

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MODEL RUMAH
BERPINDAH *EXPANDABLE* DENGAN MEKANISME ARAH
VERTIKAL BERBAHAN DASAR PETI KEMAS 20 *FEET***

TUGAS AKHIR

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin**



Disusun Oleh:

Nama : Ichsan Bagus Wijayanto

No. Mahasiswa : 15525092

NIRM : 2015080339

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya ini benar-benar hasil kerja saya sendiri yang sepanjang sepengetahuan saya tidak terdapat karya maupun tulisan yang ditebitkan oleh orang lain, kecuali kutipan yang secara tertulis saya jelaskan setiap sumbernya. Apabila dikemudian hari pernyataan saya tidak benar dan melanggar hak kekayaan intelektual, saya bersedia menerima sanksi sesuai hukum yang berlaku.

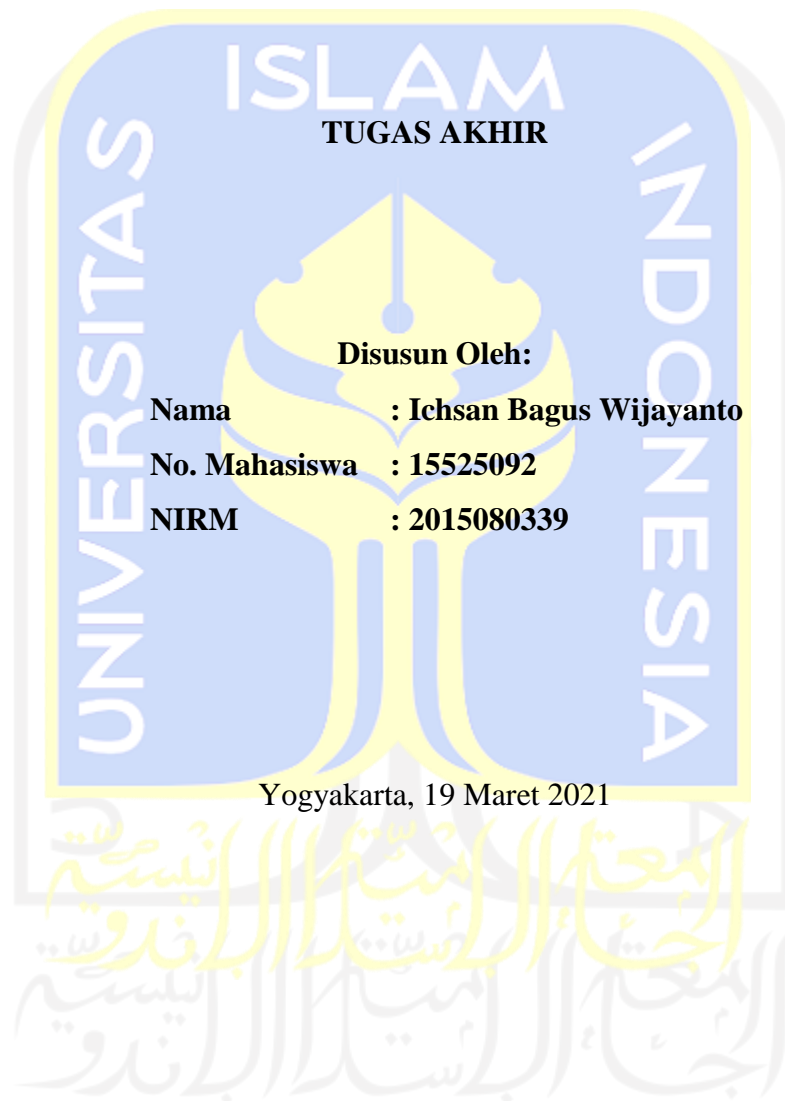
Yogyakarta, 19 Maret 2021

Penulis

7783A.JX05450829
Ichsan Bagus Wijayanto

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MODEL RUMAH
BERPINDAH *EXPANDABLE* DENGAN MEKANISME ARAH
VERTIKAL BERBAHAN DASAR PETI KEMAS 20 *FEET***



Disusun Oleh:

Nama : Ichsan Bagus Wijayanto

No. Mahasiswa : 15525092

NIRM : 2015080339

Yogyakarta, 19 Maret 2021

Pembimbing,


Santo Ajie Dhewanto., S.T, M.M

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MODEL RUMAH
BERPINDAH *EXPANDABLE* DENGAN MEKANISME ARAH
VERTIKAL BERBAHAN DASAR PETI KEMAS 20 *FEET***

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Ichsan Bagus Wijayanto

No. Mahasiswa : 15525092

NIRM : 2015080339

Tim Penguji

Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M.

Ketua


Tanggal : 25 Maret 2021

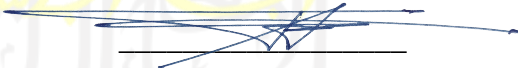
Dr. Muhammad Khafidh, S.T., M.T.

Anggota I


Tanggal : 25 Maret 2021

Faisal Arif Nurgesang, S.T., M.Sc.


Anggota II


Tanggal : 25 Maret 2021

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin




Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini ku persembahkan teruntuk:

Papa dan Mamaku, yang aku sayang selalu dan aku banggakan. Yang telah memberikan dukungan, doa, materi dan kasih sayang maupun perhatiannya. Sehingga aku dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Maaf jikalau memang anakmu ini terlambat dalam menempuh gelar sarjana, namun aku tetap berusaha semaksimal mungkin.

الجامعة الإسلامية
الاستاذة الأندو

HALAMAN MOTTO

“Sebaik-baiknya manusia adalah yang paling bermanfaat bagi sesama manusia”

[HR. Thabrani dalam Al-Ausath]

“Allah SWT tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

[Q.S. Al-Baqarah : 286]

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan,
Sesungguhnya Bersama kesulitan itu ada kemudahan”

[Q.S. Al-Insyirah : 5-6]

“Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmupengetahuan beberapa derajat”

[Q.s. al-Mujadalah : 11]

“Tuntutlah ilmu mulai dari buaian hingga liang lahat”

[HR.Bukhori]

“Wahai tuhanku, ampunilah aku dan kedua orang tuaku Ibu dan Bapakku, dan sayangilah mereka seperti mereka menyayangiku diwaktu kecil”

[Doa kedua orang tua]

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan mengucapkan alhamdulillah, segala puji dan syukur terlimpah bagi Allah SWT, atas berkat rahmat dan ridho-Nya maka penulisan ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam tercurah kepada Rasulullah SAW sebagai pembawa rahmat di muka bumi.

Tugas Akhir dengan judul **“PERANCANGAN DAN PEMBUATAN MODEL RUMAH BERPINDAH *EXPANDABLE* DENGAN MEKANISME ARAH VERTIKAL BERBAHAN DASAR KONTAINER 20 FEET** “dibuat sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana (S1) di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dengan segenap ketulusan hati, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT dan junjungan Nabi Muhammad SAW.
2. Papa dan Mama tercinta, serta Adikku atas perhatian dan kasih sayang, perhatian dan dukungan semoga Allah SWT membalas semuanya dan mempermudah segala urusannya.
3. Bapak Dr.Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin,
4. Bapak Santo Ajie Dewanto. S.T., M.M. Selaku Dosen Pembimbing I tugas akhir.
5. Ibu Yustiasih Purwaningrum. S.T., M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Semua Dosen jurusan Teknik Mesin FTI UII yang telah mendidik dan membagikan ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan bangku kuliah.
7. Teman-teman Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin FTI UII
8. Tarita Syavira Alicia yang telah memberikan dukungan dengan cara apapun.
9. Saudara-saudara Teknik Mesin Angkatan 2015 terutama Prayoga Pangestu S.T dan Muhammad Anugrah Pribadi Sitorus S.T yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir saya.

10. Pak Sukirno dan Bu Umi sebagai Admin Teknik Mesin FTI UII. Yang telah membantu dalam mengurus administrasi maupun keperluan penulis.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu namanya.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini tidak lepas dari kekurangan dan keterbatasan. Penulis mohon maaf dengan ketulusan hati seandainya dalam penulisan laporan tugas akhir ini terdapat kekeliruan. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat ataupun memberi sedikit ilmu pengetahuan dan dapat berguna kepada pihak-pihak yang berkepentingan dan yang membutuhkan.

Yogyakarta, 10 Maret 2021



Ichsan Bagus Wijayanto

ABSTRAK

Rumah peti kemas adalah hunian atau tempat tinggal memanfaatkan kembali (*reuse*) peti kemas yang sudah tidak terpakai. Rumah peti kemas digunakan sebagai tempat tinggal yang memanfaatkan bentuk dari peti kemas dan disusun seperti rumah, lalu dimodifikasi. Rumah peti kemas yang ada saat ini tidak memiliki mobilitas sebab dibuat permanen. Oleh karena itu tercipta suatu inovasi hunian atau tempat tinggal yang bisa diperluas dan berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Inovasi hunian atau tempat tinggal tersebut adalah rumah *expandable* peti kemas yang bisa diperluas secara vertikal dan bisa dipindahkan. Rumah peti kemas ini difungsikan untuk hunian yang bisa diperluas secara vertikal dan berpindah tempat sesuai keinginan pemilik rumah. Rumah peti kemas ini adalah suatu inovasi hunian atau tempat tinggal yang mempunyai rancangan seperti rumah pada umumnya, mempunyai pintu, jendela dan tangga. Rumah peti kemas ini mempunyai mekanisme untuk menambah luas (*expandable*) dan mekanisme untuk membantu proses berpindah dari satu tempat ke tempat yang lain. Rumah ini dimodifikasi dengan tidak melupakan unsur dari rumah dan tidak melupakan faktor keselamatan bagi penghuninya. Perancangan ini membuat model minatur dari rumah peti kemas dengan skala 1:10 dari bentuk aslinya. Untuk pembuatan model rumah peti kemas ini menggunakan alat *Additive Manufacturing* seperti mesin cetak 3 Dimensi (3D *Print*) dan mesin potong *laser cutting*.

Kata kunci: Peti Kemas, Rumah *Expandable*, *Reuse*.

ABSTRACT

A container house is a dwelling or place to reuse unused containers. The container house is used as a residence that utilizes the shape of the container and is arranged like a house, then modified. The existing container houses do not have mobility because they are made permanent. Therefore created a residential innovation or place of residence that can be expanded and moved from one place to another. The innovation of the shelter or residence is an expandable container house that can be expanded vertically and can be moved. This container house is used for housing that can be expanded vertically and moved places according to the wishes of the home owner. This container house is a residential innovation or residence that has a design like a house in general, has doors, windows and stairs. This container house has a mechanism to increase the area (expandable) and a mechanism to help the process of moving from one place to another. This house is modified by not forgetting the elements of the house and not forgetting the safety factor for its residents. This design makes a miniature model of a container house with a scale of 1:10 from its original form. For the manufacture of this container house model using Additive Manufacturing tools such as 3-dimensional printing machines (3D Print) and laser cutting machines.

Keywords: Container, Expandable House, Reuse.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Pernyataan Keaslian	ii
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	iii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji	iv
Halaman Persembahan	v
Halaman Motto.....	vi
Kata Pengantar	vii
Abstrak	1
<i>ABSTRACT</i>	2
Daftar Isi.....	3
Daftar Tabel	5
Daftar Gambar.....	6
Bab 1 Pendahuluan.....	9
1.1 Latar Belakang	9
1.2 Rumusan Masalah	10
1.3 Batasan Masalah.....	11
1.3.1 Dimensi Peti kemas.....	11
1.4 Tujuan Perancangan	12
1.5 Manfaat Perancangan	12
1.6 Sistematika Penulisan.....	12
Bab 2 Tinjauan Pustaka.....	13
2.1 Kajian Pustaka	13
2.2 Dasar Teori	14
2.2.1 Pengertian Peti kemas	14
2.2.2 <i>Refuction</i> Peti kemas	15
2.2.3 Keuntungan Menggunakan Peti kemas	15
2.2.4 <i>Software Solidworks</i>	15
2.2.5 Pengertian CAD, CAM dan CAE	17
2.2.6 Pengertian <i>3D Printing</i>	18
2.2.7 Pengertian <i>Prototype</i> dan Pemodelan (Maket)	19

2.2.8	Perhitungan FOS (<i>FACTOR OF SAFETY</i>)	22
Bab 3	Metode Perancangan.....	23
3.1	Alur Perancangan	23
3.2	Alat dan Bahan	25
3.3	Perancangan dengan <i>Software</i>	26
3.4	Pemodelan	27
Bab 4	Hasil dan Pembahasan	31
4.1	Kriteria Desain	31
4.2	Desain Peti Kemas.....	31
4.3	Analisis Menggunakan <i>Software Solidworks</i>	34
4.4	Perancangan dan Modifikasi Peti Kemas	43
4.4.1	Kerangka Utama Peti Kemas	44
4.4.2	Kerangka Dalam Peti Kemas	47
4.4.3	Kerangka Hidrolik dan <i>Braket</i> Hidrolik.....	49
4.4.4	Kerangka Expansi Atas dan Atap Modifikasi Peti Kemas.....	52
4.4.5	Pintu, Jendela dan Tangga.....	54
4.4.6	Balkon Rumah Peti Kemas	58
4.4.7	Kaki Semu Rumah Peti Kemas	59
4.5	Hasil Perancangan	61
4.6	Pembuatan Pemodelan	63
4.6.1	Proses <i>Laser Cutting</i>	64
4.6.2	Proses <i>3D Printing</i>	66
4.6.3	Hasil Pembuatan Pemodelan.....	70
Bab 5	Penutup	75
5.1	Kesimpulan.....	75
5.2	Saran Penelitian Selanjutnya	76
Daftar Pustaka	77

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Daftar harga peti kemas baru dan bekas	10
Tabel 3.1 Alat dan Bahan.....	25



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1 Ilustrasi dimensi peti kemas 20 <i>feet</i>	11
Gambar 2-1 Peti kemas	14
Gambar 2-2 Software <i>Solidworks</i>	16
Gambar 2-3 Mesin <i>3D Printing</i>	18
Gambar 2-4 Perhitungan Nilai FOS (<i>factor of safety</i>)	22
Gambar 3-1 Alur Perancangan.....	23
Gambar 3-2 Mekanisme <i>Forklift</i>	27
Gambar 4-1 Bodi Peti Kemas	32
Gambar 4-2 Dimensi Ukuran Peti Kemas Standar ISO	33
Gambar 4-3 Peti Kemas Tanpa Atap	33
Gambar 4-4 Hasil Pengujian Stress (Tekan) Peti Kemas Utama Modifikasi	35
Gambar 4-5 Hasil Pengujian <i>Strain</i> (Tegangan) Peti Kemas Utama Modifikasi .	36
Gambar 4-6 Hasil Pengujian <i>Displacement</i> (Tarik) Peti Kemas Utama Modifikasi	37
Gambar 4-7 Hasil Pengujian FOS (<i>Factor Of Safety</i>) Peti Kemas Utama Modifikasi	38
Gambar 4-8 Pengujian FOS (Factor Of Safety) Peti Kemas Utama Modifikasi Beban 2.25 Ton	39
Gambar 4-9 Pengujian FOS (Factor Of Safety) Peti Kemas Utama Modifikasi Beban 2.5 Ton	40
Gambar 4-10 Hasil FOS (<i>factor of safety</i>) Rangka Hidrolik	41
Gambar 4-11 Hasil FOS (<i>factor of safety</i>) Rangka Dalam Rumah Peti Kemas ...	41
Gambar 4-12 Pengujian FOS (<i>factor of safety</i>) <i>Braket</i> Hidrolik	42
Gambar 4-13 <i>Error</i> pada saat proses pengujian analisis.....	43
Gambar 4-14 Modifikasi Kerangka Utama Peti Kemas	45
Gambar 4-15 Kerangka Peti Kemas Tampak Samping	46
Gambar 4-16 Gambar Teknik Kerangka Utama	46
Gambar 4-17 Kerangka Dalam Peti Kemas	48
Gambar 4-18 Gambar Teknik Kerangka Dalam	48
Gambar 4-19 Kerangka Hidrolik	49

Gambar 4-20 Gambar Teknik Rangka Hidrolik.....	50
Gambar 4-21 <i>Braket</i> Hidrolik	50
Gambar 4-22 Gambar Teknik <i>Braket</i> Hidrolik	51
Gambar 4-23 Posisi Kerangka Hidrolik dan <i>Braket</i> Hidrolik.....	52
Gambar 4-24 Kerangka Expansi Atas dan Atap Modifikasi Peti Kemas	53
Gambar 4-25 Gambar Teknik Frame Lantai 2.....	54
Gambar 4-26 Pintu Geser.....	55
Gambar 4-27 Gambar Teknik Pintu.....	55
Gambar 4-28 Jendela Rumah Peti Kemas.....	56
Gambar 4-29 Gambar Teknik Jendela	56
Gambar 4-30 Tangga Rumah Peti Kemas.....	57
Gambar 4-31 Posisi Tangga	57
Gambar 4-32 Gambar Teknik Tangga	58
Gambar 4-33 Balkon Rumah Peti Kemas	58
Gambar 4-34 Gambar Teknik Balkon Rumah Peti Kemas.....	59
Gambar 4-35 Kaki Semu Saat Mekanisme Bekerja.....	60
Gambar 4-36 Kaki Semu Rumah Peti Kemas.....	61
Gambar 4-37 Gambar Teknik Kaki Semu Rumah Peti Kemas.....	61
Gambar 4-38 Hasil Perancangan Rumah Peti Kemas Tampak Isometris.....	63
Gambar 4-39 Desain Kerangka Peti Kemas Utama Untuk Pemodelan	65
Gambar 4-40 Desain Kerangka Peti Kemas Utama Tipe <i>File DXF</i>	65
Gambar 4-41 Proses Eksekusi <i>Laser cutting</i> Menggunakan Tipe <i>File DXF</i>	66
Gambar 4-42 Proses Pemotongan Bagian-Bagian Dinding Peti Kemas.....	67
Gambar 4-43 Proses Mengatur Bagian-Bagian <i>Part</i> Pada <i>Software 3D Printing</i>	67
Gambar 4-44 Proses Eksekusi <i>3D Printing</i>	68
Gambar 4-45 Kegagalan Pada Saat Proses <i>3D Printing</i>	68
Gambar 4-46 Kegagalan Putusnya <i>Filament</i> Pada Saat Proses Pengerjaan <i>3D Printing</i>	69
Gambar 4-47 Pemodelan Mekanisme Vertikal Pada Rumah Peti Kemas	71
Gambar 4-48 Pemodelan Mekanisme Kaki Semu Pada Rumah Peti Kemas	71
Gambar 4-49 Media Penggerak Mekanisme Vertikal Dan Kaki Semu Rumah Peti Kemas.....	72

Gambar 4-50 Hasil Pemodelan Rumah Peti Kemas Saat Mekanisme Vertikal dan Kaki Semu Bekerja 73

Gambar 4-51 Hasil Pemodelan Rumah Peti Kemas Tampak Samping 74



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi semakin canggih dan berkembang pesat didukung dengan kreativitas manusia, membuat munculnya inovasi-inovasi baru di dalam kehidupan, khususnya pada bidang desain. Pemanfaatan barang bekas saat ini sudah menjadi isu *sustainable design*, yaitu banyak memanfaatkan kembali barang-barang yang sudah tidak berguna untuk dijadikan barang tersebut bernilai kembali. Pemanfaatan barang bekas memang sudah menjadi tren di zaman sekarang ini karena berkurangnya berbagai sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui serta lamanya waktu yang dibutuhkan untuk proses daur ulang tersebut (Mardianto, 2011).

Di jaman sekarang ini, salah satu tren bangunan rumah mulai marak di Indonesia yaitu bangunan- bangunan yang memanfaatkan peti kemas bekas. Peti kemas merupakan *reusable* unit transportasi dan penyimpanan produk atau bahan baku antar lokasi atau negara, istilah wadah atau kotak dapat digunakan dalam konteks pengiriman. Beberapa hal yang bisa menjadi bahan pertimbangan dari penggunaan peti kemas bekas adalah biaya yang murah, mudah diangkut dan dimodifikasi, kekuatan material yang sudah diuji, tahan gempa atau bencana serta meminimalisir resiko terhadap bencana (seperti tertimpa material bangunan, dan lain-lain), serta meminimalkan perlakuan terhadap tapak yang akan dijadikan lokasi pembangunan (Mardianto, 2011).

Peti kemas bekas mungkin bukan termasuk limbah yang merusak lingkungan, karena peti kemas bekas dapat digunakan kembali dan didaur ulang. Keberadaannya melimpah dan mudah dibongkar pasang menjadikannya material berkelanjutan dan hemat energi sebagai material daur ulang. Peti kemas sangat mungkin dijadikan unit dasar dalam perencanaan dan perancangan suatu ruang bangunan. Bentuk peti kemas yang kotak, membuat perancang sangat kreatif dalam mengubahnya menjadi suatu ruang yang sangat bermanfaat (Febiana & Pranoto, 2018).

Pada umumnya pembuatan model rumah dari bahan dasar peti kemas dibuat dengan cara permanen lalu di percantik dengan interior, dan mengambil struktur dari kotak peti kemas tersebut. Rumah peti kemas lebih menghemat biaya membangun jika dibandingkan dengan membangun rumah pada umumnya. Berikut adalah tabel daftar harga peti kemas bekas dan baru berukuran 20 ft dan 40 ft pada Juli 2019 yang dapat digunakan untuk rumah, kantor ataupun ruang usaha.

Tabel 1.1 Daftar harga peti kemas baru dan bekas

No.	Jenis	Spesifikasi	Harga
1.	20ft	Baru	Rp 30.000.000
2.	20ft	Baru modifikasi	Rp 57.000.000
3.	40ft	Baru	Rp 42.000.000
4.	40ft	Baru modifikasi	Rp 80.000.000
5.	20ft	Bekas	Rp 15.000.000
6.	20ft	Bekas modifikasi	Rp 47.000.000
7.	40ft	Bekas	Rp 20.000.000
8.	40ft	Bekas modifikasi	Rp 60.000.000

Maka dari itu dalam tugas akhir ini akan membahas mengenai perancangan dan pemodelan rumah berpindah diperluas dengan mekanisme vertikal yang berbahan dasar peti kemas. Perancangan ini membuat rancangan modifikasi dari bahan dasar peti kemas bekas yang nantinya akan dibuat rumah yang memiliki mekanisme bertingkat yang bisa dipindah dari satu tempat ketempat yang lain akan tetapi tetap menggunakan bantuan trailer atau angkutan barang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka penulis merumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis FOS (*factor of safety*) dari peti kemas utama yang telah di modifikasi dengan menggunakan *software Solidworks*.
2. Bagaimana merancang mekanisme vertikal pada peti kemas.
3. Bagaimana membuat pemodelan rumah peti kemas.

1.3 Batasan Masalah

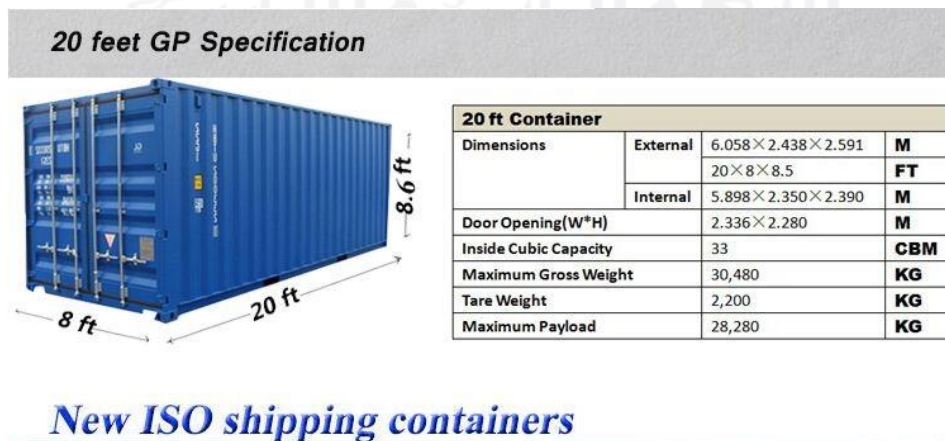
Batasan masalah dalam perancangan ini, agar tujuan yang diinginkan dapat tercapai dengan maksimal. Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Desain dan analisis pengujian menggunakan *software* CAD.
2. Hanya membahas analisis peti kemas utama setelah di potong atap dan dinding (modifikasi).
3. Hanya membahas pembuatan pemodelan.
4. Perancangan tidak membahas tentang interior, elektrikal, perhitungan mekanisme dan pompa hidrolis.
5. Perancangan tidak membahas ukuran hidrolis dan perhitungannya.
6. Menggunakan peti kemas ukuran 20 *feet*.

1.3.1 Dimensi Peti kemas

Kotak pengangkutan berbahan metal baja yang memiliki ukuran yang cukup besar yaitu panjang 6-12 meter, lebar 2,5 meter, dan tinggi 2,5 meter. Peti kemas kapal (*Dry cargo containers*) merupakan peti kemas yang paling sering digunakan, terdiri dari 2 jenis yang memiliki beda ukuran, 20 *feet cargo container*, yang memiliki panjang 6.058 mm, lebar 2.438 mm dan tinggi 2.591 mm dan 40 *feet cargo container*, yang memiliki panjang 12.192 mm, lebar 2.438 mm dan tinggi 2.591 mm. Kotak ini dapat ditumpuk hingga 12 susunan peti dan memiliki ketahanan atau kekuatan yang tinggi (Nurkamdani, 2010).

Berikut adalah gambar ilustrasi dimensi peti kemas 20*feet*:



Gambar 1-1 Ilustrasi dimensi peti kemas 20 *feet*

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan penelitian dan perancangan tugas akhir ini adalah

1. Menguji peti kemas utama yang telah di modifikasi dengan melakukan analisis menggunakan *software*.
2. Merancang mekanisme pada rumah peti kemas dengan sistem pengangkat untuk memperluas secara vertikal.
3. Membuat pemodelan rumah peti kemas dengan menggunakan alat mesin *3D Printing, laser cutting* dan bahan yang ada di pasaran.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat dari perancangan tugas akhir ini adalah

1. Menambah pengetahuan dan wawasan.
2. Mengurangi penumpukan peti kemas bekas.
3. Hunian mempunyai tingkat mobilitas yang tinggi.
4. Pilihan hunian bagi masyarakat.
5. Referensi untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan laporan tugas akhir ini terdiri dari 5 bab yaitu:

1. Bab I Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan serta sistematika penulisan laporan.
2. Bab II Tinjauan Pustaka, berisi kajian pustaka dan dasar teori.
3. Bab III Metode Perancangan, berisi langkah-langkah perancangan dan metode yang digunakan.
4. Bab IV Hasil dan Pembahasan, berisi hasil perancangan, hasil pengujian analisis struktur menggunakan *software Solidworks*.
5. Bab V Penutup, berisi kesimpulan dan saran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Zaman telah berkembang, muncul isu *sustainable design*, banyak memanfaatkan kembali (*reuse*) barang-barang yang sudah tidak berguna untuk dijadikan sesuatu yang bernilai kembali. *Sustainable design* merupakan dasar filosofis tumbuhnya gerakan pribadi dan organisasi yang mencari literatur untuk mendefinisikan kembali bagaimana bangunan dirancang, dibangun dan dioperasikan lebih bertanggung jawab terhadap lingkungan. Di jaman sekarang ini, salah satu tren bangunan rumah yang mulai marak di Indonesia yaitu bangunan-bangunan yang memanfaatkan peti kemas bekas (Febiana & Pranoto, 2018).

Peti kemas merupakan *reusable* unit transportasi dan penyimpanan produk atau bahan baku antar lokasi atau negara, istilah wadah atau kotak dapat digunakan dalam konteks pengiriman. Beberapa hal yang bisa menjadi bahan pertimbangan dari penggunaan peti kemas bekas adalah biaya yang murah, mudah diangkut dan dimodifikasi, kekuatan materi yang sudah diuji, tahan gempa atau bencana serta meminimalisir resiko terhadap bencana (seperti tertimpa material bangunan, dan lain-lain), serta meminimalkan perlakuan terhadap tapak yang akan dijadikan lokasi pembangunan (Mardianto, 2011).

Peti kemas bekas bukan termasuk limbah yang merusak lingkungan, karena peti kemas bekas dapat digunakan kembali (*reuse*), didaur ulang (*recycle*). Keberadaannya yang melimpah dan mudah dibongkar pasang menjadikannya material berkelanjutan dan hemat energi sebagai material daur ulang. Peti kemas sangat mungkin dijadikan unit dasar dalam perencanaan dan perancangan suatu ruang bangunan. Bentuk peti kemas yang meruang, membuat perancang sangat kreatif dalam mengubahnya menjadi suatu ruang yang sangat bermanfaat (Nurkamdani, 2010).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Peti kemas

Peti kemas merupakan kotak kargo. Kotak muatan barang yang diangkut dengan kapal laut, pesawat udara, atau pengangkut lain (KBBI, 2008, p. 148).

Peti kemas adalah peti atau kotak yang memenuhi persyaratan teknis sesuai dengan *International Organization for Standardization* (ISO) sebagai alat atau perangkat pengangkutan barang yang bisa digunakan di berbagai moda, mulai dari moda jalan dengan truk peti kemas, kereta api dan kapal peti kemas laut (Nadia & Laurentia Carissa, 2019).

Peti kemas merupakan suatu bentuk kemasan satuan muatan terbaru yang menyerupai kotak besar, diperkenalkan sejak awal tahun 1960. Pada umumnya peti kemas terbuat dari bahan-bahan seperti baja, tembaga (anti karat), aluminium, dan *plywood* atau FRP (*fiberglass reinforced plastics*). Memiliki pintu yang dapat terkunci dan tiap sisi-sisi dipasang suatu “piting sudut dan kunci putar”, sehingga Antara satu peti kemas dan peti kemas lainnya dapat dengan mudah disatukan atau dilepaskan (Kramadibrata, 2002).



Gambar 2-1 Peti kemas

2.2.2 Refunction Peti kemas

Bangunan dari peti kemas menawarkan solusi alternatif yang cukup unik dan harga terjangkau untuk penyediaan ruang yang lebih fleksibel. Penggunaan bahan secara ulang seperti dalam material limbah industri seperti ini sangatlah berlimpah jumlahnya dan merupakan “harta karun” yang harus dimanfaatkan (*reclaimed*). Pemanfaatan ulang tanpa mengubah bentuk yang ada dengan sebuah fungsi yang baru disebut dengan *refunction*. Inilah satu hal yang disebut *energy saving* (Febiana & Pranoto, 2018).

2.2.3 Keuntungan Menggunakan Peti kemas

Keuntungan penggunaan peti kemas bekas menjadi ruang bangunan adalah memiliki kekuatan dan ketahanan yang tinggi, dapat ditumpuk hingga terbentuk kolom yang tinggi, mudah dalam pengangkutan transportasi, berperan untuk mengurangi peti kemas yang menumpuk di pelabuhan serta harga cukup terjangkau untuk menjadi alternatif bahan bangunan.

Penggunaan bahan bekas pakai yang dapat dimanfaatkan kembali nyatanya menjadi salah satu alasan utama mengapa penggunaan seperti peti kemas ini disebut dapat menanggulangi penggunaan energi yang berlebihan. Selain memiliki kemampuan untuk menyimpan barang yang akan didistribusikan, kini peti kemas dapat digunakan sebagai pelengkap arsitektur. Peti kemas yang biasanya digunakan untuk tujuan komoditas dapat digunakan menampung kegiatan atau aktivitas manusia (Febiana & Pranoto, 2018) .

2.2.4 Software Solidworks

Solidworks adalah salah satu CAD *software* yang dibuat oleh *Dassault Systemes*. *Software Solidworks* digunakan untuk merancang part permesinan atau susunan part permesinan yang berupa assembling dengan tampilan 3D untuk merepresentasikan part sebelum real part-nya dibuat atau tampilan 2D (drawing) untuk gambar proses permesinan.

Solidworks pertama kali diperkenalkan pada tahun 1995 sebagai pesaing untuk program CAD seperti Pro-Engineer, NX Siemens, I-Deas, Unigraphics,

Autodesk Inventor, Autodesk 17 Autocad dan Catia. *Solidworks* Corporation didirikan pada tahun 1993 oleh Jon Hirschtick, dengan merekrut tim insinyur profesional untuk membangun sebuah perusahaan yang mengembangkan perangkat lunak CAD 3D, dengan kantor pusatnya di Concord, Massachusetts, dan merilis produk pertama *Solidworks* 95 pada tahun 1995. Pada tahun 1997 Dassault Systemes, yang terdapat pada Cad software dikenal dengan Catia Cad software, mengakuisisi perusahaan dan sekarang ini memiliki 100% dari saham *Solidworks*. *Solidworks* dipimpin oleh John Mc. Eleney dari tahun 2001 hingga Juli 2007, dan sekarang dipimpin oleh Jeff Ray.

Saat ini banyak industri manufaktur yang sudah memakai software *Solidworks*. *Solidworks* saat ini digunakan oleh lebih dari 3/4 juta insinyur dan desainer di lebih dari 80.000 perusahaan di seluruh dunia. Dahulu di Indonesia orang familiar dengan Autocad untuk desain perancangan gambar teknik, tapi sekarang dengan mengenal *Solidworks*, Autocad sudah jarang digunakan untuk menggambar bentuk 3D.

Untuk pemodelan pada industri pengecoran logam dalam hal pembuatan pattern (pola/model), program 3D yang terdapat pada software *Solidworks* sangat membantu dalam pekerjaan, sebab akan memudahkan operator pattern untuk menterjemahkan gambar menjadi pattern/model casting pengecoran logam dan tentunya akan mengurangi kesalahan pembacaan gambar yang bisa mengakibatkan kesalahan pada produk yang dihasilkan.



Gambar 2-2 Software *Solidworks*

2.2.5 Pengertian CAD, CAM dan CAE

CAD adalah sebuah teknologi yang berkaitan dengan penggunaan sistem komputer untuk membantu dalam penciptaan, modifikasi, dan optimasi desain. Pada aplikasi CAD, gambar digunakan untuk memvisualisasikan sebuah produk baik dalam bentuk gambar teknik / 2 dimensi maupun 3 dimensi (Ningsih, 2005). Setiap program komputer yang mengaktifkan grafis dan program aplikasi memfasilitasi fungsi rekayasa dalam proses desain dapat diklasifikasikan sebagai perangkat lunak CAD. Tahapan pokok yang harus dilalui dalam melakukan *Engineering Design* adalah kebutuhan ide/alternatif, keputusan dan tindakan (Ningsih, 2005).

CAM sendiri merupakan sistem teknologi komputer yang merencanakan, mengelola dan mengendalikan operasi manufaktur melalui antarmuka komputer dengan sumber daya produksi. Salah satu cakupan yang paling penting dari CAM adalah kontrol numerik (NC). Ini adalah teknik menggunakan instruksi yang diprogram untuk mengontrol mesin, *mill*, *grind*, yang bisa mengubah benda mentah menjadi bagian-bagian barang jadi (Ningsih, 2005).

Computer Numerical Control / CNC (komputer kontrol numerik) yang merupakan sebuah sistem otomatisasi mesin perkakas yang dioperasikan oleh perintah yang telah diprogram secara abstrak dan disimpan di media penyimpanan, hal ini berlawanan dengan kebiasaan sebelumnya yang biasanya mesin perkakas dikontrol dengan putaran tangan atau otomatisasi sederhana menggunakan CAM. Kata NC yang disebutkan adalah singkatan dari kata Numerical Control yang bermaksud "Kontrol Numerik". Mesin NC ada pertama kali pada tahun 40-an dan 50-an dengan modifikasi dari mesin-mesin perkakas biasa. Dalam hal ini mesin perkakas biasanya ditambahkan dengan motor-motor tertentu yang akan menggerakkan pengontrol mengikuti titik-titik yang telah dimasukkan kedalam sistem oleh perangkat lunak (*software*).

Mesin yang memiliki perpaduan antara motor servo dan mekanis ini segera diganti dengan sistem analog dan kemudian komputer digital, menciptakan mesin perkakas modern yang disebut CNC yang kemudian semakin dikembangkan hingga saat ini yang mempengaruhi revolusi proses desain dari masa ke masa. Saat ini mesin CNC dibangun untuk menjawab tantangan di dunia manufaktur modern.

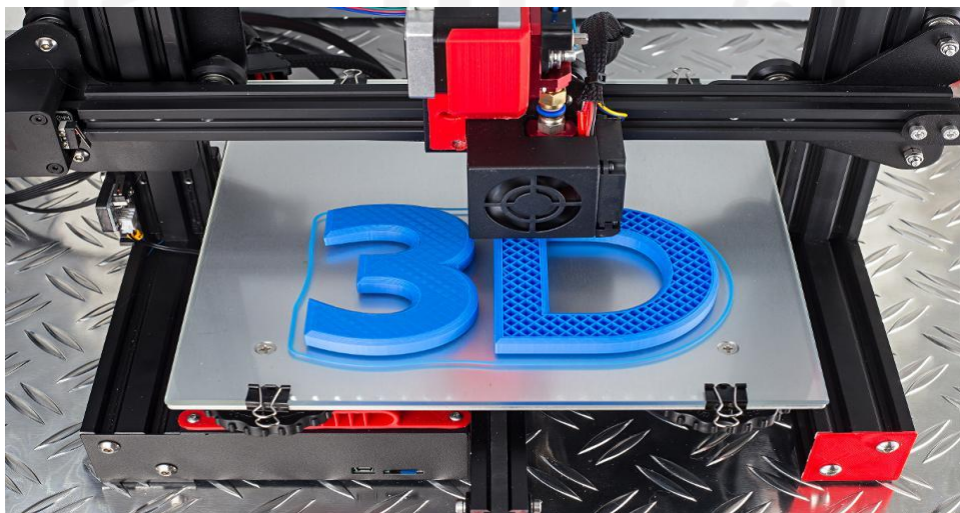
Dengan mesin CNC, ketelitian dari suatu produk dapat dijamin hingga 1/100mm lebih, pengerjaan produk massal dengan hasil yang sama persis dan waktu permesinan yang cepat.

2.2.6 Pengertian *3D Printing*

3D Printing atau dikenal juga sebagai Additive Layer Manufacturing menurut Excell, Jon (2013) adalah proses membuat objek pada 3 dimensi atau bentuk apapun dari model digital. Cara kerjanya hampir sama dengan printer laser dengan teknik membuat objek dari sejumlah layer/lapisan yang masing-masing dicetak di atas setiap lapisan lainnya.

Teknologi printing ini sendiri sebenarnya sudah berkembang sejak sekitar 1980an namun belum begitu dikenal hingga tahun 2010an ketika mesin cetak 3D ini dikenalkan secara komersial. Dalam sejarahnya Printer 3D pertama yang bekerja dengan baik dibuat oleh Chuck Hull dari 3D System Corp pada tahun 1984.

Sejak saat itu teknologi *3D Printing* semakin berkembang dan digunakan dalam purwarupa (model) maupun industri secara luas seperti dalam arsitektur, otomotif, militer, industri medis, fashion, sistem informasi geografis sampai biotech (penggantian jaringan tubuh manusia). (Putra & Sari, 2018).



Gambar 2-3 Mesin *3D Printing*

Pencetakan 3D adalah salah satu dari berbagai proses di mana materi bergabung atau dipadatkan di bawah kontrol komputer untuk membuat objek tiga dimensi. Layered manufacture menurut (Jacobs, 1992) juga disebut *prototyping* cepat atau manufaktur aditif adalah perkembangan revolusioner di bidang proses

manufaktur dalam dua dekade terakhir. Tidak seperti material yang dikeluarkan dari stok dalam proses pemesinan, manufaktur berlapis membangun volume padat dari model CAD dengan menambahkan lapisan bahan demi lapis secara berturut-turut.

Karena bagian dibuat lapisan demi lapis, membangun orientasi memainkan peran penting dalam proses pembuatan berlapis karena dapat meningkatkan kualitas bagian dalam hal akurasi dan penyelesaian permukaan, mengurangi volume dukungan yang diperlukan, mendukung bidang kontak dan waktu pembangunan. Ini juga mempengaruhi kekuatan bagian dan biaya produksi. (Putra & Sari, 2018).

2.2.7 Pengertian *Prototype* dan Pemodelan (Maket)

Prototype adalah contoh awal atau model yang dibuat untuk menguji konsep atau proses atau sebagai sesuatu yang dapat direplikasi atau dipelajari. Sebuah *prototype* umumnya digunakan untuk mengevaluasi desain baru. *Prototype* berfungsi untuk memberikan spesifikasi produk yang nyata dan bukan teoritis. (Blackwell & Manar, 2015)

Prototype dapat dibagi dalam beberapa kategori yaitu:

1. *Proof of Principle*

Berfungsi untuk memverifikasi beberapa aspek fungsional utama dari desain yang dimaksud, namun biasanya tidak memiliki semua fungsi produk akhir.

2. *Working Prototype*

Adalah prototipe yang mewakili semua atau hampir semua fungsi dari produk akhir

3. *Visual Prototype*

Adalah prototipe yang mewakili ukuran dan tampilan, tapi bukan fungsionalitasnya dari desain yang dimaksud. Prototipe ini adalah tipe awal di mana fitur geometris dari sebuah desain ditekankan, dengan perhatian kurang terhadap fitur geometris dari sebuah desain ditekankan, dengan perhatian kurang terhadap warna, tekstur, atau aspek lain dari penampilan akhir.

4. *User Experience Prototype*

Adalah prototipe yang cukup mewakili penampilan dan fungsi produk yang dapat digunakan untuk penelitian terhadap pengalaman pengguna dalam menggunakan produk.

5. *Functional Prototype*

Adalah prototipe yang memiliki fungsi dan tampilan desain yang dimaksud, meski bisa dibuat dengan teknik yang berbeda dan bahkan skala yang berbeda dari desain akhir.

6. *Paper Prototype*

Adalah representasi tercetak dan representasi pengguna dari produk perangkat lunak. Prototipe seperti itu biasa digunakan untuk pengujian awal perancangan perangkat lunak, dan dapat menjadi bagian dari panduan perangkat lunak untuk mengkonfirmasi keputusan desain.

Maket adalah miniatur atau bentuk tiruan yang menyerupai dari rumah, gedung, pesawat, kapal dan benda lainnya yang ukurannya lebih kecil, yang biasanya terbuat dari bahan kayu, karton jerami dan styrofoam. Jadi maket biasanya digunakan untuk mempresentasikan benda dengan skala atau ukuran yang lebih kecil. maket terdiri dari berbagai jenis diantaranya maket arsitektur, maket struktural (Hermita, 2015).

Maket juga dapat mempresentasikan bentuk bangunan serta fasilitas yang ada pada bangunan dalam bentuk tiga dimensi. Pembuatan maket sangat dibutuhkan pada sebuah perusahaan seperti perusahaan developer dan properti dalam menjual dan mempromosikan bangunan yang sedang dibuat. Seiring dengan berkembangnya zaman, bentuk dan kualitas dari maket sudah semakin meningkat pesat, dan itu sangat membantu seseorang dalam mempresentasi bentuk bangunan dan membantu konsumen untuk melihat secara jelas dalam pembelian bangunan seperti maket perumahan atau gedung perkantoran misalnya (Hermita, 2015).

Keberadaan dari maket sebenarnya memiliki fungsi yang cukup banyak yaitu diambil dari salah satu contoh ketika ingin membuat sebuah bangunan perumahan atau perkantoran. Maket bisa menjadi media yang sangat praktis dan efektif untuk memberi keterangan dan presentasi pada calon pembeli atau konsumen. Karena calon pembeli atau konsumen mendapat gambaran yang lebih jelas terhadap detail bangunan yang akan dimilikinya (Hermita, 2015).

Penggunaan maket bisa juga menjadi daya tarik sebagai property selain brosur serta media lain yang sering digunakan dalam penjualan. Karena brosur hanya dapat memperlihatkan dalam bentuk satu dimensi saja seperti gambar, namun maket dapat memperlihatkan bentuk visual bangunan secara tiga dimensi dalam bentuk yang utuh, tidak terpisah-pisah. Desain dan arsitektur bangunan dari luar serta interior yang ada di dalam bisa dilihat dalam waktu yang bersamaan. Oleh karena itu maket dapat dikatakan sebagai alat komunikasi yang paling mudah bagi penjual dan calon pembeli. Karena biasanya calon pembeli adalah masyarakat biasa yang kurang begitu memahami tentang dunia arsitektur bila ingin menanyakan sesuatu dapat dilakukan dengan cara menunjuk bagian tertentu pada maket tersebut (Hermita, 2015).

Maket yang baik yaitu maket yang tidak memberi gambaran bentuk bangunan dari interiornya saja, tetapi juga harus lengkap dengan kondisi lingkungan yang ada disekitarnya. Misalnya apakah rumah tersebut berada di pinggir jalan besar atau berlokasi di tengah kota maupun ditepi sungai dan sebagainya. Samua ini bisa dijelaskan melalui maket, sehingga calon konsumen bisa mendapat gambaran kondisi lingkungan (Hermita, 2015).

Bagian yang paling penting dalam pembuatan maket adalah skalanya. Hitung setiap bagian bangunan dengan teliti agar tidak terjadi kesalahan ukuran. Dari skala ini bentuk bangunan yang asli bisa tergambar dalam maket. Masalah ini adalah kesalahan yang paling sering terjadi dalam proses pembuatan maket terutama yang berkaitan dengan skala ukuran.

Dari penjelasan maket tersebut dapat diambil beberapa macam fungsi dari maket diantaranya:

1. Memperkecil ukuran benda atau objek yang terlalu besar dan harganya mahal jika dihadirkan dalam bentuk aslinya.
2. Memberikan pengalaman yang nyata kepada para audience terhadap suatu benda atau objek, walaupun hanya dalam bentuk replikanya.
3. Memudahkan dalam penjelasan tentang suatu benda atau objek dengan mempresentasikan benda tiruannya sesuai dengan benda aslinya.
4. Sebagai media visualisasi dari desain interior

5. Mendeskripsikan sebuah keadaan dalam suatu lingkungan dalam skala yang lebih kecil.

2.2.8 Perhitungan FOS (*FACTOR OF SAFETY*)

Perhitungan Factor Of Safety. Syarat factor safety pada pengukuran ini nilainya harus lebih dari 1. Nilai factor safety (FS) dapat dihitung dengan rumus : $FS = (\sigma_{ultimate} / \sigma_{max})$ Dimana FS = factor safety σ_{max} =tegangan maksimum yang terjadi $\sigma_{ultimate}$ = kemampuan kekuatan ultimate material (Aji, Mulyatno, & Yudho, 2016).

Perhitungan Factor Of Safety.

Syarat *factor safety* pada pengukuran ini nilainya harus lebih dari 1. Nilai *factor safety* (FS) dapat dihitung dengan rumus :

$$FS = (\sigma_{ultimate} / \sigma_{max})$$

Dimana

FS = *factor safety*

σ_{max} =tegangan maksimum yang terjadi

$\sigma_{ultimate}$ = kemampuan kekuatan *ultimate* material

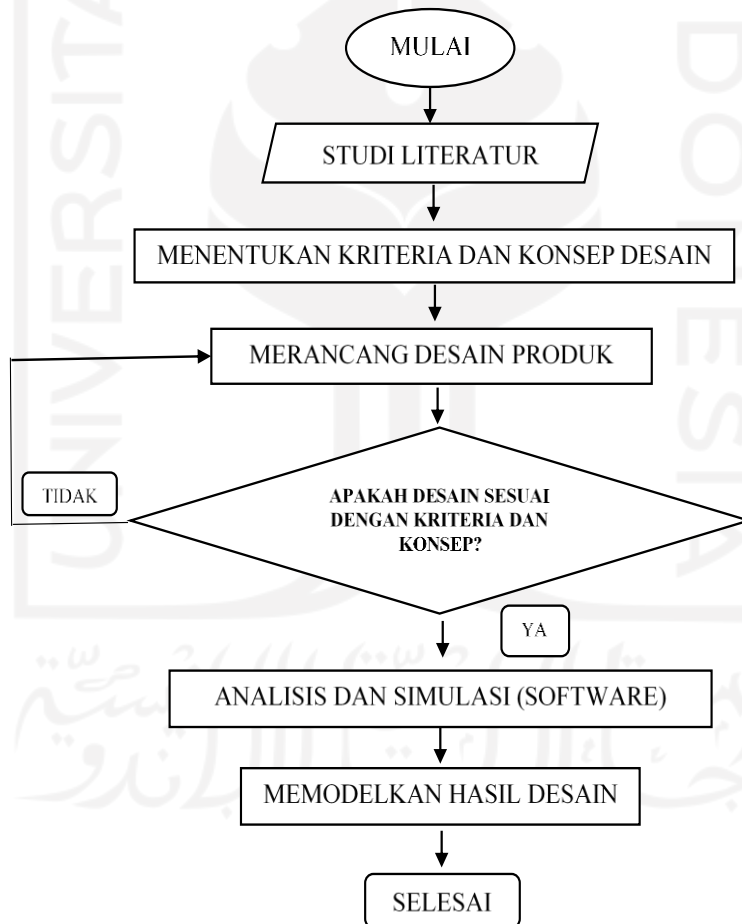
Gambar 2-4 Perhitungan Nilai FOS (*factor of safety*)

BAB 3

METODE PERANCANGAN

3.1 Alur Perancangan

Perancangan tugas akhir ini memiliki beberapa alur tahapan, terdiri dari beberapa tahapan-tahapan alur yang akan dilakukan. Untuk mempermudah langkah-langkah dalam pembuatan alat yang lebih teratur, maka dibuat diagram alur perancangan seperti pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1 Alur Perancangan

Langkah-langkah dalam perancangan desain peti kemas dimulai dari studi literatur yang mana mencari referensi dan mencari tau tentang peti kemas serta desain rumah yang terbuat dari bahan peti kemas bekas, lalu setelah mencari referensi selanjutnya yaitu menentukan kriteria desain dan konsep desain yang akan diaplikasikan pada perancangan desain peti kemas. Awalnya yaitu membuat dari bentuk sketsa lalu dibuat menggunakan *software* Solidwork.

Setelah dilakukannya penentuan kriteria desain dan konsep desain hal selanjutnya yang dilakukan yaitu merancang sketsa yang telah dibuat ke dalam bentuk 3 dimensi menggunakan *software* Solidwork. Jika desain telah dirampungkan langkah selanjutnya yaitu menguji desain tersebut dengan simulasi memakai *software* yang sama lalu menganalisis desain tersebut sesuai dengan kriteria desain dan konsep desain yang telah ditentukan.

Pengujian tersebut yaitu *stress analysis* yang mana menguji bagian - bagian struktur dari kekuatan bangunan peti kemas yang telah dirancang. Jika proses *stress analysis* telah dilakukan dan hasil pengujian dinilai sudah baik langkah selanjutnya yaitu dari desain asli yang telah dibuat pada *software*, lalu membuat dalam bentuk pemodelan nya dengan bahan-bahan yang ada dipasaran.

Pemodelan yang dimaksud adalah memodelkan desain rumah ke dalam bentuk skala yang lebih kecil. Material dalam pemodelan ini yaitu material yang gampang didapat seperti besi *hollow*, triplek *plywood*, plastik. Dalam membuat pemodelan ada komponen atau part yang dibentuk menggunakan *3D Printing*. Alat *3D Printing* digunakan untuk mencetak komponen yang custom atau tidak ada bisa dibeli di marketplace lalu juga ada alat yang dipakai dalam membuat pemodelan salah satunya yaitu las listrik yang berfungsi untuk menyatukan komponen dari material besi. Dalam menyatukan komponen satu dengan yang lain juga bisa menggunakan mur dan baut dengan dimensi yang kecil atau menyesuaikan dari pada pemodelan yang akan dibuat.

Setelah alat dan bahan lengkap langkah selanjutnya yaitu proses pembuatan model dari rumah peti kemas tersebut dengan skala yang berbeda dari skala pada desain aslinya. Proses pembuatan model rumah ini menggunakan skala yang bisa ditunjukkan saat presentasi hasil perancangan tugas akhir. Skala yang dipakai untuk model rumah peti kemas ini memakai skala 1:5 dari skala aslinya.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk perancangan dan pemodelan desain rumah *expandable* peti kemas 20 *feet* ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Alat dan Bahan

No	Alat dan Bahan	Fungsi
1	Meteran dan Mistar	Sebagai alat untuk mengukur dan mengetahui dimensi dalam proses mendesain.
2	Kamera	Untuk mengambil informasi berupa foto maupun video.
3	Laptop	Untuk membuat perancangan desain dengan menggunakan software SolidWork 2018.
4	Alat Tulis	Digunakan untuk mencatat masukan, dimensi dan menggambar sketsa konsep.
5	<i>3D Printing</i>	Digunakan untuk mencetak komponen pemodelan dari desain yang telah dibuat menggunakan <i>software</i> .
6	Filamen (PLA)	Bahan baku utama alat <i>3D Printing</i> berwujud gulungan kabel.
7	Mur dan Baut	Komponen pendukung saat dilakukannya assembly pemodelan.
8	Lem G	Menyatukan komponen atau membuat menjadi satu saat dirangkai
9	Papan triplek	Untuk dinding pemodelan rumah peti kemas dan komponen penunjang yang lain.
10	Amplas	Meratakan dan menghaluskan permukaan
11	Kayu Balsa 5mm	Membuat rangka rangka dalam membuat pemodelan

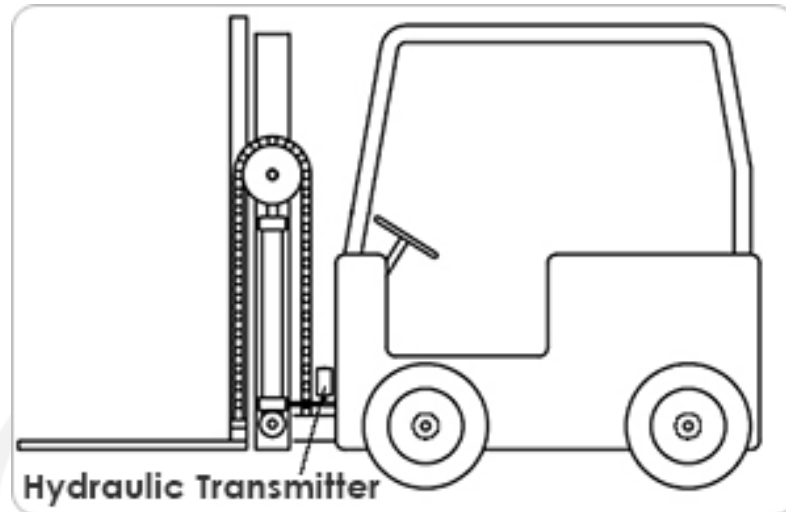
3.3 Perancangan dengan *Software*

Perancangan dengan menggunakan *software* terdiri dari beberapa tahapan yaitu perancangan pembuatan desain peti kemas dalam bentuk skala asli pada *software solidwork*, lalu dilanjutkan dengan perancangan struktur di dalam peti kemas tersebut dan juga merancang mekanisme vertikal dengan menggunakan konsep forklift. Perancangan dengan menggunakan *software* ini juga menganalisis kekuatan struktur peti kemas yang telah didesain dengan beberapa parameter pengujian *stress analysis* di dalam *software*.

Perancangan desain peti kemas dimulai dari studi literatur yang mana mencari referensi dan mencari tahu tentang peti kemas serta desain rumah yang terbuat dari bahan peti kemas bekas, lalu setelah mencari referensi selanjutnya yaitu menentukan kriteria desain dan konsep desain yang akan diaplikasikan pada perancangan desain peti kemas. Awalnya yaitu membuat dari bentuk sketsa lalu dibuat menggunakan *software Solidworks*.

Setelah dilakukannya penentuan kriteria desain dan konsep desain hal selanjutnya yang dilakukan yaitu merancang sketsa yang telah dibuat ke dalam bentuk 3 dimensi menggunakan *software Solidworks*. Jika desain telah dirampungkan langkah selanjutnya yaitu menguji desain tersebut dengan simulasi memakai *software* yang sama lalu menganalisis desain tersebut sesuai dengan kriteria desain dan konsep desain yang telah ditentukan.

Perancangan pembuatan modifikasi rumah petikemas dilakukan sesuai kriteria desain yang telah ditentukan, konsep yang diterapkan di dalam desain ini yaitu dengan menggunakan konsep *forklift*, mekanisme tersebut telah dipertimbangkan keamanan dan kestabilan dalam mengangkat suatu beban. Oleh sebab itu konsep tersebut mampu jika diterapkan untuk mekanisme mengangkat secara vertikal di dalam modifikasi rumah petikemas.



Gambar 3-2 Mekanisme *Forklift*

Pengujian tersebut yaitu *stress analysis* yang mana menguji bagian - bagian struktur dari kekuatan bangunan peti kemas yang telah dirancang. Jika proses *stress analysis* telah dilakukan dan hasil pengujian dinilai sudah baik langkah selanjutnya yaitu dari desain asli yang telah dibuat pada *software*, lalu membuat dalam bentuk pemodelan nya dengan bahan-bahan yang ada dipasaran.

3.4 Pemodelan

Pemodelan adalah barang tiruan yang lebih kecil dengan bentuk dan rupa persis seperti yang ditiru, bisa juga disebut maket. Pengertian maket adalah membuat tiruan dalam bentuk 3 dimensi dan skala yang lebih kecil dari pada bentuk aslinya. Dibuat menggunakan bahan-bahan yang mudah untuk dibetuk seperti contoh yaitu kayu, triplek, karton, kertas, tanah liat, plastik dan masih banyak lagi bahan bahan yang bisa digunakan untuk membuat maket.

Pemodelan yang dimaksud adalah memodelkan desain rumah ke dalam bentuk skala yang lebih kecil. Material dalam pemodelan ini yaitu material yang gampang didapat seperti triplek, *plywood*, plastik. Dalam membuat pemodelan ada komponen atau part yang dibentuk menggunakan *3D Printing*. Alat *3D Printing* digunakan untuk mencetak komponen yang custom atau yang tidak bisa dibeli di *marketplace*, lalu juga ada alat yang dipakai dalam membuat pemodelan salah satunya yaitu alat Lem G yang berfungsi untuk menyatukan komponen dari material plastik atau kayu. Dalam menyatukan komponen satu dengan yang lain

juga bisa menggunakan mur dan baut dengan dimensi yang kecil atau menyesuaikan dari pada pemodelan yang akan dibuat.

Pemodelan desain peti kemas dalam tugas akhir ini sebagian komponen menggunakan alat *3D Printing*. Desain yang dicetak menggunakan *3D Printing* masing-masing komponennya akan di assembly menjadi satu kesatuan. Alat *3D Printing* mampu mencetak produk dengan rapi. Pada tahap pemodelan ini tidak hanya menggunakan *3D Printing* saja melainkan menggunakan alat lain untuk menunjang pembuatan pemodelan desain rumah peti kemas tersebut.

Tidak hanya menggunakan *3D Printing*, pembuatan pemodelan ini juga menggunakan mesin *laser cutting*, guna mesin CNC tersebut yaitu memotong bahan yang dipakai untuk pembuatan pemodelan petikemas, material yang dipotong menggunakan *laser cutting* yaitu material akrilik dan triplek. Kedua bahan tersebut yang dipakai untuk pembuatan rangka pemodelan petikemas. Pemodelan dibuat sedemikian serupa semirip mungkin dengan aslinya, yang skalatis dan membentuk petikemas dengan wujud yang terlihat secara nyata.

Pemodelan ini bisa disebut juga membuat produk yang dimodelkan dengan skala yang lebih kecil, yang dinamakan maket. Proses pembuatan pemodelan ini dilakukan secara mendetail dengan melihat parameter dan melihat dimensi yang terdapat di dalam gambar teknik. Proses tersebut dilakukan untuk menunjang terbentuknya pemodelan yang nyata dan skalatis.

Maket adalah miniatur atau bentuk tiruan yang menyerupai dari rumah, gedung, pesawat, kapal dan benda lainnya yang ukurannya lebih kecil, yang biasanya terbuat dari bahan kayu, karton jerami dan *styrofoam*. Jadi maket biasanya digunakan untuk mempresentasikan benda dengan skala atau ukuran yang lebih kecil. maket terdiri dari berbagai jenis diantaranya maket arsitektur, maket structural (Hermita, 2015).

Maket juga dapat mempresentasikan bentuk bangunan serta fasilitas yang ada pada bangunan dalam bentuk tiga dimensi. Pembuatan maket sangat dibutuhkan pada sebuah perusahaan seperti perusahaan developer dan properti dalam menjual dan mempromosikan bangunan yang sedang dibuat. Seiring dengan berkembang zaman, bentuk dan kualitas dari maket sudah semakin meningkat pesat, dan itu sangat membantu seseorang dalam mempresentasi bentuk bangunan

dan membantu konsumen untuk melihat secara jelas dalam pembelian bangunan seperti maket perumahan atau gedung perkantoran misalnya (Hermita, 2015).

Keberadaan dari maket sebenarnya memiliki fungsi yang cukup banyak yaitu diambil dari salah satu contoh ketika ingin membuat sebuah bangunan perumahan atau perkantoran. Maket bisa menjadi media yang sangat praktis dan efektif untuk memberi keterangan dan presentasi pada calon pembeli atau konsumen. Karena calon pembeli atau konsumen mendapat gambaran yang lebih jelas terhadap detail bangunan yang akan dimilikinya.

Penggunaan maket bisa juga menjadi daya tarik sebagai property selain brosur serta media lain yang sering digunakan dalam penjualan. Karena brosur hanya dapat memperlihatkan dalam bentuk satu dimensi saja seperti gambar, namun maket dapat memperlihatkan bentuk visual bangunan secara tiga dimensi dalam bentuk yang utuh, tidak terpisah-pisah (Hermita, 2015).

Desain dan arsitektur bangunan dari luar serta interior yang ada di dalam bisa dilihat dalam waktu yang bersamaan. Oleh karena itu maket dapat dikatakan sebagai alat komunikasi yang paling mudah bagi penjual dan calon pembeli. Karena biasanya calon pembeli adalah masyarakat biasa yang kurang begitu memahami tentang dunia arsitektur bila ingin menanyakan sesuatu dapat dilakukan dengan cara menunjuk bagian tertentu pada maket tersebut.

Maket yang baik yaitu maket yang tidak memberi gambaran bentuk bangunan dari interiornya saja, tetapi juga harus lengkap dengan kondisi lingkungan yang ada disekitarnya. Misalnya apakah rumah tersebut berada di pinggir jalan besar atau berlokasi di tengah kota maupun ditepi sungai dan sebagainya. Semua ini bisa dijelaskan melalui maket, sehingga calon konsumen bisa mendapat gambaran kondisi lingkungan.

Bagian yang paling penting dalam pembuatan maket adalah skalanya. Hitung setiap bagian bangunan dengan teliti agar tidak terjadi kesalahan ukuran. Dari skala ini bentuk bangunan yang asli bisa tergambar dalam maket. Masalah ini adalah kesalahan yang paling sering terjadi dalam proses pembuatan maket terutama yang berkaitan dengan skala ukuran (Hermita, 2015).

Dari penjelasan maket tersebut dapat diambil beberapa macam fungsi dari maket diantaranya:

1. Memperkecil ukuran benda atau objek yang terlalu besar dan harganya mahal jika dihadirkan dalam bentuk aslinya.
2. Memberikan pengalaman yang nyata kepada para audience terhadap suatu benda atau objek, walaupun hanya dalam bentuk replikanya.
3. Memudahkan dalam penjelasan tentang suatu benda atau objek dengan mempresentasikan benda tiruannya sesuai dengan benda aslinya.
4. Sebagai media visualisasi dari desain interior
5. Mendeskripsikan sebuah keadaan dalam suatu lingkungan dalam skala yang lebih kecil.



BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kriteria Desain

Dalam perancangan ini memiliki beberapa kriteria desain yang di perhatikan untuk membantu dalam proses perancangan rumah peti kemas yaitu sebagai berikut.

1. Peti kemas utama yang di modifikasi masih aman sesuai standar FOS (*factor of safety*).

Peti kemas utama masih aman secara struktur walaupun telah di hilangkan atapnya, di lubanggi bagian dindingnya untuk pintu dan jendela (modifikasi). Dibuktikan dengan hasil analisis FOS (*factor of safety*).

2. Mobilitas rumah peti kemas bisa berpindah-pindah tanpa bantuan alat berat.

Memiliki kaki semu yang bertujuan untuk mempermudah dalam proses pengangkutan pada saat diinginkan untuk berpindah tempat. Mudah dalam proses saat dipindahkan dengan tanpa bantuan alat berat seperti *forklift*.

4.2 Desain Peti Kemas

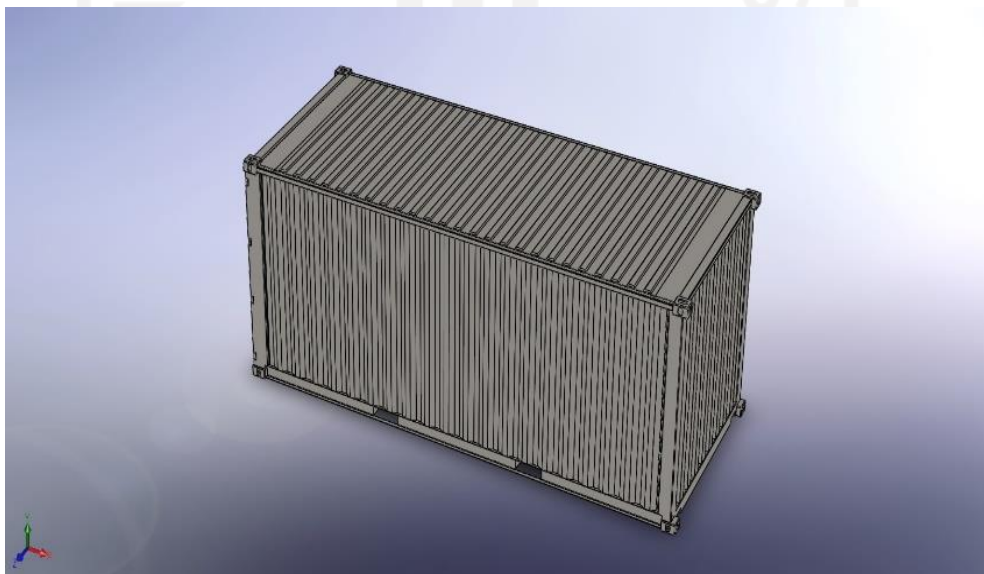
Pembahasan di bab ini yaitu membahas langkah-langkah dimana permulaan desain ini dimulai. Tentang langkah-langkah dari awal membuat desain rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 *feet* yang dimulai dengan menggunakan *software* dengan parameter skala 1:1 menggunakan dimensi aslinya peti kemas ukuran 20 *feet*. Proses pembuatan desain ini memang terbilang cukup lama, sebab parameter yang dipakai yaitu peti kemas dalam bentuk aslinya. Mulai dari dimensi hingga material yang digunakan ada pada peti kemas, oleh sebab itu desain yang dibuat terbilang cukup memakan waktu sebab dalam desain ini dibuat secara detail mengikuti bentuk asli dan material asli peti kemas ukuran 20 *feet*.

Langkah pertama sebelum memulai untuk merancang desain rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 *feet* yaitu membuat kriteria desain yang akan dibuat lalu dilanjutkan dengan

membuat sketsa gambar desain dengan inovasi yang dibuat. Kriteria desain perancangan ini tentunya kuat, struktur perancangan aman dan berfungsi sebagai tempat tinggal yang nyaman. Mekanisme juga perlu dipikirkan dengan membuat gambar sketsa agar supaya saat memindah sketsa ke dalam *software* tidak hanya membayangkan saja, akan tetapi ada rancangannya yang akan dibuat ke dalam bentuk 3 dimensi di dalam *software*.

Proses awal dari perancangan rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 *feet* yaitu dengan membuat kerangka asli dari peti kemas dengan skala 1:1 yang mana dimensi sama dengan bentuk aslinya serta material yang dipakai peti kemas tersebut. Proses desain ini menggunakan *software* desain yang mana dilakukannya proses ini dengan detail. Sebelum melakukan modifikasi terhadap peti kemas hal pertama yang dilakukan yaitu membuat rangka asli dari peti kemas tersebut, lalu setelah desain peti kemas telah rampung dikerjakan langkah selanjutnya yaitu memasukan konsep dan kriteria desain yang sudah dipikirkan untuk membuat modifikasi dari peti kemas tersebut.

Berikut adalah gambar hasil desain peti kemas skala asli 1:1 sebelum dimodifikasi:



Gambar 4-1 Bodi Peti Kemas

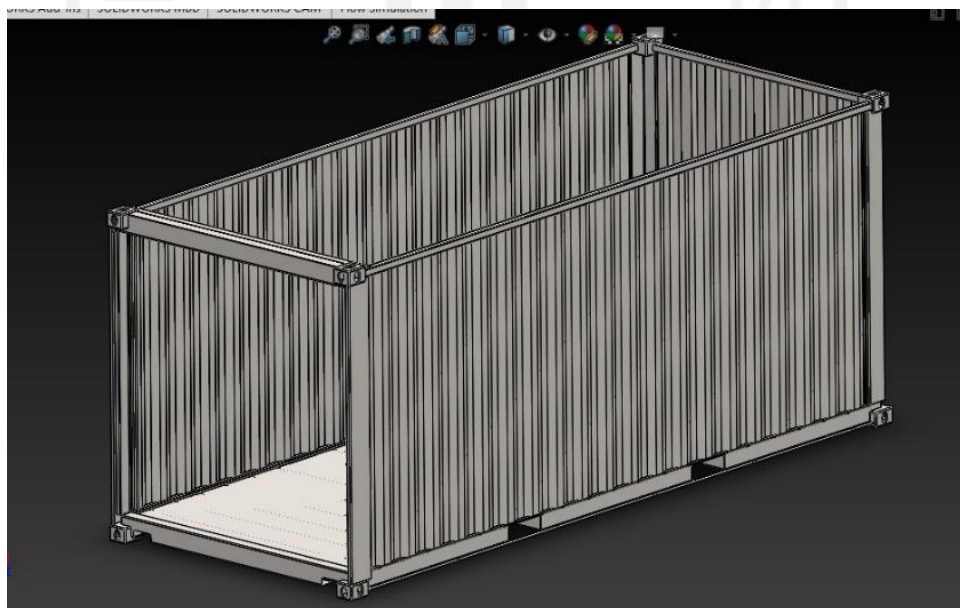
Gambar 4-1 diatas menunjukkan bahwa didalam membuat desain tidak boleh melupakan parameter dan dimensi, sebab parameter dan dimensi adalah acuan dalam membuat desain. Dimensi panjang x lebar x tinggi yaitu sama dengan volume sudah ada dan diatur dalam ISO (*International Organization for Standardization*) atau Organisasi Standar Internasional.

UKURAN KONTAINER

		20 feet	40 feet	45 feet
dimensi luar	panjang	6,058 m	12,192 m	13,716 m
	lebar	2,438 m	2,438 m	2,438 m
	tinggi	2,591 m	2,591 m	2,896 m
dimensi dalam	panjang	5,758 m	12,032 m	13,556 m
	lebar	2,352 m	2,352 m	2,352 m
	tinggi	2,385 m	2,385 m	2,698 m
bukaan pintu	width	2,343 m	2,343 m	2,343 m
	tinggi	2,280 m	2,280 m	2,585 m
volume		33,1 m ³	67,5 m ³	86,1 m ³

Gambar 4-2 Dimensi Ukuran Peti Kemas Standar ISO

Berikut adalah gambar hasil peti kemas setelah modifikasi dipotong atapnya:



Gambar 4-3 Peti Kemas Tanpa Atap

Pada gambar 4-3 diatas adalah bentuk dari peti kemas yang di hilangkan atapnya dan pintu. Tujuan menghilangkan atap yaitu agar bisa dimodifikasi *expandable* vertikal dengan menggunakan mekanisme vertikal. Peti kemas tersebut sudah dipertimbangkan dengan menganalisis kekuatan rangka dari peti kemas tersebut. Pada tahap ini sudah masuk dalam tahap modifikasi peti kemas yang akan dibahas pada bab ini.

Bentuk desain peti kemas diatas setelah dibuang atapnya itu berguna untuk menambahkan ruangan yang ada di atasnya, konsep desain ini menggunakan metode ekspansi yaitu diperluas dengan cara vertikal menggunakan mekanisme dalam perancangan ini. Banyak hal yang dipertimbangkan dalam menghilangkan atap peti kemas tersebut. dari segi kekuatan struktur tulang dari peti kemas tersebut dan banyak hal lagi.

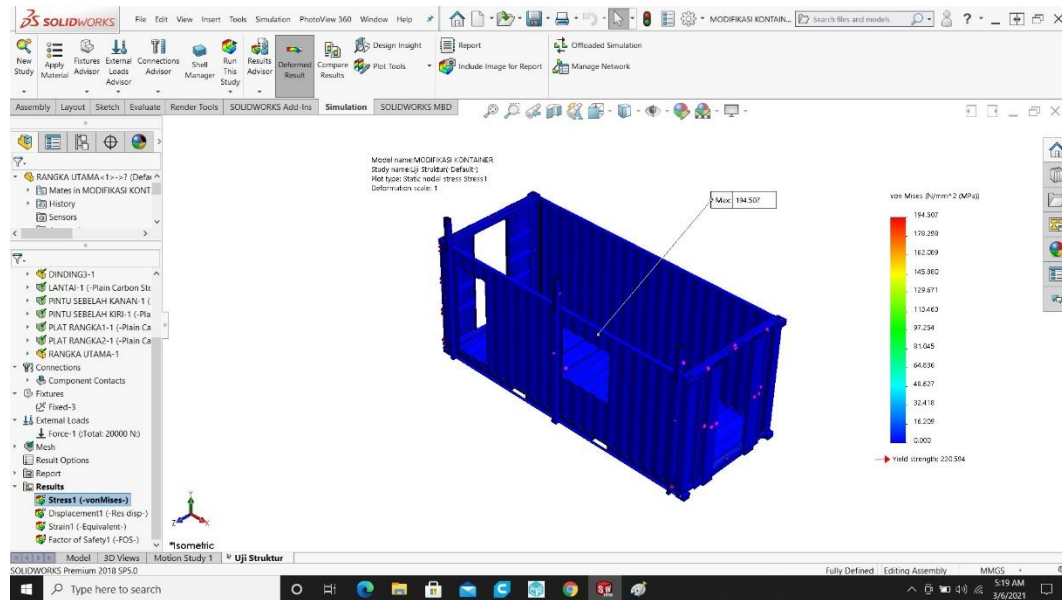
Oleh sebab itu dilakukan proses analisis dengan menggunakan software desain, sebelum melakukan tahap pembuatan modifikasi yang lebih jauh, jika dalam hasil analisis dikatakan aman secara *software* terpenuhi *safety of factor* nya, maka langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu memodifikasi dari hasil yang telah di perlihatkan dalam analisis. Modifikasi yang dilakukan tersebut harus bisa memperkuat struktur di dalam tulang utama petikemas. Dalam perancangan ini dilakukan modifikasi yang seperti itu, memaksimalkan tempat dan ruang dan saling memperkuat dengan struktur tulang yang lain nya. Yang dimaksud struktur tulang dalam hal ini adalah struktur besi yang menumpu pada semua komponen peti kemas saat dilakukan proses modifikasi, dan pembuatan ruangan di dalam peti kemas tersebut.

4.3 Analisis Menggunakan Software Solidworks

Pada pembahasan bab ini memperlihatkan hasil dari analisis modifikasi desain peti kemas utama yang dilakukan dengan bantuan *software Solidworks*. Pada pengujian analisis ini diasumsikan jika material peti kemas yaitu baja *steel carbon* seperti yang digunakan pada peti kemas baru. Analisis ini menggambarkan peti kemas utama yang telah dimodifikasi dengan menghilangkan atap dan melubangi bagian dinding untuk jendela dan pintu. Pengujian modifikasi peti kemas utama dengan gaya (*force*) beban terdapat pada lantai peti kemas dan titik

fix terdapat pada *braket* kaki semu yang terdapat pada keempat sisi sudut peti kemas.

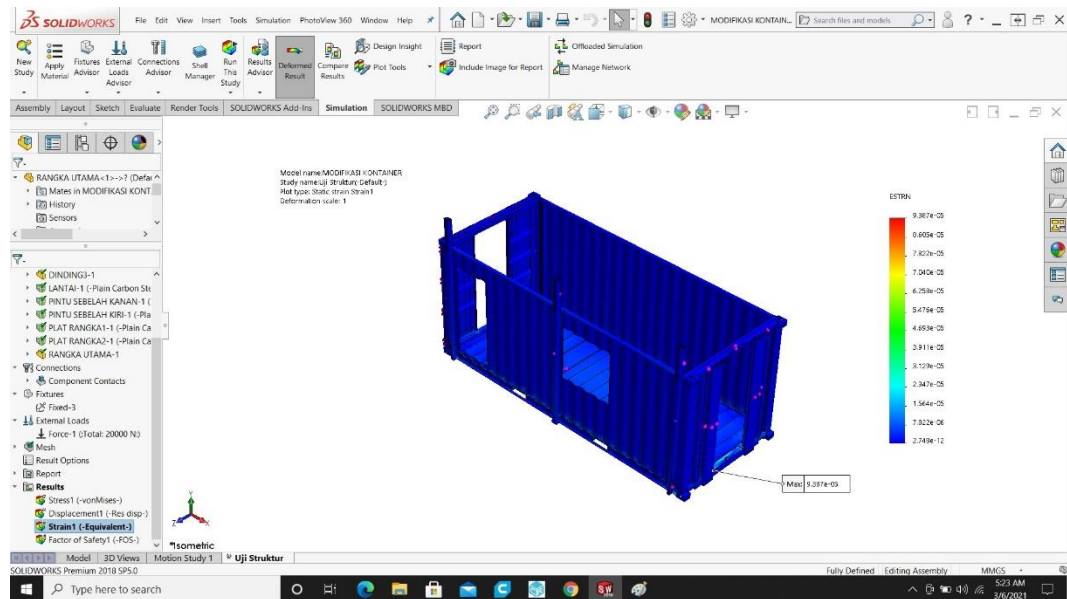
Berikut adalah hasil pengujian *stress* (tekan) dari peti kemas utama yang dimodifikasi.



Gambar 4-4 Hasil Pengujian Stress (Tekan) Peti Kemas Utama Modifikasi

Pengujian pada gambar 4-4 adalah pengujian *stress* (tekan) peti kemas setelah dimodifikasi yang menggunakan beban pengujian yaitu 20.000N jika di jadikan kilogram sekitar 2000kg atau 2 ton. Beban yang dipakai adalah total dari rangka dalam dan rangka ekspansi. Distribusi beban merata pada bagian lantai peti kemas utama jika peti kemas diasumsikan sedang diatas permukaan tanah diangkat menggunakan kerja mekanisme kaki semu. Dengan hasil maksimal uji tekan tersebut yaitu 194,507 N/mm² (MPa) dengan *yield strength* 220,594.

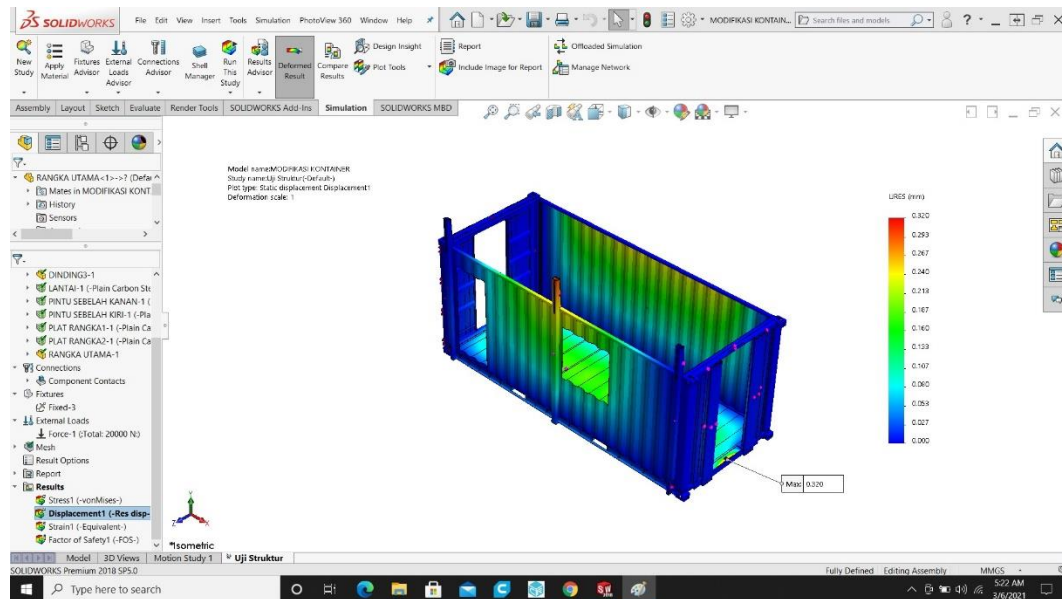
Berikut adalah hasil pengujian *strain* (tegangan) dari peti kemas utama yang dimodifikasi.



Gambar 4-5 Hasil Pengujian *Strain* (Tegangan) Peti Kemas Utama Modifikasi

Pengujian pada gambar 4-5 adalah pengujian *strain* (tegangan) peti kemas setelah dimodifikasi yang menggunakan beban pengujian yaitu 20.000N jika di jadikan kilogram sekitar 2000kg atau 2 ton. Beban yang dipakai adalah total dari rangka dalam dan rangka ekspansi. Distribusi beban merata pada bagian lantai peti kemas utama jika peti kemas diasumsikan sedang diatas permukaan tanah diangkat menggunakan kerja mekanisme kaki semu. Pengujian Tegangan (*Strain*) memiliki nilai maksimal $9.387e-05$ yang terdapat pada sisi panjang atas dari peti kemas.

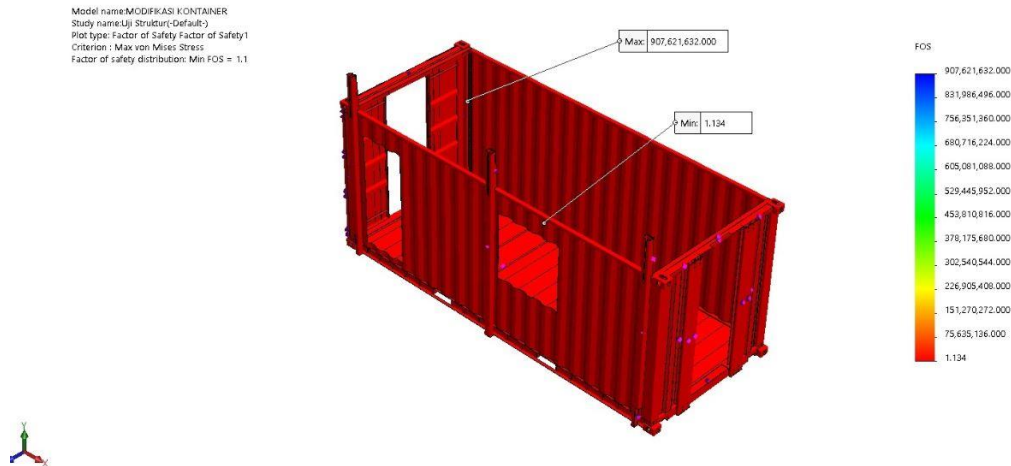
Berikut adalah hasil pengujian *displacement* (tarik) peti kemas utama yang dimodifikasi.



Gambar 4-6 Hasil Pengujian *Displacement* (Tarik) Peti Kemas Utama Modifikasi

Pengujian pada gambar 4-6 adalah pengujian *displacement* (tarik) peti kemas setelah dimodifikasi yang menggunakan beban pengujian yaitu 20.000N jika di jadikan kilogram sekitar 2000kg atau 2 ton. Beban yang dipakai adalah total dari rangka dalam dan rangka ekspansi. Distribusi beban merata pada bagian lantai peti kemas utama jika peti kemas diasumsikan sedang diatas permukaan tanah diangkat menggunakan kerja mekanisme kaki semu. Distribusi defleksi yang dialami terlihat besar defleksi tertinggi yang dialami terjadi sisi atas samping peti kemas. Hasil pengujian tarik memiliki nilai makasimal 0.320.

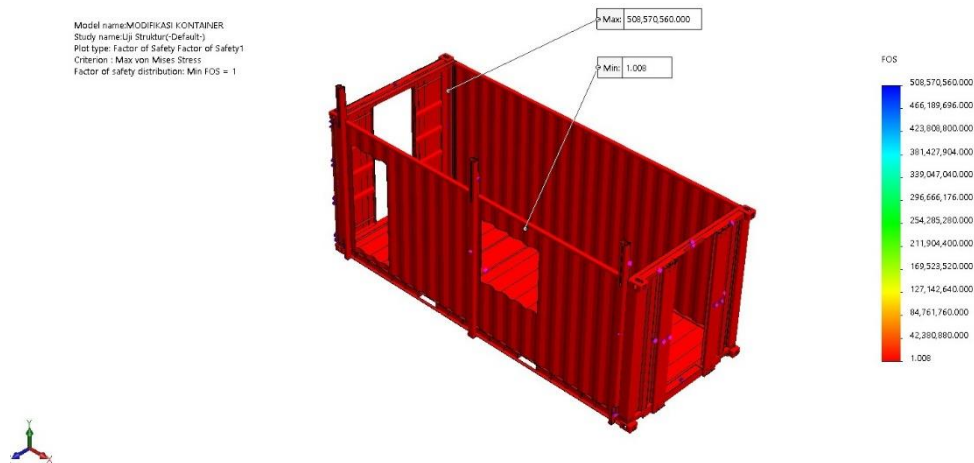
Berikut adalah hasil pengujian FOS (*factor of safety*) peti kemas utama yang dimodifikasi.



Gambar 4-7 Hasil Pengujian FOS (*Factor Of Safety*) Peti Kemas Utama Modifikasi

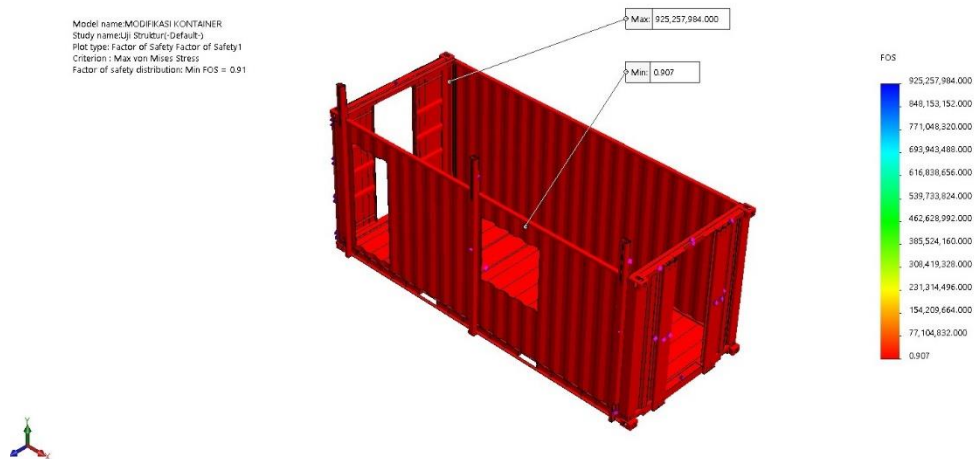
Pengujian pada gambar 4-7 adalah pengujian *factor of safety* peti kemas setelah dimodifikasi yang menggunakan beban pengujian yaitu 20.000N jika di jadikan kilogram sekitar 2000kg atau 2 ton. Beban yang dipakai adalah total dari rangka dalam dan rangka ekspansi. Distribusi beban merata pada bagian lantai peti kemas utama jika peti kemas diasumsikan sedang diatas permukaan tanah diangkat menggunakan kerja mekanisme kaki semu. *Safety factor* mengacu pada kekuatan material dari model menanggung tegangan yang dialami setelah beban diberikan. Terlihat nilai *safety factor* minimal yang dihasilkan adalah 1,134 terlihat pada grafik. Hasil FOS (*factor of safety*) didapatkan dari rumus *Yield Strength* dibagi dengan *Stress*. Jika hasil lebih besar atau sama dengan 1 bisa dikatakan peti kemas utama tersebut masih dalam standar nilai dari FOS (*factor of safety*), jika beban yang terdapat di dalam peti kemas utama yaitu 2 ton pembulatan dari total jumlah rangka dalam dan rangka ekspansi yaitu 1750 kg atau 1.75 ton.

Adapun beberapa pengujian terhadap peti kemas utama, pengujian tersebut dilakukan dengan beberapa perbedaan beban pengujian. Berikut adalah pengujiannya.



Gambar 4-8 Pengujian FOS (Factor Of Safety) Peti Kemas Utama Modifikasi Beban 2.25 Ton

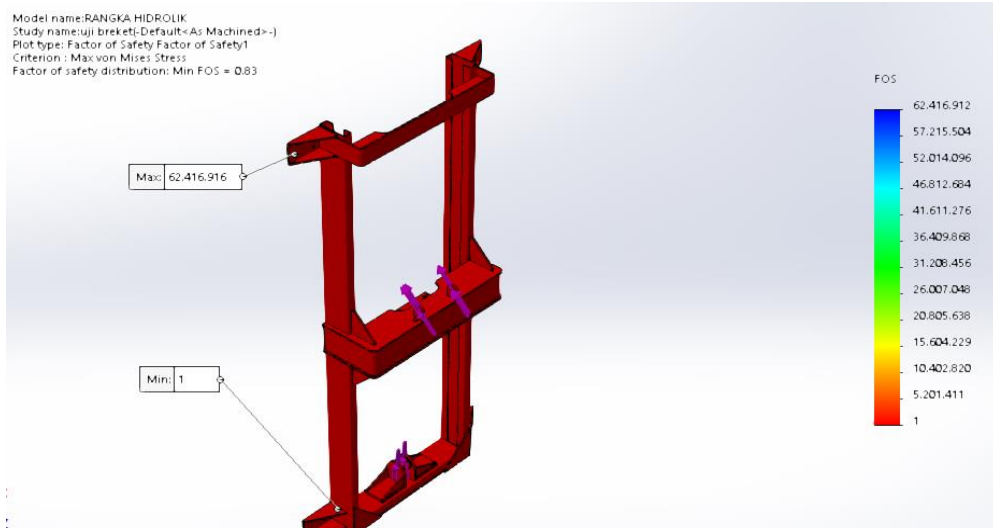
Pengujian pada gambar 4-8 diatas adalah pengujian FOS (*factor of safety*) dengan beban yang dipakai total dari rangka dalam dan rangka ekspansi yang ditambahkan perbedaan 500 kg, jika beban yang terdapat di dalam peti kemas utama yaitu 2.25 ton dari total jumlah rangka dalam dan rangka ekspansi yaitu 1750 kg atau 1.75 ton dan ditambah 500 kg. Distribusi beban merata pada bagian lantai peti kemas utama jika peti kemas diasumsikan sedang diatas permukaan tanah diangkat menggunakan kerja mekanisme kaki semu. *Safety factor* mengacu pada kekuatan material dari model menanggung tegangan yang dialami setelah beban diberikan. Terlihat nilai *safety factor* minimal yang dihasilkan adalah 1,008 terlihat pada grafik. Hasil FOS (*factor of safety*) didapatkan dari rumus *Yield Strength* dibagi dengan *Stress*. Jika hasil lebih besar atau sama dengan 1 bisa dikatakan peti kemas utama tersebut masih dalam standar nilai dari FOS (*factor of safety*), dan hasil pengujian masih dalam standar FOS (*factor of safety*) untuk beban 2,25 ton.



Gambar 4-9 Pengujian FOS (Factor Of Safety) Peti Kemas Utama Modifikasi Beban 2.5 Ton

Pengujian pada gambar 4-9 diatas adalah pengujian FOS (*factor of safety*) dengan beban yang dipakai total dari rangka dalam dan rangka ekspansi yang ditambahkan perbedaan 750 kg, jika beban yang terdapat di dalam peti kemas utama yaitu 2.5 ton dari total jumlah rangka dalam dan rangka ekspansi yaitu 1750 kg atau 1.75 ton dan ditambah 750 kg. Distribusi beban merata pada bagian lantai peti kemas utama jika peti kemas diasumsikan sedang diatas permukaan tanah diangkat menggunakan kerja mekanisme kaki semu. *Safety factor* mengacu pada kekuatan material dari model menanggung tegangan yang dialami setelah beban diberikan. Terlihat nilai *safety factor* minimal yang dihasilkan adalah 1,008 terlihat pada grafik. Hasil FOS (*factor of safety*) didapatkan dari rumus *Yield Strength* dibagi dengan *Stress*. Jika hasil lebih besar atau sama dengan 1 bisa dikatakan peti kemas utama tersebut masih dalam standar nilai dari FOS (*factor of safety*), dan hasil pengujian tersebut tidak dalam standar FOS (*factor of safety*) untuk beban 2,5 ton.

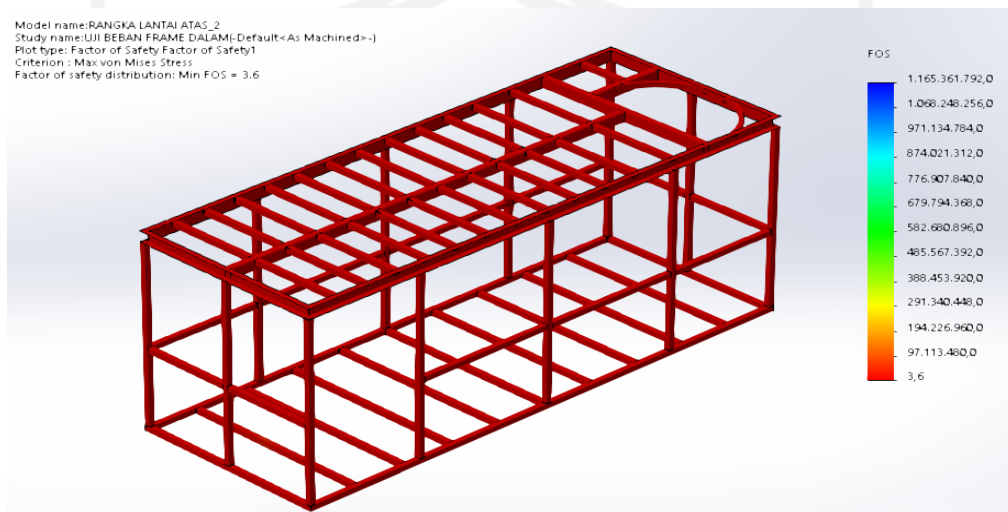
Kemudian, pengujian FOS (*factor of safety*) lain yaitu pada bagian rangka hidrolik yang ditunjukkan pada gambar 4-10 dengan menggunakan beban pengujian yaitu 20.000N.



Gambar 4-10 Hasil FOS (*factor of safety*) Rangka Hidrolik

Berdasarkan hasil analisa gambar 4-10 menunjukkan bahwa bagian rangka hidrolik memiliki nilai FOS (*factor of safety*) yaitu 1, dan menunjukkan bahwa bagian rangka hidrolik tersebut masih dalam standar nilai dari FOS (*factor of safety*). Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui nilai FOS (*factor of safety*) saat disimulasikan kerja mekanisme vertikal sehingga saat rumah peti kemas dibuat dalam bentuk aslinya, rumah peti kemas akan aman sesuai dengan hasil desain dan hasil pengujian analisis yang telah dilakukan.

Selanjutnya, analisis yang dilakukan yaitu pada rangka dalam yang ditunjukkan pada gambar 4-11 dengan memberikan beban yaitu sebesar 20000N.



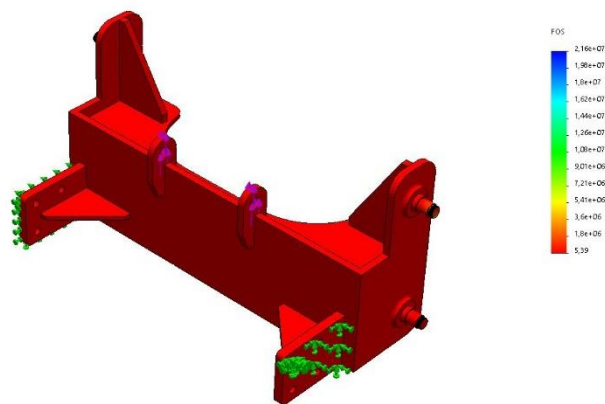
Gambar 4-11 Hasil FOS (*factor of safety*) Rangka Dalam Rumah Peti Kemas

Berdasarkan hasil pengujian analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai FOS (*factor of safety*) yaitu sebesar 3,6 yang terlihat didalam grafik. Berdasarkan hasil analisis tersebut, dapat ditunjukkan bahwa bagian tersebut masih dalam standar nilai FOS (*factor of safety*). Analisis pada bagian ini bertujuan untuk mencari nilai FOS (*factor of safety*) yang didapatkan agar dapat mengetahui seberapa tahan rangka dalam terhadap beban jika asumsinya terdapat barang diatas rangka dalam rumah peti kemas tersebut. Sehingga untuk pembuatan rumah peti kemas menjadi bentuk nyata tidak mengalami kendala dalam memperhitungkan kekuatan yang mampu didapatkan dari rangka dalam rumah peti kemas tersebut.

Adapun pengujian lain dalam perancangan rumah peti kemas ini, pengujian tersebut yaitu pada *braket* hidrolik yang terdapat pada mekanisme ekspansi arah vertikal yang mana *braket* tersebut berfungsi sebagai penghubung antara rangka ekspansi dan rangka hidrolik. *Braket* tersebut dikaitkan dengan rangka ekspansi dan didorong oleh rangka hidrolik yang terdapat mekanisme hidrolik dengan bantuan kabel *sling* untuk menarik *braket* hidrolik kearah vertikal seperti dalam konsep mekanisme *forklift*.

Berikut adalah gambar pengujian FOS (*factor of safety*) *braket* hidrolik yang ditunjukkan pada gambar 4-12 dibawah ini

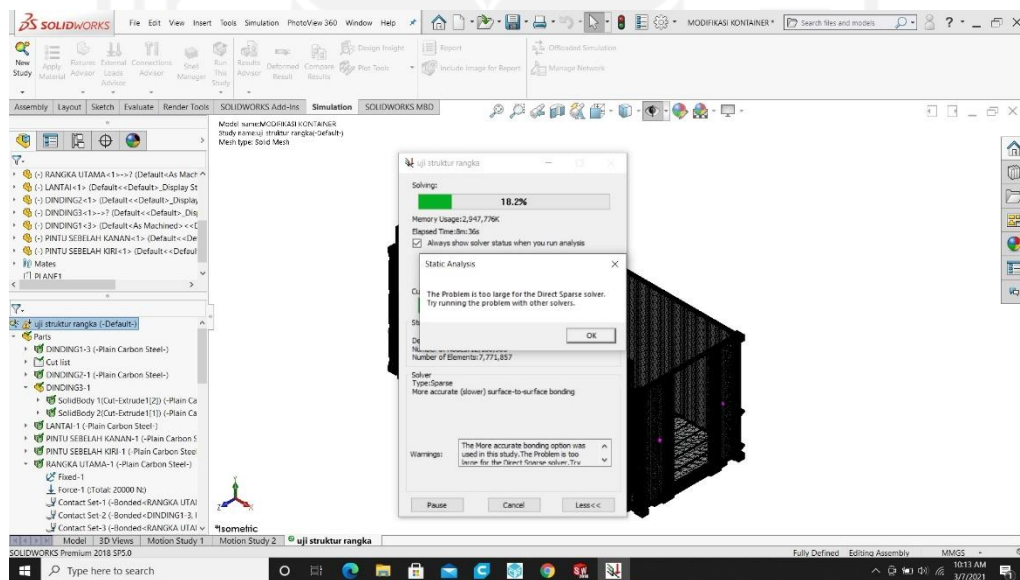
Model Name: BRACKET HIDROLIK
Study Name: Static 1 (Default)
Plot Type: Factor of Safety Factor of Safety
Criterion: Automatic
Factor of safety distribution: Min FOS = 3.4



Gambar 4-12 Pengujian FOS (*factor of safety*) *Braket* Hidrolik

Berdasarkan hasil analisa gambar 4-12 menunjukkan bahwa bagian *braket* hidrolik memiliki nilai FOS (*factor of safety*) yaitu 5,4 dan menunjukkan bahwa bagian braket hidrolik tersebut masih dalam standar nilai dari FOS (*factor of safety*). Tujuan pengujian ini yaitu untuk mengetahui nilai FOS (*factor of safety*) saat disimulasikan kerja mekanisme vertikal sehingga saat rumah peti kemas dibuat dalam bentuk aslinya, rumah peti kemas akan aman sesuai dengan hasil desain dan hasil pengujian analisis yang telah dilakukan.

Adapun kendala yang dialami saat melakukan proses analisis maupun proses pembuatan diantaranya ialah seringnya terjadi error pada *software*. Dalam proses analisis dengan *software Solidworks* ini, beberapa hal yang memang harus diperhatikan seperti proses *mesh*, pemberian material, dan juga menempatkan titik beban. Sehingga saat menggunakan *software Solidworks* kerja CPU menjadi sangat tinggi dan yang terjadi yaitu sering mengakibatkan *error* pada saat melakukan proses analisis, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4-13 dibawah ini.



Gambar 4-13 Error pada saat proses pengujian analisis

4.4 Perancangan dan Modifikasi Peti Kemas

Pembahasan didalam bab ini yaitu tentang perancangan dan pembuatan modifikasi rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 feet menggunakan software. Modifikasi yang dilakukan dalam

perancangan ini yaitu merancang suatu bentuk peti kemas yang di ekspansi secara vertikal yang berfungsi untuk menambakan ruangan di atasnya. Perancangan yang dilakukan yaitu membuat modifikasi mulai dari:

1. Membuat kerangka utama peti kemas dibagian luar,
2. Membuat kerangka dalam peti kemas,
3. Membuat kerangka dinding untuk bagian yang di ekspansi secara vertikal dan membuat atap,
4. Membuat kerangka hidrolik dan *braket* hidrolik untuk mekanisme vertikal yang dipakai,
5. Membuat pintu, jendela dan tangga,
6. Membuat balkon,
7. Membuat kaki semu.

Dalam merancang proses modifikasi tersebut diperlukan ketelitian dalam mengukur dan menentukan ukuran agar perancangan modifikasi tersebut presisi, sebab tingkat presisi dalam membuat desain sangat berpengaruh dalam proses perancangan yang menentukan tingkat keberhasilan. Pentingnya tingkat presisi dalam melakukan proses modifikasi desain menggunakan *software*.

4.4.1 Kerangka Utama Peti Kemas

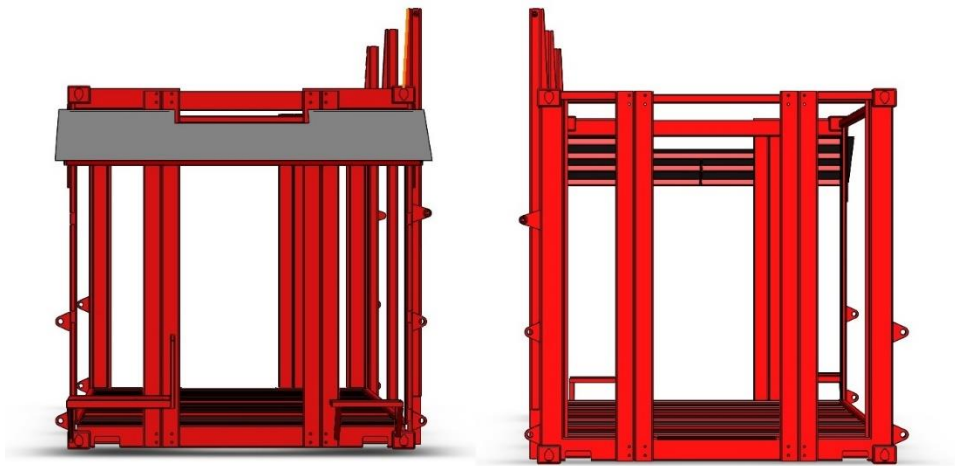
Berikut adalah langkah awal dalam membuat rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 *feet*, modifikasi yang dilakukan terhadap peti kemas dari kerangka peti kemas tanpa dinding:



Gambar 4-14 Modifikasi Kerangka Utama Peti Kemas

Gambar 4-14 diatas adalah kerangka dari peti kemas yang telah di modifikasi. Tiang pada sisi pintu tersebut berfungsi untuk mekanisme yang akan dipakai. Mekanisme yang di pakai yaitu dengan menggunakan konsep *forklift* untuk di terapkan pada modifikasi peti kemas. Gambar diatas menunjukkan gambar kerangka tulang dari petikemas, ada penambahan besi pada sisi kanan dan kiri peti kemas yang dimaksudkan untuk jalan mekanisme yang dipakai.

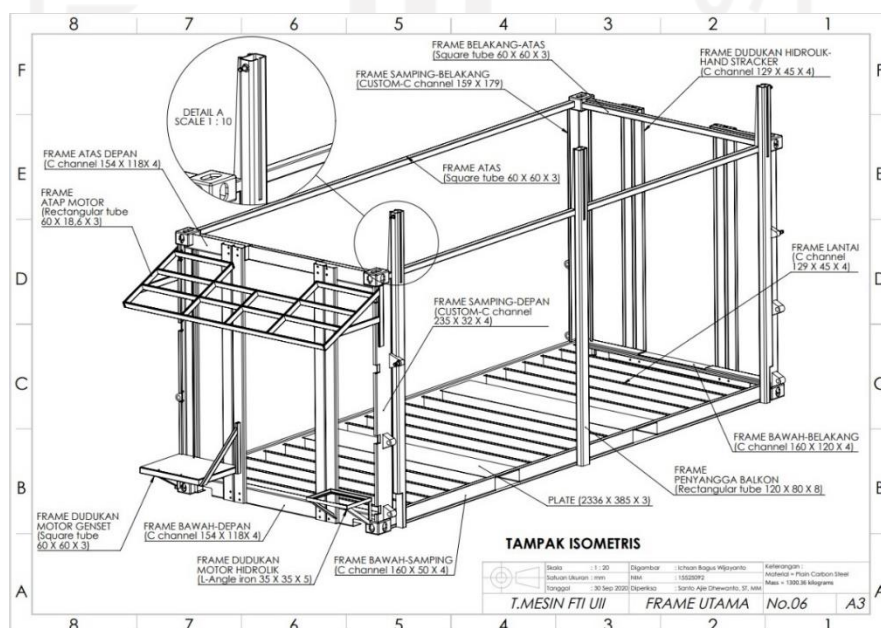
Pada gambar diatas ditunjukkan tanpa memakai dinding peti kemas yang berguna untuk menunjukan kerangka utama dan penambahan tiang di kedua sisi peti kemas. Fungsi tiang tersebut adalah untuk menopang mekanisme dan memperkuat kerangka peti kemas. Ada tiang yang berada pada bagian dinding peti kemas yang berfungsi untuk dudukan dan tiang balkon yang berada pada bagian atas peti kemas. Terdapat juga atap pada bagian sisi peti kemas yang di desain sebaik mungkin dan tidak menghilangkan fungsi atap dan berguna untuk menutupi mesin hidrolis pada mekanisme yang dipakai di rumah *expandable* ini dari panas dan hujan.



Gambar 4-15 Kerangka Peti Kemas Tampak Samping

Gambar 4-15 diatas adalah gambar kerangka utama dari modifikasi peti kemas yang telah di desain yang terlihat dari sisi samping. Pada gambar tersebut terdapat tiang-tiang penyangga untuk mekanisme hidrolik dan penyangga untuk balkon yang terdapat di lantai bagian atas peti kemas

Berikut gambar teknik yang menunjukkan dimensi ukuran dari kerangka rumah peti kemas.



Gambar 4-16 Gambar Teknik Kerangka Utama

4.4.2 Kerangka Dalam Peti Kemas

Berikut ini adalah rancangan kerangka dalam yang terdapat pada modifikasi perancangan peti kemas yang berfungsi sebagai ruangan yang berada di dalam peti kemas. Kerangka ini selain berfungsi untuk ruangan yaitu mempunyai fungsi lain dengan rancangan yang kuat dan banyaknya pilar penopang fungsi tersebut adalah untuk penopang rantai di atasnya. Material yang digunakan yaitu memakai besi *hollow* yang mempunyai spesifikasi yang sesuai untuk perancangan modifikasi tersebut. Ukuran dimensi besi *hollow* yang dipakai dalam merancang kerangka dalam peti kemas ini memakai ukuran sebagai berikut:

1. *Square tube* 60 mm x 60 mm x 3 mm
2. *C channel* 120 mm x 12 mm
3. *Rectangular tube* 120 mm x 80 mm x 8 mm
4. *Rectangular tube* 60 mm x 40 mm x 3.2 mm

Material tersebut yang dipakai untuk merancang kerangka dalam peti kemas yang sudah terdapat di dalam *software* dan sudah sesuai standar ISO. Material tersebut adalah material yang mempunyai spesifikasi dan kekuatannya telah teruji, kelebihan material tersebut terbilang ringan dan sering dipakai untuk pembuatan kerangka. Besi *hollow* tersebut sangat cocok untuk pembuatan kerangka seperti dalam desain ini. Desain kerangka tersebut telah dilakukan proses pengujian kekuatan dan keamanan dengan di analisis menggunakan *software*. Hasil pengujian akan di lampirkan dalam lampiran dan hasil analisis tersebut akan menjadi pertimbangan dan pembahasan dalam melakukan proses perancangan suatu desain.

Berikut ini adalah gambar hasil perancangan dengan menggunakan *software* yang telah rampung dikerjakan. Telah melewati proses pengujian kekuatan dan keamanan analisis struktur kerangka dengan menggunakan fitur di dalam *software*. Gambar di bawah ini adalah bentuk wujud dari kerangka dalam peti kemas yang fungsinya sebagai ruangan di dalam peti kemas dan menjadi

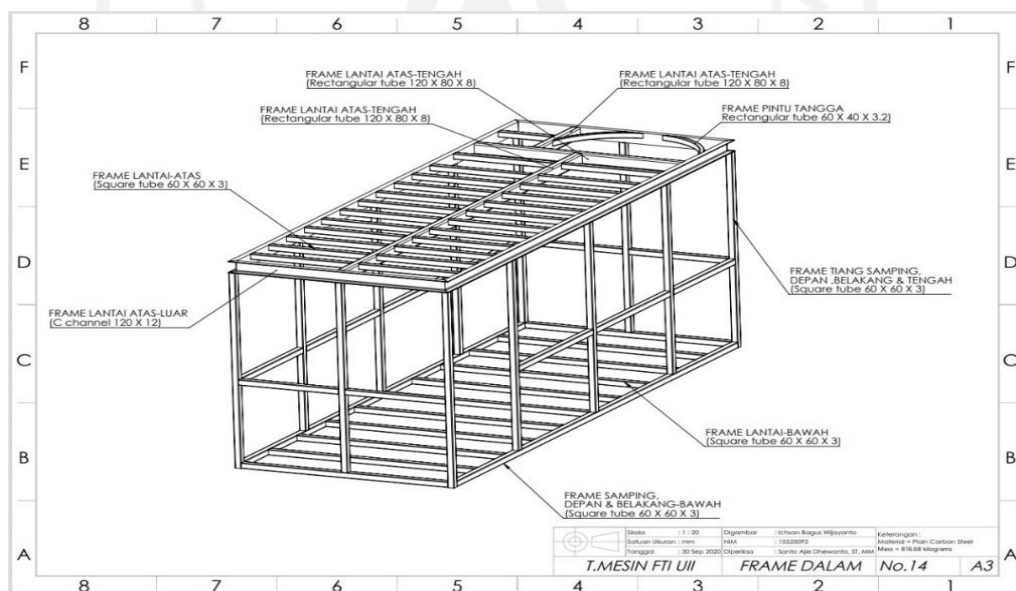
penopang lantai pada bagian atasnya, terdapat lubang untuk sistem tangga yang ada dalam kerangka ini.



Gambar 4-17 Kerangka Dalam Peti Kemas

Gambar 4-17 diatas menunjukkan kerangka dalam peti kemas yang di fungsikan tidak hanya sebagai kerangka saja melainkan untuk penopang lantai diatasnya sebab perancangan ini menggunakan konsep ekspansi secara vertikal dalam merancang saat modifikasinya.

Berikut gambar teknik yang menunjukkan dimensi ukuran dari kerangka dalam rumah peti kemas.



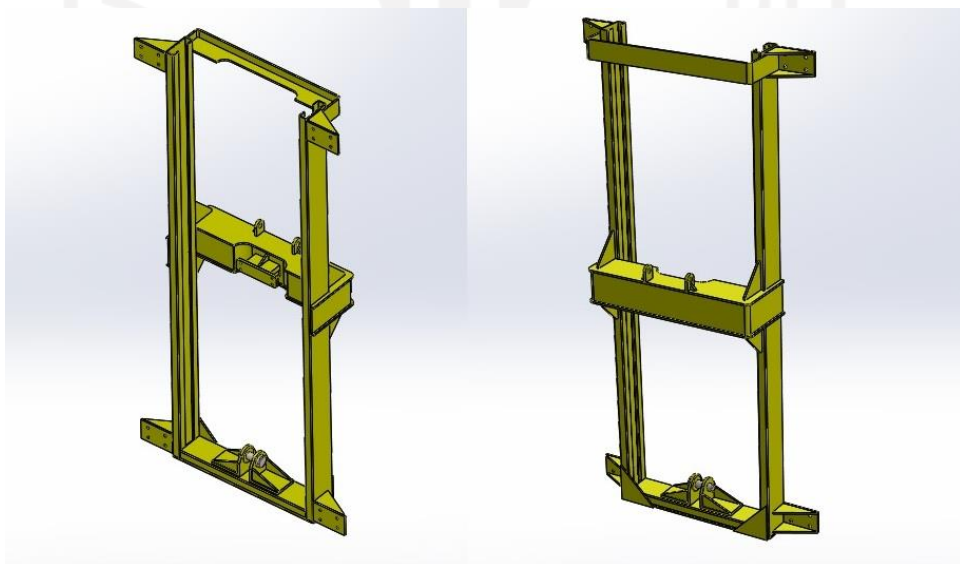
Gambar 4-18 Gambar Teknik Kerangka Dalam

4.4.3 Kerangka Hidrolik dan *Braket* Hidrolik

Berikut adalah bentuk dari desain kerangka hidrolik untuk mekanisme rumah peti kemas. Kerangka hidrolik ini berfungsi untuk mengangkat kerangka ekspansi yang mengarah ke arah vertikal. Kerangka ini terhubung dengan kerangka utama dari peti kemas. Mekanisme ini juga terdapat hidrolik yang berada di dalam rangkaian mekanisme dan terhubung pada kerangka hidrolik. Fungsi dari kerangka hidrolik yaitu menjadi penyangga untuk mekanisme yang memakai hidrolik sebagai mekanisme pengangkat untuk modifikasi rumah peti kemas.

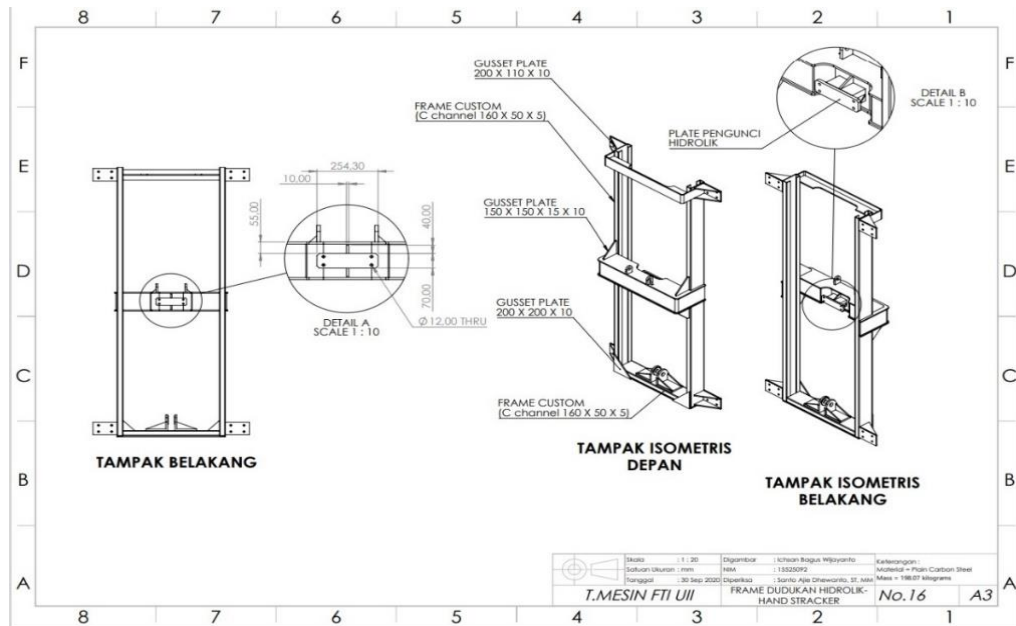
Kerangka ini mempunyai peran yang sangat penting, sebab mekanisme modifikasi rumah peti kemas ini bergantung pada kerangka hidrolik tersebut. Dengan menggunakan konsep seperti *forklift* mekanisme ini bisa diadopsi di dalam proses perancangan rumah peti kemas ini. Oleh sebab itu kerangka hidrolik tersebut mengadopsi dari sistem yang dipakai pada *forklift*.

Bagian kerangka terdapat rel dan penghubung dengan hidrolik yang mempunyai fungsi untuk tempat hidrolik dan rel sebagai jalur dari *braket* hidrolik tersebut.



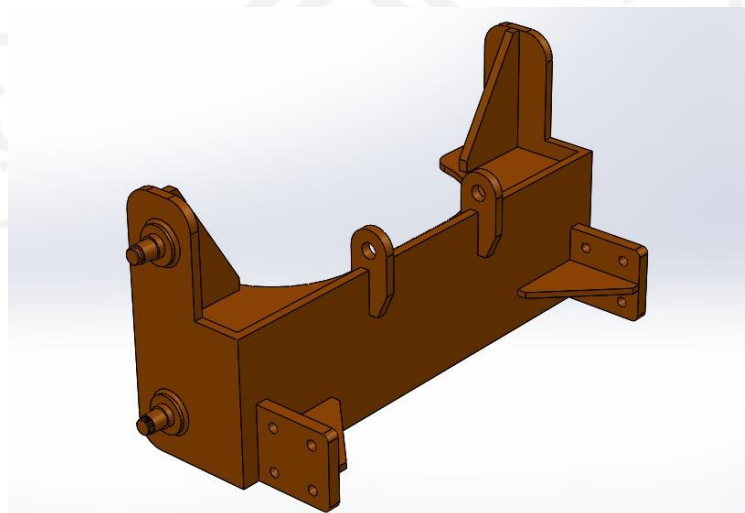
Gambar 4-19 Kerangka Hidrolik

Berikut gambar teknik yang menunjukkan dimensi ukuran dari kerangka hidrolik rumah peti kemas.



Gambar 4-20 Gambar Teknik Rangka Hidrolik

Dibawah ini gambar 4-21 adalah wujud dari bentuk *braket* hidrolik yang menjadi satu rangkaian dari mekanisme untuk memperluas peti kemas kearah atas. *Braket* hidrolik ini terletak di dalam kerangka hidrolik yang menggunakan rel pada *braket* hidrolik tersebut. Gerakan *braket* hidroik ini yaitu naik dan turun, terdapat rel untuk lintasan dari *braket* tersebut.

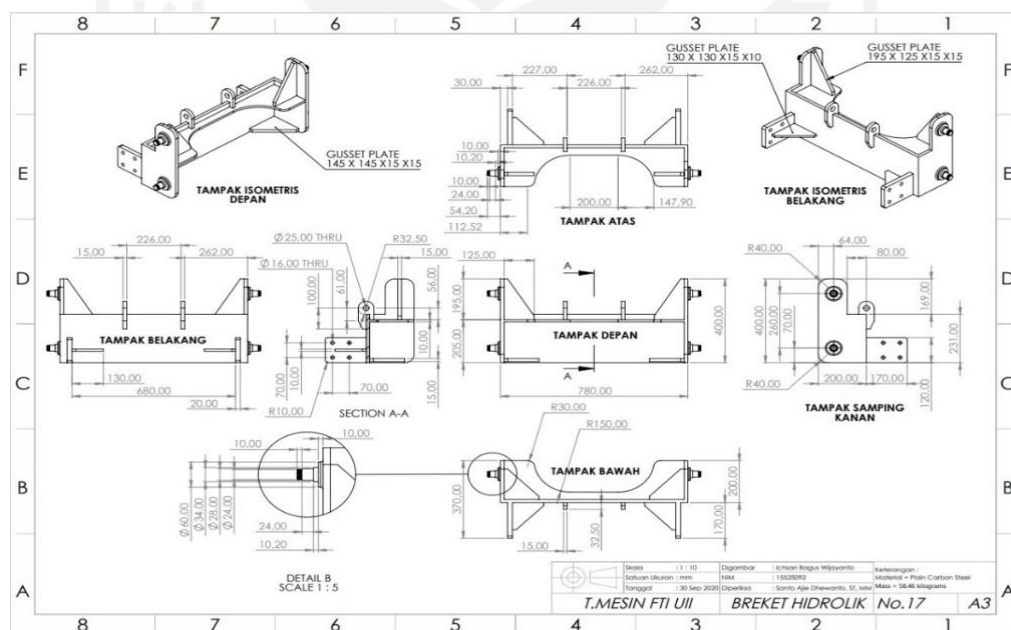


Gambar 4-21 *Braket* Hidrolik

Braket hidrolik tersebut fungsinya sangatlah vital dalam mekanisme rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 *feet*. Mekanisme yang dipakai dalam desain ini mengadopsi konsep kendaraan *forklift*, desain ini memiliki kemiripan sistem gerakan saat sistem bergerak. Sistem ini di dorong oleh hidrolik yang mengangkat rangka ekspansi untuk memperluas ruangan kearah atas. Jika *forklift* digunakan untuk mengangkat suatu barang yang berat, rangka hidrolik, *braket* hidrolik dan hidrolik tersebut mengangkat rangka ekspansi yang bertujuan untuk memperluas ruangan kearah atas modifikasi dalam perancangan tugas akhir ini.

Berikut adalah wujud dari gabungan komponen rangka hidrolik, *braket* hidrolik dan hidrolik jika disatukan dalam sistem mekanisme rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 *feet*. Gambar di bawah ini menjelaskan tentang mekanisme yang di pakai dalam merancang modifikasi peti kemas untuk memperluas ruangan secara vertikal.

Berikut gambar teknik yang menunjukkan dimensi ukuran dari *braket* hidrolik rumah peti kemas.



Gambar 4-22 Gambar Teknik *Braket* Hidrolik



Gambar 4-23 Posisi Kerangka Hidrolik dan *Braket* Hidrolik

Gambar 4-23 diatas menunjukkan posisi maksimal sistem mekanisme saat di dorong kearah atas menggunakan hidrolik. Terlihat bentuk mekanisme yang mengadopsi konsep *forklift* dalam perancangan desain rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 *feet*. Pada mekanisme ini mengandalkan sistem hidrolik untuk mengangkat rangka ekspansi yang menjadi tujuan dari tugas akhir ini yaitu *expandable* yang mempunyai arti menambah luas ruangan.

4.4.4 Kerangka Ekspansi Atas dan Atap Modifikasi Peti Kemas

Berikut adalah rancangan bentuk kerangka ekspansi dan bentuk atap modifikasi peti kemas. Ekspansi adalah menambah luas, yang dimaksud disini adalah menambah luas ke arah vertikal. Sisi vertikal daripada peti kemas yaitu diatas dari kerangka dalam yang telah di rancang dan di desain sebagai lantai dan kerangka untuk menopang bagian dalam dari modifikasi peti kemas tersebut. kerangka ekspansi tersebut terletak diantara kerangka dalam peti kemas dan kerangka luar peti kemas.

Posisi kerangka ekspansi tersebut berada diantara kedua kerangka yang berada di sisi dalam dan luar peti kemas. Kerangka ekspansi ini terhubung dengan mekanisme yang menggunakan hidrolik sebagai alat pengangkat kerangka ekspansi

tersebut. Terdapat pengunci yang menghubungkan antara mekanisme dengan kerangka ekspansi, yaitu berada di bagian bawah kerangka. Fungsi tersebut berguna untuk menghubungkan antara *braket* mekanisme dengan kerangka ekspansi agar terangkat secara vertikal sesuai dengan konsep desain yang telah ditentukan.

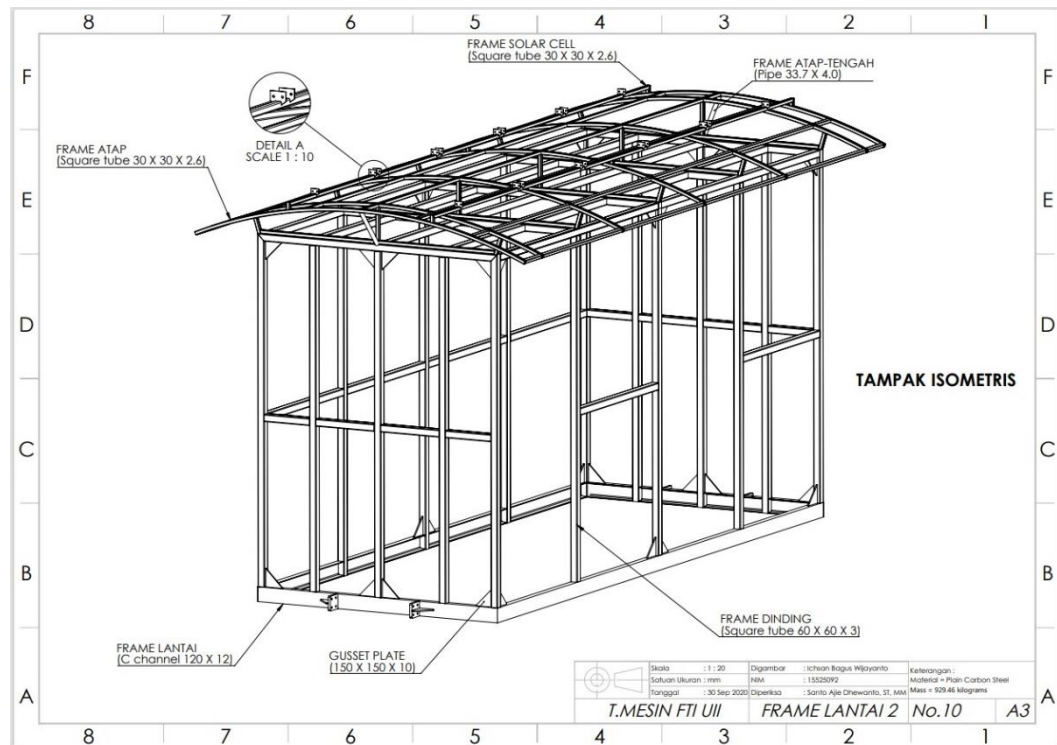
Atap dari kerangka ekspansi ini dibuat tidak rata akan tetapi melengkung seperti atap pada umumnya. Terdapat tempat yang digunakan untuk menaruh panel surya. Panel surya tersebut adalah suatu bentuk modifikasi terhadap rumah peti kemas sebagai penyuplai dan cadangan tenaga listrik. Terdapat juga tempat penyimpanan baterai dari panel surya tersebut. keberadaan panel surya tersebut tidak mengganggu keadaan mekanisme saat dijalankan.

Kondisi kerangka saat diturunkan dengan mekanisme tidak akan turun sepenuhnya. Sebab pada sisi dalam lantai dan rungan dari ekspansi diberi ruang, agar bayangan yang terjadi itu adalah jika terdapat barang yang terdapat di bagian atas rumah peti kemas tidak harus dipindahkan, hanya perlu dilipat sesuai ruang yang ada. Fungsi dari kerangka ekspansi tidak sepenuhnya maksimal diturunkan. Terbentuknya ruangan yang bisa dimanfaatkan sebagai tempat untuk barang-barang yang bisa dilipat, agar tidak perlu bongkar muat saat rumah peti kemas ini sedang di gunakan. Memilih interior yang bisa melihat kondisi dengan memanfaatkan ruangan yang ada pada sisi atas rumah peti kemas tersebut.



Gambar 4-24 Kerangka Ekspansi Atas dan Atap Modifikasi Peti Kemas

Pada gambar 4-24 diatas adalah wujud desain dari kerangka ekspansi modifikasi rumah peti kemas. Bentuk wujud kerangka tanpa dinding yang seperti terlihat di atas. Kerangka ekspansi tersebut adalah kerangka yang dinaikkan menggunakan mekanisme hidrolik. Kerangka tersebut adalah dinding vertikal yang berada di atas rumah peti kemas.



Gambar 4-25 Gambar Teknik Frame Lantai 2

4.4.5 Pintu, Jendela dan Tangga

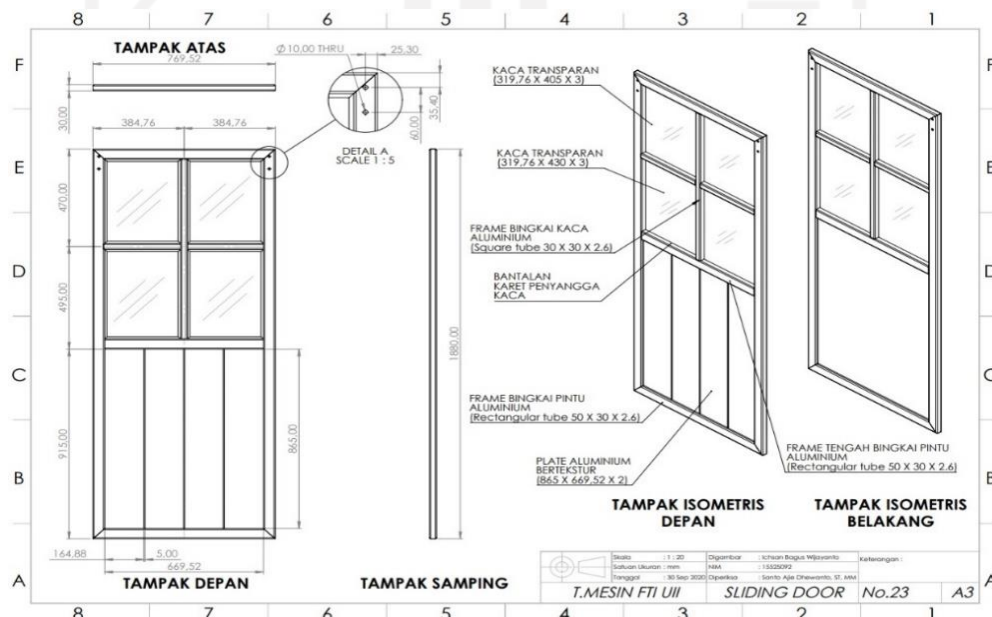
Komponen rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 feet yang tidak kalah penting yaitu pintu. Pada pembahasan ini membahas tentang komponen pintu dalam modifikasi yang di aplikasikan pada perancangan desain tersebut. Rancangan desain pintu yang di terapkan pada modifikasi rumah peti kemas ini yaitu dengan sistem pintu geser, alasan menggunakan sistem tersebut supaya tidak memakan tempat dan simple.



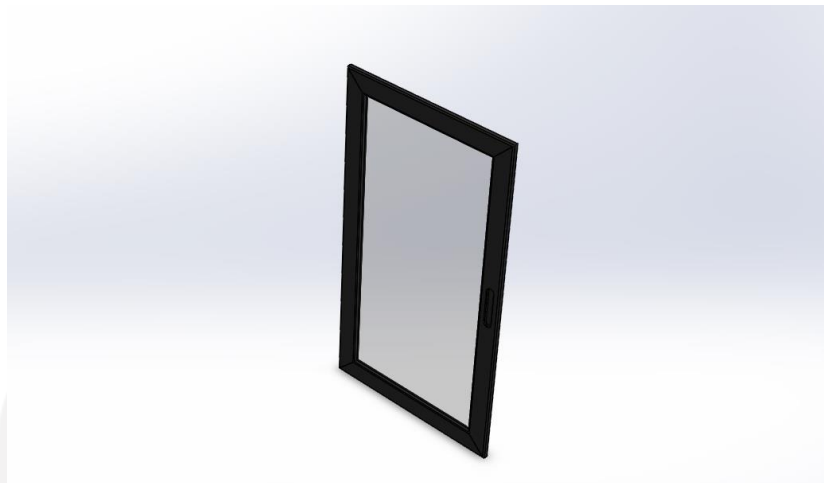
Gambar 4-26 Pintu Geser

Berikut adalah gambar 4-26 wujud dari rancangan pintu geser pada rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 *feet*. Pintu tersebut menggunakan sistem geser secara manual. Seperti terlihat di gambar desain pintu yang di rancang yaitu memakai sistem geser yang menggunakan *roller* untuk sistem gesernya. Terlihat juga letak posisi jendela ada di kanan pintu geser, posisi jendela tersebut memperlihatkan bahwa desain dari rumah peti kemas ini tidak lagi terlihat peti kemas yang terlihat kubus saja, melainkan sudah terlihat seperti rumah atau hunian tempat tinggal.

Berikut gambar teknik yang menunjukkan dimensi ukuran dari pintu rumah peti kemas.



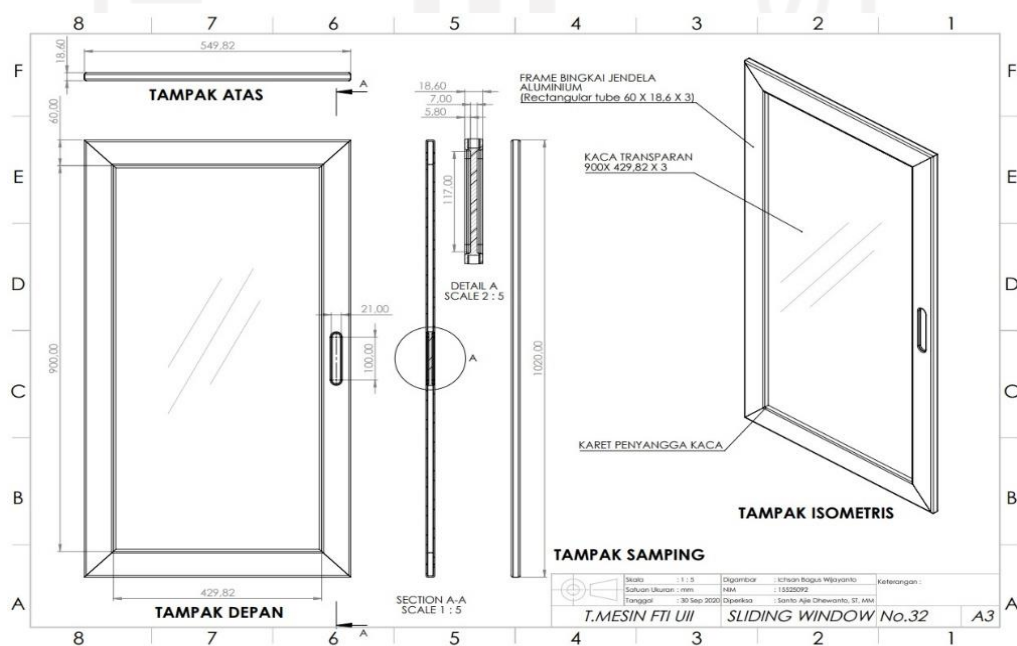
Gambar 4-27 Gambar Teknik Pintu



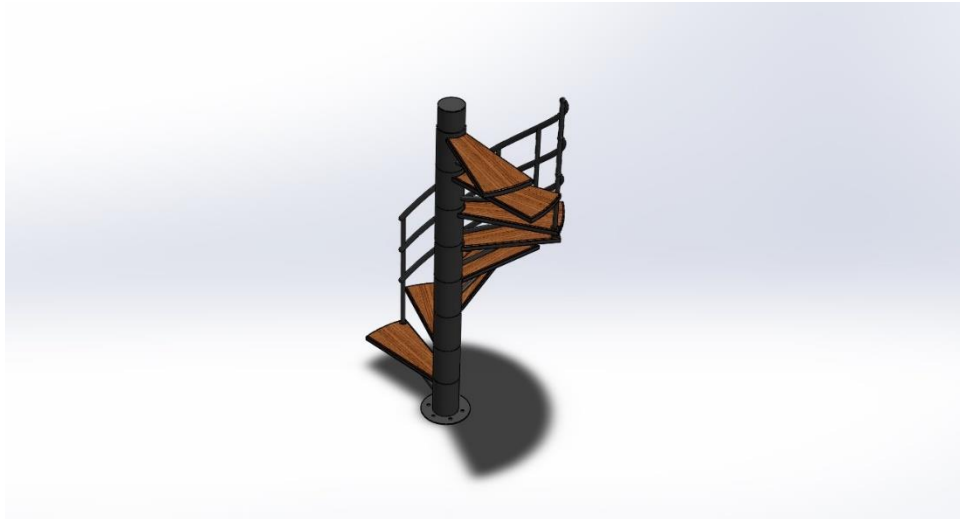
Gambar 4-28 Jendela Rumah Peti Kemas

Gambar 4-28 diatas memperlihatkan desain dari jendela yang dipakai pada rancangan rumah peti kemas. Desain jendela yang dipakai pada rumah peti kemas ini dengan konsep geser sama dengan konsep dari pintu rumah peti kemas ini. Desain yang simple dan tidak mengurangi dari fungsi jendela.

Berikut gambar teknik yang menunjukkan dimensi ukuran dari jendela rumah peti kemas.

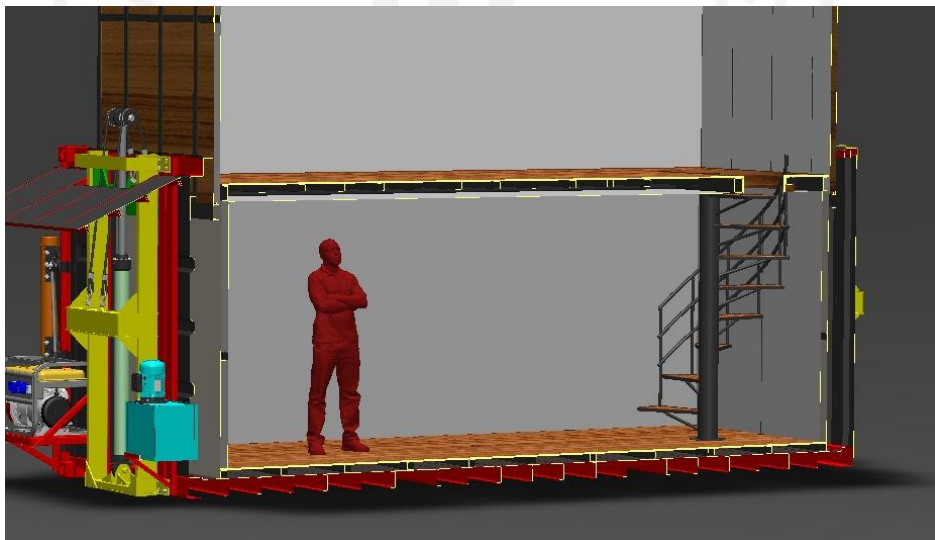


Gambar 4-29 Gambar Teknik Jendela



Gambar 4-30 Tangga Rumah Peti Kemas

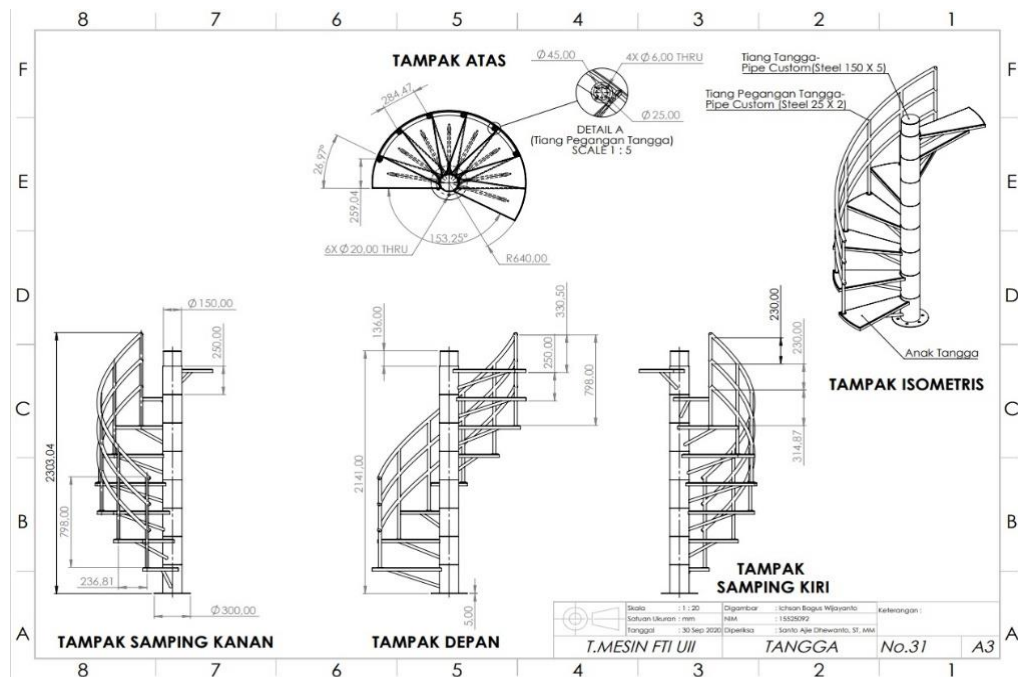
Berikut gambar 4-30 dari desain tangga yang dipakai pada rumah peti kemas yang bisa mengekspansi atau memperluas kearah vertikal. Fungsi dari tangga tersebut tidak hanya untuk naik ke lantai selanjutnya, fungsi lain dari tangga tersebut yaitu sebagai penopang struktur lantai yang ada di dalam box peti rumah kemas.



Gambar 4-31 Posisi Tangga

Gambar 4-31 diatas menunjukkan posisi dari tangga putar yang selain mempunyai fungsi untuk naik ke lantai selanjutnya dan juga mempunyai fungsi sebagai penguat struktur lantai yang ada di dalam box rumah peti kemas.

Berikut gambar teknik yang menunjukkan dimensi ukuran dari tangga rumah peti kemas.



Gambar 4-32 Gambar Teknik Tangga

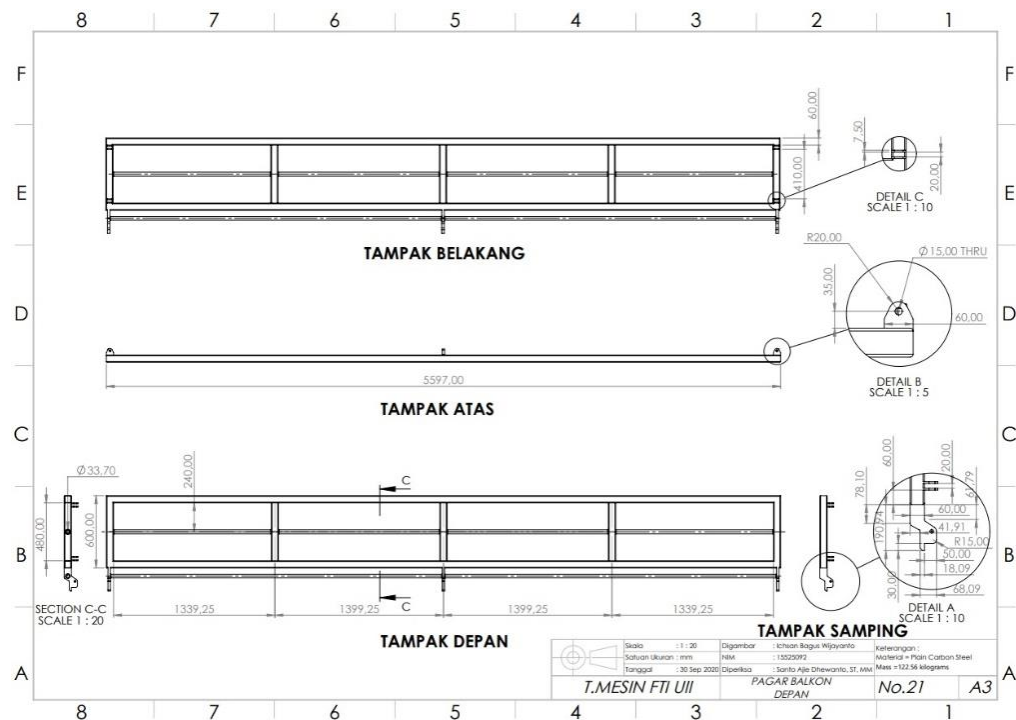
4.4.6 Balkon Rumah Peti Kemas

Rumah peti kemas ini memiliki balkon yang menempel pada kerangka utama yang menjadi modifikasi dari ekspansi rumah peti kemas. Pada modifikasi balkon ini bisa dilipat dan mempunyai mekanisme memakai hidrolik dan mempunyai kerangka. Terlihat pada gambar 4-33 berikut.



Gambar 4-33 Balkon Rumah Peti Kemas

Berikut adalah gambar teknik dari balkon rumah peti kemas yang telah di desain dalam perancangan ini.

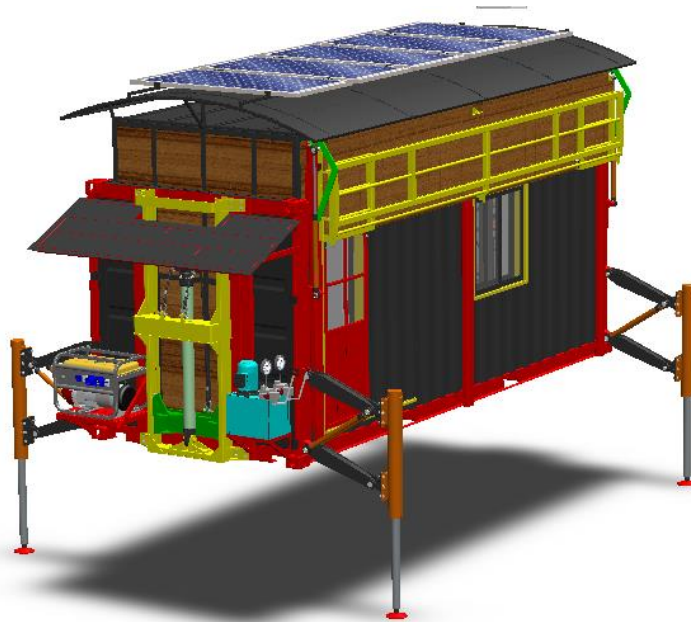


Gambar 4-34 Gambar Teknik Balkon Rumah Peti Kemas

4.4.7 Kaki Semu Rumah Peti Kemas

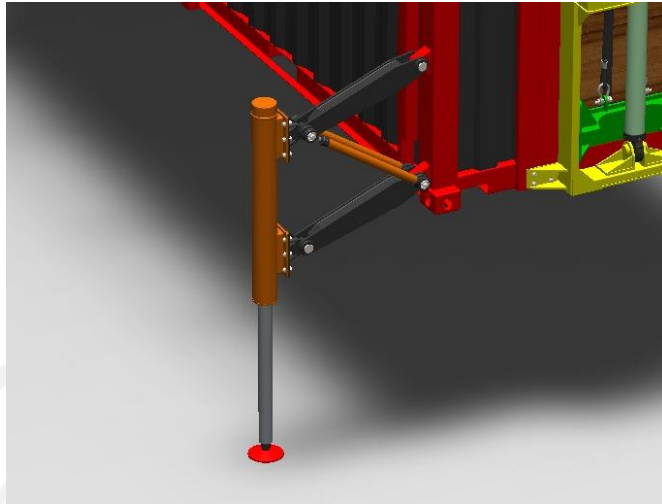
Kaki semu rumah peti kemas ini mempunyai peran dalam memindahkan rumah peti kemas dari satu tempat ke tempat yang lain. Dengan memakai mekanisme hidrolik dan memakai lengan, kaki semu tersebut mempunyai fungsi sebagai pengangkat rumah peti kemas disaat akan dipindahkan tanpa bantuan alat berat.

Proses berpindah nya rumah peti kemas ini dimulai dari berkerjanya mekanisme kaki semu tersebut. Dengan menurunkan 4 kaki semu di setiap sudutnya akan mempermudah pengangkutan menggunakan *trailer*. Jika 4 kaki semu sudah naik maksimal maka setelah itu *trailer* pengangkut bisa masuk dalam sela dibawah rumah peti kemas tersebut. Jika rumah peti kemas sudah dalam posisi diatas *trailer* maka mekanisme kaki semu tersebut dinaikan. Proses tersebut juga di lakukan saat rumah peti kemas turun dari *trailer*.



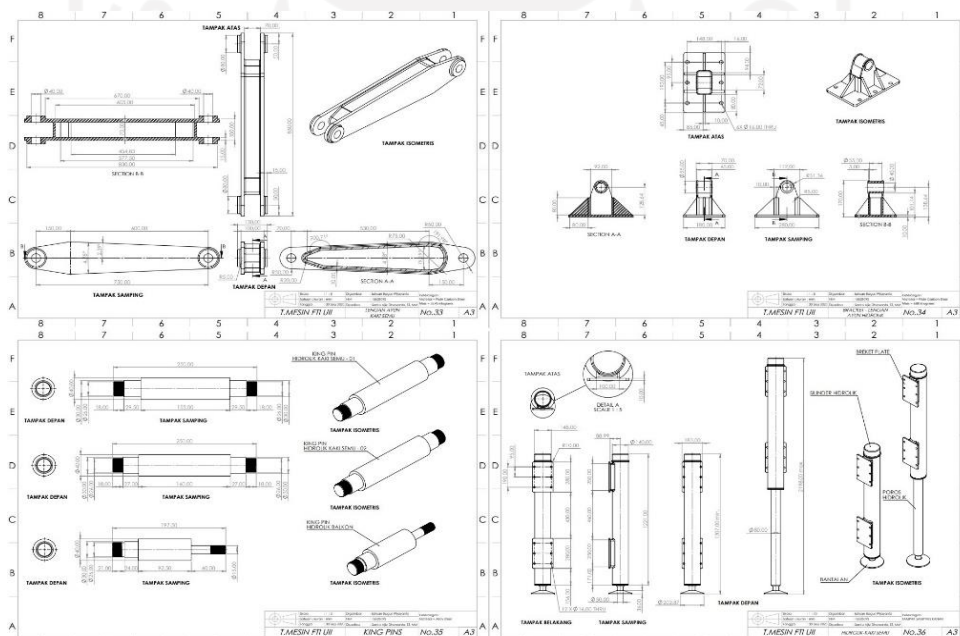
Gambar 4-35 Kaki Semu Saat Mekanisme Bekerja

Berikut gambar 4-35 adalah wujud dari mekanisme kaki semu jika bekerja maksimum, tujuan kaki semu tersebut yaitu mempermudah proses pengangkutan rumah peti kemas ke *trailer*. Gerak dari kaki semu tersebut bergantung kepada hidrolik yang bekerja pada lengan kaki semu dan pada kaki semu, fungsi hidrolik pada lengan kaki semu yaitu untuk melipat dari lengan kaki semu tersebut. Dengan menurunkan 4 kaki semu di setiap sudutnya akan mempermudah pengangkutan menggunakan *trailer*. Jika 4 kaki semu sudah naik maksimal maka setelah itu *trailer* pengangkut bisa masuk dalam sela dibawah rumah peti kemas tersebut. Jika rumah peti kemas sudah dalam posisi diatas *trailer* maka mekanisme kaki semu tersebut dinaikan. Proses tersebut juga di lakukan saat rumah peti kemas turun dari *trailer*.



Gambar 4-36 Kaki Semu Rumah Peti Kemas

Berikut adalah gambar teknik dari desain mekanisme kaki semu rumah peti kemas.



Gambar 4-37 Gambar Teknik Kaki Semu Rumah Peti Kemas

4.5 Hasil Perancangan

Pembahasan di dalam bab ini yaitu membahas tentang hasil perancangan rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 feet yang telah di modifikasi dan telah menggunakan mekanisme yang sudah dipilih dan di terapkan dalam modifikasi perancangan peti kemas tersebut.

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengurangi dimensi tinggi dan lebar total dari rumah peti kemas, sebab perancangan ini memiliki tinggi total melebihi 4 meter dan lebar melebihi 3 meter, sehingga saat peti kemas diangkut di jalan umum dapat mengganggu lalu lintas. Merampingkan mekanisme kaki semu agar lebar rumah peti kemas ini tidak melebihi 3000 milimeter agar lebih efisien dalam memindahkan dan tidak menambah biaya saat waktu memindahkan rumah, sebab dalam aturan kendaraan bermotor yang mengangkut barang khusus wajib (Pasal 162 ayat (1) UU Lalu Lintas Angkutan Jalan):

1. Memenuhi persyaratan keselamatan sesuai dengan sifat dan bentuk barang yang diangkut,
2. Diberi tanda tertentu sesuai dengan barang yang diangkut,
3. Memarkir Kendaraan di tempat yang ditetapkan,
4. Membongkar dan memuat barang di tempat yang ditetapkan dan dengan menggunakan alat sesuai dengan sifat dan bentuk barang yang diangkut,
5. Beroperasi pada waktu yang tidak mengganggu Keamanan, Keselamatan, Kelancaran, dan Ketertiban Lalu Lintas dan Angkutan Jalan,
6. Mendapat rekomendasi dari instansi terkait.

Sebenarnya boleh untuk mengangkut rumah peti kemas yang dimensi lebar lebih dari 3000 milimeter akan tetapi persyaratan dan prosedurnya seperti ada pada (Pasal 162 ayat (1) UU Lalu Lintas Angkutan Jalan).

Untuk memaksimalkan tinggi yang ada dalam ruangan rumah peti kemas.

Untuk mengurangi tinggi dari dinding yang di ekspansi ke arah vertikal, agar supaya tinggi rumah peti kemas tersebut saat dibawa diatas trailer tidak melebihi batas max di jalan yaitu 4200 milimeter. Sebenarnya boleh saja rumah peti kemas diangkut di jalan, sesuai yang ada di pasal barang angkutan khusus yang diatur dalam (Pasal 162 ayat (1) UU Lalu Lintas Angkutan Jalan).



Gambar 4-38 Hasil Perancangan Rumah Peti Kemas Tampak Isometris

4.6 Pembuatan Pemodelan

Pembahasan di bab ini yaitu tentang proses pembuatan pemodelan rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 feet yang telah dikecilkan dengan skala 1:10 dari desain yang sesungguhnya. Proses pembuatan pemodelan ini sama dengan membuat miniatur atau maket, dari segi *egginering* proses ini juga bisa disebut *prototyping* dengan skala yang ditentukan. *Prototyping* sendiri adalah pembuatan produk hasil desain yang ukuran dan dimensinya sama dengan desain aslinya. Dalam pembuatan pemodelan yang dimaksud dengan skalatis yaitu memproyeksikan alat atau produk menjadi lebih kecil, pembuatan pemodelan ini masuk kedalam proyeksi dimetri yang artinya bagian dari proyeksi aksonometri dengan ketentuan untuk skala pemendekan dengan arah sumbu x, y dan z minimal dua arah sumbu memiliki besar pemendekan yang sama sedangkan kedua sudut proyeksi boleh sama atau tidak sama sekali.

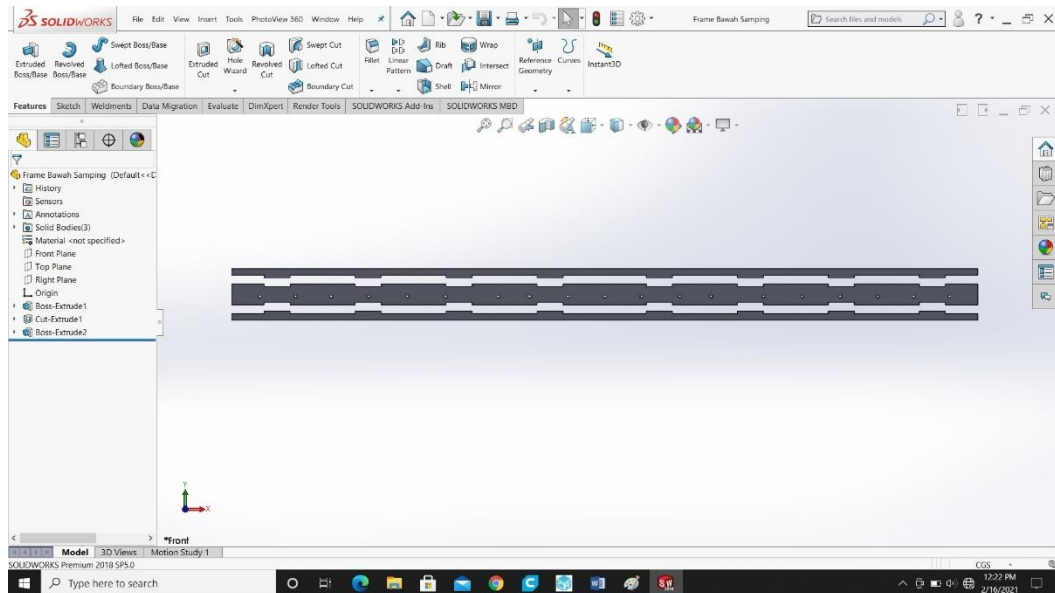
Pada proses pembuatan pemodelan banyak permasalahan yang dapat di toleransi, hal ini dikarenakan banyak kasus yang pada saat akan dilakukan proses pembuatan pemodelan dengan dimensi yang diskala, ada beberapa komponen bagian yang saat proses pembuatan tidak sesuai dengan ukuran setelah diskala,

contoh kasusnya adalah seperti tebal plat. Kasus tebal plat tersebut bisa di toleransi agar bisa di proses untuk pembuatan bentuk dari pemodelan tersebut. Misal tebal ukuran asli yaitu 3 mm, jika dilakukan skala 1:10 maka hasil dari skala tersebut adalah 0.3 mm, ukuran tersebut sangat mustahil jika dilakukan proses pembuatan pemodelan, maka dari itu dilakukan toleransi agar bisa dilakukan proses produksi pembuatan pemodelan tersebut.

Dalam eksekusi pembuatan pemodelan rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 *feet* ini menggunakan berbagai cara dalam proses produksinya dan berbagai bahan yang terdapat di pasaran. Proses produksi tersebut menggunakan mesin dan alat yang terdapat di Lab Sistem Manufaktur Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia (UII). Proses eksekusi pembuatan komponen rumah berpindah menggunakan mesin *laser cutting* dan mesin *3D Printing*.

4.6.1 Proses *Laser Cutting*

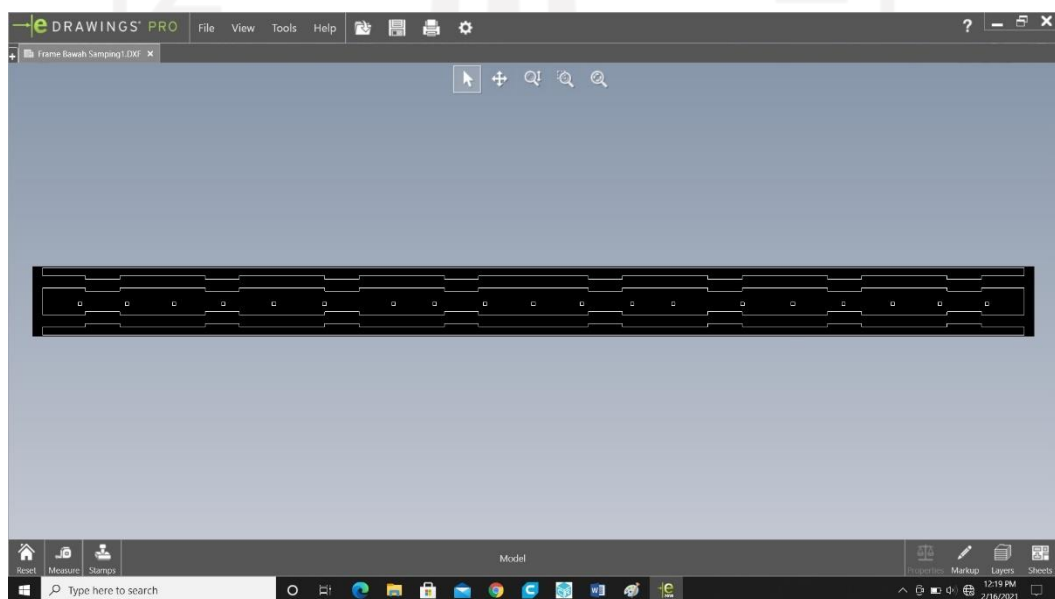
Tahapan proses membuat peti kemas utama untuk pemodelan yaitu dimulai dengan membuat kerangka peti kemas dengan menggunakan mesin *laser cutting*. Mesin *laser cutting* berfungsi untuk memotong bahan yang di gunakan untuk kerangka peti kemas. Bahan yang digunakan yaitu *plywood* atau juga disebut triplek. Proses ini dimulai dengan mendesain model yang akan di laser menggunakan *software Solidworks*.



Gambar 4-39 Desain Kerangka Peti Kemas Utama Untuk Pemodelan

Pada gambar 4-39 diatas adalah proses mendesain model dengan *Solidwork* yang akan dipotong menggunakan mesin *laser cutting*. Setelah mendesain model yang akan dipotong langkah selanjutnya yaitu mengubah tipe *file* desain menjadi (.dxf) agar bisa dibaca dalam *software* di dalam mesin *laser cutting*.

Berikut gambar 4-40 adalah tipe file (.dxf) dari model kerangka peti kemas utama.



Gambar 4-40 Desain Kerangka Peti Kemas Utama Tipe File DXF



Gambar 4-41 Proses Eksekusi *Laser cutting* Menggunakan Tipe File DXF

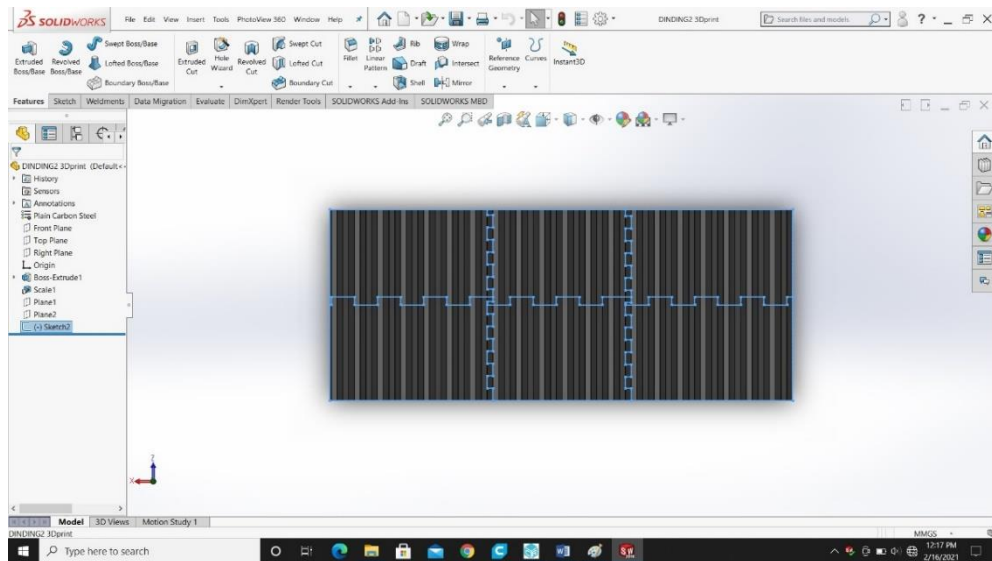
Gambar 4-41 diatas adalah proses eksekusi menggunakan mesin *laser cutting*. Pada proses pengaturan mesin *laser cutting* memakai *power* 25 dan kecepatan *nozzle* 10. Proses tersebut dilakukan di Lab Sistem Manufaktur Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Adapun kendala yang dialami pada saat proses pemesinan *laser cutting* yaitu bahan triplek yang dipakai terbakar sebab *power* yang dipakai kemungkinan terlalu besar akan tetapi masih dalam batas aman, *power* yang dipakai pada saat memotong yaitu 30 dengan *speed* 10. Lalu cara agar tidak terbakar yaitu dengan cara mengatur *power* dan *speed*, dengan memakai *power* 25 dan *speed* 10 akhirnya hasil triplek yang di potong tidak terlalu gosong dan terbakar.

4.6.2 Proses 3D Printing

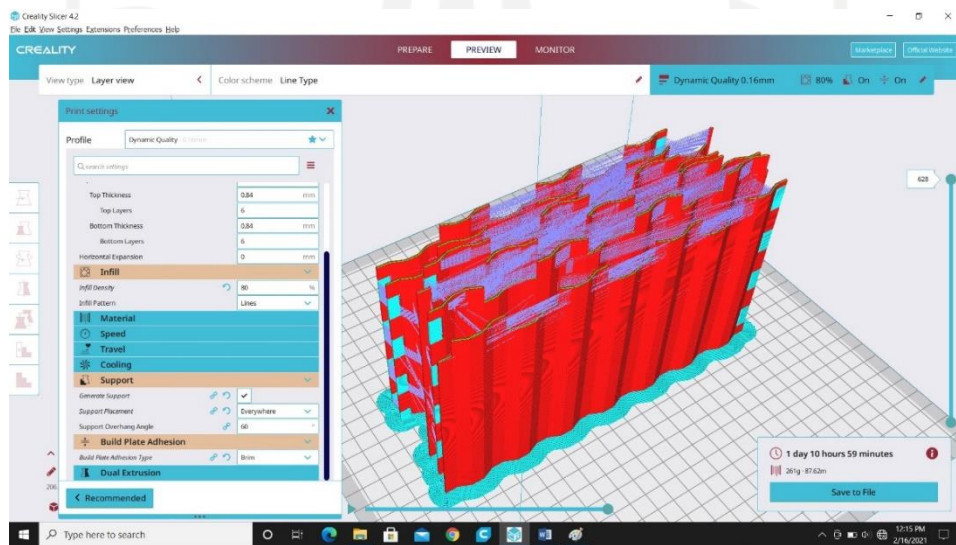
Proses eksekusi pembuatan model skalatis dari rumah peti kemas tersebut juga memakai mesin *3D Printing*, proses ini dimulai dengan membuat model desain yang tadinya dimensi asli menjadi ke 1:10 untuk bentuk yang lebih kecil atau bisa dikatakan memakai skala dalam proses mendesain pemodelan rumah peti kemas. Jadi desain pemodelan dan desain asli dari rumah peti kemas tersebut itu berbeda. Perbedaan tersebut disebabkan karena jika tetap mengikuti dari desain asli

maka tidak bisa di eksekusi pada proses *3D Printing* ini. Maka dari itu dilakukan lagi desain tersendiri untuk proses *3D Printing* ini.



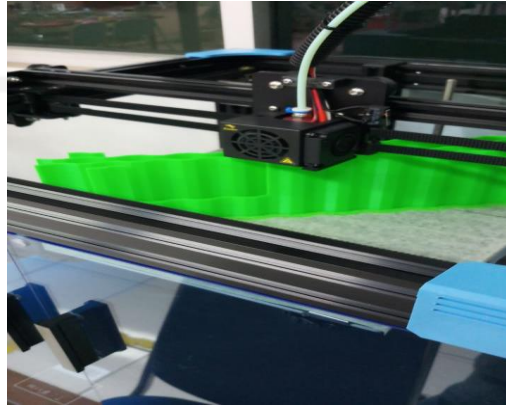
Gambar 4-42 Proses Pemotongan Bagian-Bagian Dinding Peti Kemas

Gambar 4-42 diatas yaitu contoh proses dalam mendesain pemodelan dari rumah peti kemas menggunakan *software Solidworks* dan memakai skala 1:10 dari bentuk aslinya. Jika telah dilakukan proses desain, langkah selanjutnya yaitu mengganti tipe file dari desain tersebut menjadi (STL), sebab mesin alat *3D Printing* hanya bisa membaca tipe file (STL).



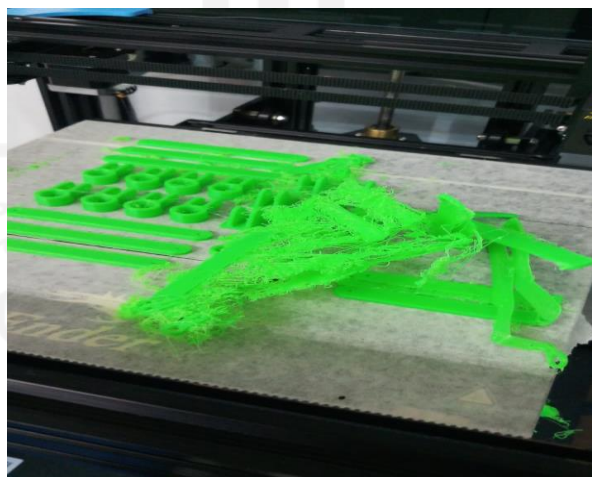
Gambar 4-43 Proses Mengatur Bagian-Bagian Part Pada Software 3D Printing

Berikut gambar 4-43 adalah salah satu contoh tipe file (STL) dari desain yang akan melalui proses *3D Printing*. Setelah masuk dalam *software* mesin *3D Printing* langkah selanjutnya yaitu mengatur temperatur *filament*, *Nozzel*, *Support*, material dan kualitas dari hasil *3D Printing*.



Gambar 4-44 Proses Eksekusi *3D Printing*

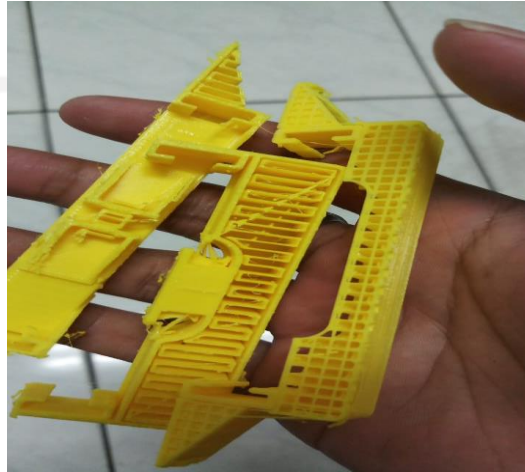
Berikut gambar 4-44 adalah proses dan hasil *3D Printing* dalam pembuatan salah satu komponen dari rumah peti kemas yaitu dinding peti kemas. Proses tersebut memerlukan waktu 16 jam untuk pembuatan yang dilakukan di Lab Mekatronika Fakultas Teknologi Industri Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.



Gambar 4-45 Kegagalan Pada Saat Proses *3D Printing*

Gambar 4-45 menunjukkan kendala saat melakukan proses *3D Printing* yang dilakukan yaitu disebabkan karena *extruder* mesin *3D Printing* mengambang pada

saat mesin *3D Printing* berjalan, penyebabnya yaitu tidak menempelnya *filament* pada *surface* papan mesin *3D Printing* dan diketahui saat mesin sudah berhenti beroperasi. Kejadian ini tidak diketahuinya disebabkan mesin *3D Printing* pada saat itu ditinggal karena proses pengerjaannya membutuhkan waktu yang lama.



Gambar 4-46 Kegagalan Putusnya *Filament* Pada Saat Proses Pengerjaan *3D Printing*

Berikut gambar 4-46 menunjukkan kendala pada saat melakukan proses *3D Printing* yang bisa disebut kegagalan dalam proses pengerjaan. Kegagalan tersebut diakibatkan *filament* putus dan mesin *3D Printing* tetap berjalan tanpa sepengetahuan. Putusnya *filament* diakibatkan karena lilitan gulungan dari *filament* tersebut tidak rapi atau terlilit yang mengakibatkan putusnya *filament*. Kemungkinan lainnya yaitu kondisi *filament* yang sudah getas atau tidak bagus lagi.

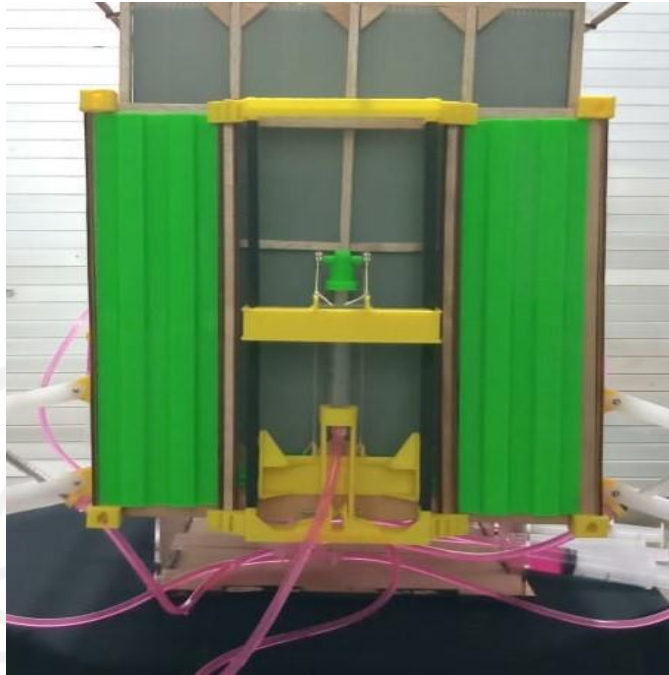
Adapun kendala lainnya yang dialami saat dilakukannya proses *3D Printing* yaitu pada saat proses pengaturan *software* 3D. Sebab desain yang dipakai yaitu memiliki skala 1:10 dari ukuran aslinya, maka dari itu perlu adanya bantuan *software* desain untuk memotong menjadi bagian-bagian kecil dari komponen dan mempertebal lalu dilakukan skala 1:10 dari ukuran aslinya dari komponen yang akan dilakukan proses *3D Printing* agar bisa dilakukan proses pemesinan. Sebab dimensi alat *3D Printing* mempunyai batasan barang yang akan di cetak.

4.6.3 Hasil Pembuatan Pemodelan

Berikut adalah hasil perakitan komponen dari proses pemesinan menggunakan *laser cutting* dan *3D Printing* yang menggunakan lem sebagai bahan perekat untuk menyatukan komponen-komponen dari hasil proses pemesinan tersebut yang dibuat menggunakan bahan *plywood* dan *filament*.

Pada proses pembuatan pemodelan banyak permasalahan yang dapat di toleransi, hal ini dikarenakan banyak kasus yang pada saat akan dilakukan proses pembuatan pemodelan dengan dimensi yang di skala, ada beberapa komponen bagian yang saat proses pembuatan tidak sesuai dengan ukuran setelah di skala, contoh kasusnya adalah seperti tebal plat. Kasus tebal plat tersebut bisa di toleransi agar bisa di proses untuk pembuatan bentuk dari pemodelan tersebut. Misal tebal ukuran asli yaitu 3 mm, jika dilakukan skala 1:10 maka hasil dari skala tersebut adalah 0.3 mm, ukuran tersebut sangat mustahil jika dilakukan proses pembuatan pemodelan, maka dari itu dilakukan toleransi agar bisa dilakukan proses produksi pembuatan pemodelan tersebut.

Dalam eksekusi pembuatan pemodelan rumah berpindah *expandable* dengan mekanisme vertikal berbahan dasar peti kemas 20 *feet* ini menggunakan berbagai cara dalam proses produksinya dan berbagai bahan yang terdapat di pasaran. Proses produksi tersebut menggunakan mesin dan alat yang terdapat di Lab Sistem Manufaktur Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia (UII). Proses eksekusi pembuatan komponen rumah berpindah menggunakan mesin *laser cutting* dan mesin *3D Printing*.



Gambar 4-47 Pemodelan Mekanisme Vertikal Pada Rumah Peti Kemas

Berikut adalah gambar 4-47 yaitu pemodelan dari mekanisme vertikal yang di telah dibuat menggunakan *3D Printing* dan dirakit dengan mekanismenya yang menggunakan suntikan ukuran 3ml sebagai hidrolik pendorong yang ditekan menggunakan air sebagai daya penekannya seperti sebagaimana kerja hidrolik.



Gambar 4-48 Pemodelan Mekanisme Kaki Semu Pada Rumah Peti Kemas

Gambar 4-48 berikut adalah gambar pemodelan mekanisme kaki semu dari rumah peti kemas yang telah dirancang, memodelkan dengan konsep yang dapat melipat dengan menggunakan bantuan hidrolis yang disimulasikan menggunakan suntikan ukuran 1ml sebagai mekanisme hidrolisnya. Mekanisme untuk kakinya menggunakan suntikan ukuran 3ml. Pada pemodelan ini menggunakan hidrolis pendorong yang ditekan menggunakan air sebagai daya penekannya seperti sebagaimana kerja hidrolis.

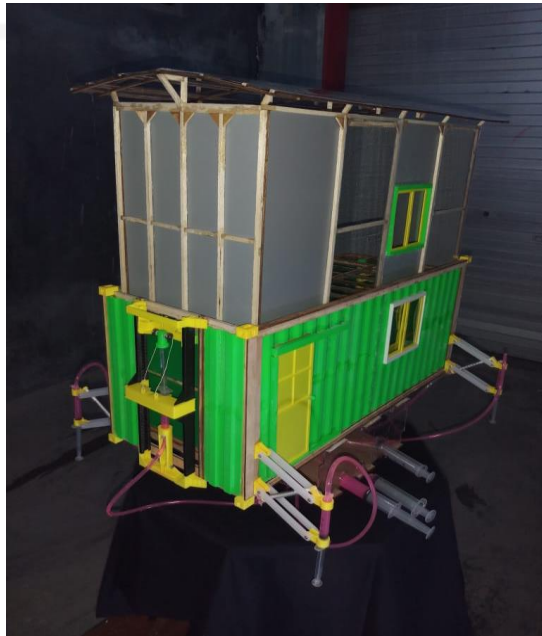


Gambar 4-49 Media Penggerak Mekanisme Vertikal Dan Kaki Semu Rumah Peti Kemas

Berikut adalah gambar 4-49 bentuk dari media penggerak mekanisme vertikal dan kaki semu yang menggunakan suntikan ukuran 20ml sebagai pendorong dari tekanan air yang dialirkan dalam konsep hidrolis pada simulasi kerja mekanisme vertikal dan kaki semu. Kerja mekanisme vertikal dan kaki semu tersebut berpusat pada ketiga suntikan yang berada dibawah pemodelan dari rumah peti kemas. Satu suntikan berfungsi untuk penggerak tekanan dari kerja mekanisme vertikal, lalu ada dua suntikan lainnya yang berfungsi untuk penggerak dari mekanisme kaki semu.

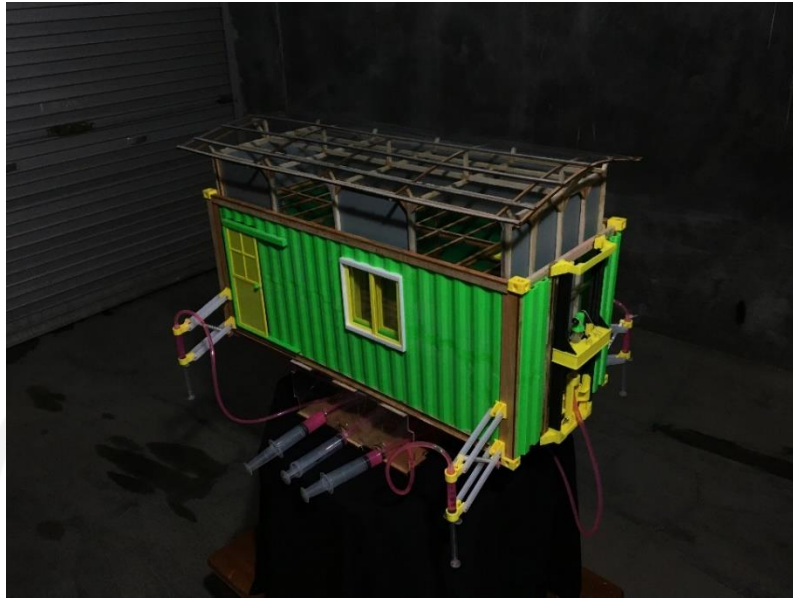
Adapun kendala yang dialami saat melakukan simulasi gerak kerja mekanisme hidrolis yang dimodelkan dengan suntikan ukuran 1ml dan 3ml saat dilakukannya gerak vertikal maupun gerak kaki semu. Kendala tersebut yaitu

selang yang dipasang pada suntikan 1ml dan 3ml mengalami kebocoran lalu menyebabkan masuk angin di dalam selang tersebut. Kebocoran tersebut mengakibatkan gerak mekanisme dari kaki semu tidak bebarengan saat mekanisme bekerja. Namun dapat diatasi dengan memakai kabel *ties* untuk mengikat selang dengan suntikan pada pemodelan mekanisme tersebut yang bertujuan agar tidak terjadi kebocoran.



Gambar 4-50 Hasil Pemodelan Rumah Peti Kemas Saat Mekanisme Vertikal dan Kaki Semu Bekerja

Berikut gambar 4-50 menunjukkan hasil pemodelan yang dibuat dengan bantuan alat *3D Printing* dan *laser cutting* yang telah di rangkai disetiap komponennya. Pemodelan pada gambar diatas menunjukkan kerja mekanisme yang dipakai pada pemodelan rumah peti kemas yaitu mekanisme vertikal untuk mengexpansi rangka atas dan mekanisme kaki semu untuk memudahkan saat berpindah, kedua mekanisme tersebut disimulasikan sistem kerjanya dengan cara memakai suntikan ukuran 1ml, 3ml, 20ml, selang dan air untuk membuat sebagaimana kerja hidrolik.



Gambar 4-51 Hasil Pemodelan Rumah Peti Kemas Tampak Samping

Adapun kendala lainnya yang dialami saat perakitan pemodelan yaitu disaat merakit potongan-potongan komponen hasil dari *3D Printing* dan merakit potongan-potongan komponen lain, menggabungkan komponen tersebut dengan memakai lem. Pada proses penggabungan tersebut harus teliti saat menggabungkan dan menuangkan lem harus hati-hati, sebab jika terkena tangan lem tersebut panas. Kendala lain yang dialami yaitu saat memasang selang dan suntikan yang berfungsi untuk menggerakkan mekanisme, kendala tersebut yaitu air yang di dalam selang bocor dan mengakibatkan gerak dari mekanisme kaki semu tidak bebarengan, solusinya yaitu pada sambungan antara selang dan suntikan ditali dengan kabel *ties*. Solusi dengan memakai kabel *ties* membuat selang agar tidak bocor.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

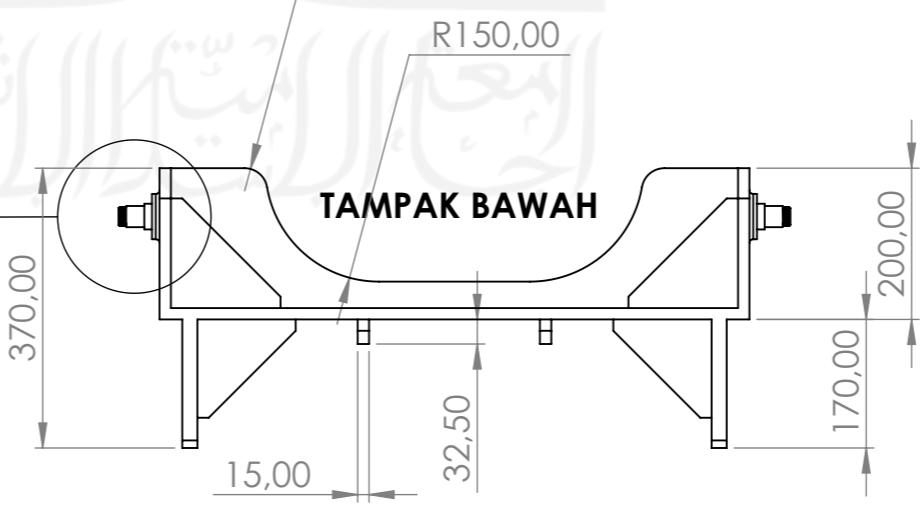
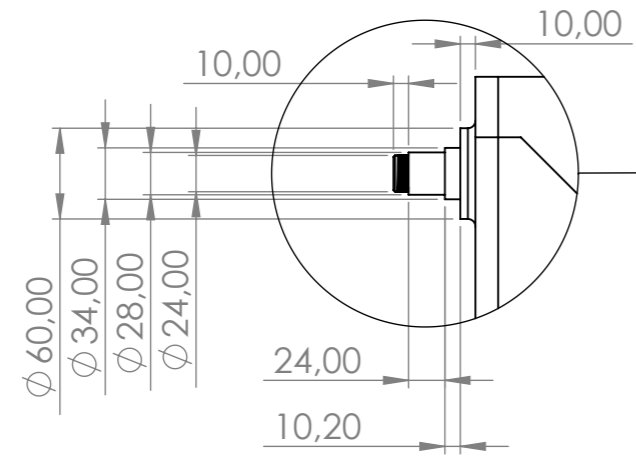
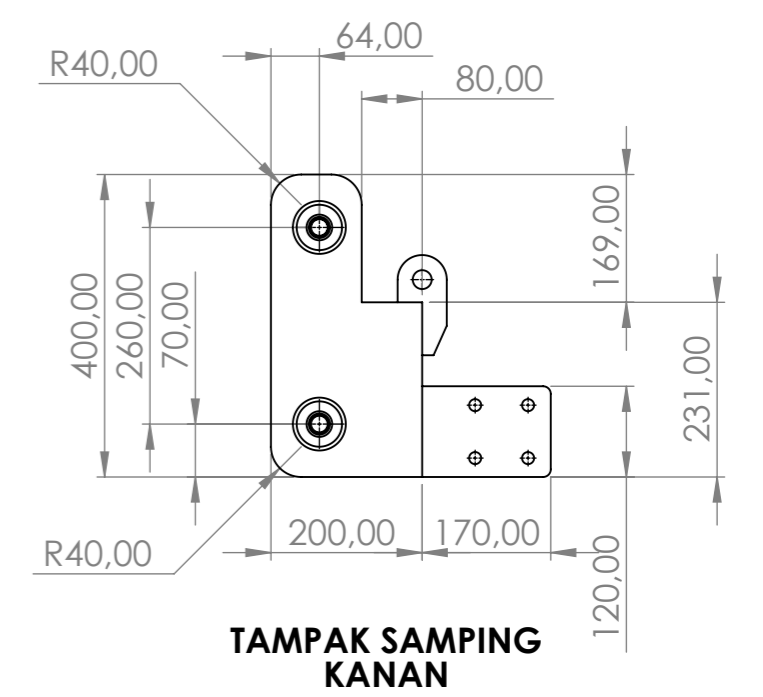
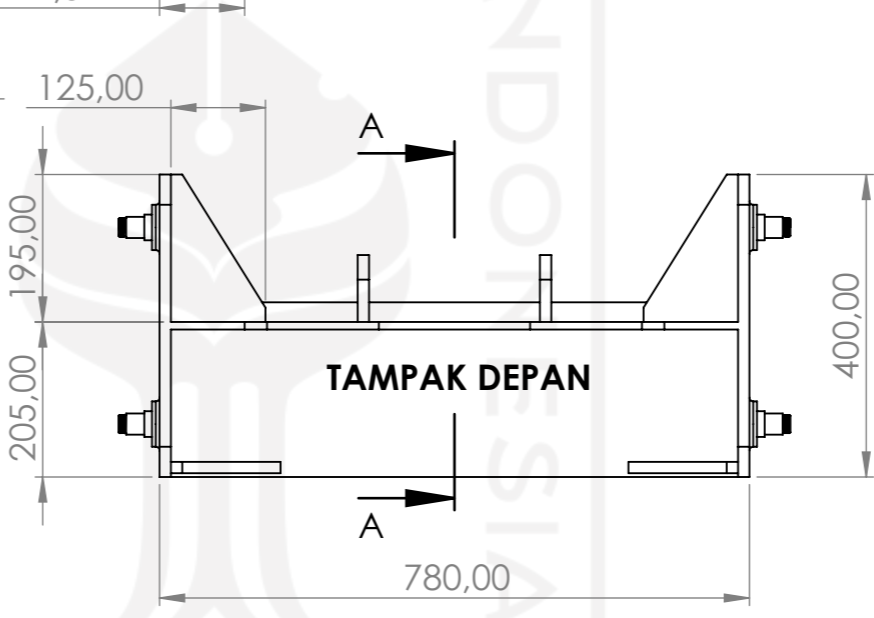
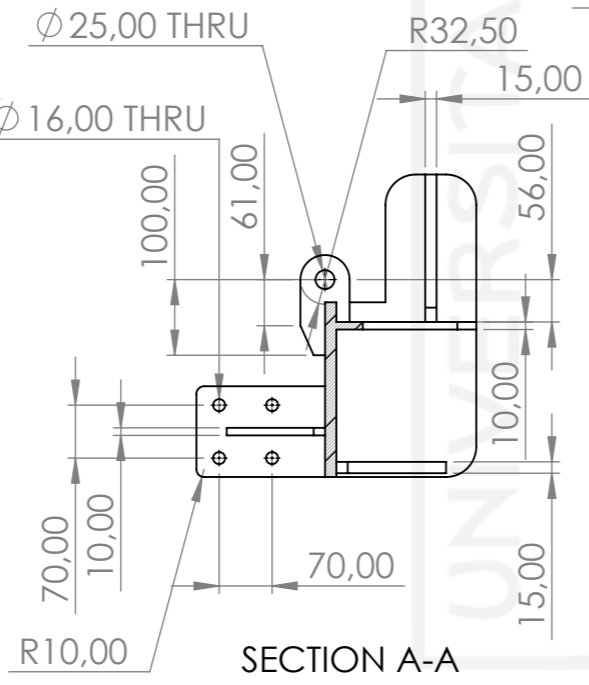
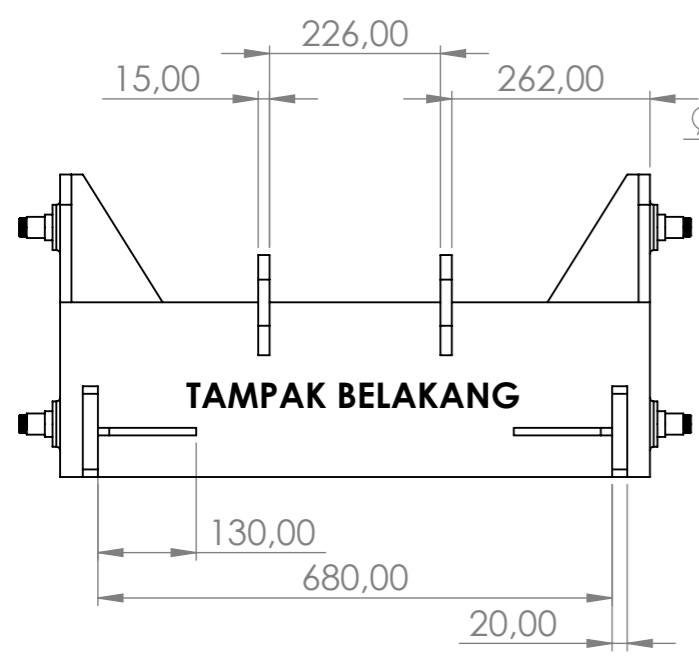
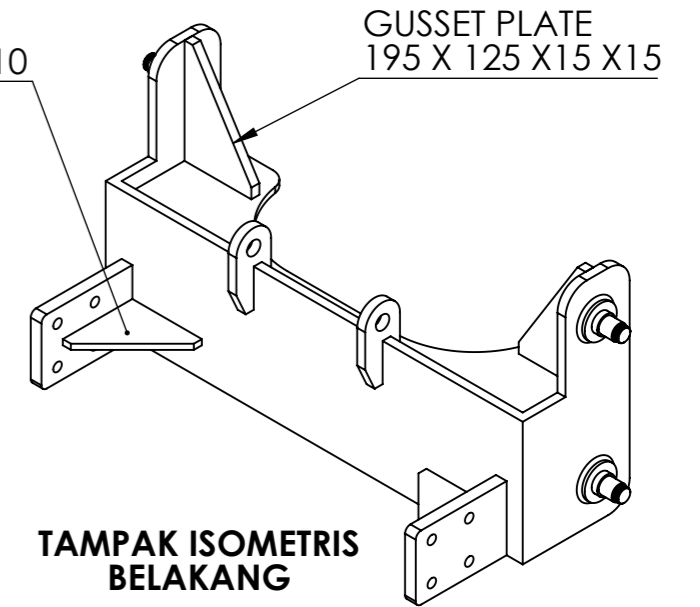
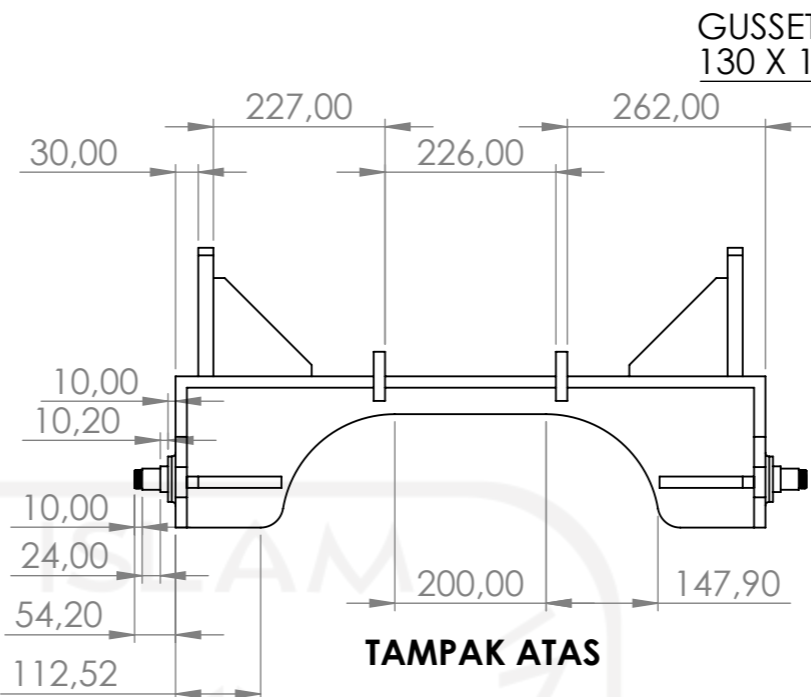
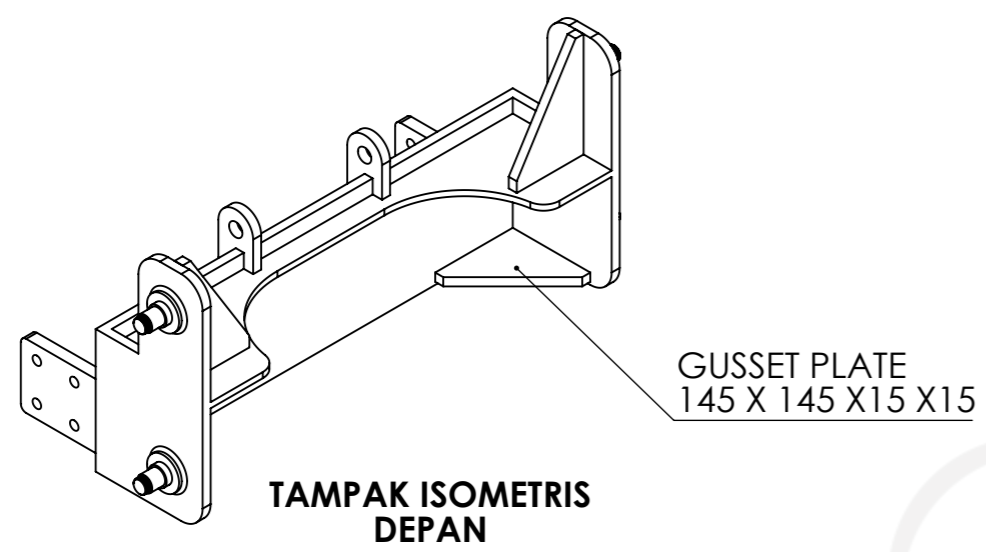
1. Hasil pengujian analisis FOS (*factor of safety*) peti kemas yang telah dimodifikasi menggunakan *software Solidworks 2018*, dan didapatkan hasil bahwa modifikasi peti kemas utama aman berdasarkan standar FOS (*factor of safety*). Dengan hasil FOS (*factor of safety*) sebesar 1,134.
2. Mekanisme vertikal pada rumah peti kemas telah dirancang dengan konsep *forklift* yang bertujuan untuk mengexpansi atau menambah luas peti kemas. Model mekanisme ini telah diuji dan bisa diaplikasikan pada perancangan ini, terbukti dalam simulasi pemodelan yang telah dibuat.
3. Pemodelan rumah peti kemas dibuat dengan menggunakan *Solidworks 2018* sebagai aplikasi CAD, alat mesin *3D Printing* dan mesin *laser cutting*. Material yang digunakan yaitu *filament PLA*, *plywood* dan kayu balsa. Pemodelan rumah peti kemas ini mempunyai dimensi panjang x lebar x tinggi yaitu 1: 10 dari bentuk aslinya. Bentuk pemodelan terlihat skalatis sesuai ukuran skala 1:10 dari ukuran aslinya dan bisa disimulasikan gerak cara kerja mekanismenya.

5.2 Saran Penelitian Selanjutnya

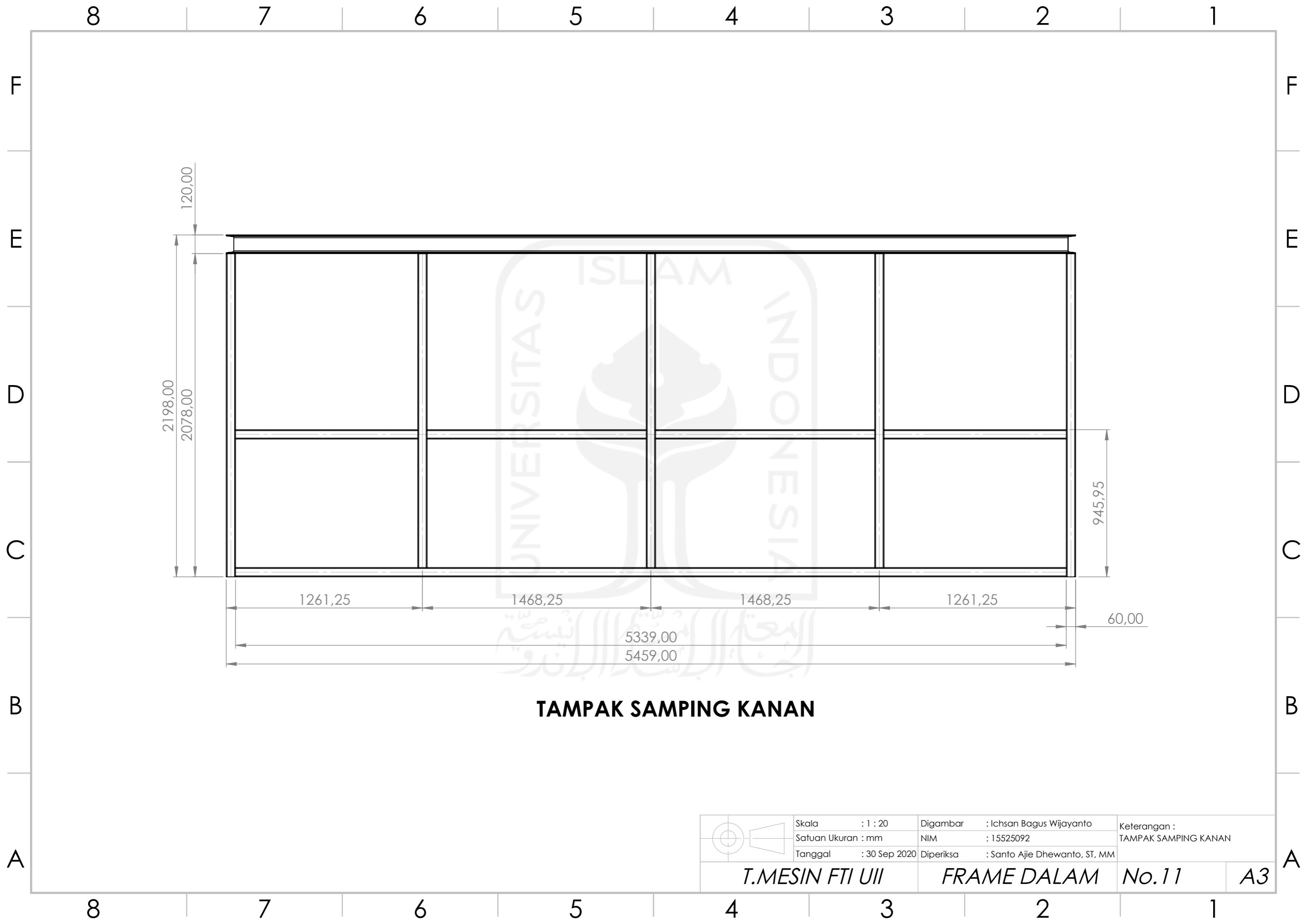
1. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengurangi dimensi tinggi dan lebar total dari rumah peti kemas, sebab perancangan ini memiliki tinggi total melebihi 4 meter dan lebar melebihi 3 meter, sehingga saat rumah peti kemas diangkut di jalan umum memerlukan ijin khusus.
2. Kedepannya diharapkan agar dapat memperhitungkan beban yang ingin ditopang oleh rumah peti kemas, sehingga rumah peti kemas dapat diisi dengan barang-barang yang diinginkan.
3. Untuk penelitian selanjutnya saat sedang melakukan proses pemesinan *3D printing* sebaiknya ditunggu sampai selesai, jika belum selesai atau tidak memungkinkan untuk ditunggu sebaiknya minimal mesin sudah jalan 50% dan pastikan filament tidak putus.

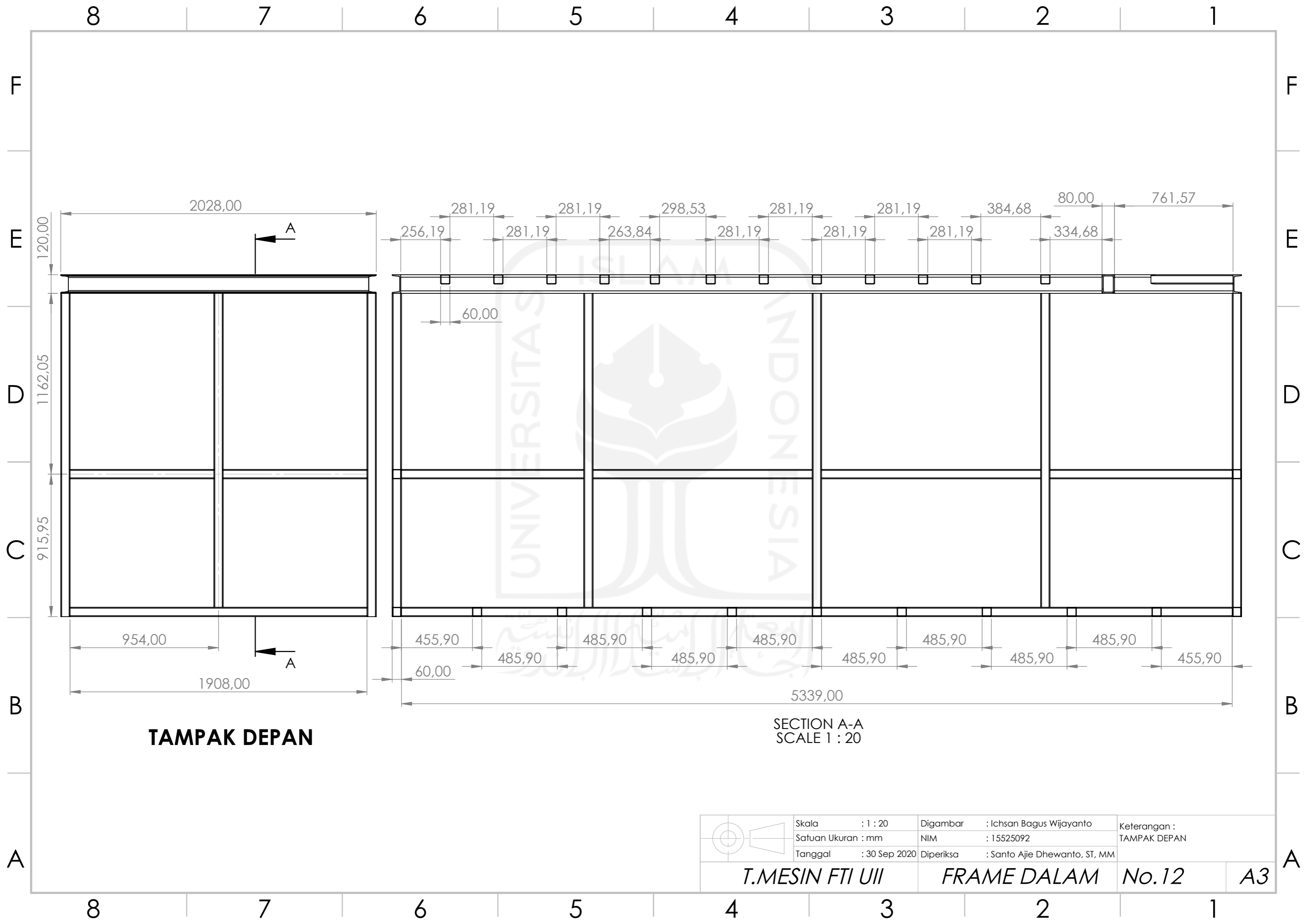
DAFTAR PUSTAKA

- Aji, M. Y., Mulyatno, I. P., & Yudho, H. (2016). ANALISA KEKUATAN MODIFIKASI MAIN DECK AKIBAT PENGGANTIAN MOORING WINCH PADA KAPAL ACCOMODATION WORK BARGE 5640 DWT DENGAN METODE ELEMEN HINGGA. 81.
- Blackwell, A. H., & Manar, E. P. (2015). *UXL encyclopedia of science*. Farmington Hills, Mich.
- Febiana, S., & Pranoto, T. (2018). Alternatif Penggunaan Kontainer Bekas Menjadi Ruang Bangunan di Jawa Timur. *Pengembangan Metodologi Penciptaan Seni Rupa dan Desain*, 1.
- Hermita, R. (2015). Fungsi Maket Sebagai Media Visual Pada Karya Desain Interior. *Jurnal Proporsi, Vol 1 No 1*, 4.
- Jacobs, P. F. (1992). Rapid Prototyping & Manufacturing. In *Society of Manufacturing Engineers* (p. 434).
- KBBI. (2008). In *Kamus Besar Bahasa Indonesia* (p. 148).
- Kramadibrata, S. (2002). Perencanaan Pelabuhan. ITB.
- Mardianto, D. A. (2011). Penggunaan kontainer bekas menjadi salah satu alternatif hunian. *Arsitektur, Bangunan dan Lingkungan*, 3.
- Nadia, N., & Laurentia Carissa, S. (2019). Effects Of Implementing Modular Container Structure Towards The Room And Corridor Quality In Chara Hotel. *jurnal RISA (Riset Arsitektur)*, 2.
- Ningsih, D. H. (2005). Computer Aided Design / Computer Aided Manufactur. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 122-129.
- Nurkamdani, A. R. (2010). Green Urban Vertical Container House dengan Pendekatan Green Metabolist. *Green House*.
- Putra, K. S., & Sari, U. R. (2018). Pemanfaatan Teknologi 3D Printing Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup. *Desain Manajemen Produk, UBAYA*.
- Sadana, K. (2018). Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi 2018. *Pemanfaatan Teknologi 3D Printing Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup*.



	Skala : 1 : 10	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Plain Carbon Steel Mass = 58.46 kilograms	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
T.MESIN FTI UII		BREKET HIDROLIK	No.17	A3

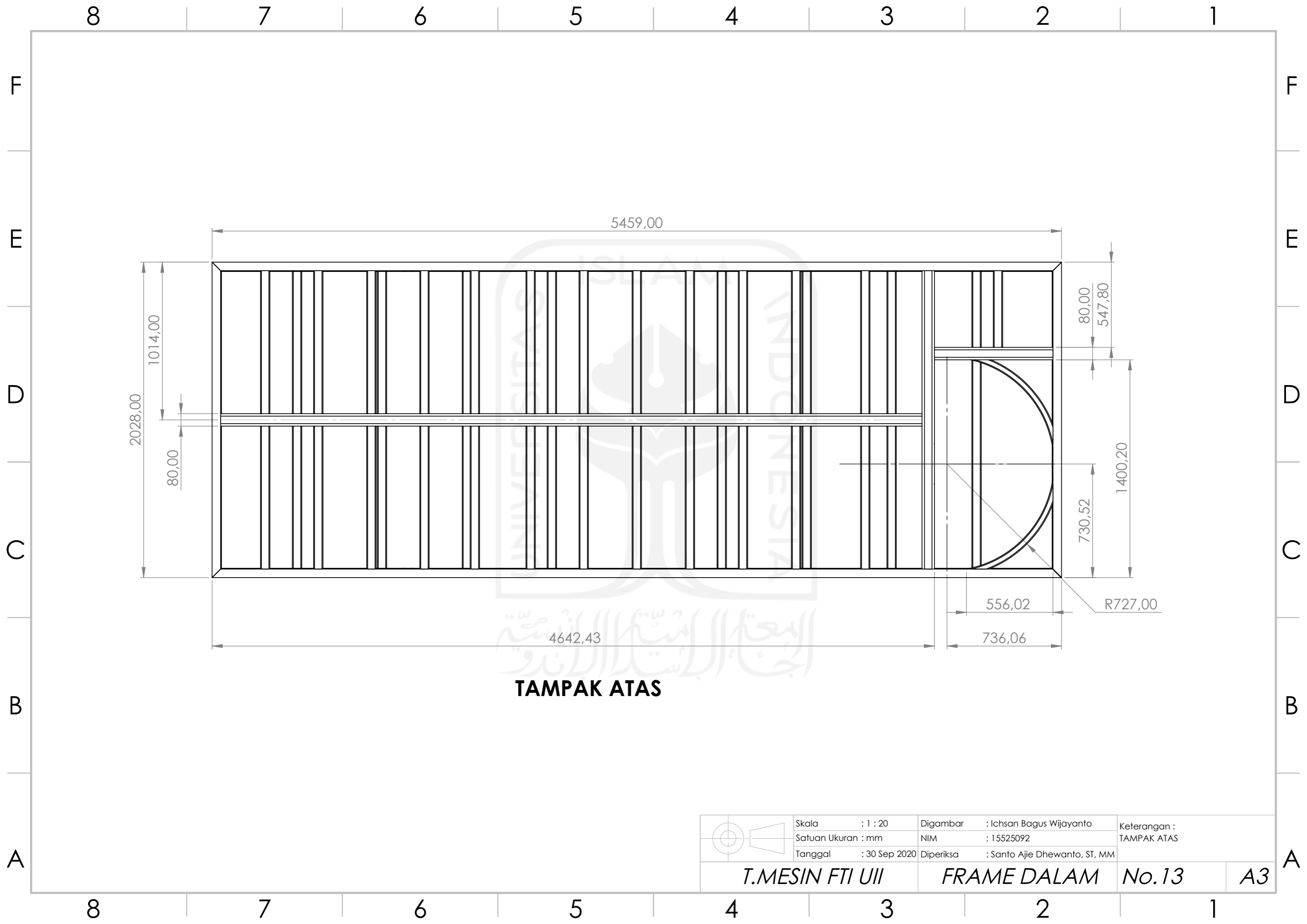




TAMPAK DEPAN

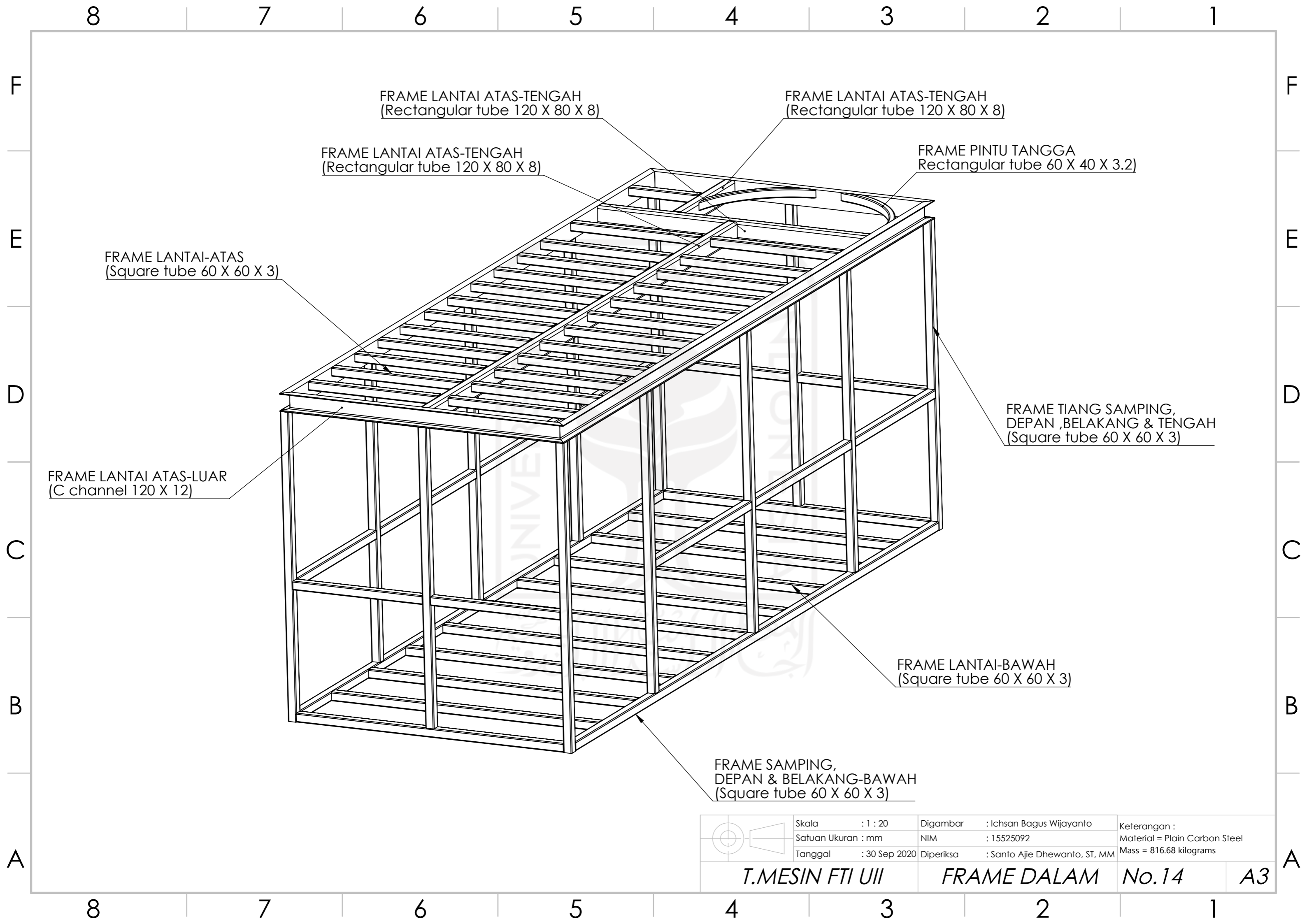
SECTION A-A
SCALE 1 : 20

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK DEPAN	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME DALAM</i>	<i>No.12</i>	<i>A3</i>

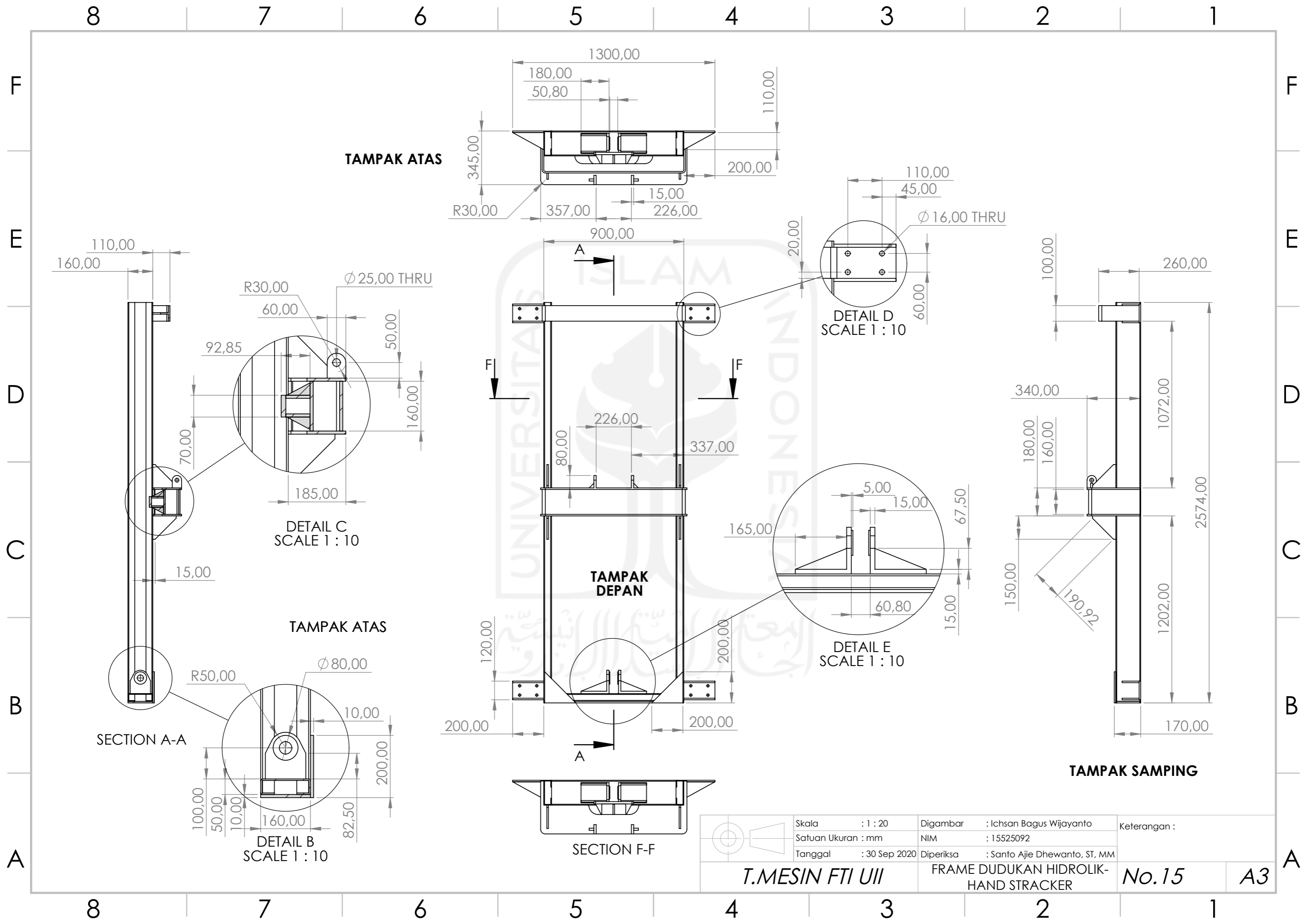


TAMPAK ATAS

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK ATAS	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME DALAM</i>		<i>No.13</i>
				<i>A3</i>



	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	Material = Plain Carbon Steel	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	Mass = 816.68 kilograms	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME DALAM</i>	<i>No.14</i>	<i>A3</i>



	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
T.MESIN FTI UII		FRAME DUDUKAN HIDROLIK-HAND STRACKER	No.15	A3

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

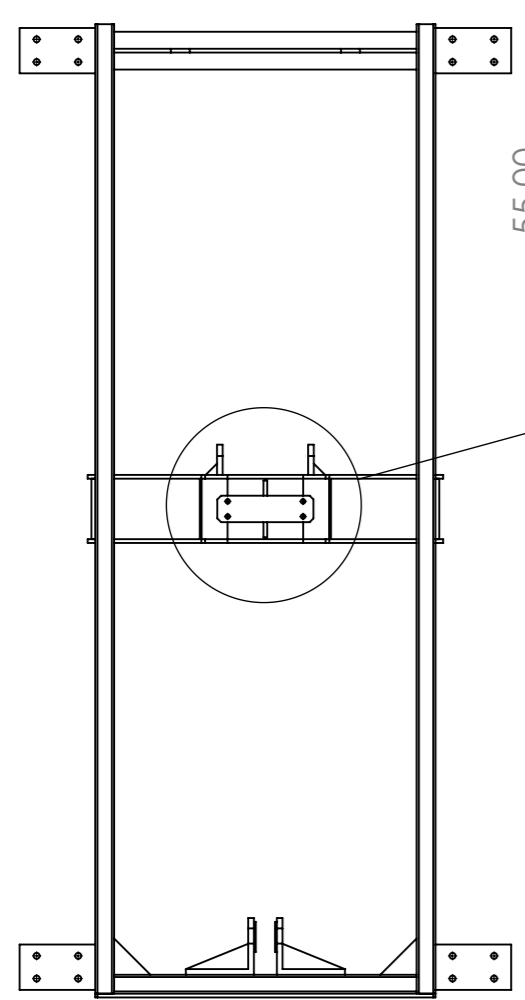
C

B

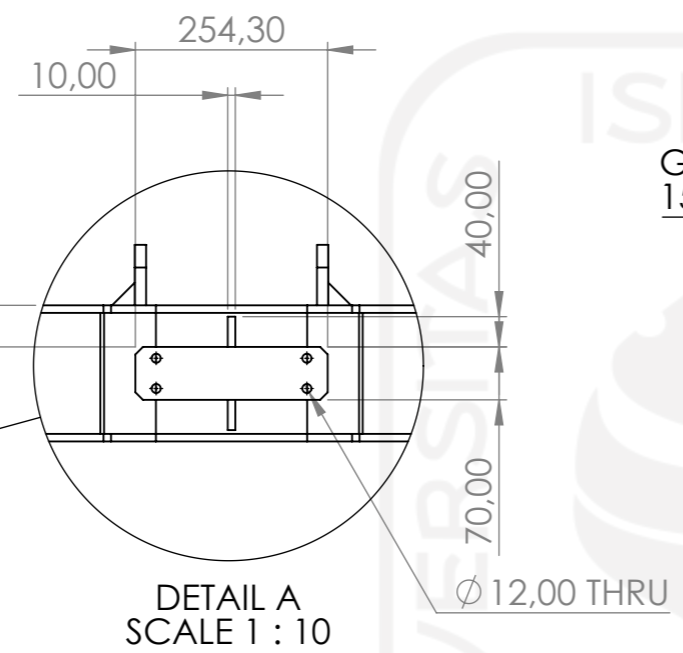
B

A

A



TAMPAK BELAKANG



**DETAIL A
SCALE 1 : 10**

GUSSET PLATE
200 X 110 X 10

FRAME CUSTOM
(C channel 160 X 50 X 5)

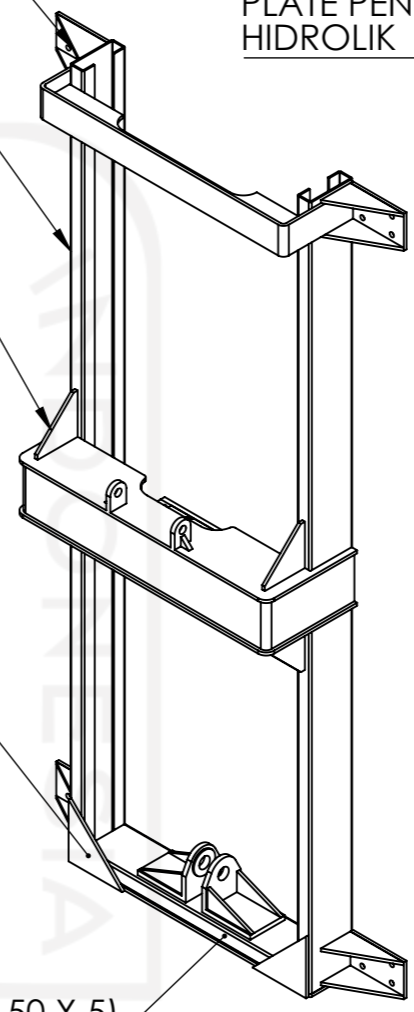
GUSSET PLATE
150 X 150 X 15 X 10

GUSSET PLATE
200 X 200 X 10

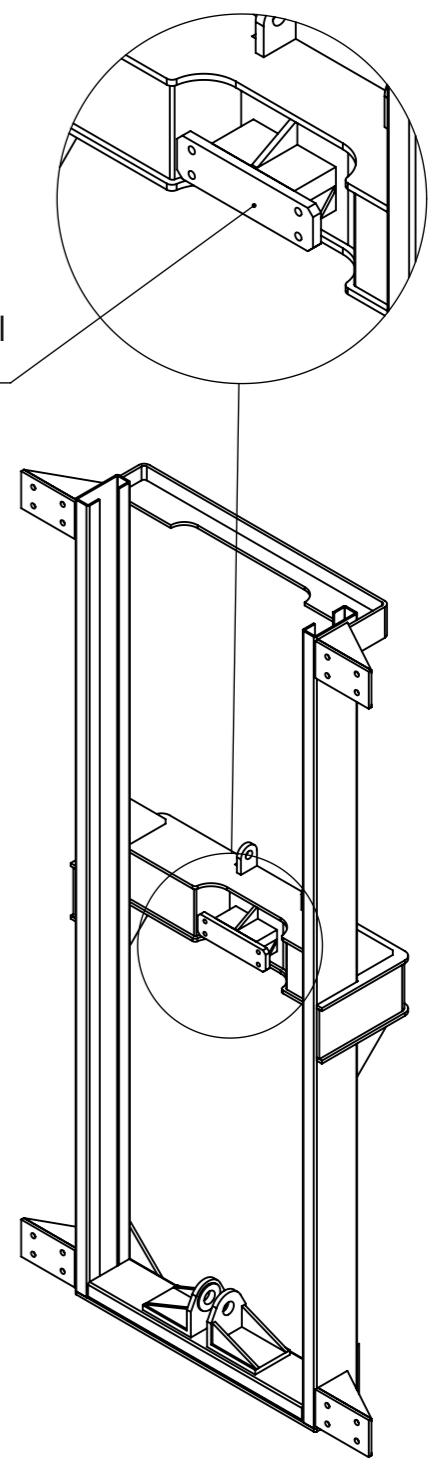
FRAME CUSTOM
(C channel 160 X 50 X 5)

PLATE PENGUNCI
HIDROLIK

DETAIL B
SCALE 1 : 10



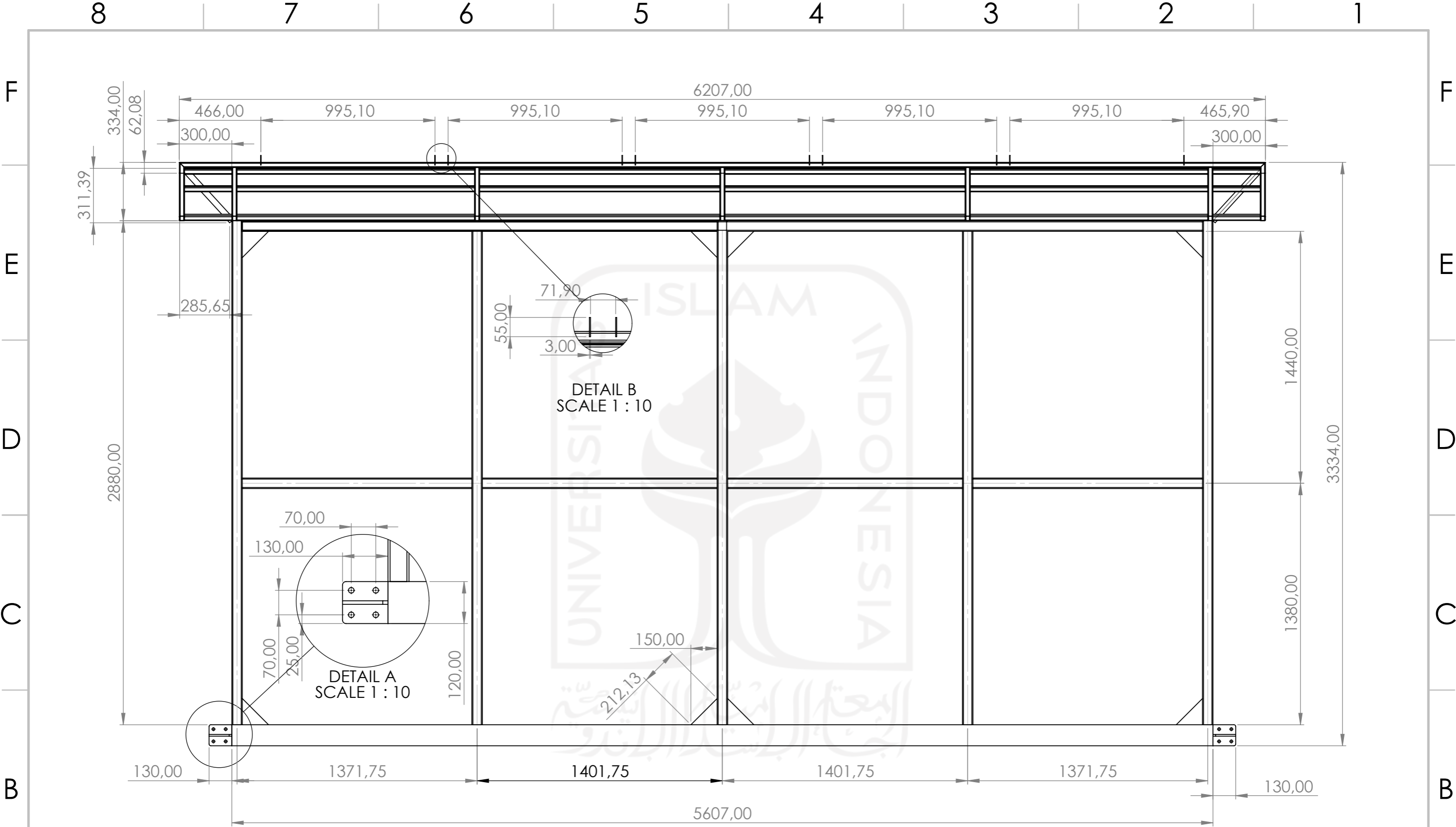
**TAMPAK ISOMETRIS
DEPAN**



**TAMPAK ISOMETRIS
BELAKANG**

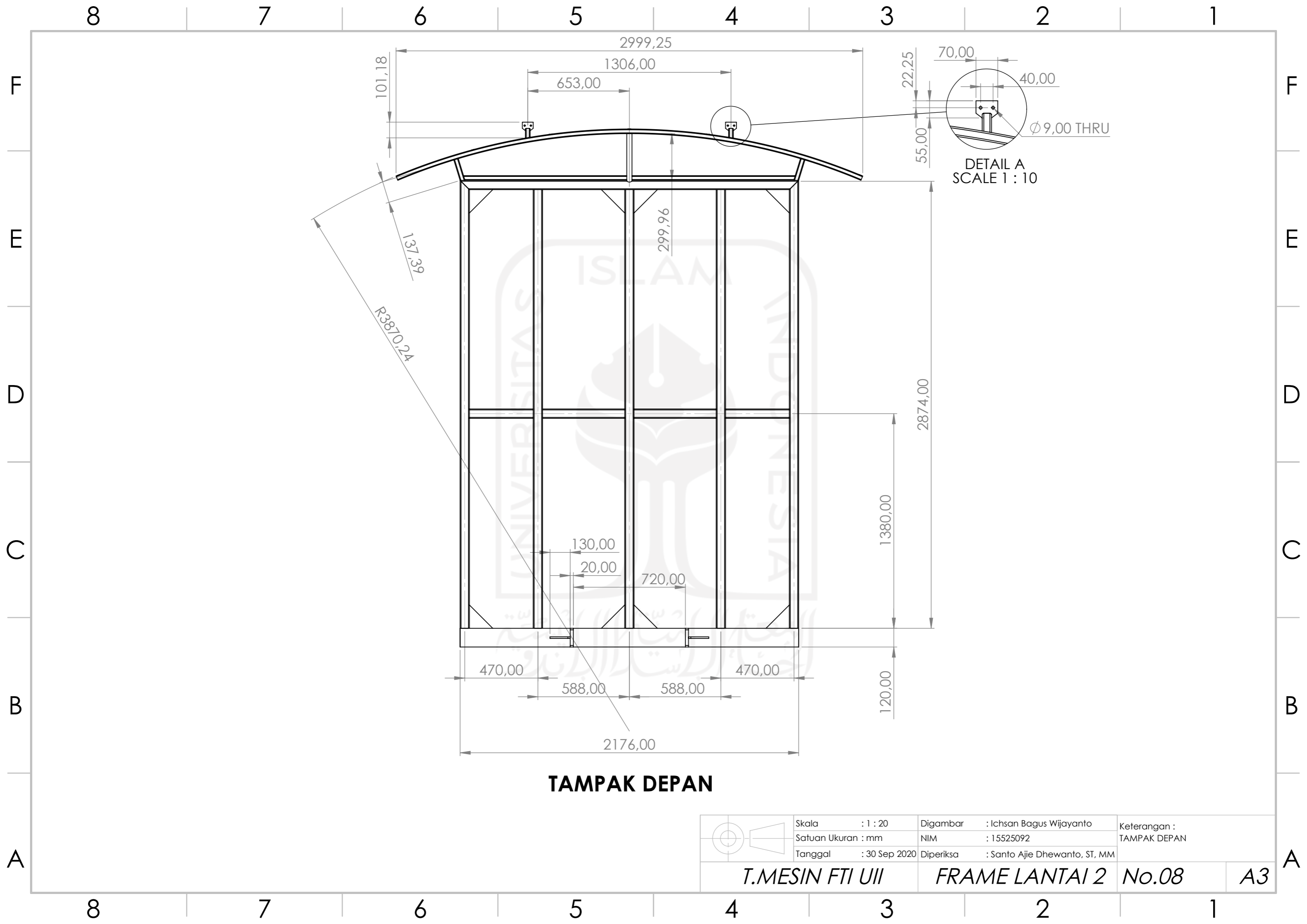
	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	Material = Plain Carbon Steel
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	Mass = 198.07 kilograms
<i>T.MESIN FTI UII</i>		FRAME DUDUKAN HIDROLIK- HAND STRACKER	<i>No.16</i> <i>A3</i>

8 7 6 5 4 3 2 1



TAMPAK SAMPING KANAN

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK SAMPING KANAN
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME LANTAI 2</i>	<i>No.07</i>
			A3



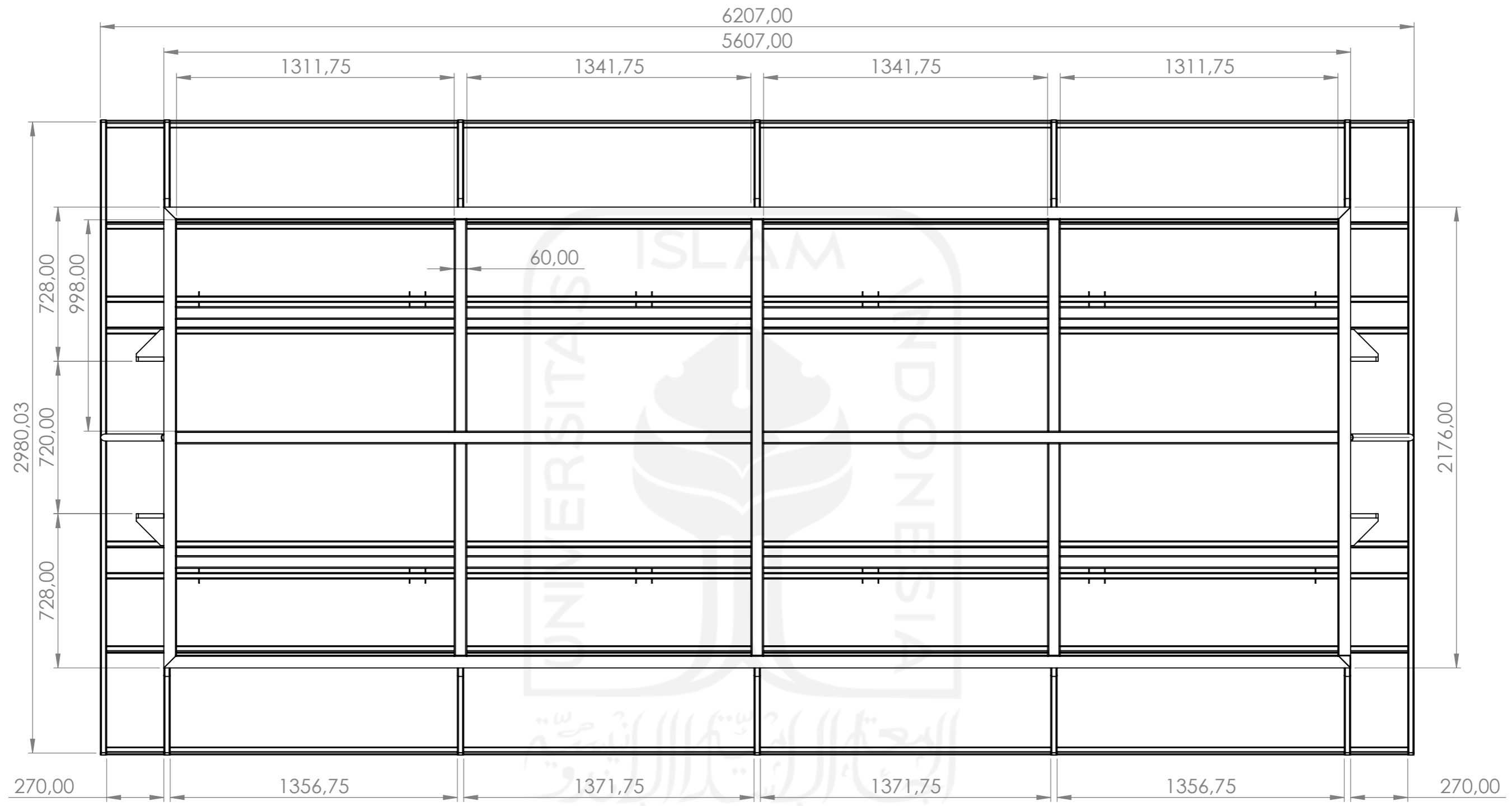
TAMPAK DEPAN

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK DEPAN
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME LANTAI 2</i>	<i>No.08</i>
			<i>A3</i>

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F



TAMPAK BAWAH

B

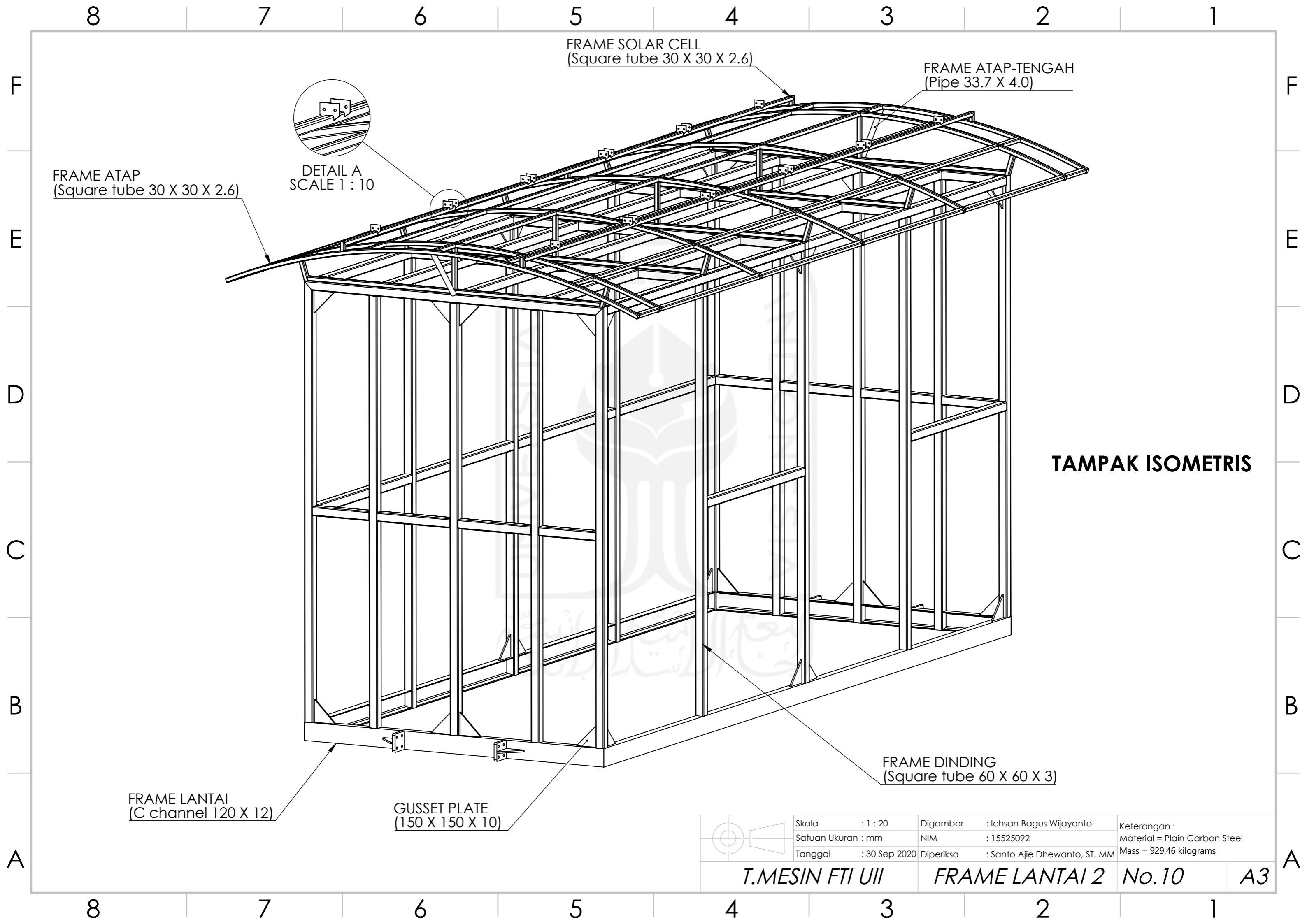
B


A

A

8 7 6 5 4 3 2 1

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK BAWAH	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME LANTAI 2</i>	<i>No.09</i>	<i>A3</i>



	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	Material = Plain Carbon Steel
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	Mass = 929.46 kilograms
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME LANTAI 2</i>	<i>No.10</i>
			<i>A3</i>

8 7 6 5 4 3 2 1

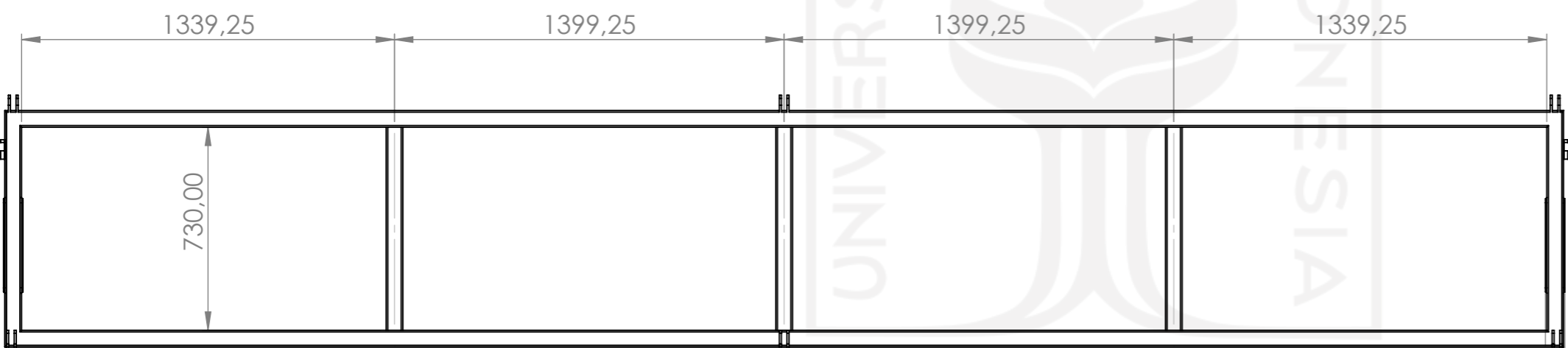
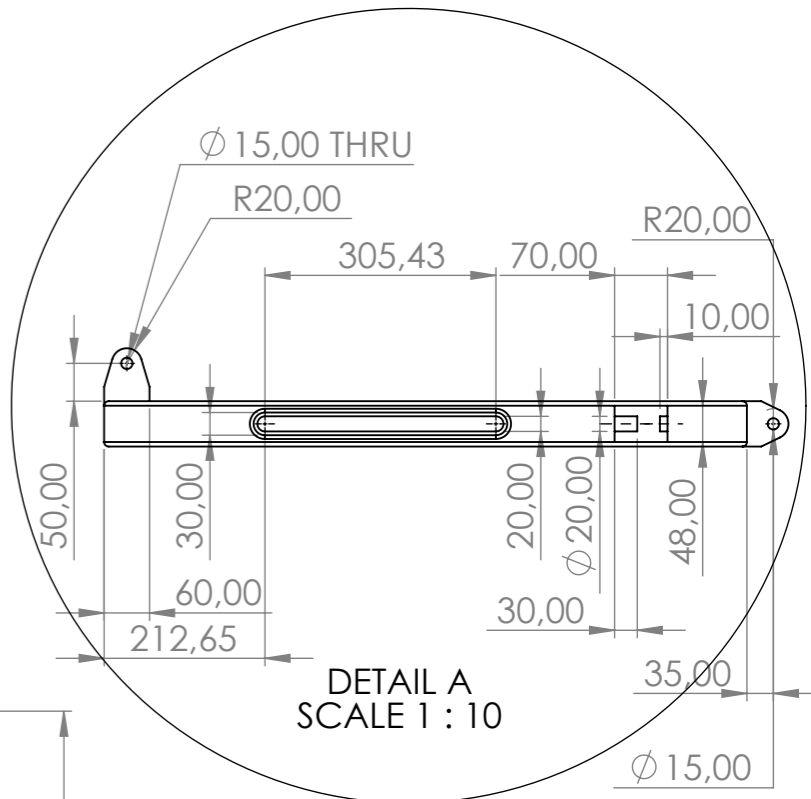
FRAME LANTAI BALKON
(Square tube 60 X 60 X 3)

Engsel Pagar Balkon

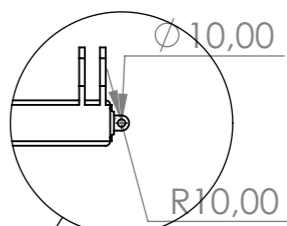
Engsel Roll Balkon

Rumahan pengunci pagar
Rel Balkon

TAMPAK ISOMETRIS

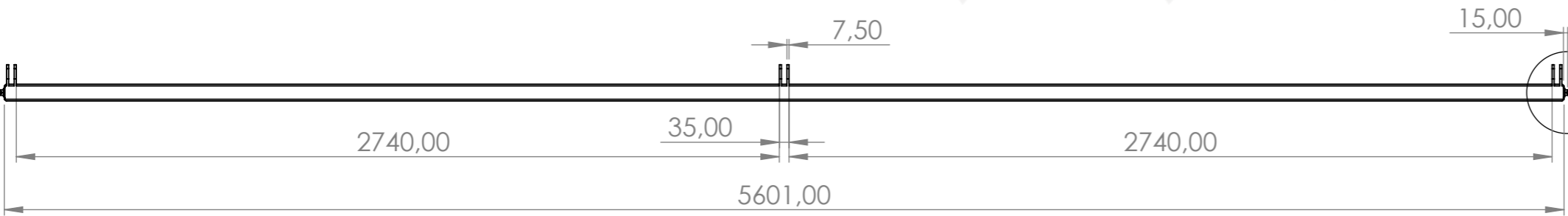
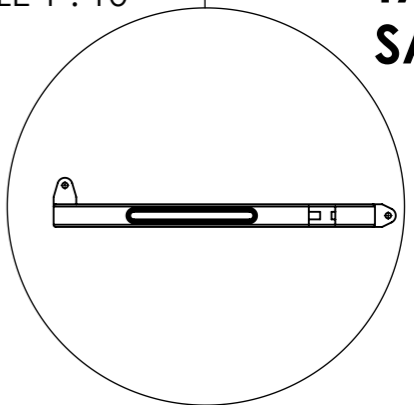


TAMPAK ATAS



DETAIL B
SCALE 1 : 10

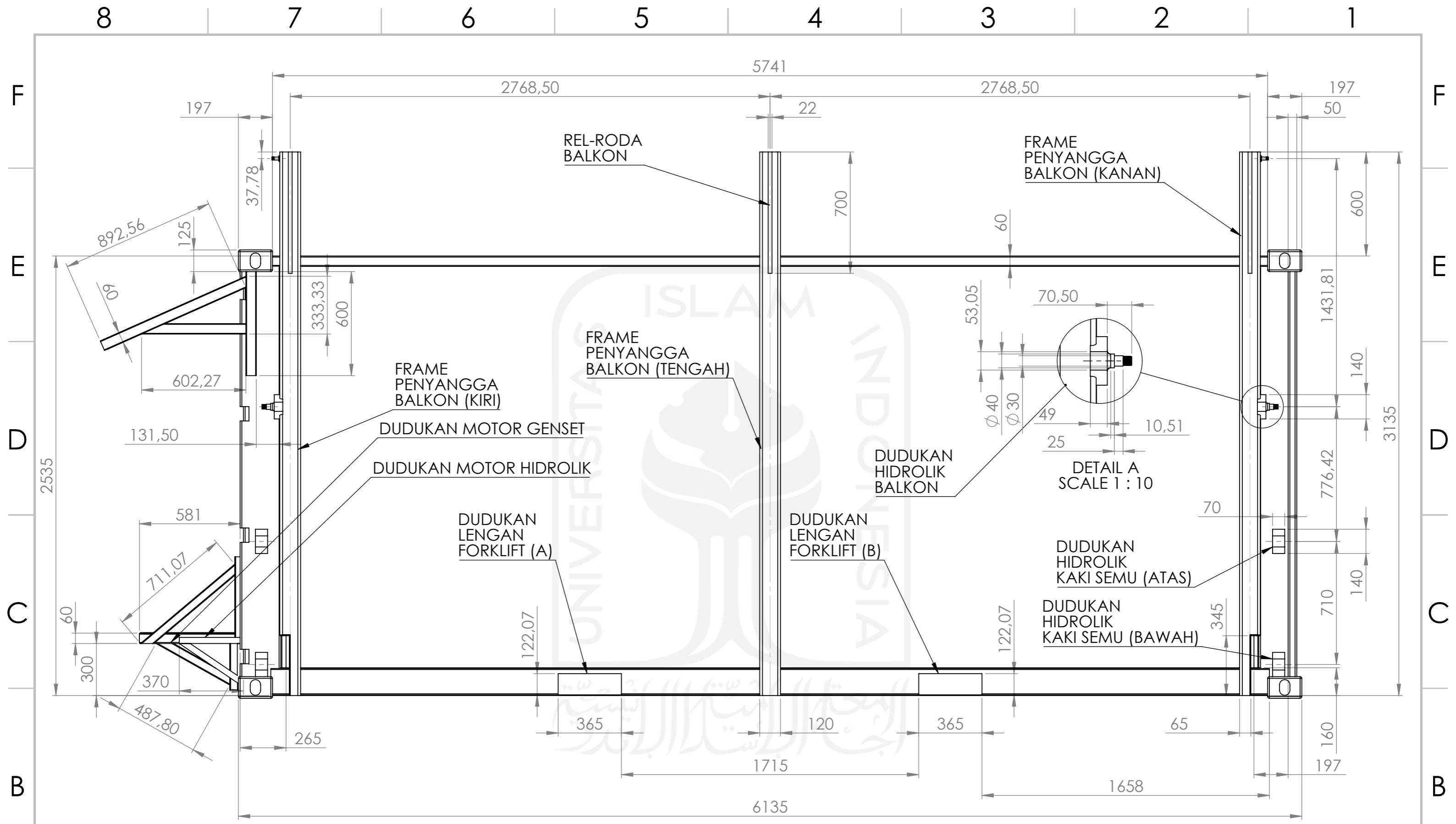
TAMPAK SAMPING



TAMPAK DEPAN

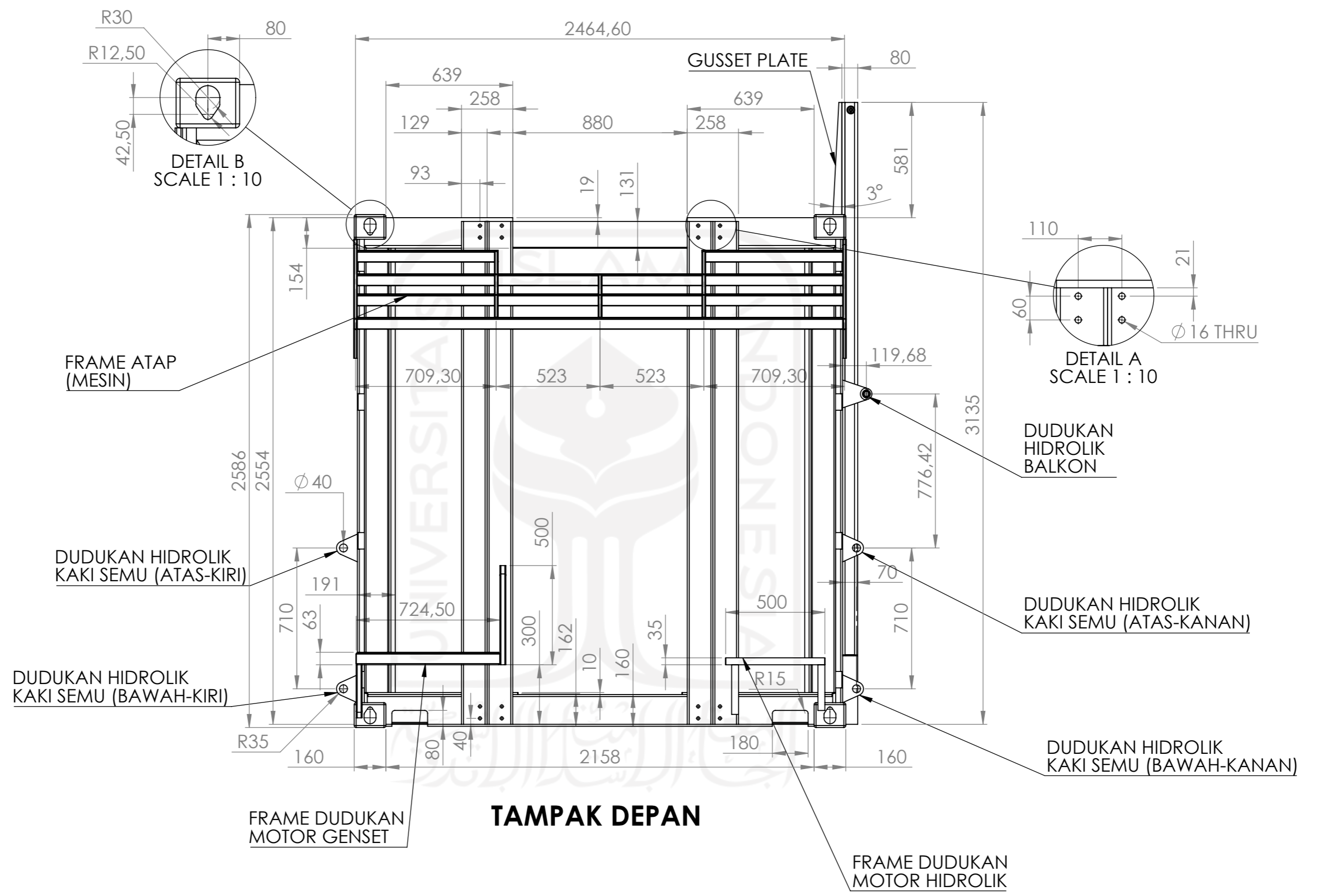
	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Plain Carbon Steel Mass = 81.76 kilograms
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME LANTAI BALKON</i>	<i>No.18</i>
			A3

8 7 6 5 4 3 2 1




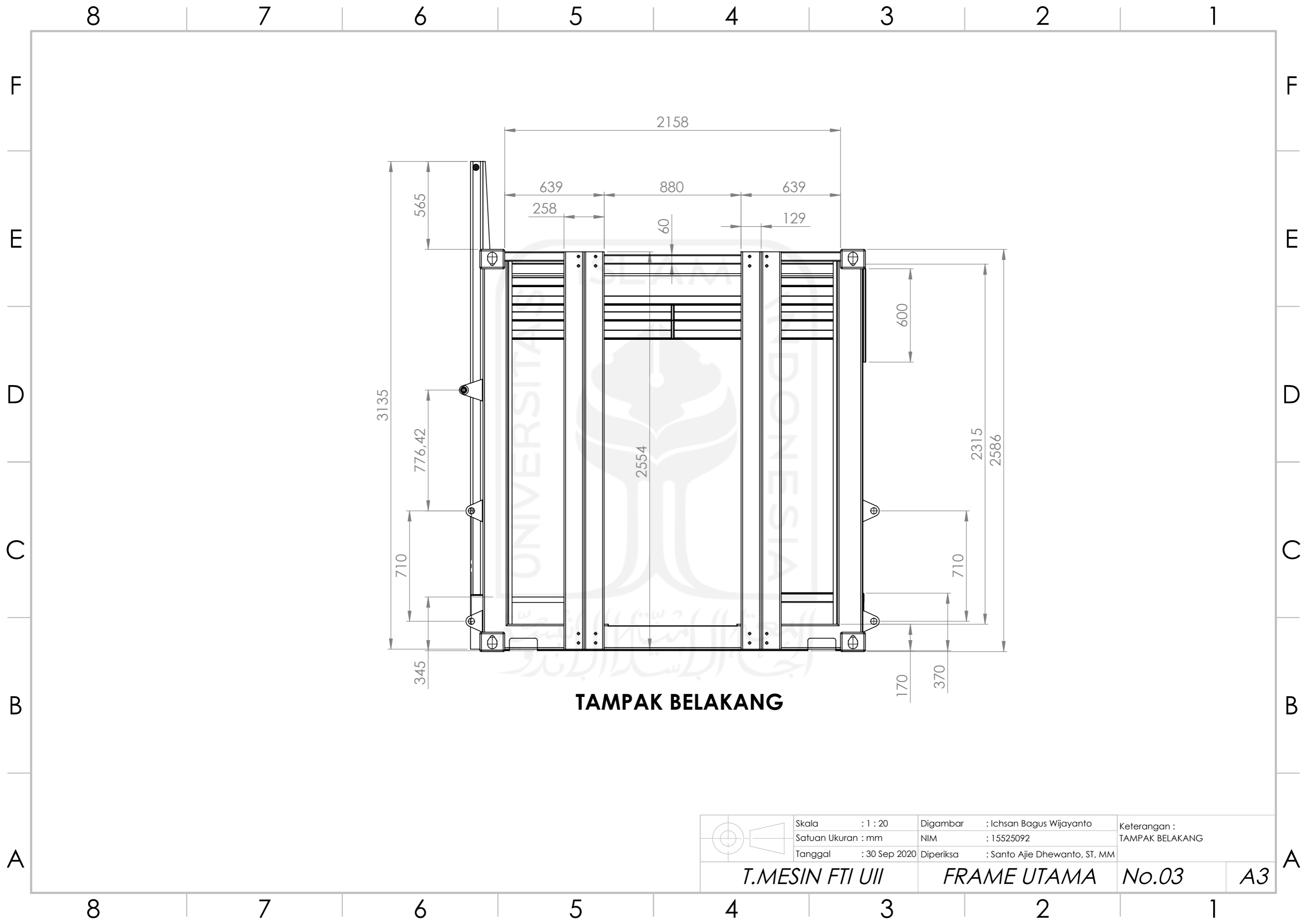
TAMPAK SAMPING KANAN

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK SAMPING KANAN
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME UTAMA</i>	<i>No.01</i>
			A3



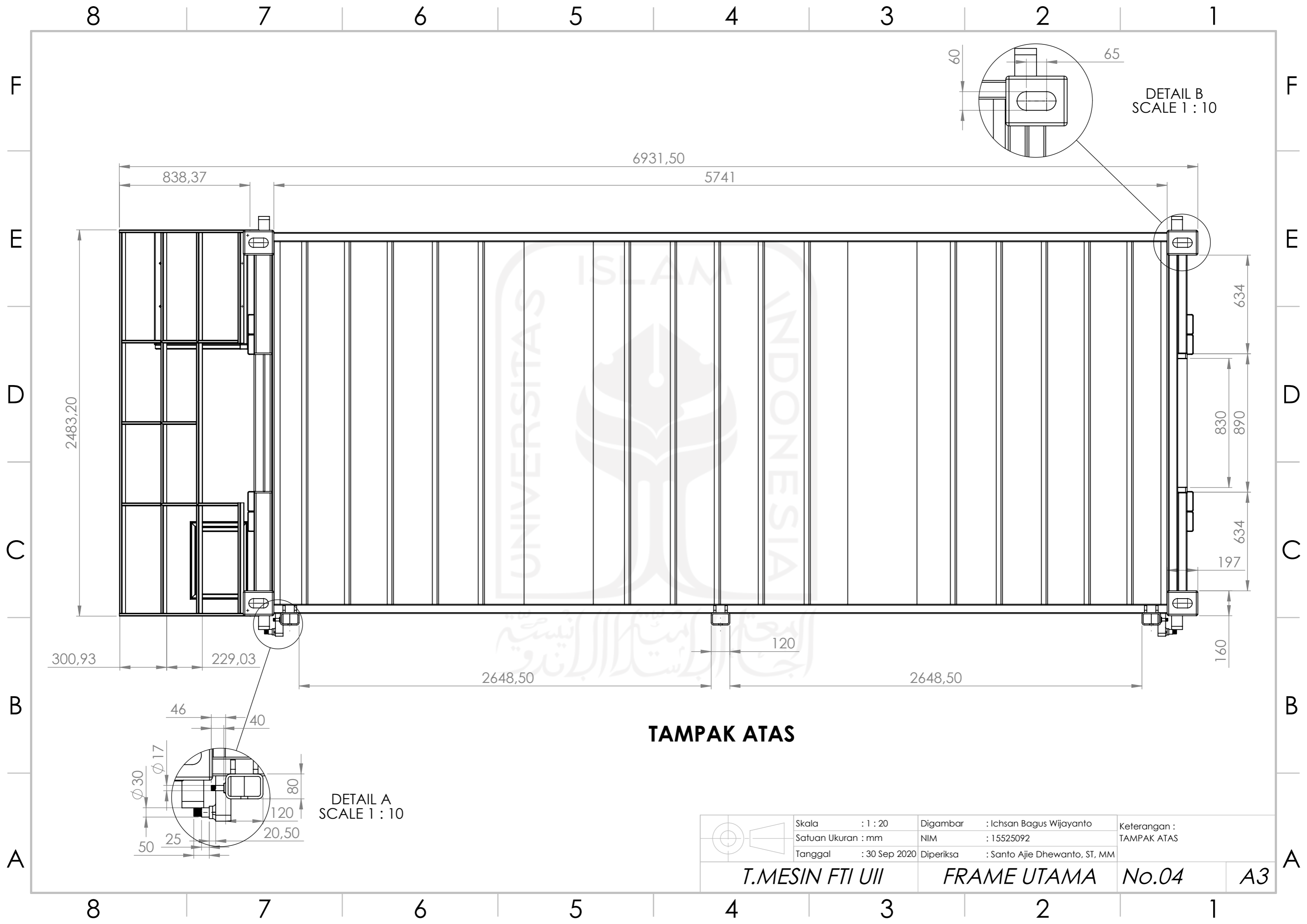
TAMPAK DEPAN

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK DEPAN
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME UTAMA</i>	<i>No.02</i>
			A3



TAMPAK BELAKANG

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK BELAKANG	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME UTAMA</i>	<i>No.03</i>	<i>A3</i>

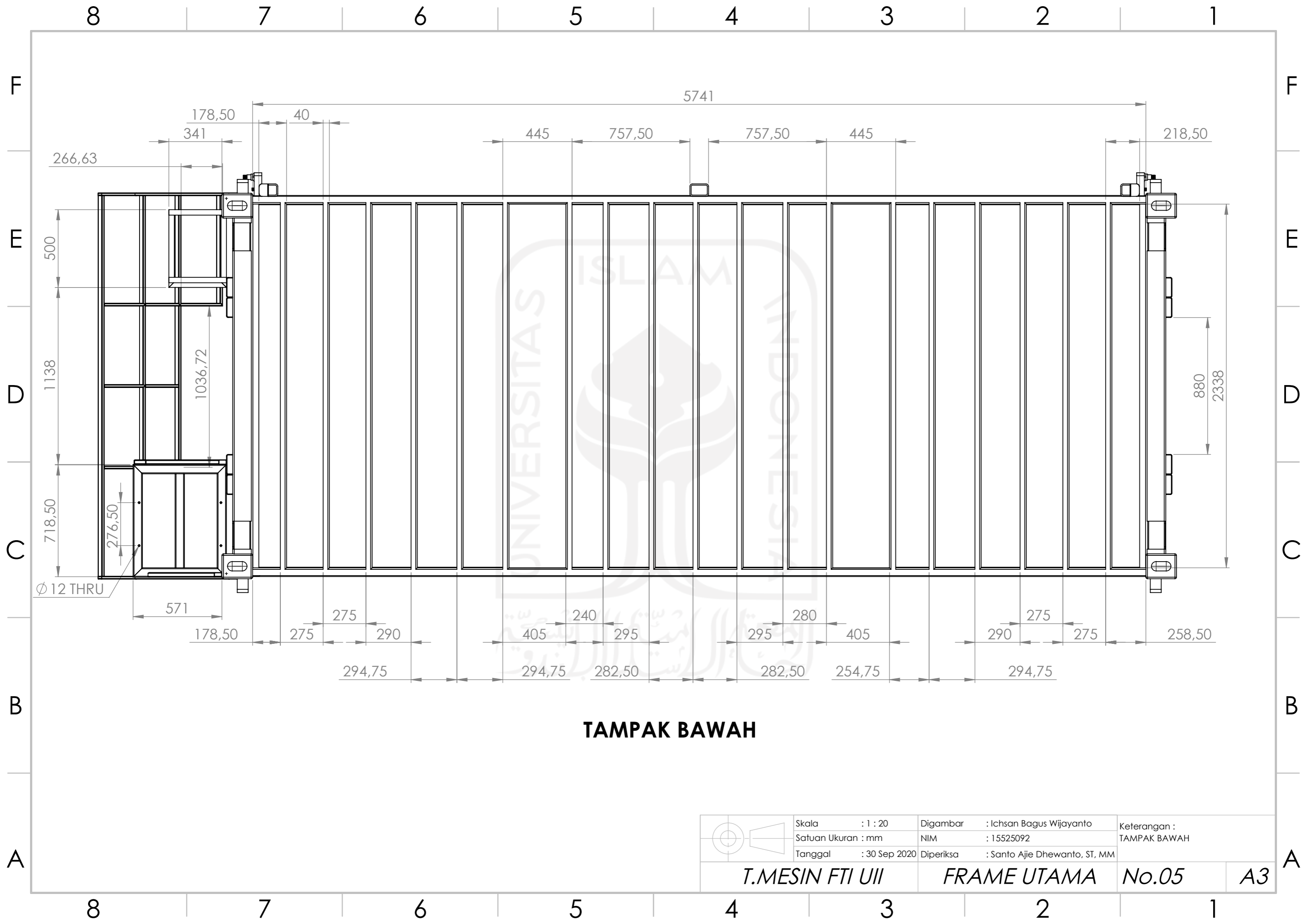


TAMPAK ATAS

DETAIL A
SCALE 1 : 10

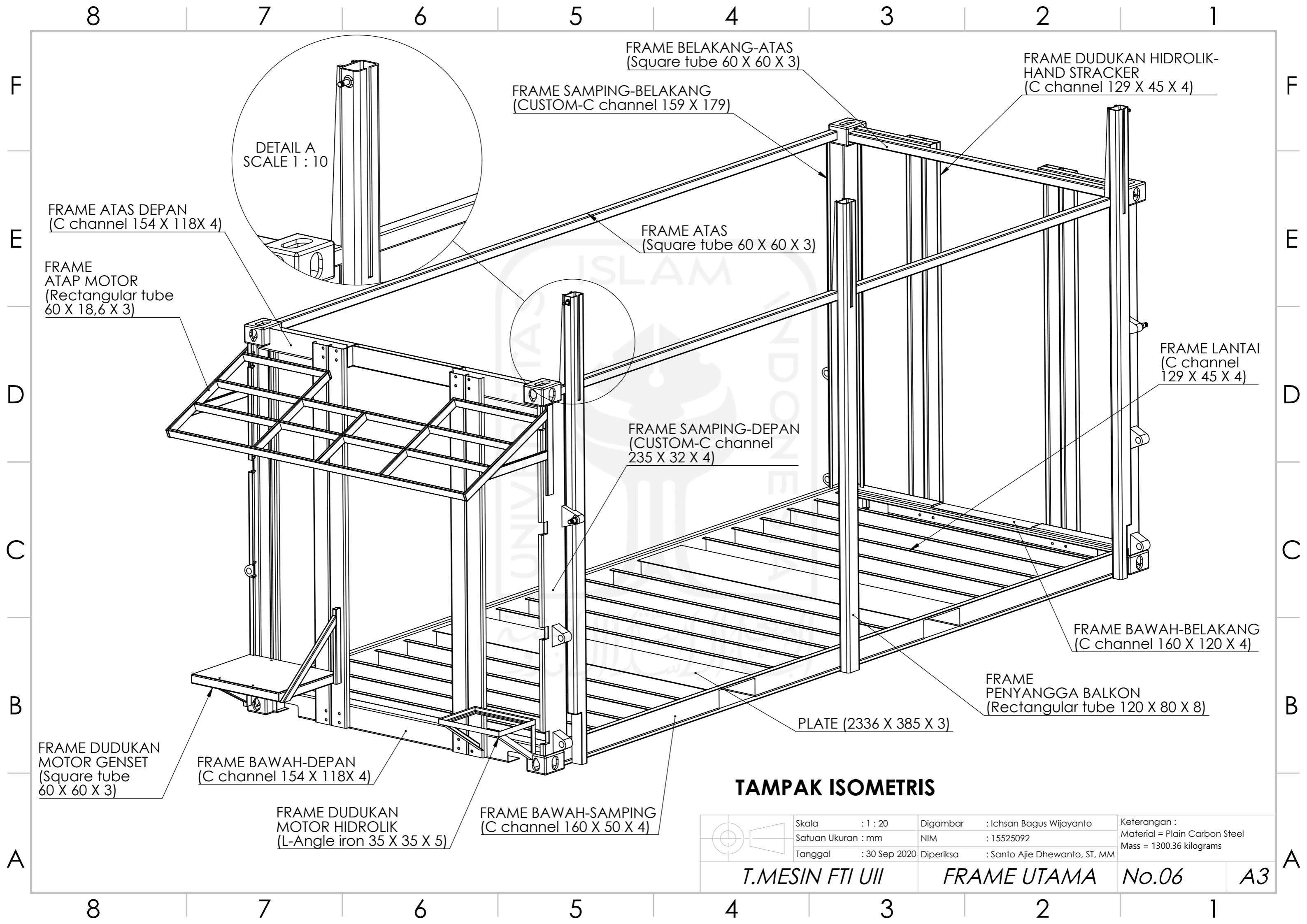
DETAIL B
SCALE 1 : 10

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK ATAS	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME UTAMA</i>	<i>No.04</i>	<i>A3</i>



TAMPAK BAWAH

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK BAWAH
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME UTAMA</i>	<i>No.05</i>
			A3



FRAME BELAKANG-ATAS
(Square tube 60 X 60 X 3)

FRAME DUDUKAN HIDROLIK-
HAND STRACKER
(C channel 129 X 45 X 4)

FRAME SAMPING-BELAKANG
(CUSTOM-C channel 159 X 179)

DETAIL A
SCALE 1 : 10

FRAME ATAS DEPAN
(C channel 154 X 118 X 4)

FRAME ATAS
(Square tube 60 X 60 X 3)

FRAME
ATAP MOTOR
(Rectangular tube
60 X 18,6 X 3)

FRAME LANTAI
(C channel
129 X 45 X 4)

FRAME SAMPING-DEPAN
(CUSTOM-C channel
235 X 32 X 4)

FRAME BAWAH-BELAKANG
(C channel 160 X 120 X 4)

FRAME
PENYANGGA BALKON
(Rectangular tube 120 X 80 X 8)

PLATE (2336 X 385 X 3)

FRAME DUDUKAN
MOTOR GENSET
(Square tube
60 X 60 X 3)

FRAME BAWAH-DEPAN
(C channel 154 X 118 X 4)

FRAME DUDUKAN
MOTOR HIDROLIK
(L-Angle iron 35 X 35 X 5)

FRAME BAWAH-SAMPING
(C channel 160 X 50 X 4)

TAMPAK ISOMETRIS

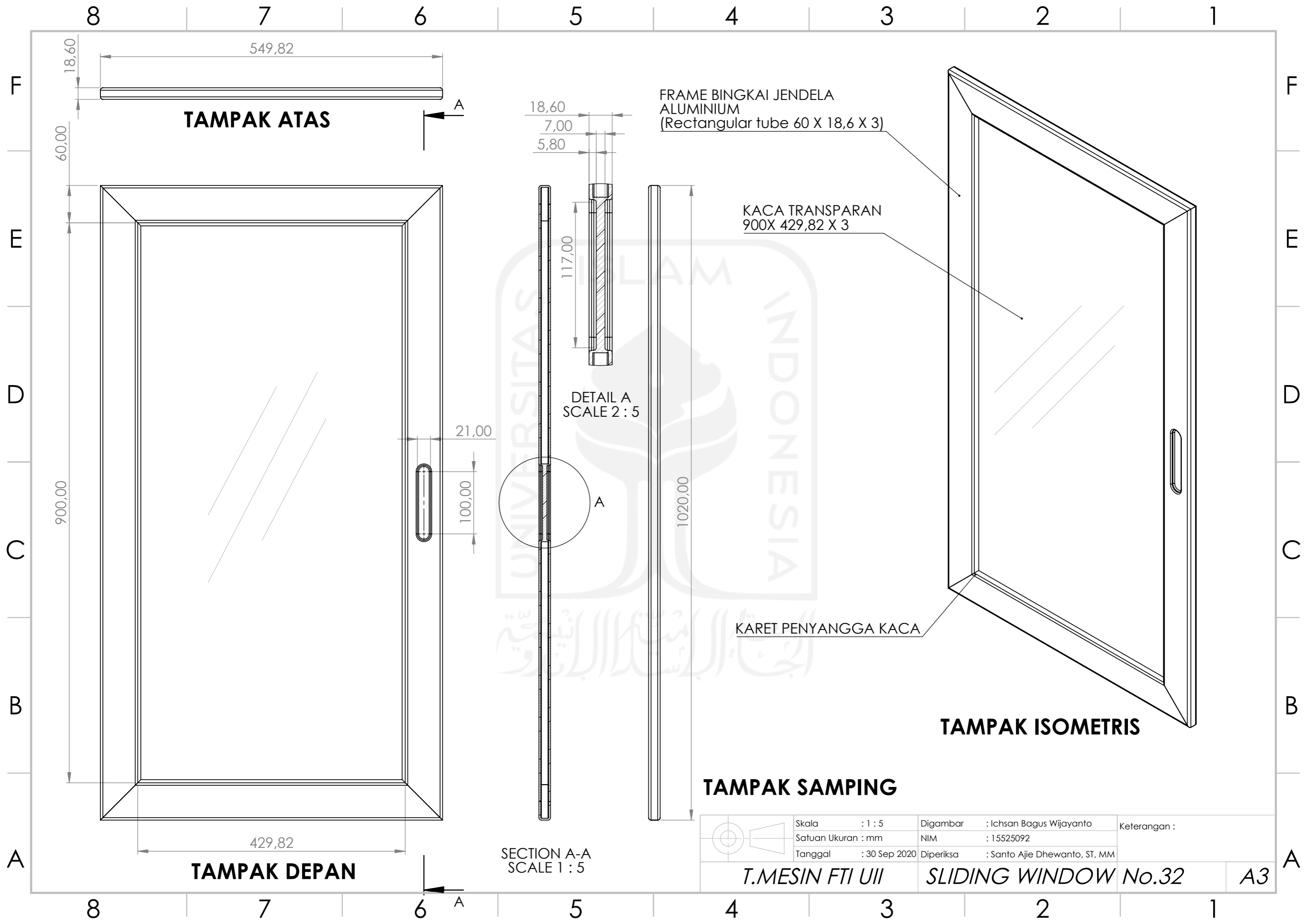
	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Plain Carbon Steel Mass = 1300.36 kilograms
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	

T.MESIN FTI UII

FRAME UTAMA

No.06

A3

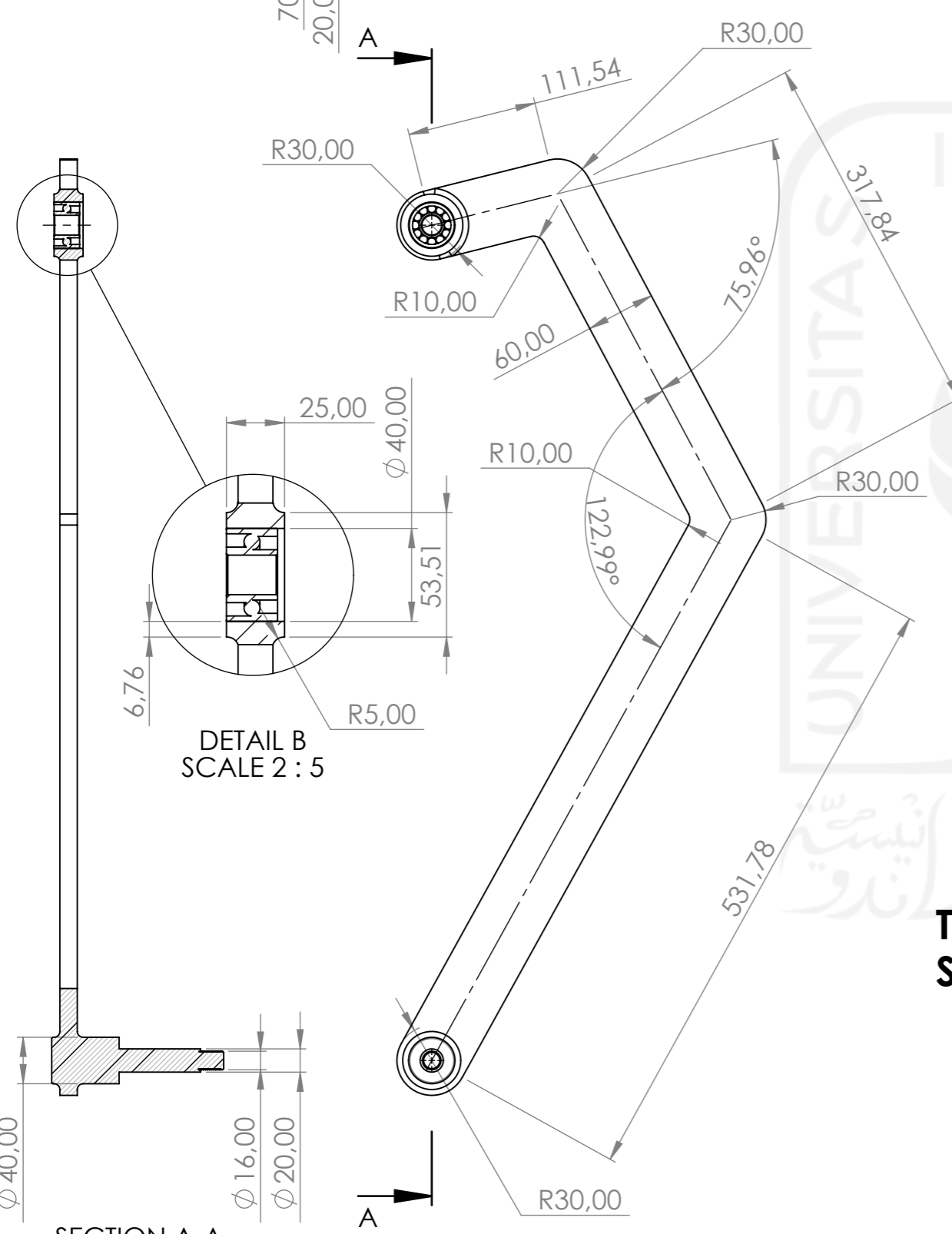
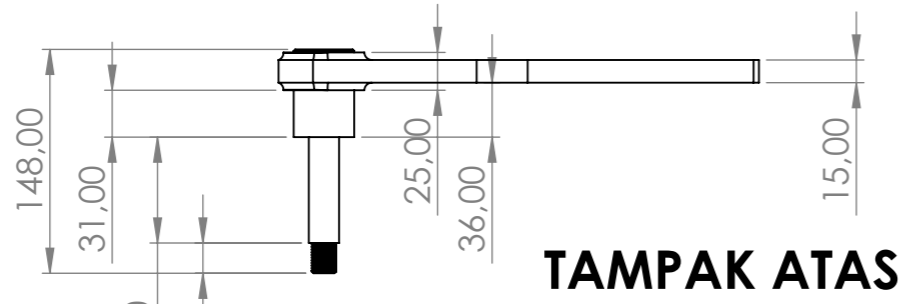


	Skala : 1 : 5	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
T.MESIN FTI UII		SLIDING WINDOW No.32	A3

8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

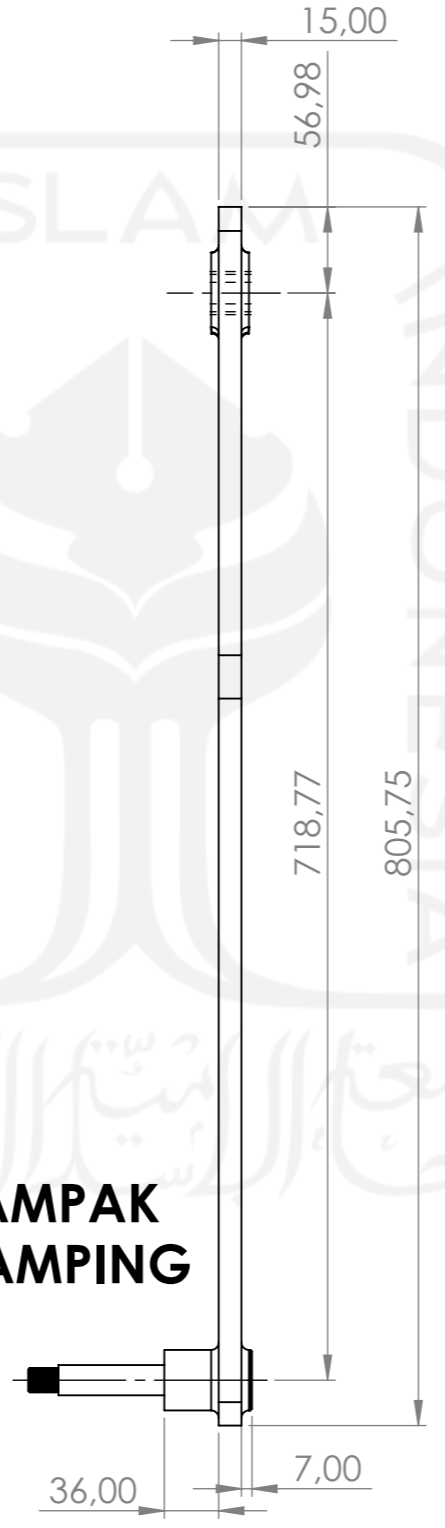
F
E
D
C
B
A



DETAIL B
SCALE 2 : 5

SECTION A-A
SCALE 1 : 5

TAMPAK SAMPING



R20,00 THRU
BALL BEARING
(ISO 15 ABB - 4217)

LENGAN AYUN
BALKON-KANAN

POROS
SLIDING BALKON

TAMPAK ISOMETRIS

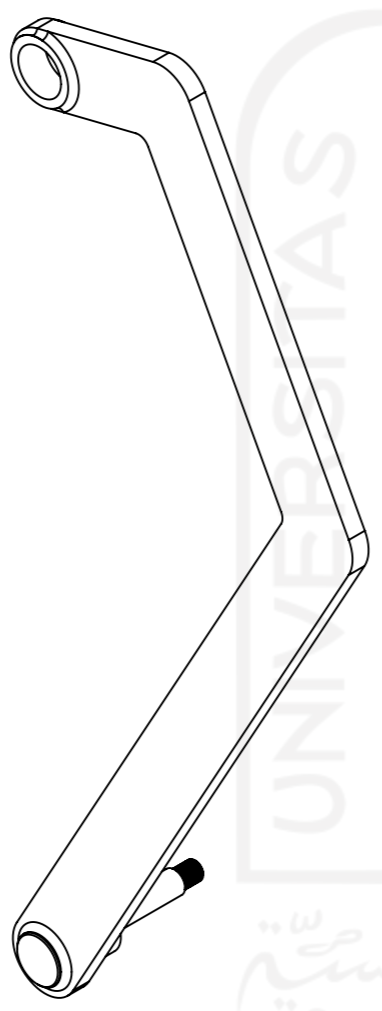
	Skala : 1 : 5	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		LENGAN AYUN BALKON-KANAN	No.26	A3

8 7 6 5 4 3 2 1

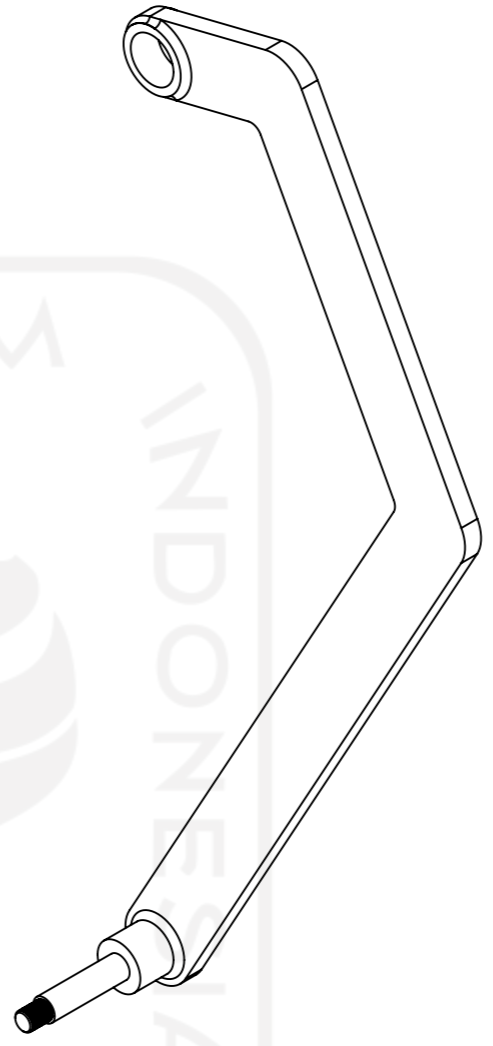
8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

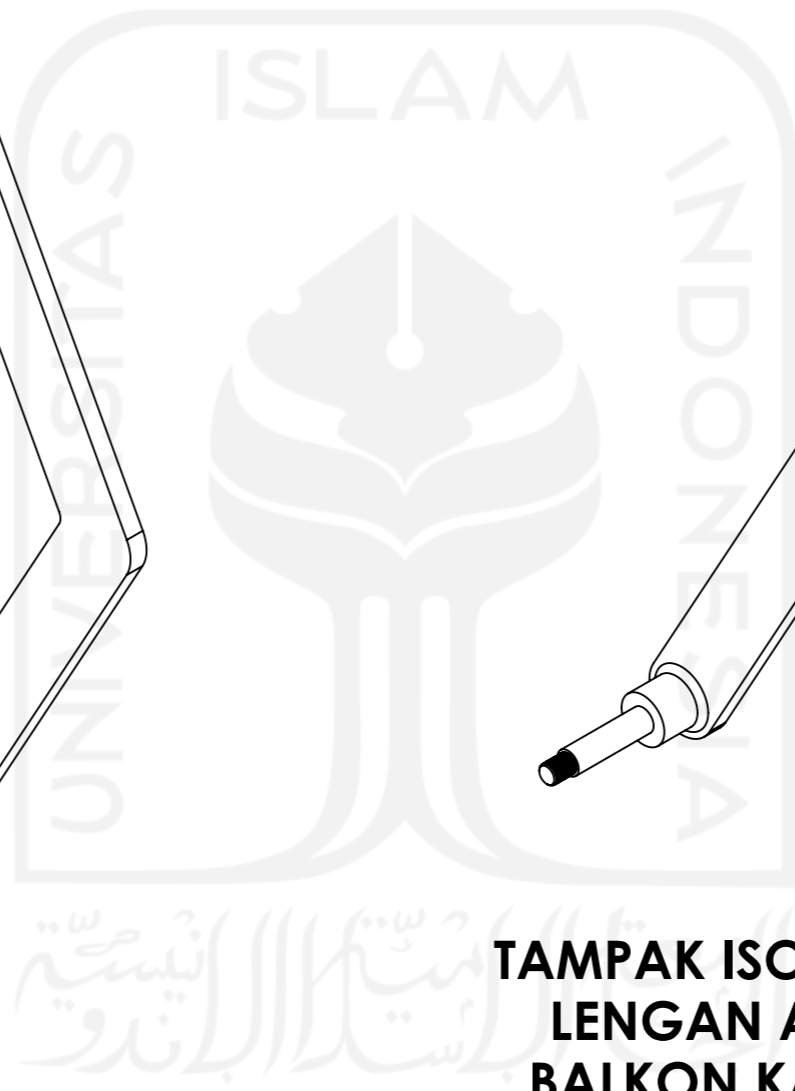
F
E
D
C
B
A



**TAMPAK ISOMETRIS
LENGAN AYUN
BALKON KIRI**



**TAMPAK ISOMETRIS
LENGAN AYUN
BALKON KANAN**

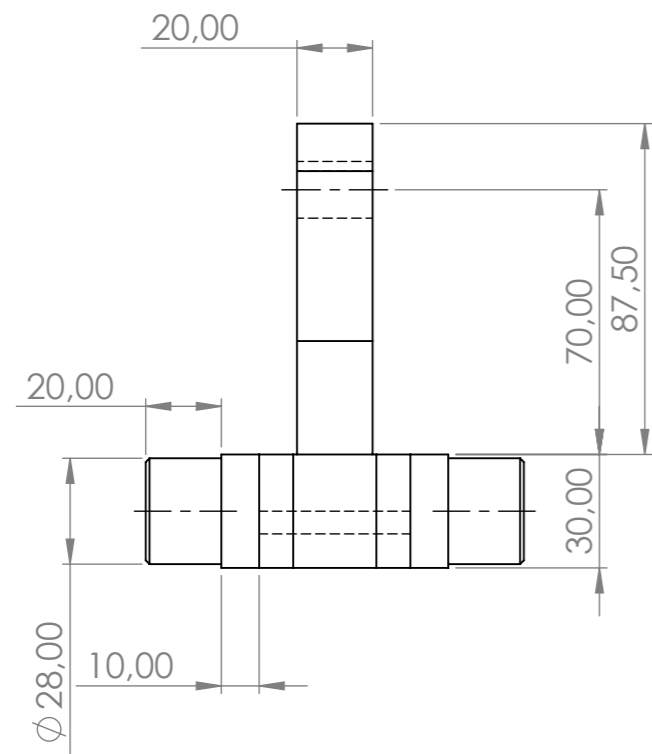
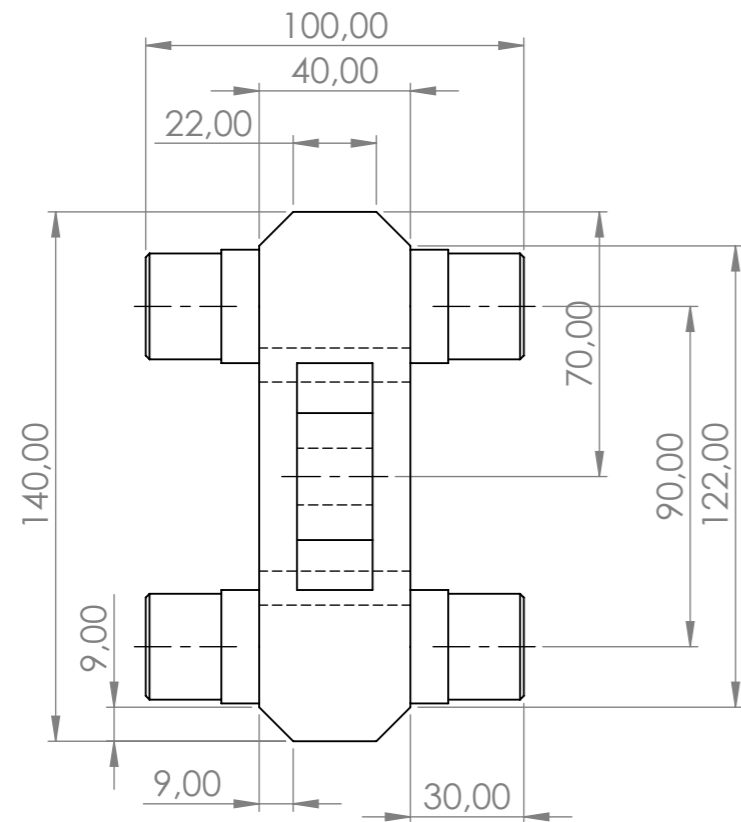


	Skala : 1 : 5	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Plain Carbon Steel Mass = 7.64 kilograms/Unit	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	No.27	A3
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		LENGAN AYUN BALKON-KANAN & KIRI		

8 7 6 5 4 3 2 1

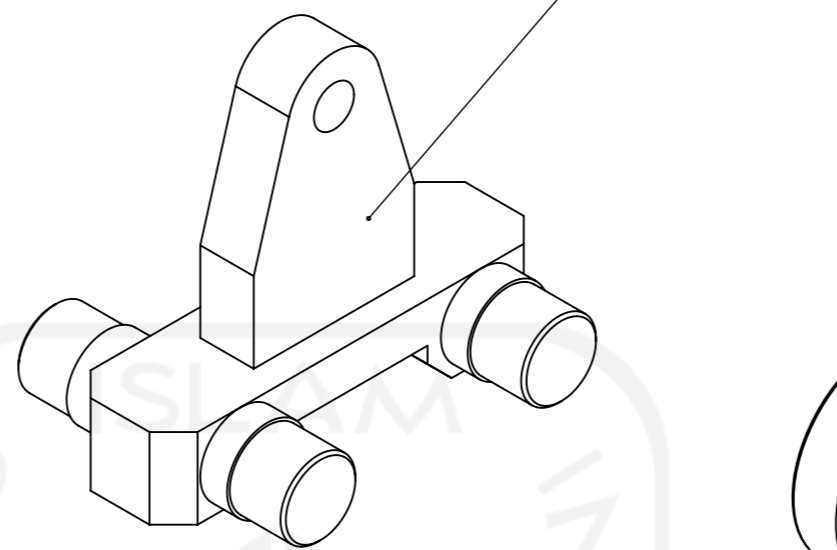
8 7 6 5 4 3 2 1

TAMPAK ATAS

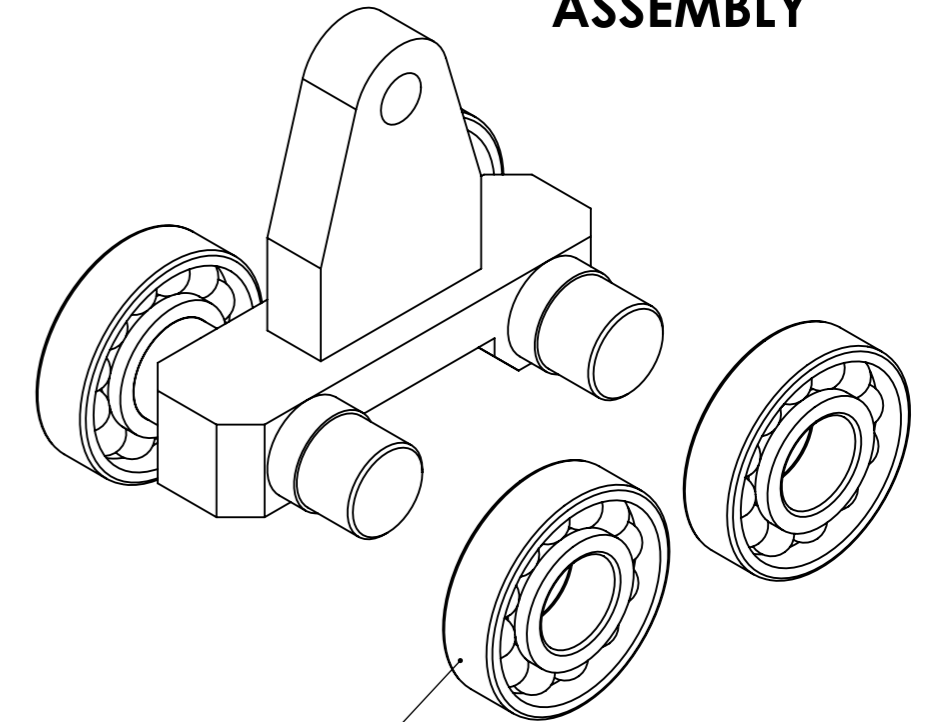


TAMPAK DEPAN

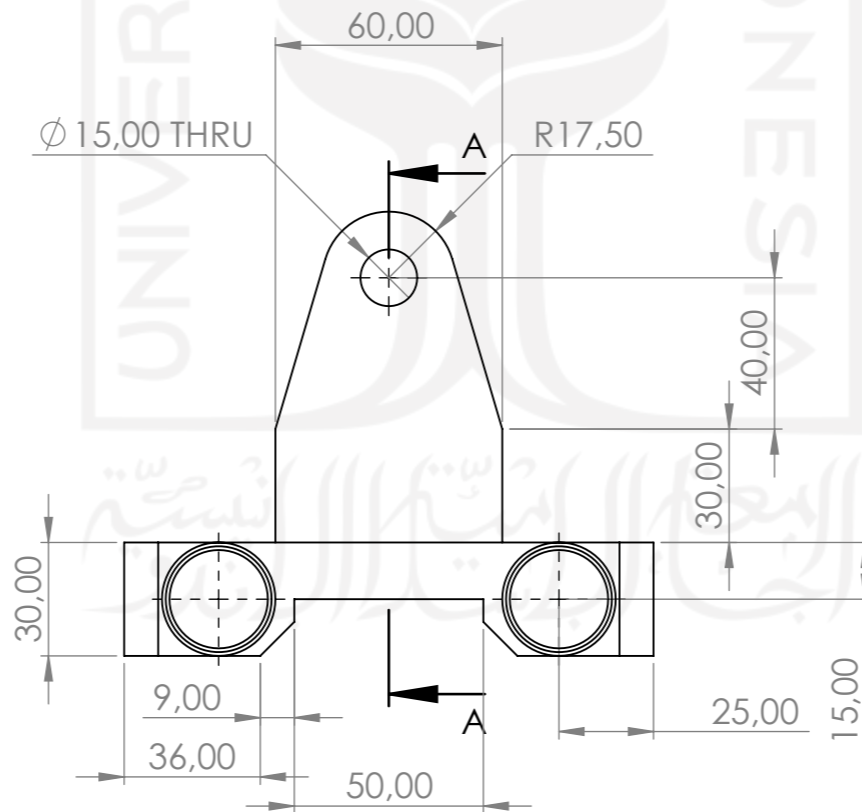
TAMPAK ISOMETRIS



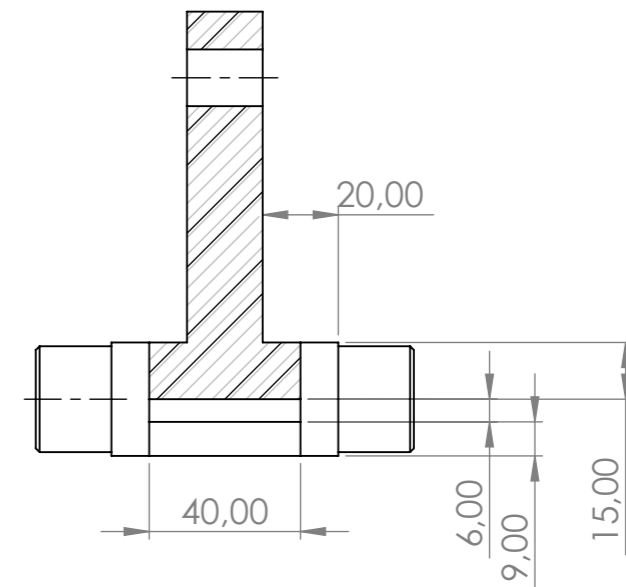
TAMPAK ISOMETRIS ASSEMBLY



Ball Bearing
(ISO 15 ABB - 0328)



TAMPAK SAMPING



SECTION A-A

	Skala : 1 : 2	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Steel	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	Mass = 2.22 kilograms	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	Unit = 3	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>BRACKET - BALKON (SLIDING ROLL)</i>		<i>No.28</i>
				<i>A3</i>

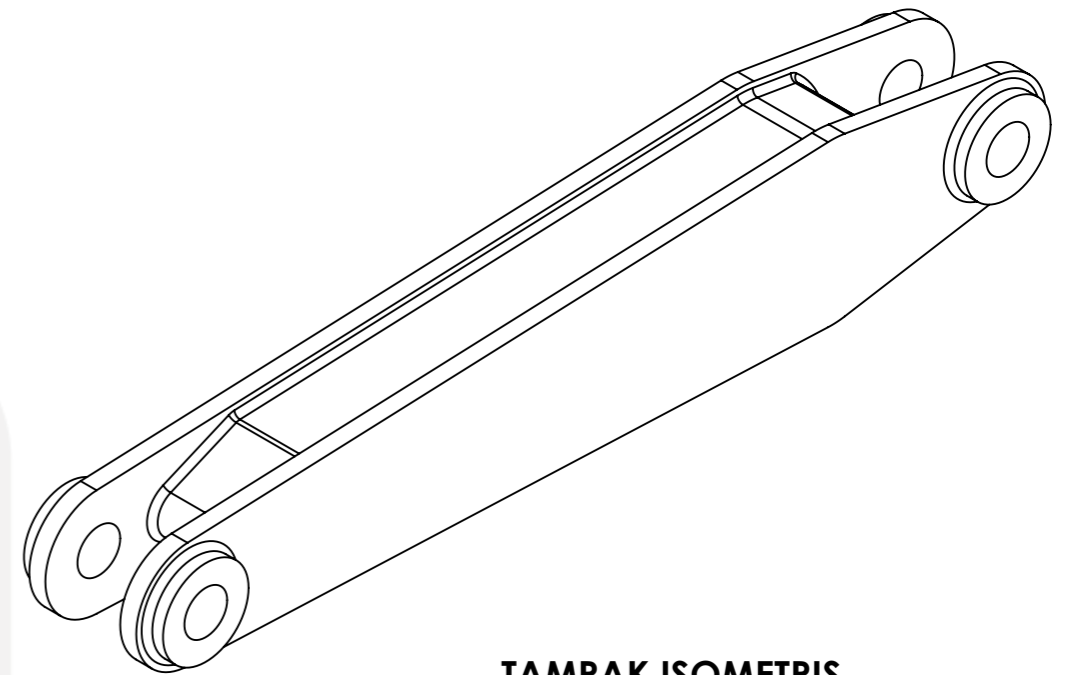
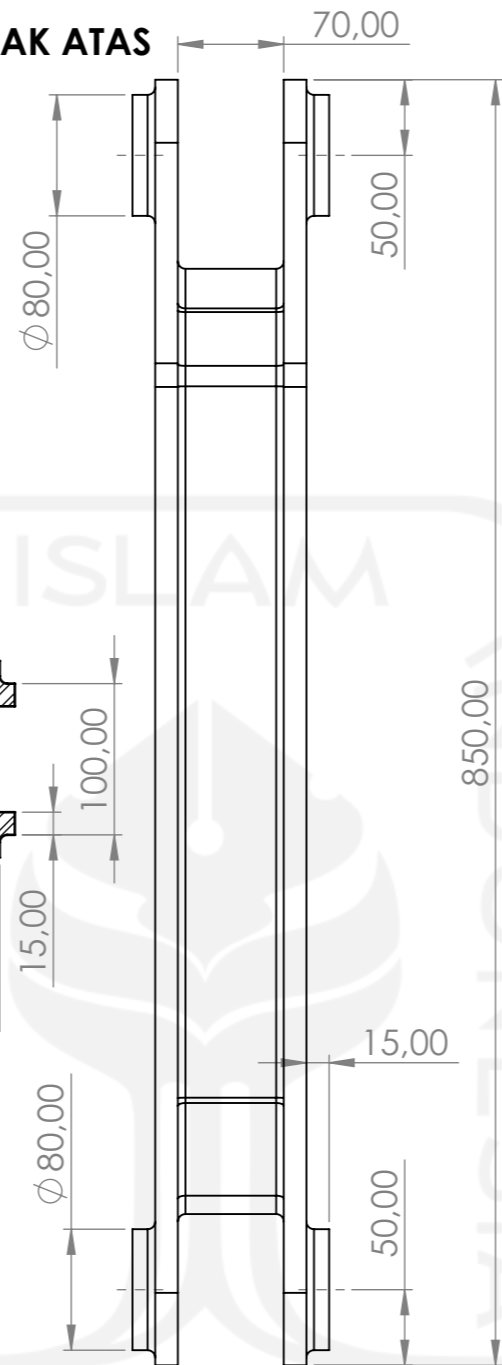
8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

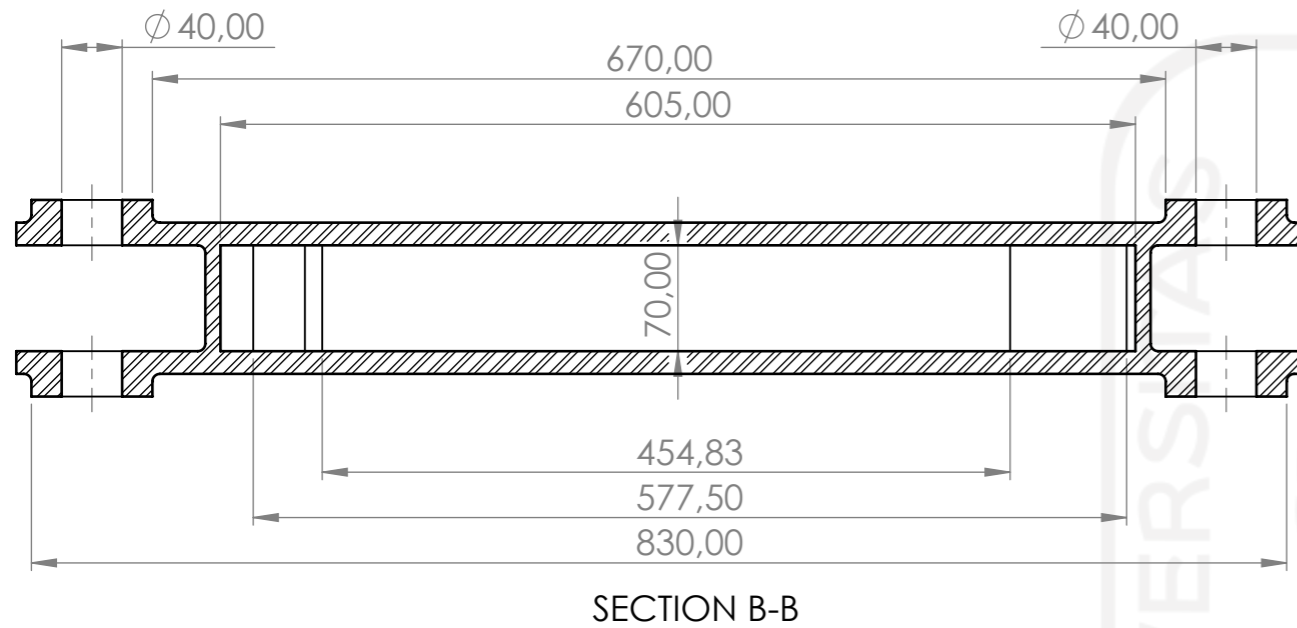
F
E
D
C
B
A

8 7 6 5 4 3 2 1

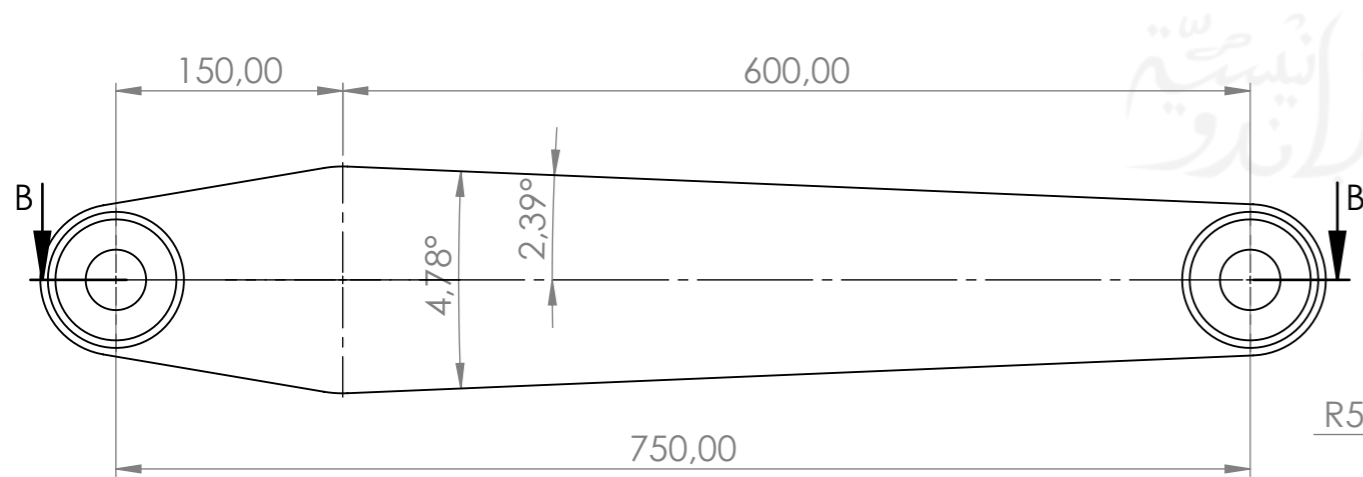
TAMPAK ATAS



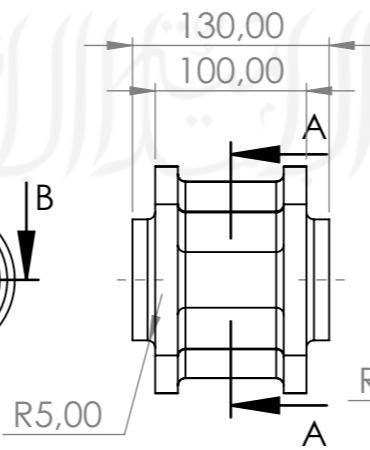
TAMPAK ISOMETRIS



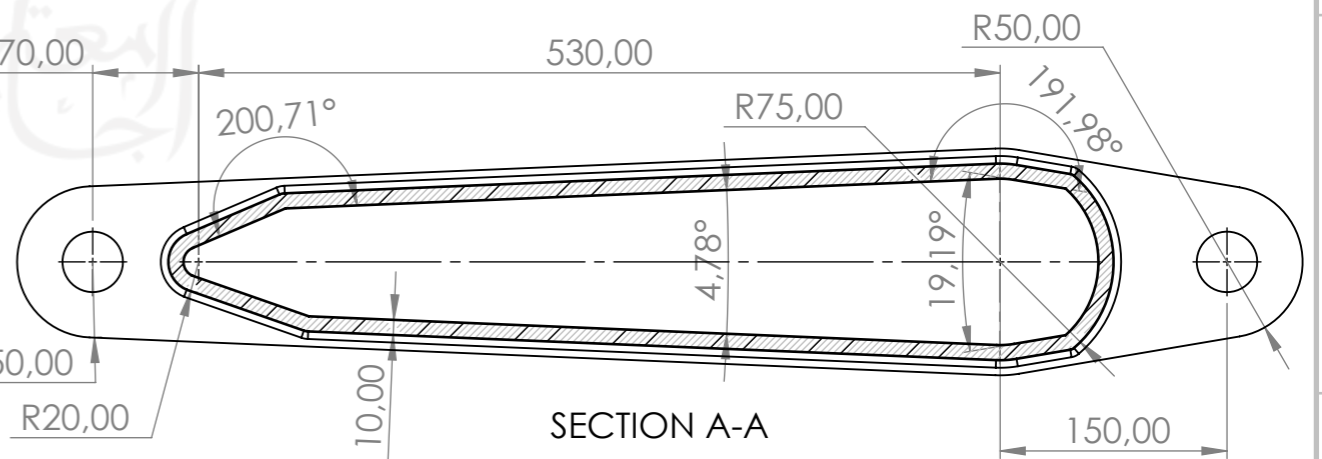
SECTION B-B



TAMPAK SAMPING



TAMPAK DEPAN

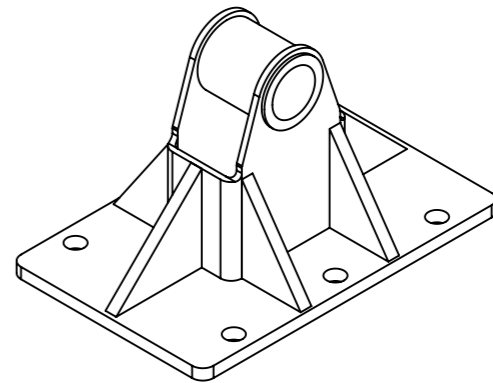


SECTION A-A

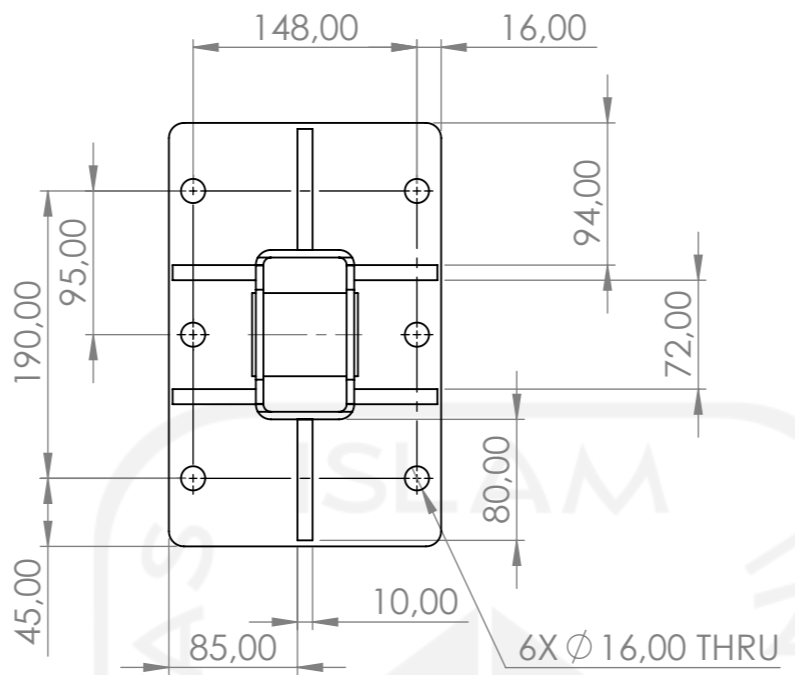
	Skala : 1 : 5	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Plain Carbon Steel Mass = 32.45 kilograms
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
T.MESIN FTI UII		LENGAN AYUN KAKI SEMU	No.33

A3

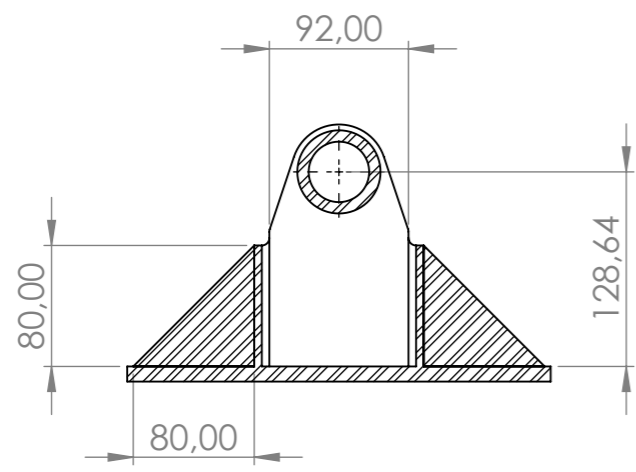
8 7 6 5 4 3 2 1



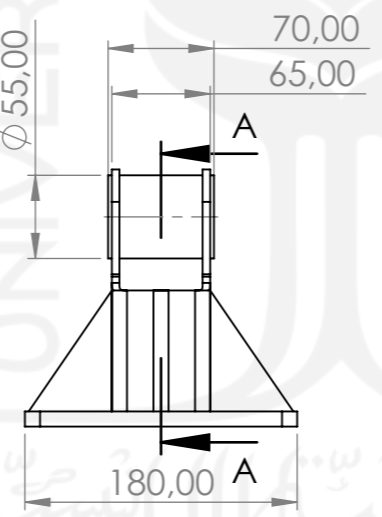
TAMPAK ISOMETRIS



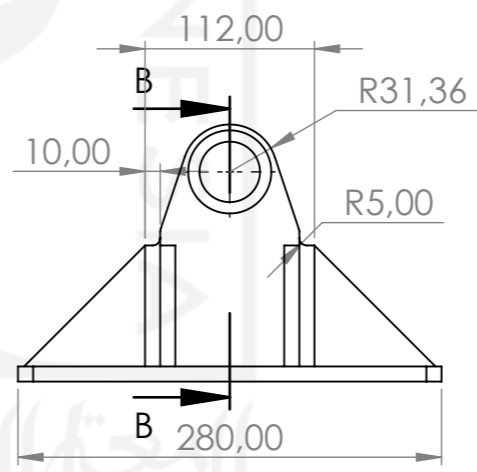
TAMPAK ATAS



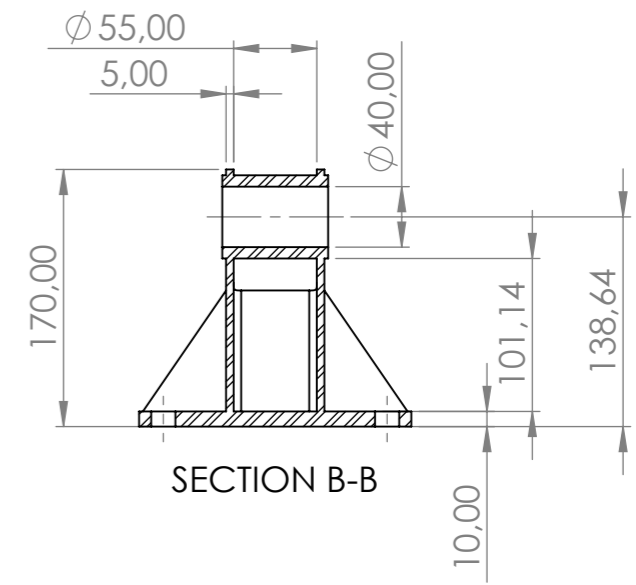
SECTION A-A



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING



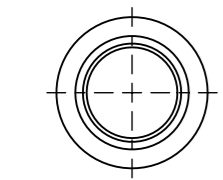
SECTION B-B

	Skala : 1 : 5	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	Material = Plain Carbon Steel
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	Mass = 6.88 kilograms
T.MESIN FTI UII		BRACKET - LENGAN AYUN HIDROLIK	No.34
			A3

8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

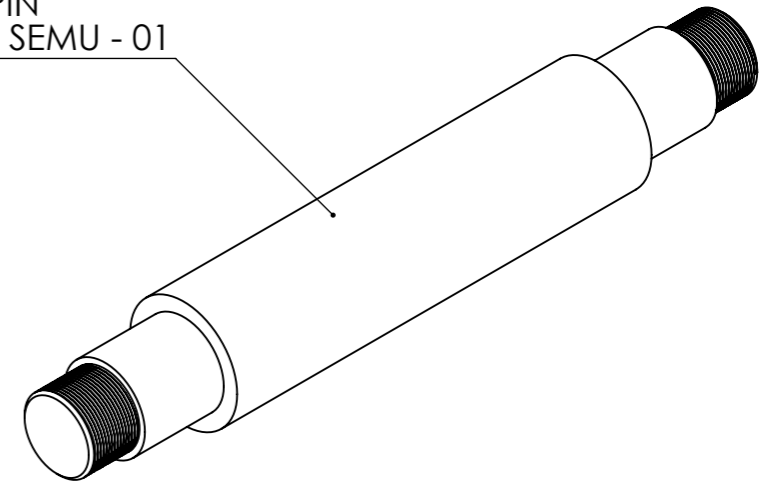


TAMPAK DEPAN

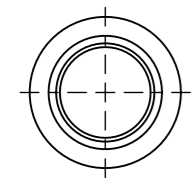


TAMPAK SAMPING

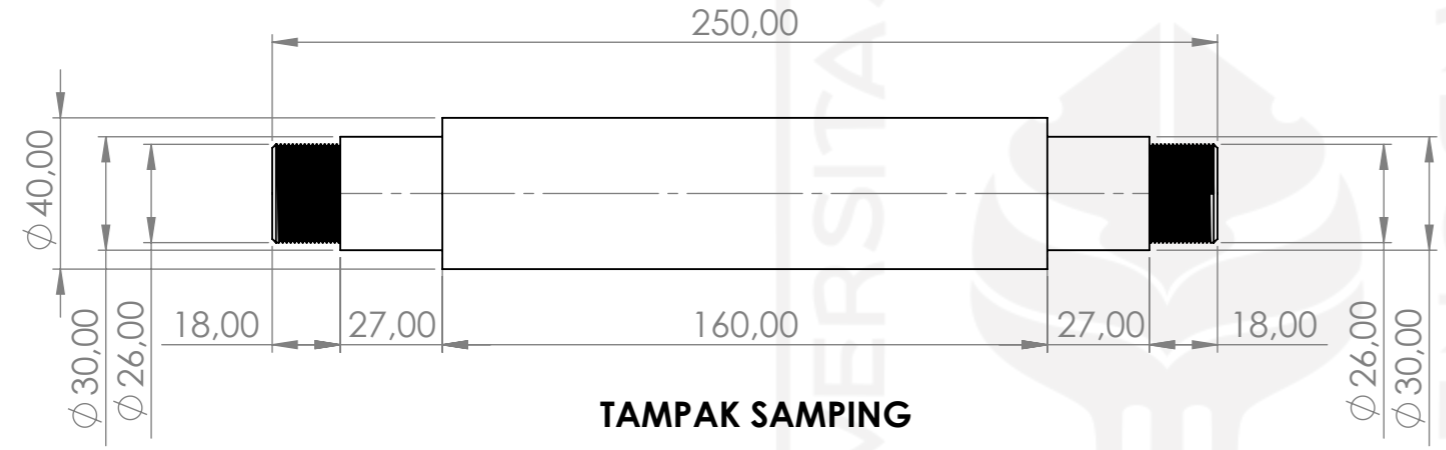
KING PIN
HIDROLIK KAKI SEMU - 01



TAMPAK ISOMETRIS

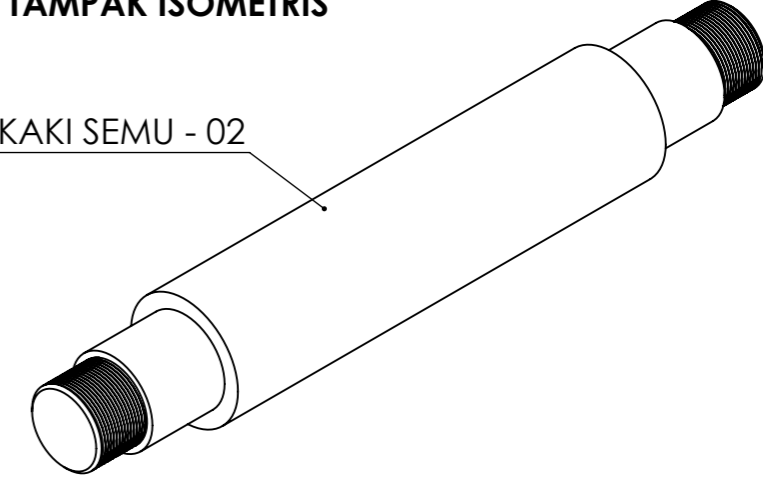


TAMPAK DEPAN

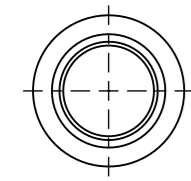


TAMPAK SAMPING

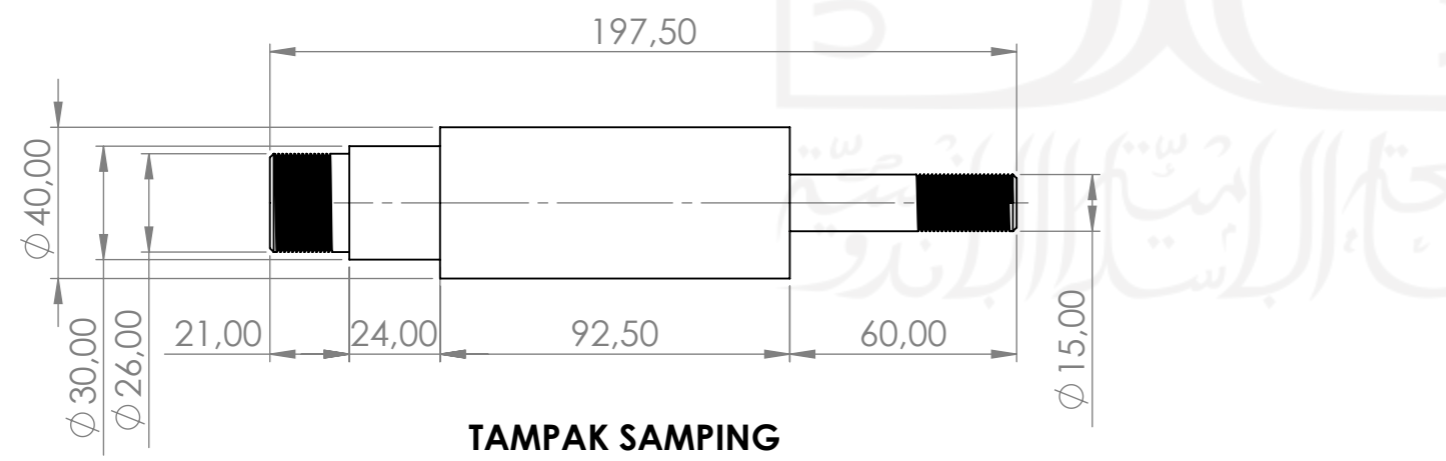
KING PIN
HIDROLIK KAKI SEMU - 02



TAMPAK ISOMETRIS

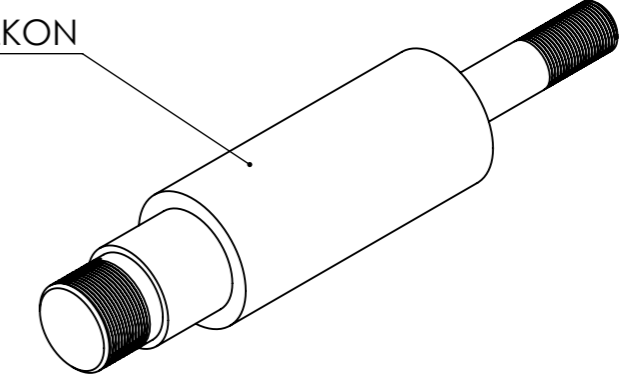


TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING

KING PIN
HIDROLIK BALKON



TAMPAK ISOMETRIS

	Skala : 1 : 2	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Alloy steel
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>KING PINS</i>	<i>No.35</i>
			<i>A3</i>

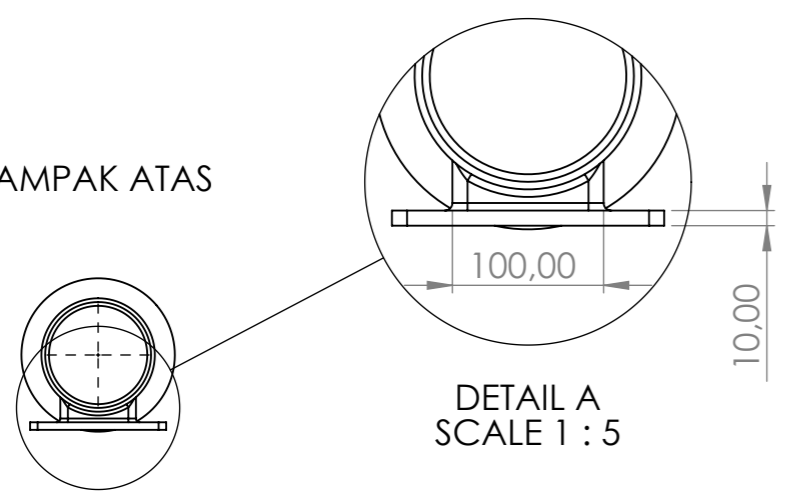
8 7 6 5 4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

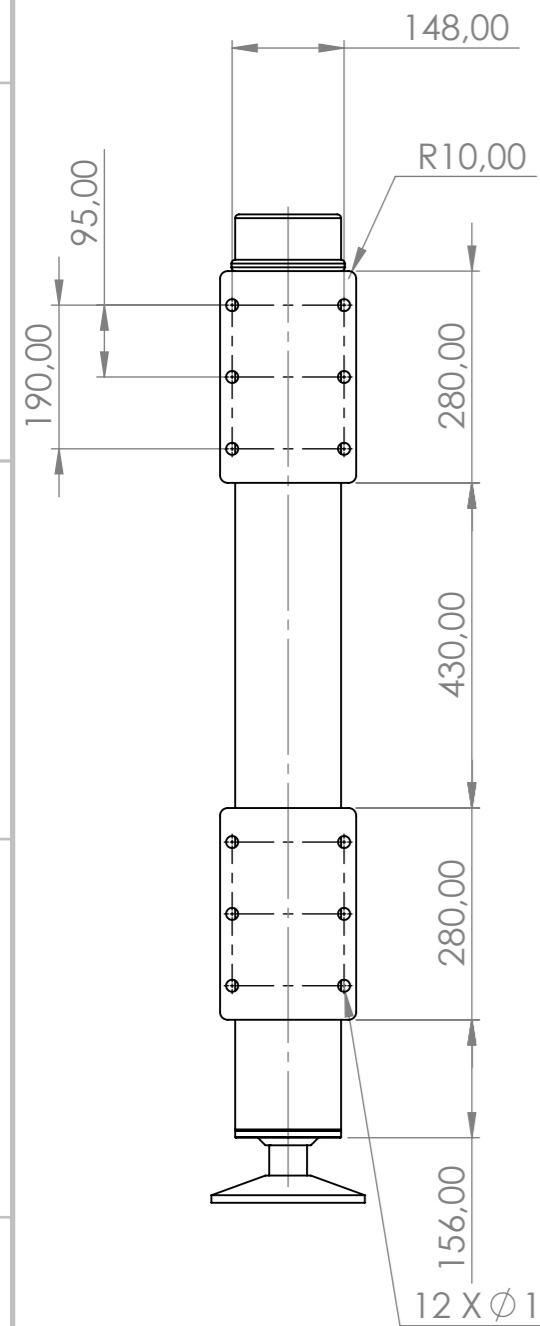
F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

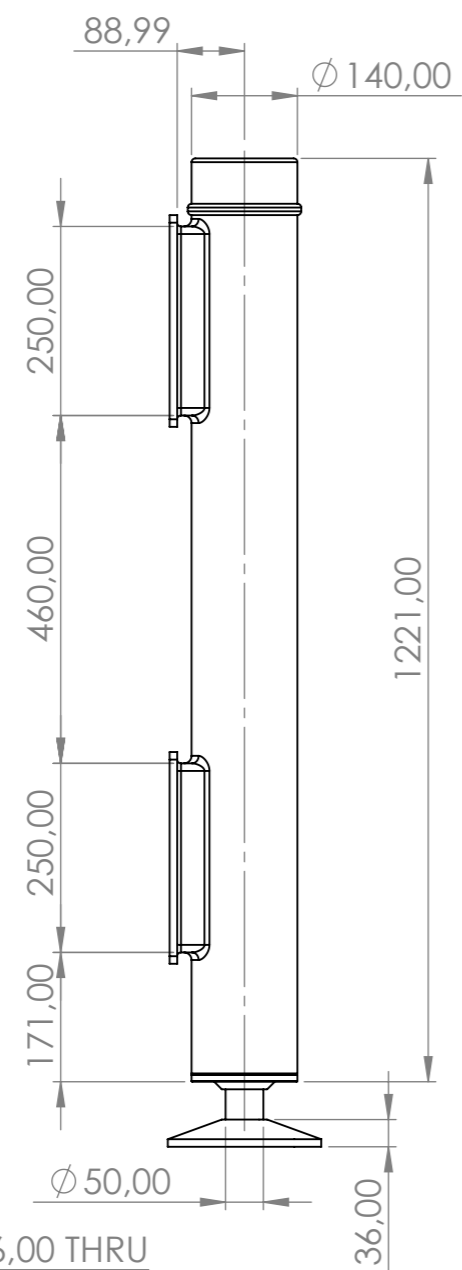
TAMPAK ATAS



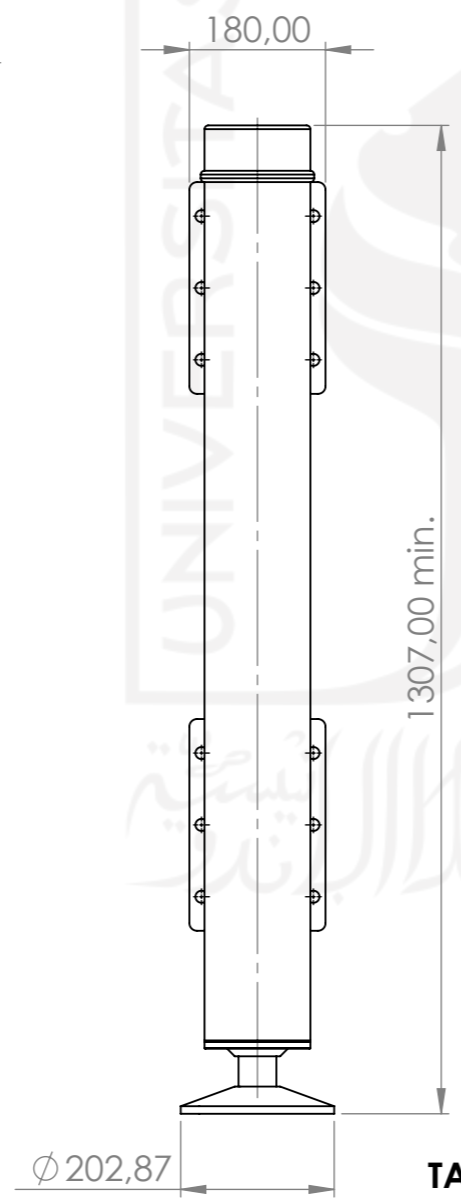
DETAIL A
SCALE 1 : 5



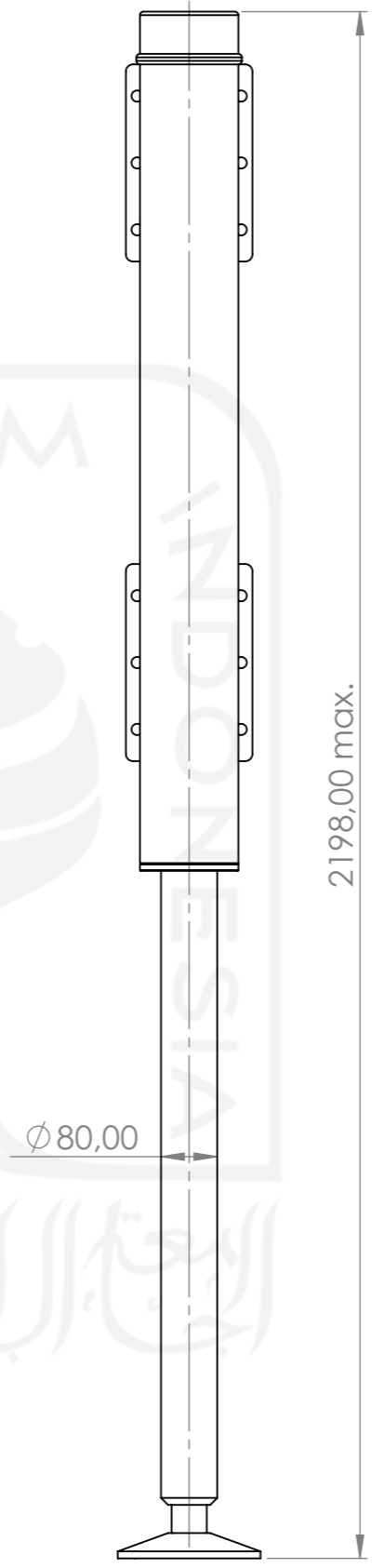
TAMPAK BELAKANG



TAMPAK SAMPING



TAMPAK DEPAN



TAMPAK ISOMETRIS

SILINDER HIDROLIK

BREKET PLATE

BANTALAN

POROS
HIDROLIK

	Skala : 1 : 10	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	TAMPAK SAMPING KANAN
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	

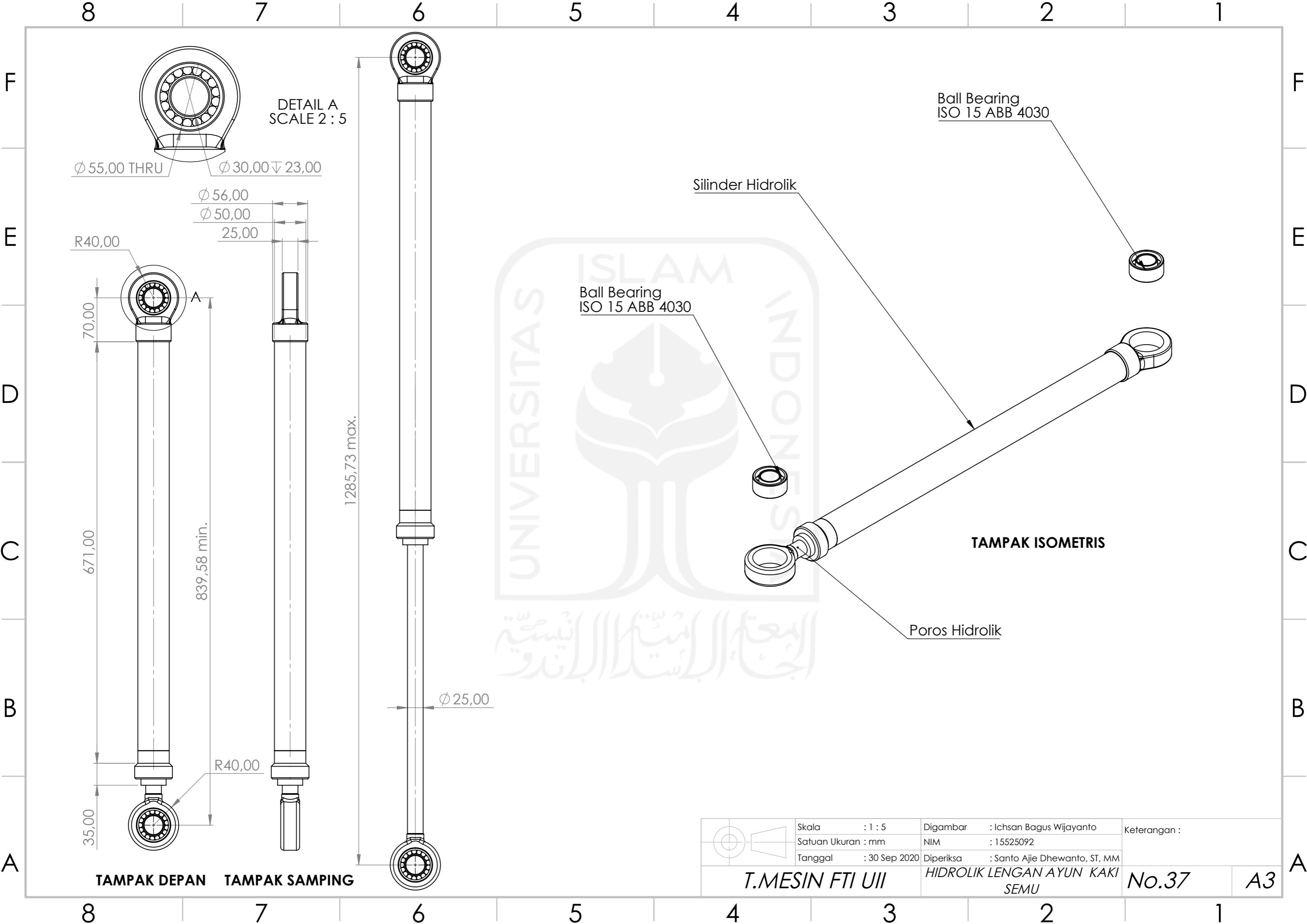
T.MESIN FTI UII

HIDROLIK-KAKI SEMU

No.36

A3

8 7 6 5 4 3 2 1



$\phi 55,00$ THRU $\phi 30,00 \nabla 23,00$

$\phi 56,00$
 $\phi 50,00$
 25,00

R40,00

70,00

671,00

839,58 min.

1285,73 max.

35,00

R40,00

$\phi 25,00$

Ball Bearing
 ISO 15 ABB 4030

Silinder Hidrolik

Ball Bearing
 ISO 15 ABB 4030

TAMPAK ISOMETRIS

Poros Hidrolik

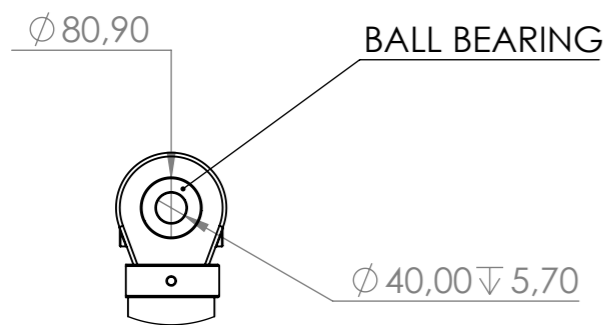
TAMPAK DEPAN TAMPAK SAMPING

	Skala : 1 : 5	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
T.MESIN FTI UII		HIDROLIK LENGAN AYUN KAKI SEMU	No.37	A3

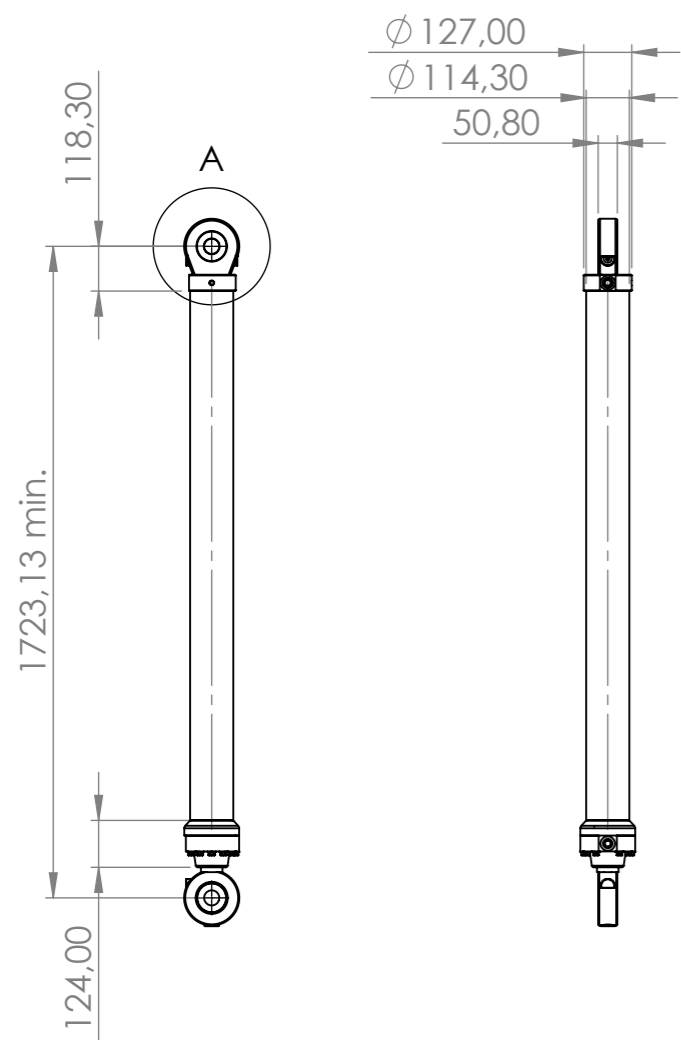
8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

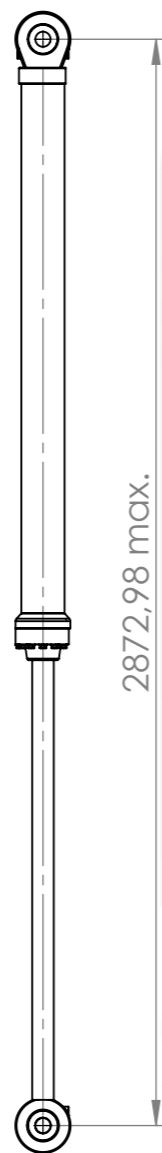


DETAIL A
SCALE 1 : 10



TAMPAK DEPAN

TAMPAK SAMPING



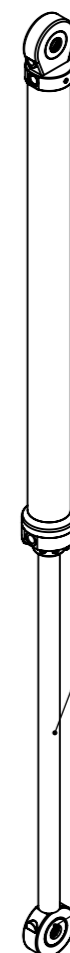
2872,98 max.



SILINDER HIDROLIK



TAMPAK ISOMETRIS



POROS HIDROLIK

BALL BEARING

D

D

C

C

B

B

A

A

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
T.MESIN FTI UII		HIDROLIK HAND STRACKER	No.38	A3

8 7 6 5 4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

C

B

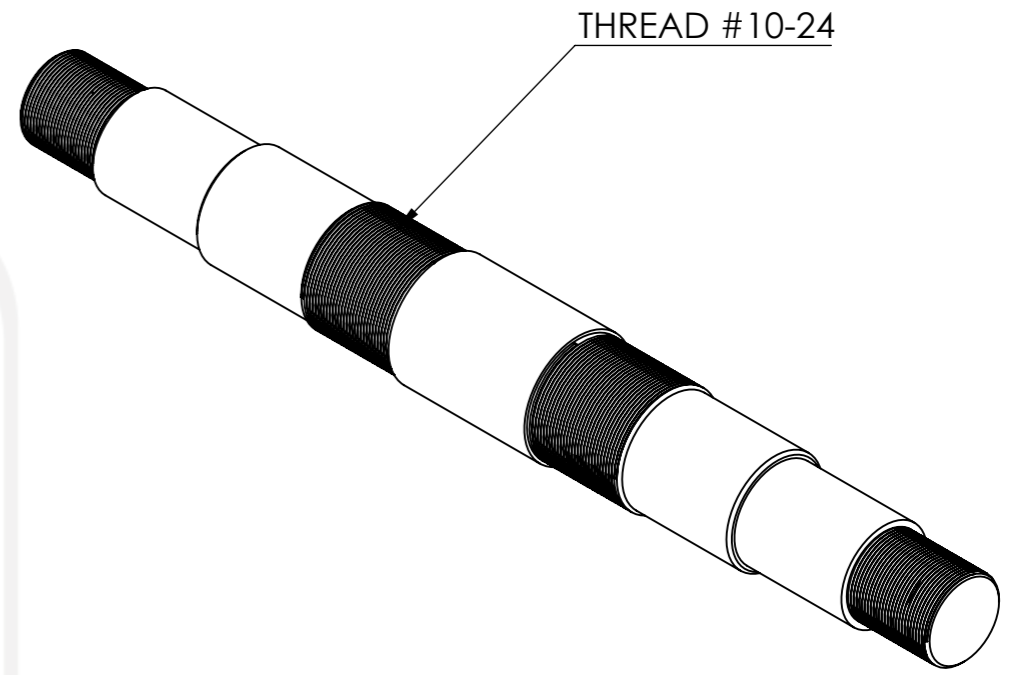
B

A

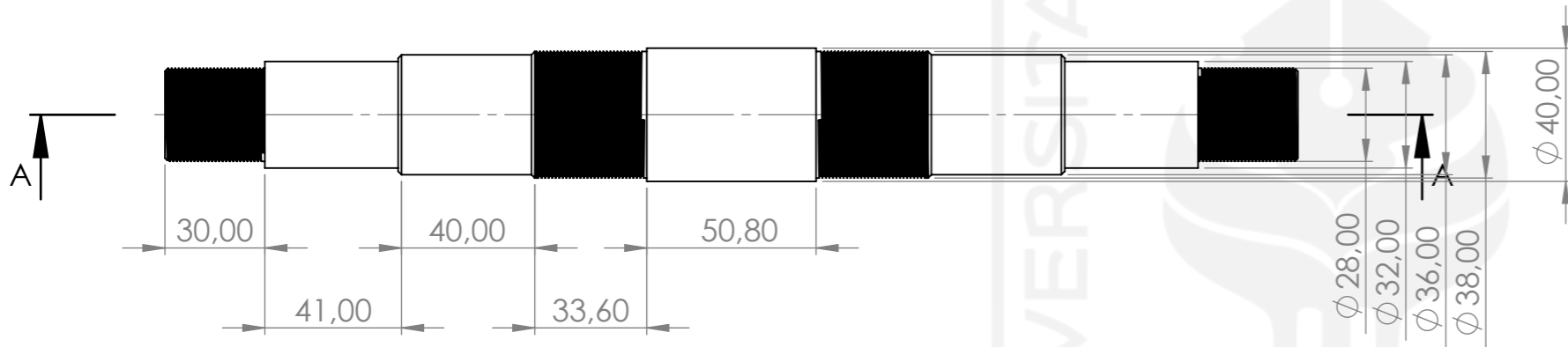
A



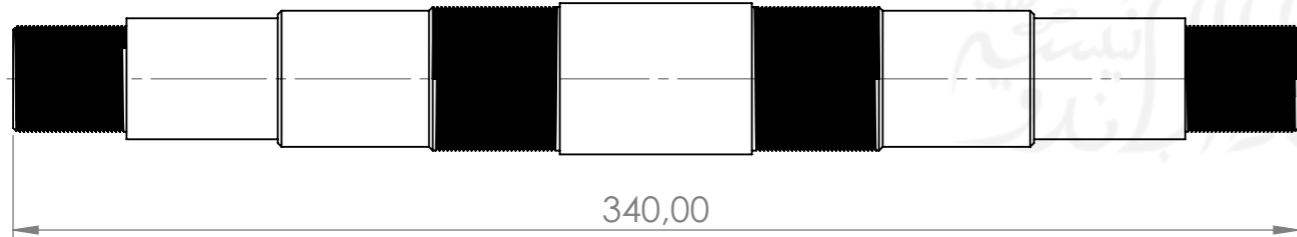
SECTION A-A
SCALE 1 : 2



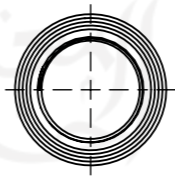
TAMPAK ISOMETRIS



TAMPAK ATAS



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING

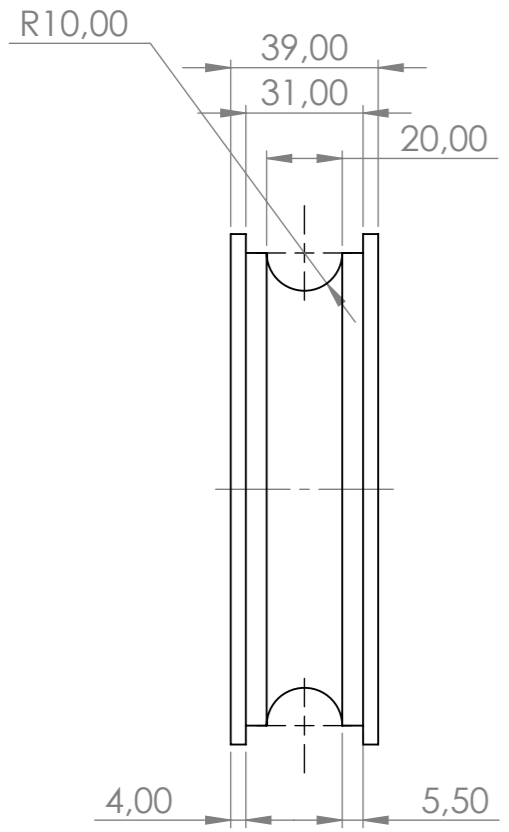
	Skala : 1 : 5	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK SAMPING KANAN
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>KING PIN-HIDROLIK HAND STRACKER</i>	<i>No.39</i>

8 7 6 5 4 3 2 1

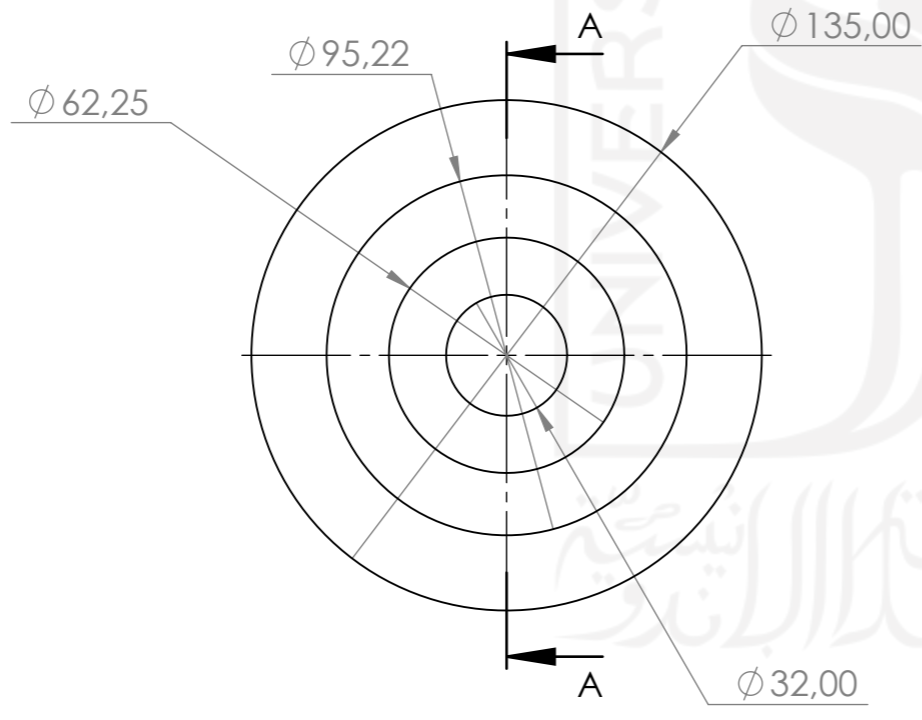
8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

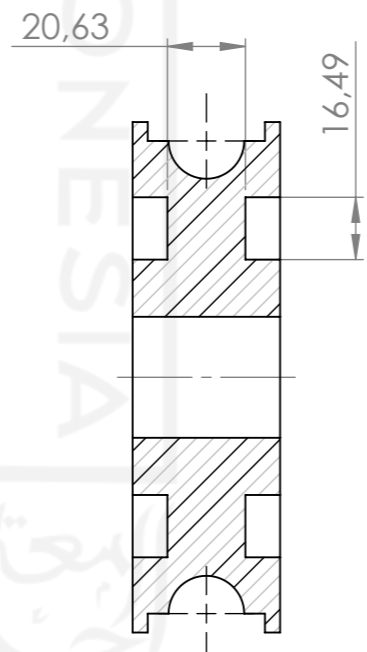
F
E
D
C
B
A



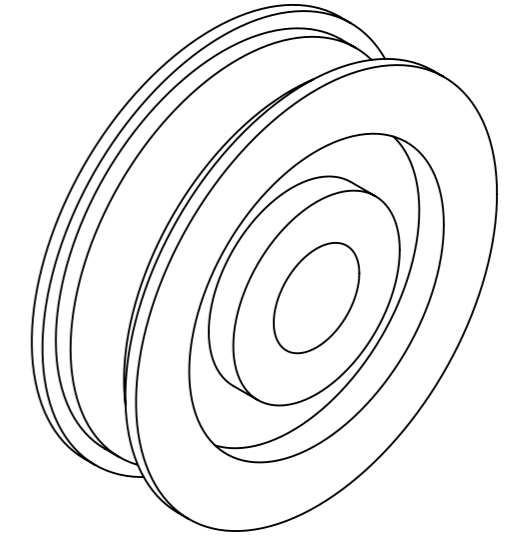
TAMPAL DEPAN



TAMPAL SAMPING



SECTION A-A



TAMPAL ISOMETRIS

	Skala : 1 : 2	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>PULLEY HIDROLIK</i>	<i>No.40</i>	<i>A3</i>

8 7 6 5 4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

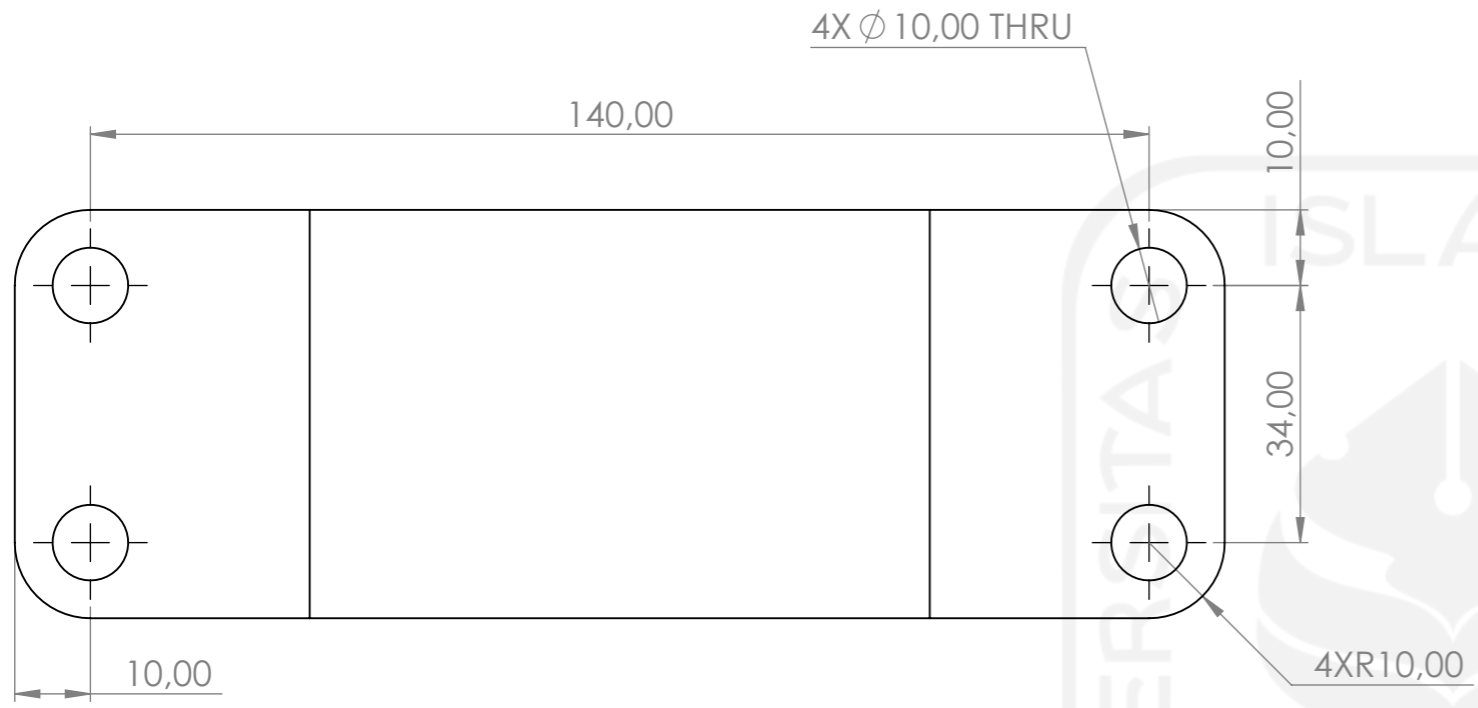
C

B

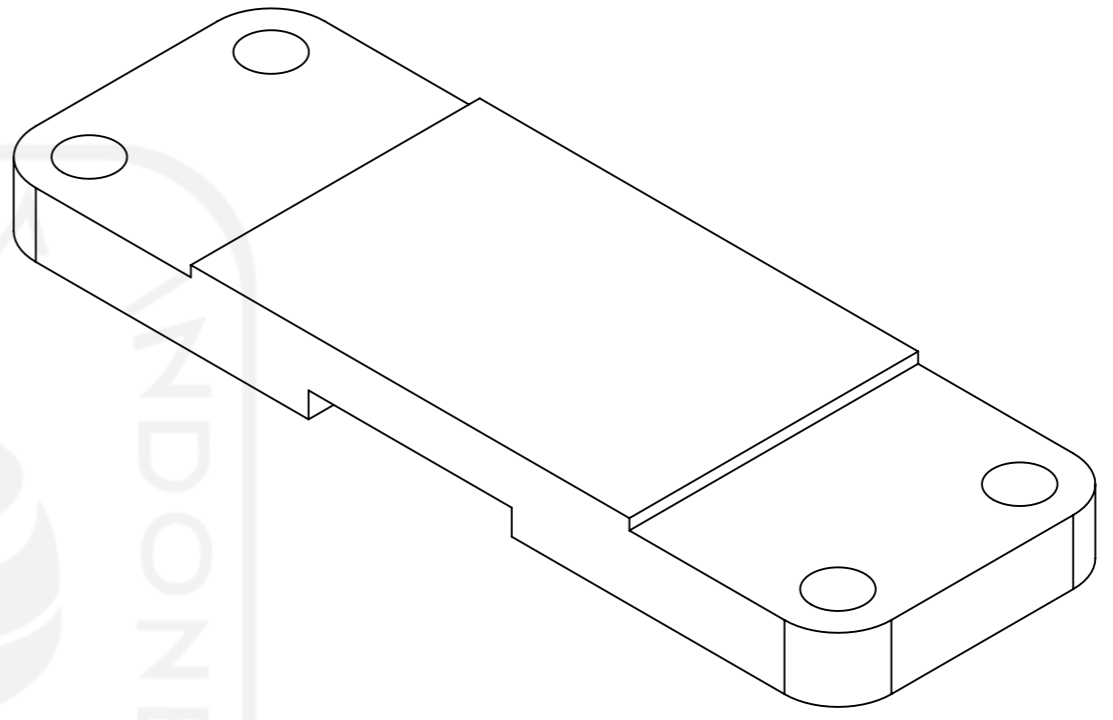
B

A

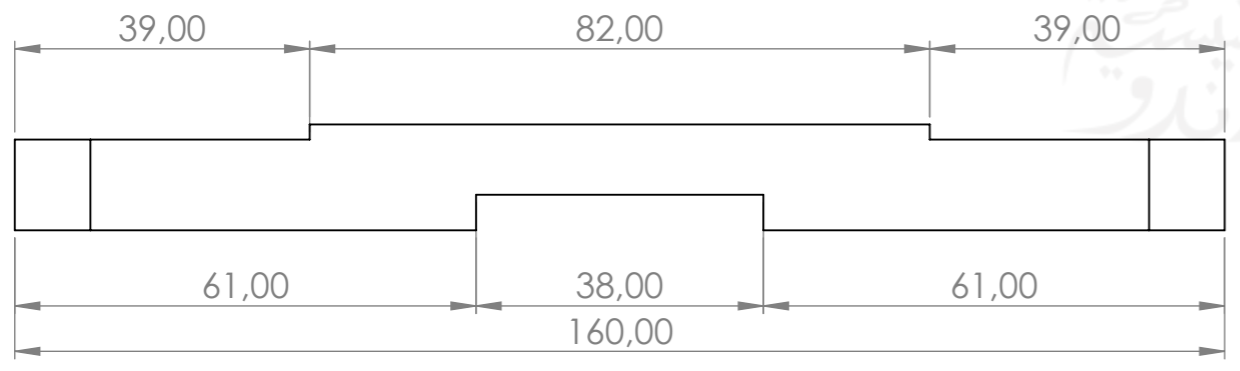
A



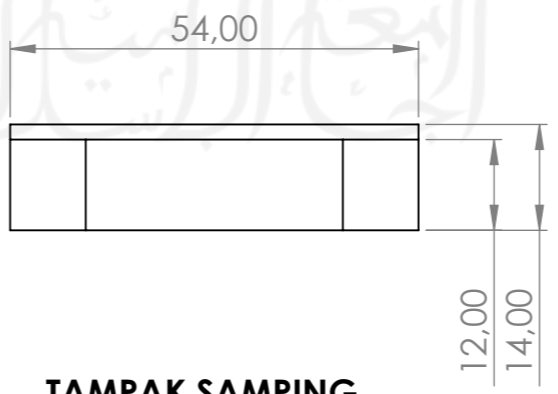
TAMPAK ATAS



TAMPAK ISOMETRIS



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING

	Skala : 1 : 1	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK SAMPING KANAN
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	

T.MESIN FTI UII

BRACKET ROLLING 01

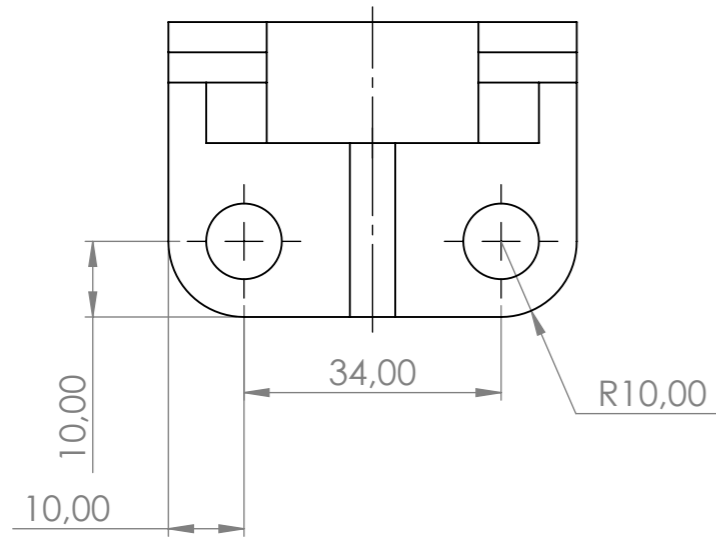
No.41

A3

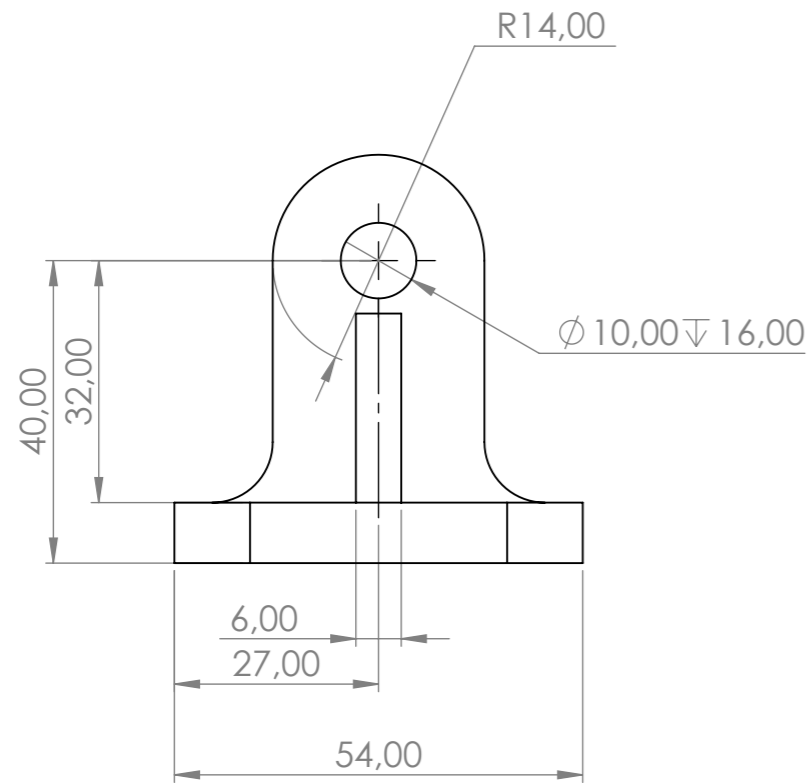
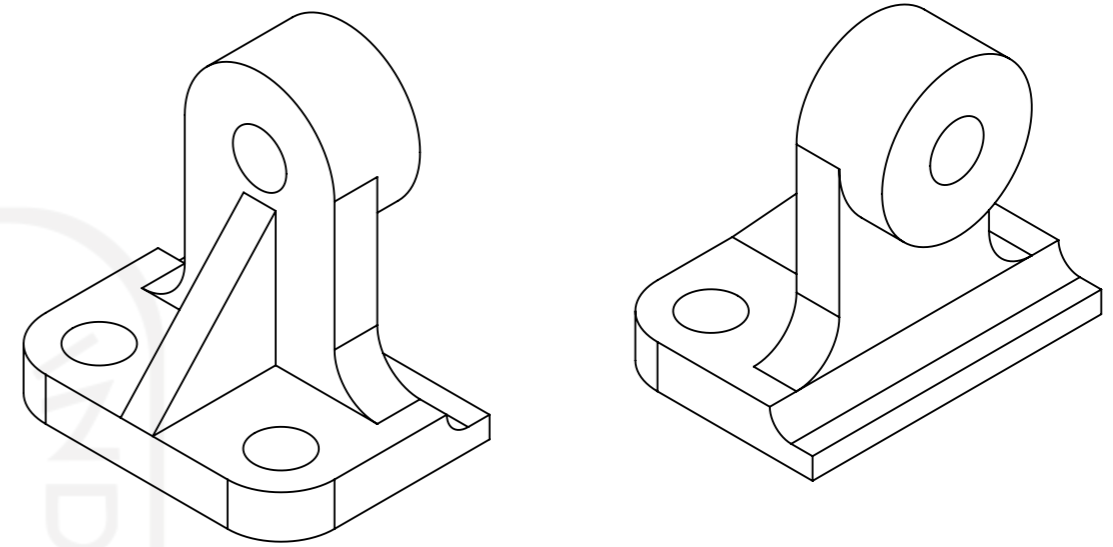
8 7 6 5 4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

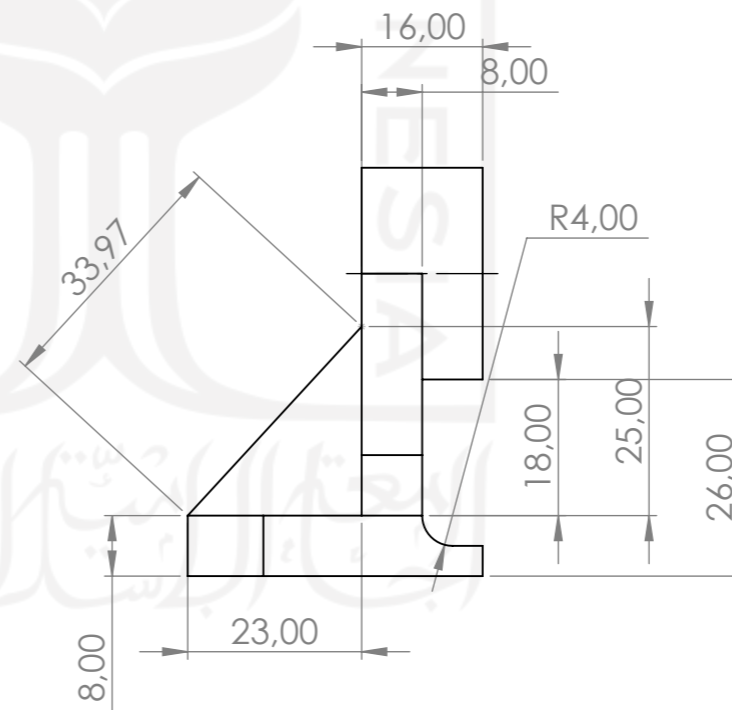
TAMPAK ATAS



TAMPAK ISOMETRIS



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING

	Skala : 1 : 1	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : TAMPAK SAMPING KANAN
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	

T.MESIN FTI UII

BRACKET ROLLING 02

No.42

A3

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

C

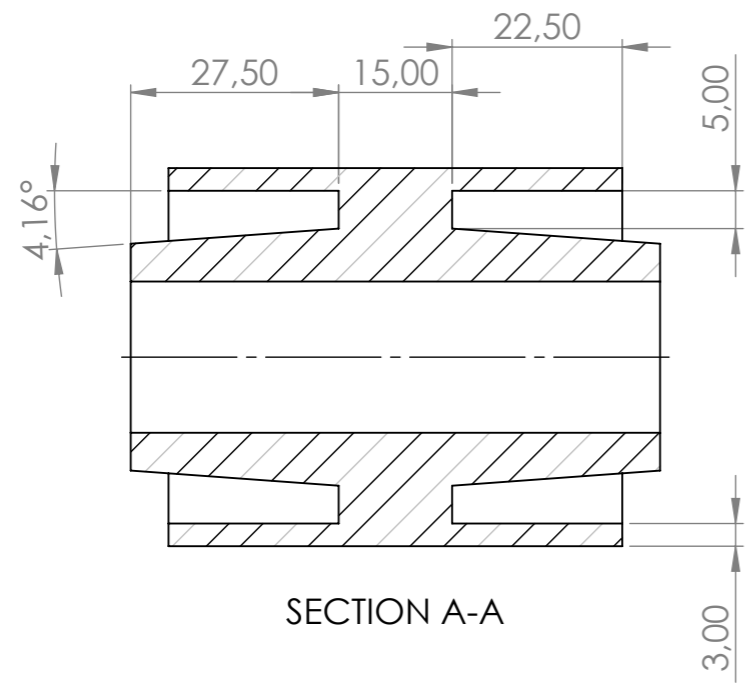
B

B

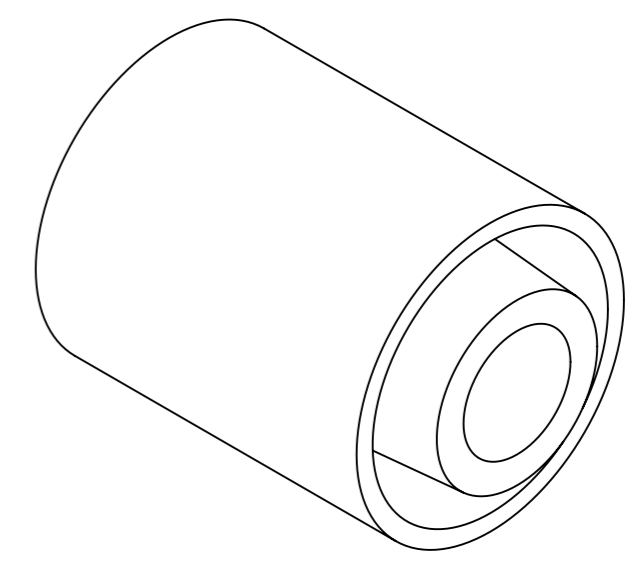
A

A

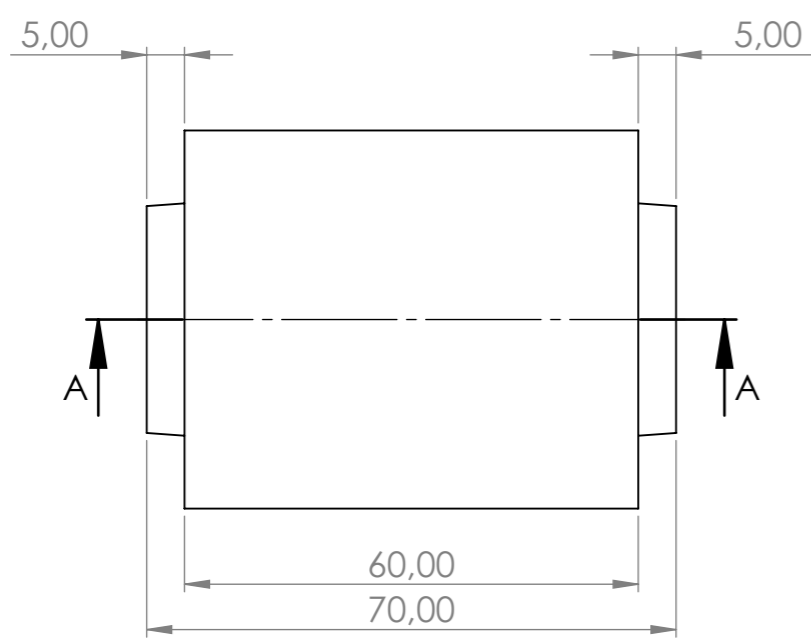
8 7 6 5 4 3 2 1



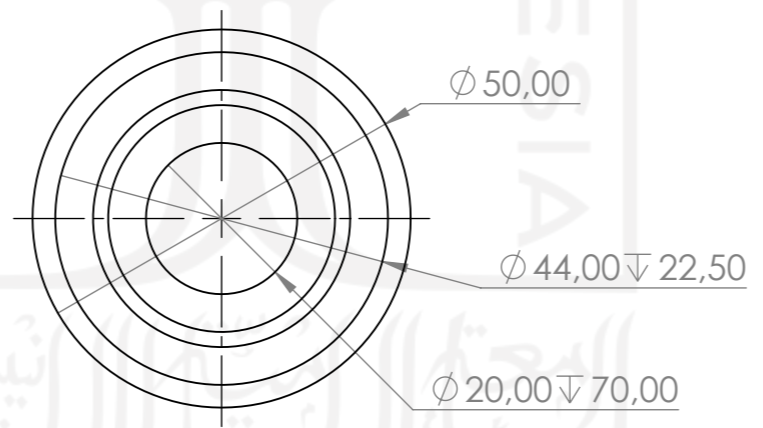
SECTION A-A



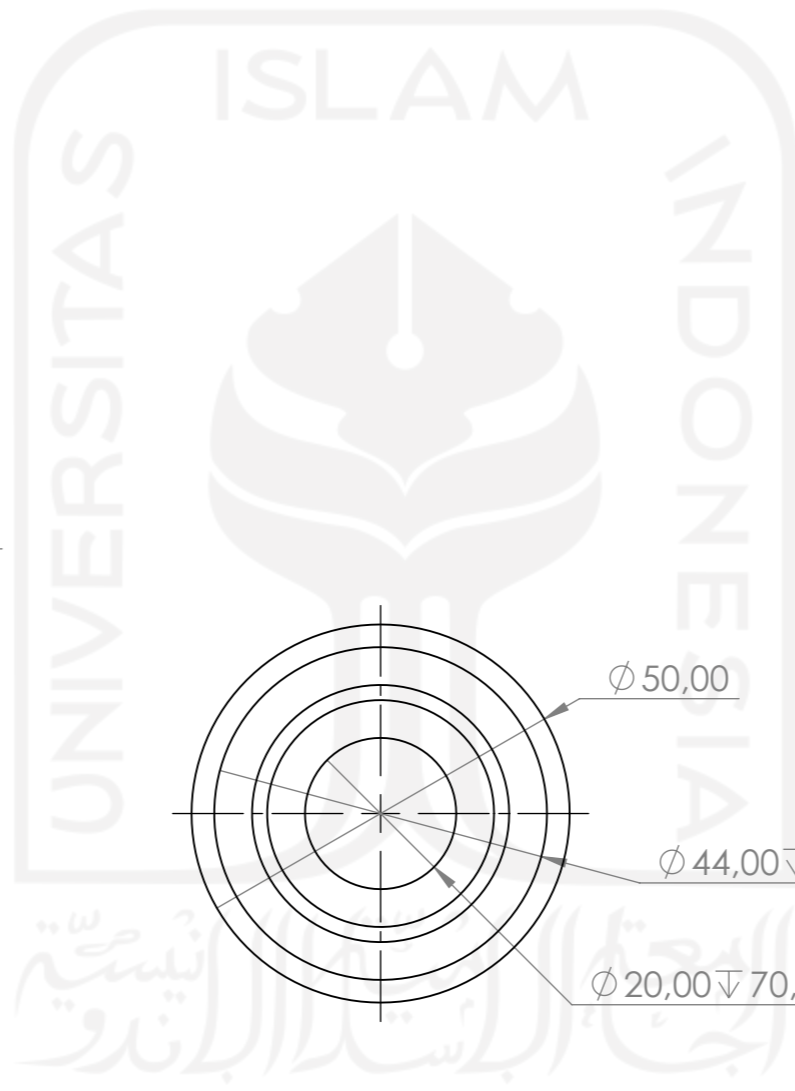
TAMPAK ISOMETRIS



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING



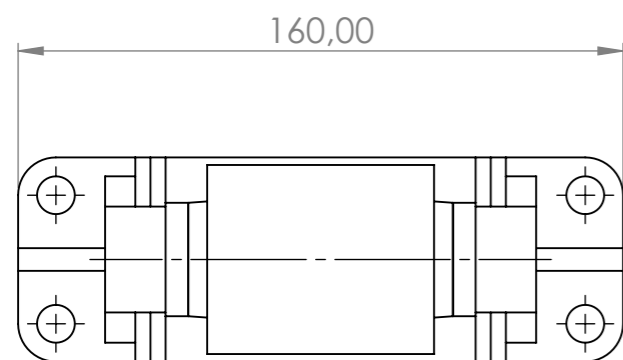
	Skala : 1 : 1	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :		
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092			
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM			
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>ROLLING</i>		<i>No.43</i>	<i>A3</i>

8 7 6 5 4 3 2 1

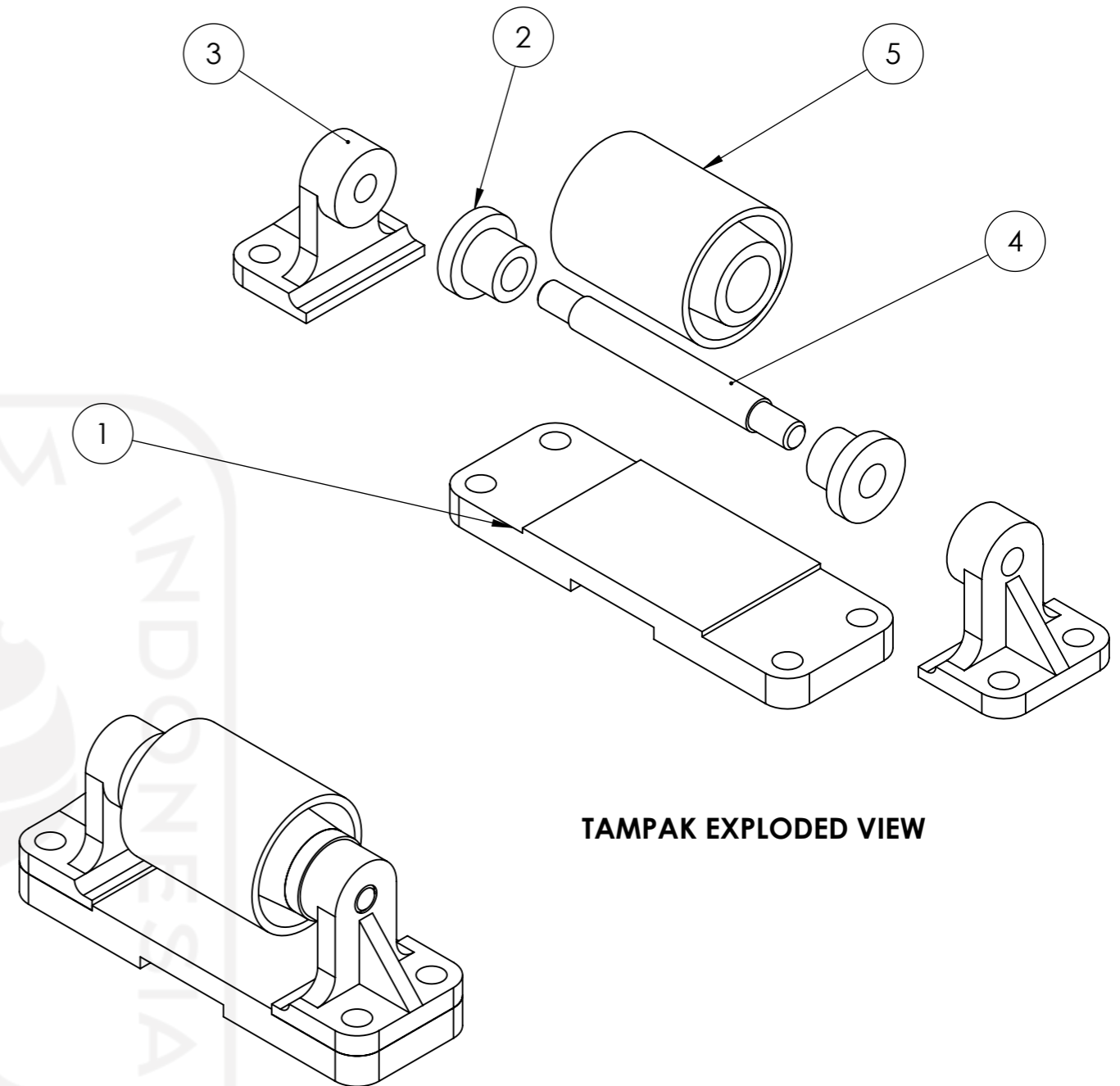
F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

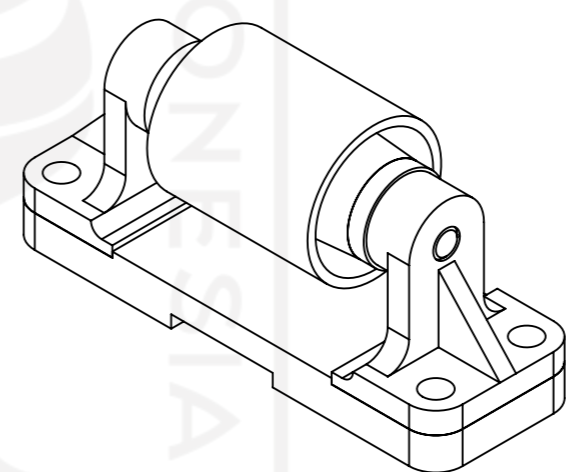
8 7 6 5 4 3 2 1



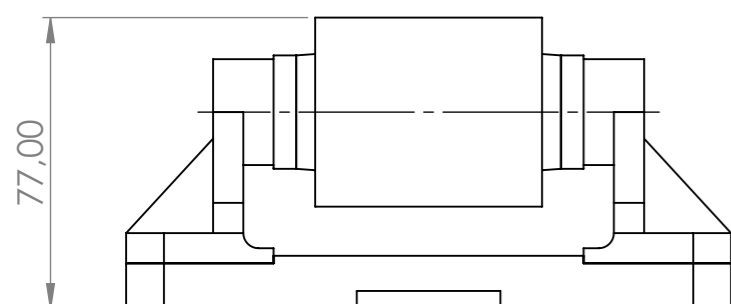
TAMPAK ATAS



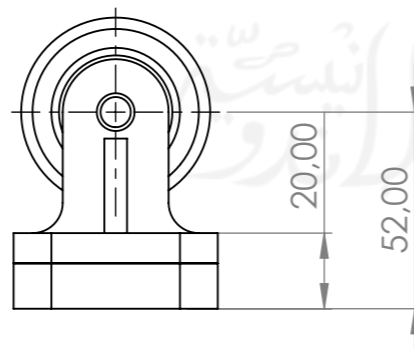
TAMPAK EXPLODED VIEW



TAMPAK ISOMETRIS



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING

ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	BRACKET ROLLING 01		1
2	BANTALAN POROS		2
3	BRACKET ROLLING 02		2
4	POROS		1
5	ROLLING		1

	Skala : 1 : 2	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	

T.MESIN FTI UII **ROLLING FRAME No.44** **A3**

8 7 6 5 4 3 2 1

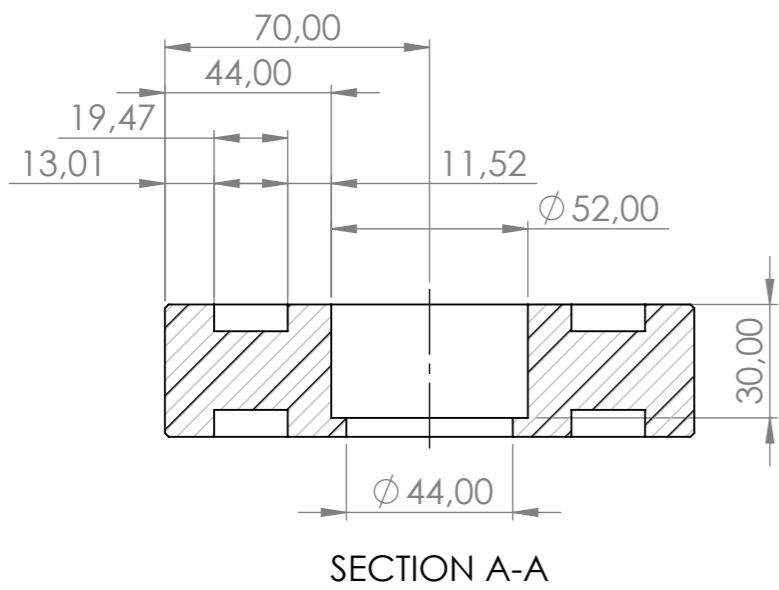
F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A

8 7 6 5 4 3 2 1

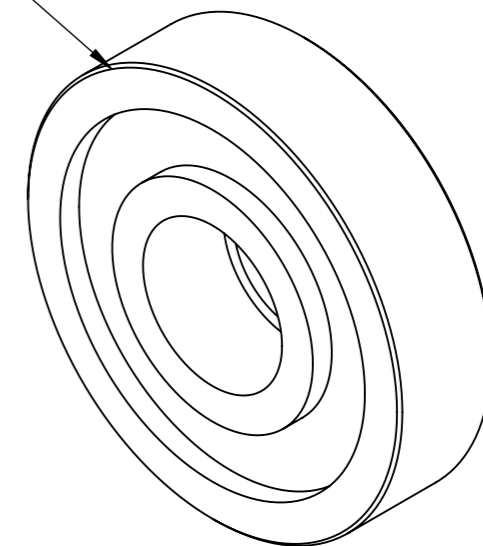
F

F



SECTION A-A

ROLLING

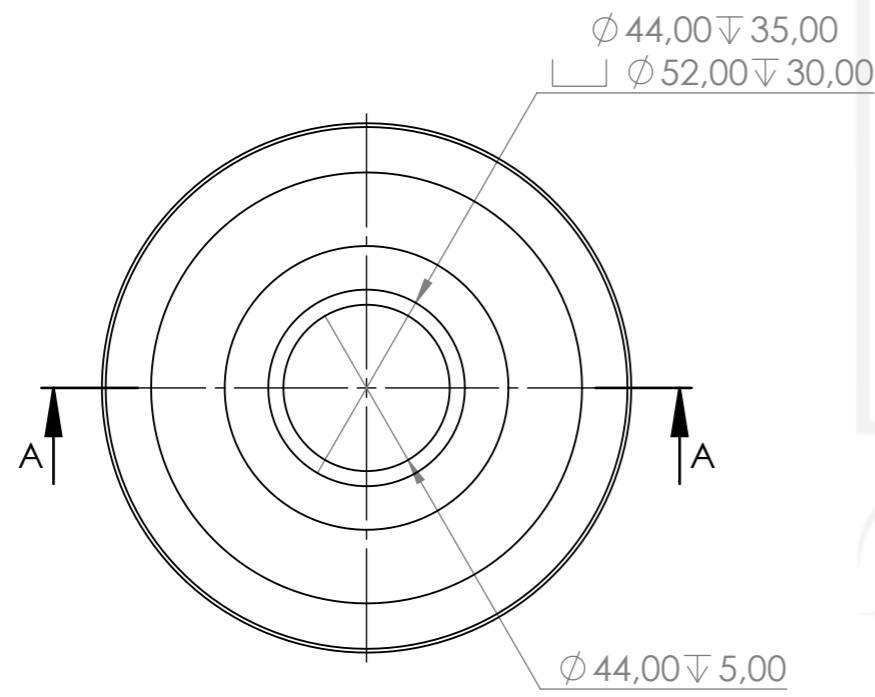


E

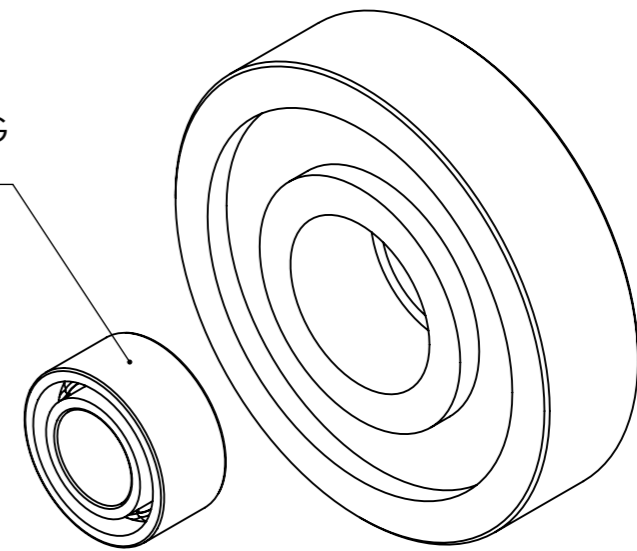
E

D

D



BALL BEARING
ISO 15 - 4028



C

C

B

B

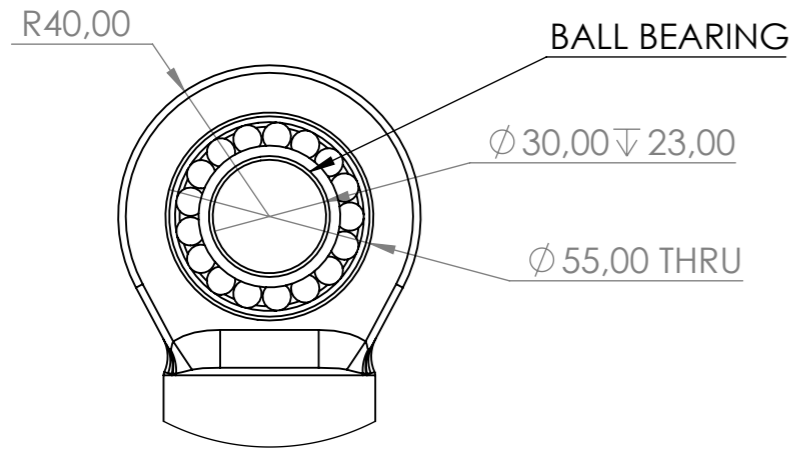
A

A

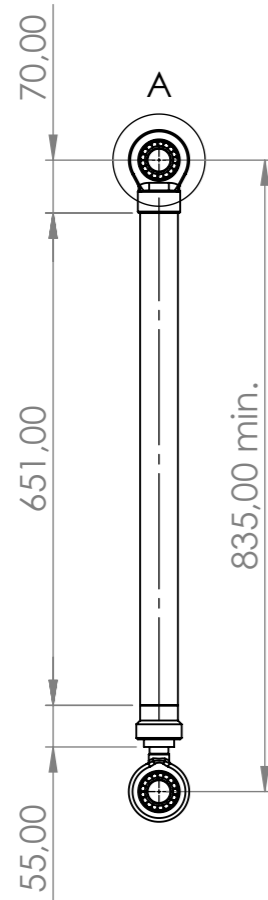
8 7 6 5 4 3 2 1

	Skala : 1 : 2	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
T.MESIN FTI UII		ROLLING HAND STRACKER	No.45	A3

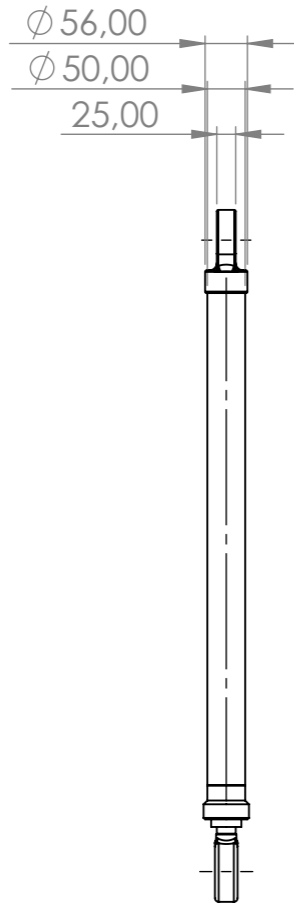
8 7 6 5 4 3 2 1



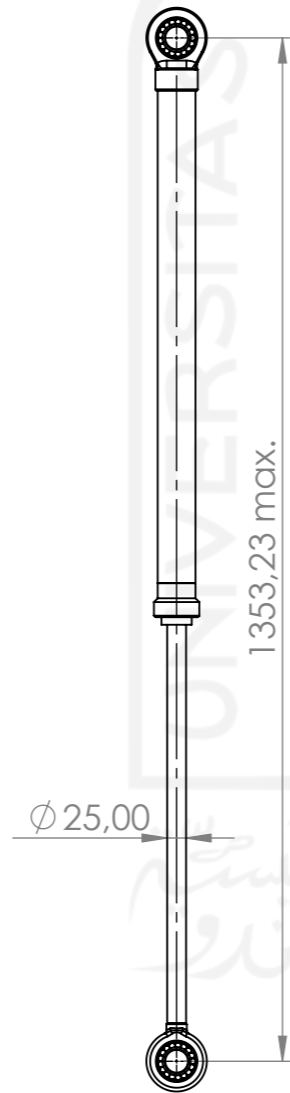
DETAIL A
SCALE 1 : 2



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING



TAMPAK ISOMETRIS

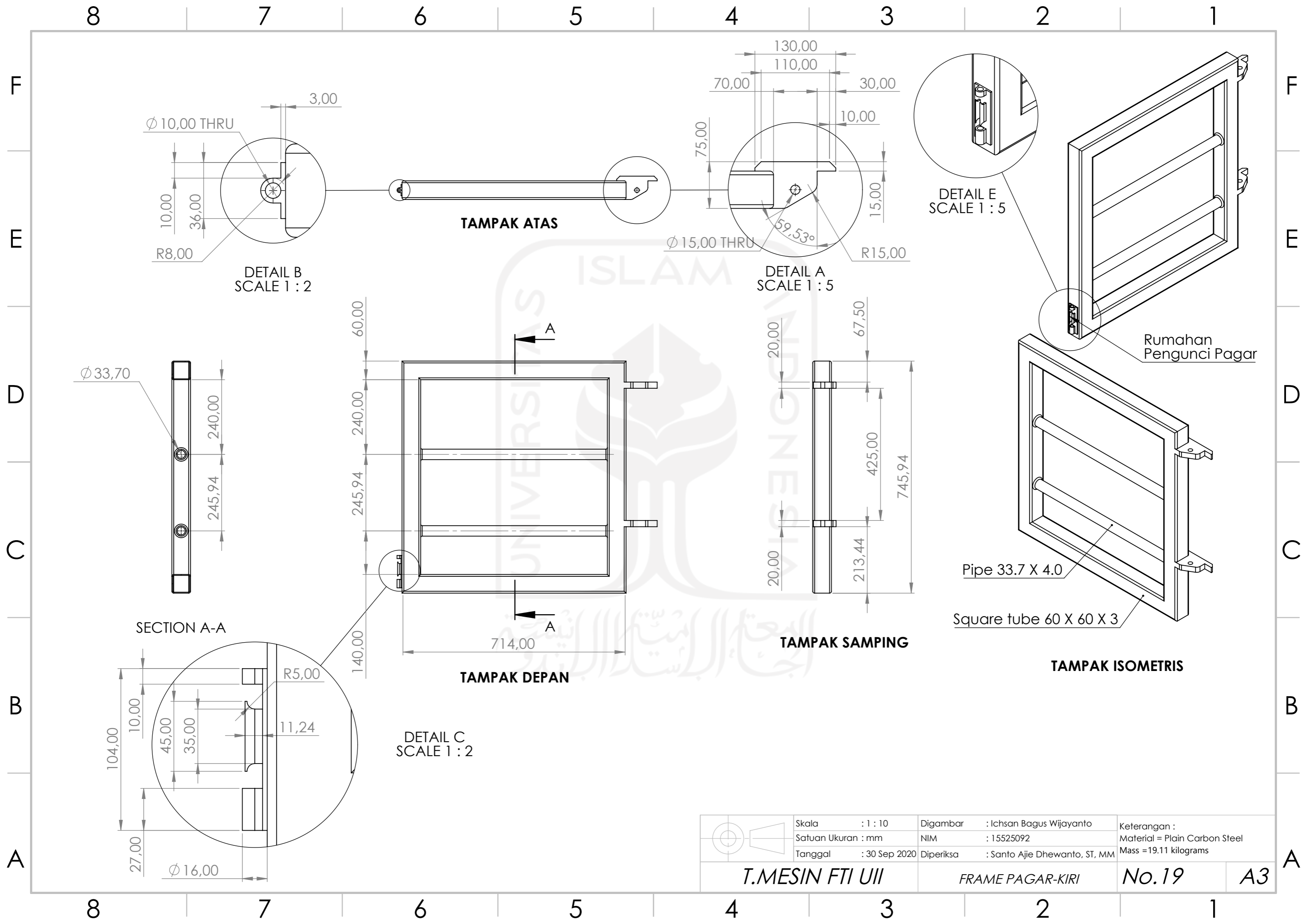
	Skala : 1 : 10	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	

T.MESIN FTI UII

HIDROLIK-BALKON No.46

A3

8 7 6 5 4 3 2 1



	Skala : 1 : 10	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	Material = Plain Carbon Steel
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	Mass = 19.11 kilograms
T.MESIN FTI UII		FRAME PAGAR-KIRI	No.19
			A3

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

C

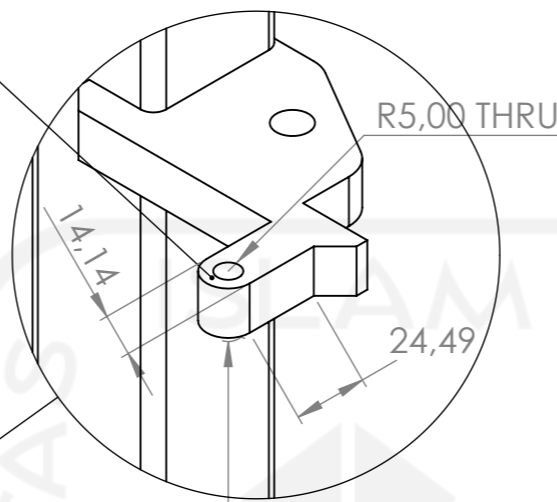
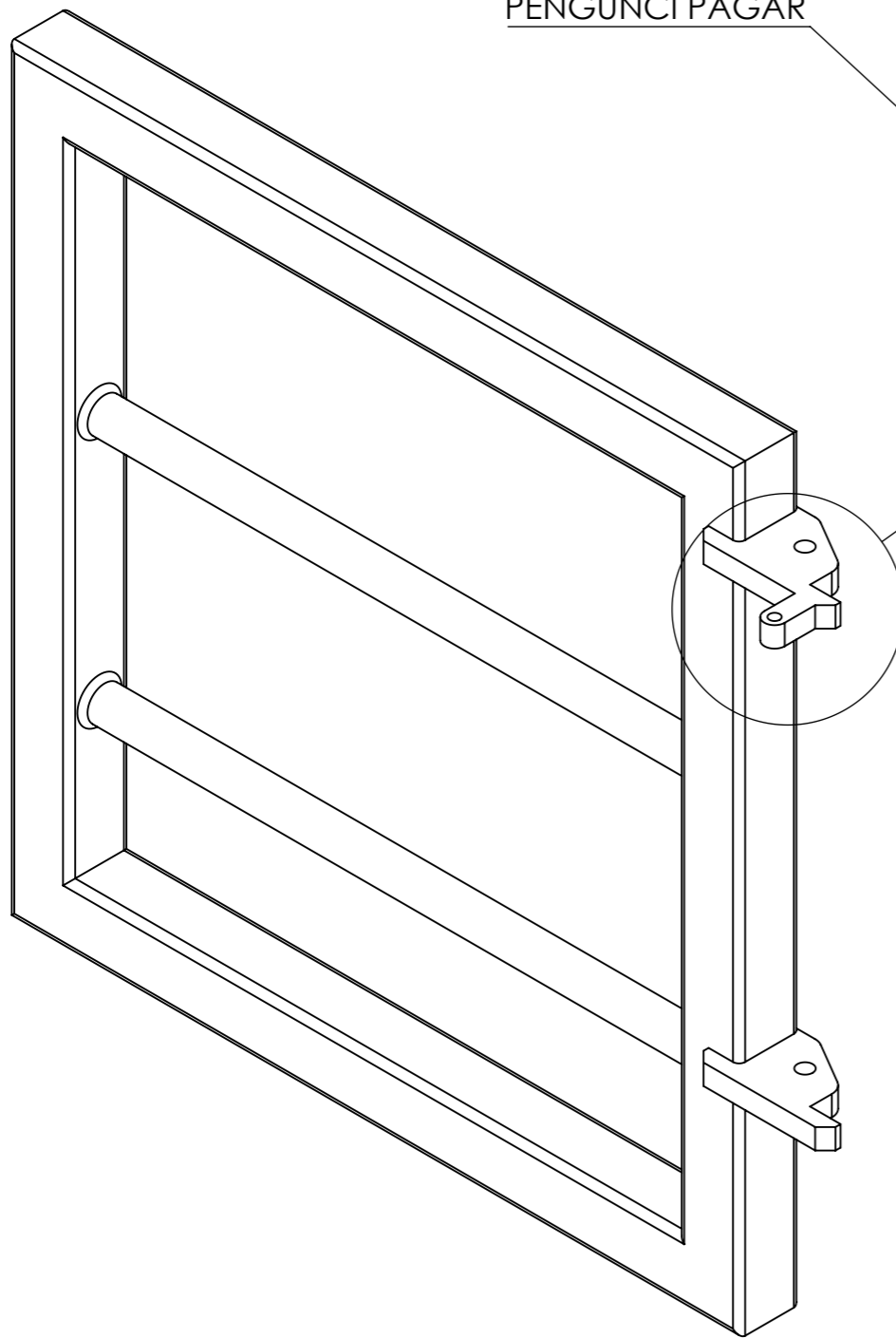
B

B

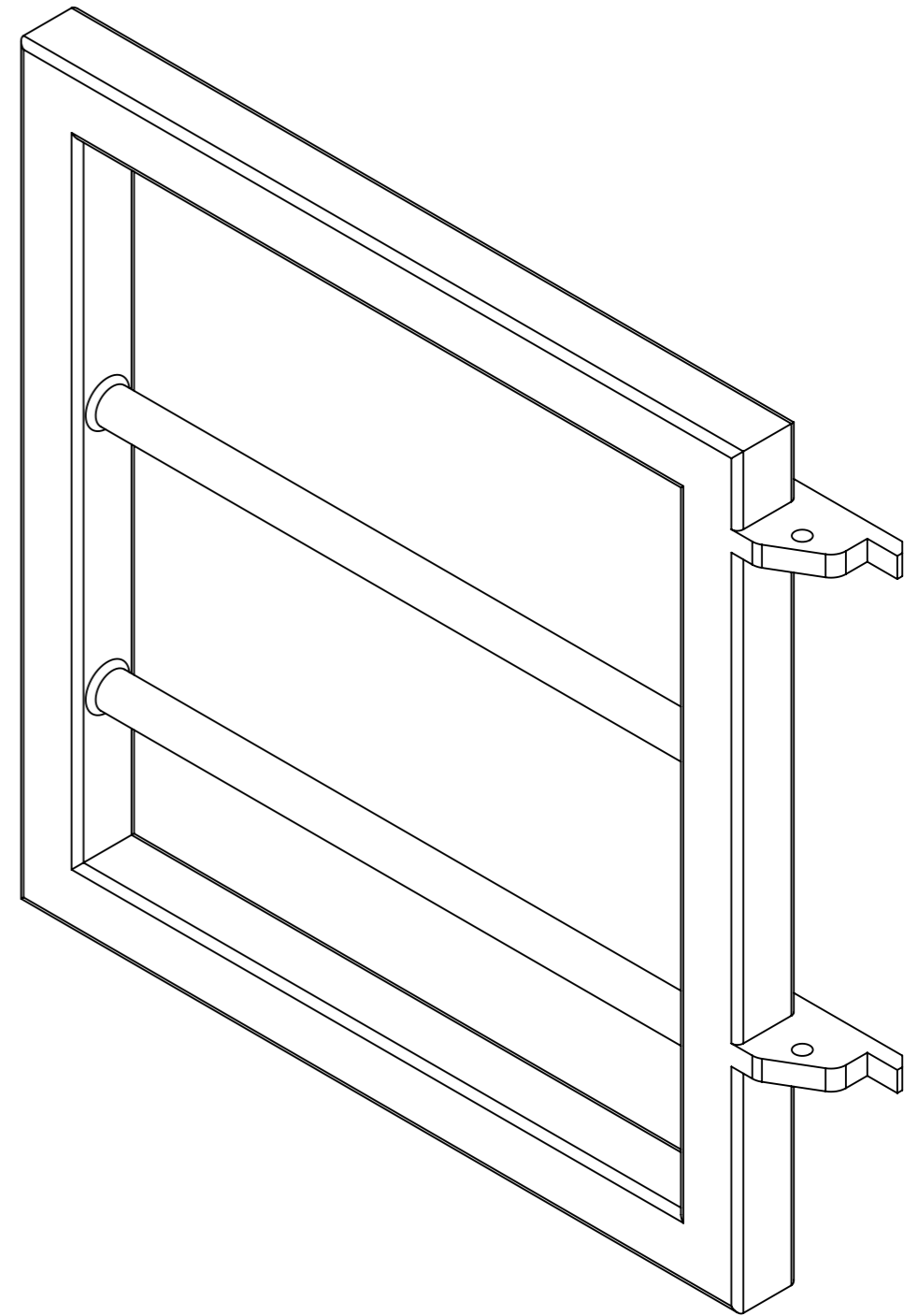
A

A

RUMAHAN
PENGUNCI PAGAR



DETAIL A
SCALE 2 : 5



TAMPAK ISOMETRIS PAGAR BAKLON KANAN

TAMPAK ISOMETRIS PAGAR BAKLON KIRI

	Skala : 1 : 5	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Plain Carbon Steel	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME PAGAR-KANAN & KIRI</i>	<i>No.20</i>	<i>A3</i>

8 7 6 5 4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

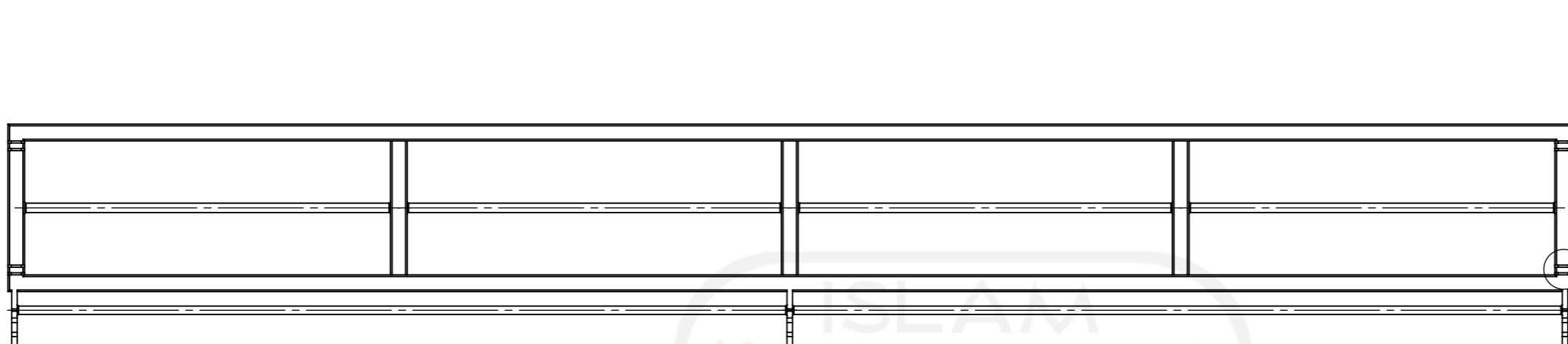
C

B

B

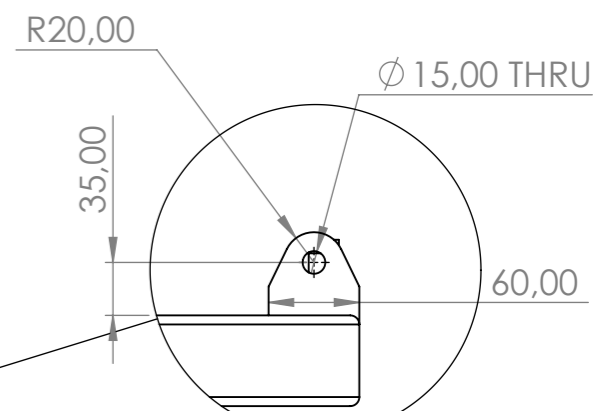
A

A

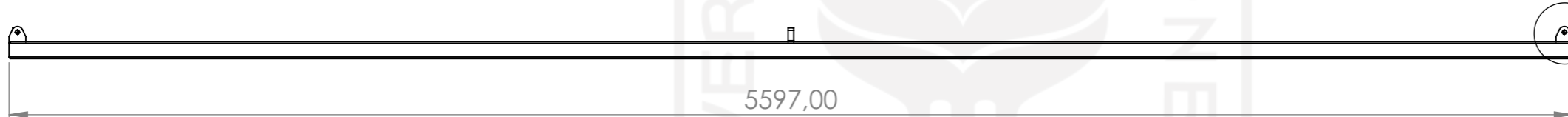


TAMPAK BELAKANG

DETAIL C
SCALE 1 : 10

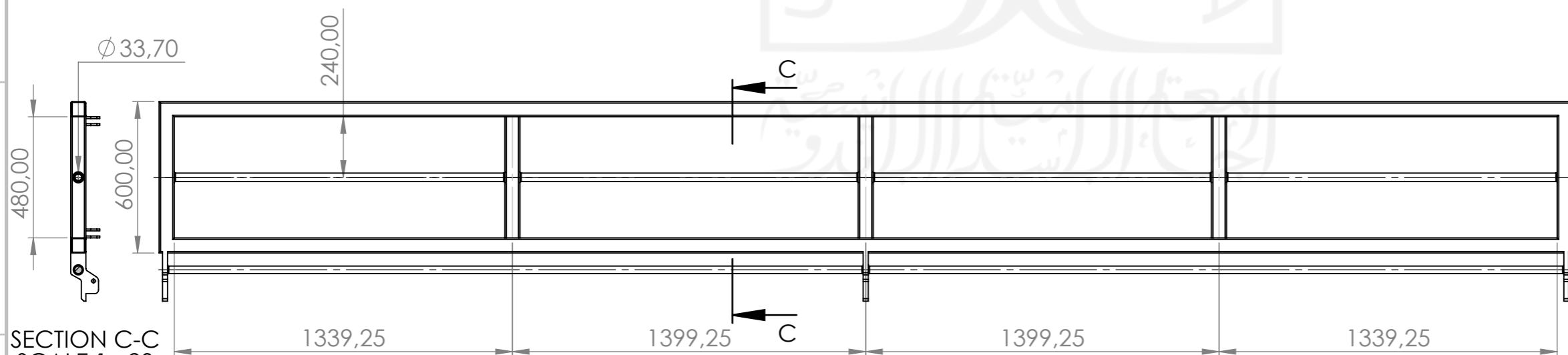
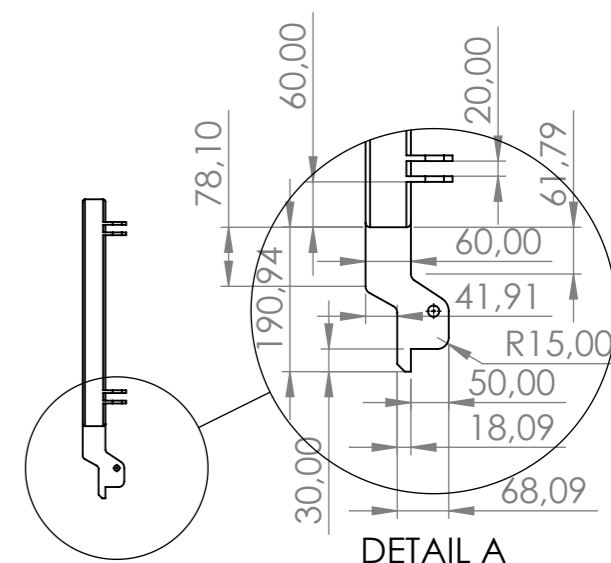


DETAIL B
SCALE 1 : 5



TAMPAK ATAS

DETAIL A
SCALE 1 : 10



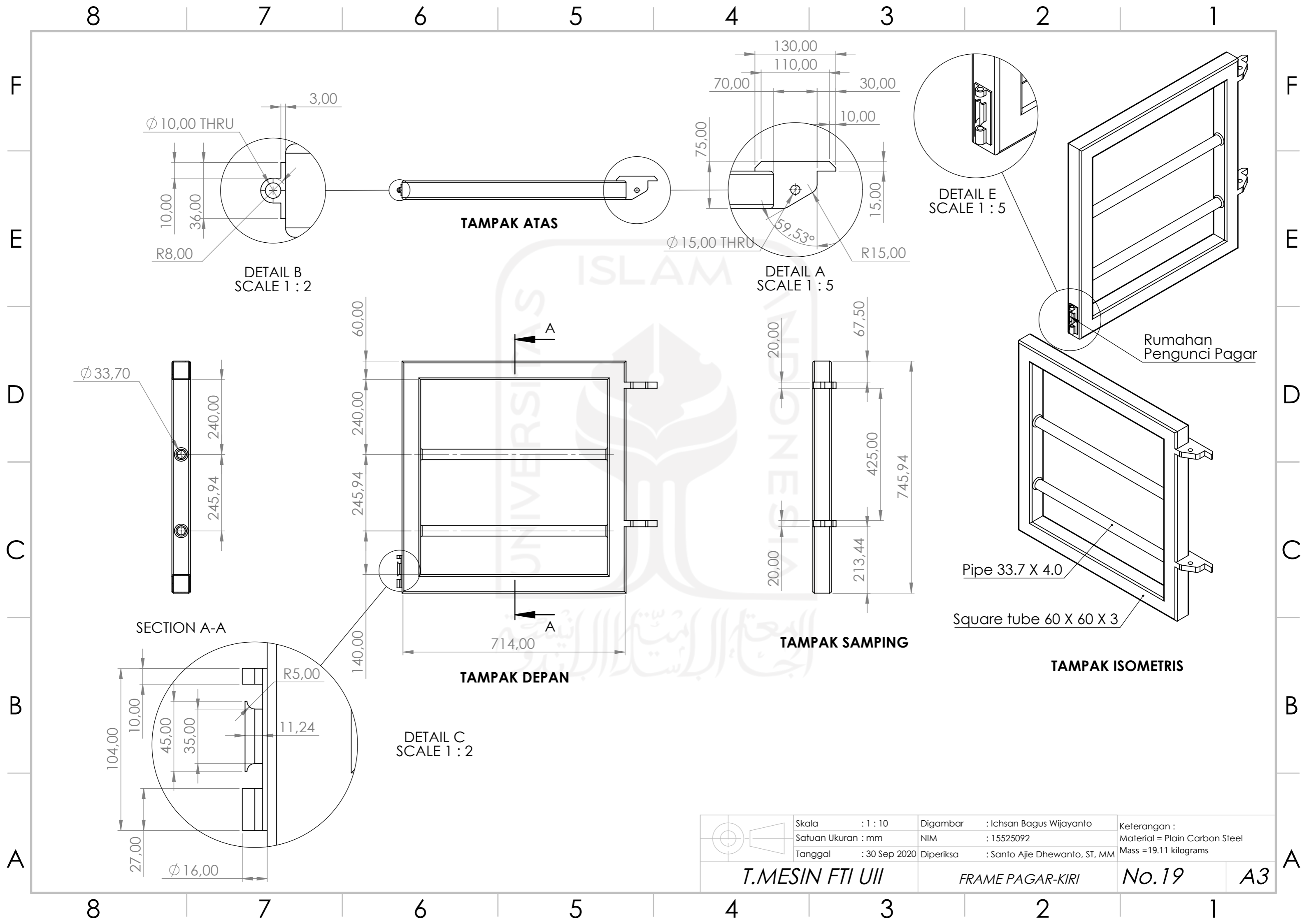
TAMPAK DEPAN

SECTION C-C
SCALE 1 : 20

TAMPAK SAMPIING

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Plain Carbon Steel Mass = 122.56 kilograms	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
	Tanggal : 30 Sep 2020			
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>PAGAR BALKON DEPAN</i>		<i>No.21</i>
				<i>A3</i>

8 7 6 5 4 3 2 1



	Skala : 1 : 10	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	Material = Plain Carbon Steel
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	Mass = 19.11 kilograms
T.MESIN FTI UII		FRAME PAGAR-KIRI	No.19
			A3

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

C

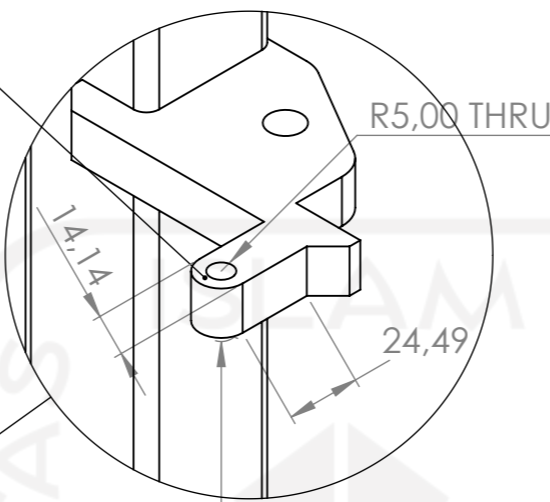
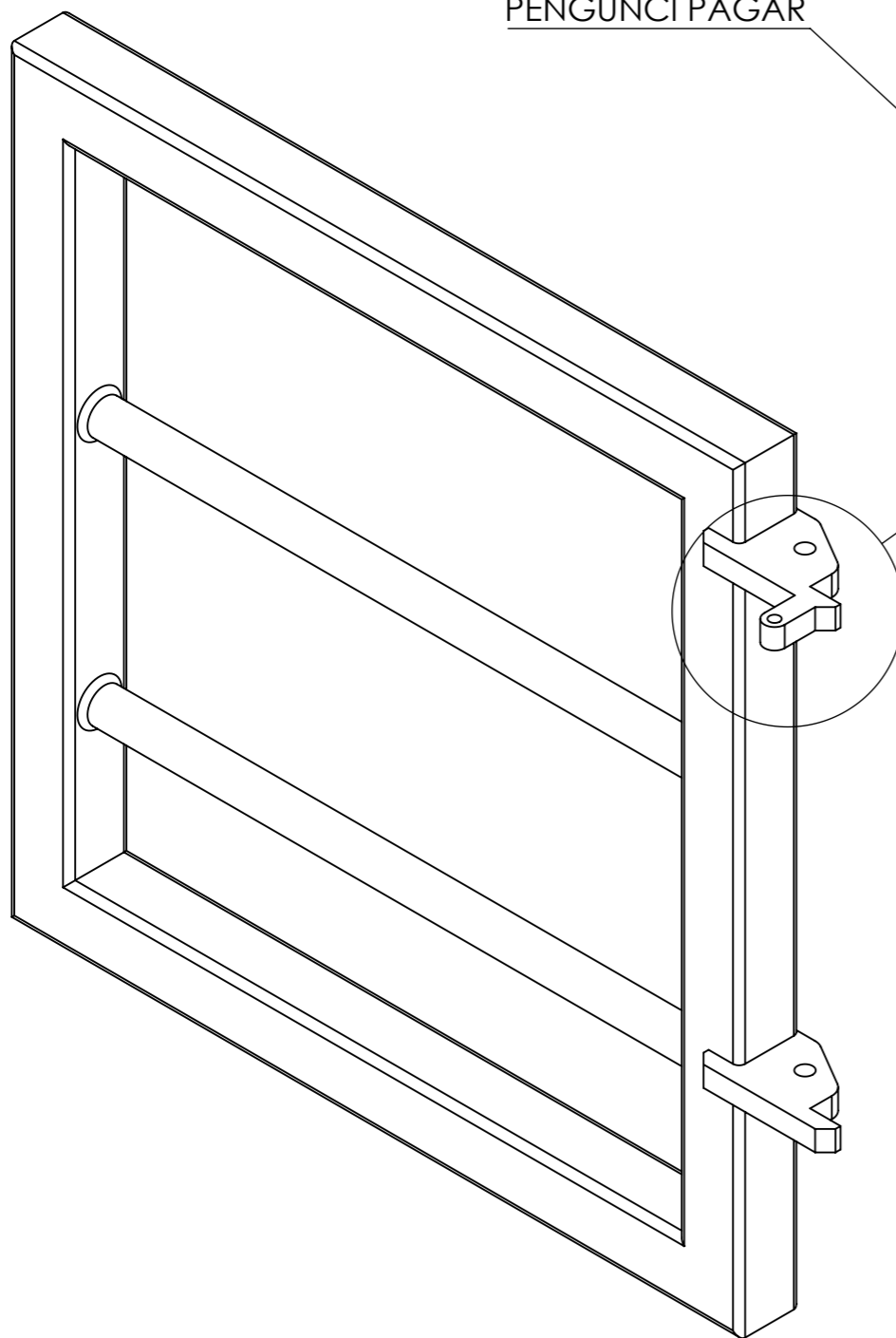
B

B

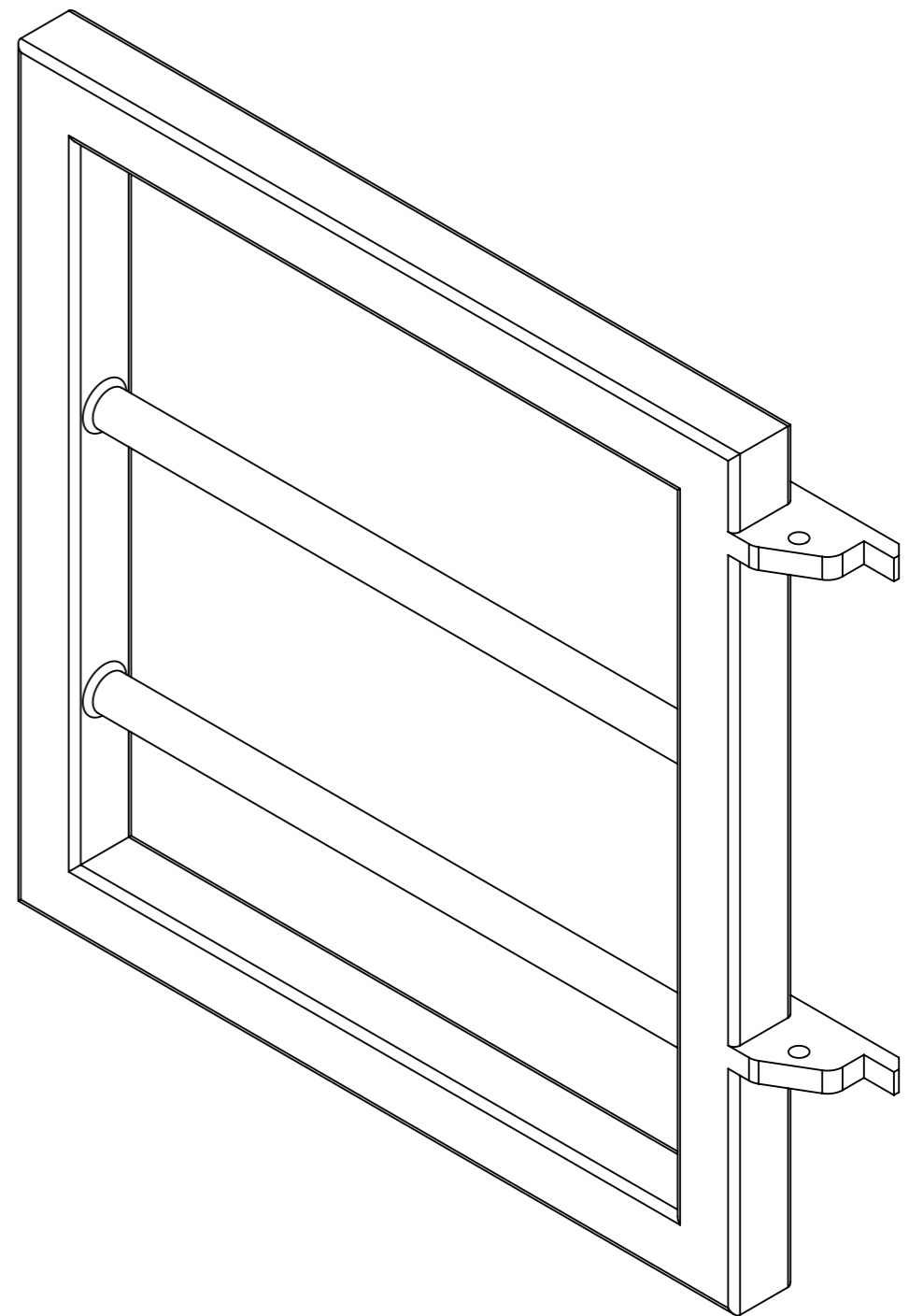
A

A

RUMAHAN
PENGUNCI PAGAR



DETAIL A
SCALE 2 : 5



TAMPAK ISOMETRIS PAGAR BAKLON KANAN

TAMPAK ISOMETRIS PAGAR BAKLON KIRI

	Skala : 1 : 5	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Plain Carbon Steel
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>FRAME PAGAR-KANAN & KIRI</i>	<i>No.20</i>
			<i>A3</i>

8 7 6 5 4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

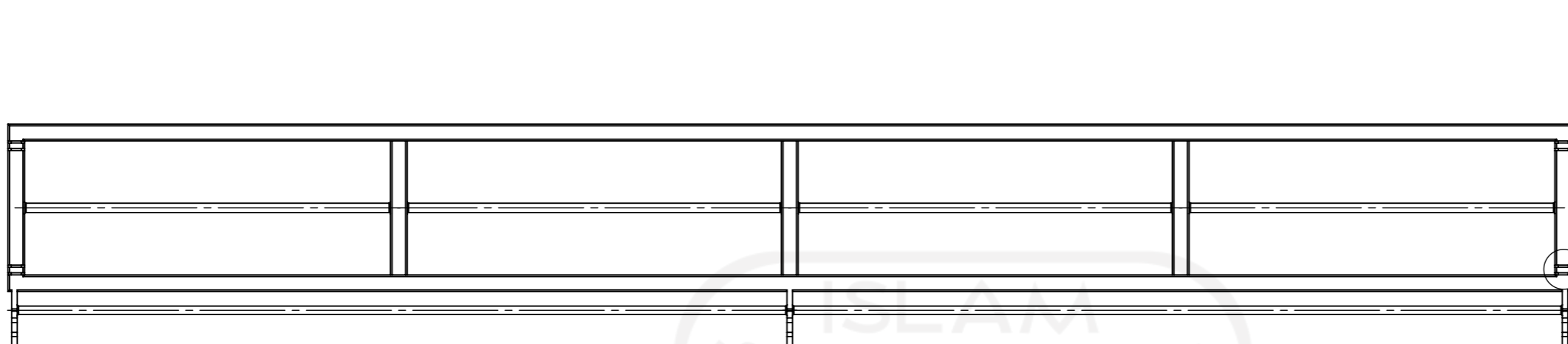
C

B

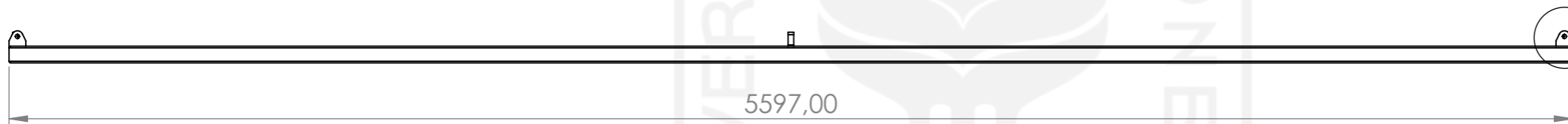
B

A

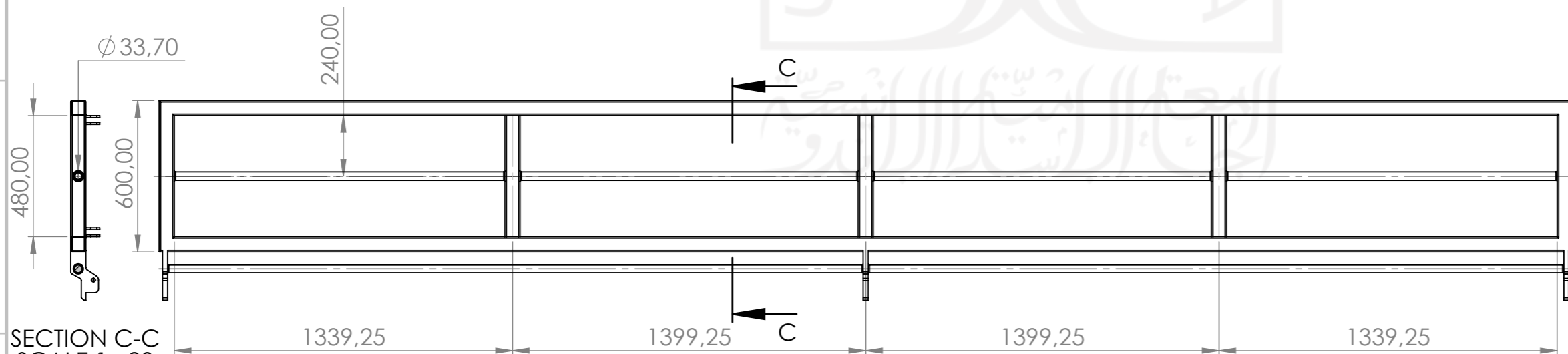
A



TAMPAK BELAKANG



TAMPAK ATAS



TAMPAK DEPAN

TAMPAK SAMPIING

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Plain Carbon Steel Mass = 122.56 kilograms	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>PAGAR BALKON DEPAN</i>		<i>No.21</i>
				<i>A3</i>

8 7 6 5 4 3 2 1

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

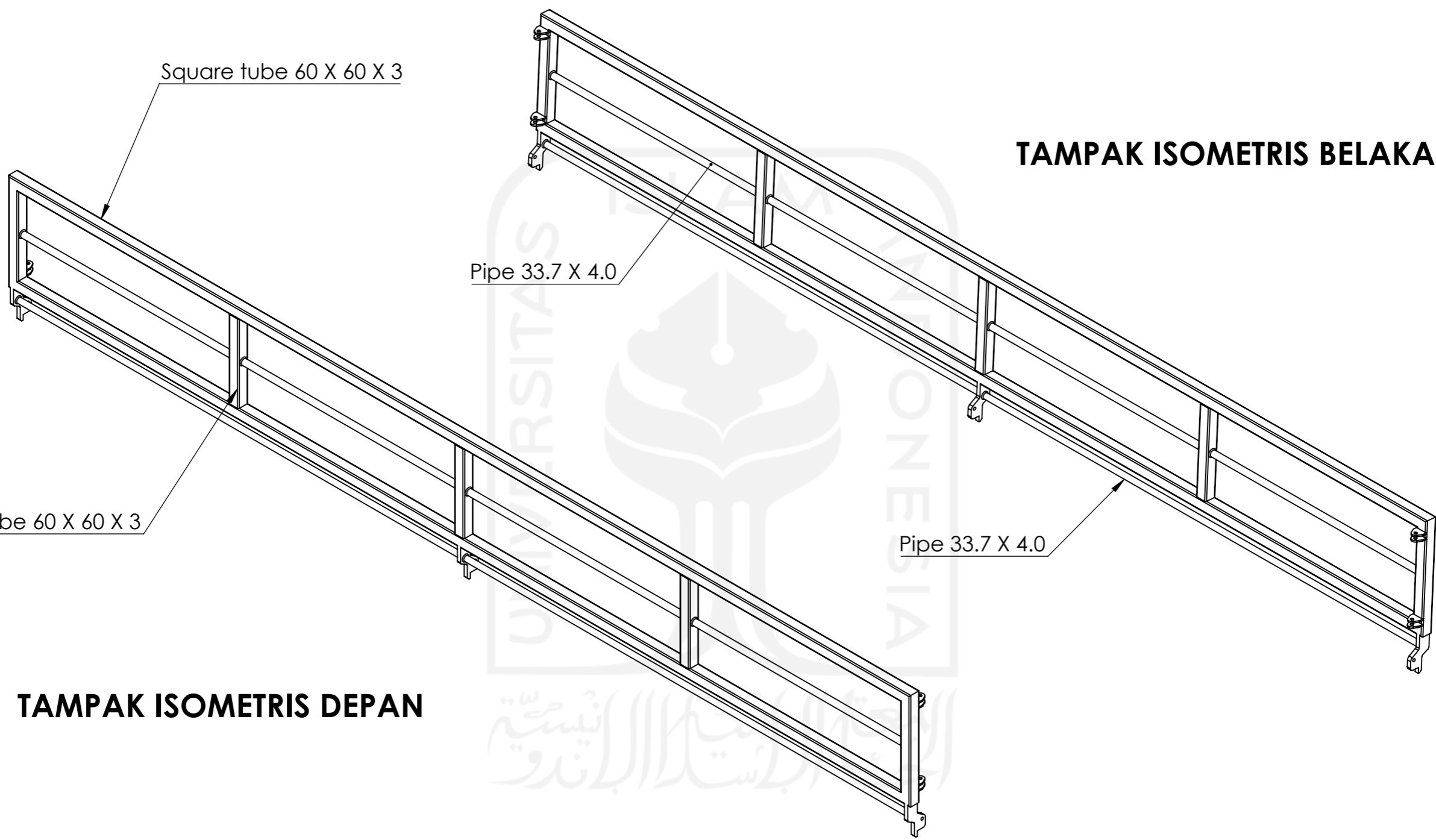
C

B

B

A

A

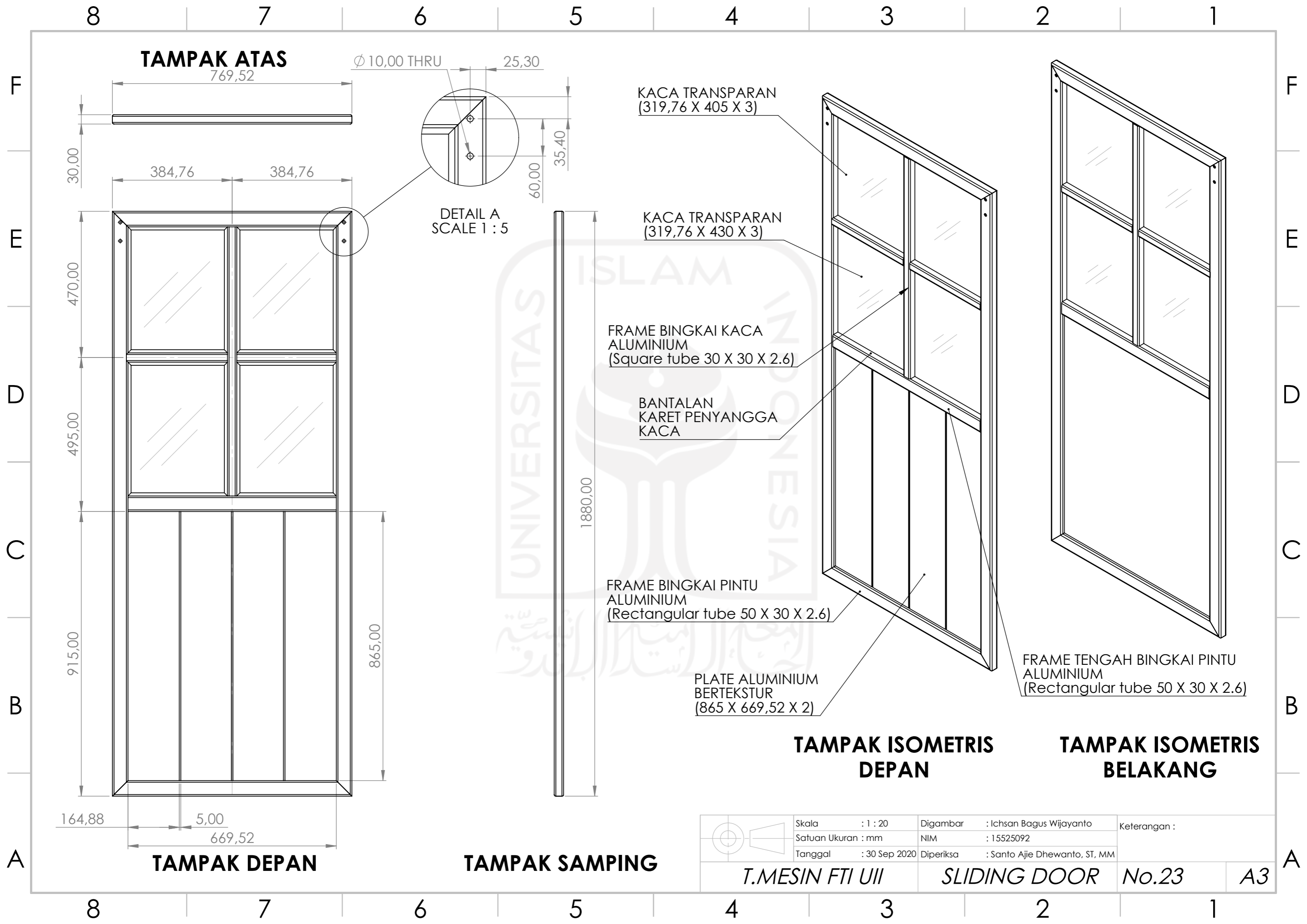


TAMPAK ISOMETRIS BELAKANG

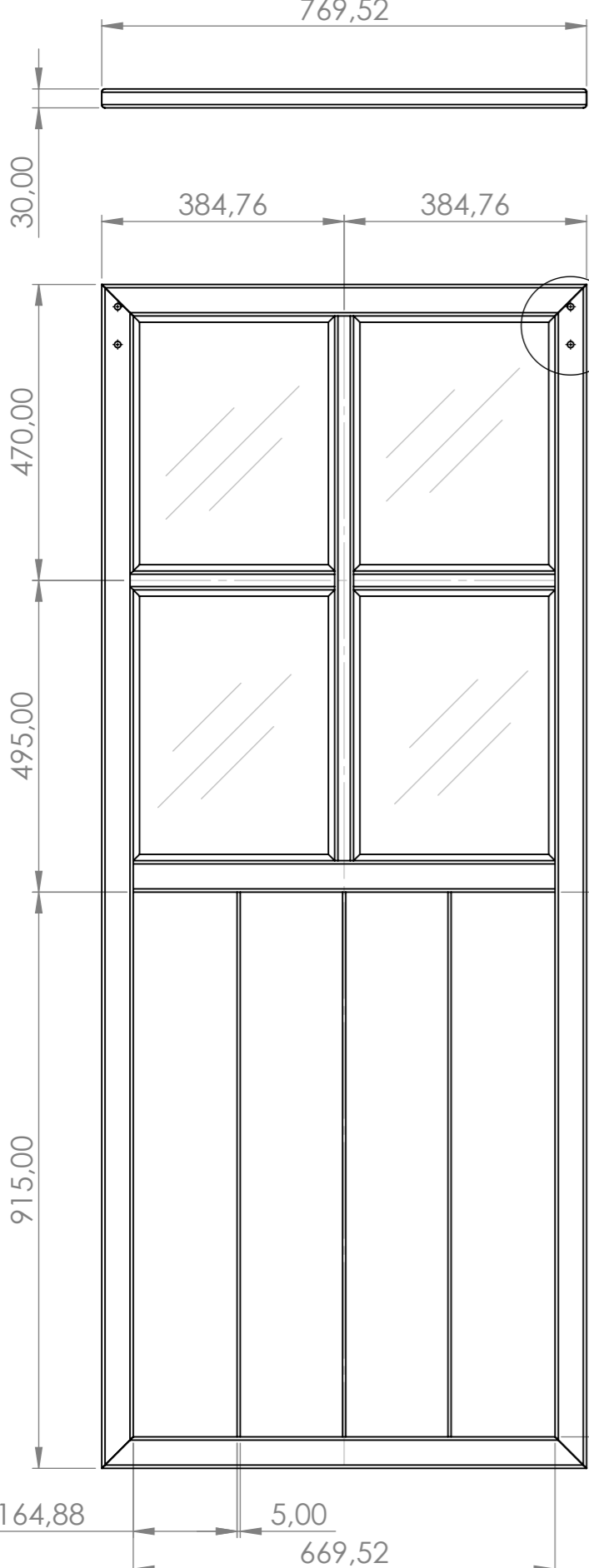
TAMPAK ISOMETRIS DEPAN

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Plain Carbon Steel Mass = 122.56 kilograms	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
	Tanggal : 30 Sep 2020			
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>PAGAR BALKON DEPAN</i>		<i>No.22</i>
				<i>A3</i>

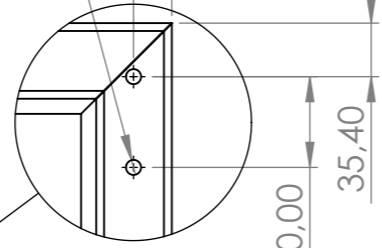
8 7 6 5 4 3 2 1



TAMPAK ATAS



Ø 10,00 THRU 25,30



DETAIL A
SCALE 1 : 5

KACA TRANSPARAN
(319,76 X 405 X 3)

KACA TRANSPARAN
(319,76 X 430 X 3)

FRAME BINGKAI KACA
ALUMINIUM
(Square tube 30 X 30 X 2.6)

BANTALAN
KARET PENYANGGA
KACA

FRAME BINGKAI PINTU
ALUMINIUM
(Rectangular tube 50 X 30 X 2.6)

PLATE ALUMINIUM
BERTEKSTUR
(865 X 669,52 X 2)

1880,00

865,00

**TAMPAK ISOMETRIS
DEPAN**

**TAMPAK ISOMETRIS
BELAKANG**

FRAME TENGAH BINGKAI PINTU
ALUMINIUM
(Rectangular tube 50 X 30 X 2.6)

TAMPAK DEPAN

TAMPAK SAMPING

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
T.MESIN FTI UII		SLIDING DOOR	No.23
			A3

8 7 6 5 4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

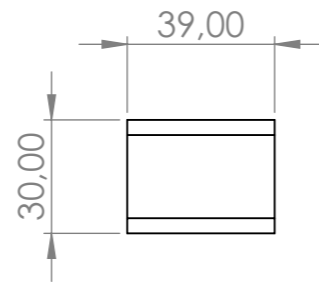
C

B

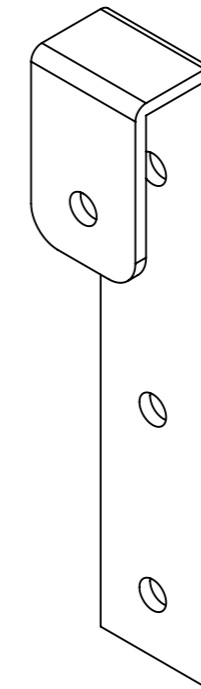
B

A

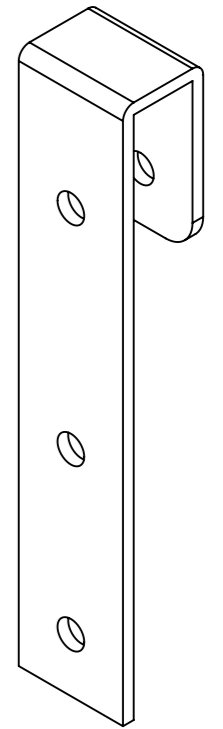
A



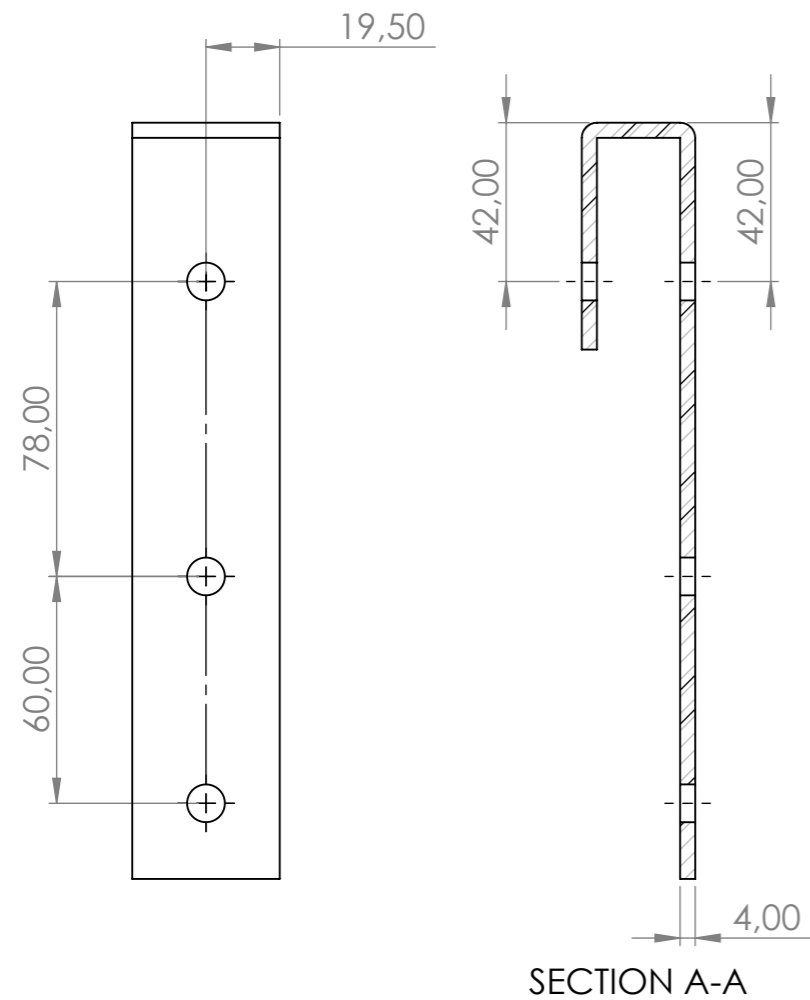
TAMPAK ATAS



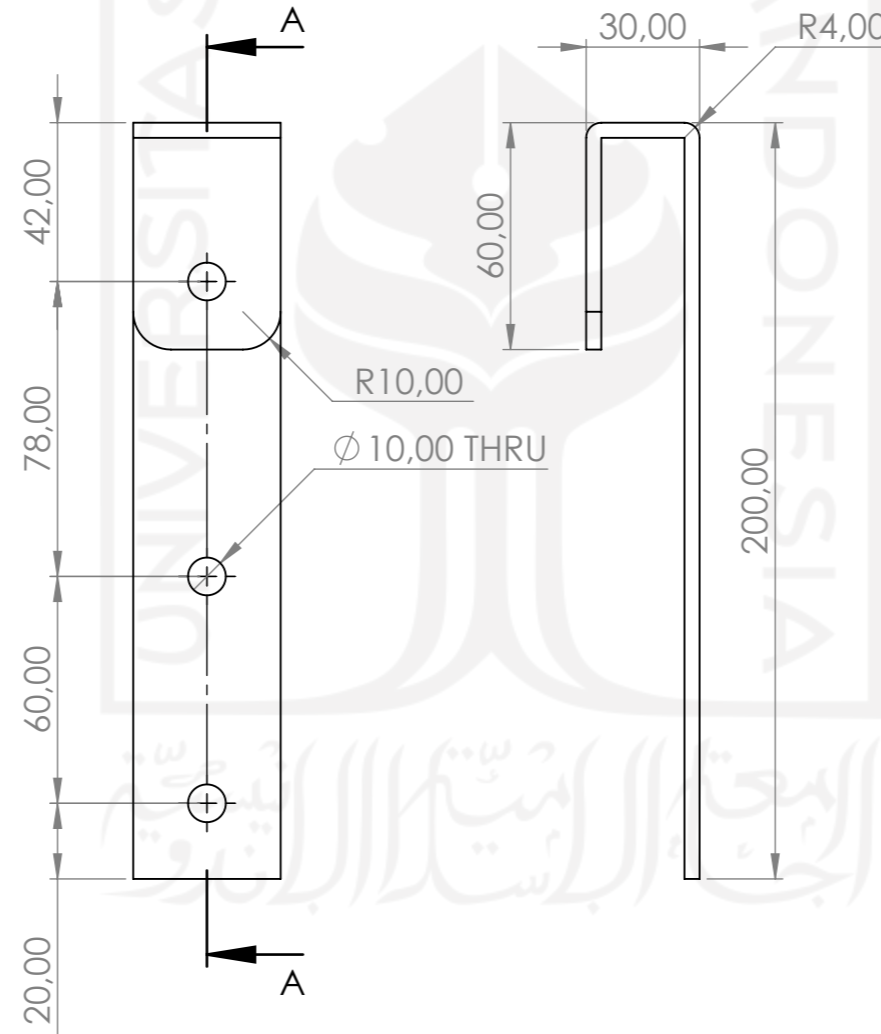
TAMPAK ISOMETRIS DEPAN



TAMPAK ISOMETRIS BELAKANG



TAMPAK BELAKANG

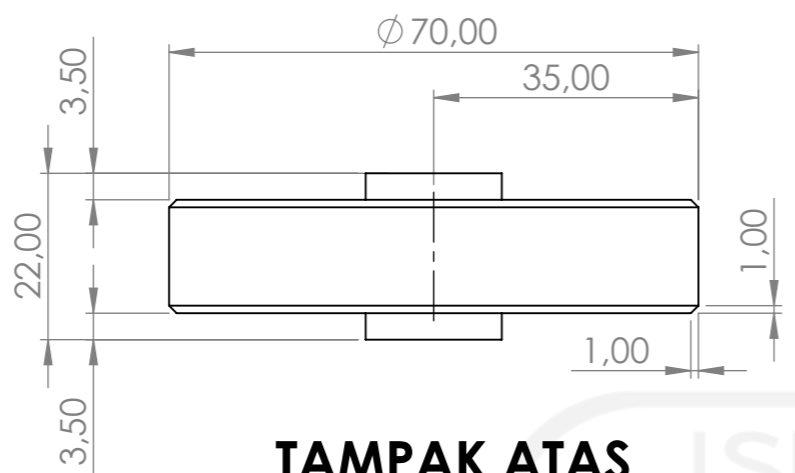


TAMPAK DEPAN

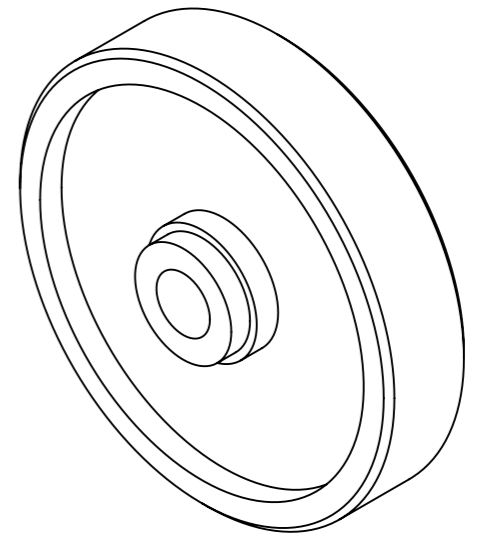
TAMPAK SAMPING

	Skala : 1 : 2	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Plain Carbon Steel Mass = 0.33 kilograms	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	No.24
	Tanggal : 30 Sep 2020	A3		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>PLATE GANTUNGAN PINTU</i>		<i>No.24</i>

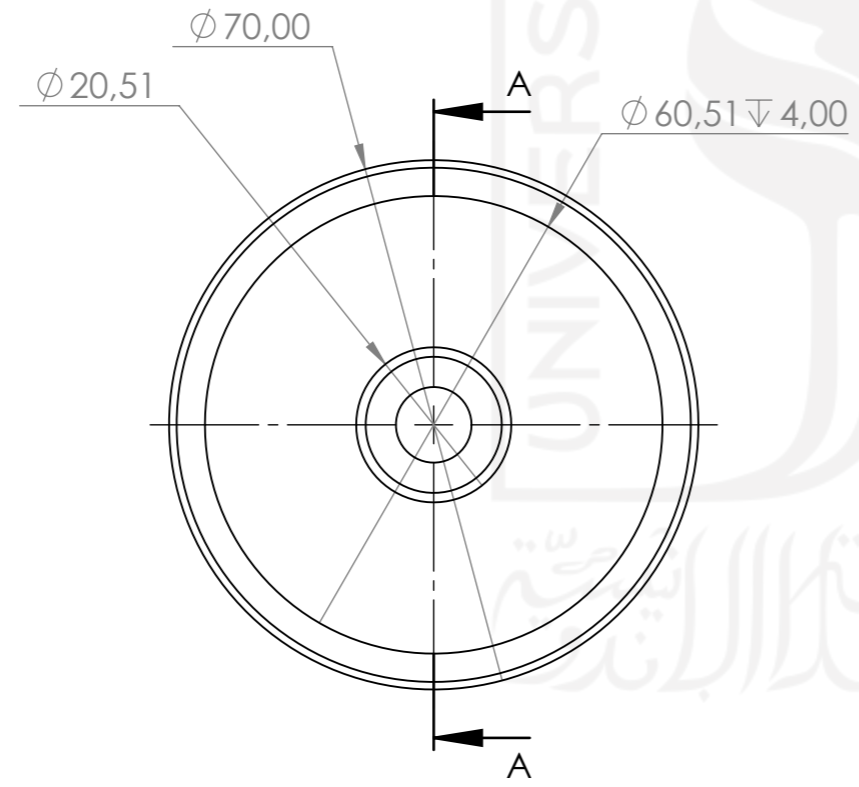
8 7 6 5 4 3 2 1



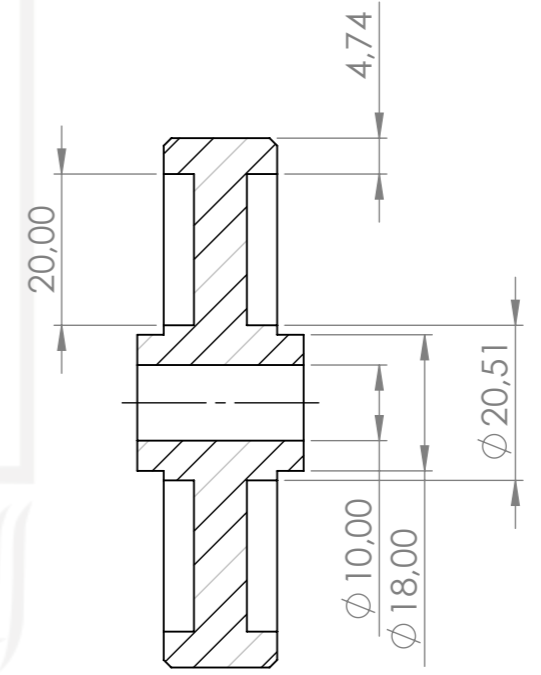
TAMPAK ATAS



TAMPAK ISOMETRIS

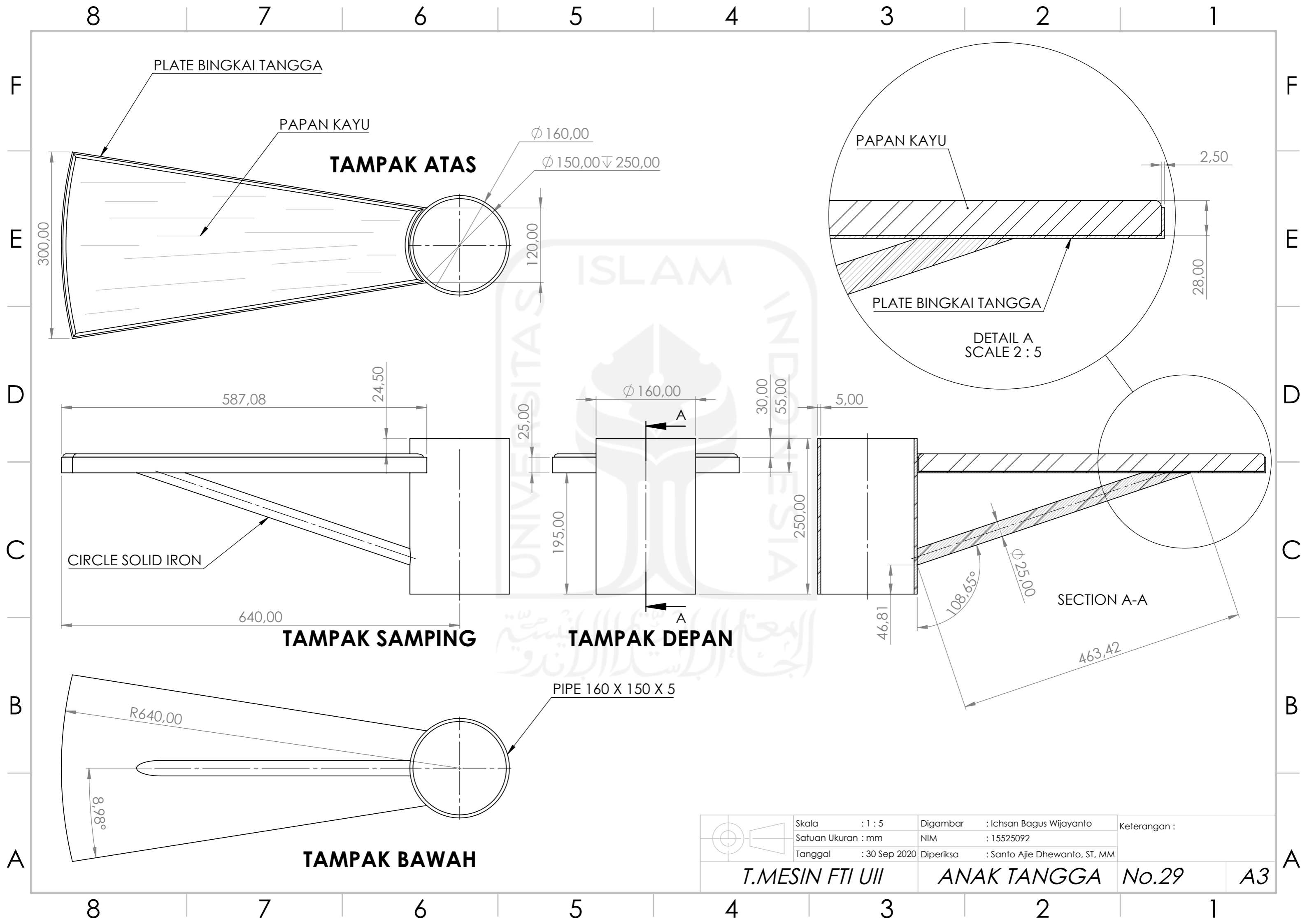


TAMPAK DEPAN

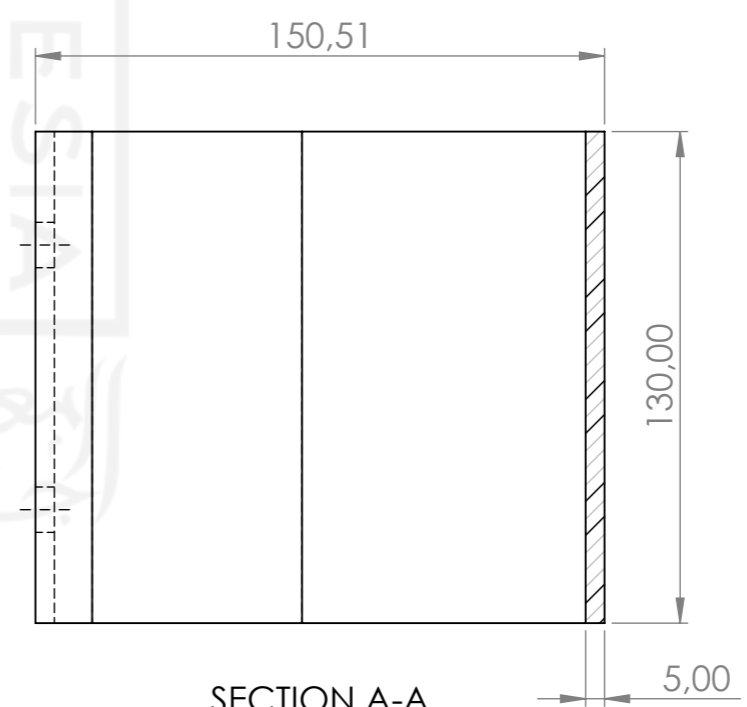
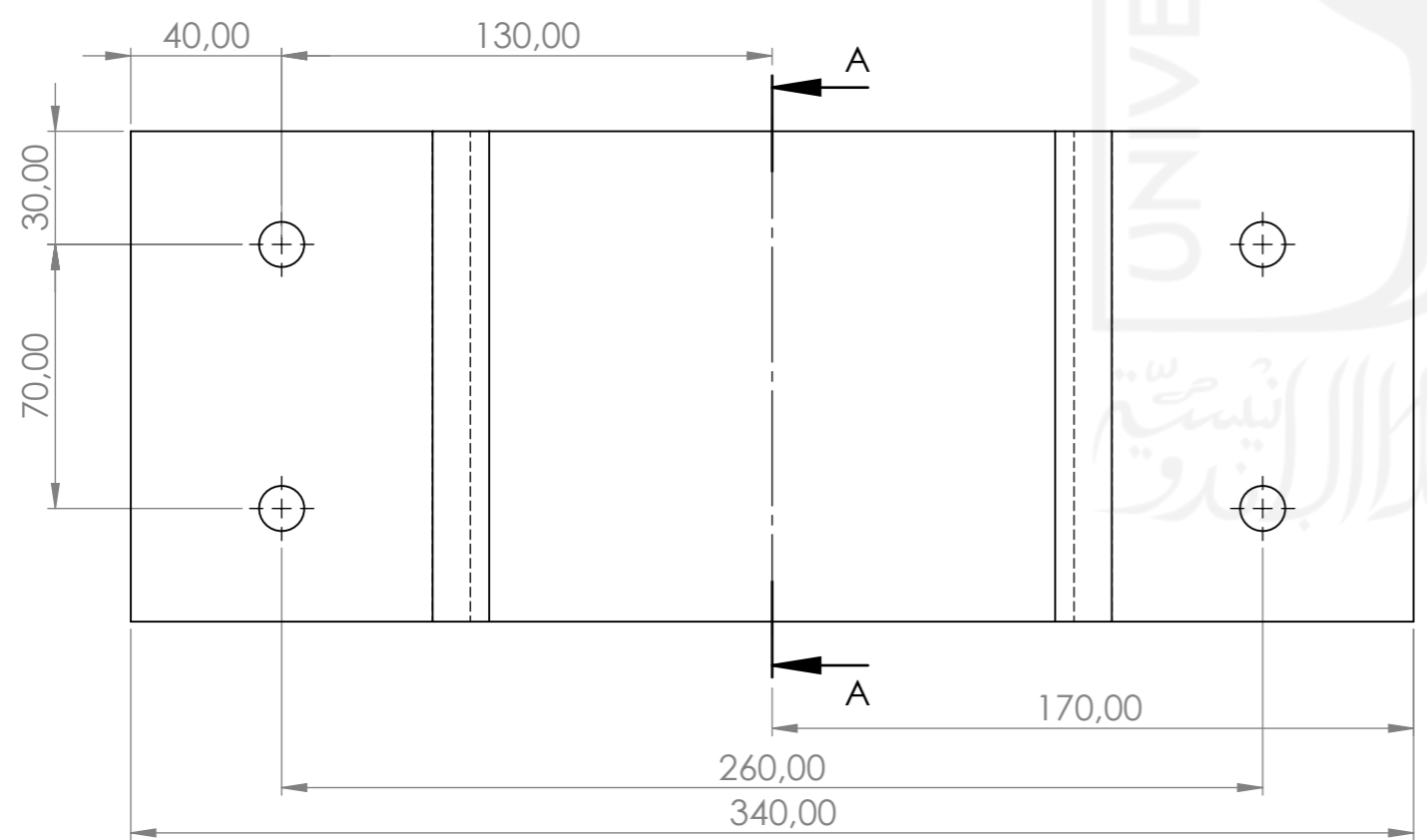
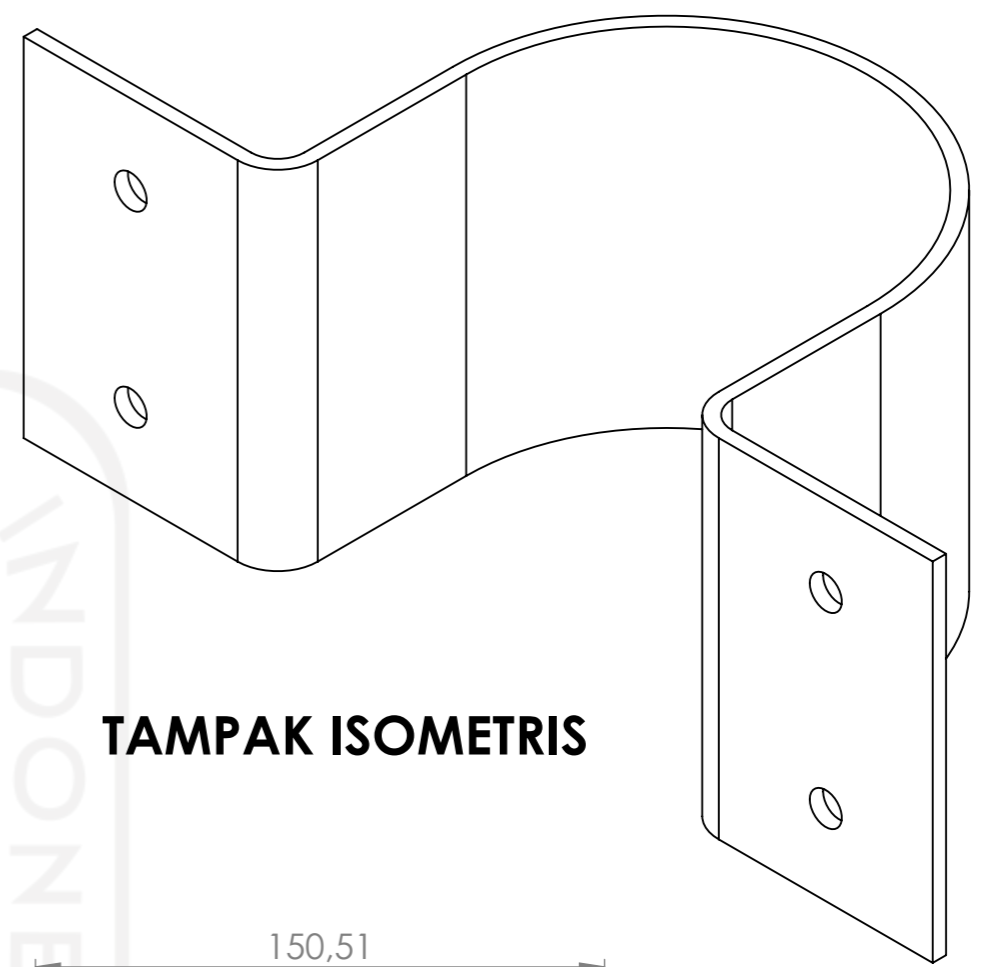
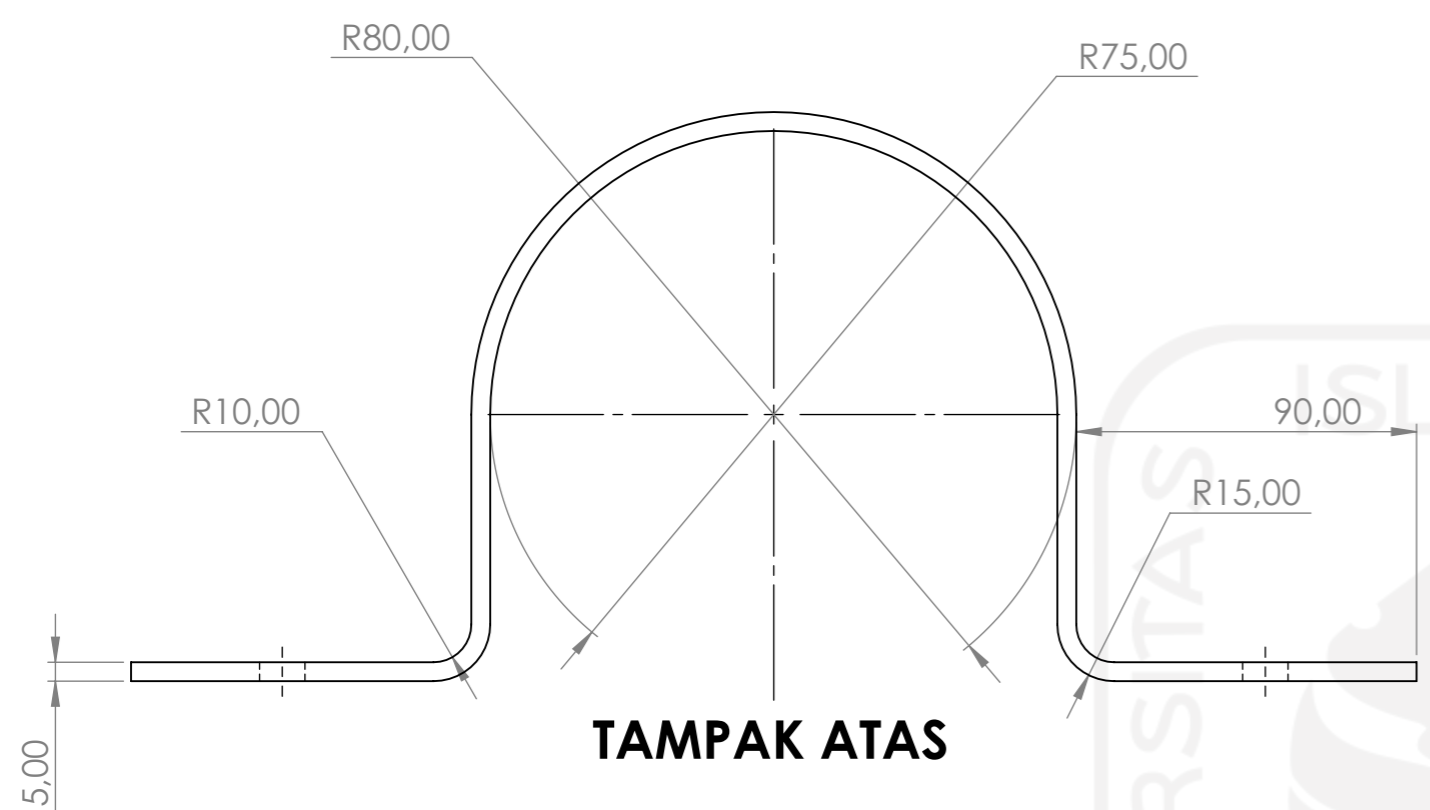


SECTION A-A

	Skala : 1 : 1	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Steel Mass = 0.29 kilograms
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>SLIDING ROLLER</i>	<i>No.25</i>
			A3



	Skala : 1 : 5	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
<i>T.MESIN FTI UII</i>		<i>ANAK TANGGA</i>	<i>No.29</i>	<i>A3</i>

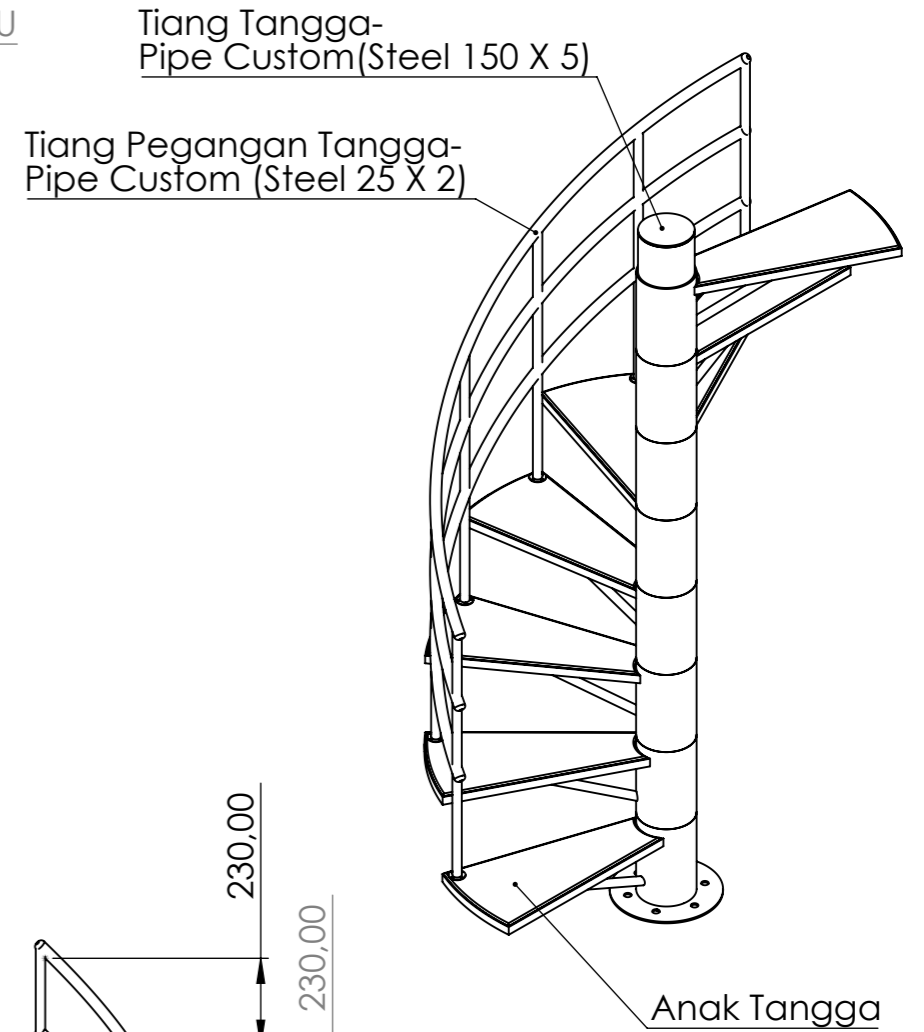
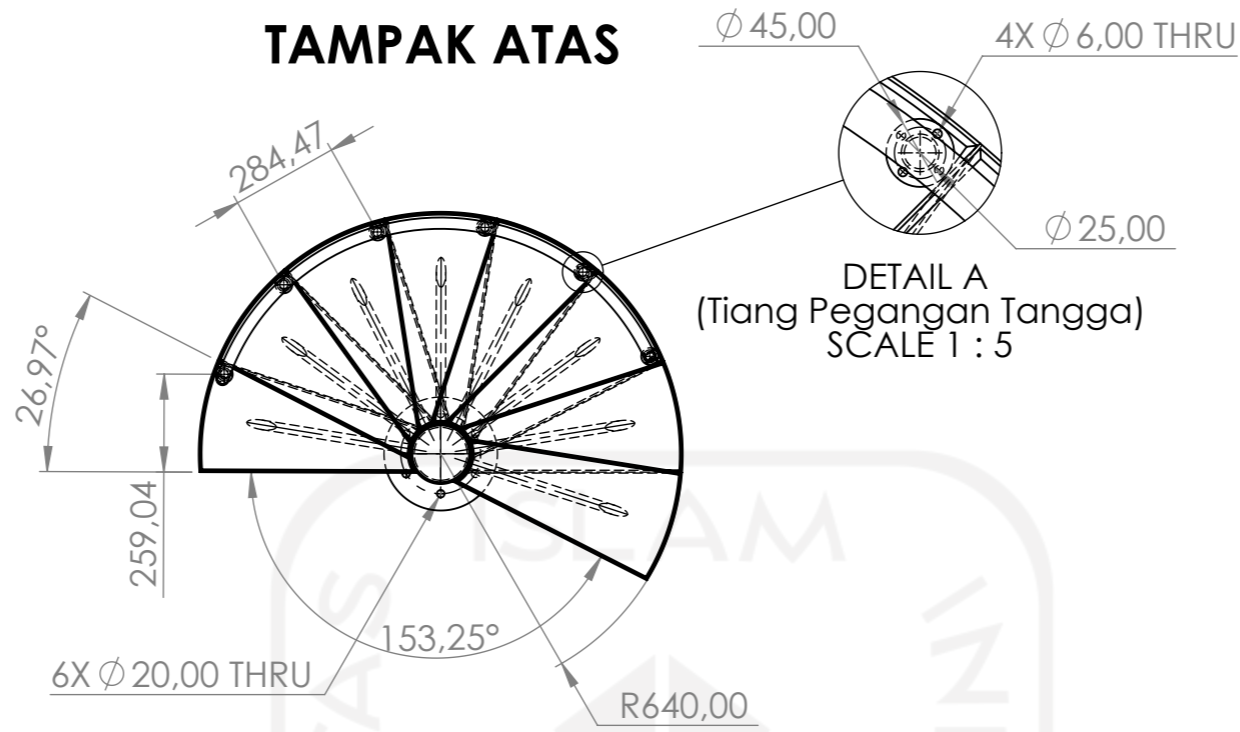


	Skala : 1 : 2	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan : Material = Steel
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092	
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM	
T.MESIN FTI UII		BRACKET TANGGA	No.30

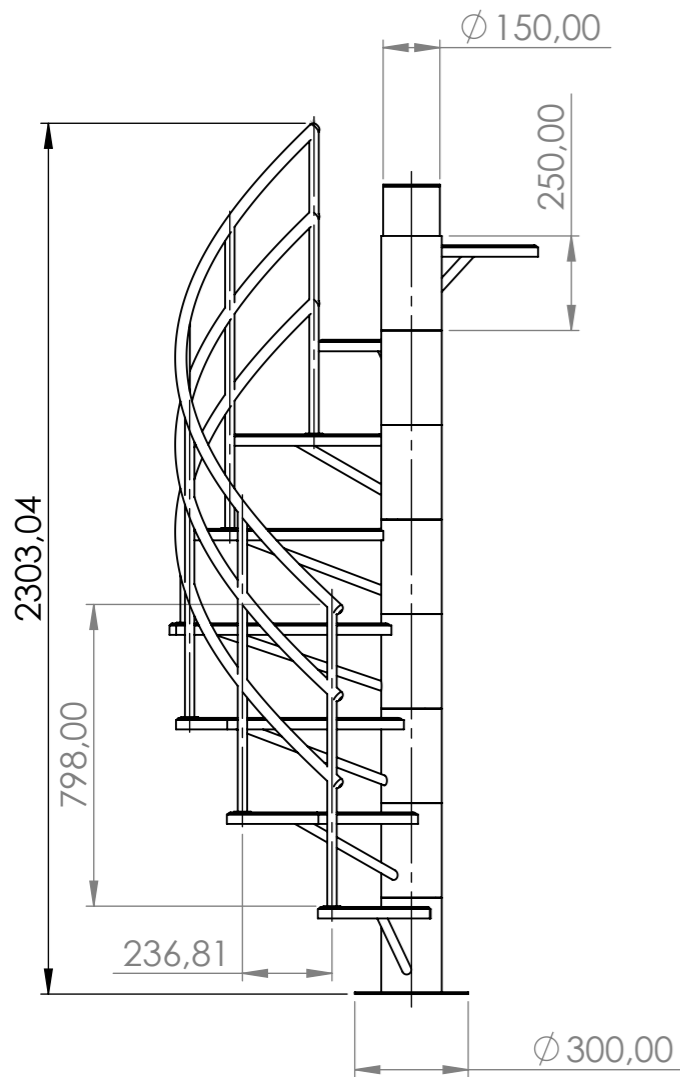
A3

8 7 6 5 4 3 2 1

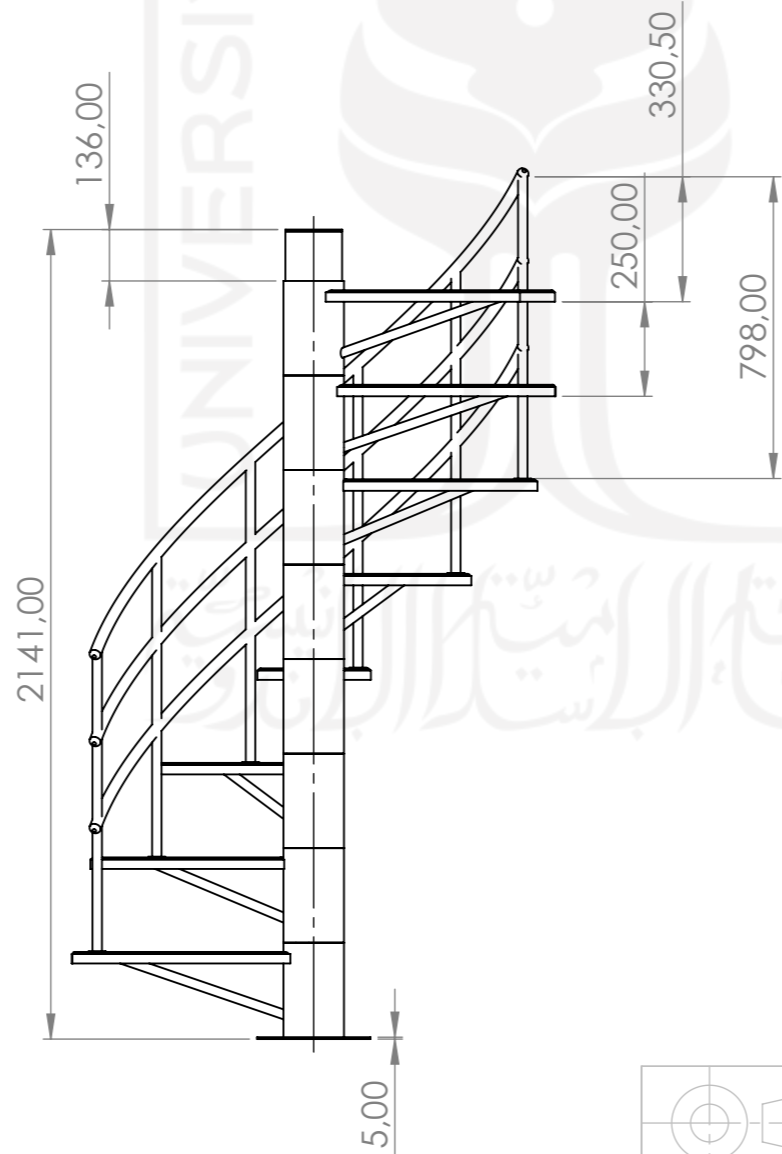
TAMPAK ATAS



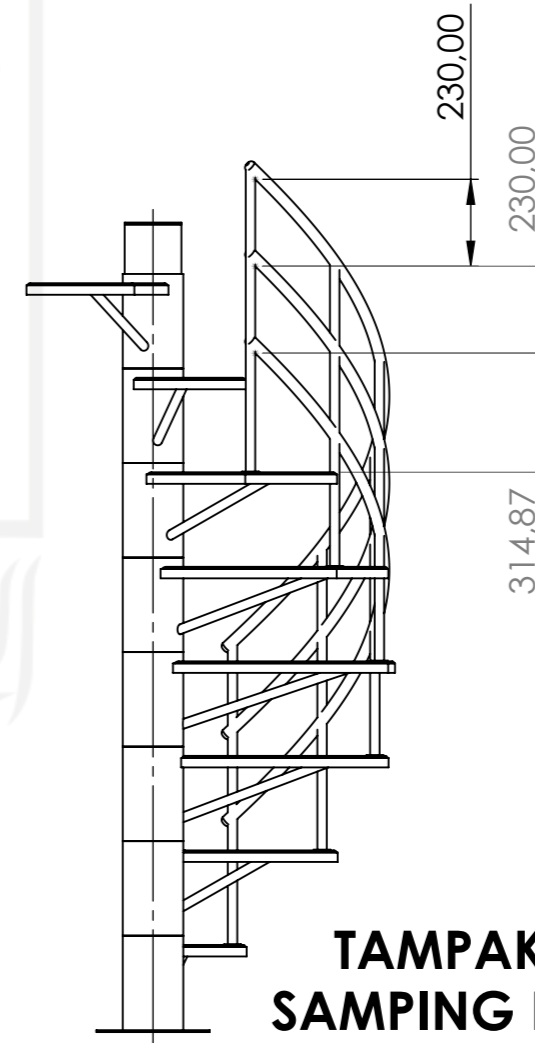
TAMPAK ISOMETRIS



TAMPAK SAMPING KANAN



TAMPAK DEPAN



TAMPAK SAMPING KIRI

	Skala : 1 : 20	Digambar : Ichsan Bagus Wijayanto	Keterangan :	
	Satuan Ukuran : mm	NIM : 15525092		
	Tanggal : 30 Sep 2020	Diperiksa : Santo Ajie Dhewanto, ST, MM		
T.MESIN FTI UII		TANGGA	No.31	A3

8 7 6 5 4 3 2 1

F
E
D
C
B
A

F
E
D
C
B
A