaraja, Air Ruai, Kecamatan Pemali, Kabupaten Bangka. Dari hasil survei yang dilakukan, dalam 1

hari mereka dapat menghasilkan sekitar 480 produk *paving block*, untuk pencetakan 1 *paving block* memerlukan waktu selama 1 menit. *Paving block* yang dihasilkan memiliki ketebalan 60 mm dengan berat *paving block* basah 4 kg. Permasalahannya hasil produksi kurang efisien dan tidak dapat memenuhi jumlah order dalam skala besar.

Setelah melihat bahwa proses pencetak *paving blok* manual kurang efisien dan tidak dapat memenuhi banyak permintaan dalam skala besar, dikembangkan alat pencetak *paving blok* tipe hexagon menggunakan kaki yang pengoperasiannya menggunakan satu kaki saat proses pengepressan *paving block* yang lebih efisien dan mampu memenuhi banyak permintaan dalam skala besar.

Berdasarkan latar belakang yang sudah dijelaskan diatas, maka pada penelitian kali ini akan dirancang dan dibangun alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki yang dapat menghasilkan *paving block* sebanyak 2 produk dalam waktu 1 menit. Dengan begitu, diharapkan dengan adanya alat ini bisa membantu proses pencetakan *paving block* yang masih dilakukan secara manual hanya dengan menggunakan cetakan dan dipukul dengan kedua tangan menggunakan tongkat pemukul.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan informasi pada latar belakang diatas, rumusan masalah yang dibuat adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun alat pencetak *paving block* dengan tipe *hexagon* yang dapat dioperasikan menggunakan satu kaki?
2. Bagaimana alat yang dirancang dan dibangun mampu menghasilkan *paving block* sebanyak 2 produk dalam waktu 1 menit?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang harus dicapai dalam proyek akhir adalah:

1. Merancang dan membangun alat pencetak *paving block* dengan tipe hexagon yang dapat dioperasikan menggunakan satu kaki.

2. Alat mampu menghasilkan *paving block* sebanyak 2 produk dalam waktu 1 menit.



BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pengertian Paving Block

Paving blok adalah produk bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan air yang mengeras dengan bentuk dan kualitas yang telah ditetapkan sebelumnya. Perkerasan blok beton, yang merupakan alternatif kontemporer dari blok granit, disebut *paving block* (Malyadi, M *et al.*, 2018). Digunakan sebagai alternatif untuk menutup atau mengeraskan permukaan tanah untuk jalan, trotoar, dan lahan parkir. Bata beton (*concrete block*) dan *cone block* adalah istilah lain yang digunakan untuk menggambarkan *paving blok*.

2.2 Proses Pembuatan Paving Block

Pemasangan *paving block* dilakukan dengan menyusun *paving block* sesuai dengan pola yang diinginkan. *Paving block* banyak dipilih karena mudah dipasang, murah, dan memiliki daya resap air yang baik. Pembuatan *paving block* dapat diberi warna seperti abu-abu (natural), hitam, merah, kuning, dan hijau yang dapat berfungsi untuk menambahkan keindahan.

Untuk membuat *paving block*, pasir dengan kekerasan tinggi dan semen portland digunakan sebagai pengikat. Beberapa produsen juga sering menambahkan kerikil, abu batu (*fly ash*), dan *admixture* ke dalam komposisi campuran *paving block* untuk membuat material yang berbeda sesuai dengan kebutuhan pelanggan mereka. Kualitas *paving block* dipengaruhi secara langsung oleh bahan baku yang digunakan dan metode pembuatannya. *Paving block* yang dibuat dengan metode yang tepat pasti akan memiliki kualitas yang baik (SNI 03-0691-1996). Proses pembuatan *paving block* membutuhkan beberapa campuran material seperti semen *portland*, agregat halus, agregat kasar, dan air.

2.2.1 Semen *Portland* (PC)

Semen *portland* adalah semen hidrolisis yang dibuat dengan menggunakan gips sebagai bahan tambahan untuk menghasilkan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang hidrolisis (yang dapat mengeras jika bereaksi dengan air). Dalam hal fungsi, semen *portland* masih memiliki kelemahan dan kekurangan yang akan berdampak pada mutu mortar.

Beberapa jenis semen memiliki komposisi senyawa yang berbeda. Kondisi lokasi dan kondisi konstruksi yang diperlukan menyebabkan penambahan berbagai jenis material mentah lainnya untuk memenuhi kebutuhan pemakaian semen. Berdasarkan SK.SNI T-15-1971-03:2, mengklasifikasikan semen *portland* menjadi lima jenis, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Jenis-jenis semen *portland*

Tipe	Keterangan
1	Seperti jenis semen lainnya, semen <i>portland</i> tidak memerlukan persyaratan khusus untuk digunakan. Sangat umum digunakan dalam pembuatan bangunan bertingkat tinggi.
2	Untuk digunakan, semen <i>portland</i> harus tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang dan digunakan di lokasi yang lebar dan luas (bendungan, dermaga, dinding penahan besar, dll.).
3	Untuk digunakan, setelah pengikatan semen <i>portland</i> membutuhkan kekuatan awal tinggi untuk mengeras.
4	Semen <i>portland</i> yang membutuhkan tingkat hidrasi yang rendah dapat mencapai kekuatan tinggi dengan lambat dan membutuhkan pengeringan lebih lama.
5	Semen <i>portland</i> , yang membutuhkan ketahanan tinggi terhadap sulfat, digunakan untuk pondasi, terowongan, dinding <i>basement</i> , dan beton yang bersentuhan dengan tanah.

Sumber : SNI T-15-1971-03

2.2.2 Agregat Halus

Agregat halus, juga dikenal sebagai pasir, adalah butiran mineral yang bentuknya mendekati bulat dengan ukuran kecil 4,76 mm atau lolos saringan nomor 4 dan tertahan pada saringan nomor 200 sesuai dengan standar SNI 03-6821-2002. Agregat halus berasal dari pasir buatan yang dibuat oleh alat pemecah batu (*stone crusher*) atau pasir yang berasal dari disintegrasi batuan alami. Adapun kegunaan pasir ialah sebagai unsur dominan pembentuk *paving block*. Tabel 2.2 menunjukkan bahwa agregat halus harus terdiri dari butiran yang beraneka ragam besarnya.

Tabel 2. 2 Gradiasi agregat halus untuk adukan/ mortar

Ukuran Saringan		SNI 03-2843-200				ASTM C - 33
(Ayakan)		Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus	<i>Fine Aggregate</i>
SNI (cm)	ASTM	Gradiasi No. 1	Gradiasi No. 2	Gradiasi No. 3	Gradiasi No. 4	<i>Sieve Analysis</i>
9,6	3/8 in	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 – 100
4,8	No. 4	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100	95 – 100
2,4	No. 8	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100	80 – 100
1,2	No. 16	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100	50 – 85
0,6	No. 30	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100	25 – 60
0,3	No. 50	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50	5 – 30
0,15	No. 100	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15	0 – 10

Sumber : SNI 03-6821-2002

Menurut (M.Tri Wibowo, 2007) gradasi agregat mengacu pada distribusi ukuran butirnya. Ketika ukuran butir agregat seragam atau seragam, volume pori akan besar, sedangkan ketika ukurannya berbeda, volume pori akan kecil. Ini karena

butiran yang lebih kecil akan mengisi pori di antara butiran yang lebih besar, menyebabkan pori-porinya sedikit atau kemampatannya tinggi.

2.2.3 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agregat yang berukuran lebih besar dari 5 mm dan memiliki karakteristik yang paling penting, yaitu ketahanan terhadap benturan dan kekuatan hancur, yang berpotensi memengaruhi kemampuannya untuk terikat dengan pasta semen. Porositasnya, sifat penyerapan airnya, dan daya tahannya terhadap agresi kimia dan proses pembekuan selama musim dingin juga dapat dipengaruhi. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.3, agregat kasar harus memiliki susunan butiran dalam batas-batasnya.

Tabel 2. 3 Gradiasi agregat kasar

Ukuran Lubang Ayakan (mm)	Persentase Lolos Kumulatif (%)
38,10	95 – 100
19,10	35 – 70
9,52	10 – 30
4,75	0 – 5

Sumber : (ASTM, 1995)

2.2.4 Air

Air adalah bahan paling murah dan penting untuk pembuatan beton. Air hanya diperlukan sekitar 30% dari berat semen untuk bereaksi dengan semen dan untuk berfungsi sebagai bahan pelumas antara butiran agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Jika terjadi kelebihan air saat digunakan, kekuatan beton yang dihasilkan juga akan menjadi rendah dan akan menjadi *porous* atau berongga.

Menurut SK SNI S-04-1989-F, air untuk bangunan harus memenuhi persyaratan berikut :

- Tidak mengandung lumpur atau zat tersuspensi ≥ 2 gram per liter.
- Air harus bersih.

- c. Derajat keasaman normal (pH) adalah lebih atau kurang 7.
- d. Tidak mengandung lumpur, minyak, atau benda terapung tampak.

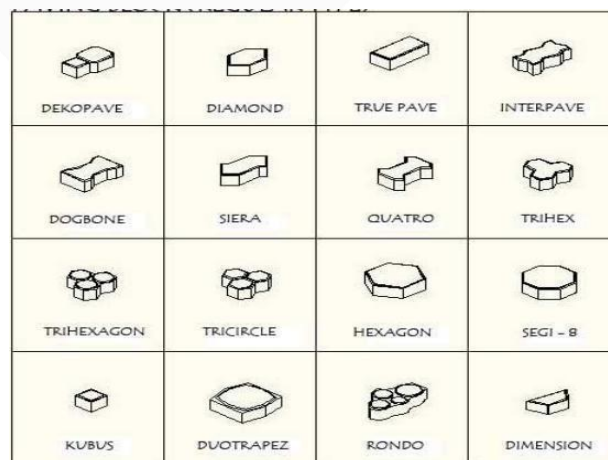
2.3 Klasifikasi *Paving Block*

Berdasarkan SK SNI T-04-1990-F, bata beton (*paving block*) diklasifikasikan berdasarkan bentuk, tebal, kekuatan, dan warnanya. Kategori-kategori berikut digunakan untuk menentukan klasifikasi bata beton.

2.3.1 Klasifikasi Berdasarkan Bentuk

Bentuk-bentuk *paving block* memiliki bentuk yang berbeda-beda dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan penggunaannya yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. Klasifikasi *paving block* berdasarkan bentuk menurut SK SNI T-04-1990 terbagi atas dua macam, yaitu :

- a. *Paving block* dengan bentuk segi empat.
- b. *Paving block* dengan bentuk segi banyak.

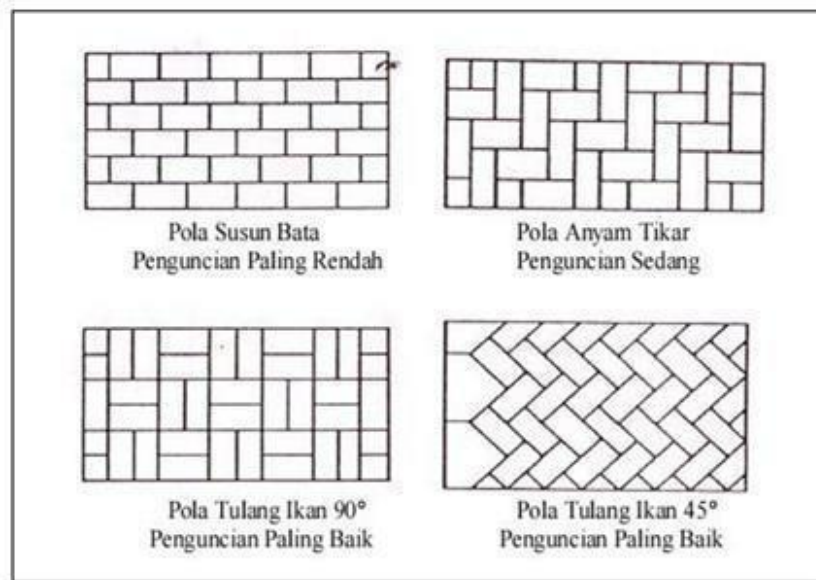


Sumber : SNI T-04-1990-F

Gambar 2. 1 Bentuk-bentuk *paving block*

Pola pemasangan harus disesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Pola yang paling umum digunakan untuk perkerasan jalan adalah susun bata (*strecher*), anyaman tikar (*basket weave*), dan tulang ikan (*herring bone*) karena memiliki kuncian yang baik. Selama pemasangan, *paving block* harus berpinggul dan

biasanya ditutup dengan pasak berbentuk topi uskup di tepi susunan. Beberapa pola pemasangan *paving block* dan bentuk pasak topi uskup untuk lapis perkerasan yang sering digunakan dapat ditunjukkan pada Gambar 2.2 dan Gambar 2.3.



Sumber : SNI T-04-1990-F

Gambar 2. 2 Pola pemasangan *paving block*



Sumber : SNI T-04-1990-F

Gambar 2. 3 Bentuk pasak topi uskup

2.3.2 Klasifikasi Berdasarkan Ketebalan

Ada tiga jenis ketebalan *paving block* yaitu :

- a. *Paving block* dengan tebal 60 mm, digunakan untuk beban lalu lintas ringan yang frekuensinya terbatas, seperti pejalan kaki dan sepeda motor.

- b. *Paving block* dengan tebal 80 mm, digunakan untuk beban lalu lintas yang frekuensinya padat, seperti sedan, pick up, bus dan truk.
- c. *Paving block* dengan tebal 100 mm atau lebih, digunakan untuk beban lalu lintas yang sangat berat, seperti *crane* dan *loader*.

Bentuk dan ketebalan *paving block* harus disesuaikan dengan tujuan penggunaannya. Selain itu, kuat tekan *paving block* harus dipertimbangkan.

2.3.3 Klasifikasi Berdasarkan Kekuatan

Paving block berdasarkan mutu betonnya dibagi menjadi tiga kelas yaitu:

- a. *Paving block* dengan mutu beton I, $f_c' 34 - 40$ Mpa.
- b. *Paving block* dengan mutu beton II, $f_c' 25,5 - 30$ Mpa.
- c. *Paving block* dengan mutu beton III, $f_c' 17 - 20$ Mpa.

Kekuatan *paving block* berdasarkan sifat-sifatnya terdiri dari beberapa hal :

- a. *Paving block* mutu A digunakan untuk jalan.
- b. *Paving block* mutu B digunakan untuk halaman parkir.
- c. *Paving block* mutu C digunakan untuk pejalan kaki.
- d. *Paving block* mutu D digunakan untuk taman dan pengguna lain.

Tabel klasifikasi berdasarkan kekuatannya dapat ditunjukkan pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Klasifikasi berdasarkan kekuatannya

Mutu	Kuat Tekan (Kg/cm^2)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air Rata-rata (%)
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	
A	40	35	0,09	0,103	3
B	20	17	0,13	0,149	6
C	15	12,5	0,16	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

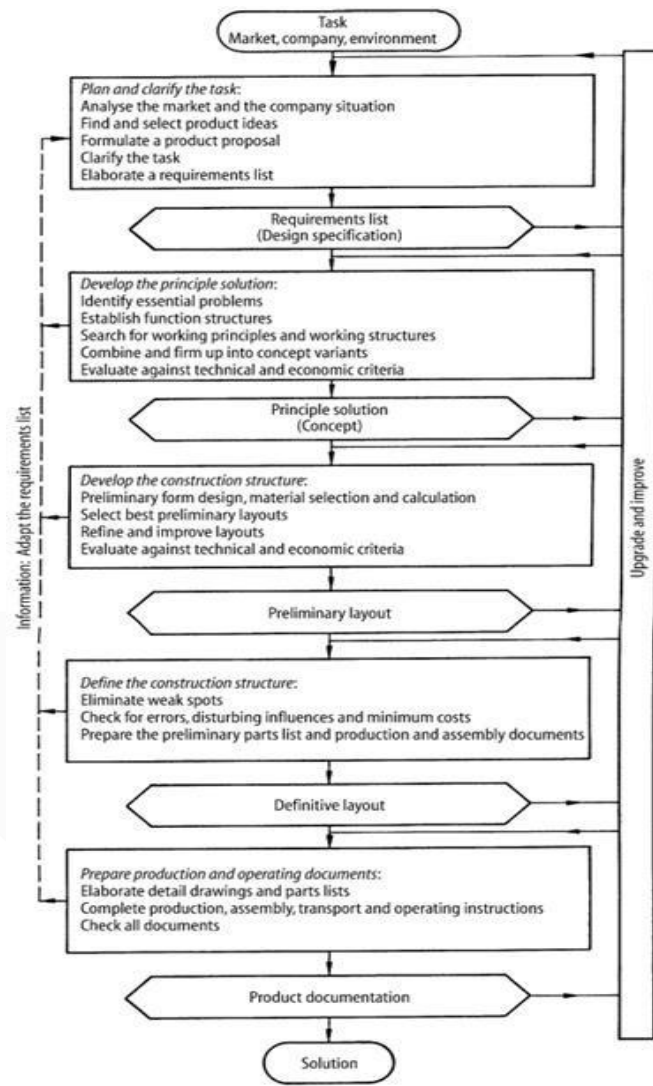
Sumber : SNI 03-0691-1996

2.3.4 Klasifikasi Berdasarkan Warna

Abu-abu, hitam, dan merah adalah warna yang tersedia di pasaran. Kecuali membuatnya lebih indah, *paving block* berwarna juga dapat digunakan untuk membatasi perkerasan seperti tempat parkir, tali air, dan lainnya.

2.4 Metode Perancangan

Metode perancangan VDI 2222 (*Verein Deutscher Ingenieure*) merupakan metode pendekatan untuk desain konseptual produk, sehingga cocok untuk pengembangan produk. Pada dasarnya, proses perencanaan dan desain dimulai dari perencanaan serta analisis produk, mengkonsep, merancang, hingga penyelesaian (Pahl, Beitz, Feldhusen, & Grote, 2007). Tahapan dalam merancang dengan pendekatan metode VDI 2222 ditunjukkan pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Alur proses merancang

(Sumber: Pahl, Beitz, Feldhusen, & Grote, 2007)

2.4.1 Merencana/Menganalisis

Dalam pengembangan produk, sangat penting untuk menganalisis terlebih dahulu produk/mesin yang ingin dibuat. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan informasi, data-data, atau syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh mesin. Selain itu, tahapan ini bertujuan untuk mengetahui permasalahan/kendala yang ada.

2.4.2 Mengkonsep

Setelah proses tahapan merencana/menganalisis, serta didapati data-data yang akan mendukung dalam proses desain mesin, selanjutnya dilakukan proses mengkonsep. Tahapan ini dilakukan untuk menentukan konsep/tata cara mendapati solusi. Hal ini dicapai dengan menentukan daftar tuntutan, membuat struktur fungsi, menentukan alternatif fungsi bagian, kemudian menggabungkan alternatif-alternatif tersebut hingga menjadi beberapa varian konsep. Kemudian varian konsep yang ada dinilai dengan kriteria tertentu. Penilaian dapat berupa aspek teknis dan ekonomis. Dari penilaian tersebut akan didapati hasil akhir varian konsep terbaik/ konsep desain yang akan dipilih.

2.4.3 Merancang

Varian konsep yang telah didapati kemudian dilakukan proses desain secara keseluruhan dan detail, agar didapati dimensi atau tata letak komponen mesin. Proses mesin dilakukan dengan tetap mempertimbangkan aspek teknis dan ekonomis serta mempertimbangkan material serta dimensi setiap komponen.

2.4.4 Penyelesaian

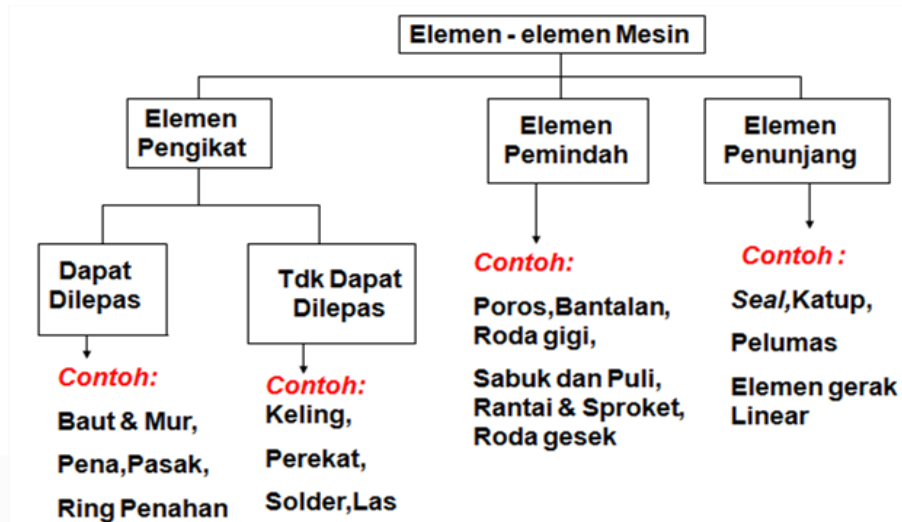
Setelah menyelesaikan proses merancang dan didapati desain akhir produk secara keseluruhan, dengan dimensi yang sesuai. Desain kemudian dibuatkan dokumentasi produk berupa gambar bagian dan gambar kerja, untuk kemudian diberikan ke bagian pembuatan mesin.

2.5 Komponen-Komponen Mekanik yang Digunakan

Dalam proses pemecahan masalah serta pembuatan alat pencetak *paving block* diperlukan beberapa komponen mekanik yang digunakan. Maka penulis menggunakan teori-teori yang dipelajari selama kuliah di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung sebagai literatur tentang komponen-komponen mekanik yang dipergunakan dan pada setiap bagiannya mempunyai fungsi masing-masing.

Elemen mesin adalah bagian-bagian suatu konstruksi mesin yang mempunyai bentuk serta fungsi tersendiri, seperti baut-mur, pengelasan, poros dan

sebagainya. Adapun klasifikasinya dapat dilihat pada Gambar 2.5 (Polman Timah, 1992).



Gambar 2. 5 Klasifikasi elemen mesin

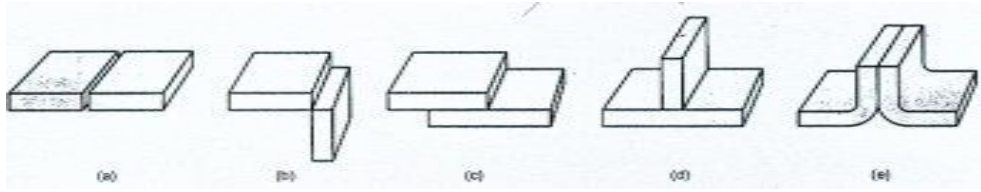
2.5.1 Baut dan Mur

Hubungan baut dan mur merupakan sambungan dapat dilepas, banyak dijumpai pada konstruksi permesinan ataupun peralatan. Adapun klasifikasi baut pada dasarnya dibedakan menjadi 2 kelompok utama adalah sebagai berikut:

- Baut pengikat
- Baut penggerak (*Spindel*)

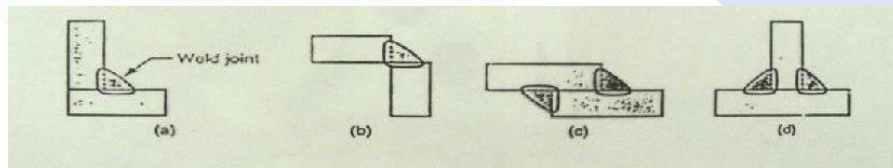
2.5.2 Pengelasan

Pengelasan adalah penyambungan dua buah atau lebih logam sejenis maupun tidak sejenis melalui pencairan atau memanaskan logam di atas atau di bawah titik leburnya, disertai dengan tekanan dan logam pengisi. Beberapa bentuk dasar sambungan las yang biasa digunakan dalam menyambungkan bahan logam yaitu *butt joint* (sambungan tumpul), *corner joint* (sambungan sudut), *lap joint* (sambungan umpang), *tee joint* (sambungan T), dan *edged joint* (sambungan sisi). Bentuk-bentuk sambungan las tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Sambungan las

Pengelasan dapat menghasilkan setiap bentuk sambungan. Ada banyak tipe pengelasan yang berbeda berdasarkan proses pengelasan dan bentuk geometri sambungan. Adapun tipe-tipe pengelasan untuk pengisian yaitu pengisian tunggal di dalam untuk *corner joint*, pengisian tunggal di luar untuk *corner joint*, pengisian ganda untuk *lap joint*, dan pengisian ganda untuk *tee joint*. Berikut tipe-tipe pengelasan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2. 7 Tipe-tipe lasan

2.5.3 Poros

Poros adalah komponen mesin yang biasanya memiliki penampang potong lingkaran dan digunakan untuk memasangkan komponen mesin seperti roda gigi, puli, dan sebagainya. Poros yang beroperasi akan mengalami pembebanan seperti tarikan, tekan, bengkok, geser, dan putaran karena gaya yang bekerja.

Untuk mengetahui diameter poros, biasanya terlebih dahulu menghitung komponen yang menerima momen, seperti momen bengkok, tegangan geser, tegangan bengkok, dan tekanan permukaan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

a. Tegangan geser

$$T_g = \frac{2F_A}{\pi D^2} < T_{g_{izin}} \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana :

T_g = Tegangan geser (N/mm^2)

F_A = Gaya (N)

D = Diameter poros (mm)

b. Momen bengkok

$$M_b = F \times l \dots\dots\dots(2.2)$$

Dimana :

M_b = Momen bengkok (Nmm)

F = Gaya yang terjadi (N)

l = Jarak (mm)

c. Tegangan bengkok

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana :

σ_b = Tegangan bengkok (N/mm^2)

M_b = Momen bengkok (Nmm)

W_b = Momen Tahanan (Nmm)

d. Tekanan permukaan

$$P = \frac{F}{A} < P_{izin} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

P = Tekanan permukaan (N/mm^2)

F = Gaya (N)

A = Luas penampang (mm^2)

2.6 Pembuatan *Operational Plan* (OP)

Proses pembuatan komponen mengikuti *Operational Plan* (OP) dengan metode penomoran. Pembuatan OP tersebut dilakukan sesuai dengan pembuatan komponen dan proses permesinan. Keterangan dalam membuat OP penomoran adalah sebagai berikut:

...0.1 Periksa Benda Kerja dan Gambar Kerja

...0.2 *Setting* Mesin

...0.3 *Marking Out/ Penandaan*

...0.4 *Pencekaman Benda Kerja*

...0.5 *Proses Benda Kerja*

a. *Tujuan Operasional Prosedur*

Tujuan melakukan penyusunan *operasional* ini tentunya agar lebih dapat menjelaskan standar yang tetap maupun perincian setiap kegiatan pekerjaan secara berulang yang dilaksanakan dalam sebuah organisasi maupun perusahaan. Sehingga mampu menjadi sebuah panduan yang lebih baik untuk menghasilkan kinerja yang baik pula. Kemudian juga untuk penghematan biaya, menciptakan koordinasi yang baik antar bidang maupun pegawai serta lebih mudah untuk dilakukan pengawasan.

b. *Fungsi Standar Operasional Prosedur*

Berikut terdapat beberapa fungsi dari SOP yaitu sebagai berikut :

- Komunikasi fungsi utama SOP ini bisa dijadikan sebagai alat komunikasi. Hal ini akan sangat penting jika terdapat pembaharuan mengenai kebijakan yang menyangkut dengan prosedur operasi yang baru maupun proses kepada karyawan.
- Konsistensi fungsi memperlakukan SOP juga agar menjaga konsistensi dalam melaksanakan tugas maupun kegiatan tertentu.
- Reduksi Kesalahan adanya SOP ini juga dapat mencegah adanya kesalahan, karena seluruh aturan dalam melaksanakan tugas ini sudah secara terinci diatur dalam SOP.

c. *Jenis Standar Operasional Prosedur*

- Sifat kegiatan, ini terbagi menjadi dua yaitu SOP teknis dan SOP administratif.
- Besar kegiatan, ini terbagi menjadi dua juga yaitu SOP mikro dan SOP makro.
- Jenis kegiatan, ini juga terbagi menjadi dua yaitu SOP spesifik dengan SOP *generic*.
- Kelengkapan kegiatan, ini terbagi menjadi dua yaitu SOP final dan SOP parsial.

2.7 Definisi Perawatan

Perawatan adalah kumpulan tindakan yang dilakukan untuk menjaga atau mengembalikan suatu peralatan ke kondisi yang dapat diterima (Modul Perawatan Mesin, Polman Timah, 1996).

Bergantung pada kondisi industri, perawatan "pada suatu standar atau kondisi yang biasa diterima" adalah istilah yang mengacu pada standar yang ditetapkan oleh organisasi yang melakukan perawatan. Standar-standar ini dapat berbeda-beda antara organisasi. Kadang-kadang, undang-undang juga menetapkan standar perawatan yang diperlukan, yang harus dipatuhi.

2.7.1 Tujuan Perawatan

1. Untuk memperpanjang umur penggunaan aset.
2. Untuk memastikan bahwa peralatan yang dipasang selalu tersedia untuk produksi dan menghasilkan laba yang paling tinggi
3. Untuk memastikan bahwa seluruh peralatan yang diperlukan selalu siap untuk keadaan darurat.
4. Untuk menjamin keselamatan orang yang menggunakan peralatan tersebut.
5. Untuk memastikan bahwa mesin industri, bangunan, dan peralatan lainnya selalu dalam kondisi yang optimal untuk digunakan.
6. Menjamin kelangsungan produksi untuk membayar kembali modal dan mendapatkan keuntungan yang besar pada akhirnya.

2.7.2 Macam-macam Perawatan

Perawatan yang dilakukan dibedakan menjadi beberapa bagian dan dilakukan sesuai dengan rencana perawatan yang telah dibuat sebelumnya.

1) Perawatan Pencegahan (*Preventive Maintenance*)

Perawatan pencegahan adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan untuk mencegah kerusakan yang tidak terduga dan menemukan kondisi atau keadaan yang dapat menyebabkan kerusakan pada fasilitas produksi selama proses produksi.

Oleh karena itu, semua fasilitas produksi yang menerima perawatan pencegahan akan terjamin kelancaran kerjanya dan selalu dalam kondisi yang siap setiap saat.

2) Perawatan Perbaikan (*Corrective Maintenance*).

Perawatan perbaikan adalah kegiatan setelah sistem mengalami kerusakan atau tidak dapat berfungsi dengan baik lagi, perawatan perbaikan dilakukan. Kegiatan ini biasanya disebut sebagai perbaikan atau reparasi (*repair maintenance*), yang biasanya terjadi karena tidak adanya perawatan pencegahan yang dilakukan.

3) Perawatan Mandiri (*Autonomous Maintenance*)

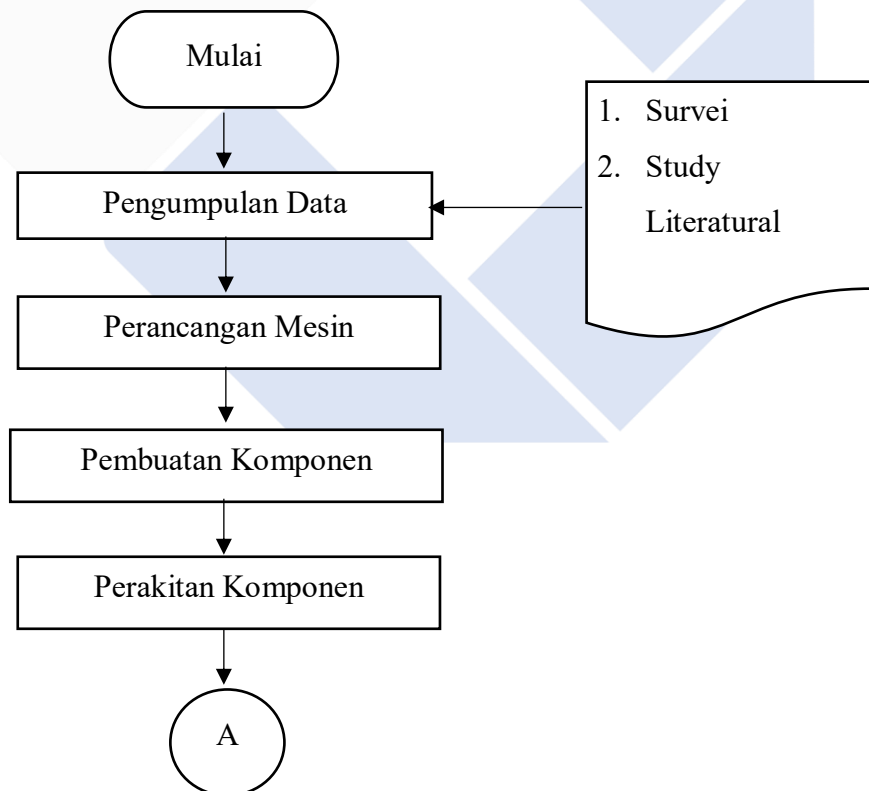
Perawatan mandiri adalah suatu kegiatan perawatan yang melibatkan operator mesin. Operator melakukan aktivitas produksi dan kegiatan perawatan dasar dalam perawatan mandiri. Oleh karena itu, gejala kerusakan dapat dideteksi sedini mungkin untuk mencegah kerusakan sepenuhnya. Kerusakan mesin yang mendadak adalah akumulasi dari berbagai masalah dan kerusakan kecil yang dibiarkan. Misalnya, karat, banyak sumber kontaminasi, mur atau baut yang aus, dan kerusakan kecil lainnya yang berpotensi menyebabkan kerusakan darurat. Langkah-langkah *autonomous maintenance* :

- a. Menjaga Kebersihan.
- b. Menangani Area yang Sulit dan Mengurangi Sumber Masalah.
- c. Menciptakan Standar-standar Perawatan Dasar.
- d. Melakukan Inspeksi Umum.
- e. Melakukan Inspeksi Mandiri.
- f. Standarisasi serta Menyempurnakan *Autonomous Control*.

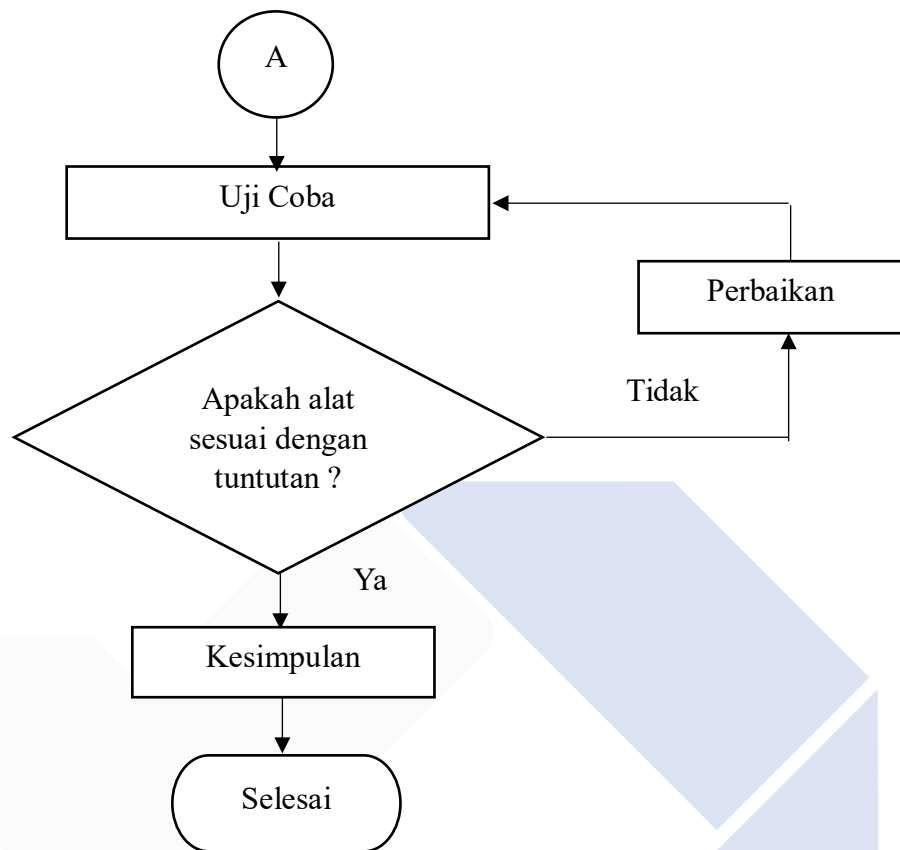
BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Dalam kegiatan proyek akhir ini, metode penelitian yang digunakan adalah membuat kegiatan dalam bentuk diagram alir, juga dikenal sebagai *flow chart*. Tujuan dari diagram alir ini adalah untuk membuat kegiatan lebih terarah dan terkontrol sehingga target yang diharapkan dapat tercapai. Metode VDI (*Verein Deutche Ingenieur*) 2222 digunakan dalam menyelesaikan rancangan alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki ini. Metode pelaksanaan pembuatan alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki ini dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram alir metodologi penelitian



Gambar 3. 2 Diagram alir metodologi penelitian (lanjutan)

3.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mencari data dan wawancara langsung yang bertujuan untuk mendukung penelitian. Ada beberapa cara untuk mengumpulkan data, seperti melakukan *survey* dan melakukan studi literatur. Pengumpulan data yang dilakukan mengenai permasalahan yang berhubungan dengan alat pencetak *paving block*. Adapun pengumpulan data yang penulis lakukan yaitu :

1. *Survey*

Survey pada penelitian ini, survei pembuatan *paving block* dilakukan di Toko Bangunan Berkat Jaya beralamatkan di Jalan Sisingamangaraja, Air Ruai, Kecamatan Pemali, Kabupaten Bangka. Dengan tujuan untuk mendapatkan

informasi dan keluhan pada pembuatan serta masukan-masukan yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas.

2. Studi Literatur

Untuk mendukung pembuatan alat ini, data dikumpulkan dari berbagai sumber yang terkait dengan masalah yang akan dibahas, baik dari internet maupun dari data yang telah dikumpulkan dari sumber lain. Setelah data dikumpulkan secara efektif, proses pengolahan dan analisis dilakukan untuk menentukan dan menyesuaikannya dengan kebutuhan industri *paving block*.

3.2 Perancangan Mesin

Perancangan mesin merupakan tahapan awal sebelum melakukan proses pembuatan alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki. Tahapan ini dilakukan menggunakan pendekatan metode VDI 2222 (*Verein Deutscher Ingenieure*) dengan 4 tahapan yaitu merencana/menganalisis, mengkonsep, merancang, dan penyelesaian.

3.2.1 Merencana/menganalisis

Berdasarkan data-data yang telah didapati pada saat pengumpulan data, maka selanjutnya dilakukan proses pengembangan awal alat pencetak *paving block*. Tahapan ini dilakukan untuk mempelajari lebih lanjut agar mencapai tujuan untuk mengetahui permasalahan yang terjadi pada proses pencetakan *paving block* secara manual dengan menggunakan kedua tangan.

3.2.2 Mengkonsep

Setelah dilakukan proses merencana/menganalisis, maka langkah selanjutnya adalah mengkonsep. Mengkonsep tersebut dilakukan dengan membuat daftar tuntutan, pembuatan hirarki fungsi, pemilihan alternatif fungsi dan penilaian varian konsep, sehingga didapati keputusan akhir rancangan yang akan digunakan. Berikut adalah tahap-tahap dalam mengkonsep :

1. Membuat daftar tuntutan

Daftar tuntutan dibuat berdasarkan analisis permasalahan yang ada, pengembangan, serta keinginan. Daftar tuntutan berdasarkan tingkat kebutuhannya terbagi menjadi 3 yaitu:

- Tuntutan utama berisikan tujuan yang harus dicapai pada alat pencetak *paving block*.
- Tuntutan kedua berisikan manufaktur serta perawatan pada alat pencetak *paving block*.
- Keinginan merupakan pendukung dari tuntutan utama dan kedua. Keinginan berisikan suatu hal/sistem yang diharapkan ada pada mesin.

2. Hirarki Fungsi

Tahap ini dilakukan dengan membuat diagram *black box* yang berisikan *input*, proses, dan *output* alat pencetak *paving block*, diagram fungsi bagian yang merupakan penurunan fungsi bagian berdasarkan *black box*, dan tuntutan fungsi bagian yang berisikan deskripsi fungsi bagian yang ingin dicapai.

3. Membuat alternatif fungsi bagian

Alternatif fungsi bagian dibuat berdasarkan analisis alternatif fungsi bagian. Alternatif fungsi bagian berisikan 2 *desain* atau lebih dari suatu bagian yang dilengkapi dengan penjelasan mengenai alternatif tersebut.

4. Membuat alternatif fungsi keseluruhan

Alternatif fungsi keseluruhan dibuat dengan menggabungkan setiap alternatif fungsi bagian dengan menggunakan kotak morfologi. Kemudian dibuatkan desain keseluruhan konstruksi mesin setiap varian dan penjelasan mengenai varian tersebut.

5. Membuat varian konsep

Pada tahap ini setiap varian akan dijelaskan terlebih dahulu fungsi bagian yang digunakan berdasarkan pemilihan pada kotak morfologi. Kemudian dibuatkan desain keseluruhan konstruksi mesin setiap varian dan penjelasan mengenai varian tersebut.

6. Penilaian varian konsep

Penilaian varian konsep dapat dilakukan dengan mempertimbangkan aspek teknis serta aspek ekonomisnya. Penentuan bobot nilai pada setiap fungsi bagian dibutuhkan untuk dapat mempermudah proses penilaian. Sehingga dapat diperoleh hasil akhir varian konsep yang lebih unggul dari varian konsep lainnya.

3.2.3 Merancang

Merancang dilakukan dengan mendesain komponen alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki secara lebih detail, berdasarkan fungsi bagian yang telah dipilih dan ditetapkan dengan mempertimbangkan beberapa aspek seperti elemen mesin, material, standarisasi, *maintenance*, hingga aspek ekonomis. Sehingga dapat menjadi acuan pembuatan dan pembelian komponen yang sesungguhnya. Kemudian komponen-komponen dirakit pada *Software desain Inventor 2020 student version*, untuk dapat mengetahui apakah ukuran setiap komponen sudah pas, untuk dapat melihat posisi komponen, serta agar dapat menjadi acuan dalam perakitan komponen yang sesungguhnya.

3.2.4 Penyelesaian

Penyelesaian dilakukan dengan membuat pembuatan gambar bagian dan gambar kerja untuk keperluan dalam pembuatan serta perakitan komponen. Kemudian dibuatkan cara kerja dari alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki dan dijelaskan cara perawatannya.

3.3 Pembuatan Komponen

Proses pembuatan komponen dibuat berdasarkan hasil perancangan, agar proses pembuatan terarah dan sesuai dengan yang diinginkan. Adapun proses yang dilakukan dalam pembuatan komponen yaitu:

1. Proses permesinan

Pada pembuatan komponen alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki ini, terdapat beberapa komponen yang dilakukan proses permesinan. Adapun komponen-komponen yang dilakukan proses permesinan yaitu:

a. Poros

Poros merupakan komponen penting pada suatu mesin. Biasanya pada poros terdapat tingkatan, yang berfungsi sebagai pengatur jarak suatu komponen. Sehingga dilakukan proses pembubutan.

b. Tuas pengungkit

Tuas pengungkit merupakan komponen yang berfungsi sebagai pengungkit *base* cetakan agar dapat mengepress material dalam cetakan. Tuas pengungkit dilakukan proses *milling* dan pengeboran.

c. Tiang tuas pengungkit

Tiang tuas pengungkit merupakan komponen yang berfungsi sebagai penyambung tuas pengungkit dengan *base* cetakan. Untuk proses permesinan tiang tuas pengungkit dilakukan proses *milling* dan pengeboran.

2. Proses fabrikasi

Fabrikasi merupakan proses membuat suatu komponen dengan cara manual maupun dengan alat atau mesin seperti las. Adapun komponen yang diproses fabrikasi pada alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki ini yaitu:

a. *Hopper*

Hopper merupakan tempat masuknya material *paving block*. *Hopper* terbuat dari lembaran plat dengan ketebalan 2 mm, yang kemudian dilakukan proses pengelasan.

b. Rangka mesin

Rangka merupakan bagian yang berfungsi sebagai penopang seluruh komponen mesin. Rangka alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki ini terbuat dari gabungan profil L dan plat *hollow* yang dilakukan proses pengelasan.

3.4 Perakitan Komponen

Komponen/material yang telah diproses dan sesuai dengan ukuran dilakukan perakitan agar terbentuk alat sesuai dengan rancangan. Profil L yang

telah terpotong disatukan/dibentuk hingga rangka terbentuk. Untuk menyatukan baja yang telah terpotong melalui proses pengelasan. Setelah rangka terbentuk, komponen seperti poros, *hopper*, *body* dirakit kedalam rangka sesuai dengan posisi pada gambar kerja.

3.5 Uji Coba

Uji coba merupakan tahapan yang dilakukan sebagai tolak ukur apakah alat berfungsi sesuai dengan daftar tuntutan. Uji coba dilakukan sebanyak 3 kali percobaan untuk menemukan masalah yang terjadi serta solusi dari permasalahan pada saat uji coba.

3.6 Kesimpulan

Setelah dilakukan uji coba maka akan didapati data-data mengenai keberhasilan maupun kegagalan mesin. Data-data tersebut kemudian akan disusun dan dijadikan sebagai kesimpulan dalam pembuatan alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki yang nantinya akan dicantumkan pada laporan akhir.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara antara lain dengan melakukan *survey* dan melalui studi literatur yang berkaitan dengan alat yang dirancang. Data yang diperoleh dari *survey* yang dilakukan tersebut meliputi :

1. Proses pencetakan *paving block* yang dilakukan secara manual dengan menggunakan cetakan dan dipadatkan dengan tongkat pemukul hingga permukaan *paving block* rata.
2. Dalam proses pencetakan dengan tebal *paving block* 60 mm dan berat *paving block* basah 4 kg secara manual membutuhkan waktu 1 menit untuk menghasilkan 1 produk *paving block*.

4.2 Merencana/Menganalisis

Proses pembuatan *paving block* masih dilakukan secara manual dengan hanya memadatkan butiran pasir yang ditekan atau ditumbuk pada cetakan dengan menggunakan kedua tangan, sehingga membutuhkan waktu dan tenaga yang banyak untuk proses pembuatan *paving block* tersebut. Oleh karena itu, penulis akan merancang dan membangun alat pencetak *paving block* dengan menggunakan satu kaki sehingga diharapkan bisa membantu pencetakan *paving block* yang masih dilakukan secara manual.

4.3 Mengkonsep

Mengkonsep merupakan kegiatan perencanaan yang dilakukan sebelum tahap pemrosesan yang disusun secara sistematis. Mengkonsep terdiri dari beberapa tahapan pengerjaan, yaitu sebagai berikut.

4.3.1 Daftar Tuntutan

Beberapa tuntutan yang harus diterapkan pada alat pencetak *paving block* dikelompokkan menjadi 3 (tiga) jenis tuntutan yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Daftar tuntutan

No	Tuntutan Utama	Deskripsi
1	Mudah Dioperasikan	Dapat dioperasikan menggunakan satu kaki sehingga memudahkan operator dalam proses pencetakan tanpa harus berpindah-pindah tempat.
2	Waktu Produksi	Menghasilkan 2 produk <i>paving block</i> dalam waktu 1 menit.

No	Tuntutan Kedua	Deskripsi
1	Perawatan	Mudah dapat dilakukan dengan perawatan mandiri.
2	Manufaktur	Proses manufaktur komponen mudah dengan waktu yang singkat.

No	Keinginan	Deskripsi
1	Komponen	Komponen standar dan dapat dibeli dengan harga terjangkau

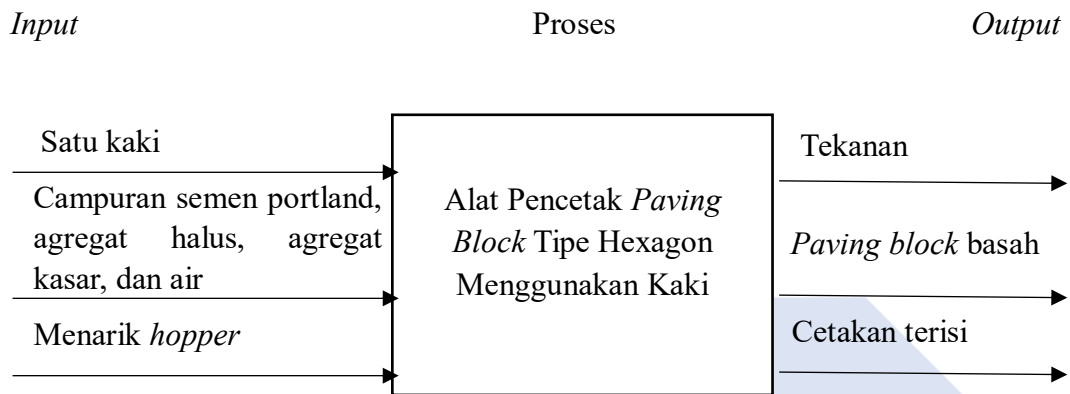
4.3.2 Hirarki fungsi

Tahapan hirarki fungsi dilakukan sebagai langkah awal dalam mencari solusi untuk dapat membuat alat pencetak *paving block* sesuai dengan tuntutan. Beberapa tahapan yang dilakukan dalam hirarki fungsi adalah sebagai berikut:

1. *Black Box*

Tahapan ini dilakukan untuk memecahkan masalah menggunakan analisis *black box* untuk menentukan fungsi bagian utama alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki. *Black box* terdiri dari *input* yang terdiri dari energi, material dan signal, kemudian proses yang terjadi pada tahap pencetakan, serta

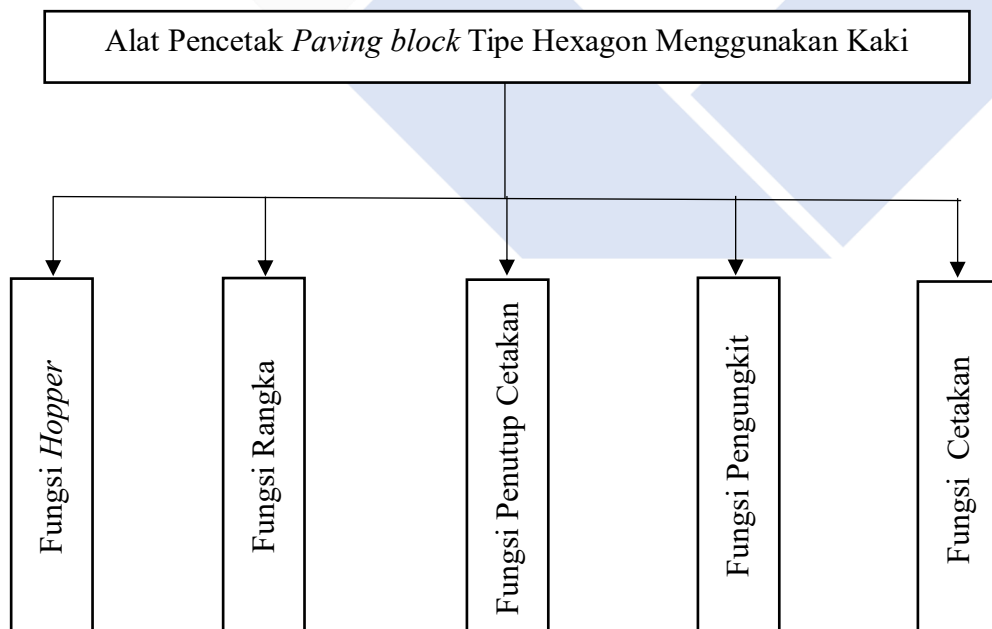
output yang terdiri dari keluaran energi, material, dan signal yang masuk. Berikut analisis *black box* yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 *Black box*

2. Diagram fungsi bagian

Berdasarkan diagram *black box* diatas, selanjutnya dirancang alternatif solusi perancangan alat pencetak *paving block* berdasarkan diagram fungsi bagian seperti ditunjukkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Diagram fungsi bagian

3. Tuntutan fungsi bagian

Tahapan ini berisi deskripsi tuntutan yang diinginkan oleh masing-masing fungsi bagian, agar pembuatan alternatif fungsi bagian alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki sesuai yang diinginkan. Berikut deskripsi fungsi bagian alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Deskripsi fungsi bagian

No	Fungsi bagian	Deskripsi
1	Fungsi <i>Hopper</i>	<i>Hopper</i> berfungsi sebagai tempat masuknya campuran material <i>paving block</i> .
2	Fungsi Rangka	Rangka berfungsi sebagai penopang komponen yang digunakan pada alat agar alat tetap stabil saat digunakan.
3	Fungsi Penutup	Penutup berfungsi untuk menutup cetakan dan sebagai penekan pengungkit dari bawah.
4	Fungsi Pengungkit	Pengungkit berfungsi untuk mengepress dan mengeluarkan <i>paving block</i> didalam cetakan.
5	Fungsi Cetakan	Cetakan berfungsi sebagai bagian yang akan membentuk produk sesuai yang diinginkan.

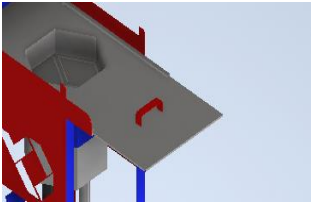
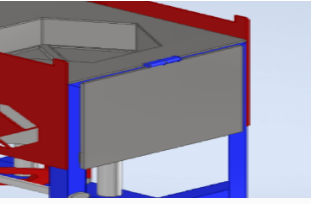
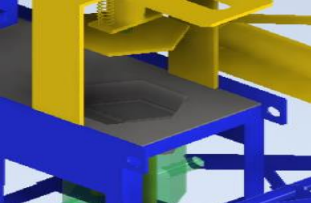
4.3.3 Alternatif Fungsi Bagian

Pada tahap ini, masing-masing fungsi bagian dari alat pencetak *paving block* yang akan dirancang disusun secara alternatif. Pengelompokan alternatif disesuaikan dengan deskripsi fungsi bagian, dilengkapi dengan gambar rancangan berserta dengan keuntungan dan kekurangannya. Dari beberapa fungsi bagian yang telah ditentukan, ditetapkan dua fungsi bagian yang akan dibuat alternatif pada alat pencetak *paving block* yaitu alternatif sistem penutup cetakan dan alternatif sistem pengungkit.

A. Alternatif Sistem Penutup Cetakan

Alternatif untuk sistem penutup cetakan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

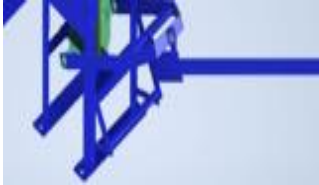
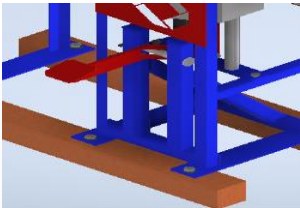
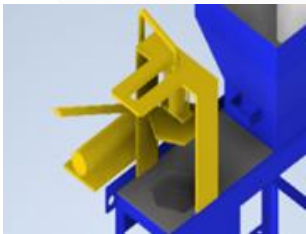
Tabel 4. 3 Sistem penutup cetakan

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
A.1	 <p>Sleding</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mudah digunakan • Tidak mudah bengkok 	<ul style="list-style-type: none"> • Penambahan biaya material • Operator tetap
A.2	 <p>Engsel</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mudah digunakan 	<ul style="list-style-type: none"> • Mudah bengkok • Cepat cacat
A.3	 <p>Otomatis <i>Hydraulic</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Kokoh 	<ul style="list-style-type: none"> • Penambahan biaya material

B. Sistem Pengungkit

Alternatif untuk sistem pengungkit dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Sistem pengungkit

No	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
B.1	 Pengukit poros	<ul style="list-style-type: none">• Mudah dibuat	<ul style="list-style-type: none">• Operator tidak tetap• Proses lebih menguras tenaga
B.2	 Pengukit bengkok	<ul style="list-style-type: none">• Kokoh• Tidak menyatu dengan rangka utama	<ul style="list-style-type: none">• Penambahan biaya material
B.3	 <i>hydraulic</i>	<ul style="list-style-type: none">• Kokoh	<ul style="list-style-type: none">• Operator tidak tetap• Penambahan biaya material

4.3.4 Pemilihan Alternatif Fungsi Bagian

Pemilihan alternatif fungsi bagian merupakan tahapan memilih setiap alternatif fungsi bagian yang digabungkan. Kemudian berdasarkan hasil diskusi, diambil 3 varian konsep terbaik alat pencetak *paving block*. Adanya 3 varian tersebut bertujuan untuk dapat membandingkan hasil penggabungan setiap alternatif fungsi bagian antara satu varian dengan varian lainnya. Pemilihan alternatif fungsi bagian dilakukan menggunakan metode kotak morfologi seperti yang terlihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Kotak morfologi

No	Fungsi Bagian	Varian Konsep (vk)		
		Alternatif Fungsi Bagian		
1.	Sistem penutup	A.1	A.2	A.3
2.	Sistem pengukit	B.1	B.2	B.3
		VK1	VK2	VK3

Berdasarkan Tabel 4.5 di atas, alternatif-alternatif fungsi bagian tersebut dikombinasikan sehingga menjadi alternatif fungsi secara keseluruhan. Untuk membedakan varian konsep yang telah dibuat pada tabel tersebut disimbolkan dengan huruf “V” yang memiliki arti varian.

4.3.5 Varian Konsep

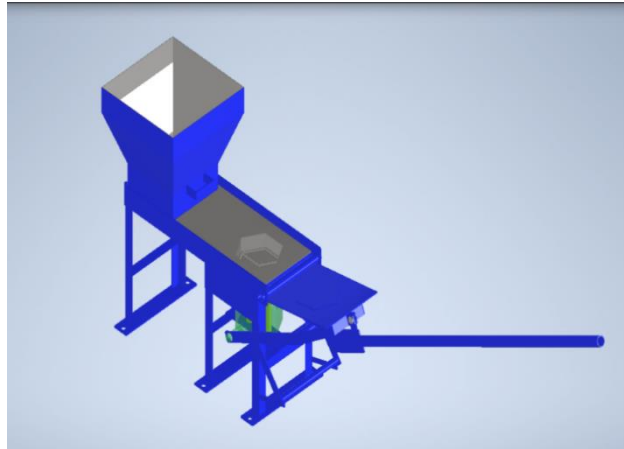
Hasil dari varian konsep fungsi keseluruhan tersebut menghasilkan tiga varian konsep yang akan digambarkan dalam model 3D. Masing-masing dari varian konsep akan dijelaskan tentang apa saja komponen yang akan digunakan serta kelebihan dan kekurangan dari tiap-tiap variasi konsep.

A. Varian Konsep 1 (VK1)

Varian konsep 1 merupakan gabungan dari sistem pengukit dengan menggunakan poros penekan atas dan bawah untuk mencetak *paving block* dan proses penekanan dilakukan dengan menggunakan tangan oleh operator, serta menggunakan sistem penutup engsel untuk mengeluarkan produk *paving block*. Tabel varian konsep 1 dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan gambar varian konsep 1 dapat dilihat pada Gambar 4.3.

Tabel 4. 6 Varian konsep 1

Alternatif Bagian	
A2	Tutup sistem engsel
B1	Penekan dengan poros



Gambar 4. 3 Varian konsep 1

- Kelebihan :

Kelebihan varian konsep 1 ini yaitu pada proses pencetakan *paving block* penekanan poros menggunakan kedua tangan sehingga lebih kuat dan menghasilkan kepadatan *paving block* yang baik dan pengeluaran *paving block* dari cetakan dapat dilakukan otomatis dengan poros press.

- Kekurangan :

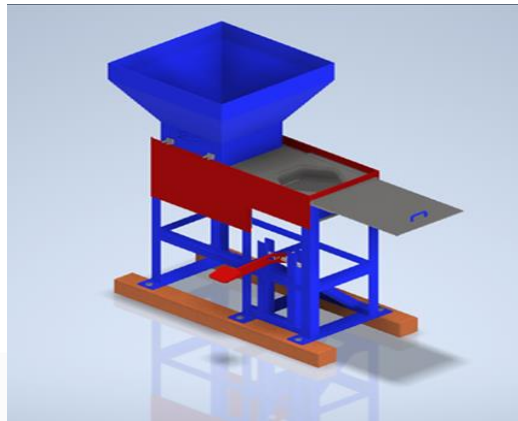
Kekurangan varian konsep 1 ini yaitu posisi operator saat melakukan pencetakan harus berpindah-pindah tempat dimulai dari pengisian material ke *hopper* hingga melakukan pencetakan dan alat yang sulit untuk dilakukan bongkar pasang.

B. Varian Konsep 2 (VK2)

Varian konsep 2 merupakan gabungan dari sistem pengungkit penekan dengan menggunakan plate penekan atas dan menggunakan sistem penutup sleding dengan posisi operator tetap ditempat sampai proses pencetakan selesai. Frame utama alat dan frame penekan berbeda dengan menggunakan profil *hollow* dan profil L. Tabel varian konsep 2 dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan gambar varian konsep 2 dapat dilihat pada Gambar 4.4.

Tabel 4. 7 Varian konsep 2

Alternatif Bagian	
A1	Penutup sistem sliding
B2	Penekan dengan plate punggukit



Gambar 4. 4 Varian konsep 2

- Kelebihan :

Kelebihan varian konsep 2 ini yaitu proses pencetakan *paving block* dilakukan dengan menggunakan satu kaki saat proses pengepressan dan pengeluaran produk, sehingga memudahkan operator saat menggunakan alat tersebut.

- Kekurangan :

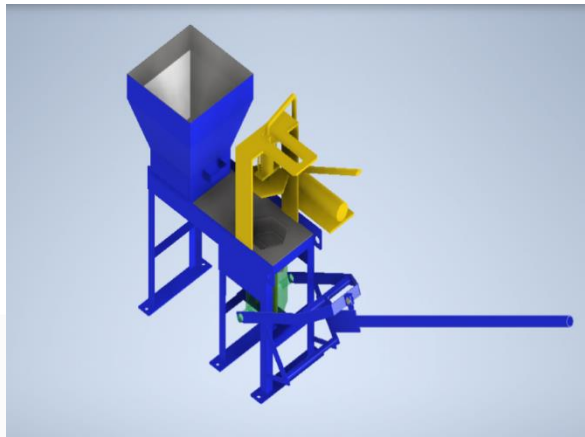
Kekurangan varian konsep 2 ini yaitu penggunaan material yang cukup banyak sehingga akan menambah biaya produksi dan proses permesinan.

C. Varian Konsep 3 (VK3)

Varian konsep 3 merupakan gabungan dari sistem pengungkit keluaran produk dengan menggunakan poros. Dengan sistem penekan menggunakan *hydraulic*. Tabel varian konsep 3 dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan gambar varian konsep 2 dapat dilihat pada Gambar 4.5.

Tabel 4. 8 Varian konsep 3

Alternatif Bagian	
A3	Penutup otomatis pergerakan <i>hydraulic</i>
B3	Penekan sistem <i>hydraulic</i>



Gambar 4. 5 Varian konsep 3

- Kelebihan :

Kelebihan varian konsep 3 ini yaitu menggunakan sistem penekan otomatis dari *hydraulic* sehingga dapat meringankan operator saat proses pengepressan.

- Kekurangan :

Kekurangan varian konsep 3 ini yaitu penggunaan komponen alat yang banyak dan pengeluaran produk dilakukan secara manual.

4.3.6 Penilaian Varian Konsep

Setelah dibuatkan varian konsep, selanjutnya dilakukan penilaian varian konsep agar didapati keputusan varian konsep yang akan digunakan untuk kemudian dilanjutkan ke proses pembuatan gambar kerja dan pembuatan mesin.

A. Penilaian Aspek Teknis

Penilaian varian konsep berdasarkan aspek teknis dapat dilakukan dengan mengacu pada daftar tuntutan sesuai dengan kriteria yang ditetapkan pada

Lampiran 6. Penilaian varian konsep berdasarkan aspek teknis dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Penilaian varian konsep berdasarkan aspek teknis

No	Tuntutan	Nilai Ideal	Varian Konsep 1	Varian Konsep 2	Varian Konsep 3	Total Nilai Ideal
1	Mudah dioperasikan	3	1	3	3	9
2	Waktu produksi	1	1	1	1	1
3	Perawatan	2	2	4	1	2
4	Manufaktur	2	2	4	2	4
5	Komponen	1	1	1	1	1
Total			13	17	9	19
Nilai (%)			68,43%	89,46%	47,37%	100%

$$\text{Nilai (\%)} = \frac{\text{Total VK}}{\text{Total Nilai Ideal}} \times 10$$

B. Penilaian Aspek Ekonomis

Selain aspek teknis, varian konsep juga dinilai berdasarkan aspek ekonomis. Penilaian varian konsep berdasarkan aspek teknis dapat dilihat pada Tabel 4.10.

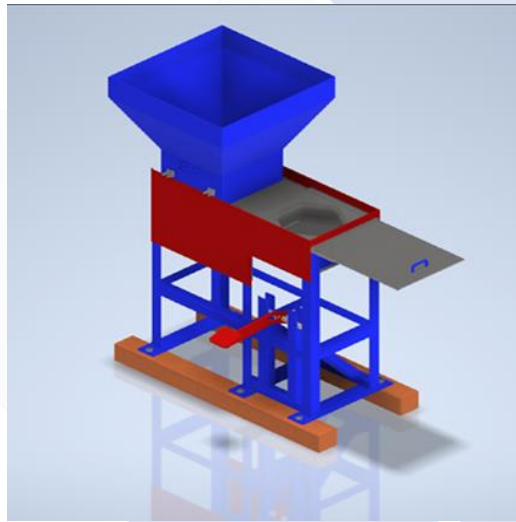
Tabel 4. 10 Penilaian varian konsep berdasarkan aspek ekonomis

No	Aspek Penilaian	Nilai Ideal	Varian Konsep 1	Varian Konsep 2	Varian Konsep 3	Total Nilai Ideal
1	Biaya Komponen	4	2	8	3	12
2	Proses Pembuatan	4	3	12	4	16
Total			20	28	16	32
Nilai (%)			62,50%	87,50%	50,00%	100%

$$\text{Nilai (\%)} = \frac{\text{Total VK}}{\text{Total Nilai Ideal}} \times 100\%$$

4.3.7 Keputusan Akhir

Setelah dilakukan proses penilaian aspek teknis dan aspek ekonomis, hasil penilaian tersebut diambil nilai yang tertinggi. Dari nilai tersebut, variasi konsep 2 memiliki nilai (%) yang mendekati 100% yaitu, secara aspek teknis variasi konsep 2 memiliki nilai 89,46% dan aspek ekonomis memiliki nilai 87,50%. Variasi konsep 2 yang terpilih dapat dilihat pada Gambar 4.6.

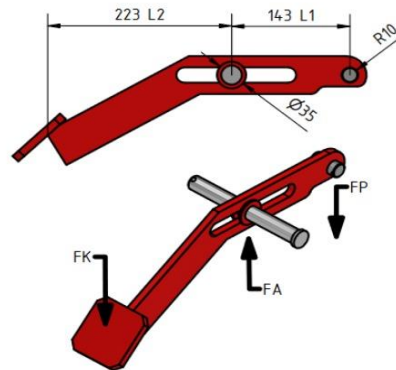


Gambar 4. 6 Varian konsep 2 terpilih

4.4 Merancang

Merancang dilakukan dengan mendesain secara lebih lanjut/detail varian konsep yang telah terpilih dengan mempertimbangkan aspek ekonomi, elemen mesin, standarisasi, *maintenance*, dan lainnya. Serta melakukan beberapa analisis perhitungan. Analisis perhitungan yang dilakukan berupa tegangan geser pada pena engsel, tegangan bengkok pada pena engsel, dan tekanan permukaan yang terjadi pada pena engsel dengan persamaan berikut.

1. Perhitungan tegangan geser pada pena engsel



Gambar 4. 7 Tegangan geser pada pena engsel

Tegangan geser izin (Tg_{izin}) dengan kasus dinamis berulang dan bahan St 50 adalah sebagai berikut :

$$Tg_{izin} St 50 = 100 \times 0,7 = 70 \text{ N/mm}^2$$

Gaya tekan pada pena (F_A) dapat ditentukan sebagai berikut :

$$F_P = \frac{F_K \times l_2}{l_1} = \frac{250 \text{ N} \times 223 \text{ mm}}{143 \text{ mm}} = 389,86 \text{ N}$$

$$F_A = F_P + F_K$$

$$F_A = \frac{F_K \times l_2}{l_1} + F_K$$

$$F_A = F_K \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)$$

$$F_A = 250 \text{ N} \left(1 + \frac{223 \text{ mm}}{143 \text{ mm}}\right) = 639,86 \text{ N}$$

Terlihat bahwa gaya terbesar terjadi pada engsel (A).

Untuk mencari tegangan geser yang diizinkan pada poros menggunakan persamaan (2.1) :

$$Tg = \frac{F_A}{2A} < Tg_{izin}$$

$$Tg = \frac{F_A}{2 \times \frac{\pi D^2}{4}} < Tg_{izin}$$

$$Tg = \frac{F_A}{\frac{\pi D^2}{2}} < Tg_{izin}$$

$$Tg = \frac{2F_A}{\pi D^2} < Tg_{izin}$$

$$Tg = \frac{2 \times 639,86 N}{3,14 \times 20^2} = \frac{1.279,72}{1.256} = 1,0188 \frac{N}{mm^2} < Tg_{izin}$$

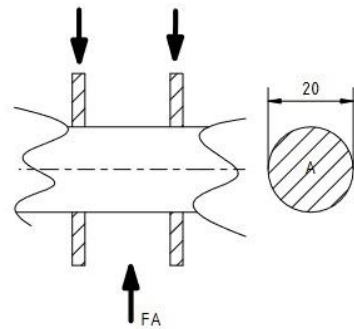
Terlihat bahwa Tg yang terjadi lebih kecil dari Tg_{ijin} , maka pena berdiameter 20 mm aman dari tegangan geser.

2. Perhitungan tegangan bengkok pada pena engsel

Tegangan bengkok izin (Tb_{izin}) dengan kasus dinamis berulang dan bahan St 50 adalah sebagai berikut :

$$\sigma b_{izin} St 50 = 120 \times 0,7 = 84 N/mm^2$$

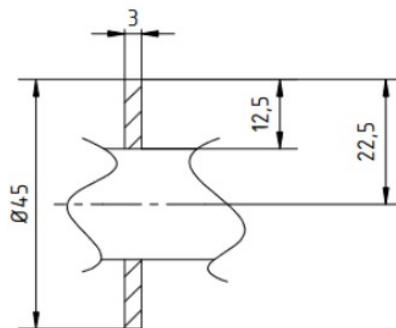
Daerah kritis tegangan bengkok terjadi pada tuas bagian engsel. Dengan bentuk penampang sebagai berikut :



Gambar 4. 8 Tegangan bengkok pada pena engsel

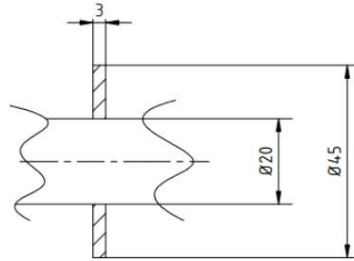
Untuk mencari momen bengkok menggunakan persamaan (2.2) dan untuk mencari tegangan bengkok yang diizinkan menggunakan persamaan (2.3).

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$



Gambar 4. 9 Momen bengkok pada pena engsel

Dimana :



Gambar 4. 10 Momen inersia pada pena engsel

$$I = I^1\left(\frac{b \times h^3}{12}\right) - I^2\left(\frac{b \times h^3}{12}\right)$$

$$I = \frac{3 \times 45^3}{12} - \frac{3 \times 20^3}{12}$$

$$I = \frac{273.375}{12} - \frac{24.000}{12}$$

$$I = 22.781,25 - 2.000$$

$$I = 20.781,25$$

$$W_b = \frac{I}{e} = \frac{20.781,25}{12,5} = 1.662,5$$

$$M_b = F \times l_2$$

$$M_b = 250 \text{ N} \times 171 \text{ mm}$$

$$M_b = 42.750 \text{ Nmm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{W_b}$$

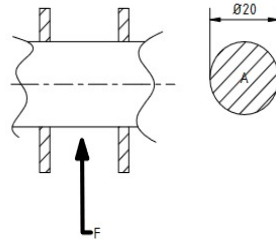
$$\sigma_b = \frac{42.750}{1.662,5} = 25,7142 \text{ N/mm}^2$$

Dalam rancangan alat ini menggunakan pena penyangga dengan diameter 20 mm, sehingga berdasarkan perhitungan diatas, pena yang digunakan aman untuk menahan momen bengkok yang terjadi.

3. Perhitungan tekanan permukaan pada pena

Pada rancangan alat ini terjadi kasus pembebanan dinamis berulang, sehingga tekanan ijin (P_{ijin}) untuk material St 50 sebagai berikut :

$$P_{ijin} \text{ St 50} = 140 \times 0,7 = 98 \text{ N/mm}^2$$



Gambar 4. 11 Tekanan permukaan pada pena

Untuk mencari tekanan permukaan dapat menggunakan persamaan (2.4). Tekanan permukaan pada pena dapat dihitung sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A} < P_{ijin}$$

$$P = \frac{639,86}{20 \times 3} = 10,66 \text{ N/mm}^2 < P_{ijin}$$

Tekanan permukaan dinyatakan aman berdasarkan perhitungan karena tekanan permukaan yang terjadi lebih kecil dari tekanan ijin (P_{ijin}) untuk material St 50.

4.5 Pembuatan Komponen

Dalam proses pembuatan komponen alat pencetak *paving block* tipe hexagon dibantu oleh proses permesinan, seperti mesin bubut, bor, las, dan gerinda.

1. Komponen Mesin

Berikut ini adalah Tabel 4.11 yang menunjukkan komponen yang dibuat dan komponen standar.

Tabel 4. 11 Komponen yang dibuat dan standar

Komponen yang dibuat	Komponen Standar
----------------------	------------------

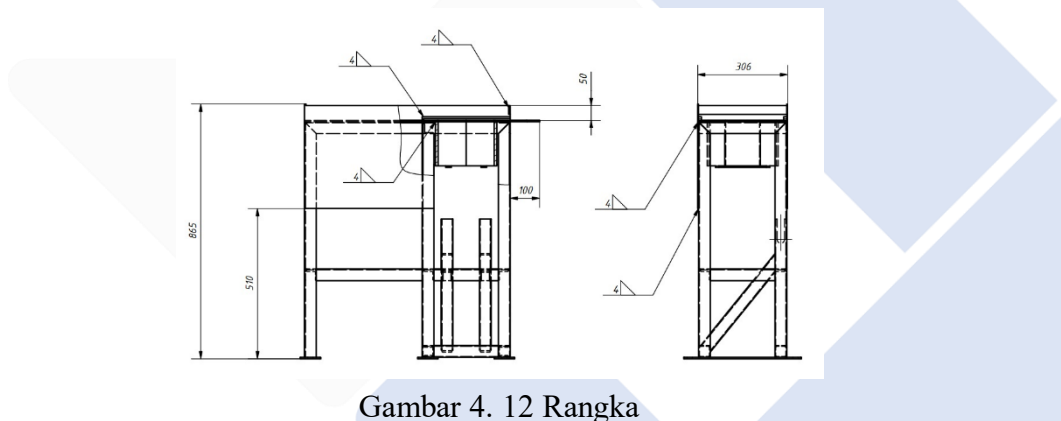
Rangka	Bolt M12
Hopper	Roller 40x40 mm
Body	

2. Operational Plan (OP)

Berikut ini *operational plan* (OP) alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki:

A. Pembuatan Rangka Mesin

Rangka mesin yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 12 Rangka

- Proses pemotongan besi menggunakan gerinda potong
 - 1.01 Periksa benda kerja pada gambar kerja.
 - 1.02 *Setting* mesin, gunakan mesin gerinda potong.
 - 1.03 *Marking Out* benda kerja dengan menggunakan meteran dan kapur.
 - 1.04 Cekam benda kerja dengan posisi horizontal.
 - 1.05 Proses pemotongan plat profil L 40 × 40 mm dengan ukuran 700 mm sebanyak 2 buah.
 - 1.10 Proses pemotongan plat profil L dengan ukuran 300 mm sebanyak 8 buah.
 - 1.15 Proses pemotongan plat profil L dengan ukuran 800 mm sebanyak 6 buah.
 - 1.20 Proses pemotongan plat profil L dengan ukuran 400 mm sebanyak 2 buah.

1.25 Proses pemotongan plat *hollow* 40×40 mm dengan ukuran 300 mm sebanyak 2 buah.

1.30 Proses pemotongan plat *hollow* dengan ukuran 430 mm sebanyak 2 buah.

1.35 Proses pemotongan plat *hollow* dengan ukuran 400 mm sebanyak 2 buah.

- Proses pembuatan rangka dengan menggunakan mesin las

1.01 Periksa benda kerja pada gambar kerja.

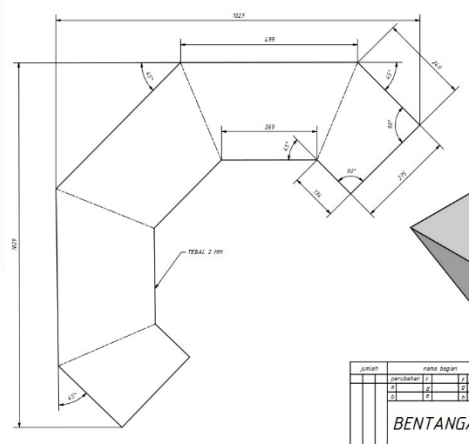
1.02 Setting mesin, gunakan mesin las dengan ukuran api 60-70 *ampere*.

1.03 Setting benda kerja (kerangka yang akan di las).

1.04 Mulai proses pengelasan sesuai gambar kerja.

B. Pembuatan *hopper*

Hopper yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 13 *Hopper*

- Proses pemotongan plat besi

1.01 Periksa benda kerja pada gambar kerja.

1.02 *Setting* mesin, gunakan mesin gerinda potong.

1.03 *Marking Out* benda kerja dengan menggunakan meteran dan kapur.

1.04 Cekam benda kerja dengan posisi horizontal.

1.05 Proses pemotongan plat dengan ukuran 499 mm \times 269 mm \times 275 mm sebanyak 4 buah.

1.10 Proses pemotongan plat dengan ukuran 270 mm \times 150 mm sebanyak 4 buah.

- Proses pengelasan pada *hopper*

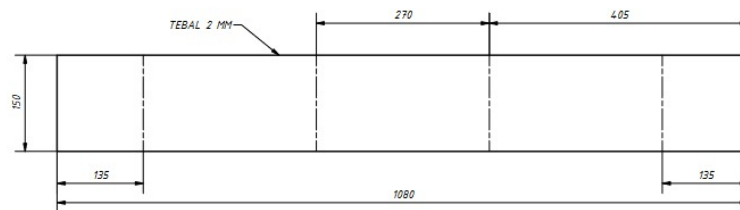
1.01 Periksa benda kerja pada gambar kerja.

1.02 *Setting* mesin, gunakan mesin las dengan ukuran api 60-70 *ampere*.

1.03 Proses pengelasan sesuai dengan gambar kerja.

C. Pembuatan *body*

Body yang akan dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 14 *Body*

- Proses pemotongan besi menggunakan gerinda potong

1.01 Periksa benda kerja pada gambar kerja.

1.02 *Setting* mesin, gunakan mesin gerinda potong.

1.03 *Marking Out* benda kerja dengan menggunakan meteran dan kapur.

1.04 Cekam benda kerja posisi horizontal.

1.05 Proses pemotongan plat 2 mm dengan ukuran 800 mm × 375 mm sebanyak 2 buah.

- Proses pengelasan pada *body*

1.01 Periksa benda kerja pada gambar kerja.

1.02 *Setting* mesin, gunakan mesin las dengan ukuran api 60-70 *ampere*.

1.03 Proses pengelasan sesuai dengan gambar kerja.

4.6 Perakitan Komponen

Proses perakitan mesin adalah penyatuan dan penyusunan komponen-komponen menjadi suatu mesin yang memiliki dan mencapai fungsi tertentu. Perakitan mesin yang akan dicapai sesuai dengan Gambar 4.10.



Gambar 4. 15 Perakitan alat

Komponen-komponen alat pencetak paving block tipe hexagon menggunakan kaki yaitu :

1. Rangka Alat
2. *Base* Cetakan
3. *Hopper*
4. *Tutup* Cetakan
5. *Body*
6. Poros
7. Stopper Cetakan
8. Tuas Pengungkit
9. Mur, Ring, dan Baut
10. *Rivet*
11. *Roller*

Proses perakitan alat pencetak *paving block* sebagai berikut :


1. Pemasangan *base* pada kerangka dengan menggunakan pengelasan.
2. Pemasangan *stopper* tutup pada *base* dengan menggunakan pengelasan.
3. Pemasangan alur *roller hopper* pada *base* dengan menggunakan pengelasan.

4. Pemasangan plat penahan tuas pengungkit dengan menggunakan baut, ring, dan mur M12.
5. Pemasangan poros tuas pengungkit pada *hollow* penyangga.
6. Pemasangan poros engsel tuas pengungkit sebagai penghubung tuas pengungkit dengan tiang tuas pengungkit.
7. Pemasangan poros engsel tiang pengungkit sebagai penghubung tiang cetakan dengan *base* cetakan .
8. Pemasangan *roller* pada *hopper* dengan baut M4.
9. Meletakkan *hopper* pada *base* sesuai dengan alur *roller hopper* pada *base*.
10. Pemasangan *body* pada kerangka dengan menggunakan *rivet* dengan paku *rivet* $4 \times 12,7$ mm.

4.7 Uji Coba

Uji coba dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui alat yang akan dibuat berhasil atau tidak. Eksperimen atau pengujian dilakukan secara langsung pada *paving block* untuk mendapatkan data tentang pembuatan *paving block*. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, hasil dari alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4. 12 Hasil uji coba

No	Kegiatan	Hasil produk	Keterangan
1	Uji coba 1		<p>Permasalahan :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Paving block</i> yang dicetak tebalnya tidak merata. 2. Cetakan miring saat tuas pengungkit ditekan. <p>Solusi :</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Penambahan engsel pada tiang cetakan.

-
12. Mematikan lobang poros pada tuas pengungkit, sehingga pada saat tuas pengungkit ditekan cetakan bergerak *fleksibel* dan selalu rata.

Permasalahan :

1. Hasil cetakan *paving block* susah untuk dikeluarkan.

Solusi :

1. Pembuatan *stopper* pada tiang tuas pengungkit agar saat tuas pengungkit ditekan cetakan tidak keluar terlalu tinggi atau sama dengan *base*.

2 Uji coba 2



-
1. Hasil *paving block* merata dan memiliki tebal 60 mm.
 2. Pengeluaran produk dari cetakan dapat dikeluarkan dengan mudah.
 3. Waktu pencetakan untuk 1 produk selama 30 detik dan menghasilkan 2 produk dalam waktu 1 menit.

3 Uji coba 3



Dari data hasil uji coba yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan dari percobaan ketiga yaitu alat tersebut berfungsi dengan baik sesuai dengan tuntutan

dan menghasilkan *paving block* dengan ketebalan 60 mm dalam waktu 1 menit dapat menghasilkan 2 produk *paving block*.

4.8 Perawatan Alat

Perawatan adalah gabungan dari semua tindakan yang dilakukan untuk mempertahankan sesuatu atau mengembalikannya ke kondisi yang dapat diterima. Salah satu tindakan perawatan dasar yang harus dilakukan sebelum dan sesudah menggunakan alat adalah membersihkan dan melumasinya. hal tersebut dilakukan untuk mencegah korosi dan keausan, yang merupakan penyebab utama kerusakan komponen alat. Oleh karena itu, pelumasan secara teratur sangat penting untuk menjaga kepresisian dan mencegah keausan.

Perawatan mandiri dilakukan untuk membersihkan dan memeriksa kondisi alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki ini. Perawatan mandiri untuk alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki dapat dilihat pada Lampiran 5.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dengan menindaklanjuti dan mengoptimasi alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki, didapat beberapa kesimpulan dari laporan proyek akhir ini sebagai berikut :

1. Rancangan alat pencetak *paving block* berhasil dibangun dengan proses pengoperasian menggunakan satu kaki dengan tipe cetakan hexagon.
2. Berdasarkan hasil uji coba alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki yang dilakukan sebanyak 3 kali hasil pencetakan yang dilakukan dapat menghasilkan 2 produk *paving block* dalam waktu 1 menit dengan ketebalan *paving block* 60 mm.

5.2 Saran

Dalam pembahasan proyek akhir ini ada banyak sekali kekurangan terhadap alat pencetak *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki, beberapa saran yang bisa disampaikan yaitu :

1. Untuk mendapatkan hasil pencetakan yang lebih baik harus memperhatikan penekanan pada proses pencetakan.
2. Untuk hasil yang lebih maksimal metode pencetakan *paving block* tipe hexagon menggunakan kaki dapat dilakukan pengembangan untuk lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung Rizki Pratomo, F. S. (2019). Pengaruh Penggunaan Zeolit Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Paving Block Konvensional. *Jurnal Teknik Sipil*, 35-40.
- Arie Putra, A. K. (1996). Pengaruh Variasi Bentuk Paving Block Terhadap Kuat Tekan. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sipil*.
- Badriansyah, R. U. (2018, Juli 22). Retrieved from <http://repository.polman-babel.ac.id>
- Chan, Y. (2010). Elemen Mesin Baut dan Mur. *Jurnal Mahasiswa Universitas Darma Persada*.
- Dino Arisandi, F. N. (2022). Rancang Bangun Mesin Pencetak Briket. *Seminar Nasional Inovasi Teknologi Terapan (SNITT)*, Vol.2 No. 02.
- Ilham Adji Sucahyo, H. R. (2020). Pemanfaatan Limah Tempurung Kelapa Sebagai Campuran Paving Block (Ditinjau dari Kuat Tekan dan Resapan Air). *Jurnal Fakultas Teknik Universitas Islam Lamongan*, 1-13.
- Khoirunnisah, M. (2018, Mei 5). *Landasan Teori 2.1 Paving Block*. Retrieved from Politeknik Sriwijaya: <https://eprints.polsri.ac.id>
- Meri Rahmi, D. S. (2018). Mesin Cetak Paving Block Dengan Sistem Pneumatik Untuk Home Industry di Kabupaten Indramayu. *Jurnal Mahasiswa Polban*.
- Rommel, E. (2009). Teknologi Pembuatan Paving Block Dengan Material FCA (Fine Course Aggregate). *Jurnal GAMMA*, 110-116.
- Ruswandi, A. (2004). Metode Perancangan I. *Polman Bandung, Bandung*.

- Sudarno Sudarno, S. N. (2021). Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Pembuatan Paving Block. *Jurnal Teknik Sipil Terapan* , 101-110.
- Syukur Sebayang, I. W. (Agustus 2011). Perbandingan Mutu Paving Block Produksi Manual Dengan Produksi Masinal. *Jurnal Rekayasa*.
- Taufik, N. d. (2016). Pengaruh Lama Pengeringan Paving Block dengan Penambahan 5% Fly Ash terhadap Kuat Tekan (Binder Air Mineral). *Jurnal Teknik Mesin Institute Negeri Padang*.
- Timah, P. (2006). *Elemen Mesin*. Sungailiat: Politeknik Manufaktur Timah.
- Unila. (2018, Mei 5). *Tinjauan Pustaka A. Paving Block*. Retrieved from Universitas Lampung: <https://digilib.unila.ac.id>
- Wahyu Prasetyo O, W. T. (2018). Rancangan Alat Pengepres Paving Kapasitas 30 Buah/Jam Dengan Sistem Handlepress. *Jurnal Mahasiswa Universitas Muhammadiyah Ponorogo*.
- Yanuar, H. S. (2014). Pengaruh Variasi Kecepatan Potong Dan Kedalaman Pemakanan Terhadap Kekasaran Permukaan Dengan Berbagai Media Pendingin Pada Proses Frais Konvensional. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*, 27-33.



Lampiran 1 Daftar Riwayat Hidup

CURRICULLUM VITAE (CV)

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Fenni Yulianti
Tempat/Tanggal Lahir : TanjungPandan, 27 Juli 2002
Alamat Rumah : Jl. Tinjau, Desa Mempaya
HP : 081367533609
Email : fenni27702@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 7 Damar	2008 - 2014
SMP Negeri 2 Damar	2014 - 2017
SMA Negeri 1 Damar	2017 - 2020
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2020 - 2023

3. Pengalaman Kerja

Pernah Magang di PT. Steelindo Wahana Perkasa

Sungailiat, 12 Juli 2023

Fenni Yulianti

CURRICULLUM VITAE (CV)

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Kasa Nopa
Tempat/Tanggal Lahir : Simpang tiga, 08-11-2001
Alamat Rumah : Jln.damai payak ubi
HP : 082170636261
Email : Kasasrt321@gmail.com
Jenis Kelamin : laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 1 Simpang Tiga	2008 - 2014
SMP YPK Toboali	2014 - 2017
SMA Muhammadiyah Toboali	2017 – 2020
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2020 – 2023

3. Pengalaman Kerja

Pernah Magang di PT. Schneider Elektrik Cikarang

Sungailiat, 12 Juli 2023

Kasa Nopa

CURRICULLUM VITAE (CV)

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Ipandi
Tempat/Tanggal Lahir : Ranggung, 26 Maret 2002
Alamat Rumah : Desa Payung
HP : 082362307836
Email : ipandiipandi439@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 4 Ranggung	2008 - 2014
SMP Negeri 1 Payung	2014 - 2017
SMA Negeri 1 Payung	2017 - 2020
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung	2020 - 2023

3. Pengalaman Kerja

Pernah Magang di PT. Jasa Peralatan Pelabuhan Indonesia (JPPI)

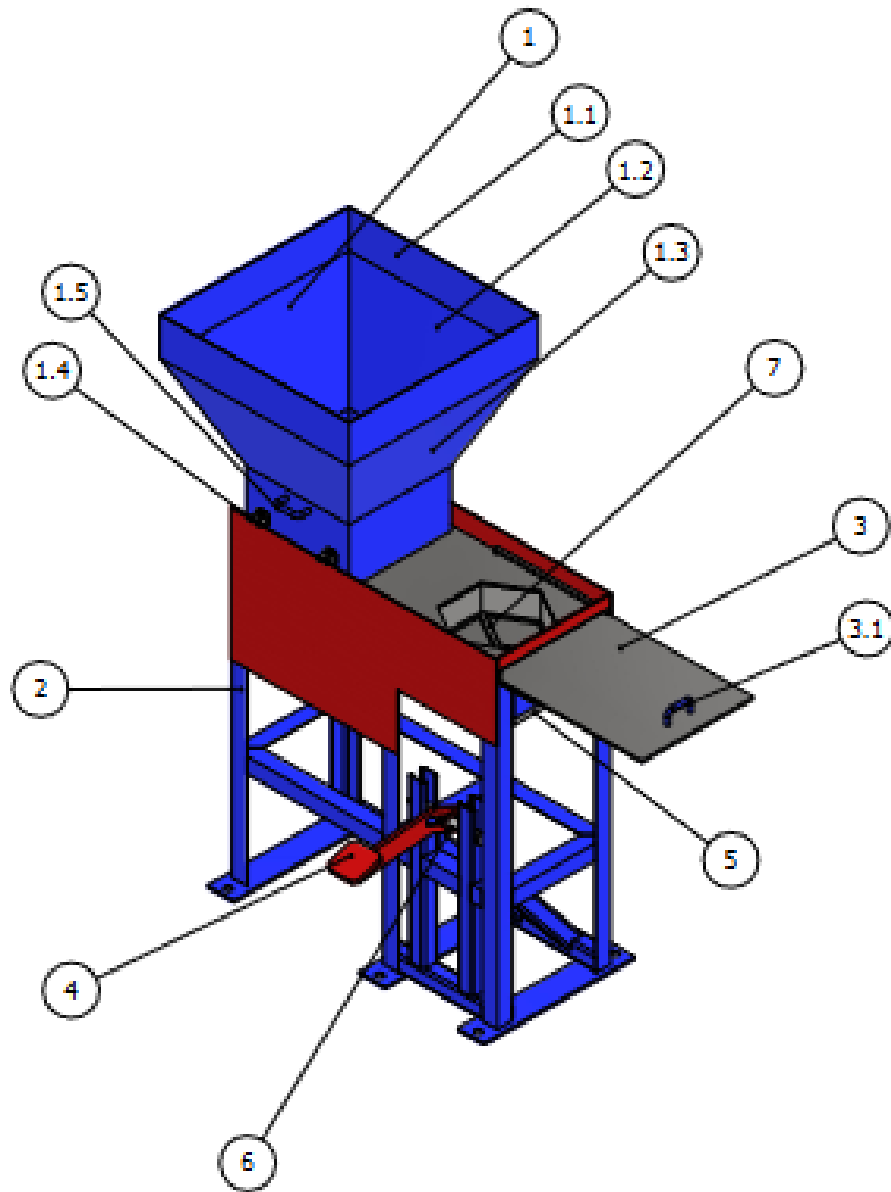
Sungailiat, 12 Juli 2023



Ipandi

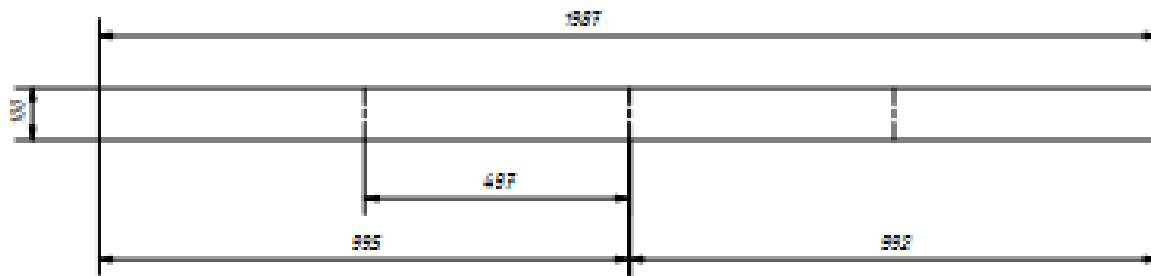


Lampiran 2 Gambar Susunan dan Gambar Bagian



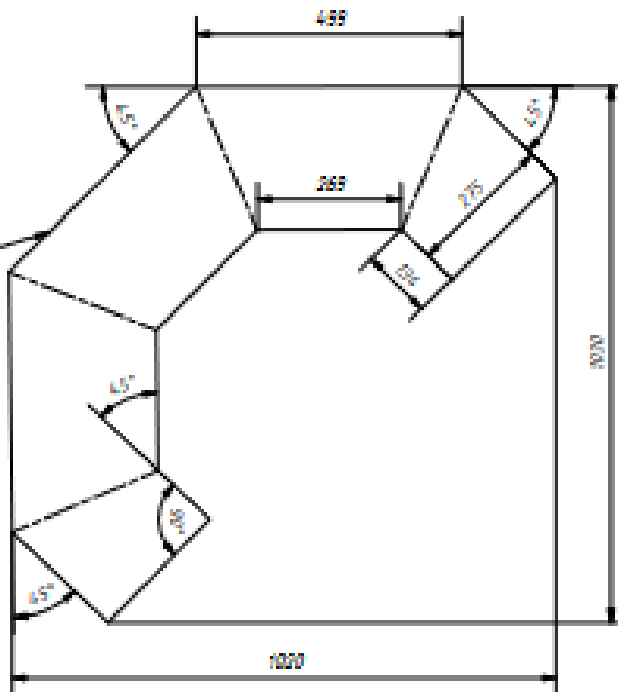
	2.	bolt	11.	standard	M12x25	
	8.	bolt	10.	standard	M4x8	
	1.	panas 2	9.	st-50	Ø20x40	
	1.	panas 1	8.	st-50	Ø25x65	
	1.	profil cetakan	7.	mild steel	230x200x6	
	1.	panas pengukit	6.	st-50	Ø25x175	
	1.	cetakan	5.	mild steel	230x200x200	
	1.	plate pengukit	4.	mild steel	430x50x10	
	1.	lutup cetakan	3.	mild steel	265x266x5	
	1.	rangka	2.	standard	700x300x500	profil L
	1.	hopper	1.	mild steel	600x500x500	
	Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Deskripsi
		perubahan	a	f	i	
		a	d	g	j	
		b	e	h	k	
				pesanan		pengganti dari :
						diganti dengan :
						Digambar 01-05-23 Kasa Nop
						Diperiksa AmrLR
						Ditah
						Stela 12
						ALAT PENCETAK PAVING BLOCK
						POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI BABEL
						PROYEK AKHIR A3-00

✓ ±0.02
TOL.SEDANG

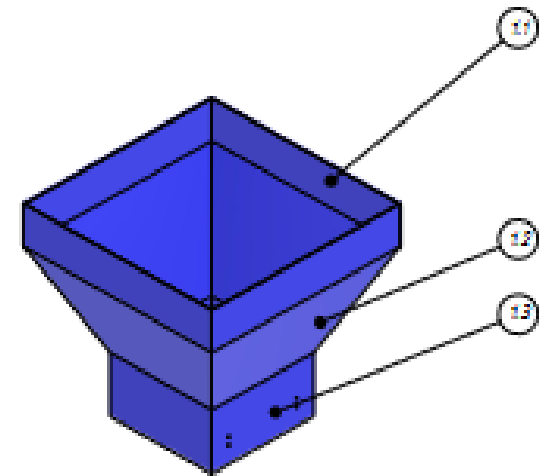
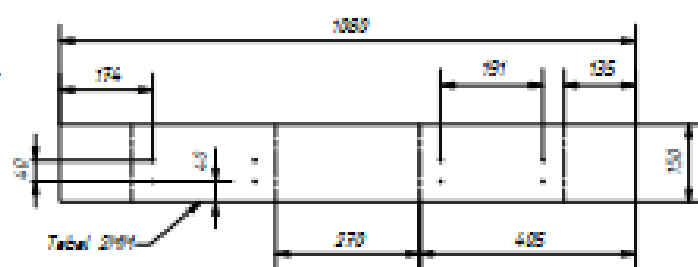


✓ ±0.02
TOL.SEDANG

Tabel 2/11

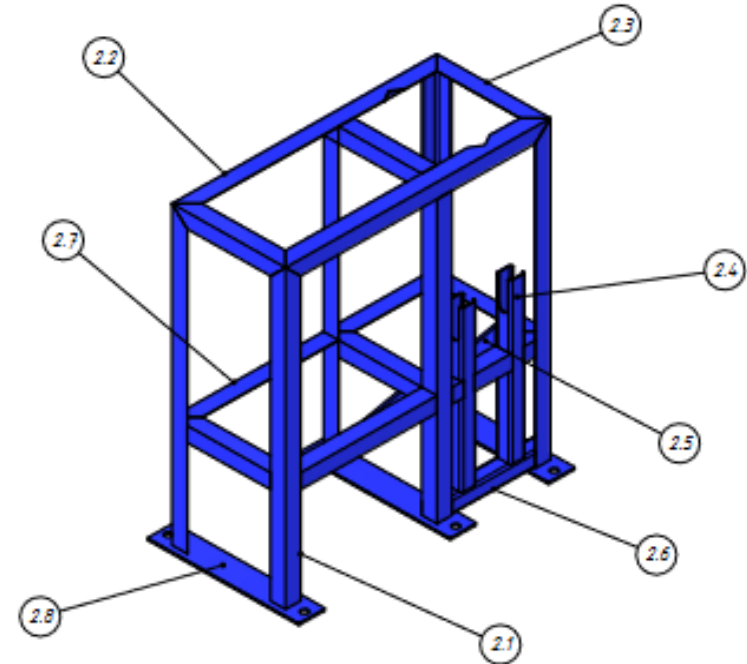
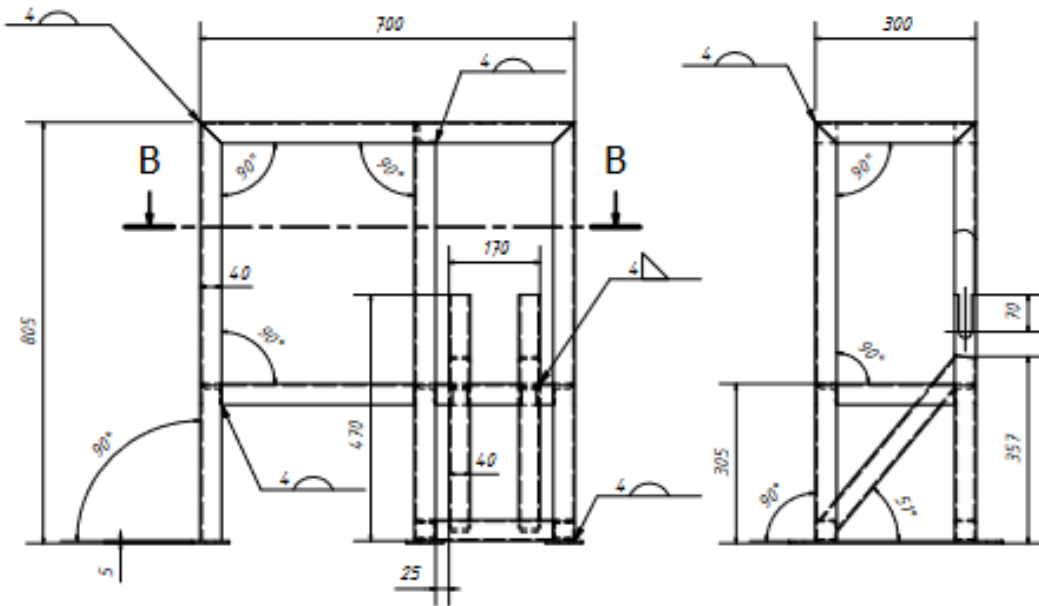


✓ ±0.02
TOL.SEDANG

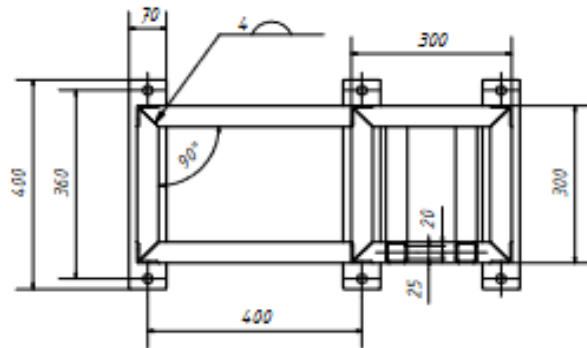


	4	rel	15	stainless steel	40x40		
	1	handle	14	stainless steel	-		
	1	benhangan hopper 3	13	stainless steel	1080x150x2		
	1	benhangan hopper 2	12	stainless steel	1025x1025x2		
	1	benhangan hopper 1	11	stainless steel	1987x100x2		
	jumlah	nama bagian	no bag	bahan	ukuran	ket	
		perubahan	c	F	j		
		a	d	G	k		
		b	e	H	l		
		pemasangan		pengganti dari :			
				diganti dengan :			
		HOPPER			Skala	01-05-23	Kassa Nopu
					1:10		AnnLR
		POLITEKNIK MANUFATUR NEGERI BABEL			PROYEK AKHIR A3-01		

✓ ± 0.02
TOL.SEDANG

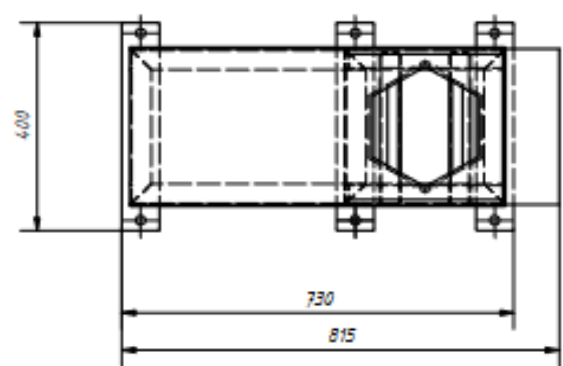
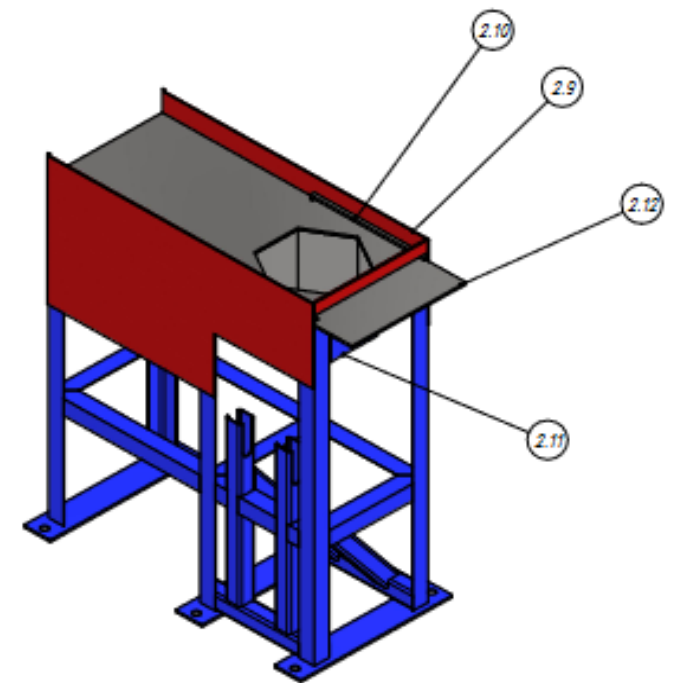
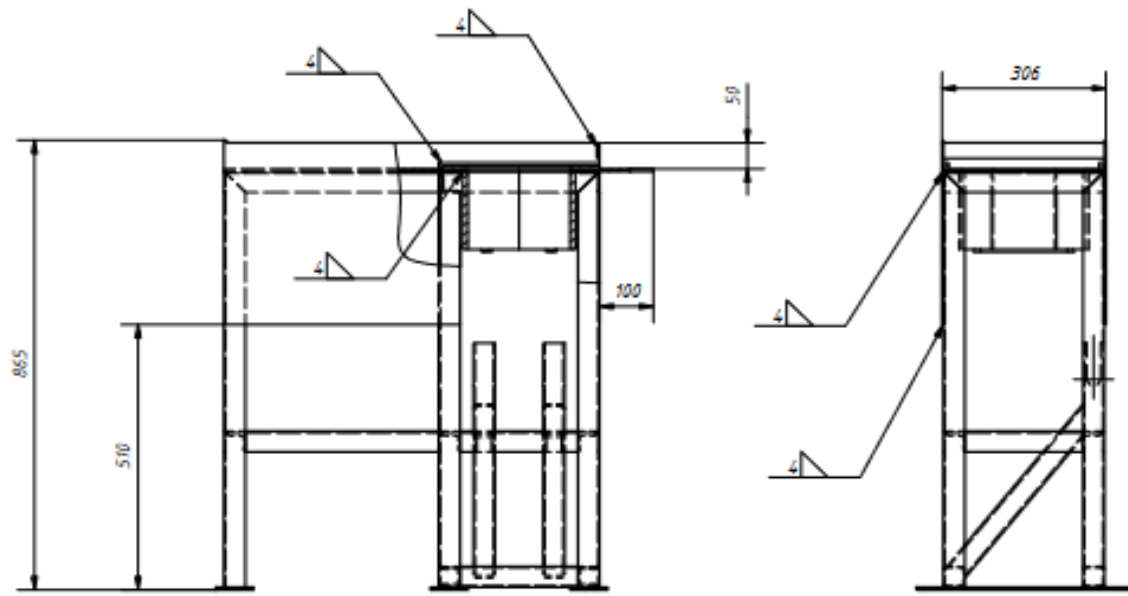



B-B (1 : 10)

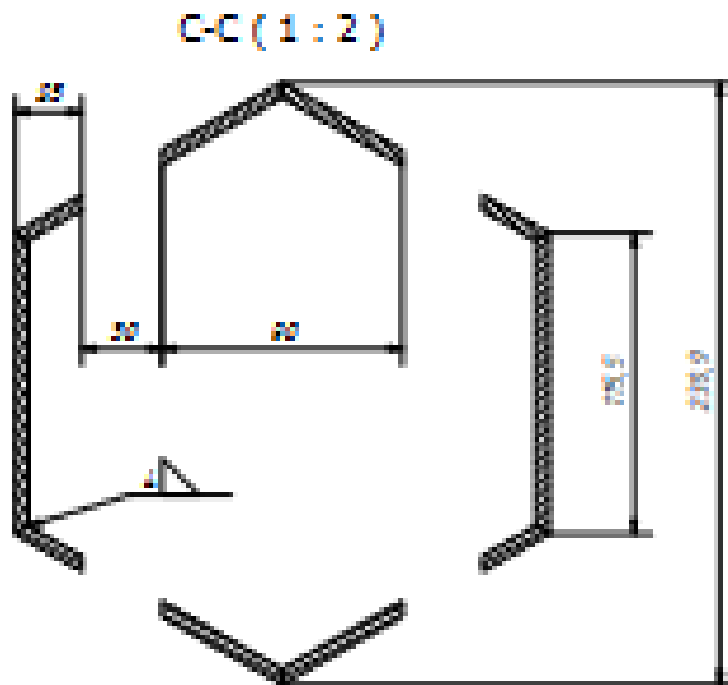
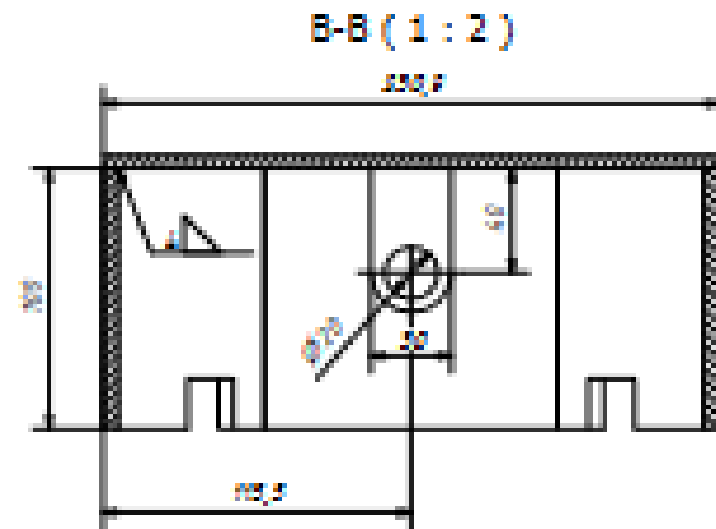
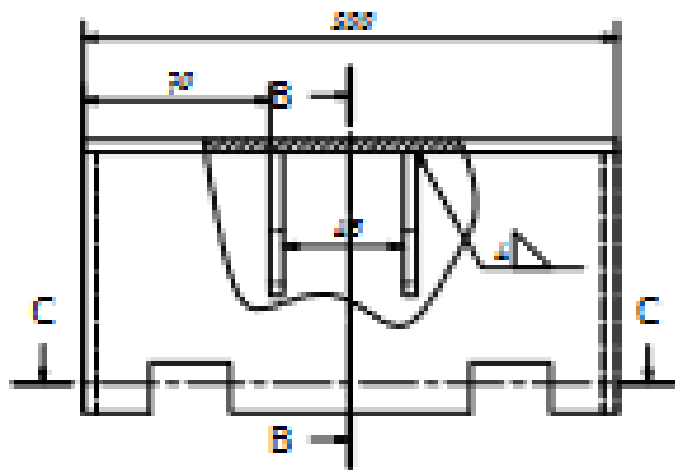


	3.	plate kaki	2.8	standard	400x70x5				
	2.	frame tengah 1 (L)	2.7	standard	400	40x40x3			
	2.	frame miring (□)	2.6	standard	402	40x40x4			
	2.	frame bawah (□)	2.5	standard	300	40x40x4			
	2.	frame kaki (□)	2.4	standard	430	40x40x4			
	7.	frame tengah (L)	2.3	standard	300	40x40x3			
	2.	frame atas (L)	2.2	standard	700	40x40x3			
	6.	frame kaki (L)	2.1	standard	800	40x40x3			
	jumlah	nama bagian	no.bag	bahan	ukuran	ket			
		perubahan	c	f	i				
		a	d	g	j				
		b	e	h	k				
		pemesan			pengganti dari :				
					diganti dengan :				
		RANGKA			Skala	Digambar	01-05-23	Kese Nopri	
					1:2	Diperiksa		Amril R	
						Dilihat			
		POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BABEL					PROYEK AKHIR A3-02		

√ ± 0.02
TOL. SEDANG

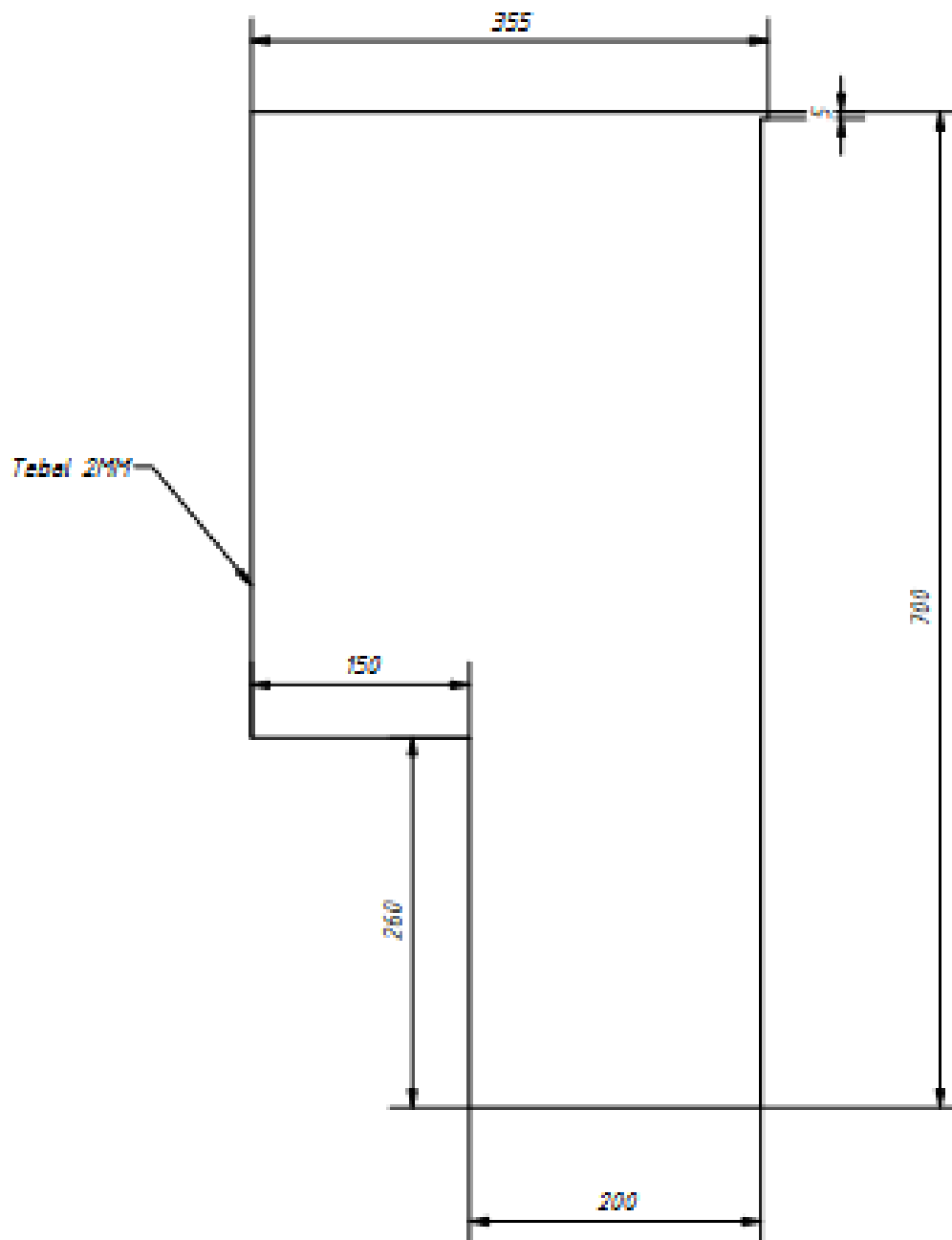



1	base	2.12	steel mild	300x800x5			
1	copper cetakan	2.11	steel mild	230x200x150			
2	stopper tutup	2.10	steel mild	300x12x10			
2	body	2.9	steel mild	350x700x3			
jumlah	nama bagian	no. bag	bahan	ukuran	ket		
perubahan	c	f	i	pemesan	pengganti dari :		
a	d	g	j			digeniti dengan :	
b	e	h	k				
RANGKA				Skala 1:2	Digambar	01-05-23	Kese Nopé
					Diperiksa		Amni.R
					Dilihat		
POLITEKNIK MANUFATUR NEGERI BABEL				 PROYEK AKHIR A3-02			



		Jumlah				Dibuat oleh		Dikontrol oleh		
		Nomor bagian				Tanggal		Revisi		
						Dibuat	Diperiksa			
							Dikontrol			
							Disetujui			
CETAKAN							Date : : / /	Dibuat		
								Dikontrol		
							Disetujui			
POLITEKNIK HANDAPATUR NEGERI BABEL									PROYEK AKHIR AS-05	

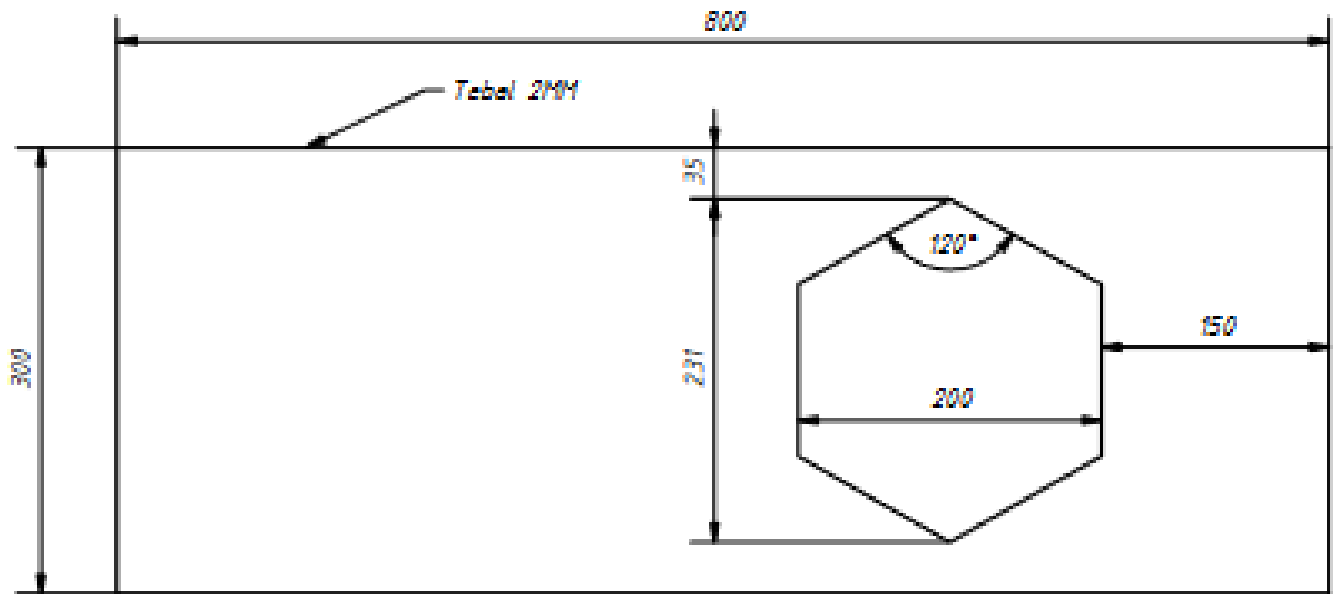
✓ ±0.2
TOL.SEDANG



	2	body				2.9	stainless mild	355x700x2			
jumlah		nama bagian				no.bag	bahan	ukuran	ket		
		perubahan	c	f	i	pemesan		pengganti dari :			
		a	d	g	j			diganti dengan :			
		b	e	h	k						
BODY							Skala 1:5	Digambar	01-05-23	Kasa Nopo	
								Diperiksa		Amril.R	
								Dilihat			
POLITEKNIK MANUFATUR NEGERI BABEL									PROYEK AKHIR A4-2.9		

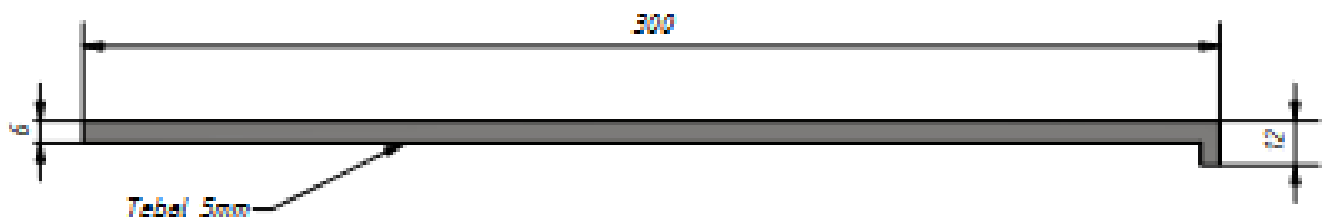
✓ ±0.2


TOL.SEDANG



✓ ±0.2

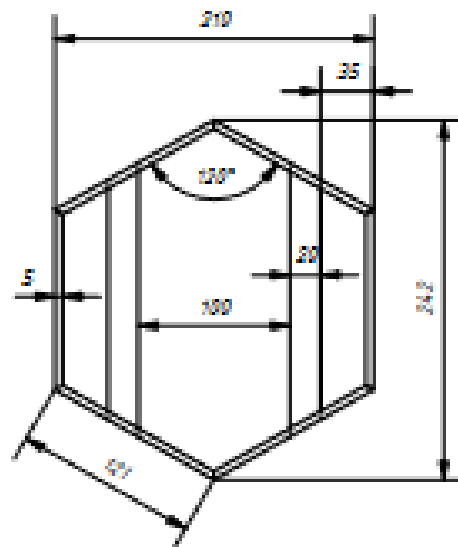
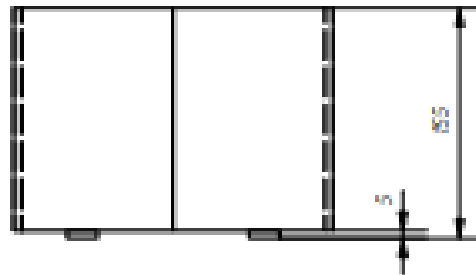
TOL.SEDANG



	1	base			2.12	steli mild	800x300x5			
	2	shopper tutup			2.10	steli mild	300x12x5			
	<i>jumlah</i>	<i>nama bagian</i>			<i>no.bag</i>	<i>bahan</i>	<i>ukuran</i>		<i>ket</i>	
		<i>perubahan</i>	<i>c</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>pemesan</i>		<i>pengganti dari :</i>		
		<i>a</i>	<i>d</i>	<i>g</i>	<i>j</i>					
		<i>b</i>	<i>e</i>	<i>h</i>	<i>k</i>					
		BASE					Skala 1:5 1:2	<i>Digambar</i>	01-05-23	Kasa Nopa
								<i>Diperiksa</i>		Amril.R
								<i>Dilihat</i>		
POLITEKNIK MANUFATUR NEGERI BABEL							PA A4-2.10-2.12			

✓ ±0.02

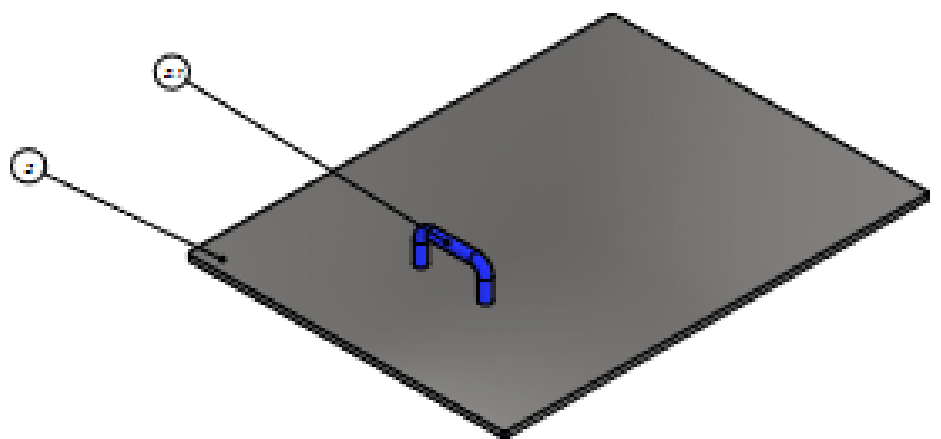
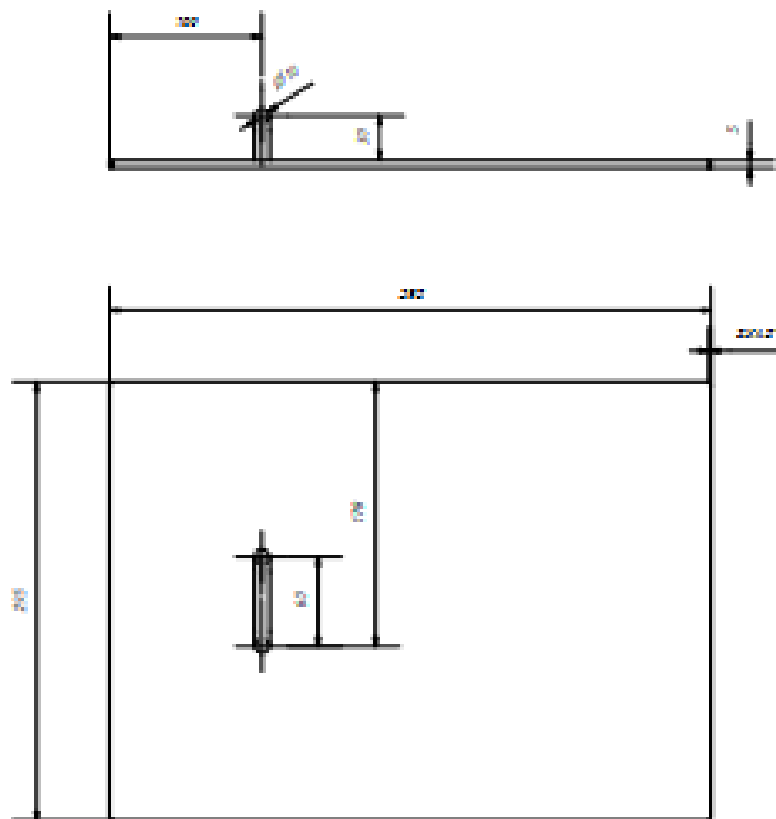
TOL.SEDANG



	1	copper cetakan				2.11	stall mild	242x210x105			
jumlah		nama bagian				no.bag	bahan	ukuran		ket	
		perubahan	c	f	i	pemesan		pengganti dari : diganti dengan :			
		a	d	g	j						
		b	e	h	k						
COPPER CETAKAN							Skala 1:2	Digambar	01-05-23	Kasa Nopa	
								Diperiksa		Amril.R	
								Dilihat			
POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI BABEL									PA A4-02-2.11		

✓ ±0.02

TOL.SEDANG



	1	handle			3.1	-	Ø10x65x30			
	1	plate tutup			3	stainless mild	395x395x5			
jumlah		nama bagian			no.bag	bahan	ukuran		ket	
		perubahan	c	f	i	pemesan	pengganti dari :			
		a	d	g	j		diganti dengan :			
		b	e	h	k					
TUTUP CETAKAN							Skala 1:5	Digambar	01-05-23	Kasa Nopa
								Diperiksa		Amril.R
								Dilihat		
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BABEL								PROYEK AKHIR A4-03		

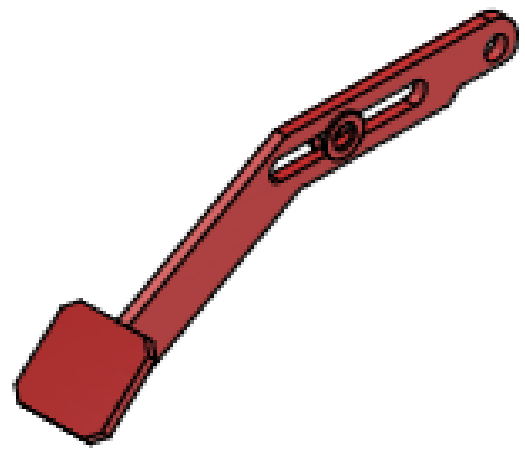
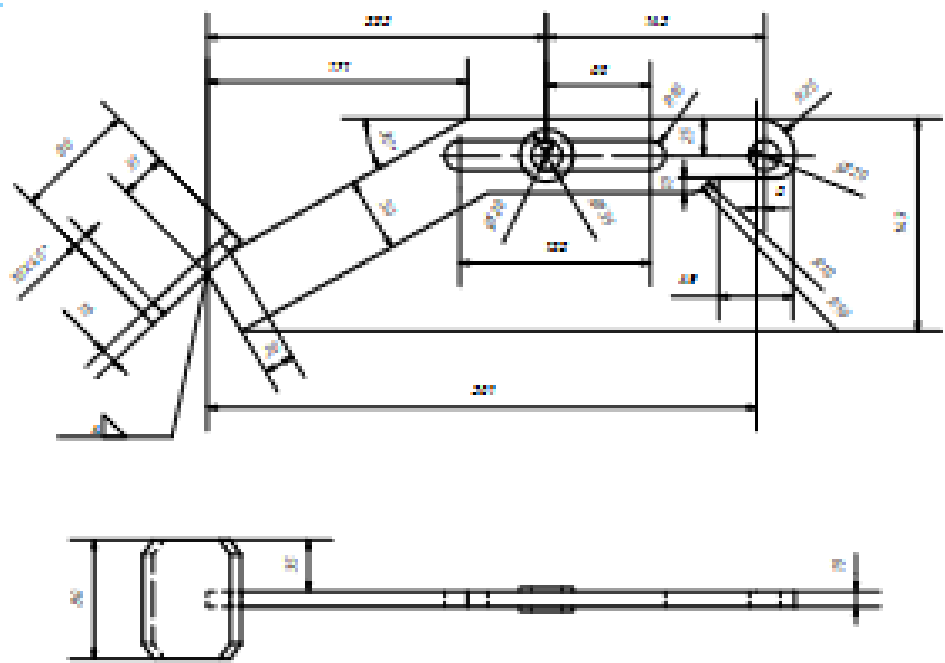
✓ ±0.02


TOL.SEDANG

PROSES

-PENGELASAN

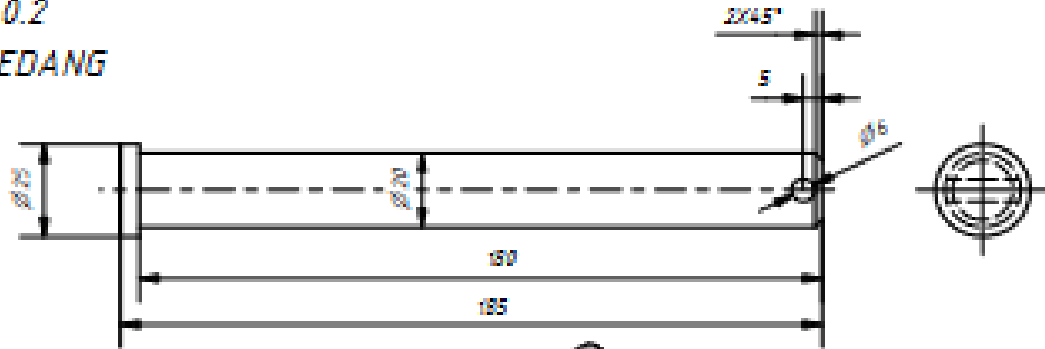
-MILLING



1	plate pengukit		4	stainless mild	361x14.3x20			
jumlah	nama bagian		no.bag	bahan	ukuran	ket		
	perubahan	c	f	i	pemesan	pengganti dari :		
	a	d	g	j				
	b	e	h	k				
	<h1>PLATE PENGUKIT</h1>				Skala 1:5	Digambar	01-05-23	Kese Nopu
						Diperiksa		Amril.R
						Dilihat		
POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI BABEL						PROYEK AKHIR A4-04		

✓ ±0.2

TOL.SEDANG



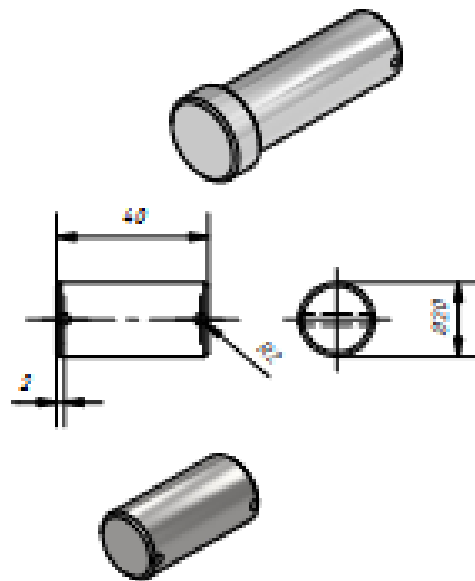
✓ ±0.2

TOL.SEDANG



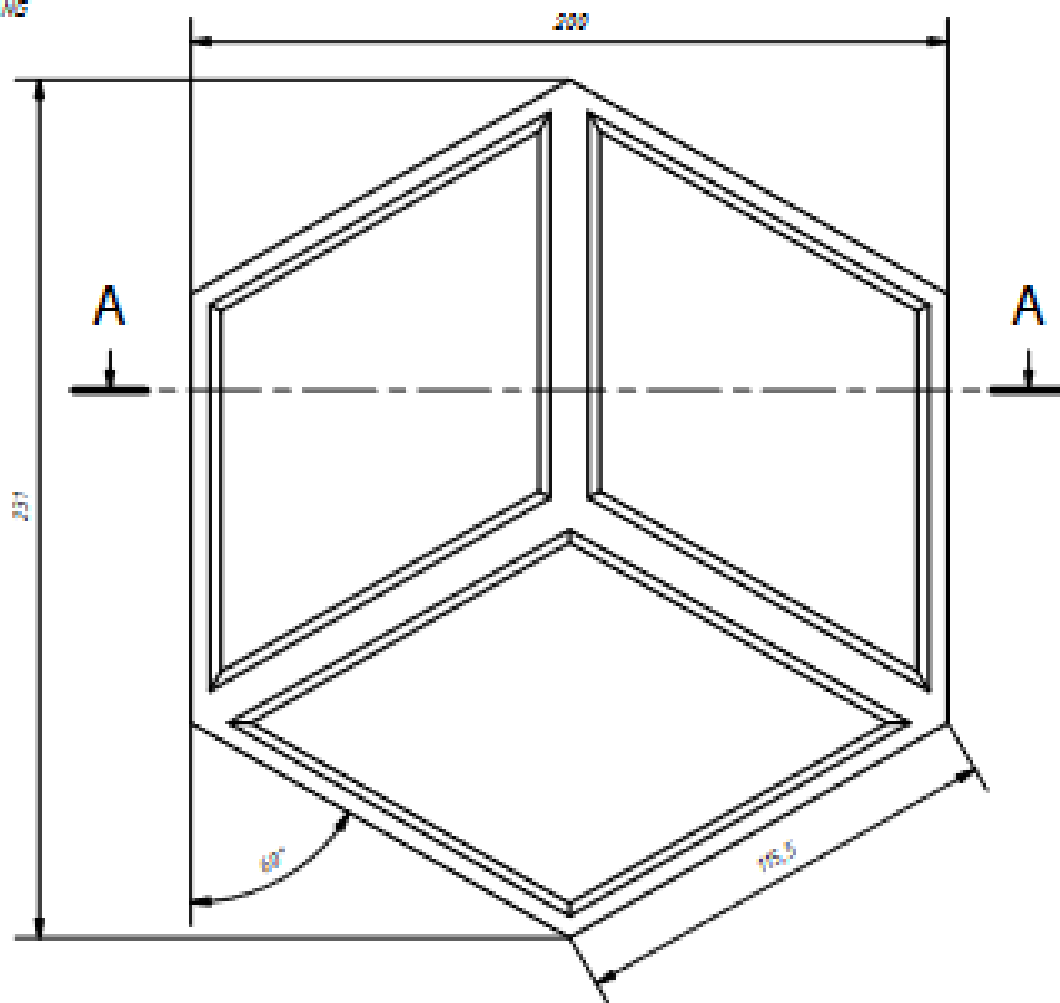
✓ ±0.2

TOL.SEDANG

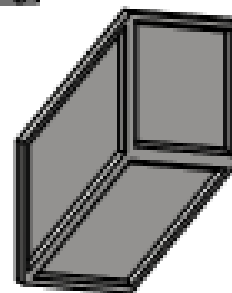
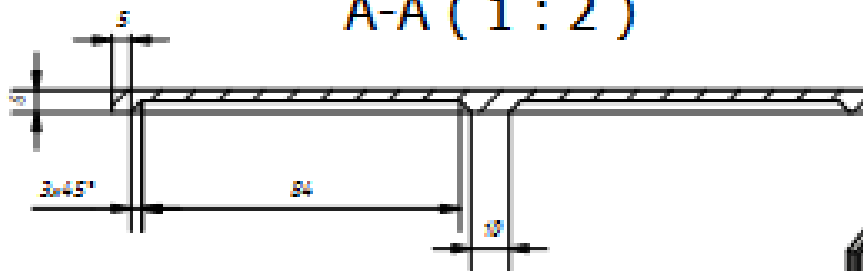


	1	poros 2			9	st-50	Ø25x185			
	1	poros 1			8	st-50	Ø25x65			
	1	poros pengukit			6	st-50	Ø20x40			
jumlah		nama bagian			no.bag	bahan	ukuran		ket	
		perubahan	c	f	i	pemesan	pengganti dari :			
	a	d	g	j	diganti dengan :					
	b	e	h	k						
POROS							Skala 1:2	Digambar	01-05-23	Kasa Nopri
								Diperiksa		Amril.R
								Dilihat		
POLITEKNIK MANUFATUR NEGERI BABEL								PA A4-06-08-09		

✓ ±0.02
TOL SEDANG



A-A (1:2)



1	profil cetakan				7	stainless mild	200x230x6		
jumlah	nama bagian				no.bag	bahan	ukuran	ket	
	perubahan	c	f	i	pemesan		pengganti dari :		
	a	d	g	j			diganti dengan :		
	b	e	h	k			Digambar	01-05-23	
PROFIL CETAKAN							Skala 1:2	Kasa Nop	
								Diperiksa	Amril.R
								Dilihat	
POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI BABEL							PROYEK AKHIR A4-07		



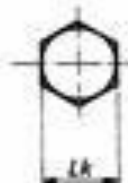
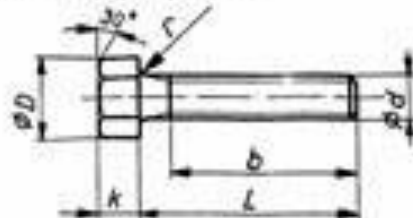
Lampiran 3 Tegangan Ijin Baja

BAHAN	Pembelahan	Kekuatan	Tegangan	Tegangan	Tegangan	Tegangan	$\sigma_{b \text{ ul}}$	$\sigma_{b \text{ ul}}$
		Tarik	lengkuk	Bengkok	Puntir	Puntir	$\sigma_{b \text{ gl}}$	$\sigma_{b \text{ ul}}$
		RM	berganti	berulang	berganti	berulang	4-6	1,73 $\tau_{p \text{ ul}}$
	Rm	$\sigma_{b \text{ gl}}$	$\sigma_{b \text{ ul}}$	$\tau_{p \text{ gl}}$	$\tau_{p \text{ ul}}$	N/mm ²		
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²			
Baja non Paduan DIN St 50 St 60 St 70	Pembe- banan normal	420-500	190	300	110	160	32-47	0,60
		520-600	240	370	140	190	40-52	0,71
		600-700	280	430	160	220	47-70	0,74
		700-850	320	500	190	260	53-80	0,74
Baja harden & Temper DIN 17200 C 22 C 35 C 45 C 60 25 CrMo 4 34 CrMo 4 30 Mn 5 37 MnSi 5 34 CrNiMo 6	Pembe- banan Tinggi	550-650	220	420	160	220	37-55	0,58
		650-800	260	480	150	220	43-65	0,68
		750-900	300	540	190	270	50-75	0,64
		850-1050	340	600	200	320	57-85	0,61
		900-1050	320	470	190	265	53-80	0,70
		1000-1200	360	610	240	337	60-90	0,60
Baja penge- rasan kulit DIN 17210 15 Cr 3 16 Mn 18 CrNi 8	Pembeban- an tinggi & bergesekan	800-950	390	700	260	370	65-100	0,63
		1000-1200	450	800	290	420	75-115	0,62
		1100-1300	550	980	340	570	80-120	0,56
		800-850	320	560	200	250	53-80	0,74
		800-1100	440	780	260	370	73-110	0,69
		1200-1450	640	1080	370	510	105-160	0,73



Lampiran 4 Baut dan Mur

f : seperti Baut kelas PMS-S No 0-01



Lk	D	k	b	d	L
4		1.4	2.5	M2	4
			6	8	
			10	12	
			14	16	
5.5	6.1	2	2.5	M3	4
			6	8	
			10	12	
			14	16	
7	7.7	2.8	6	M4	8
			10	12	
			14	16	
			18	20	
8	8.9	3.5	8	M5	10
			14	16	
			18	20	
			16	30	

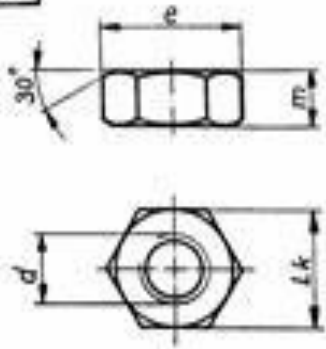
Lk	D	k	b	d	L
10	11	4	7	M6	10
			13	16	
			17	20	
			18	30	
13	14.4	5.5	7	M8	10
			13	16	
			17	20	
			27	30	
13	14.4	5.5	22	40	
			50		
			60		
			60		
17	18.9	7	9	M10	12
			13	16	
			17	20	
			27	30	
17	18.9	7	26	40	
			50		
			60		
			50		

Lk	D	k	b	d	L
17	18.9	7	26	M10	60
			80		
19	21.1	8	16	M12	20
			26	30	
			30	40	
			50	50	
19	21.1	8	60	80	
			80		
			100		
			100		
24	26.7	10	25	M16	30
			35	40	
			40	60	
			80	100	
24	26.7	10	120		
			120		

-		-		-		St	(Lihat tabel)	-		
Jumlah	Nama bagian			Nr bag	Bahan	Ukuran	Keterangan			
III	II	I	Perubahan c	f	f	Cantah pesanan d x L atau d x L/b PMS 0-02	Pengganti dan			
			d	g	g		Dganti dengan			
			e	h	k					
<h2>Baut kepala segienam</h2>							Skala	Digambar	05.05.82	Andi 'at
							%	Dipenka		
							Ditah	15-12-81	K. G.	
 INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG POLITEKNIK MEKANIK SWISS							4 - 2275			

GAJARAN DARI BUKU POLITEKNIK
MEKANIK SWISS - 118 TANPA
DIPERILIZKAN DAN POLITEKNIK
TIDAK DIPRODUKSIKAN MENYALIN
DIPRODUKSI ATAU MENYALIN
TANPA IZIN ATAU DIBAYAR LAIN

PMS 0-20



d	Lk	e	m	No katalog
M 1	2.5	2.9	0.8	
M 1.2	3	3.5	1	
M 1.6	3.2	3.7	1.3	
M 2	4	4.6	1.6	
M 2.5	5	5.8	2	
M 3	5.5	6.4	2.4	0088
M 4	7	8.1	3.2	0104
M 5	8	9.2	4	0120
M 6	10	11.5	5	0132
M 8	13	15	6.5	0148
M 10	17	19.6	8	0164
M 12	19	21.9	10	0180
M 16	24	27.7	13	0196
M 20	30	34.6	16	0212
M 24	36	41.6	19	0220
M 30	46	53.1	24	0228
M 36	55	63.5	29	0236

-		-		ST		(Lihat tabel)		-	
JURUSAN	Nama Bagian			No. Bag.	Bahan	Ukuran	Keterangan		
III II I	Perubahan:	c	f	i	Centok pesanan Mur segi enam normal d PMS 0-20	Pengganti dari: Diganti dengan	Digambar 28.06.84, <i>andhika</i> Diperiksa Diolah		
	0	d	g	j					
	1	e	h	k					
Mur segi enam normal						Skala			
						%			

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
POLITEKNIK MEKANIK SWISS

4 - 1934

No. lembar : Jumlah lembar :



Lampiran 5 SOP Perawatan



KARTU INSPEKSI ALAT PENCETAK *PAVING BLOCK* TIPE HEXAGON
MENGUNAKAN KAKI

No	Bagian	Standar	Metode	Peralatan	Periode			
					H	M	B	T
1	Area kerja		Dibersihkan	Sapu	✓			
2	<i>Hopper</i>		Dibersihkan	Majun dan kuas	✓			
3	Kerangka Mesin	Terhindar dari kontaminasi debu dan kotoran dari sisa material	Dibersihkan	Majun dan kuas	✓			
4	Profil cetakan		Dibersihkan	Kuas dan majun	✓			
5	Tutup cetakan		Dibersihkan	Kuas dan majun	✓			
6	Base cetakan		Dibersihkan	Majun dan kuas	✓			
7	<i>Body</i>		Dibersihkan	Majun dan kuas	✓			
8	Lingkungan kerja		Bersih, nyaman, dan aman	Dibersihkan	Sapu dan majun	✓		
9	<i>Roller</i>	Berputar, kuat, tidak keras	Dibersihkan	Kuas dan majun		✓		
10	Baut pengikat kerangka	Kencang	Dikencangkan	Kunci pas ring			✓	
11	Baut pengikat poros tuas pengungkit	Kencang	Dikencangkan	Kunci pas ring			✓	
12	Baut pengikat hopper	Kencang	Dikencangkan	Kunci pas ring			✓	

Keterangan :

H : Harian

M : Mingguan

B : Bulanan

T : Tahunan

STANDAR PERAWATAN

ALAT PENCETAK *PAVING BLOK* TIPE HEXAGON MENGGUNAKAN
KAKI




No	Bagian	Keterangan
1	Cetakan	<ul style="list-style-type: none">• Periksa profil cetakan agar selalu dalam kondisi tidak retak / pecah.
2	Wadah cetakan	<ul style="list-style-type: none">• Bersihkan seluruh bagian dalam wadah, dinding pada wadah dan sudut wadah dari sisa - sisa semen yang menempel lalu bersihkan dengan kuas agar menghindari mengerasnya tumpukan semen.
3	<i>Roller</i>	<ul style="list-style-type: none">• Periksa putaran <i>roller, roller</i> yang baik tidak keras, aus dan longgar.
4	Kesumbuan poros	<ul style="list-style-type: none">• Periksa kesumbuan poros dalam kondisi sejajar.



Lampiran 6 SOP Penggunaan Alat

STANDARD OPERATIONAL PROCEDUR (SOP)

ALAT PENCETAK *PAVING BLOCK* TIPE HEXAGON MENGGUNAKAN KAKI

No	Pengoperasian Alat	Gambar Pengoperasian
1	Masukan campuran material ke dalam <i>hopper</i>	 A person wearing glasses and a blue shirt is pouring a mixture of material into a large metal hopper. The hopper is mounted on a metal stand.
2	Setelah <i>hopper</i> terisi, kemudian tarik <i>hopper</i> ke dalam cetakan <i>paving block</i> secara berulang agar adonan terisi secara merata	 A person is tilting a large metal hopper to pour material into a rectangular metal mold. The mold is placed on a table.
3	Setelah adonan masuk ke cetakan, bersihkan ceceran adonan agar tidak mengganggu proses pencetakan. Tutup cetakan menggunakan penutup cetakan untuk segera dilakukan pengepresan.	 A person is cleaning the metal mold with a brush. In the background, another person is working at a table. The mold is on a metal stand.

-
- 4 Kemudian lakukan pengepresan *paving block* dengan menggunakan kaki dengan cara menekan tuas penekan ke atas sejajar dibawah permukaan tutup



-
- 5 Setelah proses pengepresan *paving block*, tarik penutup cetakannya



-
- 6 Keluarkan hasil cetakan dengan cara menekan pengungkit ke atas dengan menggunakan kaki



-
- 7 Angkat *paving block* menggunakan triplek, setelah itu balikkan *paving block* dengan posisi profil cetakan berada di atas



-
- 8 Hasil pencetakan *paving block*





Lampiran 7 Penilaian Aspek Teknis

PENILAIAN ASPEK TEKNIS

• Kriteria Penilaian

No	Tuntutan	Kriteria
1	Mudah dioperasikan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak terlalu menguras tenaga saat proses pencetakan. 2. Operator tidak harus berpindah-pindah tempat saat proses pengoperasian alat. 3. Dapat dioperasikan menggunakan satu kaki.
2	Waktu produksi	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dapat mencetak 2 produk dalam waktu 1 menit.
3	Perawatan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tidak memerlukan tenaga ahli khusus. 2. Dapat dilakukan perawatan mandiri.
4	Manufaktur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Proses manufaktur komponen dapat menggunakan mesin dan peralatan di bengkel terdekat. 2. Proses manufaktur komponen mudah dengan waktu yang singkat.
5	Komponen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Komponen standar dan dapat dibeli dengan harga terjangkau.

• Rentang Nilai dan Bobot

No	Tuntutan	Rentang Nilai	Bobot
1	Mudah dioperasikan	1. Kriteria terpenuhi	1
		2. Kriteria terpenuhi	2
		3. Kriteria terpenuhi	3
2	Waktu produksi	Dapat mencetak 2 produk dalam waktu 1 menit.	1
3	Perawatan	1. Kriteria terpenuhi	1
		2. Kriteria terpenuhi	2
4	Manufaktur	1. Kriteria terpenuhi	1

	2. Kriteria terpenuhi	2
5	Komponen standar dan dapat dibeli dengan harga terjangkau.	1

- Penilaian Setiap Varian Konsep

Kriteria	Kriteria		
	A1	A2	A3
T1	Kriteria 1 terpenuhi	Kriteria 1,2,3 terpenuhi	Kriteria 1 terpenuhi
Score	1	3	1
T2	Dapat mencetak 2 produk dalam waktu 1 menit.	Dapat mencetak 2 produk dalam waktu 1 menit.	Dapat mencetak 2 produk dalam waktu 1 menit.
Score	1	1	1
T3	Kriteria 1 dan 2 terpenuhi	Kriteria 2 terpenuhi	Kriteria 1 terpenuhi
Score	2	1	1
T4	Kriteria 1 dan 2 terpenuhi	Kriteria 1 dan 2 terpenuhi	Kriteria 1 terpenuhi
Score	2	2	1
T5	Komponen standar dan dapat dibeli dengan harga terjangkau	Komponen standar dan dapat dibeli dengan harga terjangkau	Komponen standar dan dapat dibeli dengan harga terjangkau
Score	1	1	1