



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SOLUSI BANGUN
INDONESIA**

PNJ - PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA

**RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK 3D *PRINTER*
MORTAR 1X1X1M**

LAPORAN TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Oleh:

MUHAMMAD TOMY ADAM

NIM. 1802315028

PROGRAM EVE

**KERJASAMA PNJ - PT. SOLUSI BANGUN INDONESIA
JURUSAN TEKNIK MESIN - PROGRAM STUDI D3 TEKNIK MESIN
KONSENTRASI REKAYASA INDUSTRI
JULI, 2021**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PERSETUJUAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK 3D PRINTER MORTAR 1X1X1M

Naskah Tugas Akhir ini dinyatakan siap untuk melaksanakan ujian Tugas Akhir.

Oleh:

Muhammad Tomy Adam NIM. 1802315028

Pembimbing I

Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc.
NIP. 197512220081210003

Pembimbing II

Djoko Nursanto
NIK. 62500178

Pembimbing III

Ahmad Suhandi
NIK. 62501359



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK 3D PRINTER MORTAR 1X1X1M

Oleh:

Muhammad Tomy Adam NIM. 1802315028

Tugas Akhir ini telah disidangkan pada tanggal 27 Juli 2021

Dan sesuai dengan ketentuan

Tim Penguji

Ketua	:	Dr. Sonki Prasetya, S.T., M. Sc. NIP. 197512222008121003	:		:
Anggota 1	:	Hasvienda Muhammad Ridlwan, S.T., M.T. NIP. 199012162018031001	:		:
Anggota 2	:	Priyatno NIK. 62102437	:		:
Anggota 3	:	Triaksono Hadi NIK. 62500309	:		:


Narogong, 27 Juli 2021

Disahkan oleh:

Ketua Jurusan Teknik Mesin

Koordinator EVE Program


Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T.
NIP. 197707142008121005


Priyatno
NIK. 62102437



LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Tomy Adam

NIM : 1802315028

Program Studi : D3 – Teknik Mesin

menyatakan bahwa yang dituliskan di dalam Laporan Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri bukan jiplakan (plagiasi) karya orang lain baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat, gagasan, atau temuan orang lain yang terdapat di dalam Laporan Tugas akhir telah saya kutip dan saya rujuk sesuai dengan etika ilmiah. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Bogor, 27 Juli 2021



Muhammad Tomy Adam

NIM. 1802315028

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala, atas Rahmat dan Karunia-Nya tugas akhir ini dapat diselesaikan. Penulisan tugas akhir merupakan salah satu syarat kelulusan untuk mencapai Diploma III di jurusan Teknik Mesin, kerjasama Politeknik negeri Jakarta dengan PT. Solusi Bangun Indonesia, EVE Program. Tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, tidak akan mudah untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Dengan rasa hormat, ucapan terima kasih disampaikan kepada:

1. Bapak Dr. sc. H. Zainal Nur Arifin, Dipl-Ing. HTL., M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Jakarta.
2. Ibu Reni Wulandari, selaku General Manager PT Solusi Bangun Indonesia Tbk, Narogong Plant.
3. Bapak Dr. Eng. Muslimin, S.T., M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Jakarta.
4. Bapak Priyatno selaku Kepala Program EVE PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk. dan Bapak Djoko Nursanto selaku Koordinator Program EVE Narogong, yang telah memfasilitasi selama proses pendidikan.
5. Bapak Dr. Sonki Prasetya, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dalam penyelesaian Tugas akhir ini.
6. Bapak Djoko Nursanto sebagai Superintendent, Bapak Ahmad Suhandi, Bapak Abdullah Arifin sebagai Anggota EVE Team, PT. Solusi Bangun Indonesia Tbk yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membantu pelaksanaan tugas akhir.
7. Mahasiswa EVE yang telah membantu selama penelitian ini berlangsung di EVE Program dan seluruh rekan-rekan EVE seperjuangan angkatan 14, kakak dan adik kelas EVE 12, 13,15 dan 16.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Akhir kata, diharap semoga Allah SWT membalas semua kebaikan dan bantuan yang diterima. Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari sempurna. Oleh sebab itu penulis mengharapkan kritik dan saran. Semoga laporan ini bisa bermanfaat bagi para pembaca.

Bogor, 27 Juli 2021

Penulis,

Muhammad Tomy Adam
NIM. 1802315028





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK.....	vi
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Lokasi.....	4
1.6 Metode Penyelesaian Masalah	4
1.7 Manfaat	4
1.8 Sistematika Penulisan	5
1.8.1 Bab I Pendahuluan	5
1.8.2 Bab II Tinjauan Pustaka	5
1.8.3 Bab III Metodologi.....	5
1.8.4 Bab IV Pembahasan dan Hasil	5
1.8.5 Bab V Kesimpulan dan Saran	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Kajian Literatur Ilmiah.....	6



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.1.1	3D Printing	6
2.1.2	3D Printing Mortar	10
2.2	Kajian Teori	14
2.2.1	Teori <i>Von Mises</i>	14
2.2.2	Sifat Bahan	15
2.2.3	Faktor Keamanan (<i>Factor of Safety</i>)	16
2.2.4	Pembebanan	17
2.2.5	Teori Tegangan Bengkok	19
2.2.6	Teori Tegangan Puntir	20
2.3	Kajian Komponen Pendukung	22
2.3.1	<i>Software Solidworks</i>	22
2.3.2	Pompa.....	23
2.3.3	Extruder.....	24
BAB III METODOLOGI.....		25
3.1	Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	25
3.2	Penjelasan Diagram Alir Pelaksanaan Tugas Akhir	26
3.2.1	Observasi Objek	26
3.2.2	Kebutuhan Konsumen	33
3.2.3	Studi Literatur	34
3.2.4	Diskusi.....	35
3.2.5	Perencanaan.....	36
3.2.6	Perancangan	40
3.2.7	Realisasi Rancang dan Pembangunan	58
3.2.8	Uji Coba dan Hasil Pengamatan.....	67
3.3	<i>Standard Operating Procedure</i>	67
BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL		69
4.1	Analisis Pemilihan Komponen dan Desain.....	69
4.1.1	Analisis Kebutuhan	69
4.1.2	Analisis Mesin 3D Printer Mortar	71
4.1.3	Analisis <i>Extruder Screw</i> Mortar.....	87
4.1.4	Analisis Pompa <i>Screw</i> Mortar.....	88
4.2	Analisis Perhitungan	91



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.1	Perhitungan Beban Statis Material.....	91
4.2.2	Perhitungan Torsi.....	98
4.3	Uji Coba dan Pengamatan.....	100
4.3.1	Pengujian Bahan Pipa Galvanis ¾”.....	100
4.3.2	Pengujian Ketahanan.....	103
4.3.3	Pengujian Kinerja.....	107
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		112
5.1	Kesimpulan.....	112
5.2	Saran.....	113
DAFTAR PUSTAKA.....		114





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Sejarah 3D Printing [8]	7
Gambar 2. 2 Perkembangan 3d printing pada filamen plastik [10].	8
Gambar 2. 3 Proses alur 3D printing.....	10
Gambar 2. 4 Mesin 3d printing dari perusahaan eropa COBOD [13]	10
Gambar 2. 5 Hasil karya perusahaan Winsun Shanghai Cina[14].	11
Gambar 2. 6 Efisiensi pada 3d printer mortar[8]	13
Gambar 2. 7 Komputasi <i>FoS</i> pada <i>software</i> solidwoks	17
Gambar 2. 8 Gaya pada beban tarik	18
Gambar 2. 9 Gaya pada beban tekan.....	18
Gambar 2. 10 Beban geser pada kedua benda.....	18
Gambar 2. 11 Benda mengalami beban bengkok.....	19
Gambar 2. 12 Beban puntir pada suatu benda	19
Gambar 2. 13 Benda mengalami momen bengkok [19]	19
Gambar 2. 14 Momen puntir pada benda poros [19]	21
Gambar 2. 15 Logo <i>Software</i> solidworks[20]	23
Gambar 2. 16 Kerja pompa[21]	24
Gambar 2. 17 Skema dari extruder barrel[22]	24
Gambar 3. 1 Diagram alir pelaksanaan tugas akhir	25
Gambar 3. 2 Mesin 3D Printer Mortar model ARM [24]	27
Gambar 3. 3 Mesin 3D Printer jenis Delta [26]	28
Gambar 3. 4 Mesin 3D Printer jenis Circular ARM [27].....	28
Gambar 3. 5 Mesin 3D Printer jenis Gantry [28].....	29
Gambar 3. 6 Gambar visualisasi dari perbedaan metode 3D Printing [29]	30
Gambar 3. 7 Prinsip kerja 3d printing	31
Gambar 3. 8 Diagram perancangan mesin 3D Printer Mortar	41
Gambar 3. 9 Linear bearing dan pipa pejal besi sebagai landasan sumbu Z.	45
Gambar 3. 10 U shape roller bearing dan pipa hollow untuk landasan sumbu X dan Y.....	46
Gambar 3. 11 Sistem penggerak <i>leadscrew & nut</i> untuk gerakan sumbu Z.....	47



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 3. 12 Sistem penggerak <i>chain & sprocket</i> untuk gerakan sumbu X dan Y.	47
Gambar 3. 13 Komponen utama pada mesin 3d printer mortar	48
Gambar 3. 14 Perancangan dari Extruder Feeder Mortar	51
Gambar 3. 15 Housing extruder feeder	52
Gambar 3. 16 Screw Extruder Feeder versi 1	53
Gambar 3. 17 Screw Extruder Feeder versi 2	53
Gambar 3. 18 Nozzle Extruder Feeder	54
Gambar 3. 19 Komponen utama pada pompa mortar	56
Gambar 3. 20 Desain model pompa mortar versi 1	57
Gambar 3. 21 Desain model pompa mortar versi 2	58
Gambar 3. 22 Hasil pembuatan kerangka dasar mesin 3d printer mortar	59
Gambar 3. 23 Pemasangan lintasan sumbu X menggunakan pipa galvanis	60
Gambar 3. 24 Proses pembuatan kerangka gantry pada mesin 3d printer mortar.	61
Gambar 3. 25 Pemasangan roller pada kerangka gantry	61
Gambar 3. 26 Hasil pemasangan pada sumbu Y dan Z serta support extruder	62
Gambar 3. 27 Fabrikasi <i>screw extruder</i> versi 1	64
Gambar 3. 28 Produk mata bor tanah <i>screw</i> sebagai versi 2	64
Gambar 3. 29 Proses pengecatan setelah selesai fabrikasi komponen	65
Gambar 3. 30 Hasil pembuatan pompa mortar versi 1	66
Gambar 3. 31 Hasil pembuatan pompa mortar versi 2	66
Gambar 3. 32 input proses output pada 3d printer mortar	67
Gambar 4. 1 Diagram Konsep Perancangan	70
Gambar 4. 2 Diagram radar pembobotan jenis mesin 3D printer Mortar	74
Gambar 4. 3 Penentuan dimensi pada mesin 3d printer mortar	75
Gambar 4. 4 Diagram Radar pada bahan kerangka mesin 3d printer mortar	78
Gambar 4. 5 Besi profil siku dengan ukuran 65 pada A dan 40 pada B	79
Gambar 4. 6 Visual dari masing – masing sumbu	80
Gambar 4. 7 Diagram radar pada jenis komponen landasan	83
Gambar 4. 8 Diagram radar pada jenis transmisi daya mesin 3d printer mortar	86
Gambar 4. 9 Masalah pada screw versi 1	88



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Gambar 4. 10 Dimensi versi 1 dengan versi 2 screw pompa mortar.....	89
Gambar 4. 11 Busa ati pada pompa mortar versi 2	90
Gambar 4. 12 Hasil akhir pada pompa mortar versi 2	90
Gambar 4.13 Kalkulasi massa pada mesin 3d printer mortar dengan solidworks	92
Gambar 4.14 Kalkulasi massa pada gantry 3d printer mesin dengan solidworks.	93
Gambar 4.15 Penerimaan gaya berat dari kedua tumpuan landasan sumbu X	94
Gambar 4.16 Hasil uji <i>Stress</i> Pipa galvanis $\frac{3}{4}$ inch pada <i>software</i> solidworks simulasi	94
Gambar 4.17 Hasil uji <i>Displacement</i> Pipa galvanis $\frac{3}{4}$ inch pada solidworks simulasi	95
Gambar 4.18 Hasil uji <i>Stress</i> besi pejal silinder pada solidworks simulasi.....	96
Gambar 4.19 Hasil uji <i>Displacement</i> besi pejal silinder pada solidworks simulasi	97
Gambar 4. 20 Mencari nilai l pada sprocket	98
Gambar 4. 21 Pengukuran posisi tanpa beban	101
Gambar 4. 22 Hasil pengukuran tanpa beban	102
Gambar 4. 23 Pengukuran posisi dengan beban gantry	102
Gambar 4. 24 Hasil pengujian dengan beban gantry	103
Gambar 4. 25 Pengukuran RPM pada jenis 25cm X dan Y.....	105
Gambar 4. 26 Grafik rpm pada sumbu X.....	106
Gambar 4. 27 Grafik rpm pada sumbu Y	106
Gambar 4. 28 Form pengujian 3d printer mortar	108
Gambar 4. 29 Pembuatan desain objek persegi menggunakan Skechup <i>software</i>	108
Gambar 4. 30 Proses printing objek persegi 300mm berlangsung.....	109
Gambar 4. 31 Hasil print percobaan pertama objek persegi 300mm.....	110
Gambar 4. 32 Uji coba <i>printing</i> dengan dimensi 60x30x30 cm	110
Gambar 4. 33 Objek melingkar membentuk tabung	111



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3 1 RAB pada mesin 3D printer Mortar prototype 1x1x1m.	37
Tabel 4 1 hasil penilaian jenis mesin 3d printer mortar	72
Tabel 4 2 Pembobotan jenis mesin 3d printer mortar	73
Tabel 4 3 Hasil Penilaian bahan kerangka mesin.....	76
Tabel 4 4 Pembobotan bahan kerangka mesin 3d printer mortar.....	77
Tabel 4 5 Hasil penilaian komponen landasan.....	81
Tabel 4 6 Pembobotan jenis komponen landasan gerak mesin.....	82
Tabel 4 7 Penilaian pada jenis transmisi daya	84
Tabel 4 8 Nilai pembobotan pada jenis transmisi daya	85
Tabel 4 9 tabel parameter yang akan digunakan untuk analisis.....	104
Tabel 4 10 Tabel nilai rpm pada sumbu X.....	105
Tabel 4 11 Tabel nilai rpm pada sumbu Y	105

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA



RANCANG BANGUN SISTEM MEKANIK 3D PRINTER MORTAR 1X1X1 M

Muhammad Tomy Adam^{1,2}, Sonki Prasetya¹, Djoko Nursanto², Ahmad Suhandi²

1. Program Studi Teknik Mesin - EVE, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424
2. EVE Workshop, PT Solusi Bangun Indonesia Tbk Narogong Plant.
tomy.eve14lafargeholcim@gmail.com, sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id, djoko.nursanto@sig.id,
ahmad.suhandi@sig.id

ABSTRAK

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk mengakui bahwa teknologi 3D printer mulai berkembang pada skala industri konstruksi, 3D printer mortar merupakan penggabungan teknologi otomasi digital dengan teknologi material mortar semen. Problema yang akan dihadapi adalah teknologi 3D printer mortar membutuhkan biaya yang tidak sedikit karena masih dalam proses perkembangan khususnya pada negara Indonesia, hal ini yang mendorong penulis untuk membangun suatu mesin 3D printer mortar dengan fokus pada sistem mekanis yang dapat berfungsi optimal. Tujuan dari penelitian ini adalah dapat memberikan capaian positif kepada PT Solusi Bangun Indonesia Tbk dengan mewujudkan mesin 3D printer mortar 1x1x1m. Metode yang digunakan pada sistem mekanis mesin 3D printer mortar harus secara sistematis dan ilmiah, hal ini untuk dapat tercapainya tujuan dalam membangun suatu mesin 3D printer mortar dan menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan dengan menggunakan metode secara struktural. Seperti penentuan jenis mesin, penentuan material pada rangka mesin, penentuan transmisi daya, serta simulasi perancangan dengan software Solidworks. Pada penelitian ini, rancang bangun mesin 3D printer dengan skala 1x1x1m berhasil dibuat dengan jenis Certasian atau Gantry yang memiliki sumbu yaitu X, Y dan Z serta memiliki bobot mesin sebesar 84 kg, mesin ini mampu digunakan pada kecepatan travel di atas 25mm/s, bahan kerangka yang digunakan adalah bahan besi dengan profil siku 40x40x4 dan 65x65x6mm. Membuat sarana pendukung seperti extruder feeder sebagai pengatur keluaran mortar pada nozzle diameter 25mm dengan sistem dorong screw diameter 40mm dan pompa mortar sebagai pemasok mortar menuju extruder feeder dengan kapasitas hopper adalah 30kg mortar mix dengan sistem dorong screw diameter 40mm pada Rpm 68 sehingga didapat keluaran material mortar sebesar 1070 gr/menit.

Kata Kunci: 3D Printing, 3D Printing Mortar, Extruder, Pompa Mortar, Software Solidworks.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

MECHANICAL SYSTEM DESIGN 3D PRINTER MORTAR 1X1X1 M

Muhammad Tomy Adam^{1,2}, Sonki Prasetya¹, Djoko Nursanto², Ahmad Suhandi²

1. Mechanical Engineering Study Program – EVE, Department of Mechanical Engineering, State Polytechnic of Jakarta, UI Depok Campus, 16424.
2. EVE Workshop, PT Solusi Bangun Indonesia Tbk. Narogong Plant.
tomy.eve14lafargeholcim@gmail.com, sonki.prasetya@mesin.pnj.ac.id, djoko.nursanto@sig.id,
ahmad.suhandi@sig.id

ABSTRACT

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk participate to develop 3D printer technology on the construction industry scale. 3D mortar printer is a combination of digital automation technology with cement mortar material technology. The problem that appears in 3D mortar printer technology requires high financial investment. It is still in the process of development especially in Indonesia, this is what prompted the author to build a 3D mortar printer machine with a focus on mechanical systems that can function optimally. The purpose of this research is to provide positive achievements to PT Solusi Bangun Indonesia Tbk by realizing a 1x1x1m mortar 3D printer machine. The method used in the mechanical system of the 3D mortar printer machine must be systematic and scientific, this is to achieve the goal of building a 3D mortar printer machine and solving problems that have been formulated using structural methods. Such as determining the type of engine, determining the machine frame material, determining the power transmission, and simulating the design using solidworks software. In this study, the design of a 3D printer machine with a scale of 1x1x1m was successfully made with the Certasian or Gantry type which has X, Y and Z axes and has a machine weight of 84 kg, this machine can be used at travel speeds above 25mm/s, the frame material used is iron with 40x40x4 and 65x65x6mm right angle of profiles. The supporting facilities such as an extruder feeder as the regulator of mortar output is a 25mm of diameter nozzle with a 40mm of diameter screw thrust system. A mortar pump as a mortar supplier to an extruder feeder with a hopper capacity of 30kg mortar mix with a 40mm of diameter screw drives the system at 68 rpm. Therefore, mortar material output can be obtained at the speed 1070 gr/minute.

Keywords: 3D Printing, 3D Printing Mortar, Extruder feeder, Pump of Mortar, Solidworks Software.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

PT Solusi Bangun Indonesia Tbk merupakan perusahaan yang bergerak di bidang manufaktur pembuatan semen. PT Solusi Bangun Indonesia Tbk menjadi salah satu pabrik semen yang memiliki konsistensi yang baik serta mendukung kemajuan di bidang mortar pembangunan[1], karena dalam pembangunan terdapat komponen semen sebagai komponen utama pada bidang mortar. Industri mortar merupakan suatu lokomotif dari pembangunan fisik yang berdampak signifikan terhadap ekonomi suatu negara [2].

1.1 Latar Belakang

Lahirnya teknologi dengan basis informasi dan data pada bidang mortar memberikan pengaruh metode pembangunan dan sudut pandang para pelakunya. Pelaku yang terlibat dalam industri mortar harus memanfaatkan teknologi sebaik mungkin, serta tetap mempertimbangkan penggunaan sumber daya alam secara efektif dan efisien.

Akan tetapi industri mortar mengalami penurunan selama beberapa tahun, karena produktivitasnya yang kurang baik dibandingkan dengan sektor industri lain. Menurut prof. Jay Sanjayan mengatakan bahwa sektor pertanian dan industri manufaktur telah meningkatkan produktivitas sebesar 10-15 kali lebih tinggi dari tahun 1950-an, dibandingkan dengan industri mortar saat ini masih sama seperti 80 tahun yang lalu[3]. Artinya sebagian besar industri mortar masih dilakukan secara manual serta *overwork* dan *overtime* pada pekerja mortar.

Perkembangan teknologi global yang saat ini sedang hangat-hangatnya yaitu revolusi industri 4.0 yang mengadopsi teknologi baru pada industri mortar. Perkembangan di dunia mortar menjadi semakin menarik untuk diikuti ketika cara konvensional mulai ditinggalkan sedikit demi



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sedikit dan mulai beralih ke cara baru yang lebih efisien[4]. Salah satu teknologi yang mengadopsi pada industri mortar adalah mesin *3D Printer*.

Saat ini terdapat banyak teknik manufaktur yang dapat diaplikasikan, namun pada umumnya metode manufaktur tradisional itu hanya mengurangi bahan dalam bahasa inggris disebut *Material Removal Process (MRP)*, seperti mesin bubut, mesin frais maupun mesin *CNC*. Berbeda dengan *3D Printer* yang pertama kali diperkenalkan pada tahun 1987, *3D Printer* menggunakan konsep kerja manufaktur aditif (*AM*) yang artinya memiliki prinsip menambahkan bahan dengan cara lapisan demi lapisan [5].

Teknologi *3D Printer* mulai berkembang pada skala industri mortar, *3D Printer* mortar merupakan penggabungan teknologi otomasi digital dengan teknologi material untuk memungkinkan mortar dalam bentuk bebas tanpa menggunakan cetakan beton dan dapat meningkatkan ekspresi desain arsitektur [6]. Akan tetapi dalam berinvestasi teknologi *3D printer* mortar membutuhkan biaya yang tidak sedikit, hal ini yang mendorong penulis untuk membangun suatu mesin *3D printer* mortar dengan fokus kepada sistem mekanis yang berfungsi optimal, melakukan percobaan tanpa batas mengenai desain – desain product yang diramalkan trend pasar dari 3d printer mortar meningkat dan dapat menganalisa dari karakteristik dari formula mortar yang sedang dikembangkan.

Dalam penulisan tugas akhir *3D Printer* mortar ini, terdapat dua pokok pembahasan yang terdiri dari pembahasan mekanik dan pembahasan elektrik. Namun pada tugas akhir ini penulis fokus pada pembahasan sistem mekanik dimana penulis akan merancang dan membangun sebuah mesin *3D printer* mortar serta alat-alat pendukungnya, sehingga penelitian dan pengembangan yang mendukung kemajuan pada bidang mortar oleh PT Solusi Bangun Indonesia Tbk dapat terwujud.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka dapat dirumuskan permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini adalah:

- a. Merancang dan membangun sistem mekanik mesin *3D Printer* mortar berdimensi cetak 1x1x1m.
- b. Merancang dan membangun sistem mekanik alat *Concrete Pump* sebagai pengatur masukan menuju *feeder extruder*.
- c. Merancang dan membangun sistem mekanik alat *feeder extruder* sebagai pengatur keluaran material semen mortar pada 3d printer mortar.

1.3 Tujuan

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah dapat merancang bangun mesin 3d printer mortar 1x1x1m dengan fokus pada sistem mekanik dari mesin tersebut.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dalam penyelesaian tugas akhir sebagai berikut:

- a. Menentukan komponen mekanik pada mesin *3D printer* mortar dengan skala cetak 1x1x1m.
- b. Membangun sarana pendukung agar *3D printer* mortar dengan skala cetak 1x1x1m berfungsi optimal.
- c. Membuat mesin *3D printer* mortar yang dapat membuat objek cetak beraneka bentuk.

1.4 Batasan Masalah

Pada tugas akhir ini, penulis membahas mengenai:

- a. Tidak melakukan perhitungan dan tes kekuatan dari mortar atau filament yang digunakan.
- b. Tidak melakukan formulasi mortar.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- c. Tidak membahas sistem perangkat lunak & *electrical* pada penulisan tugas akhir
- d. Fokus pada proses perancangan dan pembangunan terkait dengan mekanik.

1.5 Lokasi

Tugas akhir ini dilaksanakan pada salah satu area departemen *Research and Development* PT Solusi Bangun Indonesia Tbk, dan dalam melakukan proses perancangan dan pembangunan dilakukan di *EVE Workshop*.

1.6 Metode Penyelesaian Masalah

Pada Tugas Akhir ini Metode yang penulis gunakan yaitu kajian identifikasi masalah, perancangan, pengujian, serta analisis data-data yang berhubungan dengan perancangan maupun masalah yang ada. Dalam proses perancangan penulis menggunakan software *solidworks* untuk melakukan desain sesuai perhitungan yang optimum serta berfungsi dengan baik.

1.7 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari Perancangan dan Pembangunan *3D Printer* mortar adalah:

- a. Bagi pembaca dapat menambah pengetahuan tentang *3D Printer* mortar, dan mengetahui keuntungan-keuntungan dari *3D Printer* mortar.
- b. Pada pihak RnD dapat dengan mudah melakukan penelitian dan pengembangan formulasi mortar tanpa harus menyewa mesin 3d printer mortar.
- c. Pada pihak eve dapat mempelajari terhadap hal baru terkait dengan mesin 3d printer.
- d. Pekerja dapat meningkatkan keahlian baru seperti mendesain suatu produk melalui *software* yang mendukung.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- e. Meningkatnya Produktivitas bagi para pekerja konstruksi karena adanya sistem *multitasking*.

1.8 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini ditulis dengan sistematika sebagai berikut:

1.8.1 Bab I Pendahuluan

Pada Bab Pendahuluan, menjabarkan Sub bab seperti latar beakang, rumusan masalah, tujuan, batasan masalah, lokasi tugas akhir, metode penyelesaian masalah, manfaat serta sistematika penulisan.

1.8.2 Bab II Tinjauan Pustaka

Pada Bab Tinjauan Pustaka, menjabarkan Sub bab dari kajian ilmiah mengenai 3d printer mortar, kajian teori dasar-dasar dan persamaan, dan kajian komponen pendukung untuk melengkapi data.

1.8.3 Bab III Metodologi

Pada Bab Metodologi, penulis menceritakan alur proses rancang bangun pada mesin 3d printer mortar hingga proses trakhir melalui diagram alir.

1.8.4 Bab IV Pembahasan dan Hasil

Selanjutnya pada Bab Pembahasan dan Hasil, penulis melakukan suatu pembahasan pada proses Bab III yang dapat dilakukan, serta hasil dari proses rancang bangun mesin 3d printer tersebut apakah sesuai dengan capaian.

1.8.5 Bab V Kesimpulan dan Saran

Terakhir adalah Bab kesimpulan dan saran, penulis dapat melakukan kesimpulan setelah proses rancang bangun selesai, serta memberikan saran atau rekomendasi atas dasar pengalam penulis melakukan penelitian ini,



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bagian kesimpulan dan saran ini akan dipaparkan ringkasan dari hasil dan analisis dari tugas akhir penulis sehingga didapatkan kesimpulan serta saran untuk pengembangan alat khususnya pada mesin 3d printer mortar dan penelitian lebih lanjut dengan tujuan pengembangan akademik.

5.1 Kesimpulan

1. Mesin *prototype* 3d printer mortar dengan ukuran cetak objek 1x1x1m yang memiliki bobot mesin sebesar 84,243 kg telah berhasil dibuat dengan komponen mekanik pada *base part*, *gantry part* dan *extruder part* yang telah dilakukan dengan proses analisis penentuan komponen material, analisis kekuatan material, dan analisis simulasi desain. Mesin ini dibangun dengan dimensi mesin pada sumbu X, Y dan Z adalah 1,5; 1,5; 1 m, mesin ini mampu digunakan pada kecepatan travel diatas 25 mm/s.
2. Optimalisasi pada mesin 3d printer mortar 1x1x1m dapat dilakukan dengan adanya komponen pendukung yaitu *extruder feeder* sebagai pengatur keluaran material mortar dengan spesifikasi *screw* diameter 40mm pitch 40mm serta pompa mortar sebagai pemasok material mortar dengan kapasitas hopper 30kg *mix mortar* dan memiliki rata-rata *flow rate* 1070 gr/menit pada kecepatan putar screw pompa 68 rpm (rasio gearbox 1:25 dari putaran motor sebesar 1400 rpm) berhasil dibangun.
3. Pembuatan mesin 3d printer mortar dengan jenis *certasian* ini mampu melakukan variasi bentuk objek *printing*, seperti bentuk dasar adalah balok, tabung, segitiga, seperti percobaan pertama dapat membangun objek balok 300x300x110 mm.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5.2 Saran

1. Penyempurnaan Design perlu dilakukan kembali dengan memperlihatkan resiko yang lebih komprehensif.
2. Optimalisasi penggunaan baut atau menggantikan dengan metode lain untuk proses pengikatan komponen khususnya pada ekstruder dan pompa, proses pengikatan dengan baut dapat menyulitkan proses perawatan karena mortar dapat merusak ulir dari baut tersebut.
3. Mesin 3d printing mortar harus bersifat kaku (*RIGID*), karena akan meningkatkan akurasi dan presisi.





DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. D. Al Hafidz, T. Wijatmaka, and D. Nursanto, "Rancang Bangun Sistem Management Toolroom Workshop EVE PT. Solusi Bangun Indonesia Narogong," in *Seminar Nasional Teknik Mesin*, 2019, vol. 9, no. 1, pp. 1345-1353.
- [2] A. Asmi and J. C. J. P. S. Pratama, "Identifikasi Faktor-Faktor Keterlambatan Dalam Proyek Konstruksi di Jakarta," 2016.
- [3] J. G. Sanjayan, A. Nazari, and B. Nematollahi, *3D concrete printing technology: construction and building applications*. Butterworth-Heinemann, 2019.
- [4] ILMUPROYEK. (2019, APRIL 2021). *Pengaruh Revolusi Industri 4.0 terhadap dunia konstruksi*. Available: <http://www.ilmuproyek.com/2019/03/pengaruh-revolusi-industri-40-terhadap-dunia-konstruksi.html>
- [5] L. Anell, "Concrete 3d printer," 2015.
- [6] B. Nematollahi, M. Xia, and J. Sanjayan, "Current progress of 3D concrete printing technologies," in *ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, 2017, vol. 34: IAARC Publications.
- [7] S. A. Yusuf and U. Khasanah, "Kajian Literatur Dan Teori Sosial Dalam Penelitian," 2018.
- [8] AUTOCONZ. (2020). *The Future of Contruction - AutoConZ*. Available: <https://autoconz.com/>
- [9] N. Hopkinson, R. Hague, and P. Dickens, *Rapid manufacturing: an industrial revolution for the digital age*. John Wiley & Sons, 2006.
- [10] A. Savini and G. Savini, "A short history of 3D printing, a technological revolution just started," in *2015 ICOHTEC/IEEE international history of high-technologies and their socio-cultural contexts conference (HISTELCON)*, 2015, pp. 1-8: IEEE.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [11] I. E. KUSUMA, "Pengembangan Model Bisnis Berbasis Teknologi 3D Printer dengan Pendekatan Product Service System (PSS)," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2016.
- [12] H. Shen, X. Ye, G. Xu, L. Zhang, J. Qian, and J. J. R. P. J. Fu, "3D printing build orientation optimization for flexible support platform," 2020.
- [13] COBOD. (2021). *COBOD - Construction of Buildings on Demand*. Available: <https://cobod.com/>
- [14] L. WINSUN - Yingchuang Building Technique (Shanghai) Co. (2019). *About 3D printer Technology in China*. Available: <http://www.winsun3d.com>
- [15] A. Shatornaya, M. Chislova, M. Drozdetskaya, and I. J. S. s. U. n. Z. i. S. Ptuhina, "Efficiency of 3D printers in Civil Engineering," no. 9, pp. 22-30, 2017.
- [16] I. J. S. P. S. T. M. Gunawan, "Perencanaan Mesin dan Analisa Statik Rangka Mesin Pencacah Rumput Gajah dengan Menggunakan Software CATIA V5," 2009.
- [17] J. L. Meriam, L. G. Kraige, and J. N. Bolton, *Engineering mechanics: dynamics*. John Wiley & Sons, 2020.
- [18] R. Khurmi and J. Gupta, *A textbook of machine design*. S. Chand publishing, 2005.
- [19] N. Rusdi and A. S. Muhammad, "Perancangan mesin-mesin Industri," ed: Deepublish, 2018.
- [20] A. M. Nurpalah, "RANCANG BANGUN KONSTRUKSI ATAP YANG DAPATDIBUKA TUTUP SECARA OTOMATIS," Fakultas Teknik Unpas, 2017.
- [21] P. S. G. J. K. T. ADANG, "PENGOPERASIAN PERAWATAN DAN PERBAIKAN POMPA BALLAST AGAR BERFUNGSI MAKSIMAL DI MV. SUMBER CAHAYA PT. JANATA MARINA INDAH 1 SEMARANG," 2020.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta
- [22] M. Stevens and J. Covas, *Extruder principles and operation*. Springer Science & Business Media, 2012.
 - [23] A. Vanderploeg, S.-E. Lee, M. J. I. J. o. F. D. Mamp, Technology, and Education, "The application of 3D printing technology in the fashion industry," vol. 10, no. 2, pp. 170-179, 2017.
 - [24] X. Zhang *et al.*, "Large-scale 3D printing by a team of mobile robots," vol. 95, pp. 98-106, 2018.
 - [25] ikhwan.taufik. (2018, JUNE 2021). *Model - Model 3D printer*. Available: <https://3dprinting.ft.ugm.ac.id/2018/10/09/model-model-3d-printer/>
 - [26] WASP. (2018, JUNE 2021). *Delta WASP 3MT CONCRETE*. Available: <https://www.3dwasp.com/en/concrete-3d-printer-delta-wasp-3mt-concrete/>
 - [27] A. Cor. (2018, JUNE 2021). *About Apis Cor - 3d Printing Technology*. Available: <https://www.apis-cor.com/>
 - [28] A. Heiskanen. (September 16, 2019, JUNE 2021). *South-East Asia's Largest 3D-printer for Construction Operational in Singapore*. Available: <https://aec-business.com/south-east-asias-largest-3d-printer-for-construction-operational-in-singapore/>
 - [29] A. Perrot, S. J. D. P. o. C. S. o. t. A. Amziane, and C. o. t. D. C. Revolution, "3D Printing in Concrete: General Considerations and Technologies," pp. 1-40, 2019.
 - [30] H. D. Nugraha and D. P. J. J. T. M. I. Kosasih, "Perancangan Mesin 3D Printing Model Cartesian," vol. 5, no. 1, pp. 29-36, 2021.
 - [31] R. Saputra and H. J. J. B. T. Nurzaen, "Analisis Tegangan Connecting Rod Pada Mobil Tipe X Dengan Menggunakan Metode Numerik," vol. 13, no. 2, pp. 179-187, 2017.
 - [32] M. ARMANI. (2017, Juli 2021). *M3D CEO GIVES MORE DETAILS ABOUT THE NEW M3D PROMEGA 3D PRINTER*. Available: <https://3dprintingindustry.com/news/m3d-ceo-gives-details-new-m3d-promega-3d-printer-124007/>



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- [33] H. Lee, J.-H. J. Kim, J.-H. Moon, W.-W. Kim, and E.-A. J. M. Seo, "Evaluation of the mechanical properties of a 3D-printed mortar," vol. 12, no. 24, p. 4104, 2019.



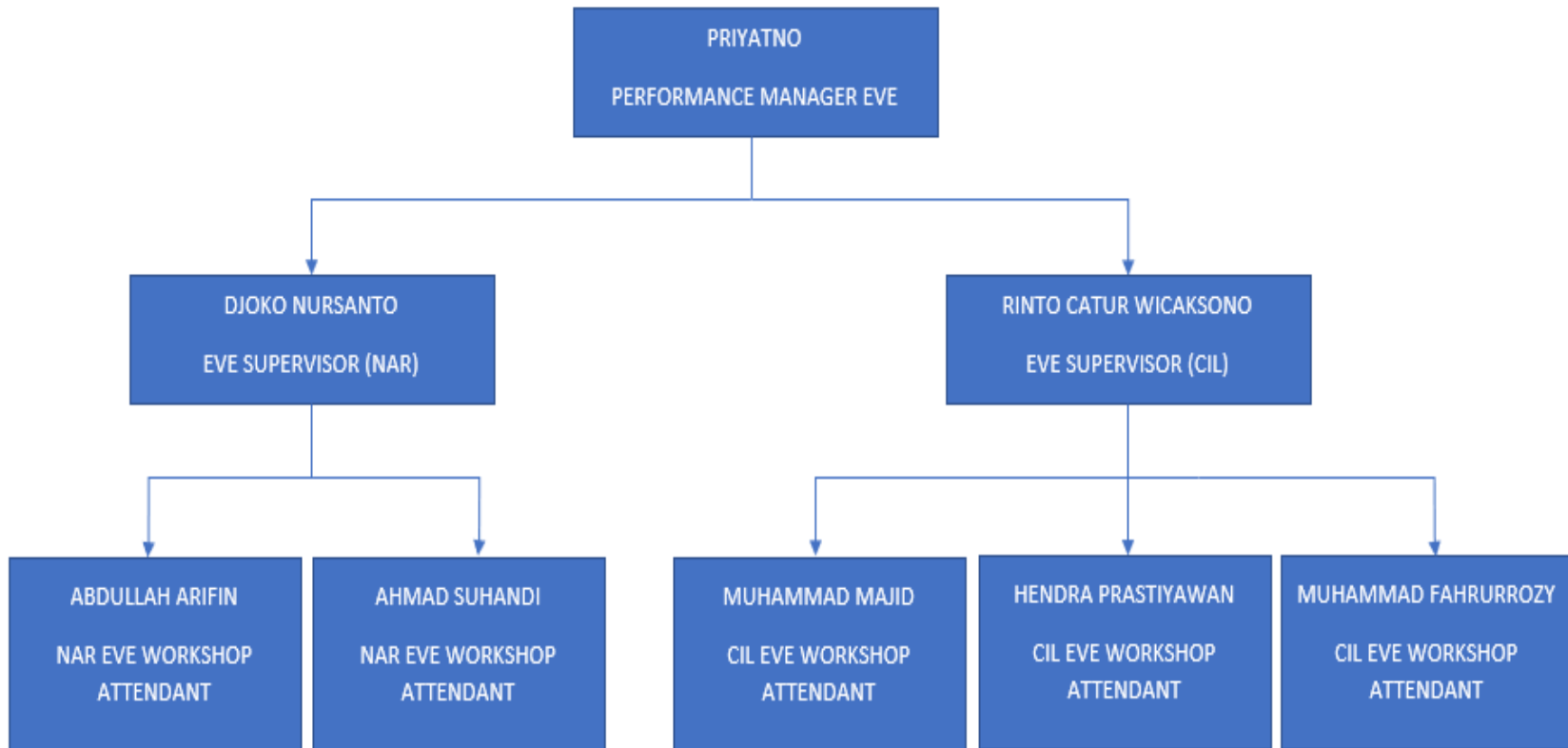


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

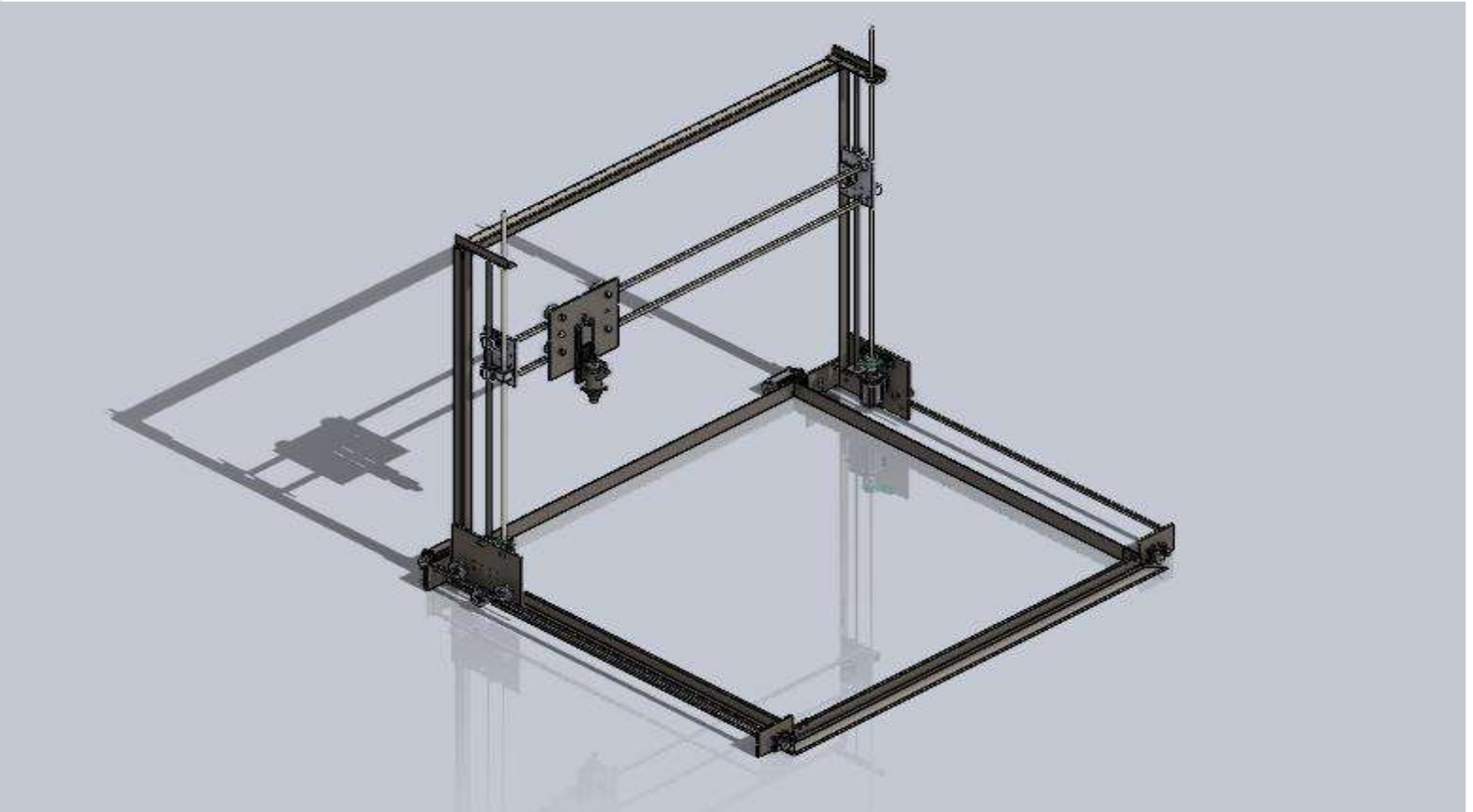
LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 : STRUKTURAL EVE DEPARTEMEN





LAMPIRAN 3 : DESAIN MESIN 3D PRINTER 1X1X1M



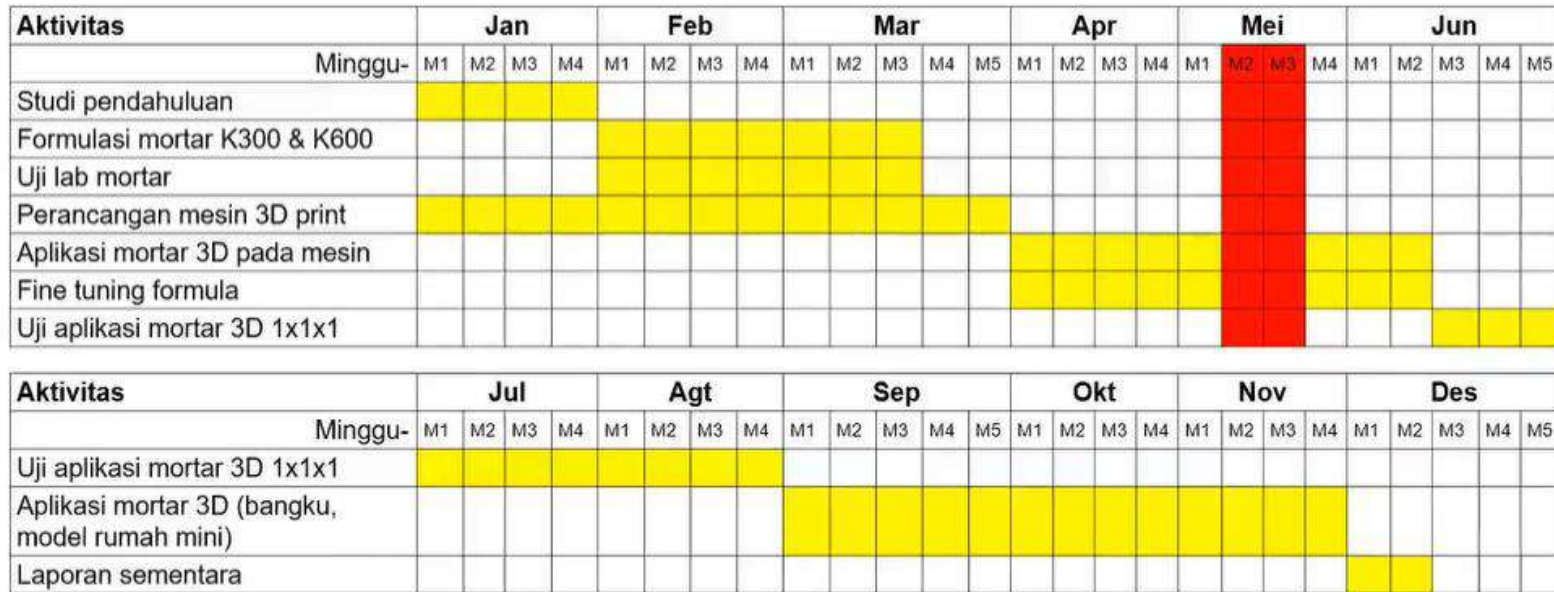
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN 4 : *TIMELINE MILESTONE* - RND

Timeline 2021 Mortar 3D Printing



Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
- Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN 5 : METODOLOGI PENELITIAN - RND

Metodologi Penelitian Mortar 3d Printing



1. Penentuan Performa Awal → Spesifikasi Mortar 3D

- Studi pendahuluan mortar 3D
- Menyusun langkah kerja & timeline
- Perancangan mesin 3D printing
- Analisis value proposition

2. Lab Scale Trial → Mix design

- Menentukan formulasi mortar 3D K300 & K600
- Pengujian lab & aplikasi mortar 3D & fine tuning
- Perhitungan variable cost mortar 3D
- Analisis dan rekomendasi formula mortar 3D

3. Prototyping → Produk Mortar 3D Printing

- Aplikasi mortar 3D printing (square 1x1x1 m)
- Aplikasi mortar 3D printing (bangku, rumah mini 1 m2, dll)
- Trouble shooting

4. Production Method → Know & How Apikasi Mortar 3D Printing

- Penyusunan langkah kerja produksi mortar 3D

5. Production Trial

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN 6 : *TIMELINE* PEMBUATAN MESIN 3D PRINTING - EVE

Nomor	Pekerjaan	BOBOT JAM (%)	TimeLine																			
			Oktober							November												
			22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	PENGADAAN BARANG																					
1	material untuk rangka	2,13	1,10	1,03																		
2	sproket dan rantai (RS 25 ; 20 gigi)	1,06		1,10																		
3	motor stepper (Nema 57) + power supply	5,32		1,10			2,20	1,02	1,00													
4	micro controller (arduino + Ramp 1.4 + LCD 2004)	2,13			1,10			1,03														
5	lead thread + smooth rod	1,06						1,06														
B	DSAIN PRINTER (PERANCANGAN + TIMELINE)	12,77	3,0	1,0	1,00		6,77	1,00														
C	CUTTING MATERIAL																					
1	base plate	1,06	1,06																			
2	Bagian X Axis	1,06		1,06																		
3	Bagian Y Axis	1,06		1,06																		
4	Bagian Z Axis	2,13			2,13																	
D	FABRIKASI																					
1	Welding Roundbarr X axis	4,26						2,26	2,00													
2	Base support X axis	4,26						2,00		2,26												
3	Motor support X axis	2,13							1,00	1,13												
4	Welding Portal	2,13								1,13	1											
5	Welding Roundbar Y axis	2,13										2,13										
6	Base support Y axis	4,26											2,26	2								
7	Welding Roundbar Z axis	2,13											2,13									
8	Base support Z axis	4,26													2,26	2						
E	ASSEMBLY																					
1	Landasan X axis	3,19														1	2,19					





LAMPIRAN 8 : SPESIFIKASI MOTOR STEPPER NEMA 57



大力矩 HIGH TORQUE
低噪音 LOW NOISE
可定制 CUSTOM MOTOR

相数 PHASE : 2
步距角度 STEP ANGLE : 1.8°
机座尺寸 MOTOR FRAME SIZE : 57 x 57mm

电气特性参数/ELECTRICAL PARAMETER

步距角 STEP ANGLE	1.8° ±5%
相数 PHASES	2
额定电压 RATED VOLTAGE	4.4 V
额定电流 RATED CURRENT	4.0 A
电阻 RESISTANCE	1.1 ohm ±10% (20℃)
电感 INDUCTANCE	4 mH ±20% (1Vrms, 1k Hz)
保持力矩 HOLDING TORQUE	3.6 N.m (512 oz-in) MIN (备注1)
绝缘耐压 DIELECTRIC STRENGTH	600 V DC 1S
绝缘电阻 INSULATION RESISTANCE	100 MΩ 以上/MIN
绝缘等级 INSULATION CLASS	B级
转子惯量 ROTOR INERTIA	800 g.cm ² (4.38 oz-in ²)
重量 WEIGHT	1.7 kg

备注 NOTE:

1. 额定电流, 两相同时通电 \AT RATED CURRENT, TWO PHASES ON.

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 9 : SPESIFIKASI *ROLLER CHAIN RS-25*

The screenshot shows the website for 'iwis' with the tagline 'wir bewegen die welt'. The navigation menu includes 'PRODUCTS & SERVICES', 'INDUSTRY SOLUTIONS', 'ENGINEERING', and 'ABOUT'. A search bar and links for 'Contact', 'Downloads', 'iwis worldwide', 'Careers', 'Shop', 'Sign in', 'Watch list', and 'Cart' are also visible. The main content area is titled 'Technical data' and contains a table with the following specifications:

ROLLER CHAIN	25
Pitch p (mm)	6,35
Width between inner plates b1 min. (mm)	3,1
Roller diameter d1 max. (mm)	3,3
Pin diameter d2 max. (mm)	2,31
Pin length b4 max. (mm)	9,1
Max. add. length of connecting link b7 max. (mm)	2,5
Total width inner link b2 max. (mm)	4,8
Plate thickness Ti/To (mm)	0,80/0,80
Height inner plate h2 max. (mm) (JWIS. g)	6,02
Min. tensile strength ISO/DIN FU (kN)	2,5
Weight per meter (kg)	0,15





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 10 : SPESIFIKASI PERSETUJUAN PEMILIHAN KOMPONEN

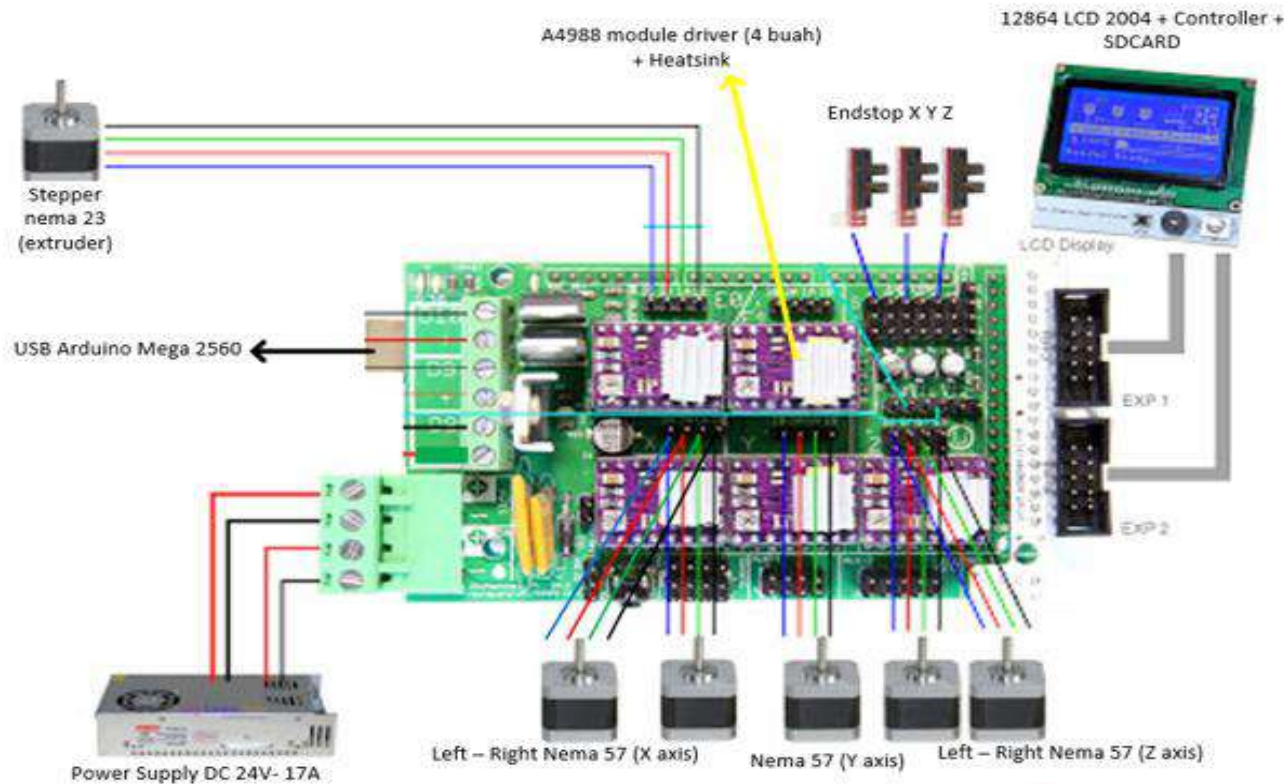
SPESIFIKASI

- Base plate : Angle steel 65 x 65
- Portal : Angle steel 40 x 40
- Linier slide : Round bar D16 and roller
- Motor : stepper motor 57 NEMA 23 torsi 3.6 Nm
- Sproket : sproket gear single RS 25 20T
- Chain : Roller chain RS 25 – 1
- Controller : 3d printer RAMPS 1.4 MEGA 2560 A4988 12864



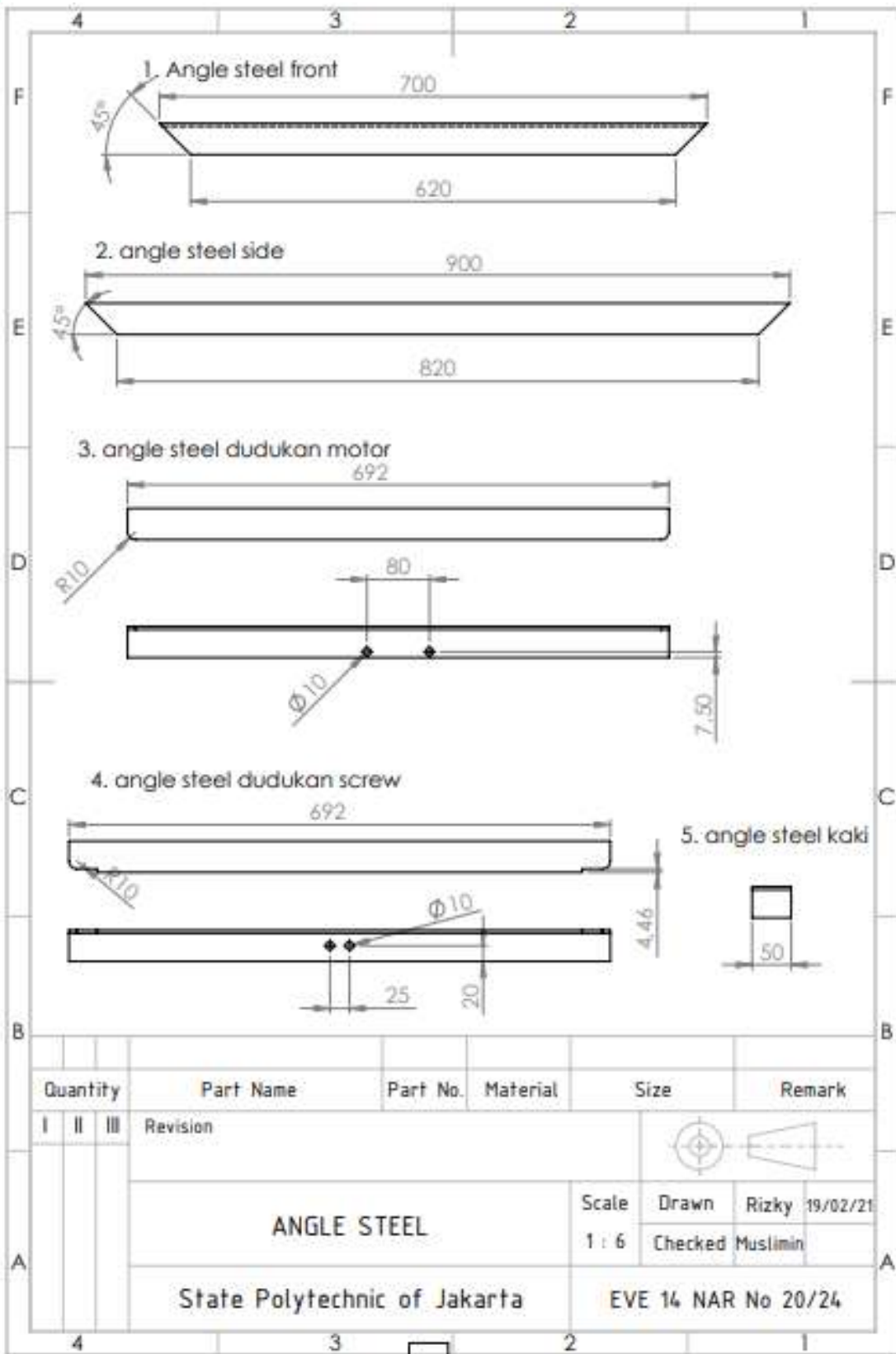
LAMPIRAN 11 : WIRING CONTROLLER ARDUINO RAMPS 1.4

Lay Out - Motor, Driver dan Ramps 1.4



- Hak Cipta :
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 12 : GAMBAR KERJA 1



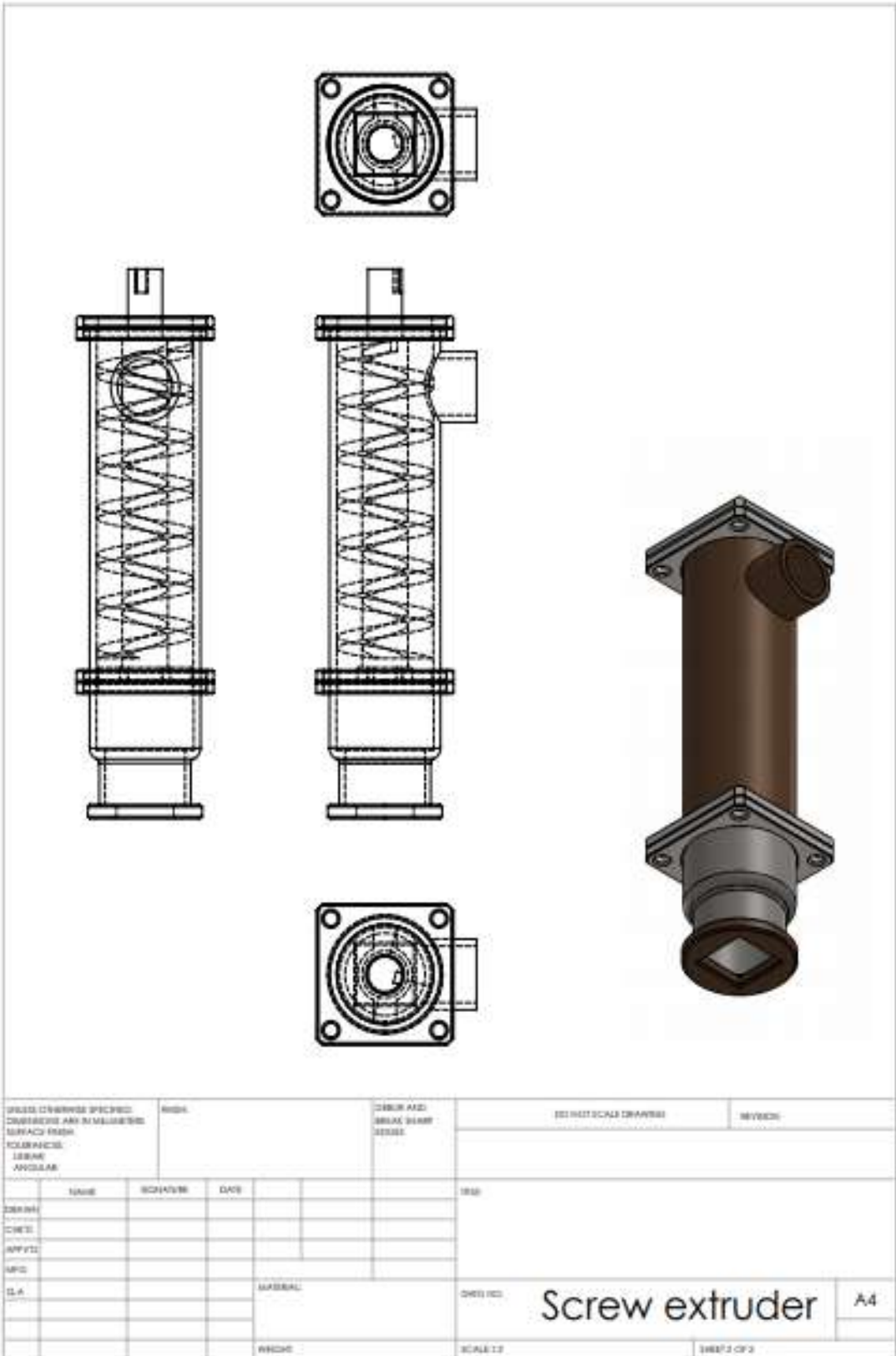
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 13 : GAMBAR KERJA 2



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

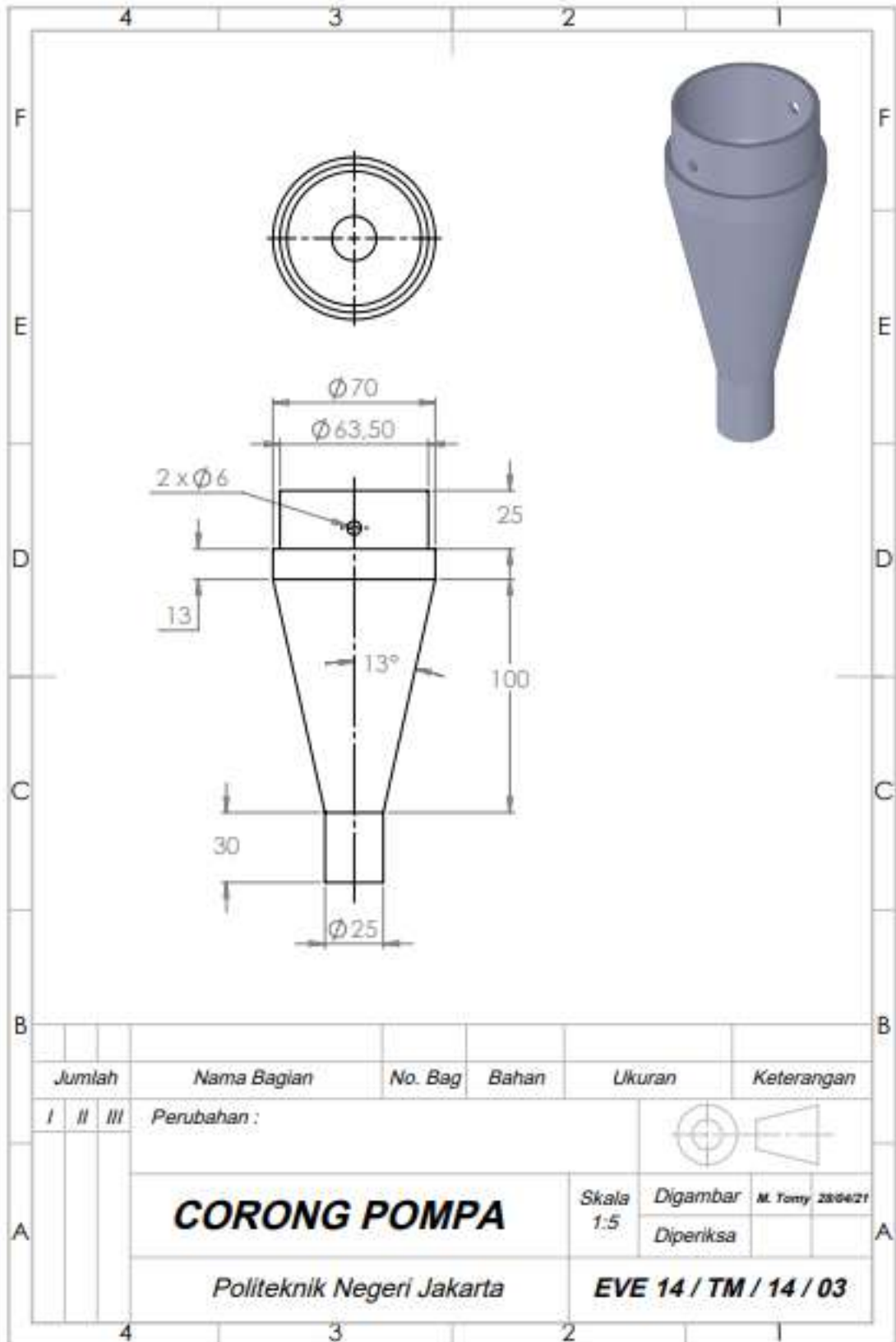


Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

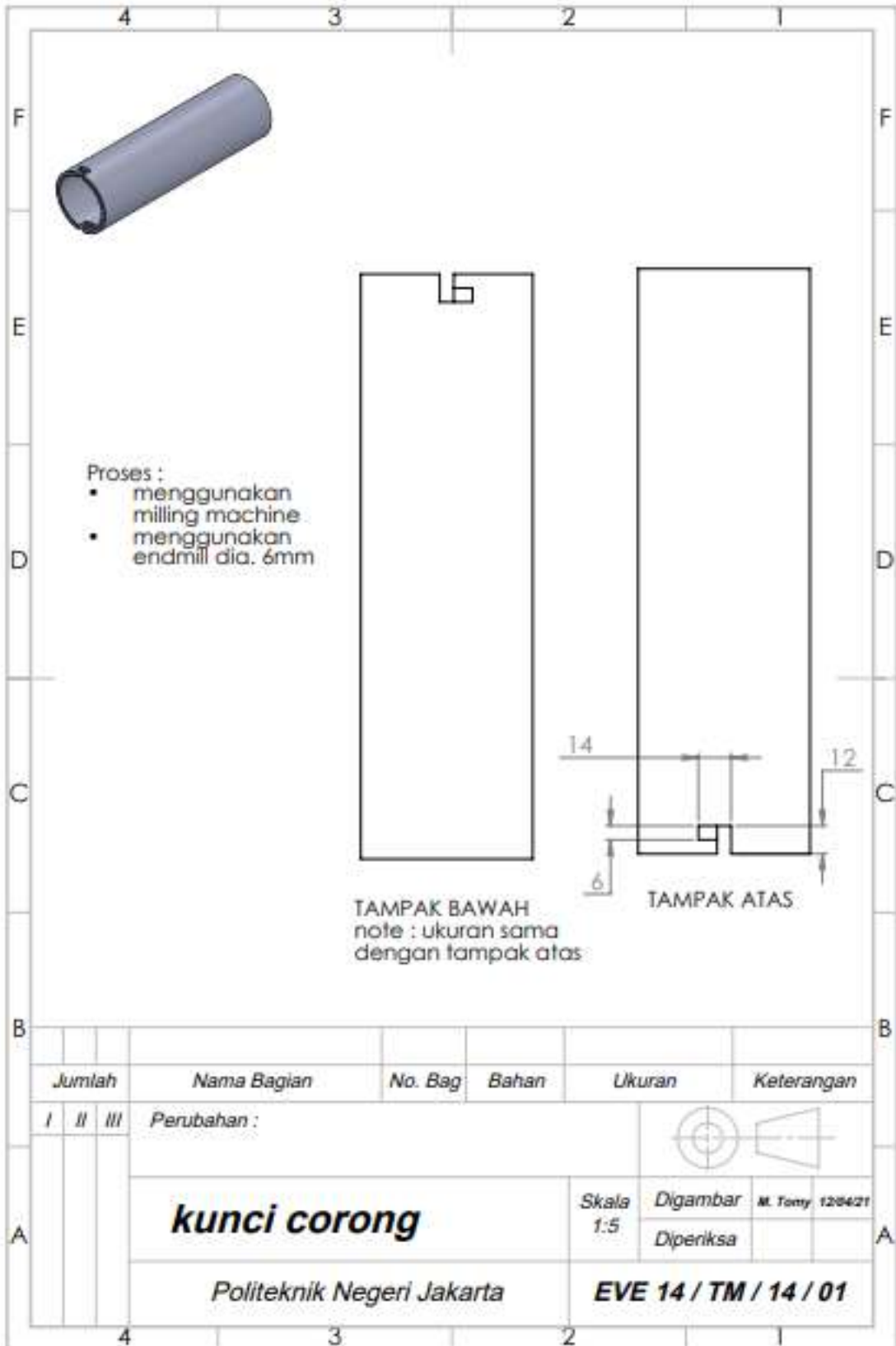
LAMPIRAN 14 : GAMBAR KERJA 3

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN 15 : GAMBAR KERJA 4



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

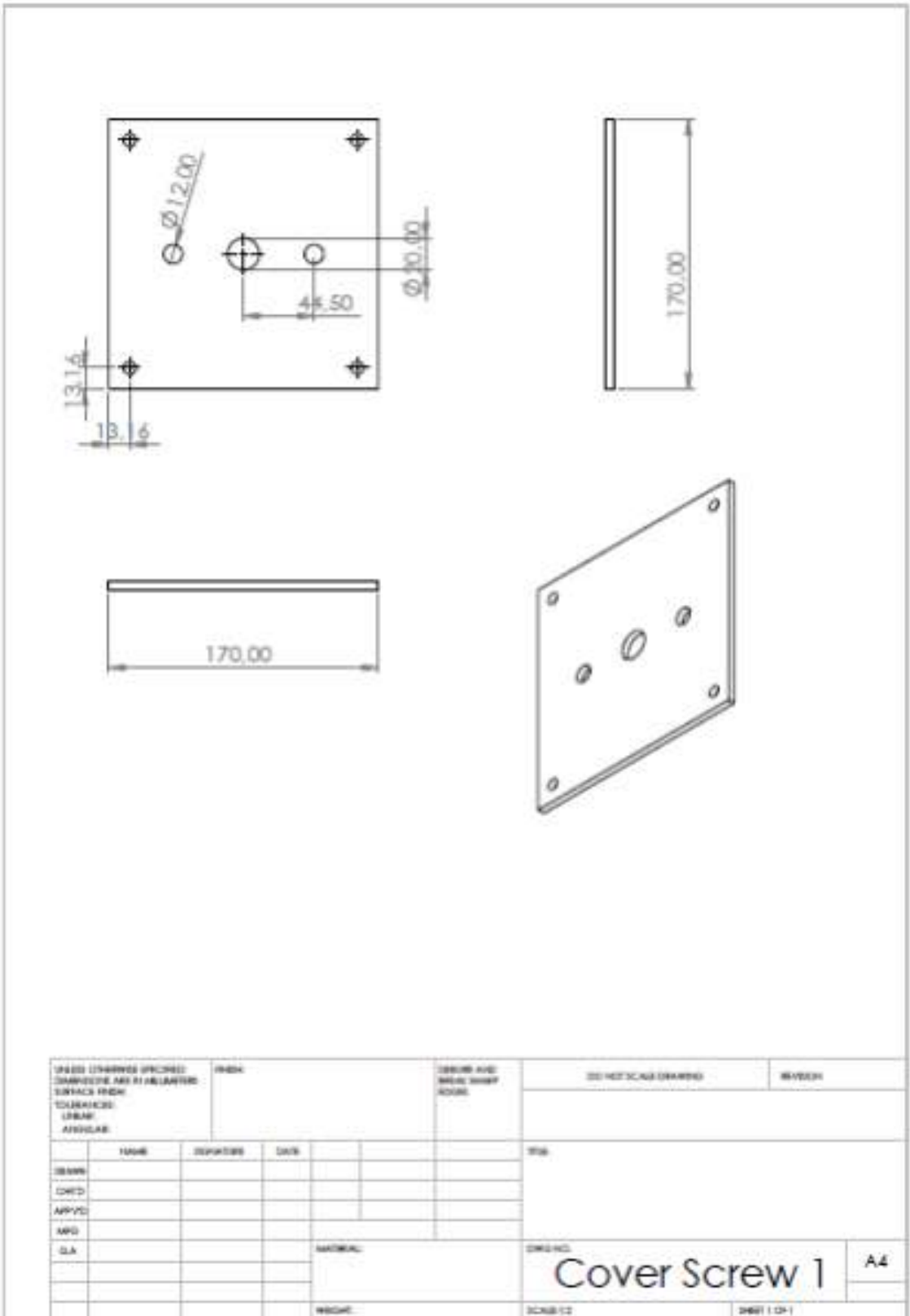


Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

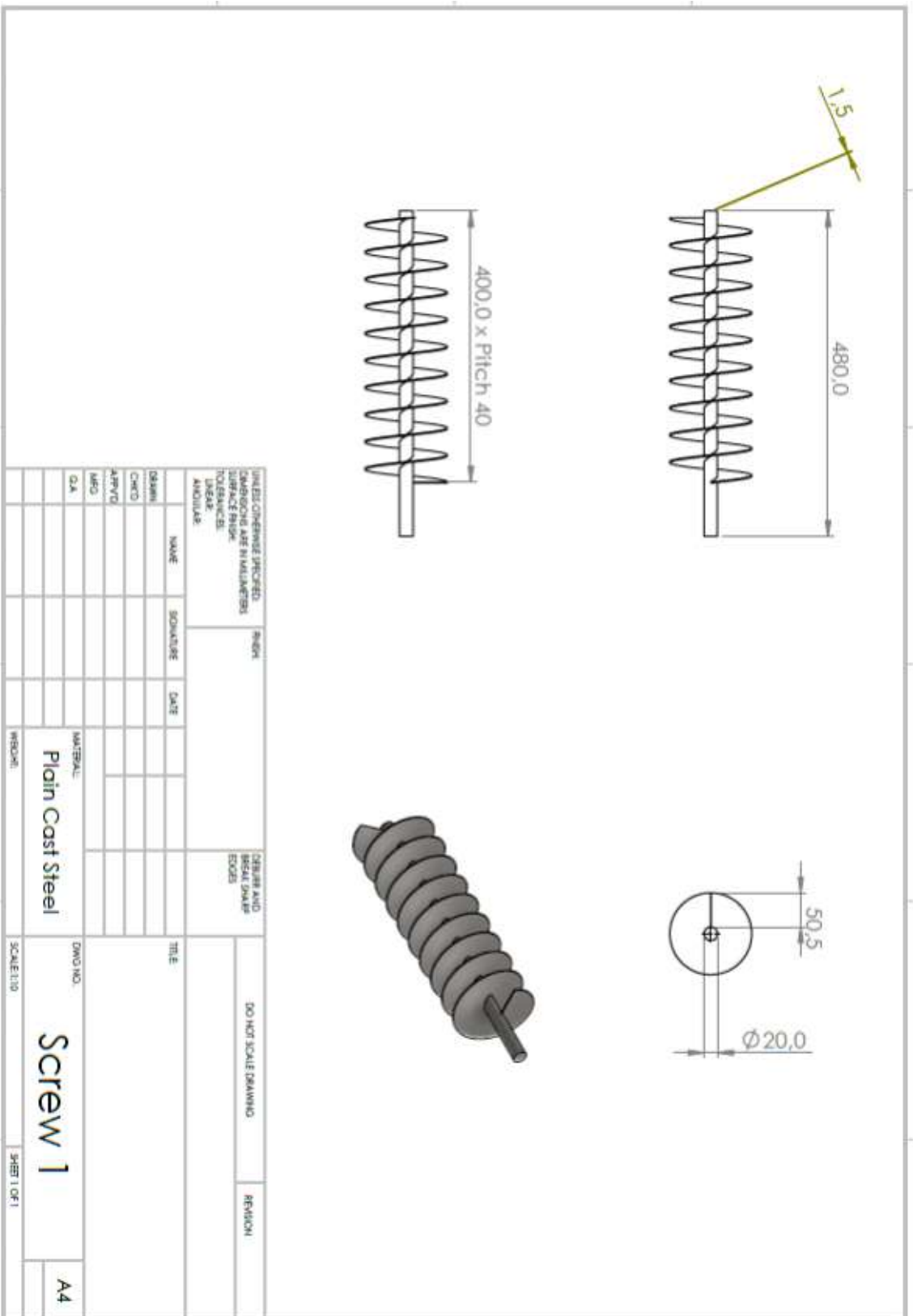
LAMPIRAN 17 : GAMBAR KERJA 6

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN 19 : GAMBAR KERJA 8



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, pennisan karya ilmiah, pennisan laporan, pennisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

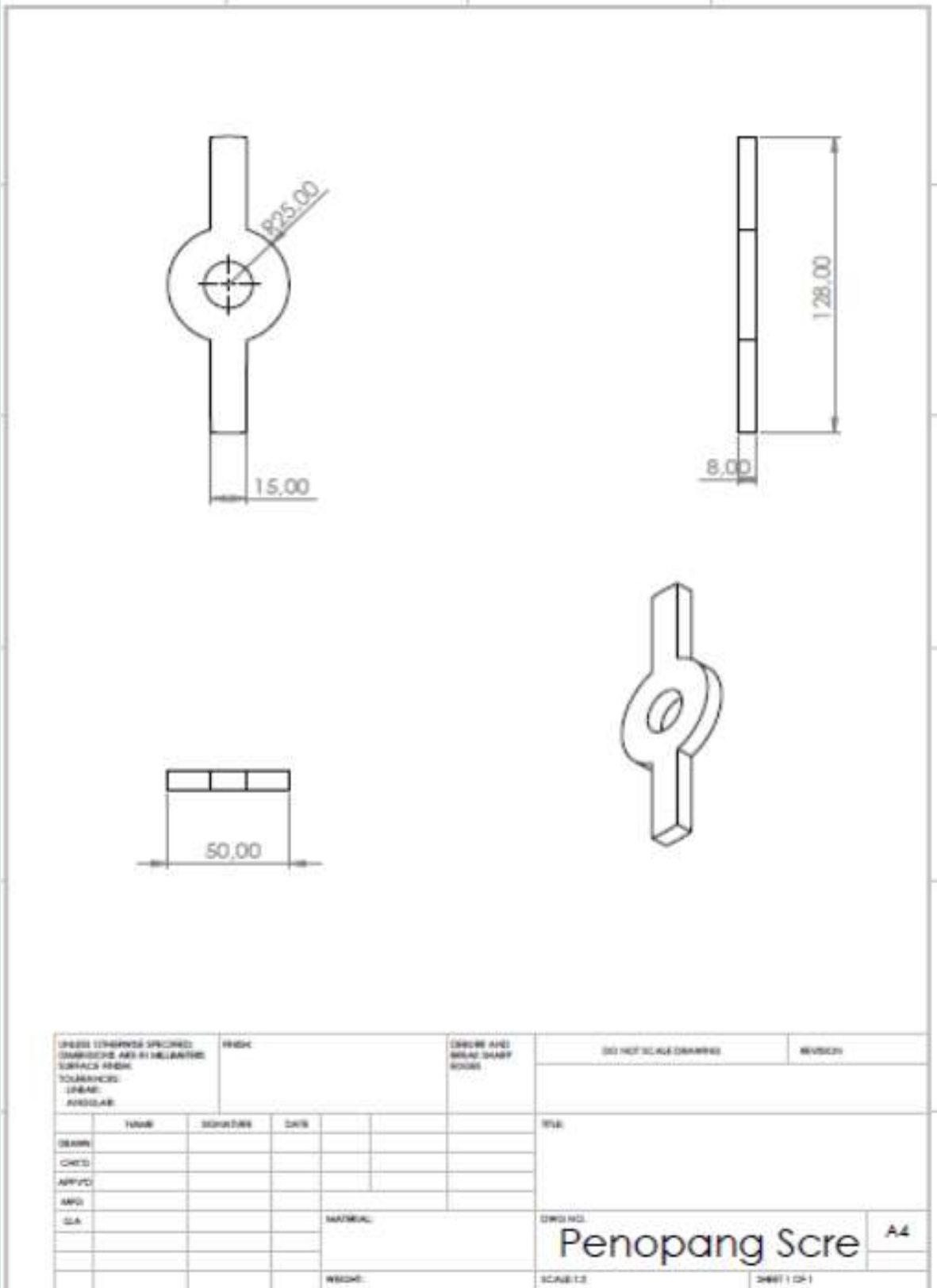


Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 20 : GAMBAR KERJA 9

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



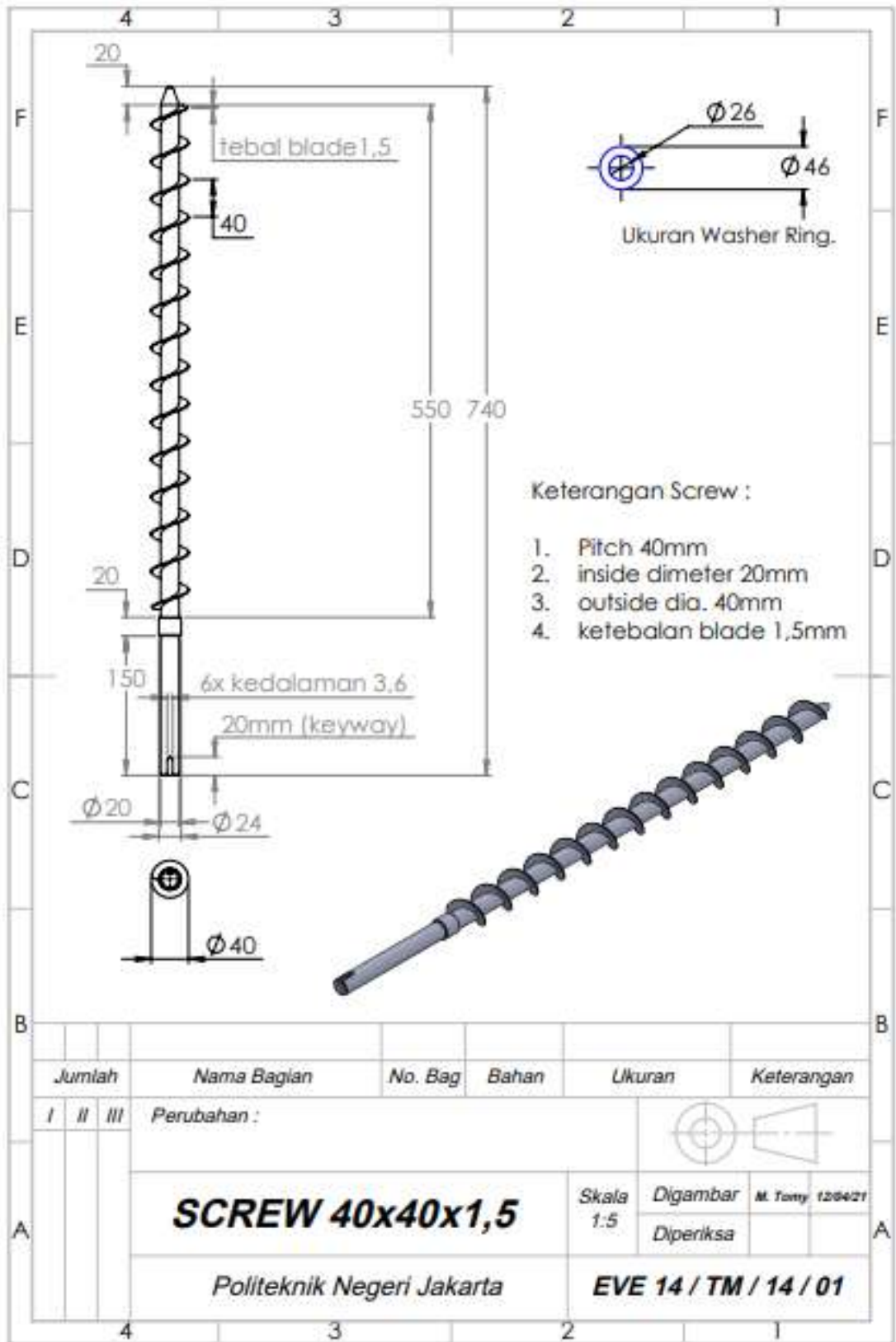


Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

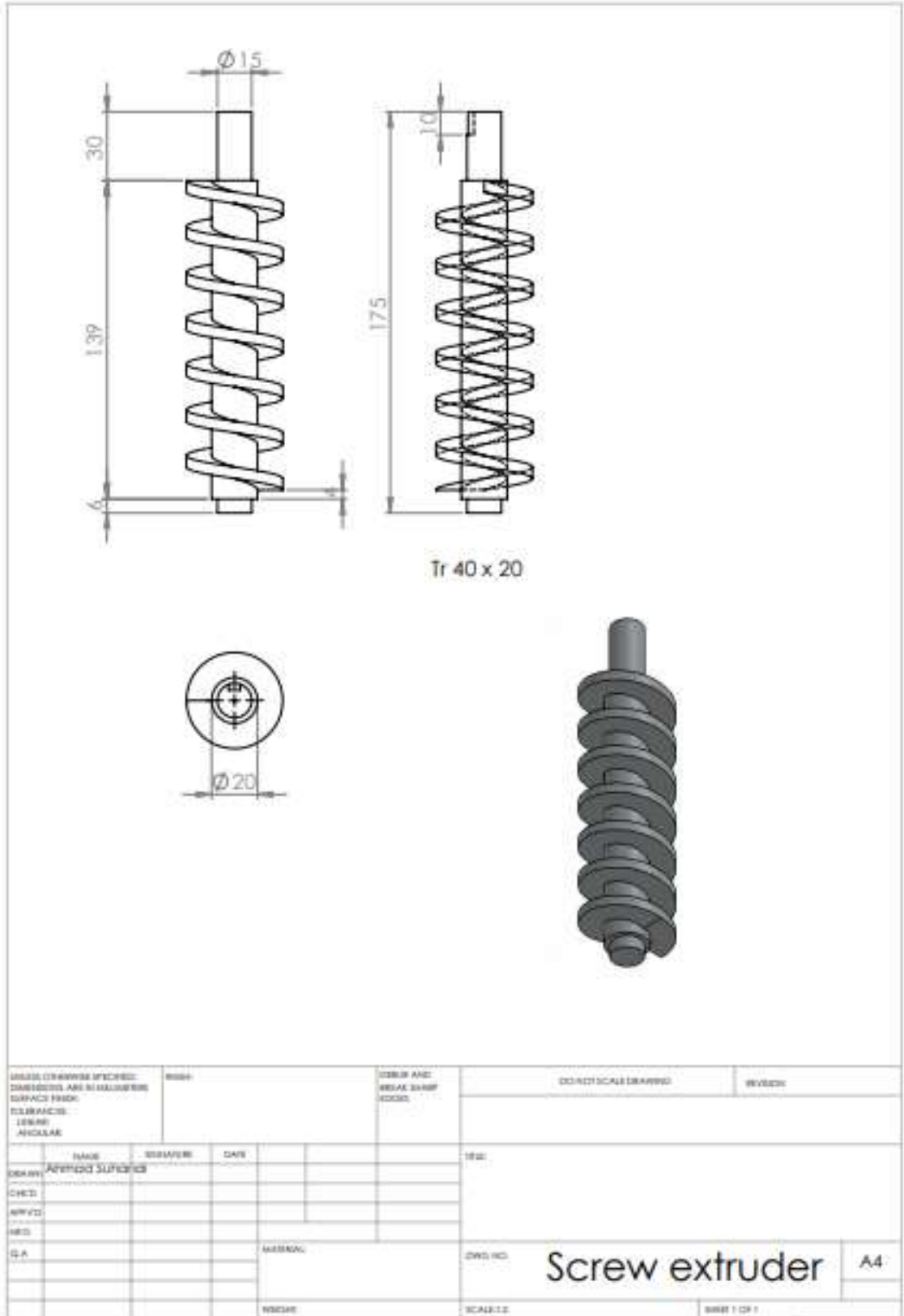
LAMPIRAN 21 : GAMBAR KERJA 10

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



LAMPIRAN 22 : GAMBAR KERJA 11



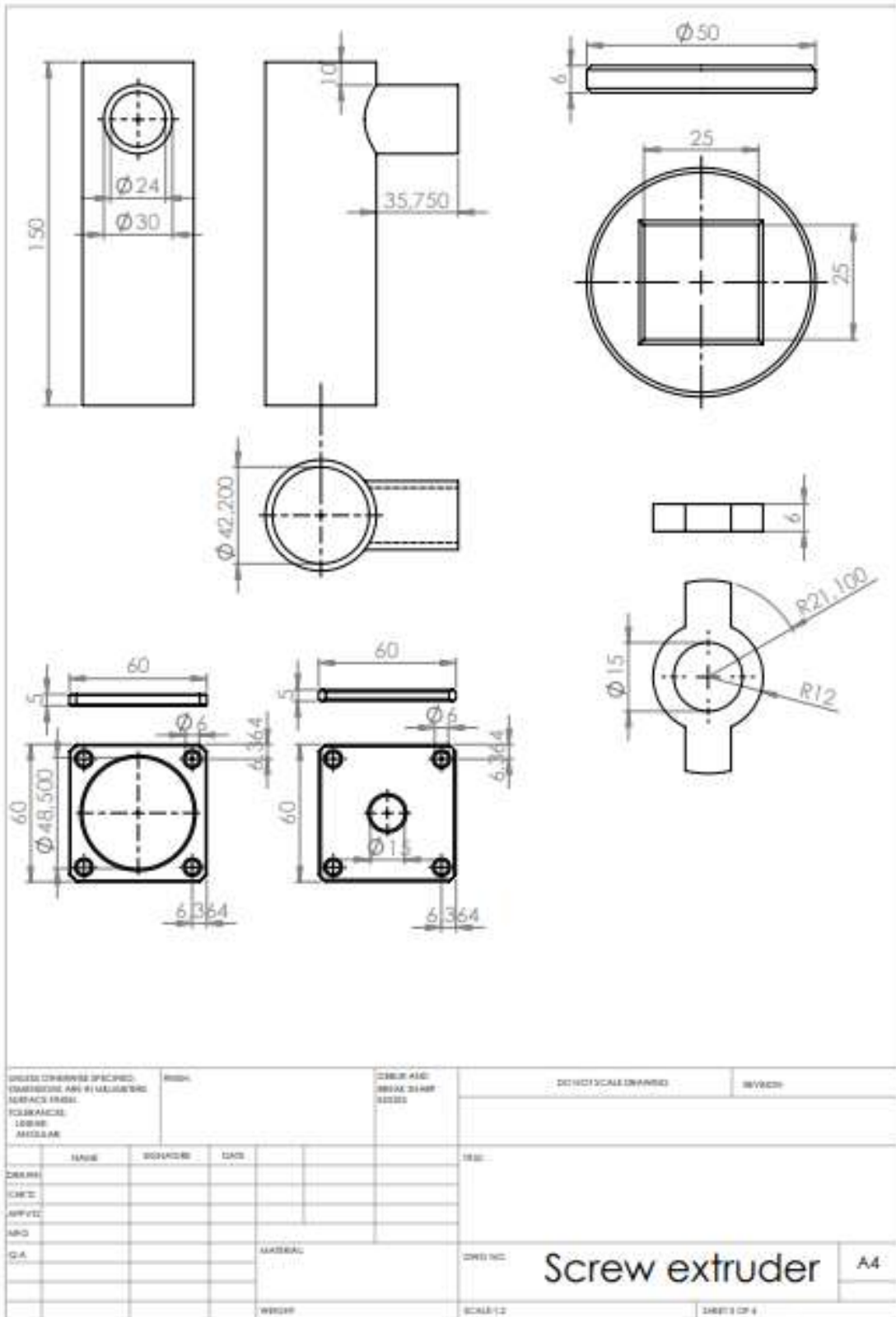
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 23 : GAMBAR KERJA 12

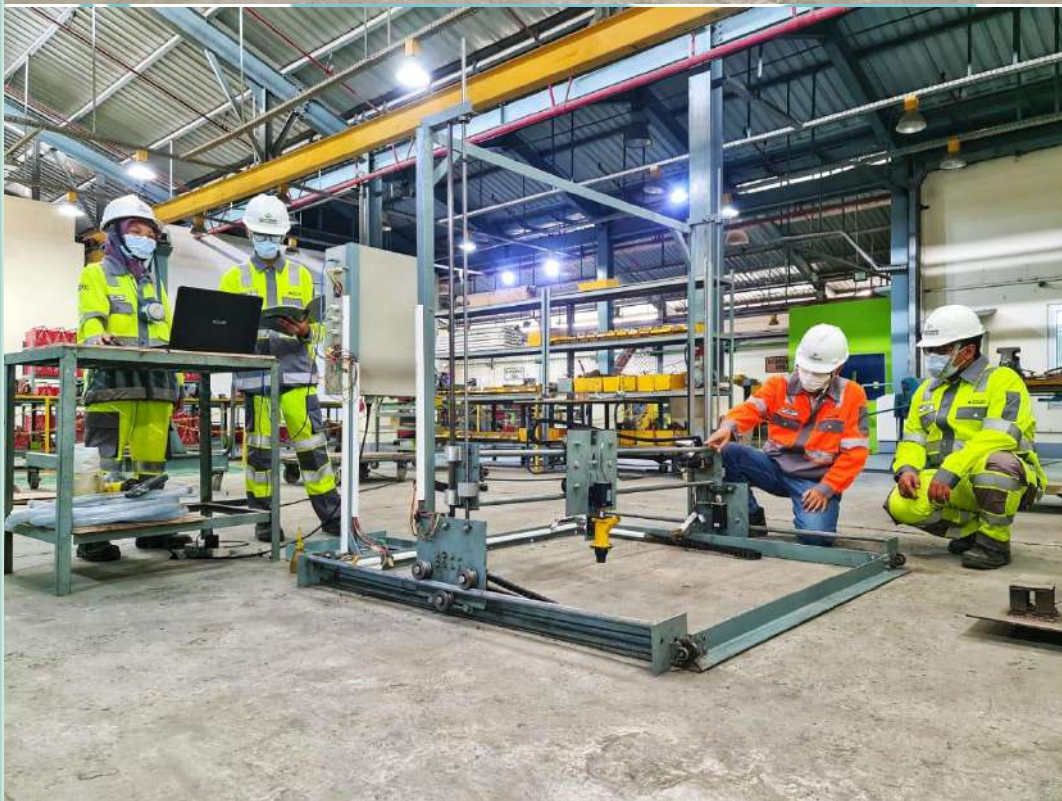
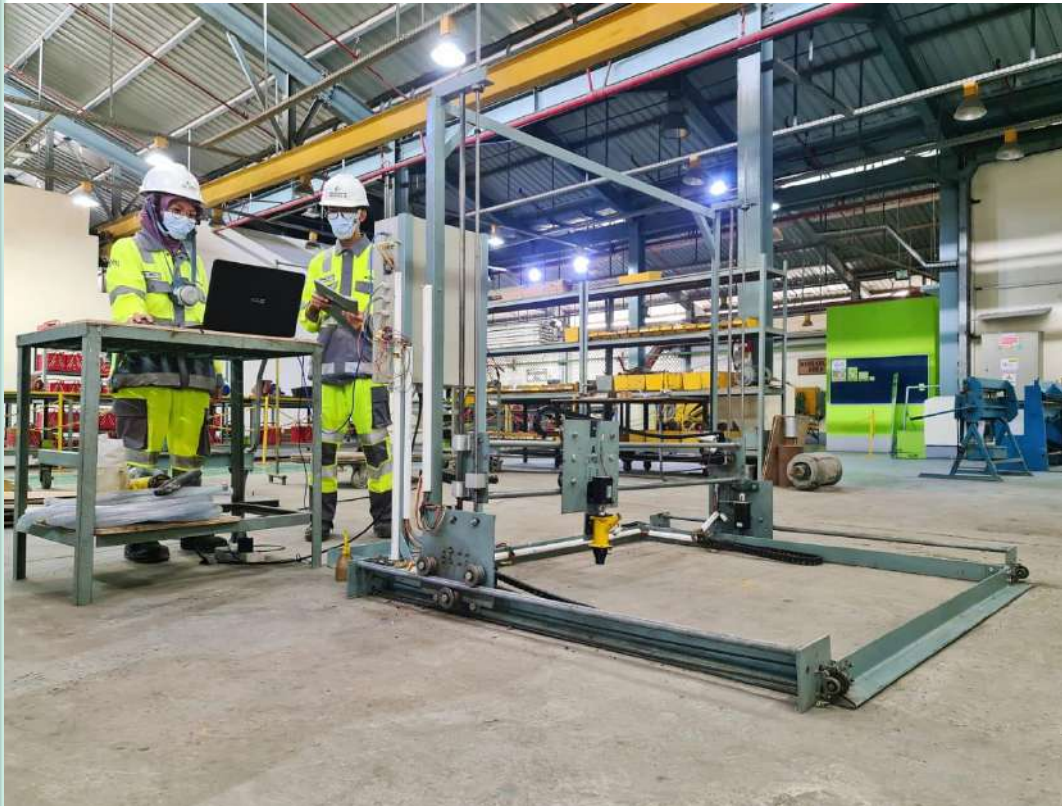


- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 24 : DOKUMENTASI 1 - 2



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 25 : DOKUMENTASI UJI COBA 1 DAN 3

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN 26 : DOKUMENTASI HASIL UJI COBA 5 PERSEGI
60X60X10CM



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

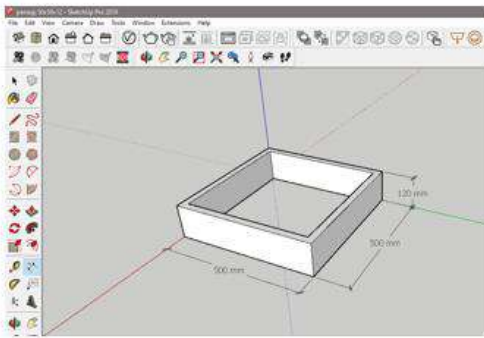
LAMPIRAN 27 : DOKUMENTASI PEMBUATAN OBJEK *PRINTING*



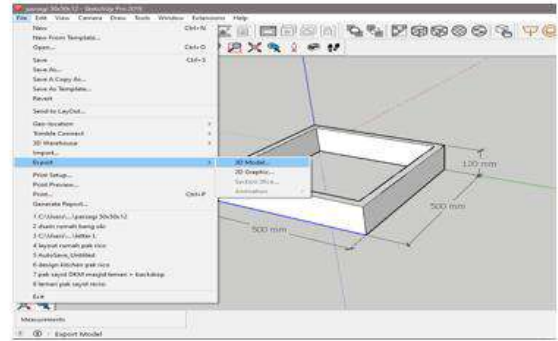
Uji Alat (Test #2) tgl 06 mei 21



- Tes Object 50x50x12cm persegi



1. Design di sketchup
2. Export file ke format .stl



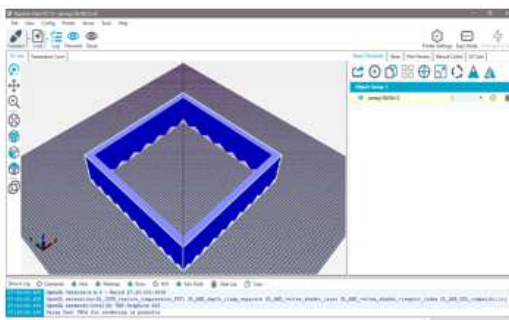
2. Export file ke format .stl



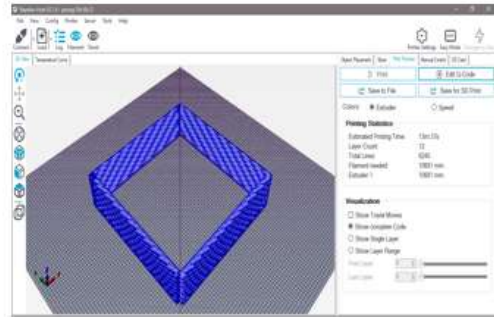
Uji Alat (Test #2) tgl 06 mei 21



- Tes Object 50x50x12cm persegi



3. Buka export file di software Repetier host



4. Lakukan slicer pada tab software tersebut