

**LAPORAN AKHIR
HIBAH BERSAING**



**DESAIN DAN PENGEMBANGAN PRODUK
SEPEDA MOTOR RODA TIGA
BERBAHAN BAKAR HIBRIDA
DENGAN BASIS PRODUKSI IKM**

Tahun ke-2 (satu) dari Rencana 3 (tiga) Tahun

TIM PENGUSUL

Ketua:

Ir. Farid Rizayana, MT (NIDN: 0403066801)

Anggota:

Ir. Toto Ramadhan, MT (NIDN: 0404126801)

**UNIVERSITAS PASUNDAN
Desember 2014**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : **Desain dan Pengembangan Produk Sepeda Motor Roda Tiga Berbahan Bakar Hibrida dengan Basis Produksi IKM**

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap : Ir. Farid Rizayana, MT
NIDN : 0403066801
JabatanFungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Mesin
Nomor HP : 081910014554
Alamat Surel (e-mail) : farid.rizayana@gmail.com

Anggota (1)

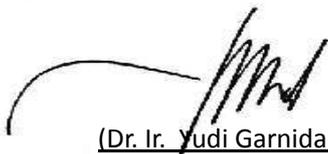
Nama Lengkap : Ir. Toto Ramadhan, MT
NIDN : 0404126801
Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan

Institusi Mitra

: -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -

TahunPelaksanaan : Tahun ke-2 (Satu) dari rencana 3 (tiga) tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 60.000.000,-
Biaya Keseluruhan : Rp. 200.350.000,-

Mengetahui,
Ketua Lembaga Penelitian,



(Dr. Ir. Yudi Garnida, MS)
NIPY : 151 002 29

Bandung, 15 Desember 2014

Ketua,



(Ir. Farid Rizayana, MT)
NIP: 151 101 82

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian



(Dr. Yaya Mulyana A. Azis, M.Si)
NIP: 151 101 56

RINGKASAN

Saat ini pemerintah tengah giat mengupayakan peningkatan jumlah dan kualitas UMKM, termasuk pengembangan usaha-usaha baru. Namun demikian, pengembangan UMKM terkendala oleh harga BBM yang terus meningkat serta harga kendaraan niaga yang semakin tidak terjangkau.

Tujuan umum penelitian ini adalah untuk menyediakan alat transportasi yang mendukung kegiatan UMKM dengan harga yang terjangkau, irit bahan bakar, kompak dimensinya dan memenuhi aspek keamanan dan kenyamanan.

Industri otomotif terutama industri komponen dan aksesoris otomotif tidak memiliki fasilitas dan kemampuan dalam Riset dan Pengembangan (R&D) sehingga mengandalkan “job order” dan melakukan duplikasi terhadap produk otomotif. Kondisi ini memperlihatkan daya saing industri komponen otomotif nasional sangat lemah, produk yang dihasilkan tidak dapat bersaing dengan produk impor. Tujuan lain penelitian ini adalah mendorong industri komponen otomotif, khususnya Industri Kecil & Menengah (IKM), yang sudah banyak tersebar di wilayah Jawa Barat, untuk memproduksi produk bersama berbasis riset, sehingga diharapkan budaya riset mulai berkembang di IKM komponen otomotif.

Kegiatan dimulai dengan sintesis desain produk, berdasarkan survey kebutuhan masyarakat, yang disertai dengan penyusunan konsep desain. Kemudian dilakukan Pemodelan CAD disertai dengan Simulasi dan Analisis Dinamik untuk memastikan kendaraan yang dikembangkan cukup stabil, aman dan nyaman untuk berbagai kondisi jalan di Indonesia. Tahapan ini memberikan informasi lain yang dibutuhkan pada tahapan Simulasi dan Analisis Kekuatan Struktur dan Komponen. Untuk memperoleh desain yang optimal, dilakukan Optimasi Desain dengan menggunakan metode-metode numerik. Tahapan ini disebut sebagai *Virtual Prototyping*, yaitu mengembangkan prototipe secara virtual. Tahap ini merupakan tahap yang berproses secara iteratif dan tidak dapat dipisahkan.

Produk dikembangkan dengan metoda *Virtual Prototyping*, dengan tujuan produk yang dihasilkan merupakan produk yang murah, ringan, sesuai dengan spesifikasi teknis yang diinginkan konsumen, dapat dibuat oleh IKM, konstruksi cukup kuat, nyaman digunakan serta aman baik bagi pengendara maupun barang yang dibawanya. Dengan metoda *Virtual Prototyping*, waktu dan biaya untuk pembuatan prototipe menjadi lebih singkat dan lebih murah.

Tahapan selanjutnya adalah Pembuatan Prototipe yang dilanjutkan dengan Pengujian Lapangan. Proses produksi dirancang sedemikian rupa sehingga komponen kendaraan dibuat oleh beberapa IKM, sedangkan assembling kendaraan dibuat oleh industri mitra.

Hasil yang diperoleh dari kegiatan penelitian tahun ke-2 adalah terciptanya desain, prototipe serta pasar kendaraan niaga roda tiga yang irit bahan bakar, kompak serta dibuat oleh IKM komponen otomotif lokal.

PRAKATA

Puji syukur Kami panjatkan kehadiran Allah SWT, yang atas rahmat-Nya maka kami dapat menyelesaikan kegiatan tahun ke-2 penelitian yang berjudul "Desain dan Pengembangan Produk Sepeda Motor Roda Tiga Berbahan Bakar Hibrida dengan Basis Produksi IKM" sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan.

Kegiatan penelitian ini dilakukan untuk pengembangan produk kendaraan niaga roda tiga yang dapat dibuat oleh IKM di industri komponen otomotif Jawa Barat. Dalam kegiatan ini, kami telah berupaya semaksimal mungkin untuk dapat menghasilkan kajian dan desain serta prototype yang terbaik, namun demikian kami menyadari masih banyak kekurangan-kekurangan baik pada teknis penulisan maupun materi, mengingat akan keterbatasan yang kami miliki. Untuk itu kritik dan saran dari semua pihak sangat kami harapkan demi penyempurnaan laporan kemajuan penelitian ini.

Dalam kegiatan penelitian ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga laporan ini dapat diselesaikan tepat waktu.

Akhirnya kami berharap semoga Allah memberikan imbalan yang setimpal pada mereka yang telah memberikan bantuan, dan dapat menjadikan semua bantuan ini sebagai ibadah, Amiin Yaa Robbal 'Alamiin.

Hormat kami,

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| HALAMAN PENGESAHAN | |
| RINGKASAN | i |
| PRAKATA | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| | |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Permasalahan | 2 |
| 1.3. Tujuan Khusus | 3 |
| 1.4. Urgensi (Keutamaan) Penelitian | 3 |
| 1.5. Temuan/Inovasi yang Ditargetkan | 4 |
| | |
| BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. State-of-the-art Bidang yang Diteliti dan Studi Pendahuluan yang Telah Dilaksanakan | 5 |
| 2.2. Hasil yang Sudah Dicapai | 6 |
| 2.3. Roadmap Penelitian | 7 |
| | |
| BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN | 8 |
| 3.1. Tujuan | |
| 3.2. Manfaat | |
| | |
| BAB 4. METODE PENELITIAN | 12 |
| | |
| BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN | 14 |
| 5.1. Pengembangan Produk | 14 |
| 5.2. Desain Menggunakan Virtual Prototyping | 15 |
| 5.2.1. Draft Desain dan Pemodelan Solid | 16 |
| 5.2.2. Simulasi Dinamik | 17 |
| 5.2.3. Simulasi Kekuatan | 22 |
| 5.2.4. Detail Desain | 23 |
| 5.2.5. Gambar Teknik | 23 |
| 5.3. Pembuatan Prototype | 24 |
| 5.3.1. Gambar Teknik | 24 |
| 5.3.2. Pembuatan Komponen | 24 |
| 5.3.3. Assembling | 26 |

| | |
|---|----|
| BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA | 27 |
| 6.1. Database IKM | 27 |
| 6.2. Pelatihan dan Bimbingan Teknis | 27 |
| 6.3. Pembuatan Contoh Produksi | 27 |
| 6.4. Pendaftaran Desain Industri dan Patent (HAKI) | 28 |
| 6.5. Komersialisasi Hasil Penelitian | 28 |
| | |
| BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN | 29 |
| | |
| DAFTAR PUSTAKA | 30 |
| | |
| LAMPIRAN | |
| Lampiran 1. Gambar Kerja Desain Sepeda Motor Roda Tiga | |
| Lampiran 2. Gambar Kerja Desain Aplikasi Sepeda Motor Roda Tiga | |
| Lampiran 3. Makalah Seminar Sinterin 2014 | |
| Lampiran 4. Database Industri Komponen Otomotif Jawa Barat | |

DAFTAR TABEL

| | |
|---------------------------------|----|
| Tabel 4.1 Jadwal Kegiatan | 12 |
|---------------------------------|----|

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Roadmap Penelitian | 8 |
| Gambar 4.1 Metode Penelitian | 11 |
| Gambar 5.1 Pemodelan Solid Motiro | 14 |
| Gambar 5.2 ModelSolid Motiro yang Disimulasikan | 16 |
| Gambar 5.3 Kondisi Simulasi | 17 |
| Gambar 5.1 Displacement | 17 |
| Gambar 5.2 Kecepatan | 18 |
| Gambar 5.3 Percepatan | 18 |
| Gambar 5.4 Pitch | 19 |
| Gambar 5.5 Roll | 19 |
| Gambar 5.6 Yaw | 20 |
| Gambar 6.1 Diagram alir simulasi kekuatan | 23 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Gambar Kerja Desain Sepeda Motor Roda Tiga
- Lampiran 2. Gambar Kerja Desain Aplikasi Sepeda Motor Roda Tiga
- Lampiran 3. Makalah Seminar Sinterin 2014
- Lampiran 4. Database Industri Komponen Otomotif Jawa Barat

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Industri otomotif merupakan industri yang diunggulkan baik untuk saat ini maupun masa yang akan datang. Dalam “Kebijakan Pembangunan Industri Nasional” (KPIN), Kementerian Perindustrian menyatakan di Bangun Sektor Industri Tahun 2025, Industri Agro, Industri Telematika, dan Industri Alat Angkut (otomotif) merupakan mesin penggerak utama (prime mover) perekonomian nasional, sekaligus tulang punggung ketahanan ekonomi nasional dengan berbasis sumber daya nasional, yang memiliki struktur keterkaitan dan kedalaman yang kuat, serta memiliki daya saing yang tangguh di pasar internasional. Untuk Industri Otomotif, pokok-pokok rencana aksi dalam jangka menengah adalah memfokuskan peningkatan kemampuan industri komponen. Untuk jangka panjang selanjutnya diarahkan pada pembangunan kapasitas nasional di bidang teknologi agar industri alat angkut memiliki kemandirian dalam desain dan rekayasa komponen, sub-assembly, maupun barang jadi.

Namun demikian, kondisi saat ini industri otomotif tertinggal dari negara-negara lain, bahkan tertinggal jauh dari negara-negara ASEAN lainnya seperti Thailand dan Malaysia, padahal Indonesia memiliki beberapa keunggulan seperti pasar lokal yang cukup besar.

Di IKM otomotif, kondisinya dapat diuraikan sebagai berikut:

- **Industri komponen otomotif**, masih mengandalkan “job order”, masih sedikit yang membuat produk kemudian dijual ke pasar bebas karena sulit bersaing dengan produk impor
- **Industri aksesoris otomotif**, saat ini masih membuat produk dengan cara duplikasi dari produk aksesoris otomotif yang sudah ada di pasar

Pemerintah selalu mengupayakan peningkatan jumlah dan kualitas UMKM, termasuk pengembangan usaha-usaha baru. Saat ini, UMKM terkendala oleh harga BBM yang terus meningkat serta harga kendaraan niaga yang semakin tidak terjangkau. Tidak tersedianya kendaraan niaga yang murah dan irit BBM menjadi salah satu penyebab UMKM kurang pesat perkembangannya.

1.2. Permasalahan

Industri otomotif nasional tidak dapat berkembang tanpa dukungan industri komponen yang kuat. Hal ini dapat dilihat di India, China dan Malaysia, dimana industri otomotifnya berkembang pesat dengan berbagai *brand* lokal yang sudah mulai mendunia. Produk seperti Tata dari India, Cherry dari China dan Proton dari Malaysia saat ini tengah bersiap-siap memasuki pasar Amerika dan Eropa.

Salah satu hal yang menyebabkan IKM komponen tidak dapat bersaing adalah tidak adanya kegiatan *research and development* (R&D) di IKM. IKM cenderung menjiplak produk yang sedang laku dengan berusaha menekan biaya produksi namun mengabaikan kualitas. Tidak banyak IKM yang melakukan inovasi yang mampu membuat produk dengan kualitas tinggi dengan biaya produksi yang rendah, ataupun membuat produk baru.

Dana untuk kegiatan R&D dinilai mahal sehingga diabaikan oleh IKM, padahal perguruan tinggi (PT) seringkali melakukan kegiatan penelitian yang tidak bertujuan untuk menyelesaikan masalah-masalah di IKM. Kurangnya *link and match* antara PT dan IKM menyebabkan kegiatan berjalan masing-masing tanpa adanya sinergi yang saling menguntungkan.

Industri otomotif terutama industri komponen dan aksesoris otomotif tidak memiliki fasilitas dan kemampuan dalam Riset dan Pengembangan (R&D) sehingga mengandalkan "job order" dan melakukan duplikasi terhadap produk otomotif. Dengan cara produksi seperti ini, produk yang dihasilkan tidak dapat bersaing dengan produk impor.

Masalah yang dirumuskan dalam usulan penelitian Hibah Bersaing ini adalah:

1. IKM Komponen Otomotif dalam kegiatan usahanya masih berorientasi *Manufakture Base*, belum banyak yang berorientasi pada *Produk Base*.
2. Belum tersedia kendaraan niaga yang harganya terjangkau oleh UKM serta irit bahan bakar

1.3. Tujuan Khusus

Kegiatan ini secara umum bertujuan untuk mempercepat difusi dan pemanfaatan hasil riset di bidang otomotif dan komponennya, dari Perguruan Tinggi (Design Center FT-UNPAS), dan para praktisi yang telah menghasilkan inovasi di bidang iptek otomotif ke dalam IKM otomotif, sehingga menghasilkan sebuah produk yang berdaya jual tinggi (layak jual dan harga terjangkau) dan bermanfaat untuk mendukung kegiatan UMKM

Adapun tujuan khusus kegiatan ini adalah:

1. Mempromosikan kegiatan Design dan Engineering sebagai bagian dari Riset dan Pengembangan yang melibatkan IKM komponen otomotif
2. Menyediakan alat transportasi untuk mendukung kegiatan UMKM dengan harga yang terjangkau, irit bahan bakar, kompak dimensinya dan memenuhi aspek keamanan dan kenyamanan
3. Link & Match antara Perguruan Tinggi (PT) dan Industri, dimana PT berfungsi sebagai lembaga Riset dan Pengembangan (R&D) sedangkan Industri berperan sebagai penghasil produk. Diharapkan produk yang dihasilkan merupakan produk inovatif yang dapat bersaing di pasar lokal maupun global

1.4. Urgensi (Keutamaan) Penelitian

Sasaran kegiatan yang diusulkan ini adalah:

1. IKM komponen Otomotif yang berada di wilayah Jawa Barat
2. Produk Sepeda Motor Roda Tiga untuk Kendaraan Niaga
3. Kendaraan Hibrida

1.5. Temuan/Inovasi yang Ditargetkan

Temuan/inovasi yang diharapkan dari usulan penelitian ini adalah:

1. Kendaraan niaga berupa sepeda motor roda tiga yang murah dan irit
2. Kendaraan Hibrida berbahan bakar BBM dan Listrik

Efek dari diseminasi hasil kegiatan bagi industri, ekonomi dan masyarakat Indonesia adalah:

1. Meningkatkan kandungan iptek dalam kegiatan IKM otomotif

2. Terwujudnya produk inovatif berupa Sepeda Motor Roda Tiga berbahan bakar Hibrida (BBM dan Listrik) yang kompak, murah dan irit
3. Tumbuhnya usaha komponen otomotif baru
4. Terwujudnya kemitraan pemberdayaan iptek antara Design Center FT-UNPAS (Perguruan Tinggi) dan pelaku usaha bidang otomotif dan permesinan yang tergabung dalam klaster industry otomotif (industri/dunia usaha)
5. Kegiatan ini melibatkan Klaster otomotif yang berada di Jawa Barat, maka akan terjadi peningkatan kegiatan iptek di daerah Jawa Barat yang dibiayai melalui APBD
6. UMKM akan tumbuh berkembang dengan tersedianya kendaraan niaga yang murah dan irit

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *State-of-the-art* Bidang yang Diteliti dan Studi Pendahuluan yang Telah Dilaksanakan

Berikut ini penjelasan mengenai penelitian-penelitian yang pernah dilakukan oleh Tim Peneliti, dimana pengalaman dan hasil penelitiannya dapat memberikan kontribusi terhadap penelitian yang diusulkan;

Penelitian tentang "Multibody Dynamic Analysis of Vehicle Suspension System", oleh Indra Nurhadi dan team pada tahun 2000. Sebagian dari penelitian tersebut dijadikan materi thesis (tugas akhir) S2 atas nama Farid Rizayana. Materi yang ada pada penelitian ini akan digunakan kembali dalam desain, analisis dan simulasi *Integrated Cargo Box* Sepeda Motor.

Penelitian **Program Relevansi DIKTI** dengan judul "Pembuatan Modul Pelatihan untuk Industri Skala Kecil Indonesia", oleh Bambang Ariantara, Gatot Santoso, Syahbardia dan Farid Rizayana pada tahun 1997. Penelitian ini membantu memberikan informasi mengenai industri kecil di Indonesia yang dibutuhkan untuk menyusun konsep desain *Integrated Cargo Box* Sepeda Motor.

Penelitian dengan judul "Optimasi Desain Rem Cakram Sepeda Motor" oleh Farid Rizayana dan team pada tahun 2000 di **Lingkungan Industri Kecil (LIK) Gede Bage, Bandung**. Penelitian ini memberikan gambaran peta industri kecil, terutama industri komponen otomotif di sekitar kota Bandung yang bermanfaat dalam penyusunan konsep desain *Integrated Cargo Box* Sepeda Motor.

Penelitian dengan judul "Desain dan Pembuatan Prototipe Sepeda Listrik", oleh Farid Rizayana dan team pada tahun 2001. Penelitian ini memberikan pengalaman dalam hal merancang kendaraan menggunakan sebanyak mungkin komponen-komponen yang sudah ada di pasaran lokal, sehingga harga produksi sepeda dapat ditekan.

Penelitian dengan judul "Desain dan Pembuatan Prototipe Sepeda Komposit", oleh Farid Rizayana dan team pada tahun 2002. Penelitian ini memberikan pengalaman dalam hal merancang kendaraan menggunakan material komposit sehingga bobot sepeda menjadi lebih ringan dan dapat diproduksi menggunakan peralatan sederhana.

Penelitian dengan judul "Kekuatan Struktur Rangka Kendaraan Amphibi (LARASUNTAI)" oleh Farid Rizayana dan team di **PT. PINDAD** pada tahun 2002. Penelitian ini memberikan pengalaman dalam merancang struktur kendaraan dengan menitik beratkan pada perhitungan kekuatan struktur secara numerik.

Penelitian **Hibah PEKERTI** dengan judul "Desain, Analisis Kekuatan, Simulasi Kestabilan dan Pembuatan Prototipe Chassis Mobil Roda Tiga" oleh Farid Rizayana dan team pada tahun 2004-2005. Penelitian ini mengembangkan metoda desain untuk kendaraan, sehingga prototipe kendaraan dapat dibuat dengan cepat namun biaya pembuatan dapat ditekan.

2.2. Hasil yang Sudah Dicapai

Hasil penelitian yang sudah dicapai adalah:

Penelitian **Hibah PEKERTI** dengan judul "Desain, Analisis Kekuatan, Simulasi Kestabilan dan Pembuatan Prototipe Chassis Mobil Roda Tiga" oleh Farid Rizayana dan team pada tahun 2004-2005. Penelitian ini mengembangkan metoda desain untuk kendaraan, sehingga prototipe kendaraan dapat dibuat dengan cepat namun biaya pembuatan dapat ditekan.

Desain dan Prototipe Sepeda Motor Roda Tiga. Prototipe ini merupakan modifikasi dari sepeda motor produksi nasional

2.3. Roadmap Penelitian

| | | | | | | | |
|-----------|-------------------|---|---|--|---|-------------------------------------|--|
| OUTPUT | Produk | Design Roda 3 Tilt Steering | | Prototype Roda 3 | Alpha-Prototype Integrated Cargo Box | Beta-Prototype Integrated Cargo Box | Produk hasil produksi Integrated Cargo Box |
| | Tulisan | | | Seminar Nasional | Seminar Nasional | Jurnal Nasional | Seminar Internasional & Buku Text |
| | HKI | | | | Desain Industri | Paten Sepeda Motor Niaga | |
| TEKNOLOGI | Aplikasi Komposit | Aplikasi Komposit untuk Pembuatan Prototipe Kendaraan | | | Aplikasi Komposit untuk Produksi Kendaraan | | |
| | Proses Produksi | Pembuatan Prototipe Struktur Kendaraan | | | Metoda Produksi Struktur Kendaraan untuk Small Volume Mass Production | | |
| | Metoda Desain | Reverse Engineering | Optimalisasi Desain | | Parametrik Desain | | |
| RISET | Aplikasi Komposit | Rancang Bangun Kendaraan | Pengembangan Metoda "Virtual Prototyping" | Desain Metoda dan Alat Bantu Produksi Komposit | | Optimalisasi Proses Produksi | |
| | Proses Produksi | | | Desain Metoda dan Alat Bantu Produksi Struktur Kendaraan | | | |
| | Metoda Desain | | | Desain Kendaraan dengan <i>Virtual Prototyping</i> | | | |
| | | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan

Kegiatan ini secara umum bertujuan untuk mempercepat difusi dan pemanfaatan hasil riset di bidang otomotif dan komponennya, dari Perguruan Tinggi (Design Center FT-UNPAS), dan para praktisi yang telah menghasilkan inovasi di bidang iptek otomotif ke dalam IKM otomotif, sehingga menghasilkan sebuah produk yang berdaya jual tinggi (layak jual dan harga terjangkau) dan bermanfaat untuk mendukung kegiatan UMKM

3.2. Manfaat

Adapun manfaat kegiatan ini adalah:

1. Mempromosikan kegiatan Design dan Engineering sebagai bagian dari Riset dan Pengembangan yang melibatkan IKM komponen otomotif
2. Menyediakan alat transportasi untuk mendukung kegiatan UMKM dengan harga yang terjangkau, irit bahan bakar, kompak dimensinya dan memenuhi aspek keamanan dan kenyamanan
3. Link & Match antara Perguruan Tinggi (PT) dan Industri, dimana PT berfungsi sebagai lembaga Riset dan Pengembangan (R&D) sedangkan Industri berperan sebagai penghasil produk. Diharapkan produk yang dihasilkan merupakan produk inovatif yang dapat bersaing di pasar lokal maupun global

BAB 4

METODE PENELITIAN

Metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.

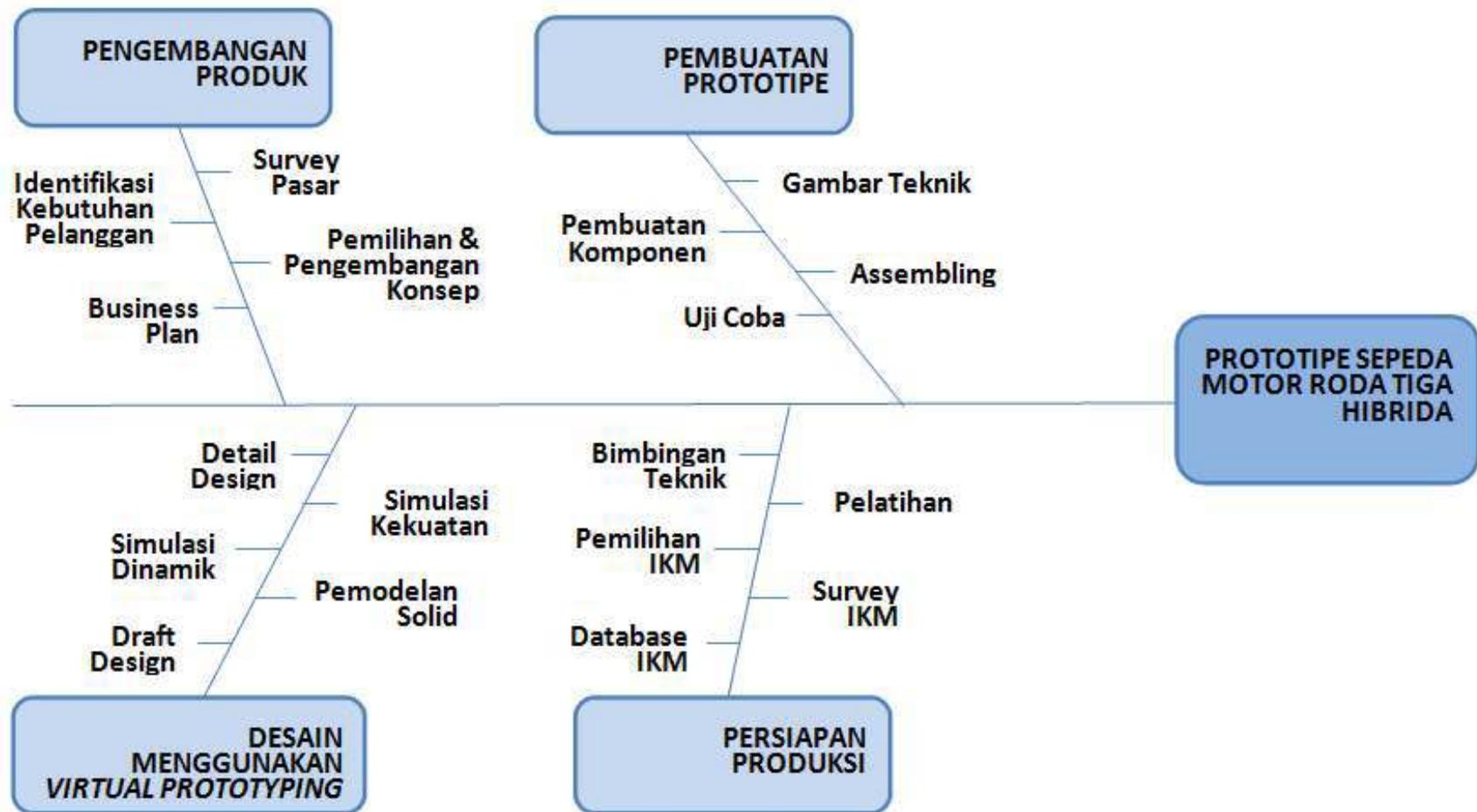
Pengembangan Produk

Proses pengembangan dan desain produk digunakan untuk mengandalkan terutama pada pengalaman insinyur dan penilaian dalam menghasilkan desain konsep awal. Sebuah prototipe fisik kemudian dibangun dan diuji dalam rangka untuk mengevaluasi kinerjanya. Tanpa cara untuk mengevaluasi kinerjanya di muka, prototipe awal adalah sangat tidak mungkin untuk memenuhi harapan. Insinyur biasanya harus merancang ulang konsep awal beberapa kali untuk mengatasi kelemahan yang terungkap dalam pengujian fisik.

Desain Menggunakan Virtual Prototyping

Virtual prototyping adalah teknik dalam proses pengembangan produk. Ini melibatkan menggunakan computer-aided design (CAD) dan teknik komputer-dibantu (CAE) perangkat lunak untuk memvalidasi desain sebelum melakukan membuat prototipe fisik. Hal ini dilakukan dengan menciptakan (biasanya 3D) komputer bentuk geometris yang dihasilkan (bagian) dan baik menggabungkan mereka ke dalam sebuah "assembly" dan menguji gerakan mekanis yang berbeda, fit dan fungsi atau banding hanya estetika. Perakitan atau bagian individu bisa dibuka di CAE perangkat lunak untuk mensimulasikan perilaku produk di dunia nyata.

Hari ini, produsen berada di bawah tekanan untuk mengurangi waktu ke pasar dan mengoptimalkan produk ke tingkat yang lebih tinggi kinerja dan kehandalan. Sebuah jumlah yang jauh lebih tinggi dari produk yang sedang dikembangkan dalam bentuk prototip virtual di mana perangkat lunak simulasi rekayasa yang digunakan untuk memprediksi kinerja sebelum membangun prototipe fisik. Insinyur dapat dengan cepat menjelajahi kinerja ribuan alternatif desain tanpa investasi waktu dan uang yang dibutuhkan untuk membangun prototipe fisik. Kemampuan untuk mengeksplorasi berbagai alternatif desain mengarah pada peningkatan kinerja dan kualitas desain. Namun waktu yang dibutuhkan untuk membawa produk ke pasar biasanya berkurang secara substansial karena prototipe virtual dapat diproduksi lebih cepat daripada prototipe fisik.



Gambar 4.1 Metode Penelitian

Pembuatan Prototipe

Gambar Teknik

Fungsi gambar digolongkan menjadi tiga golongan berikut :

- **Penyampaian Informasi**

Gambar mempunyai tugas meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada orang-orang yang bersangkutan, kepada perencana proses, pembuatan, pemeriksaan, perakitan dan sebagainya. Orang-orang yang bersangkutan bukan saja orang-orang dalam pabrik sendiri, tetapi juga orang-orang dalam pabrik sub kontrak ataupun orang-orang asing dalam bahasa lain.

- **Pengawetan, Penyimpanan dan penggunaan keterangan**

Gambar merupakan data teknis yang sangat penting sebagai bahan informasi untuk rencana-rencana yang akan datang sehingga diperlukan cara-cara penyimpanan, kodifikasi nomor urut gambar dan lain-lain.

- **Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi**

Dalam perencanaan, konsep abstrak yang melintas dalam pikiran diwujudkan dalam bentuk gambar melalui proses. Pertama-tama analisa dan disintesa dengan gambar. Kemudian gambarnya diteliti dan dievaluasi. Proses ini diulang-ulang sehingga didapatkan gambar yang sempurna. Dengan demikian gambar tidak hanya melukiskan gambar, tetapi berfungsi juga sebagai peningkat daya pikir untuk perencana. Oleh karena itu sarjana teknik tanpa kemampuan menggambar akan kekurangan cara penyampaian keinginan maupun cara menerangkan.

Tabel 4.1 Jadwal Kegiatan

| No | KEGIATAN | TAHUN 2013 | | | | | | TAHUN 2014 | | | | | | TAHUN 2015 | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|------------|---|---|-------------|---|---|--------------|---|---|-------------|---|---|------------|---|---|-------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Semester I | | | Semester II | | | Semester III | | | Semester IV | | | Semester V | | | Semester VI | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Persiapan | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Pengembangan Produk | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1. Survey Pasar | | | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2. Identifikasi Kebutuhan Pasar | | | | | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3. Pemilihan dan Pengembangan Konsep | | | | | | | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4. Business Plan | | | | | | | | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Desain menggunakan Virtual Prototyping | | | | | | | | | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1. Draft Design | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2. Pemodelan Solid | | | | | | | | | | | | | █ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3. Simulasi Dinamik | | | | | | | | | | | | | | █ | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4. Simulasi Kekuatan | | | | | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | █ | █ | | | | | | | | | |
| | 5. Detail Design | | | | | | | | | | | | | | | | | █ | █ | █ | | | | | | | | | |
| 4 | Pembuatan Prototype | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan metodologi, kegiatan dikelompokkan menjadi 4 kegiatan, yaitu:

1. Model Bisnis
2. Desain Menggunakan Virtual Prototyping
3. Pembuatan Prototipe
4. Persiapan Produksi

5.1. Model Bisnis

Berdasarkan survey kebutuhan masyarakat yang dilakukan pada tahun ke-1 penelitian ini, yang disertai dengan penyusunan identifikasi kebutuhan pelanggan beserta pemilihan dan pengembangan konsep, dibuatkan model bisnis dengan metode "Business Model Canvas". Model bisnis menjelaskan alasan tentang bagaimana sebuah organisasi menciptakan, memberikan, dan menangkap nilai-nilai.

Elemen dalam Business Model Canvas mencakup *Customer Segment*, *Value Proposition*, *Channel*, *Customer Relationship*, *Revenue Stream*, *Key Resources*, *Key Activities*, *Key Partnership*, dan *Cost Structure*. Untuk menyusun model bisnis menggunakan pendekatan ini dimulai dari *Customer Segment*, diikuti dengan *Value Proposition*, *Channel*, *Customer Relationship*, *Revenue Stream*, *Key Resources*, *Key Activities*, *Key Partners*, dan *Cost Structure*.

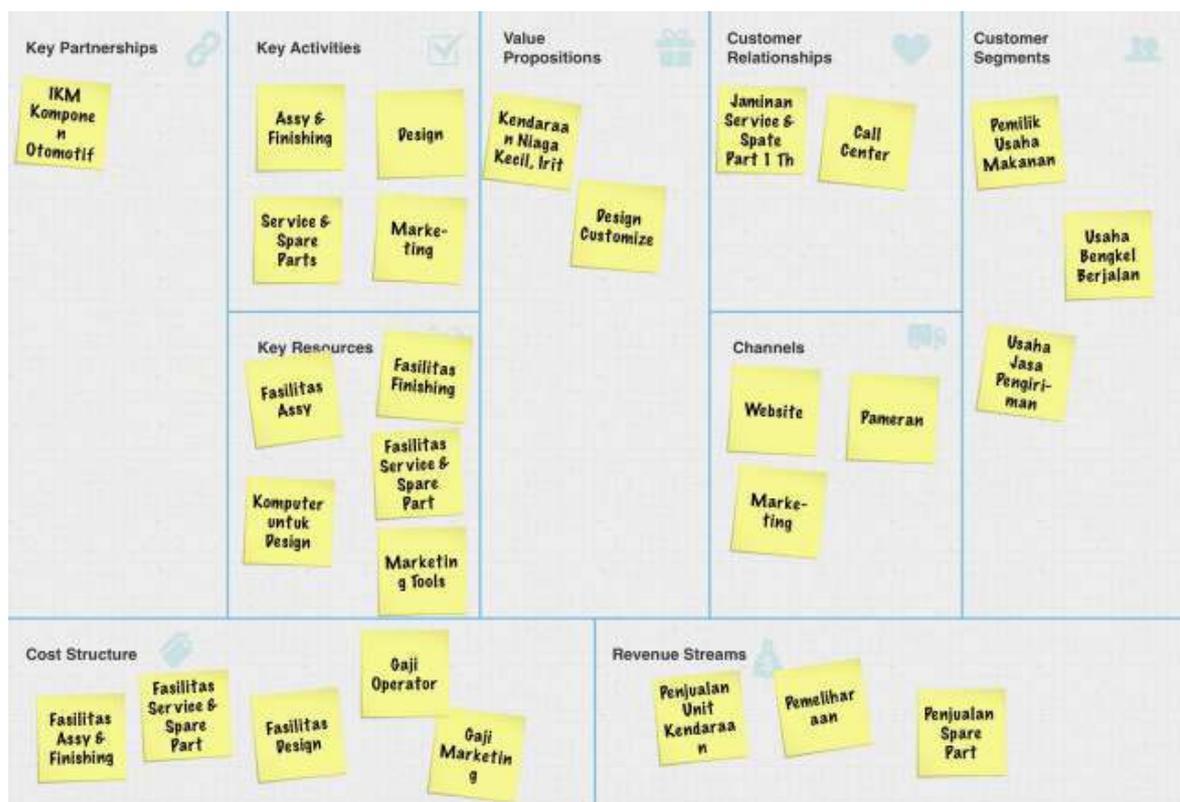
Untuk mengembangkan Business Model Canvas, organisasi dapat mulai dari memotret kondisi saat ini, diikuti dengan analisis SWOT. Hasil analisis SWOT dapat digunakan untuk merancang model bisnis perbaikan dan prototipe model-model bisnis masa depan.

Elemen pertama dari kanvas model bisnis, yaitu *Customer Segment*. Dalam menjalankan roda bisnisnya, pertama-tama organisasi harus menetapkan siapa yang harus dilayani. Organisasi dapat menetapkan untuk melayani satu atau lebih segmen. Penetapan segmen ini akan menentukan komponen-komponen lain dalam model bisnis.

Elemen kedua dari Business Model Canvas, yaitu *Value Proposition*. *Value Proposition* adalah manfaat yang ditawarkan organisasi kepada segmen pasar yang dilayani. Tentu saja, value proposition akan menentukan segmen pelanggan yang dipilih atau sebaliknya.

Value proposition juga akan mempengaruhi komponen lain seperti *Channel* dan *Customer Relationship*.

Elemen ketiga dalam Business Model Canvas, yaitu *Channels*. *Channels* merupakan sarana bagi organisasi untuk menyampaikan *Value Proposition* kepada *Customer Segment* yang dilayani. *Channel* berfungsi dalam beberapa tahapan mulai dari kesadaran pelanggan sampai ke pelayanan purna jual. Dua elemen lain yang harus diperhitungkan secara cermat dalam membuat model *Channel* adalah *Value Proposition* dan *Customer Segment*.



Gambar 5.1 Model Bisnis Sepeda Motor Roda Tiga

5.2. Desain menggunakan Virtual Prototyping

Berdasarkan Business Plan yang dikembangkan, dapat disusun konsep disain yang berisi garis besar spesifikasi teknik dan performansi kendaraan yang diharapkan. Pemodelan CAD dilakukan dengan memodelkan komponen-komponen kendaraan berikut model

assembling-nya, menggunakan *Computer Aided Disain (CAD)*. Dengan pemodelan CAD dapat dianalisis berbagai aspek pemilihan material, metode pembuatan dan kehandalan.

5.2.1 DRAFT DESIGN & PEMODELAN SOLID

Solid model menawarkan berbagai kelebihan antara lain pembentukan model 3D yang mudah (surface otomatis terdapat pada model kartena sifatnya yang padat), kemudahan dalam break down gambar tampak dan potongan, mendukung proses manufakturing secara CNC model. Keuntungan lain dari solid model adalah kesiapan geometri untuk menerima lighting dan material secara otomatis dalam proses rendering untuk kepentingan presentasi. Dari kemampuan yang ditawarkan solid model tersebut jelas akan lebih mengefektifkan metode digital design.



Gambar 5.1 Pemodelan solid Motiro

Gambar di atas menggambarkan bagian utama dari motiro, bagian depan merupakan bagian sepeda motor existing, sementara bagian belakang merupakan bagian yang ditambahkan untuk menggantikan fungsi bagian sebelumnya.

5.2.2 SIMULASI DINAMIK

Peran suspensi kendaraan

Suspensi adalah istilah yang diberikan untuk sistem pegas, peredam kejut dan hubungan yang menghubungkan kendaraan untuk roda-rodanya. Sistem suspensi melayani tujuan ganda - berkontribusi terhadap penanganan kendaraan dan pengereman untuk keselamatan dan kenikmatan berkendara, dan menjaga penumpang kendaraan nyaman dan cukup baik terisolasi dari kebisingan jalan, benjolan, dan getaran. penangguhan sistem perakitan digunakan untuk mendukung berat badan, menyerap dan meredam jalan shock, dan membantu menjaga kontak ban serta roda yang tepat untuk chassis hubungan. Sebuah kendaraan bergerak lebih dari roda berputar. Seperti roda berputar, sistem suspensi dalam keadaan dinamis keseimbangan, terus kompensasi dan menyesuaikan dengan perubahan kondisi mengemudi.

Beberapa pasukan mempengaruhi ban ke kontak jalan kendaraan. Kendaraan dinamika adalah studi dari kekuatan dan pengaruhnya terhadap kendaraan bergerak. jalan isolasi adalah kemampuan kendaraan untuk menyerap atau mengisolasi kejutan jalan dari penumpang, sejauh mana hal ini tercapai dikendalikan oleh kondisi sistem suspensi dan komponen-komponennya. Sebuah benar sistem suspensi berfungsi memungkinkan bodi kendaraan untuk naik relative terganggu saat bepergian di atas jalan kasar. Desain suspensi akan mempengaruhi penanganan kendaraan.

Oleh karena itu, sangat penting untuk menganalisis komponen suspensi kendaraan sebelum manufaktur. Analisis dinamik harus dilakukan pada kendaraan suspensi untuk menganalisis komponen mereka dan juga untuk melihat bagaimana mereka akan untuk tampil di skenario terburuk.

Analisis gerak

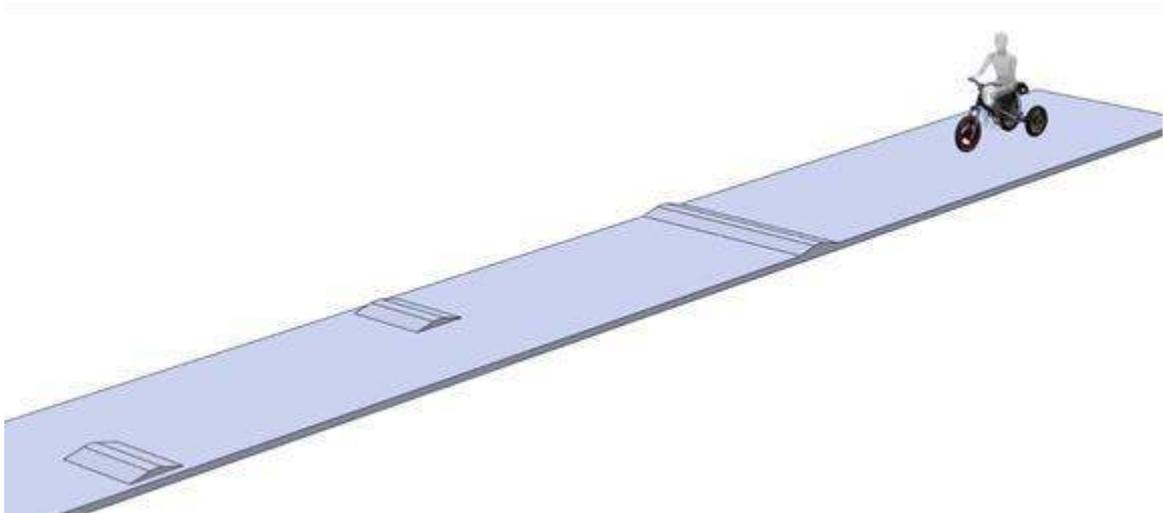
Metode tradisional melakukan analisis dinamis dan kinematik dari setiap Mekanisme sedang mempersiapkan data, memecahkan algoritma, yang melibatkan solusi persamaan simultan, dan menganalisa hasil. Untuk memecahkan persamaan gerak dinamis Mekanisme kompleks seperti suspensi

kendaraan " dengan tangan " memerlukan perhitungan intensif, dan bahkan dengan bantuan spreadsheet komputerisasi mungkin diperlukan waktu beberapa jam untuk mendapatkan hasil dan plot grafik. Satu dapat mengembangkan program menggunakan perangkat lunak untuk memecahkan persamaan dinamis gerak, tetapi jika geometri dari setiap komponen berubah maka seluruh program harus diubah lagi. Seorang insinyur desain dapat berhasil mengatasi masalah ini dalam gerakan analisis dengan menggunakan software simulasi COSMOSMotion.



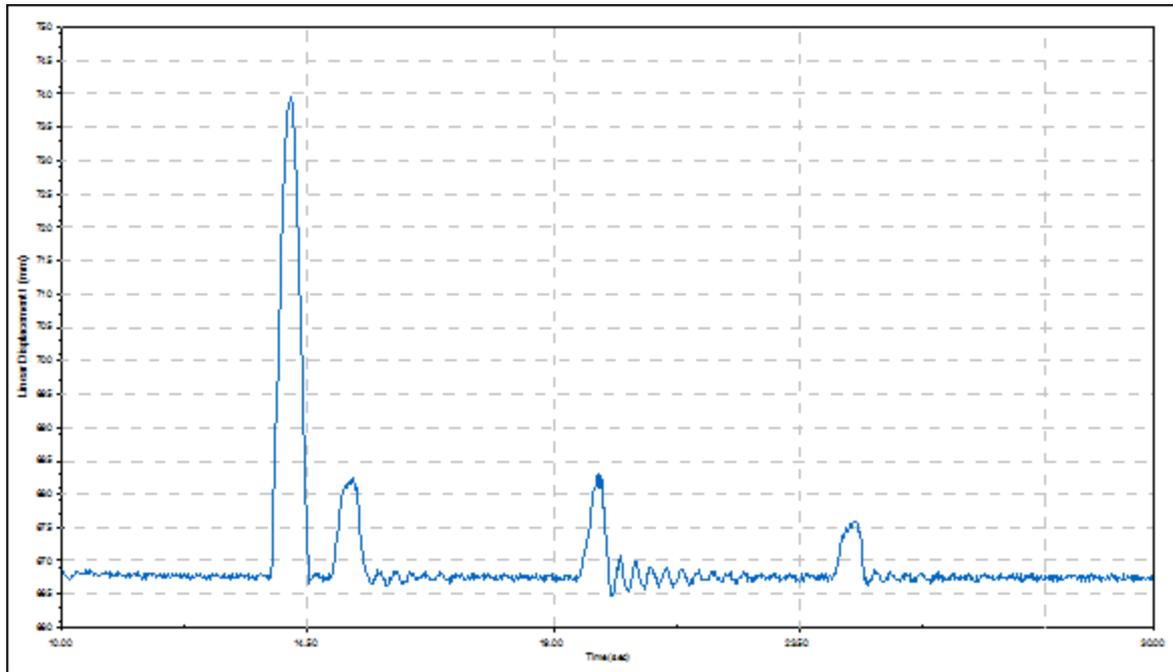
Gambar 5.2 Model Solid Motiro yang Disimulasikan

Model Solid Motiro yang Disimulasikan, yaitu model yang sudah disederhanakan komponennya.



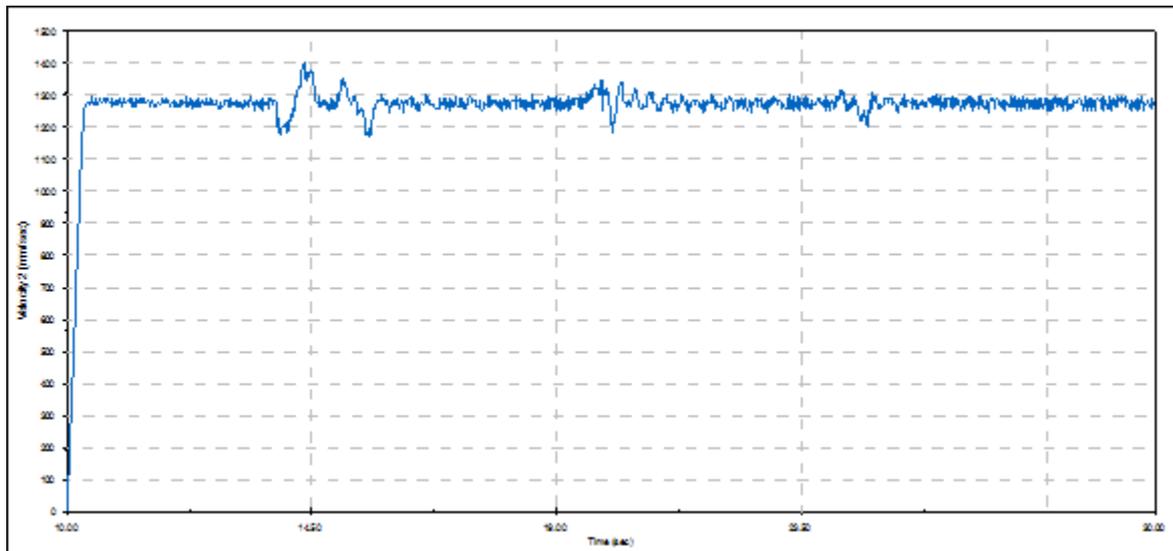
Gambar 5.3 Kondisi Simulasi

Model motiro disimulasikan pada kondisi jalan lurus dengan beberapa bump jalan.

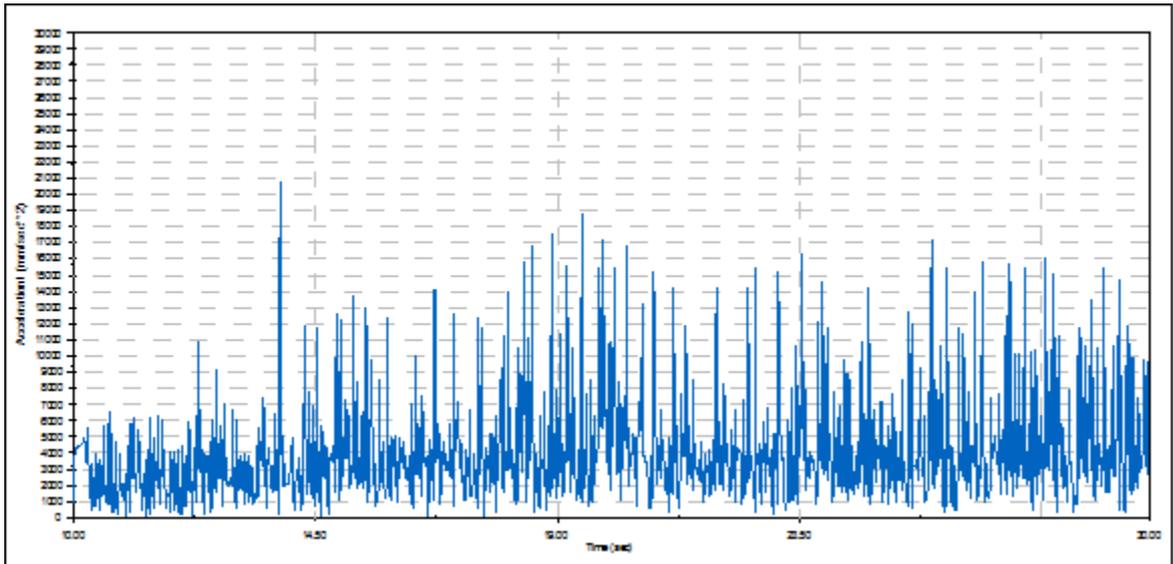


Grafik 5.1 Displacement

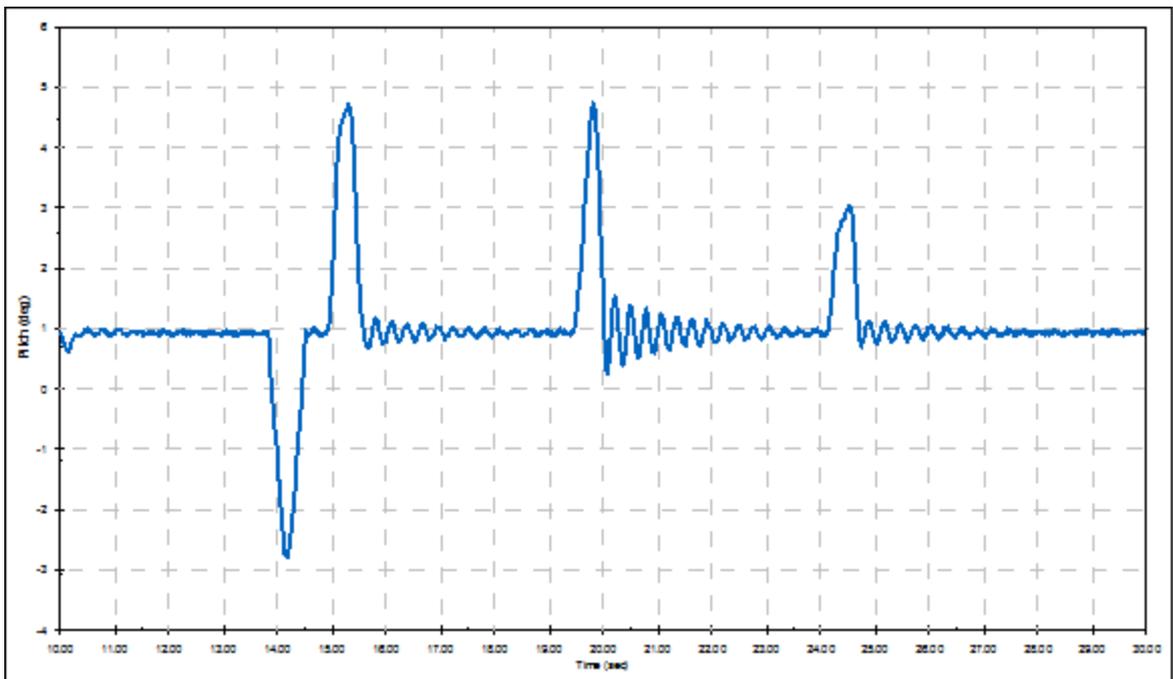
Grafik ini menggambarkan perubahan posisi kendaraan terhadap permukaan jalan dalam arah vertikal.



Grafik 5.2 Kecepatan 1300 mm/sec atau sekitar 5 km/jam

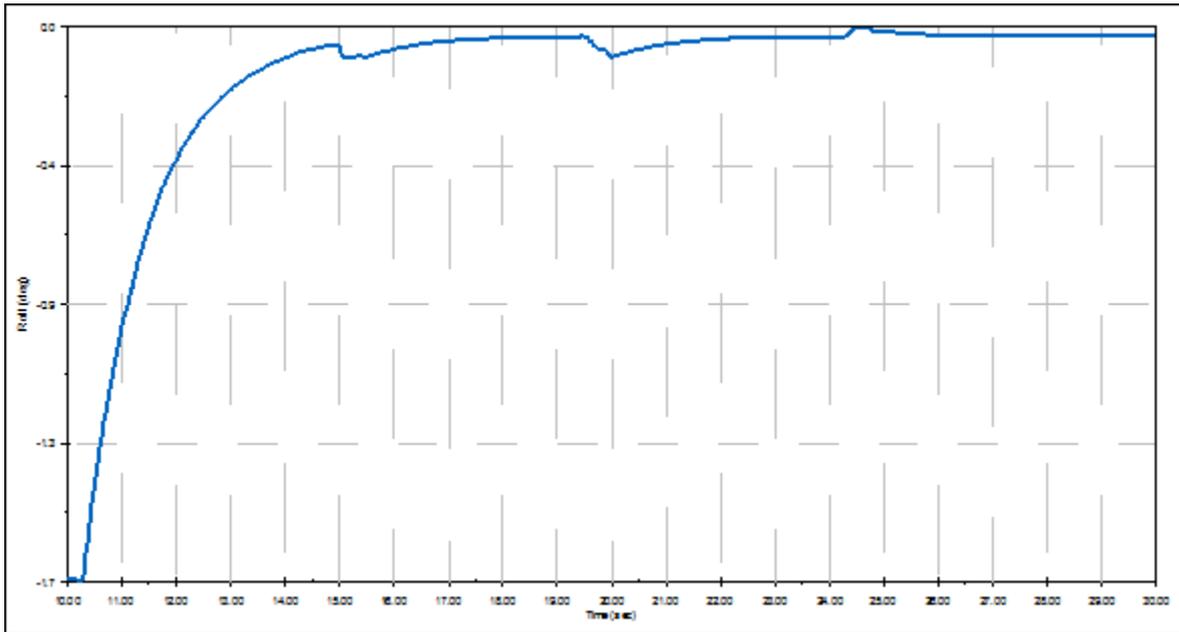


Grafik 5.3 Pecepatan



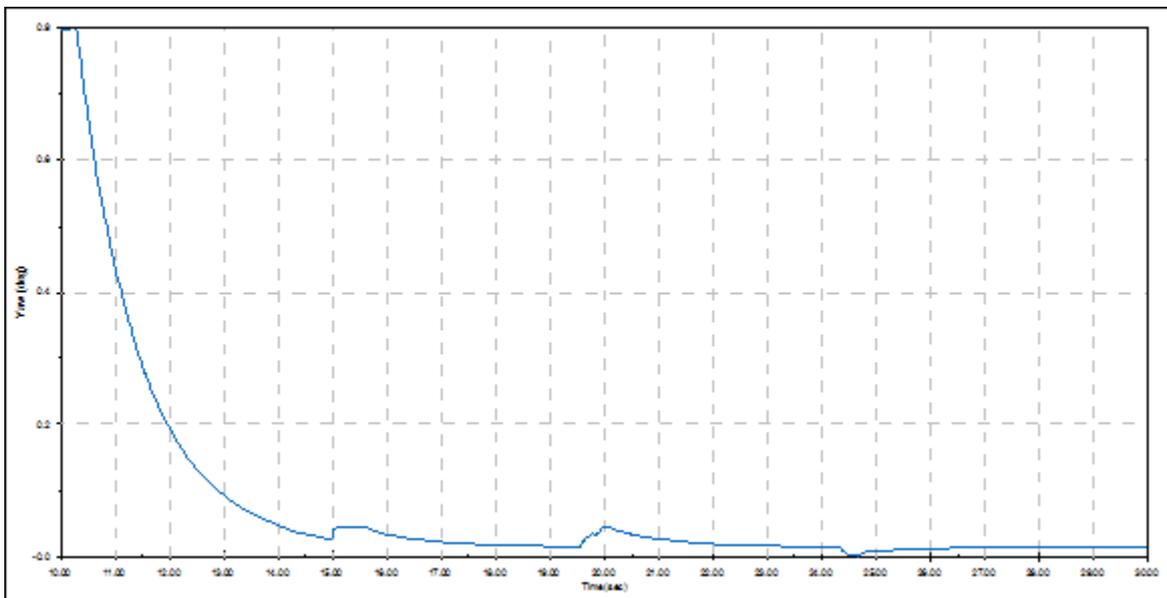
Grafik 5.4 Pitch Maksimum 4 deg

Pitch adalah rotasi lateral (kiri ke kanan) sumbu, sering disebut sebagai sumbu 'Y'. Hal ini terlihat dalam pengereman berat atau akselerasi yang keras di mana hidung kendaraan dapat dilihat untuk mencelupkan atau mengangkat.



Grafik 5.5 Roll

Roll adalah perputaran arah membujur (depan ke belakang) sumbu, biasanya (tetapi tidak selalu) dikenal sebagai sumbu 'X' oleh desainer kendaraan. Ini adalah gerak dimana anda akan melihat saat menikung di mana berat tubuh bersandar ke arah luar tikungan.



Grafik 5.6 Yaw

Yaw adalah rotasi vertikal atau 'Z' sumbu. Meskipun, tegasnya, kemudi kendaraan dalam kondisi normal dapat dianggap sebagai rotasi yawing, sudut yaw lebih

biasanya dianggap sebagai perbedaan antara arah perjalanan dan sumbu longitudinal tubuh. Ini mungkin terjadi, misalnya, di mana kendaraan tersebut tergelincir atau hanyut, atau dalam keadaan ekstrim di mana geometri suspensi sangat parah sejajar dan kendaraan terasa 'kepiting' karena drive bersama.

5.2.3. Simulasi Kekuatan

Sepeda motor merupakan kendaraan yang paling banyak dipergunakan di Indonesia. Ditinjau dari segi penggunaan bahan bakar meskipun konsumsi tiap unitnya rendah, namun menjadi perlu diperhitungkan apabila jumlah sepeda motornya semakin banyak. Sedangkan penggunaan bahan bakar fosil ingin dikurangi karena cadangannya yang semakin berkurang. Untuk itu penggunaan bahan bakar fosil hendaknya diganti dengan penggunaan sumber energi lain. Salah satu pilihannya adalah sumber energi listrik yang bersumber dari Aki seperti pada kendaraan hibrid. Berdasarkan mobil hibrid yang telah diproduksi maka muncul ide untuk membuat sepeda motor hibrid. Seperti halnya dengan mobil hibrid, sepeda motor hibrid juga menggunakan motor bakar dan motor listrik. Harga sepeda motor hibrid masih teramat mahal dan belum dipasarkan di Indonesia (Anonim,2006).

Proses perancangan motor hibrid diawali dengan perancangan rangkanya. Rangka sepeda motor berfungsi sebagai penyangga komponen, penguat struktur sekaligus pengendali. Perancangan rangka sepeda motor hibrid dilakukan dengan mengacu pada bentuk rangka sebuah sepeda motor. Bentuk ini diubah untuk memungkinkan penambahan komponen penunjang sistem hibrid seperti Aki dan motor listrik. Perubahan bentuk rangka dirancang agar tetap dapat berfungsi dengan baik sebagai penguat struktur dan pengendali. Bentuk rangka yang dimodifikasi dibuat terlebih dahulu kemudian diberikan beban. Sebagai kajian awal dilakukan analisa tegangan maksimum dan peralihan maksimum yang timbul akibat pembebanan statis dan pengemudi, aki dan motor. Perubahan bentuk rangka dilakukan beberapa kali sampai diperoleh bentuk yang optimum dan tegangan maksimum yang timbul maupun peralihannya. Selain itu modifikasi juga mempertimbangkan fungsi rangka sebagai tempat dan Aki dan motor Listrik.

Perkembangan teknologi informasi membuat proses perancangan rangka sepeda motor hibrid ini menjadi lebih cepat dan lebih hemat sumber daya. Hal ini dimungkinkan karena proses perancangan dilakukan dengan mensimulasikannya di komputer. Hasil simulasi

telah menunjukkan apakah hasil rancangan tersebut dapat diaplikasikan atau tidak sebelum rancangan tersebut diproduksi. Hasil rancangan yang optimum dapat segera diperoleh. Sekarang ini banyak sekali program-program aplikasi perangkat lunak yang dapat digunakan untuk keperluan tersebut diantaranya adalah : SolidWorks, CATIA, ADAM, Visual Nastran, PRO-E, Mechanical Desktop, Inventor dan lain sebagainya (Cokorda, 2004)

Salah satu komponen pada sepeda motor yang dianalisa menggunakan perangkat lunak adalah dudukan lengan ayun sepeda motor. Tegangan maksimum dan peralihan maksimum yang terjadi akibat pembebanan statis dianalisa kemudian dilakukan modifikasi perancangan untuk menurunkan tegangan maksimum yang terjadi tanpa merubah komposisi material. Modifikasi yang dilakukan adalah mengubah dan memperbesar tulang rangka yang terdapat pada bagian bawah dudukan segitiga yang mengalami tegangan maksimum. Hasilnya tegangan maksimum yang terjadi pada rancangan yang telah dimodifikasi menjadi lebih rendah namun dengan kompensasi penambahan massa (Saidi, 2006). Penerapan perangkat lunak untuk menganalisa dudukan mesin dan dudukan pengemudi Circular Hovercraft juga telah dilakukan (Kurniawan, 2007). Analisa tegangan maksimum dan peralihan maksimum dilakukan terhadap perubahan arah pembebanan pada dudukan mesin dan dudukan pengemudi. Hal ini dilakukan untuk menentukan faktor keamanan dan rancangan yang dimodifikasi dan bentuk dudukan sebelumnya.

5.2.4. Detail Design

Bentuk rangka yang diperoleh dari hasil simulasi kekuatan kemudian dikembangkan detail desainnya. Secara umum, komponen yang digunakan pada desain sepeda motor ini terdiri dari dua jenis, yaitu komponen standard dan komponen yang dibuat atau dirancang secara khusus.

Proses detail design harus mempertimbangkan juga faktor proses pembuatan dan perakitan dari komponen yang digunakan.

5.2.5. Gambar Teknik

Gambar Teknik mempunyai tugas meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada orang-orang yang bersangkutan, kepada perencana proses, pembuatan, pemeriksaan, perakitan dan sebagainya. Orang-orang yang bersangkutan bukan saja

orang-orang dalam pabrik sendiri, tetapi juga orang-orang dalam pabrik sub kontrak ataupun orang-orang asing dalam bahasa lain.

5.3. Pembuatan Prototype

Tahapan selanjutnya adalah **Pembuatan Prototipe**. Komponen dibuat di IKM mitra yang tergabung dalam Klaster Industri Komponen Otomotif Jawa Barat, meliputi industri komponen otomotif berbasis logam, karet, plastik, komposit, gelas, kayu dan kulit.

5.3.1. Gambar Teknik

Gambar teknik baik untuk komponen maupun assembling dibuat untuk memastikan kualitas, kuantitas dan keterikatan antara satu komponen yang dibuat oleh salah satu IKM, dapat diassembling dengan baik terhadap komponen lain yang dibuat oleh IKM lainnya. Gambar teknik dapat dilihat pada Lampiran 1.

5.3.2. Pembuatan Komponen

Proses produksi direncanakan sedemikian rupa sehingga komponen kendaraan dibuat oleh beberapa IKM, sedangkan assembling kendaraan dibuat oleh industri mitra. Pembuatan komponen dilakukan di beberapa IKM, sehingga perlu diberikan pendampingan di IKM masing-masing, dan diawasi oleh peneliti yang dibantu oleh beberapa asisten.



Gambar 5.7. Pendampingan di IKM

Berdasarkan detail design, komponen yang digunakan pada sepeda motor ini terdiri dari dua jenis, yaitu komponen standard dan komponen yang dibuat atau dirancang secara khusus. Dengan menggunakan informasi pada gambar teknik yang sudah ada, komponen dibuat prototipenya.

Proses manufaktur merupakan suatu proses pembuatan benda kerja dari bahan baku sampai barang jadi atau setengah jadi dengan atau tanpa proses tambahan. Suatu produk dapat dibuat dengan berbagai cara, di mana pemilihan cara pembuatannya tergantung pada :

- Jumlah produk yang dibuat akan mempengaruhi pemilihan proses pembuatan sebelum produksi dijalankan. Hal ini berkaitan dengan pertimbangan segi ekonomis.
- Kualitas produk yang ditentukan oleh fungsi dari komponen tersebut. Kualitas produk yang akan dibuat harus mempertimbangkan kemampuan dari produksi yang tersedia.
- Fasilitas produksi yang dimiliki yang dapat digunakan sebagai pertimbangan segi kualitas dan kuantitas produksi yang akan dibuat.
- Penyeragaman (standarisasi), terutama pada produk yang merupakan komponen atau elemen umum dari suatu mesin, yaitu harus mempunyai sifat mampu tukar (interchangeable). Penyeragaman yang dimaksud meliputi bentuk geometri dan keadaan fisik.

Pada dasarnya proses manufaktur benda kerja terutama yang berasal dari bahan logam dapat dikelompokkan menjadi :

1. Proses pengecoran
2. Proses pembentukan
3. Proses pemotongan
4. Proses penyambungan
5. Proses perlakuan fisik
6. Proses pengerjaan akhir.

Proses Pemotongan

Proses pemotongan hingga saat ini masih tetap merupakan proses yang paling banyak digunakan (60% sampai dengan 80%) di dalam membuat suatu komponen-komponen mesin yang lengkap. Dengan demikian tidak mengherankan jika sampai kini berbagai

penelitian mengenai proses pemotongan tetap dilakukan untuk berbagai tujuan.

Proses pemotongan logam adalah merupakan suatu proses yang digunakan untuk menghilangkan sebagian dimensi dari benda kerja dengan mempergunakan mesin perkakas potong dan pahat potong sehingga terbentuk komponen seperti yang dikehendaki. Dalam istilah teknik, proses pemotongan ini sering disebut dengan nama *metal cutting process*.

5.3.3. Assembling

Perakitan adalah proses penggabungan dari beberapa bagian komponen untuk membentuk suatu konstruksi yang diinginkan. Proses perakitan untuk komponen-komponen yang dominan terbuat dari pelat-pelat tipis dan pelat tebal ini membutuhkan teknik-teknik perakitan tertentu yang biasanya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti : Jenis bahan pelat yang akan dirakit, kekuatan yang dibutuhkan untuk konstruksi perakitan, pemilihan metode penyambungan yang tepat, pemilihan metode penguatan pelat yang tepat, penggunaan alat-alat bantu perakitan, toleransi yang diinginkan untuk perakitan, keindahan bentuk, ergonomis konstruksi dan finishing.

Setiap jenis bahan mempunyai sifat-sifat khusus dari bahan lainnya, sehingga sewaktu dilakukan perakitan jenis bahan sebelumnya harus diketahui sifat-sifatnya. Sebab dengan diketahuinya sifat-sifat bahan ini sangat berpengaruh terhadap pemilihan metode penyambungan.

Pertimbangan kekuatan yang dibutuhkan untuk suatu konstruksi, sebaiknya telah dihitung sewaktu merencanakan konstruksi sambungan yang akan dikerjakan.

Alat-alat bantu dalam perakitan harus dipertimbangkan berdasarkan bentuk-bentuk konstruksi. Konstruksi yang terdiri dari jumlah komponen yang banyak membutuhkan alat bantu perakitan. Alat bantu ini terutama dibutuhkan untuk memproduksi suatu alat dalam jumlah yang relatif besar. Alat bantu yang dibutuhkan seperti Jig dan fixture. Toleransi dalam perakitan dipertimbangkan berdasarkan pasangan antara elemen yang dirakit menjadi komponen yang lebih besar. Toleransi untuk pasangan ini dikenal dengan istilah *interchange ability* (sifat mampu tukar). Patokan dasar dalam perakitan harus ditentukan terlebih dahulu sebagai acuan dasar untuk merangkai komponen yang lain.

RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Rencana kegiatan tahun ke-3 (tahun 2015) akan dikonsentrasikan ke persiapan produksi, dimana sebagian besar kegiatannya adalah penyiapan industri komponen dalam mempersiapkan produksi sepeda motor roda tiga.

6.1. Database IKM

Database IKM komponen otomotif akan di-update setiap tahun nya untuk memberikan informasi terkini sekitar perkembangan IKM. Perkembangan database IKM komponen otomotif Jawa Barat sampai pelaksanaan kegiatan sampai 2014 (2 tahun kegiatan) dapat dilihat pada Lampiran 4.

6.2. Pelatihan dan Bimtek

Pelatihan dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin FT-UNPAS dengan materi Gambar Teknik dan Kontrol Kualitas. Pelatihan ini diberikan kepada 20 peserta IKM yang mendukung pembuatan komponen Sepeda Motor Roda Tiga. Tujuan pelatihan ini adalah untuk menjamin pelaku IKM yang terlibat dalam produksi Sepeda Motor Roda Tiga, untuk dapat memproduksi komponen yang mampu tukar dan sesuai dengan spesifikasi teknis yang diinginkan.

6.3. Pembuatan Contoh Produksi

Tahun ke-3 penelitian ini membuat contoh produksi, yaitu contoh kendaraan (bukan prototipe) yang dibuat sesuai dengan metoda produksi yang direncanakan. Contoh produksi ini menjadi referensi bagi semua IKM komponen otomotif yang terlibat.

6.4. Pendaftaran HAKI (Desain Industri dan Patent)

Setelah 2 tahun penelitian, kami menemukan potensi yang sangat besar dalam mendapatkan HAKI, yaitu Desain Industri dan Patent. Desain industri yang akan kami daftarkan adalah desain aplikasi sepeda motor roda tiga untuk penjualan buah-buahan. Desain Industri ini akan kami daftarkan pada awal tahun ke-3 (tahun 2015).

Potensi patent bisa didapatkan dari desain mekanisme pergerakan atap sepeda motor roda tiga. Pergerakan atap yang ada menggunakan sistem hidrolik, sedangkan desain

yang dikembangkan menggunakan sistem manual sehingga konstruksinya jauh lebih murah. Patent ini akan kami daftarkan pada tahun ke-3 (tahun 2015)

6.5. Komersialisasi Hasil Penelitian

Team Peneliti sudah melakukan promosi melalui pameran dan kontak langsung dengan pengguna, dan menghasilkan beberapa kerjasama diantaranya dengan Kementerian Pertanian. Kementerian Pertanian rencananya akan melakukan pengadaan kendaraan sepeda motor roda tiga untuk Promosi Buah Lokal yang akan dilaksanakan pada tahun 2015 .

BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Sepeda Motor Roda Tiga Hibrida adalah alat transportasi yang mendukung kegiatan UMKM dengan harga yang terjangkau, irit bahan bakar, kompak dimensinya dan memenuhi aspek keamanan dan kenyamanan.

Berdasarkan hasil penelitian sementara dapat disimpulkan bahwa:

1. Kebutuhan akan kendaraan ini sangat besar mengingat terus berkembangnya kegiatan UMKM di berbagai sektor dan berbagai daerah di Indonesia.
2. Jenis kendaraan ini belum ada di Indonesia, sehingga persaingan bisnis untuk memasarkan produk ini masih rendah.
3. Hasil simulasi dinamik, menunjukkan performa dari sepeda motor roda tiga yang dirancang cukup baik.
4. Desain suspensi belakang yang dipilih adalah suspensi independent dengan lengan ayun ganda.

7.2. Saran

Kegiatan pengembangan produk ini merupakan kegiatan yang terintegrasi antara Bisnis, Industri, Lembaga Riset, Market dan Investor. Masing-masing stake holder memiliki peran yang strategis, salah satunya tidak berjalan sesuai rencana, akan mengganggu proses bisnis secara keseluruhan. Model seperti ini diharapkan akan berdampak secara langsung terhadap peningkatan daya saing IKM komponen otomotif, yang tidak lagi mengandalkan "job order", tetapi mampu merancang dan memproduksi produk baru dan dapat diserap pasar.

Tim peneliti menyarankan bahwa kegiatan penelitian ini sangat penting untuk diselesaikan mengingat tingginya kebutuhan akan produk yang dikembangkan ini di masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

Palgunadi, Bram, Desain Produk, Analisis dan Konsep Desain, Penerbit ITB, Vol. 2, 2008

Nurhadi, I., Mahyuddin, A. I., "Multi-body Dynamics Simulation for Vehicle System as Undergraduate Thesis", 10th International Pacific Conference on Automotive Engineering, Melbourne, May 1999

Robinson, J., , "Motorcycle Tuning: Chassis", 2nd ed., Redwood Books, Wiltshire, 1990

LAMPIRAN

Lampiran 1

Gambar Kerja Desain Sepeda Motor Roda Tiga

LAMPIRAN 1
Gambar Kerja Desain Sepeda Motor Roda Tiga

LAMPIRAN 2
Prosiding
“Seminar Inovasi Teknologi dan Rekayasa Industri 2013”

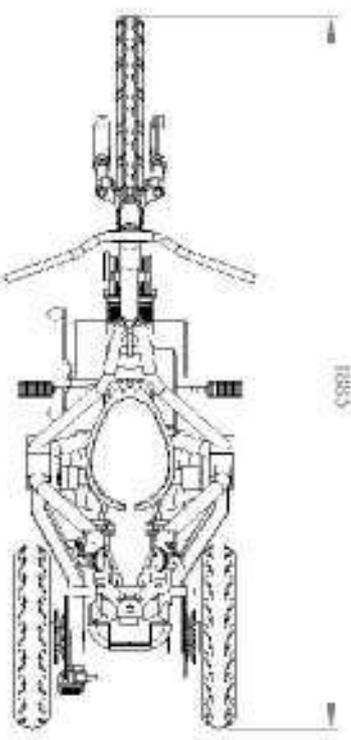
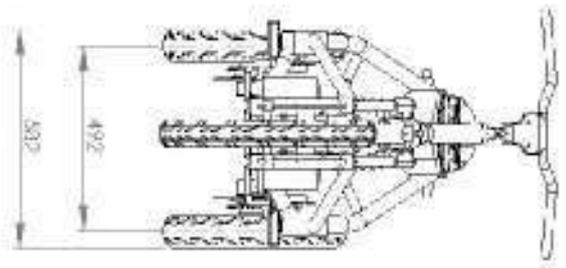
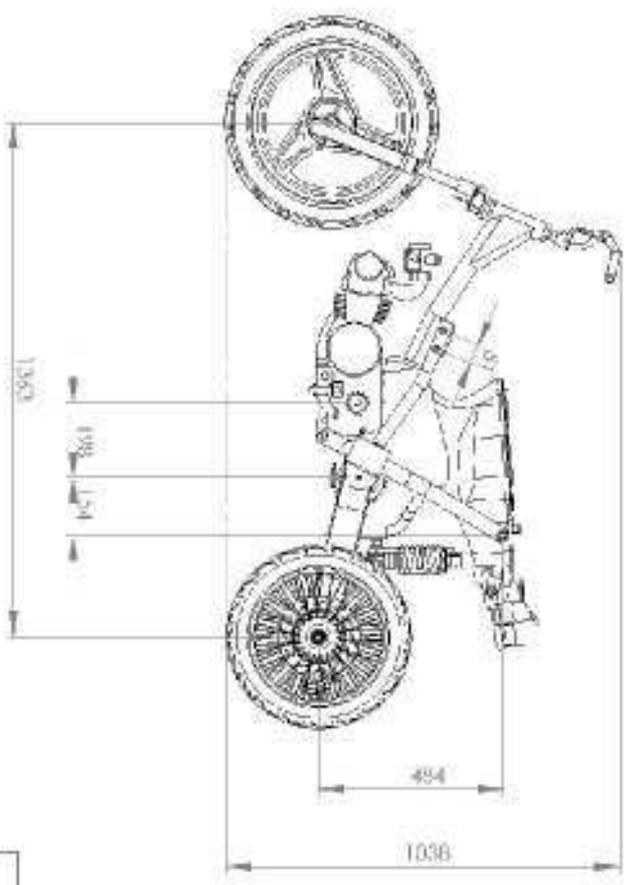
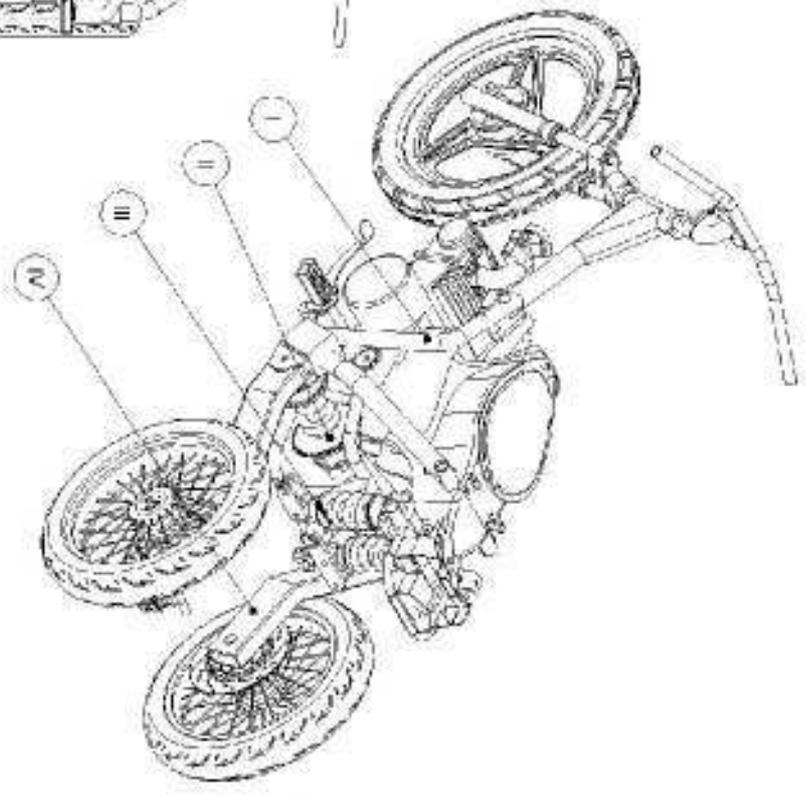


FIG.53



492
502



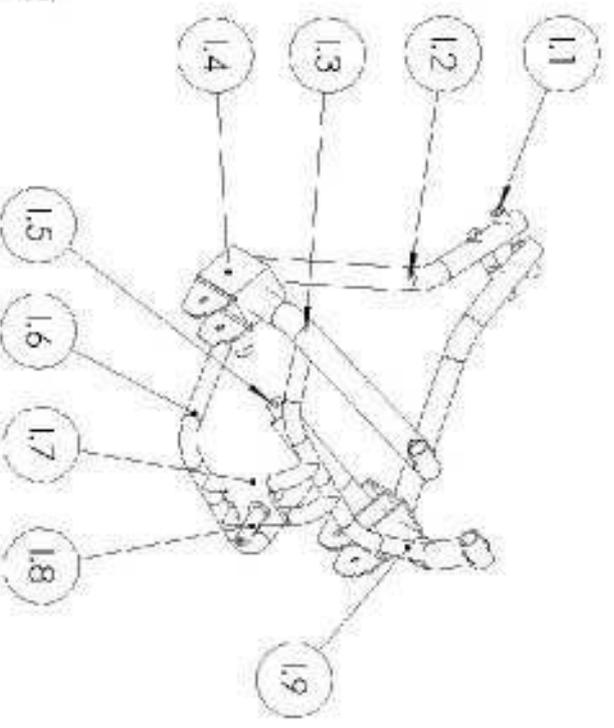
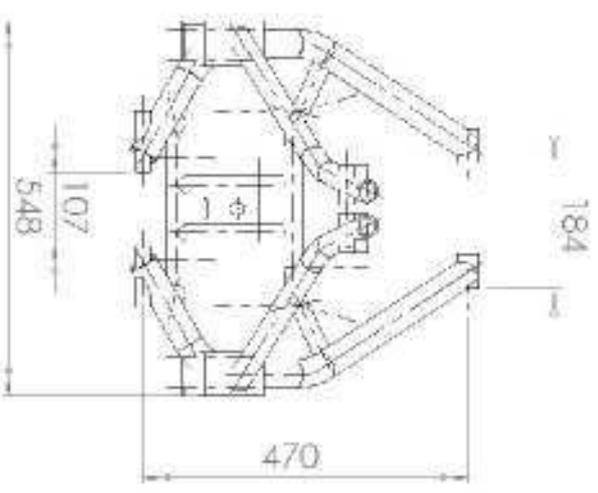
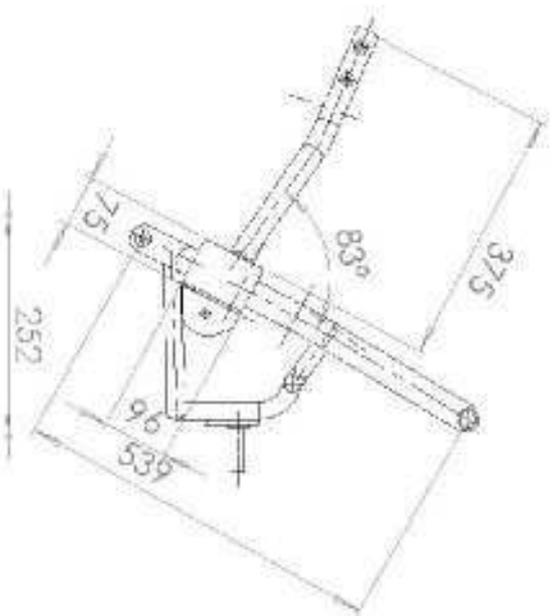
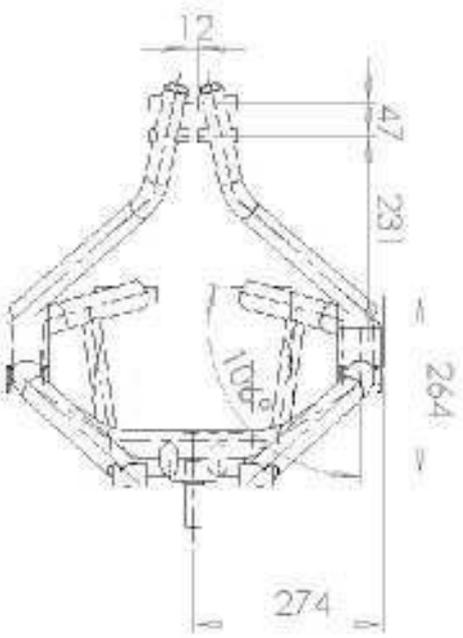
| | |
|-----|----------|
| IV | ATTI |
| III | Suspensi |
| II | Coordini |
| I | Fornito |
| No. | |

Description

MOIHO



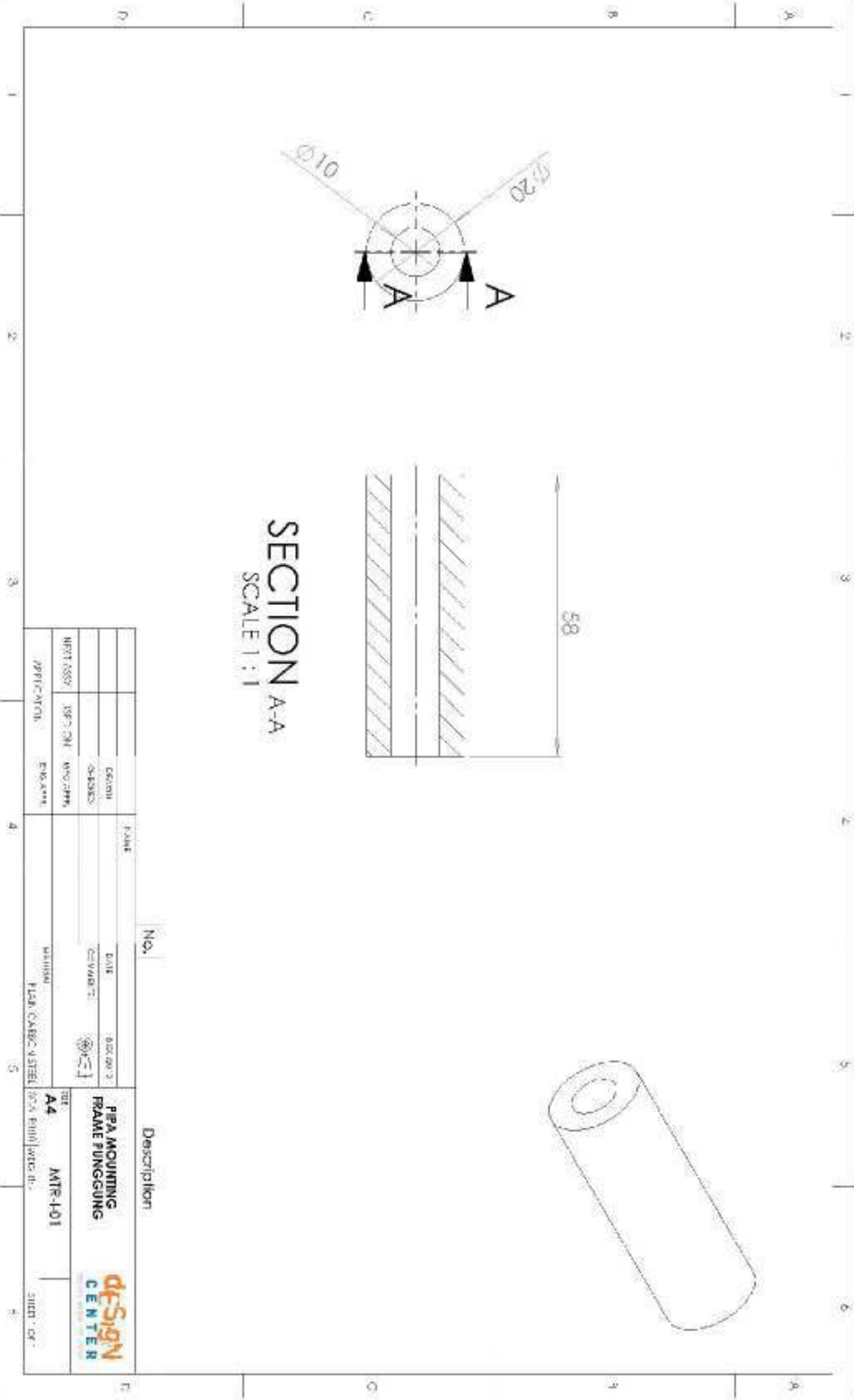
| | | | | | | | |
|-------------|----------|------|---------|--|-----------------------------------|------------------------------|----------|
| FILE | DATA | DATE | 02/09/2 | | MATERIAL FRAME: CARBON & STEEL | TITLE A4 MILK-ROAD | SHEET OF |
| DESIGN | DESIGNER | DATE | 02/09/2 | | | | |
| PROJECT | SECTION | ANNO | 2000 | | | | |
| APPLICATION | ENGINEER | | | | | | |



| No. | Description |
|-----|--|
| 1.9 | Support Atas Batang Tumpuan Socketbreaker |
| 1.8 | Dudukan Batang Tumpuan Socketbreaker |
| 1.7 | Pipa Dudukan Batang Support Socketbreaker |
| 1.6 | Support Bawah Batang Tumpuan Socketbreaker |
| 1.5 | Pipa Support Frame Standard |
| 1.4 | Tumpuan Batang&Engsel |
| 1.3 | Pipa Support Frame Socketbreaker Bkg |
| 1.2 | Pipa Support Frame Punggung |
| 1.1 | Pipa Mounting Frame Punggung |

| | | | |
|--------------------|------------|----------------------|------------|
| FILE NAME | DATE | REVISION | DATE |
| 1406 | 02/02/2023 | 01 | 02/02/2023 |
| DESIGN | CHECKED | DESIGNED | APPROVED |
| | | | |
| PROJECT ASSY | SECTION | NO. DRAWING | |
| | | | |
| APPLICATOR | ENGINEER | | |
| | | | |
| MATERIAL | | MATERIAL | |
| PLAIN CARBON STEEL | | 304L STAINLESS STEEL | |
| TITLE | | MTR-100 | |
| FRAME MONTRO | | SHEET 1 OF 1 | |





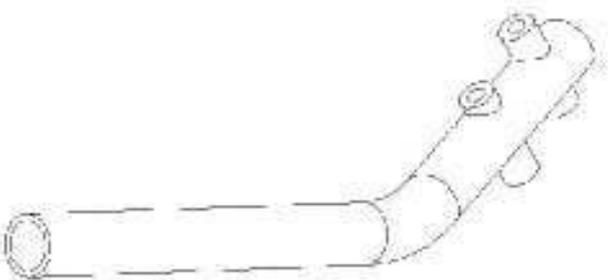
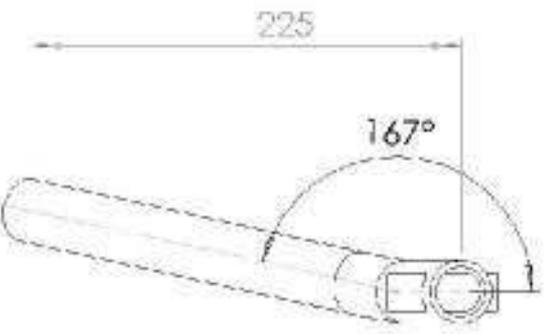
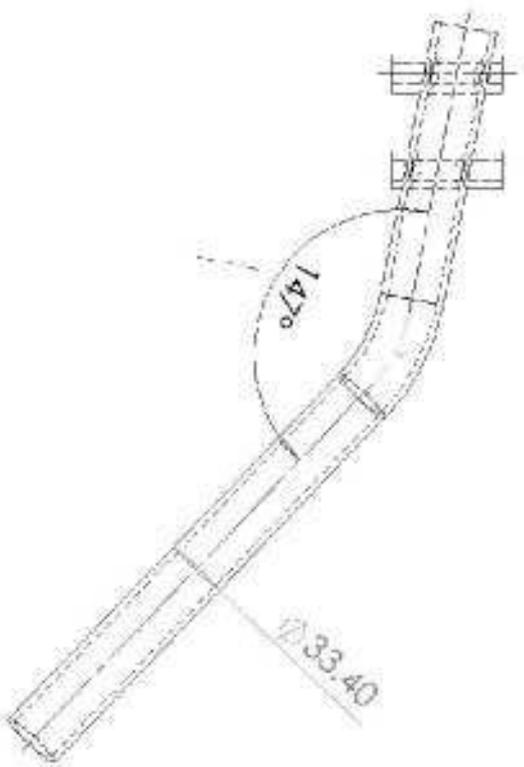
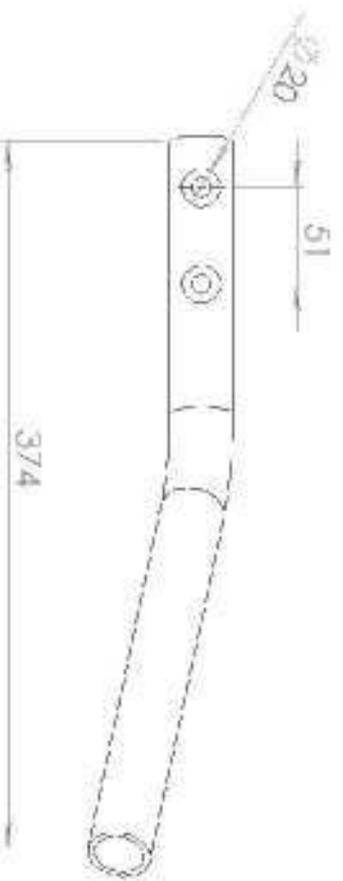
SECTION A-A
SCALE 1 : 1

| | | |
|--------------|----------|--------------|
| DESIGNER | DATE | NO. OF SETS |
| CHECKED | REVISED | |
| PROJECT ASSY | SECTION | NO. OF PAGES |
| APPROVAL | ENGINEER | |

| | |
|----------|--------------------|
| NAME | NO. |
| DATE | REVISED |
| MATERIAL | PLAIN CARBON STEEL |

| | |
|-------------|-------------------------|
| DESCRIPTION | PPA MOUNTING FRAME RING |
| SIZE | A4 |
| QTY | MTR-101 |
| SCALE | 1:1 |
| DATE | |



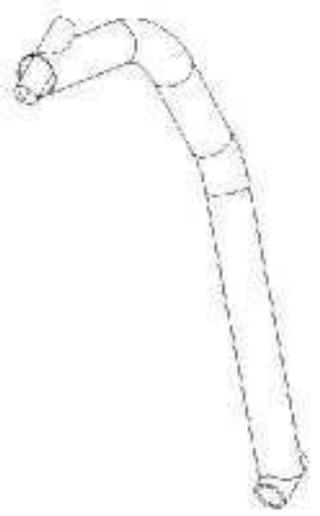
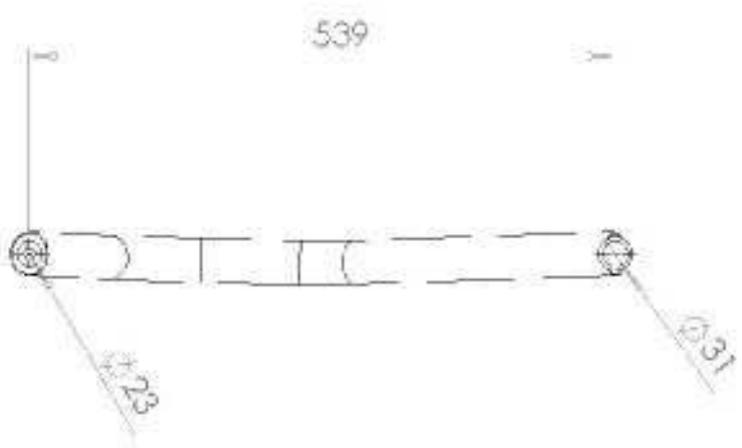
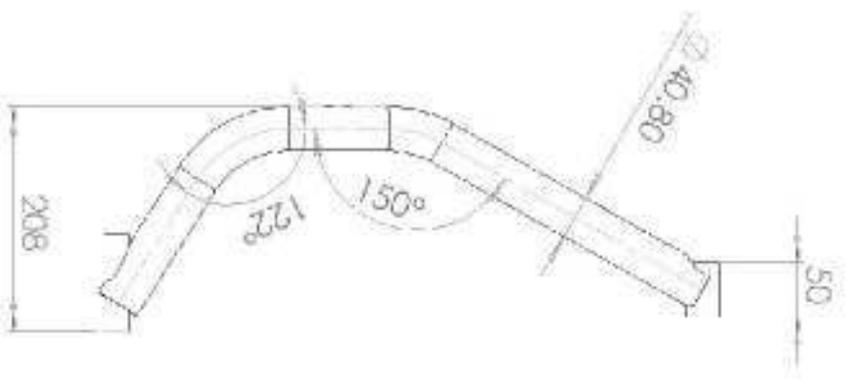
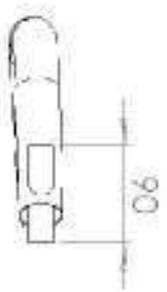


NO.

Description

| | | |
|------------------------------|----------|-----|
| FILE | DATE | NO. |
| DESIGN | REVISED | |
| DESIGNER | | |
| APPROVAL | ENGINEER | |
| MATERIAL: PIPER CARBON STEEL | | |

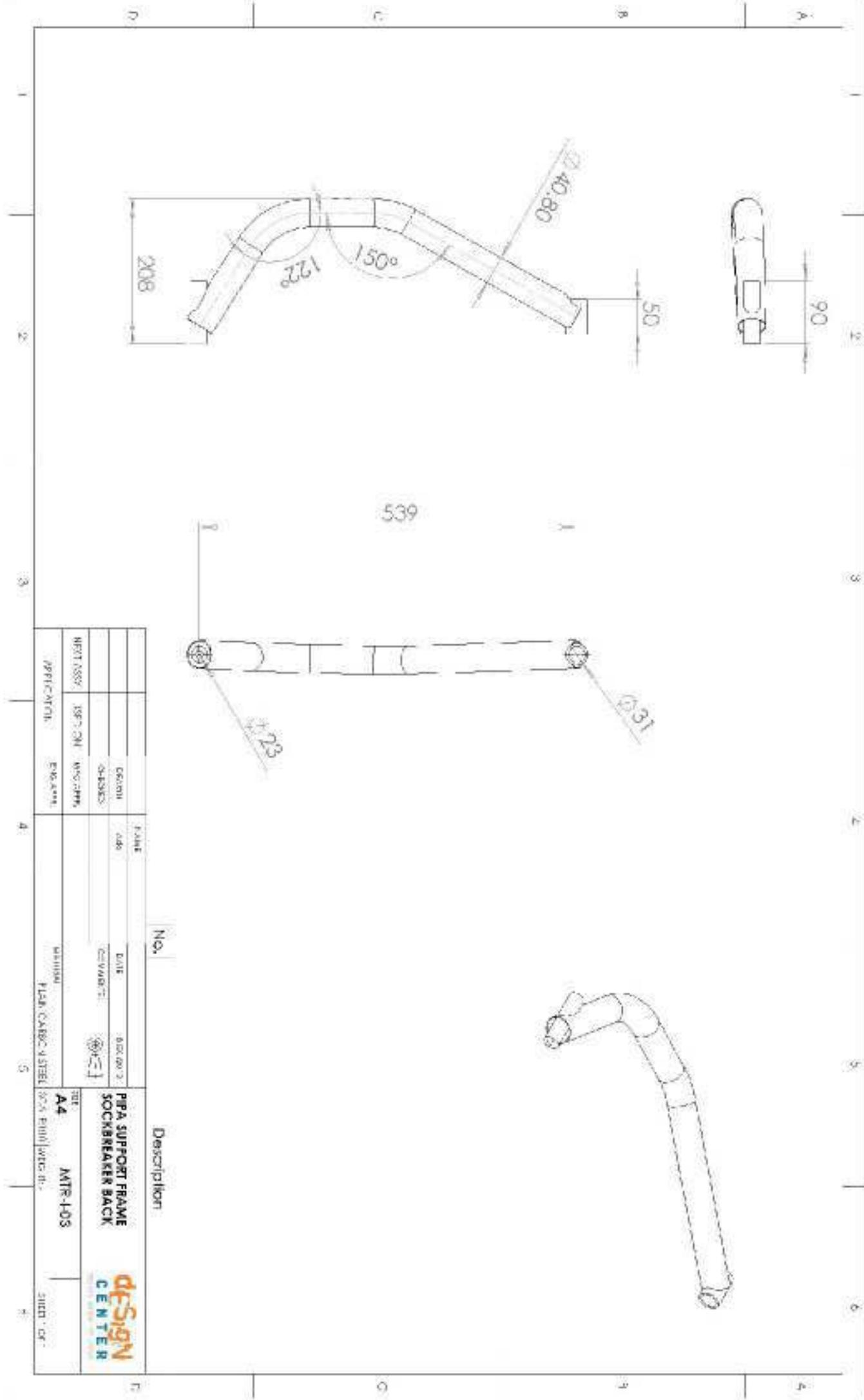
| | | |
|-------------------------------|---------|--|
| PFA SUPPORT FRAME PINGGUNG | | |
| SIZE | MTR-102 | |
| SHEET OF | | |

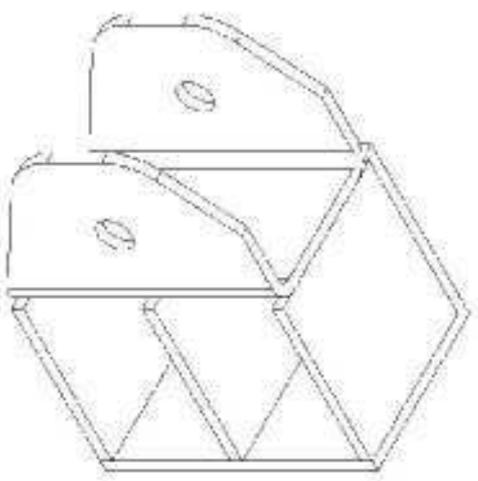
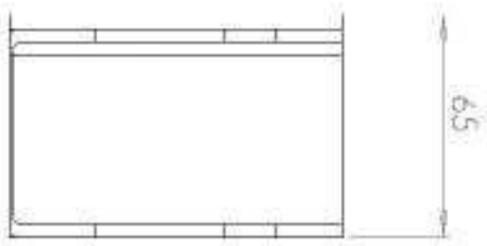
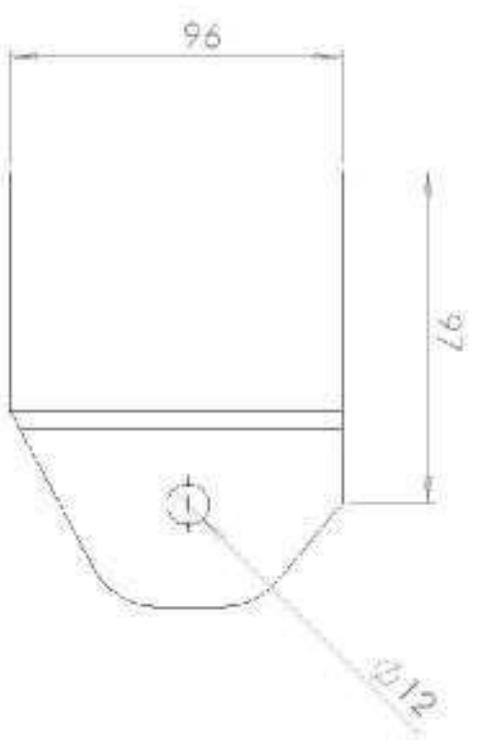
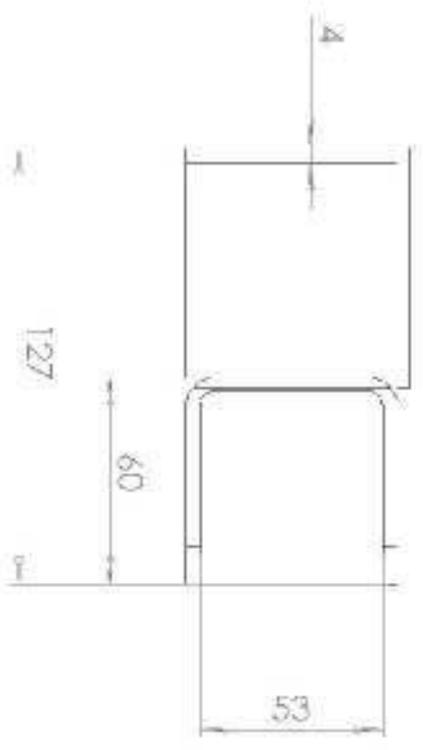


| | | | |
|-------------|---------|------|----------|
| PROJECT NO. | SECTION | NO. | DATE |
| APPROVAL | DESIGN | DATE | REVISION |
| ENGINEER | CHECKED | DATE | BY |

| | |
|----------|-----|
| PLATE | NO. |
| SIZE | |
| DATE | |
| REVISION | |
| DATE | |
| BY | |
| REVISION | |
| DATE | |
| BY | |

| | |
|--------------------|-----|
| DESCRIPTION | NO. |
| PIPE SUPPORT FRAME | |
| SOCKETS/RAKER BACK | |
| DATE | |
| REVISION | |
| DATE | |
| BY | |
| REVISION | |
| DATE | |
| BY | |

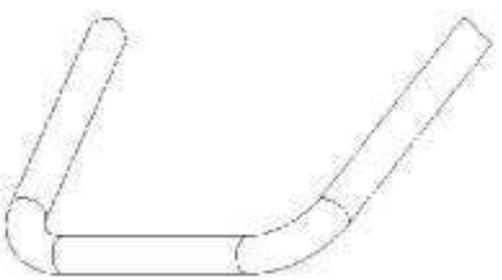
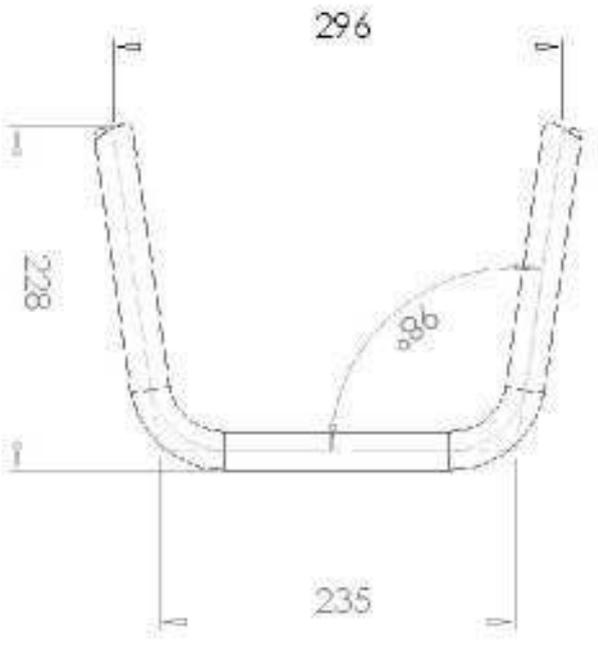
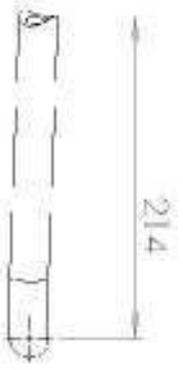




NO.

Description

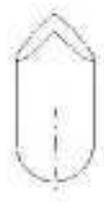
| | | | | | |
|-------------|----------|----------|---|------------------------------------|---|
| FILE | DATE | REVISION |  | TUMPUAN BATANG & ENGSEL |  |
| ADD | REV | DATE | | | |
| DESIGN | DESIGNER | DATE | | | |
| CHECK | CHECKER | DATE | | | |
| APPROVAL | ENGINEER | DATE | | | |
| MATERIAL | | | TITLE: A4 MTR-104 375x 6000 (w/2x 10) | | |
| APPLICATION | | | MATERIAL: FLAT CARBON STEEL SHEET: 01 | | |



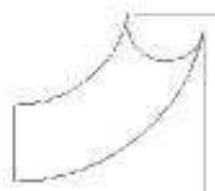
| | | | |
|--|---------|--------------|-------------|
| NO. | | Description | |
| FILE | DATE | NO. | DESCRIPTION |
| ADD | REVISED | | |
| DESIGN | DATE | | |
| CHECKS | BY | | |
| APPROVAL | DATE | | |
| ENGINEER | | | |
| MATERIAL: PLAIN CARBON STEEL | | | |
| SUPPORT BAWAH TUMPUAN SOCIBREKER  | | | |
| MTR-106 | | SHEET 1 OF 1 | |

V B C D

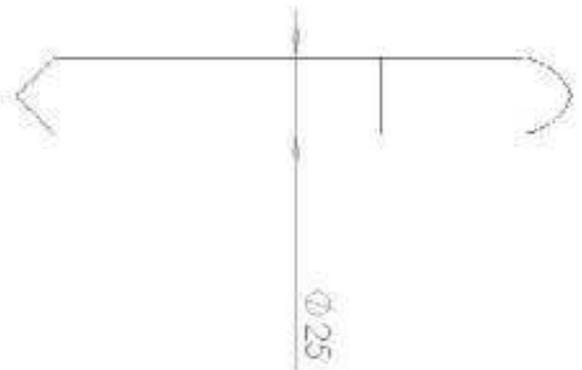
1 2 3 4 5 6



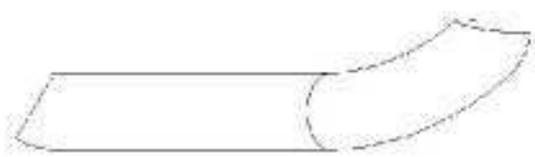
55



182



Ø 25

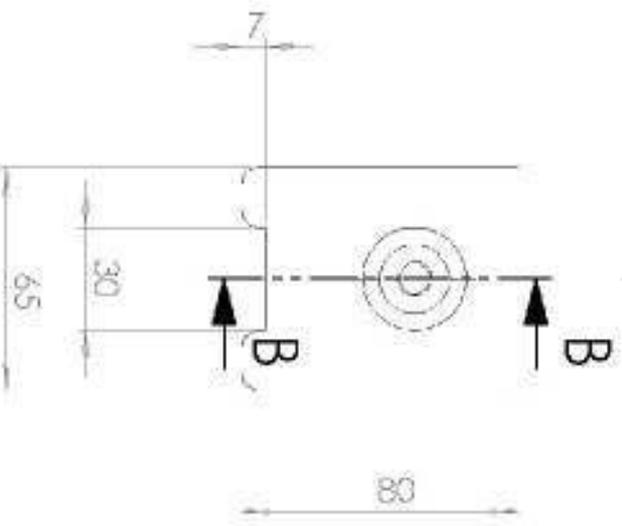
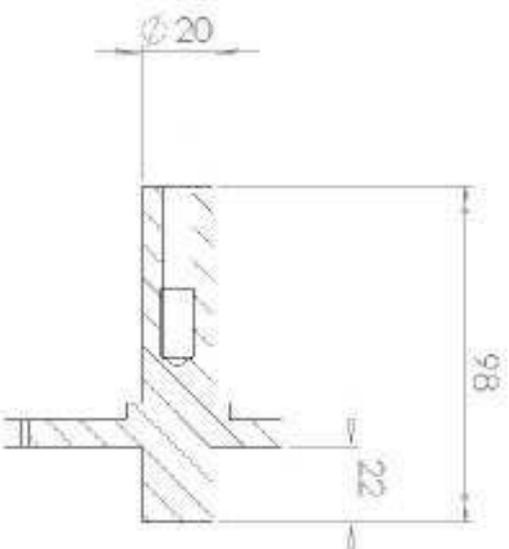
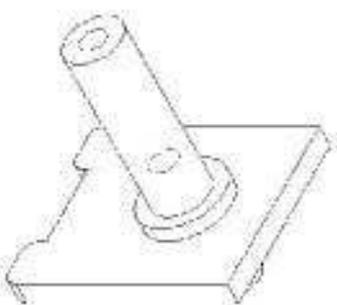


NO.

Description

| | | | | |
|------------------------------|------------|-------------|-----|--|
| FILE | DATE | REVISION | NO. | DESCRIPTION |
| ADD | 03/08/2023 | 01 | | PIPA DUDUKAN BATAANG SUPPORT SOCIETBREAKER |
| DESIGN | | | | |
| CHECK | | | | |
| APPROVAL | | | | |
| ENGINEER | | | | |
| PROJECT | SECTION | NO. DRAWING | | |
| | | | | |
| MATERIAL: PLAIN CARBON STEEL | | | | |
| SIZE: A4 | | | | |
| MTR-107 | | | | |
| SHEET NO. | | | | |

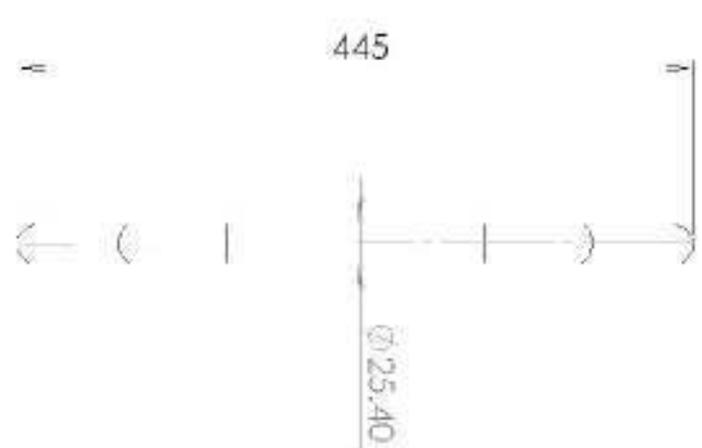
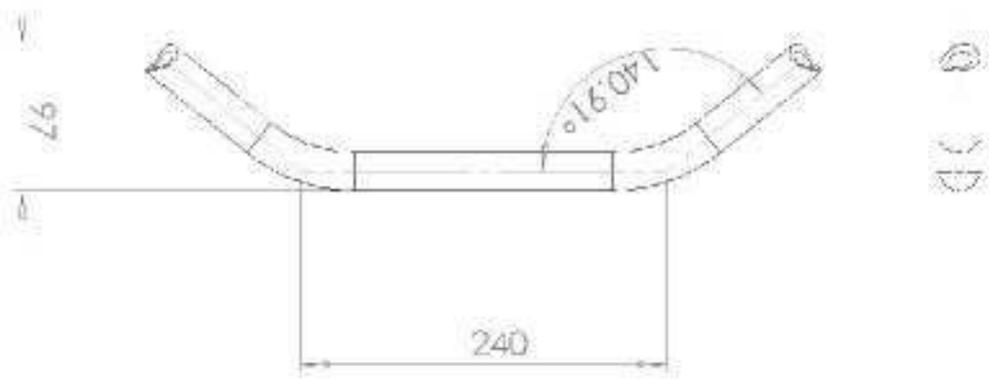




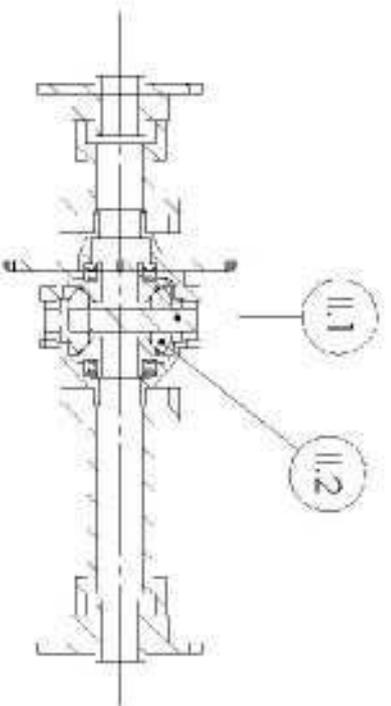
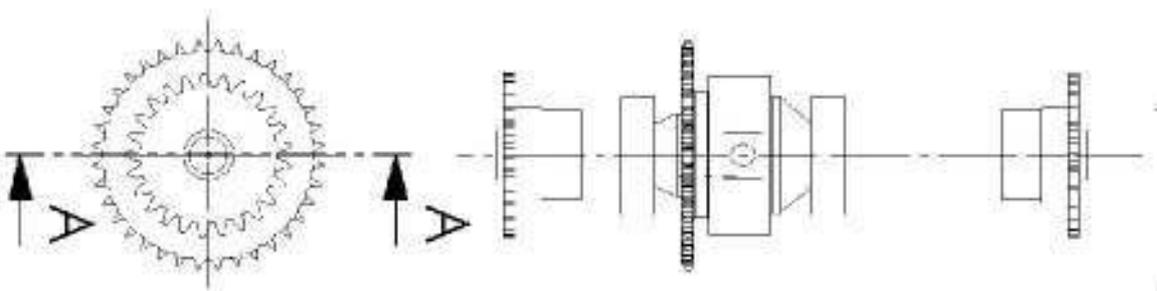
SECTION B-B

SCALE 1 : 2.2

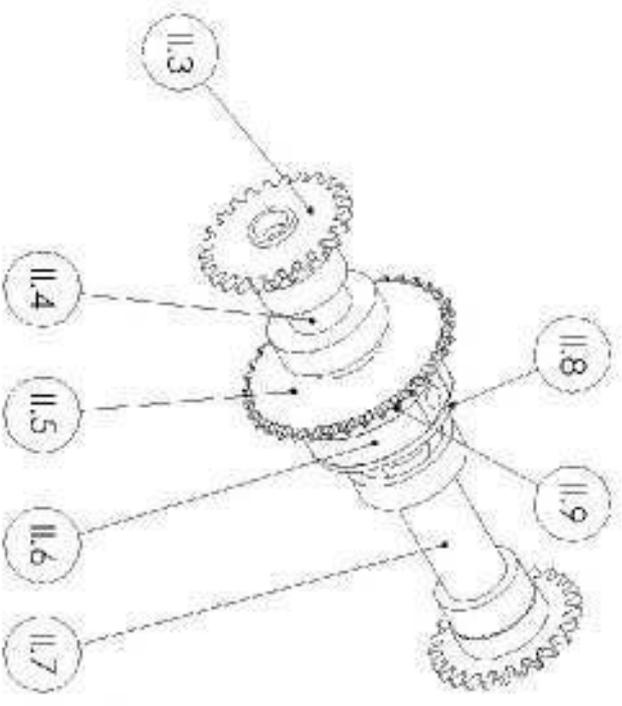
| REVISION | | DATE | | DRAWN | | CHECKED | | DESIGNED | | ENGINEER | |
|--------------------|--|------|--|-------|--|---------|--|----------|--|----------|--|
| NO. | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPTION | | | | | | | | | | | |
| DUDUKAN BATANG | | | | | | | | | | | |
| TUMBUHAN | | | | | | | | | | | |
| SOCHIBREAKER | | | | | | | | | | | |
| MTR-106 | | | | | | | | | | | |
| DESIGN CENTER | | | | | | | | | | | |
| PLAIN CARBON STEEL | | | | | | | | | | | |
| MATERIAL | | | | | | | | | | | |
| APPLICATION | | | | | | | | | | | |
| NEXT ASSY | | | | | | | | | | | |
| SECTION | | | | | | | | | | | |
| ANSI/ASME | | | | | | | | | | | |
| STANDARD | | | | | | | | | | | |



| | | | | | |
|------------|----------|----------|---------|-------------------------------------|--|
| APPLICATOR | | DESIGN | DATE | SCALE | NO. 1 Description SUPPORT ATAS BATANG TUMBUHAN SOCIBREKER MTR-109 |
| SECTION | ENGINEER | DRAWN | CHECKED | DATE | |
| PROJECT | | MATERIAL | | 375. E100 375. E100 375. E100 | |

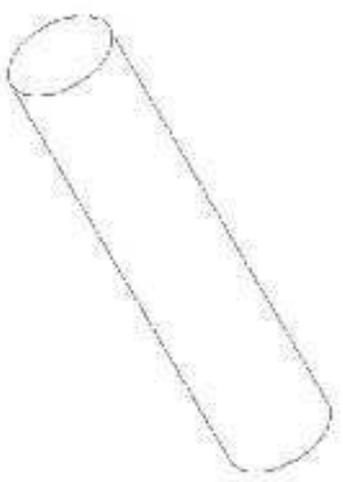
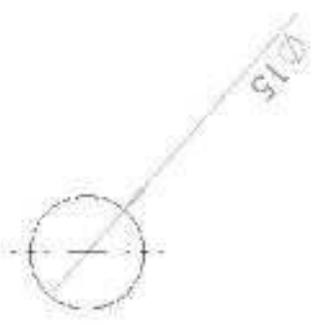


SECTION A-A
SCALE 1 : 5

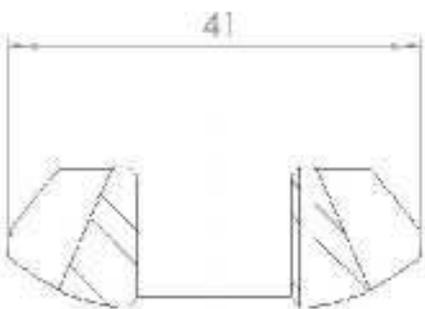
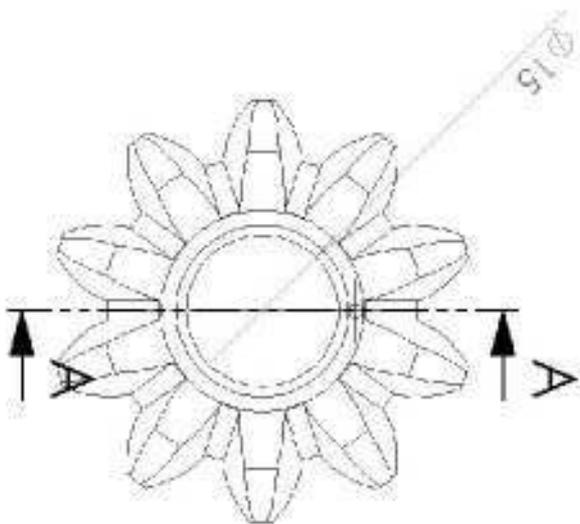


| No. | Description |
|------|------------------------|
| 11.9 | Block - LH |
| 11.8 | Block - RH |
| 11.7 | Support Shaft - Rh |
| 11.6 | Block Tengah |
| 11.5 | Sproket Driving Gardan |
| 11.4 | Support Shaft - LH |
| 11.3 | Sproket Driven Gardan |
| 11.2 | Pinion (Bevel Gear) |
| 11.1 | Paros Pinion |

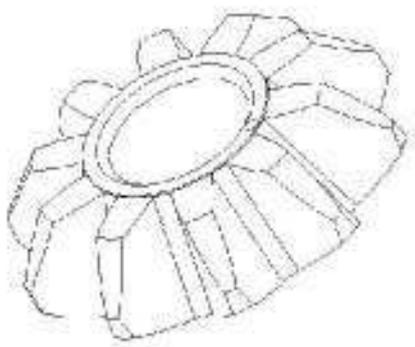
| | | | |
|----------------------------|----------|-------------|--|
| DESIGN | DATE | SCALE | |
| CHECKS | REVISION | SIZE | |
| PROJECT ASSY | SECTION | NO. DRAWING | |
| APPLICATION | ENGINEER | | |
| MATERIAL | | FINISH | |
| PLAK. CARBON STEEL | | | |
| TITLE | | NO. DOKUMEN | |
| SPROKET DIFFERENTIAL MOTRO | | | |
| A4 | | MTR-4-00 | |
| SHEET 1 OF 1 | | | |



| | | | |
|-------------|------------|--------------------|---------|
| NO. | | Description | |
| DATE | REVISED | TITLE | |
| DESIGNED BY | CHECKED BY | DATE | REVISED |
| APPROVED BY | ENGINEER | MATERIAL | |
| | | PLAIN CARBON STEEL | |
| PART ASSY | | MTR-4-01 | |
| APPLICATION | | SHEET OF | |
| | | DESIGN CENTER | |

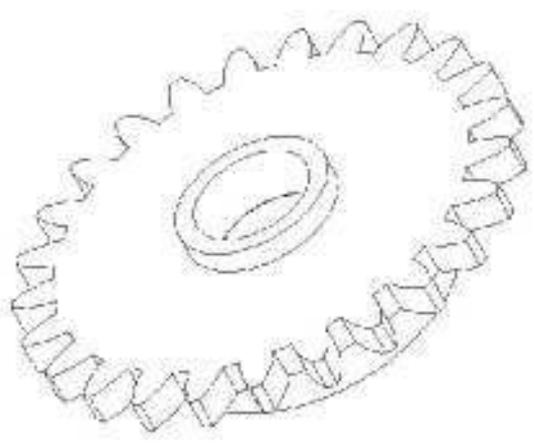
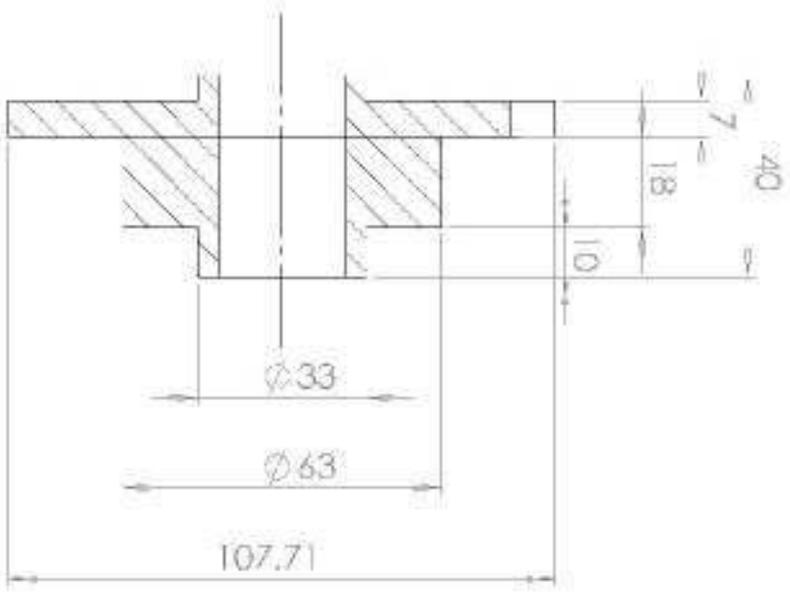
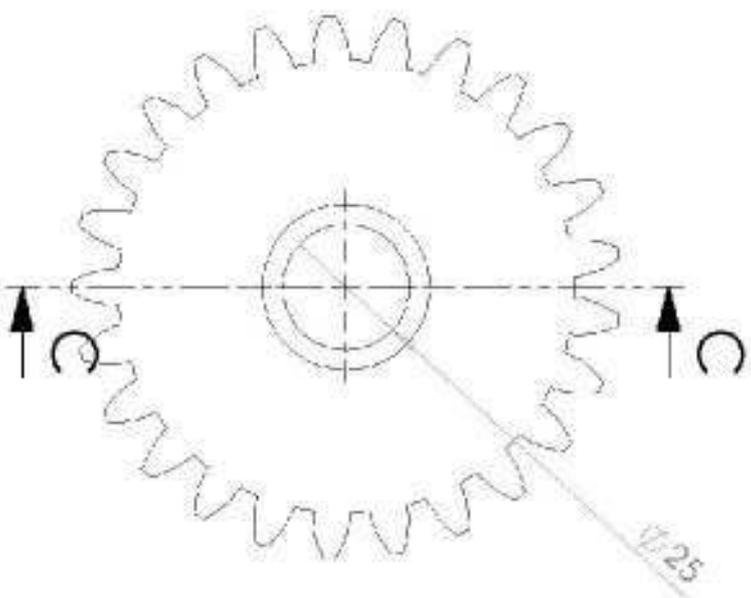


14



SECTION A-A
SCALE 2 : 1.5

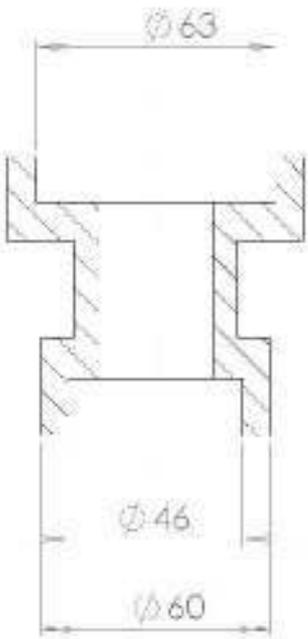
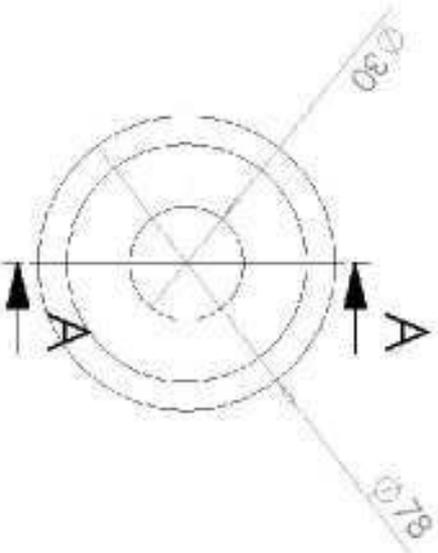
| | | | | | | | |
|-------------|----------|------|---------|--|--|---------------------------------|--|
| NO. | | DATE | | | DESCRIPTION PINION (BEVEL GEAR) | MTR-14-02 375x 110x 110 (mm) | |
| DESIGN | ENGINEER | DATE | REVISED | | | | |
| PROJECT NO. | SECTION | NO. | DATE | | | | |
| APPLICATION | ENGINEER | | | | | | |



SECTION C-C

SCALE 1 : 1.5

| | | | | | |
|---------------|----------|----------|--------------------|---|-----------|
| DESIGN CHECKS | | DATE | BY | DESCRIPTION SPROCKET DRIVEN CARDAN | |
| PROJECT NO. | SECTION | APPROVED | DATE | | |
| APPLICATION | ENGINEER | MATERIAL | PLAIN CARBON STEEL | TITLE A4 MTR-4-03 | SHEET NO. |

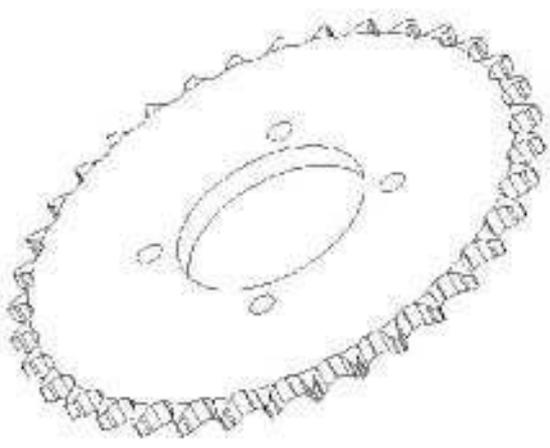
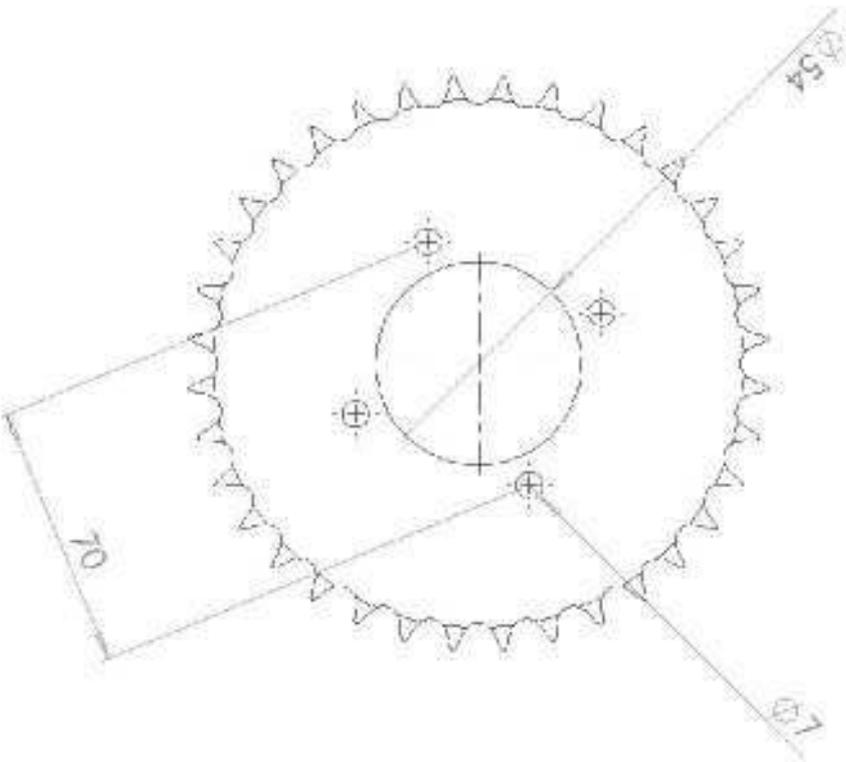


SECTION A-A
SCALE 1 : 2

No. _____

Description

| | | | | | | |
|-------------|---------|------|----------|--------------------|-------------------|---------------|
| DESIGNER | CHECKER | DATE | APPROVED | MATERIAL | TITLE | SHEET NO. |
| PROJECT | SECTION | NO. | ENGINEER | | | |
| APPLICATION | | | | PLAIN CARBON STEEL | PINION BEVEL GEAR | 1 OF 1 |
| | | | | A4 | MTR-11-04 | DESIGN CENTER |

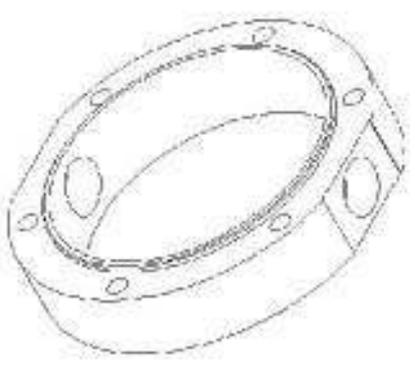
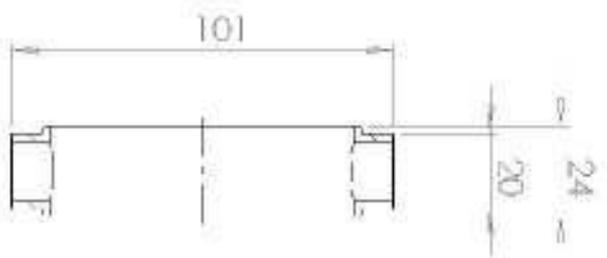
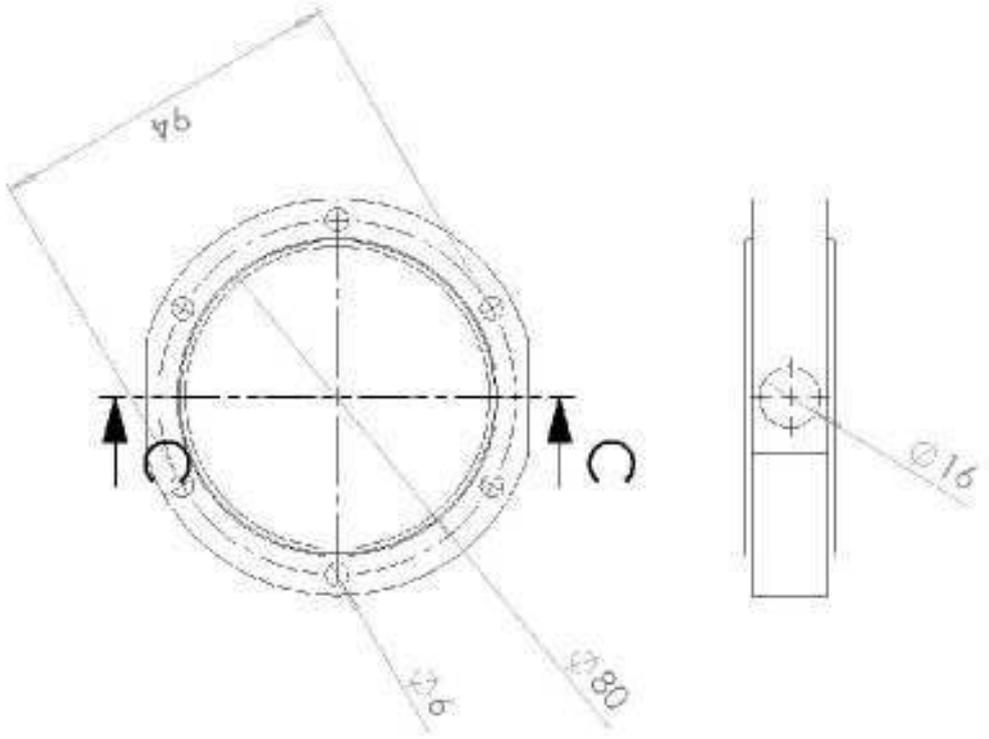


NO.

Description

| | | | | |
|-------------|----------|----------|------------------------------|---------------------|
| DESIGN | DATE | REVISION | TITLE A4 MATR-4-05 | SHEET NO. 1 OF 1 |
| CHECKED | DATE | REVISION | | |
| DESIGNED BY | DATE | REVISION | SPROCKET DRIVING GANDAN | |
| APPROVED BY | DATE | REVISION | MTR-4-05 | |
| APPLICATION | ENGINEER | MATERIAL | PLAIN CARBON STEEL | |

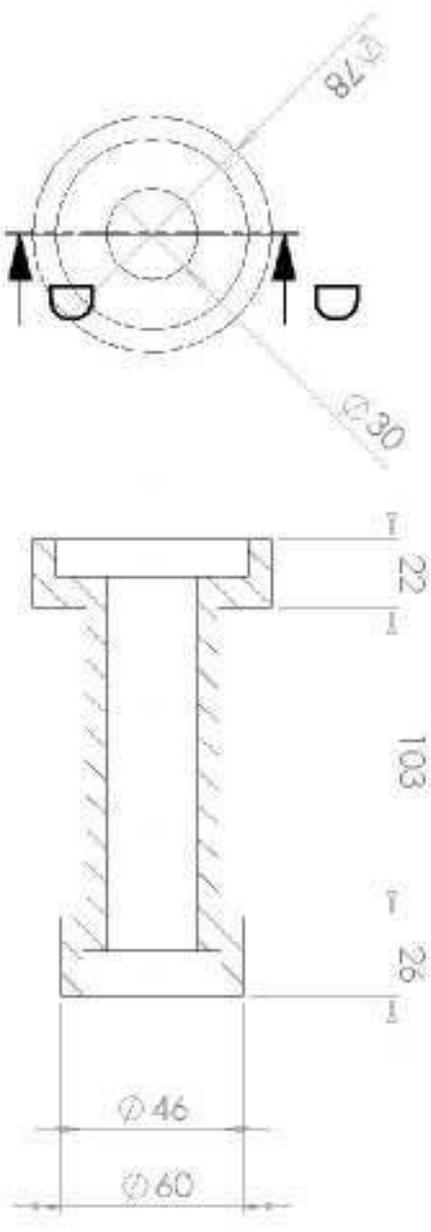




SECTION C-C
SCALE 1 : 2

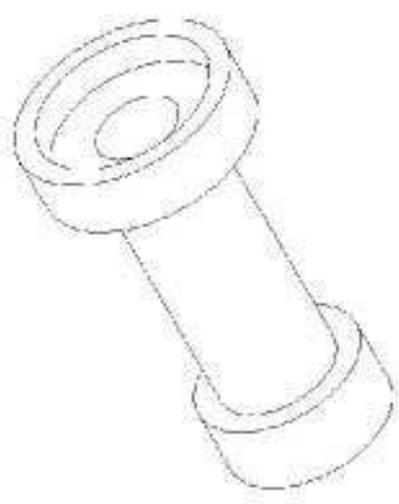
| | | | | | |
|----------|----------|------------------------------|-------------|-------------|--|
| DRAWING | | NO. | | Description | |
| DESIGN | DATE | NO. | DESCRIPTION | BLOK TENGAH | |
| CHECKS | REVISION | 1 | 1 | MTR-11-06 | |
| REVISION | DATE | MATERIAL: PLAIN CARBON STEEL | | | |
| APPROVAL | ENGINEER | SHEET 1 OF 1 | | | |





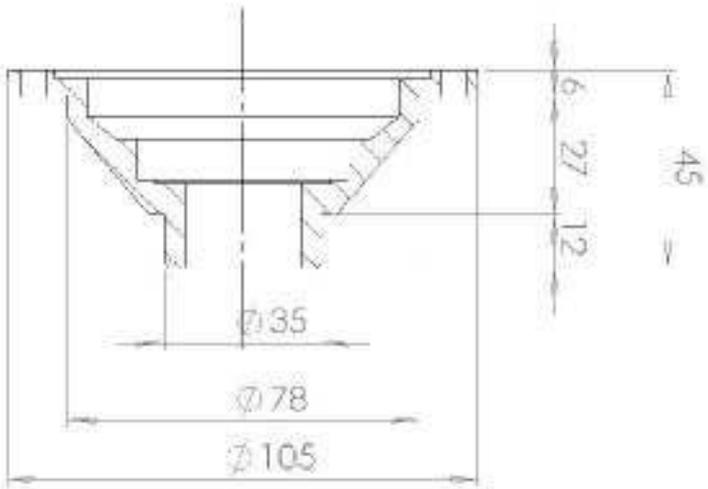
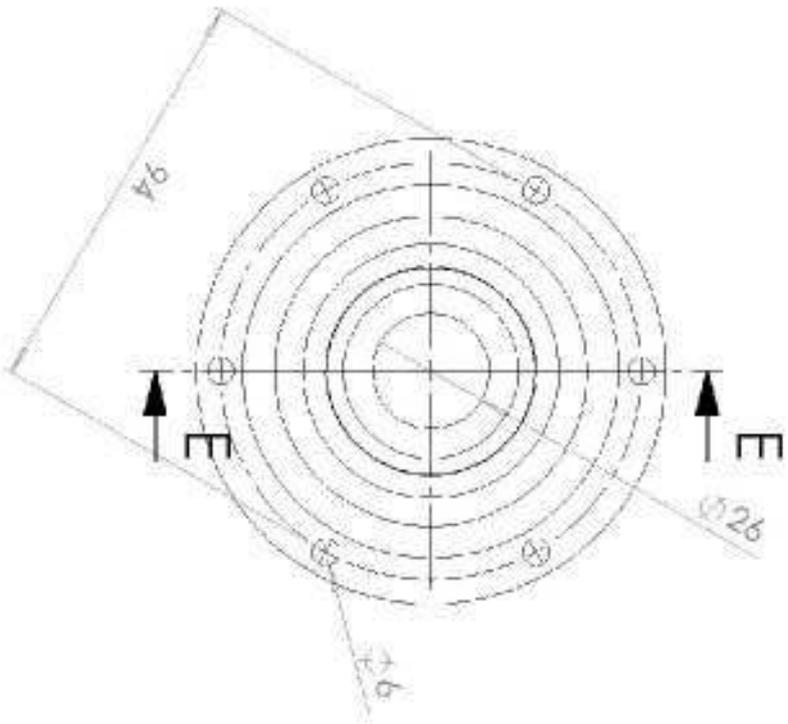
SECTION D-D

SCALE 1 : 2.5



| | | | |
|-------------|----------|-----------------------|--|
| NO. | | Description | |
| DATE | REVISED | TITLE | |
| 02/09/20 | | SUPPORT SHAFT - RH | |
| DESIGNED BY | ENGINEER | MATERIAL | |
| | | PLAIN CARBON STEEL | |
| APPROVED BY | ENGINEER | SIZE | |
| | | A4 | |
| | | MTR-11-07 | |
| | | 375x 60mm (std. dia.) | |
| | | SHED - CR | |

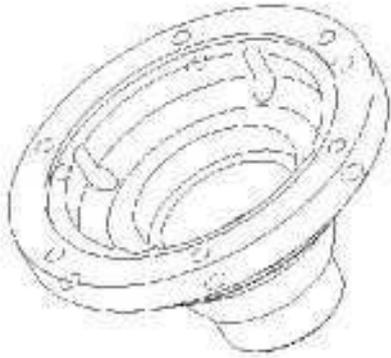
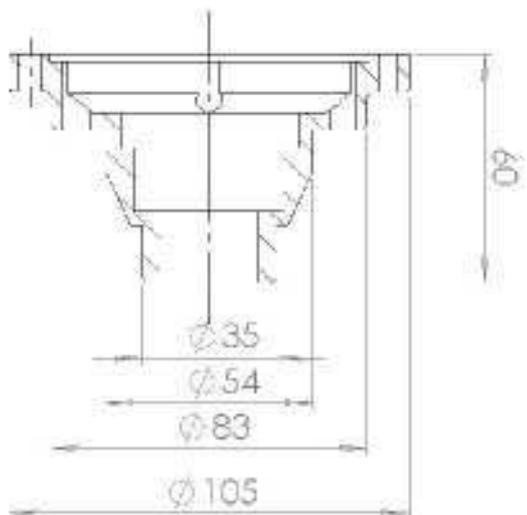
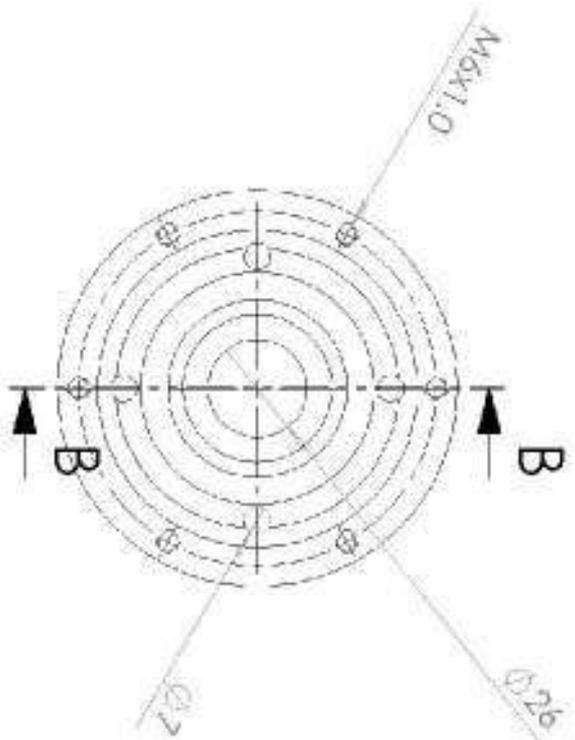




SECTION E-E

SCALE 1 : 1.7

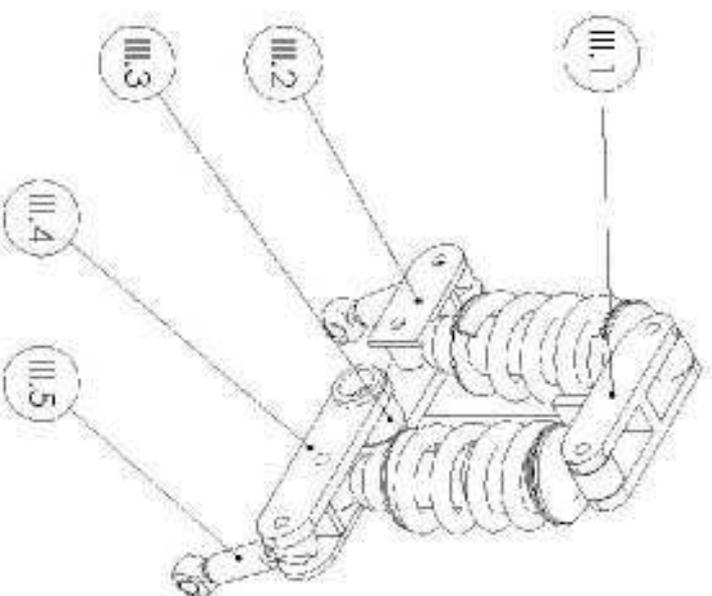
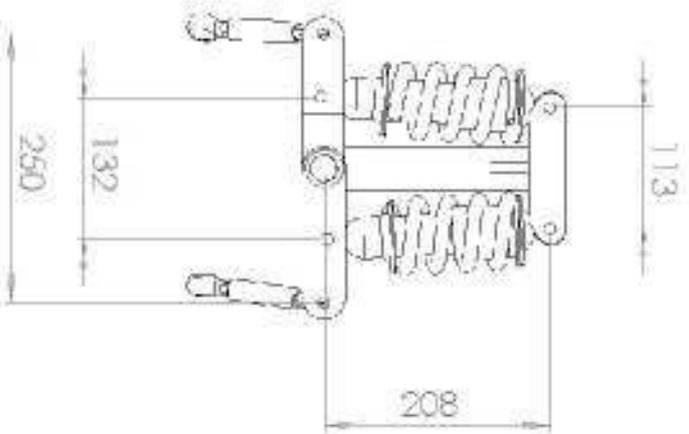
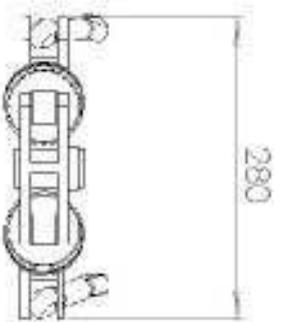
| | | | | | | | |
|--------------|----------|--------------------|------|---------------------|--|-------------|--|
| DRAWING | | DATE | | NO. | | DESCRIPTION | |
| DESIGNER | CHECKER | DATE | NO. | BLOK . RM | | | |
| PROJECT ASSY | SECTION | NO. | REV. | MTR-11-08 | | | |
| APPLICATION | ENGINEER | MATERIAL | | 304 STAINLESS STEEL | | | |
| | | PLATE CARBON STEEL | | SHEET : 01 | | | |



SECTION B-B

SCALE 1:2

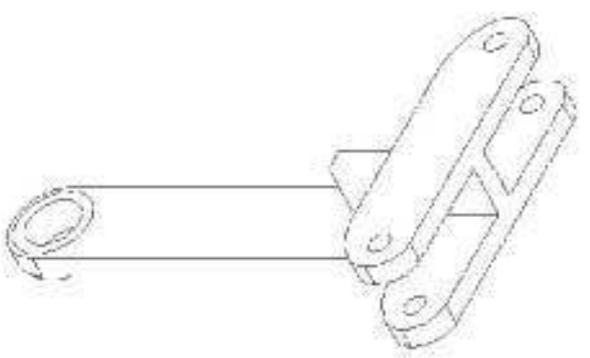
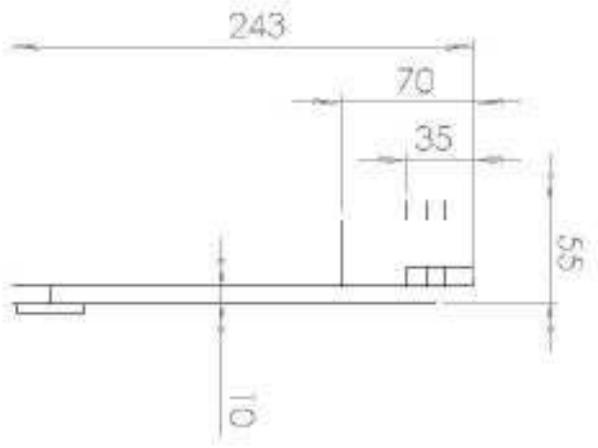
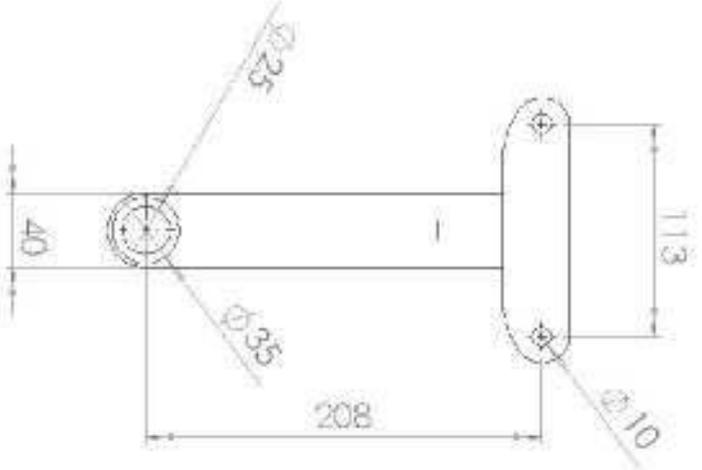
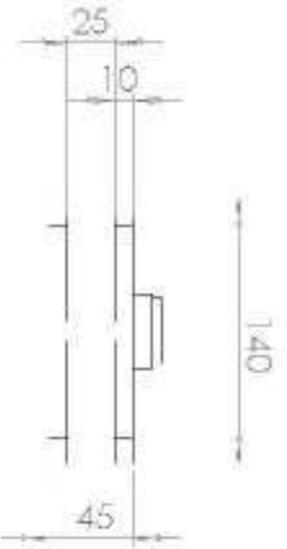
| NO. | | Description | |
|-------------|----------|-----------------------|--|
| FILE | DATE | BLOK - LH | |
| DESIGN | REVISED | | |
| NEXT ASSY | SECTION | ANVIL | |
| APPLICATION | ENGINEER | MATERIAL | |
| | | PLAIN CARBON STEEL | |
| | | TITLE | |
| | | A4 | |
| | | MTR-11-09 | |
| | | 375A E11111 (ver 1.0) | |
| | | SHEET 1 OF 1 | |



| | |
|-------|--|
| III.5 | Batang Dudukan Ball Joint |
| III.4 | Batang Support SocketBreaker&Ball Joint - RH |
| III.3 | Stopper Batang Support |
| III.2 | Batang Support SocketBreaker&Ball Joint - LH |
| III.1 | Batang Support SocketBreaker |

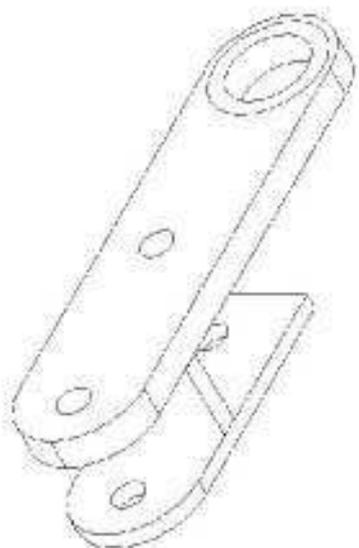
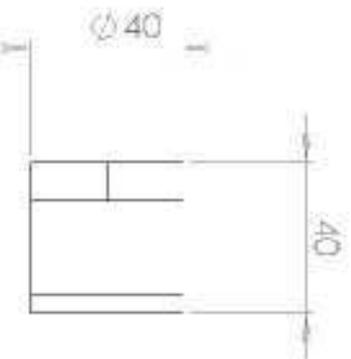
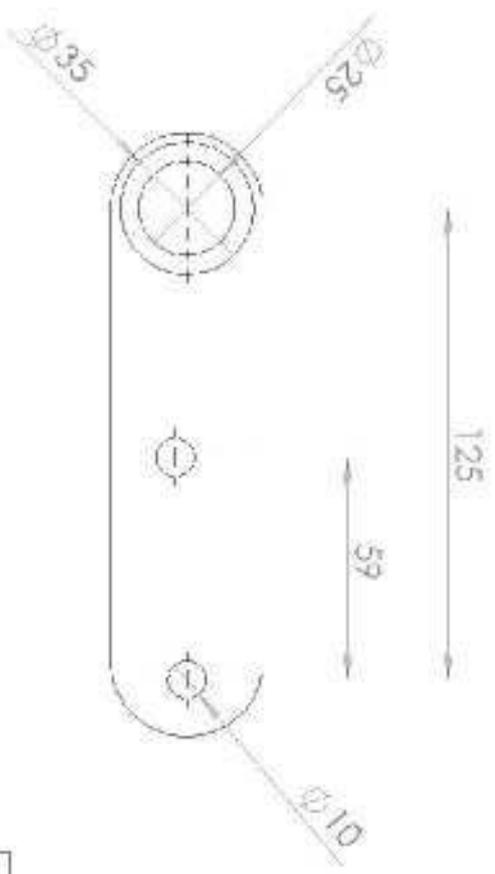
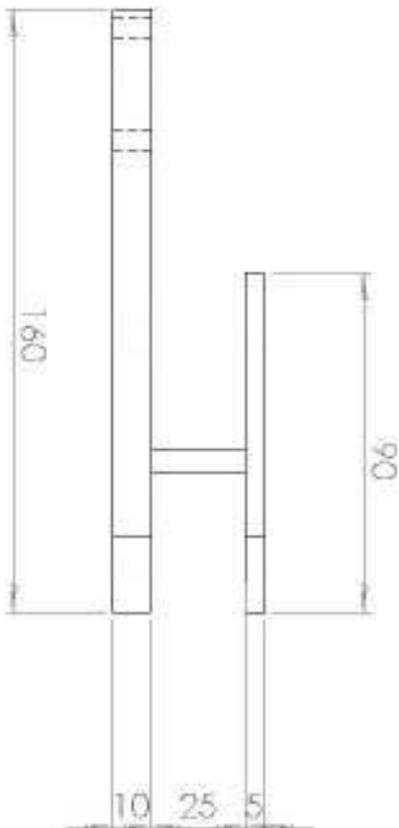
No. Description

| | | | |
|--------------------|----------|---------------|------|
| DESIGN CHECKS | DATE | DESIGNED BY | DATE |
| APPROVAL | DATE | APPROVED BY | DATE |
| PROJECT ASSY | SECTION | NO. | REV. |
| APPLICATION | ENGINEER | | |
| MATERIAL | | SPECIFICATION | |
| PLAIN CARBON STEEL | | MTR-IIH-00 | |

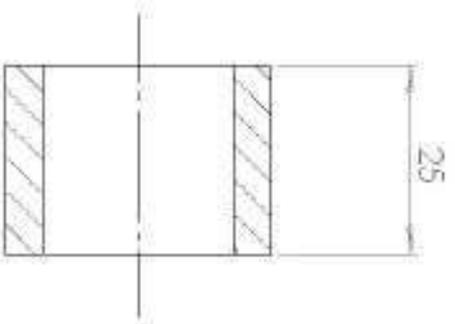
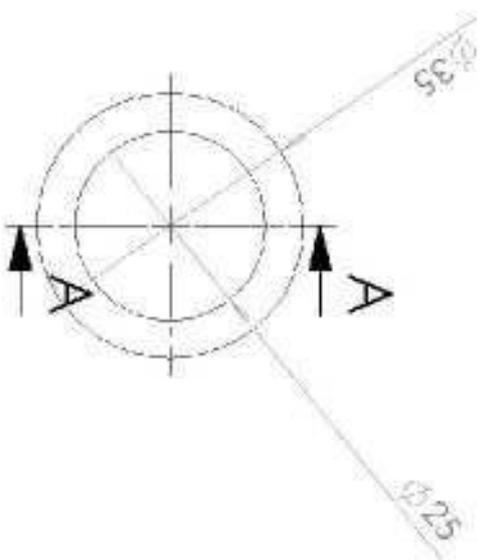


| | | | | | |
|--------------------|------|--------------------|------|--------------------|------|
| NO. | | DATE | | REVISION | |
| DESIGN | DATE | DESIGN | DATE | DESIGN | DATE |
| CHECK | DATE | CHECK | DATE | CHECK | DATE |
| APPROVAL | DATE | APPROVAL | DATE | APPROVAL | DATE |
| MATERIAL | | MATERIAL | | MATERIAL | |
| PLAIN CARBON STEEL | | PLAIN CARBON STEEL | | PLAIN CARBON STEEL | |
| TITLE | | TITLE | | TITLE | |
| BATANG SUPPORT | | BATANG SUPPORT | | BATANG SUPPORT | |
| SOCK BREAKER | | SOCK BREAKER | | SOCK BREAKER | |
| SHEET NO. | | SHEET NO. | | SHEET NO. | |
| A4 | | A4 | | A4 | |
| MTR-III-01 | | MTR-III-01 | | MTR-III-01 | |
| DESIGN CENTER | | DESIGN CENTER | | DESIGN CENTER | |





| NO. | | Description | |
|--------------------|----------|--------------------|----------|
| DATE | REVISION | DATE | REVISION |
| DESIGNER | CHECKER | DATE | REVISION |
| ENGINEER | APPROVER | DATE | REVISION |
| MATERIAL | | MATERIAL | |
| PLATE CARBON STEEL | | PLATE CARBON STEEL | |
| TITLE | | TITLE | |
| A4 | | MTR-III-02 | |
| BATANG SUPPORT | | BATANG SUPPORT | |
| SOCKETS/FAKES & | | SOCKETS/FAKES & | |
| BALL JOINT - LH | | BALL JOINT - LH | |
| DESIGN CENTER | | DESIGN CENTER | |

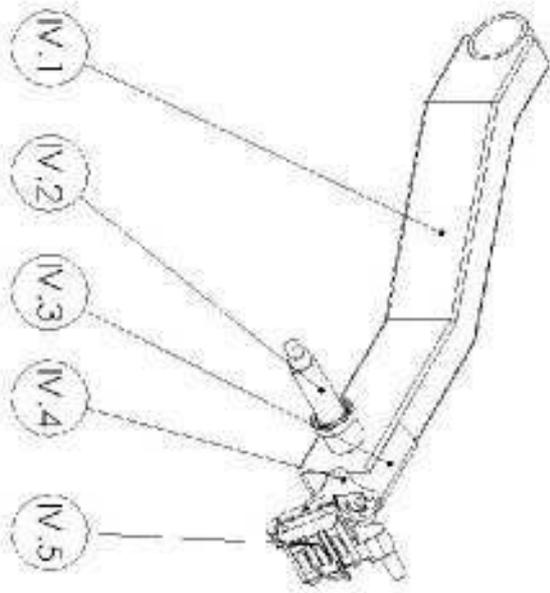
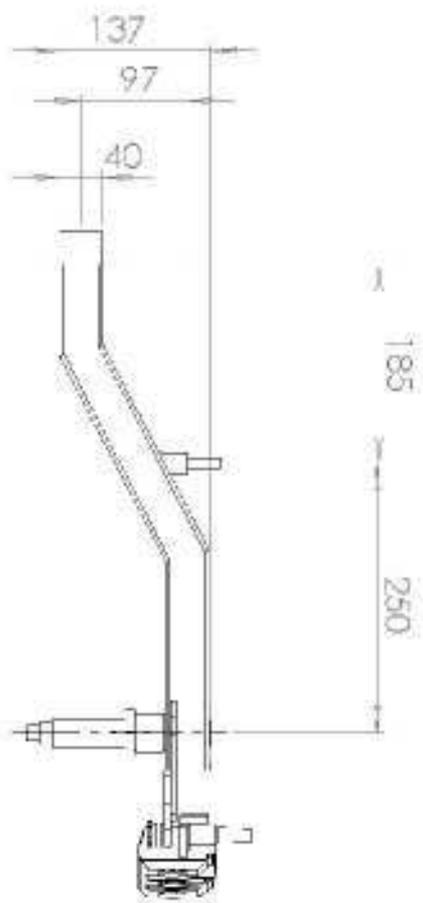


SECTION A-A
SCALE 1:1



| | | | |
|-------------|----------|-------------------------|--|
| NO. | | Description | |
| FILE | DATE | STOPPER BATAANG SUPPORT | |
| DESIGNER | REVISION | MTR-III-03 | |
| CHECKER | DATE | 27.5.2011 | |
| APPROVAL | ENGINEER | MTR-III-03 | |
| MATERIAL | | PLAIN CARBON STEEL | |
| NEXT ASSY | | MTR-III-03 | |
| APPLICATION | | SHEET 1 OF 1 | |



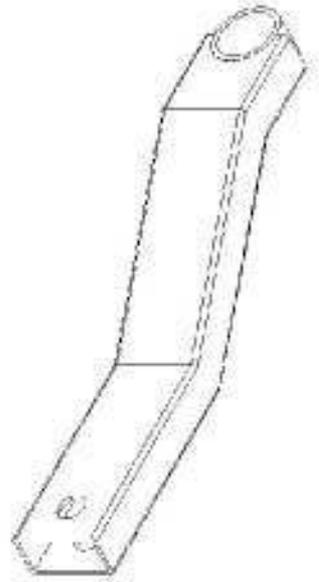
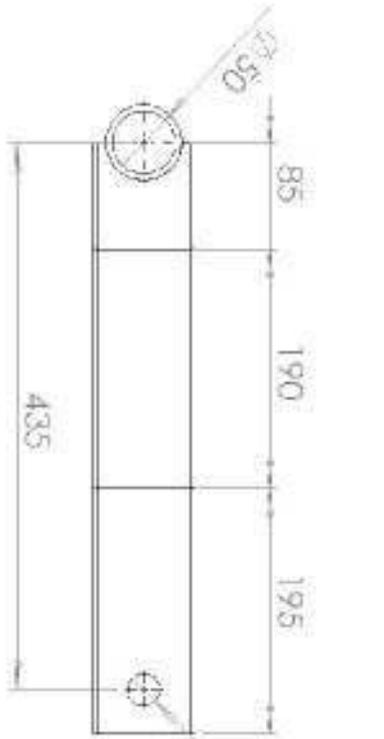
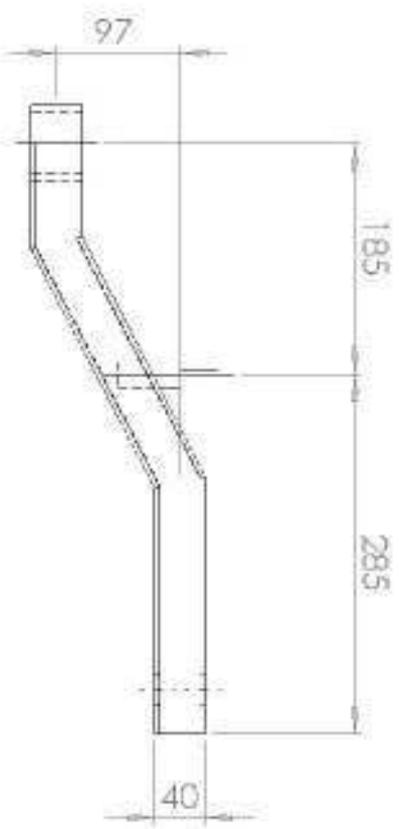


| No. | Description |
|------|--------------------------------|
| IV.5 | Caliver |
| IV.4 | Pivot Mounting Caliver |
| IV.3 | Pivot Dudukan Mounting Caliver |
| IV.2 | Shott Roda - LH |
| IV.1 | ARM - LH |



| | | | |
|----------------|----------|-----------|---|
| DESIGN CHECKED | DATE | 8/22/2012 | |
| DESIGNED | DATE | | |
| APPROVAL | DATE | | |
| APPROVAL | DATE | | |
| APPLICABLE | ENGINEER | | TITLE: A4 MTR-IV-00 MATERIAL: PLAIN CARBON STEEL SIZE: 1/8" x 1/4" x 1/8" |





NO.

Description

ARM - LH

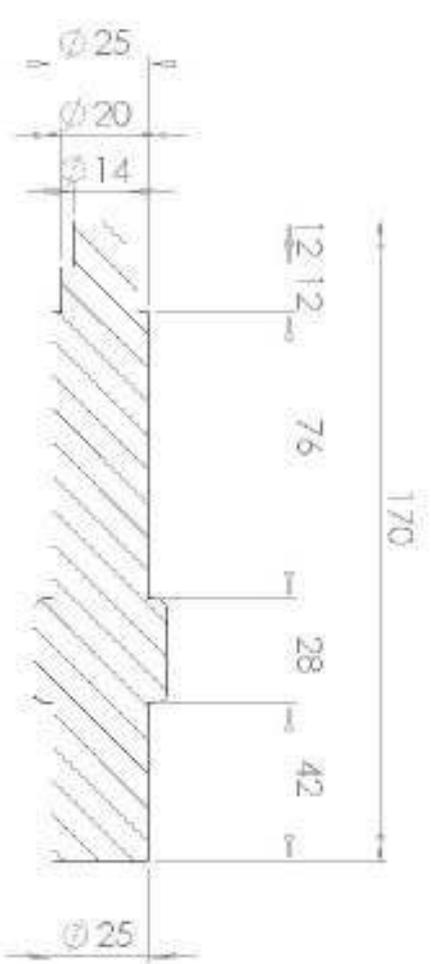
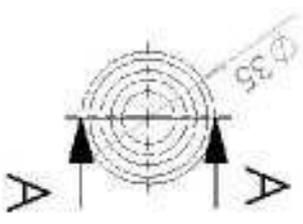


| | | |
|------------------------------|----------|-----|
| DESIGN CHECKED | DATE | BY |
| APPROVED | DATE | BY |
| PROJECT NO. | SECTION | NO. |
| APPLICATION | ENGINEER | |
| MATERIAL: PLAIN CARBON STEEL | | |

REV: A4 MTR-IV-01

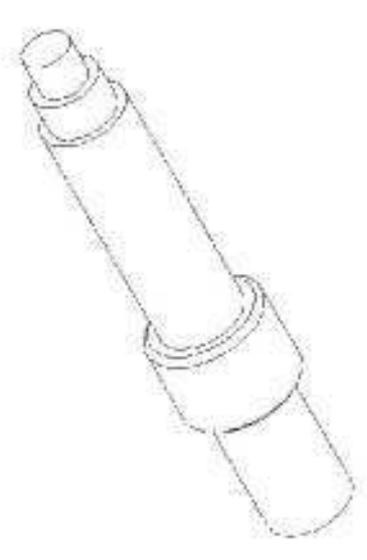
375.0000

SHEET NO.



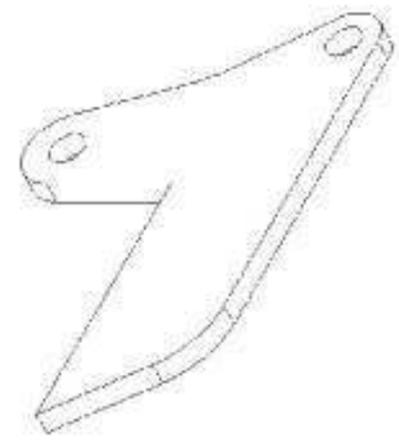
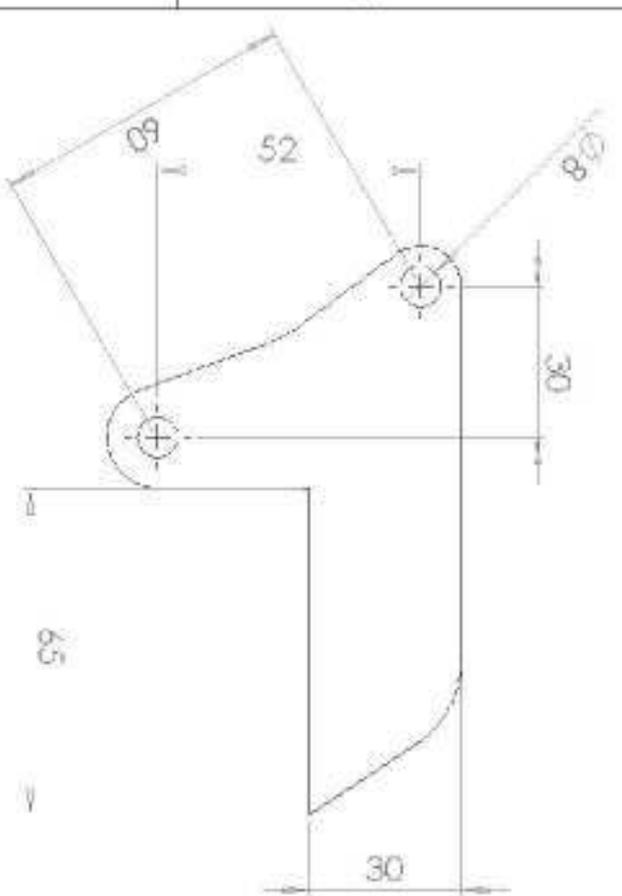
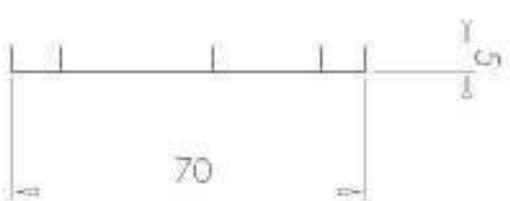
SECTION A-A

SCALE 1 : 2

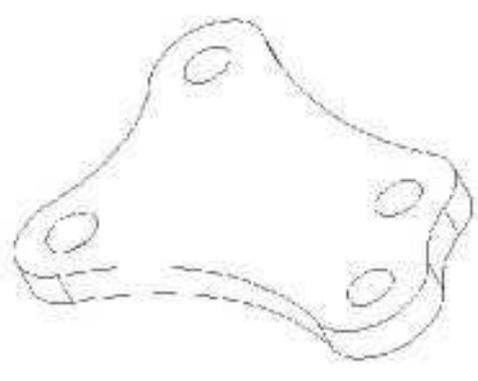
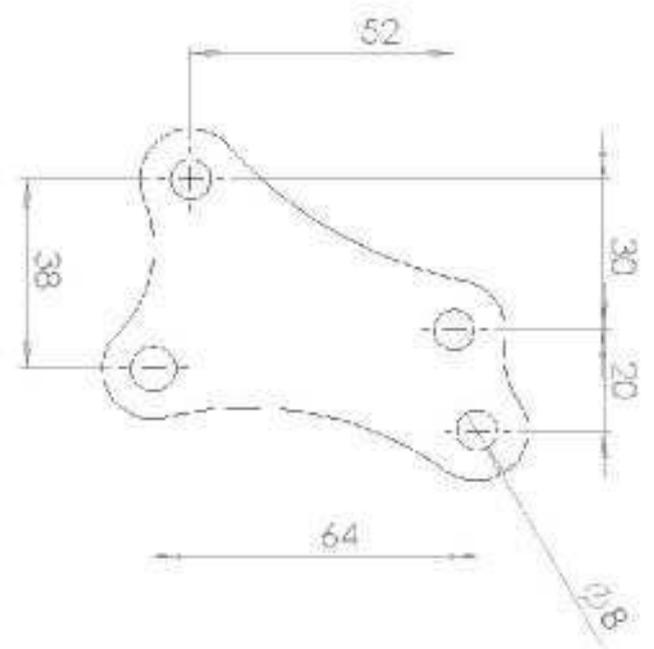


| | | | | | |
|--|--|--|--|---|--|
| NO. _____ DATE _____ DESIGNED BY _____ CHECKED BY _____ APPROVED BY _____ APPLICATION _____ | | NAME _____ DATE _____ DRAWN BY _____ MATERIAL _____ FINISH _____ | | Description SHAFT RODA - LH MTR-IV-02 375. E100 / WCR 11.1 300 | |
|--|--|--|--|---|--|





| | | | | | |
|-------------------------------|----------|------------------------------|----------|-----------|--|
| NO. | | DATE | | REVISION | |
| DESIGN | CHECK | DATE | REVISION | | |
| DESIGNER | CHECKER | | | | |
| APPROVAL | ENGINEER | MATERIAL: PLAIN CARBON STEEL | | | |
| Description | | TITLE | | SHEET NO. | |
| PLAT DUDUKAN MOUNTING CALIVER | | A4 | | MTR-IV-03 | |
| | | DESIGN CENTER | | | |



| | | |
|--------------|----------|-----------|
| DESIGN | DATE | SCALE |
| CHECKED | APPROVED | |
| PROJECT ASSY | SECTION | NO. PARTS |
| APPLICATION | ENGINEER | |

| | |
|----------|----------------------|
| NAME | NO. |
| DATE | REVISED |
| MATERIAL | PLATE CARBON & STEEL |

| | | |
|-------------------------------|---------------------------|-----------|
| Description | | |
| PLATE MOUNTING CALIVER | MTR-IV-04 | |
| SIZE: A4 | 375x 510x 10 (mm) (width) | SHEET NO. |



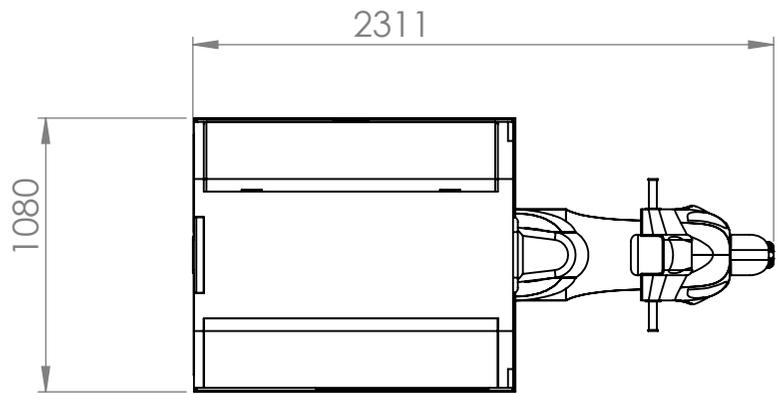
MOTIRO BUTONG

MOTOR TIGA RODA PENJUALAN BUAH POTONG

1 2 3 4 5 6

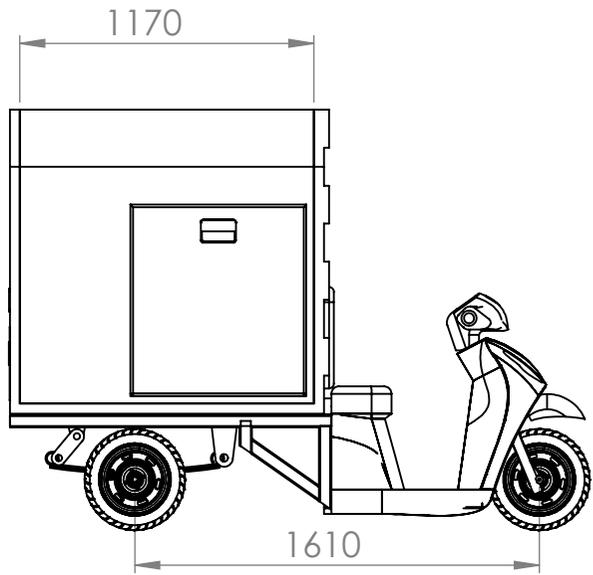
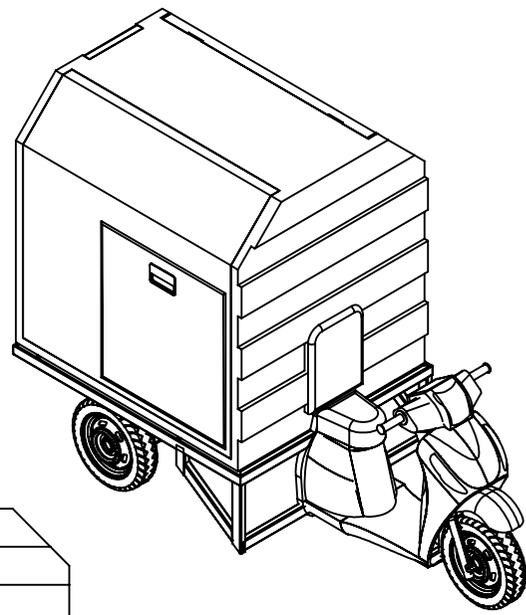
A

A



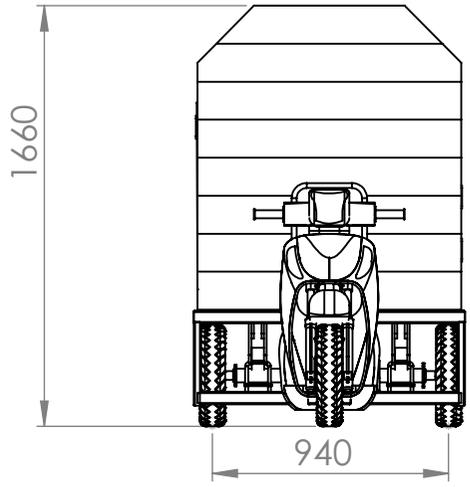
B

B



C

C



D

D

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING REVISION



| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|--|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |

TITLE:
MOTIRO BUTONG

DWG NO. **00**

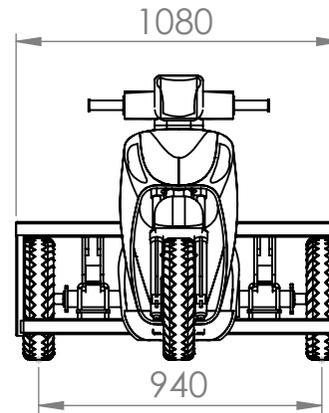
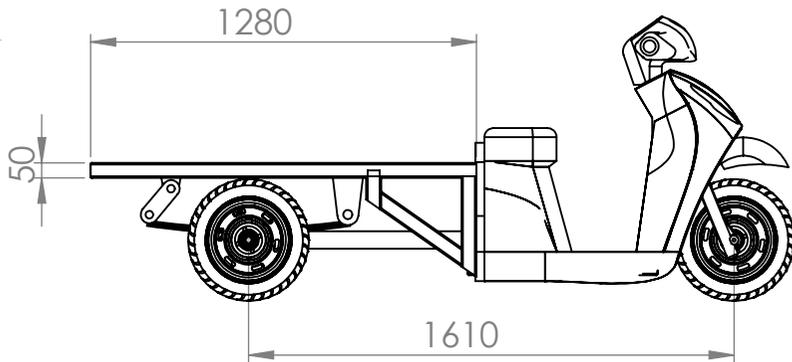
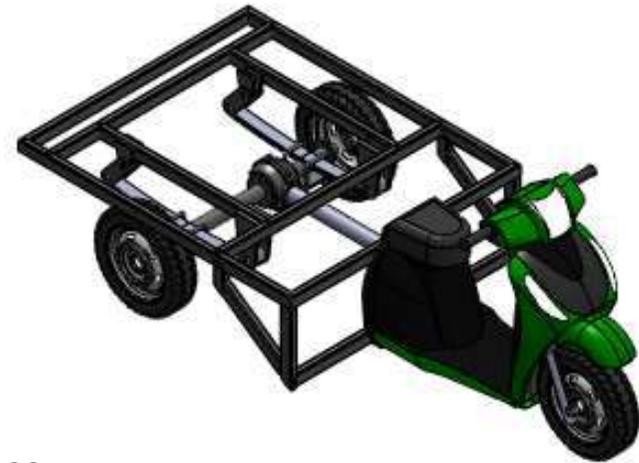
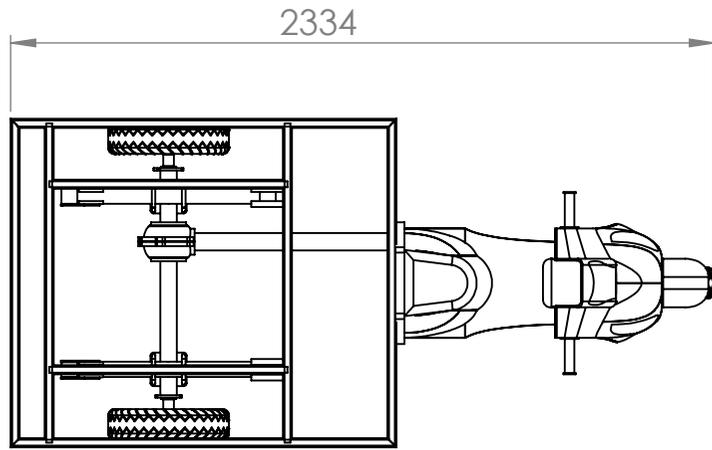
A3

MATERIAL:
Plain Carbon Steel

WEIGHT: SCALE:1:30 SHEET 1 OF 1

1

2



| Nama | Ukuran | Keterangan |
|-----------------|--------|------------------|
| Motor viar pico | 110 cc | Standar pabrikan |
| Rangka | | Standar Pabrikan |

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION



| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|-----------|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |
| | | | | MATERIAL: | |
| | | | | | |
| | | | | WEIGHT: | |

TITLE:

Chasis

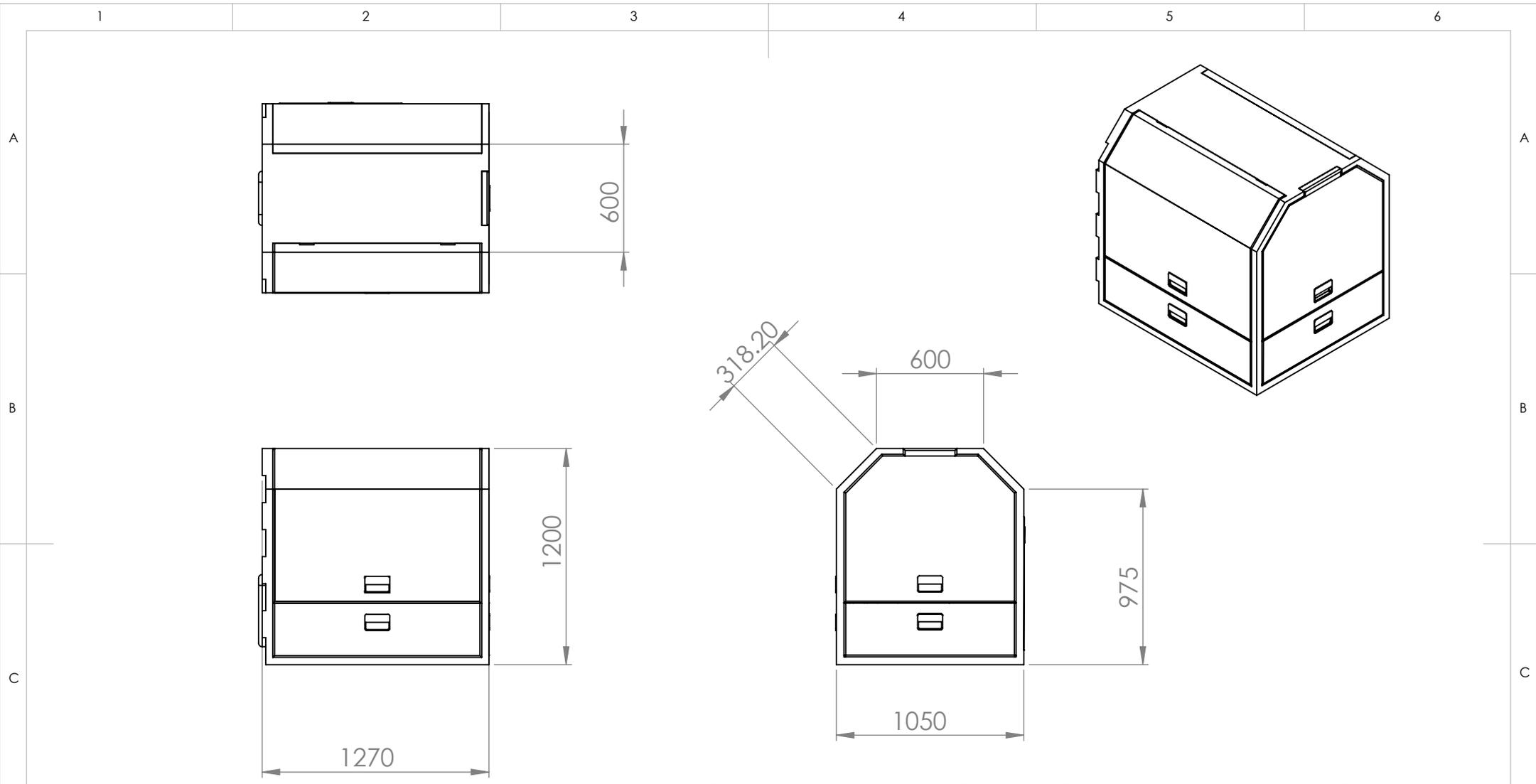
DWG NO.

01

A3

SCALE:1:50

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION



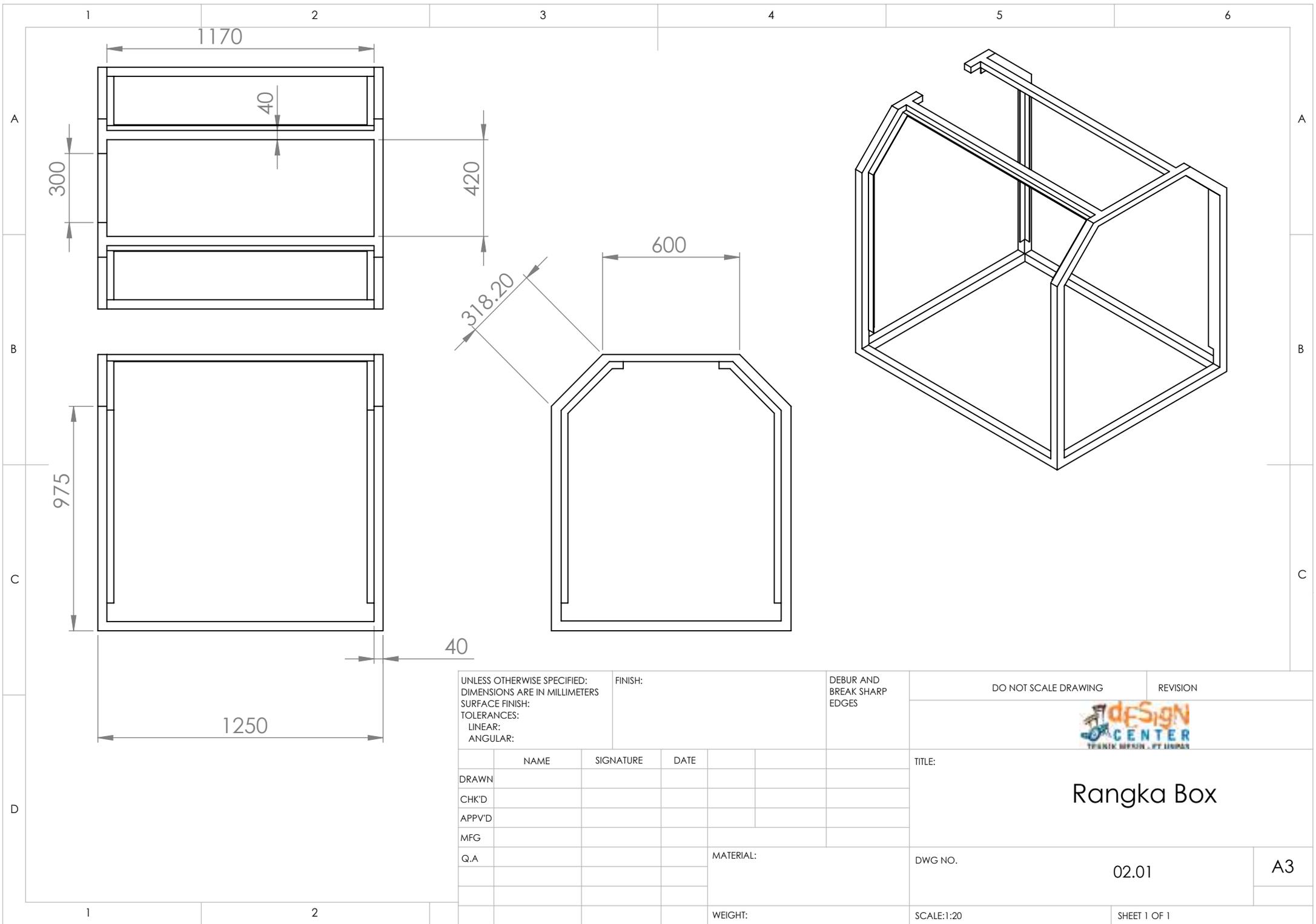
| | NAME | SIGNATURE | DATE | | | |
|--------|------|-----------|------|--|--|--|
| DRAWN | | | | | | |
| CHK'D | | | | | | |
| APPV'D | | | | | | |
| MFG | | | | | | |
| Q.A | | | | | | |

TITLE:
Box

DWG NO. **02** A3

WEIGHT:

SCALE:1:30 SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION



| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|-----------|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | MATERIAL: | |
| | | | | | |
| | | | | WEIGHT: | |

TITLE:

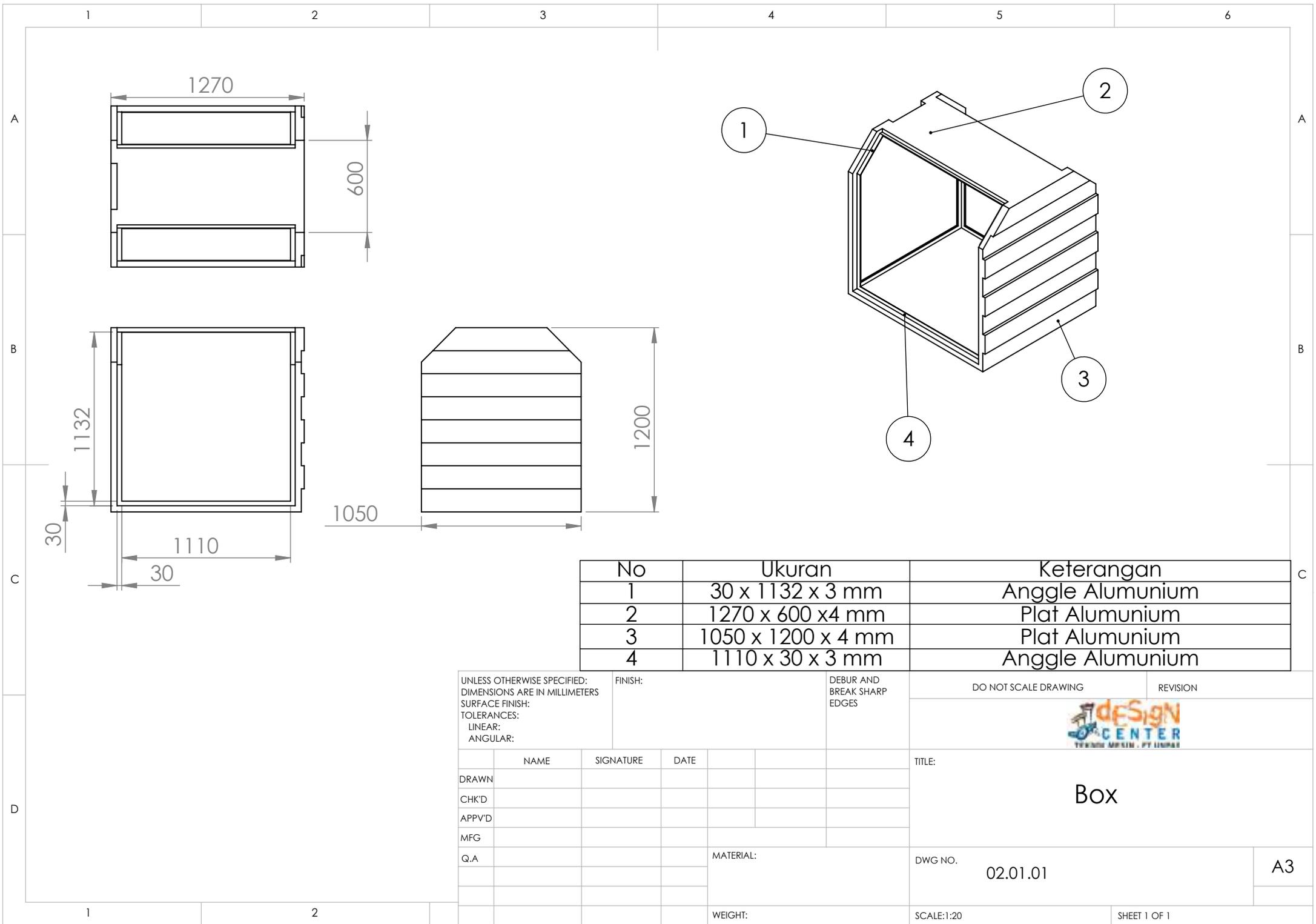
Rangka Box

DWG NO. 02.01

SCALE: 1:20

SHEET 1 OF 1

A3



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

 DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING REVISION

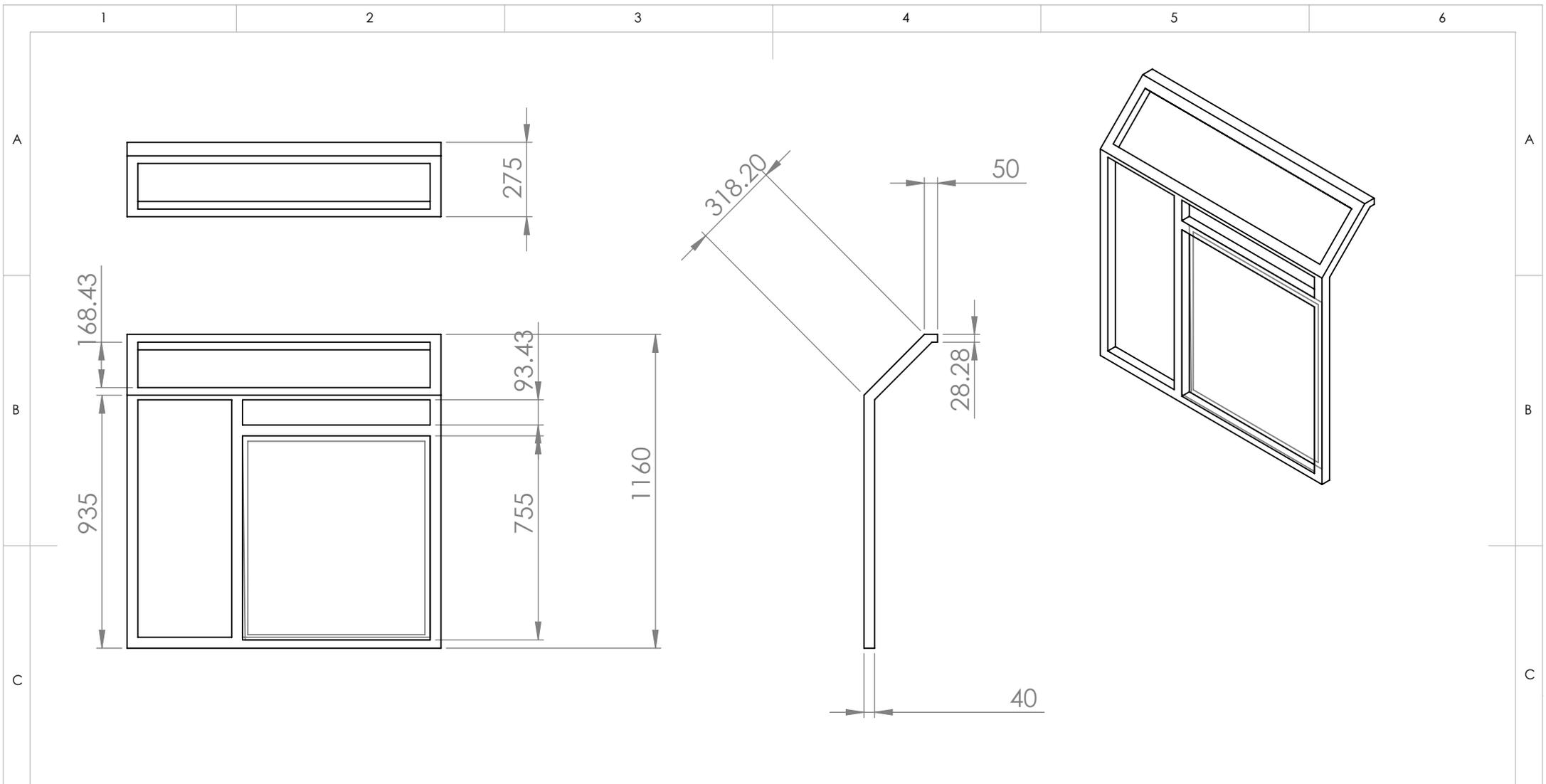


| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|--|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |

TITLE:
Box

DWG NO. 02.01.01 A3

WEIGHT: SCALE:1:20 SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION



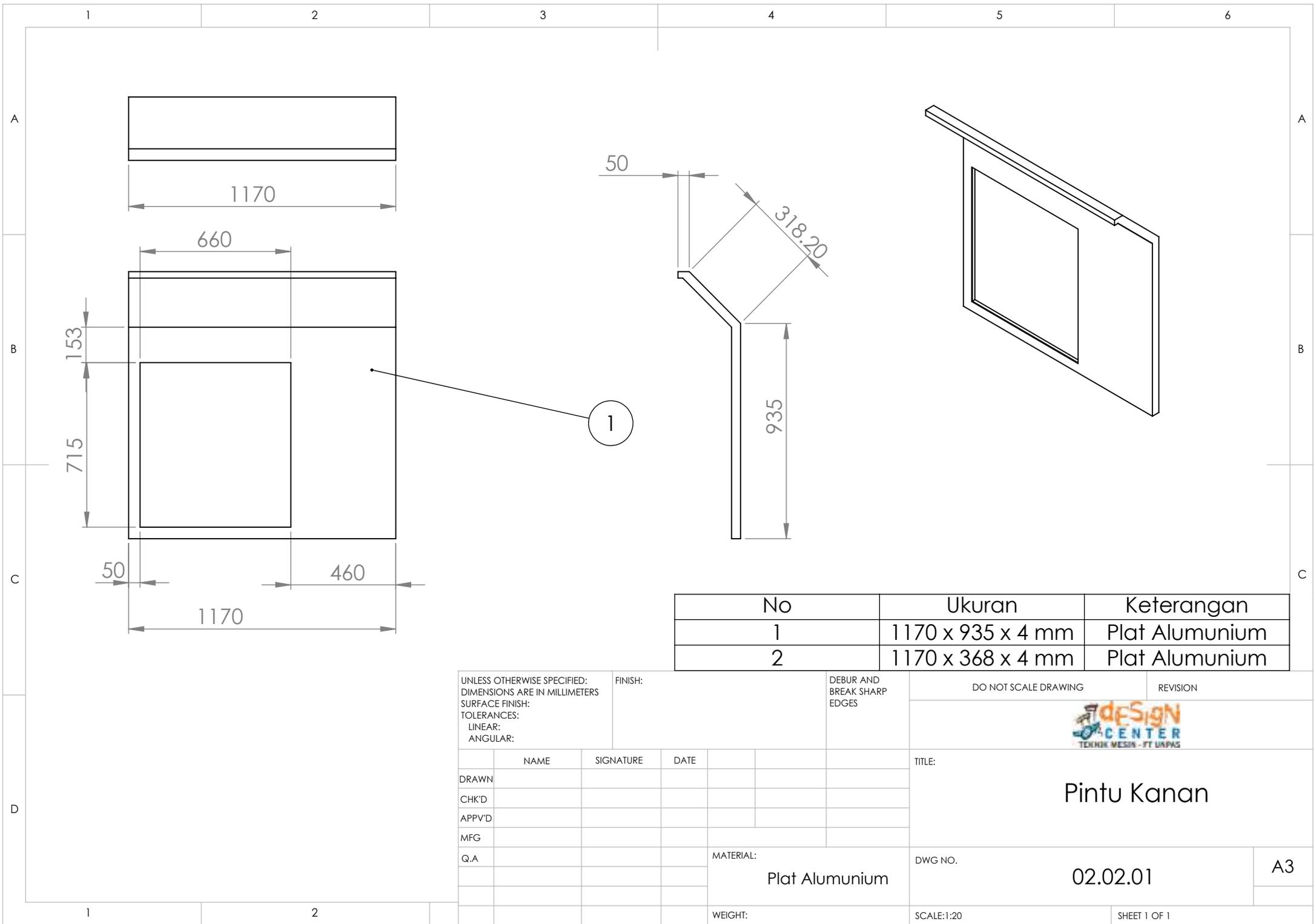
| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|--|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

TITLE:
Rangka Pintu Kanan

MATERIAL:
Carbon Steel

DWG NO. **02.02**
 SCALE: 1:20
 SHEET 1 OF 1

A3



| No | Ukuran | Keterangan |
|----|-------------------|----------------|
| 1 | 1170 x 935 x 4 mm | Plat Aluminium |
| 2 | 1170 x 368 x 4 mm | Plat Aluminium |

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

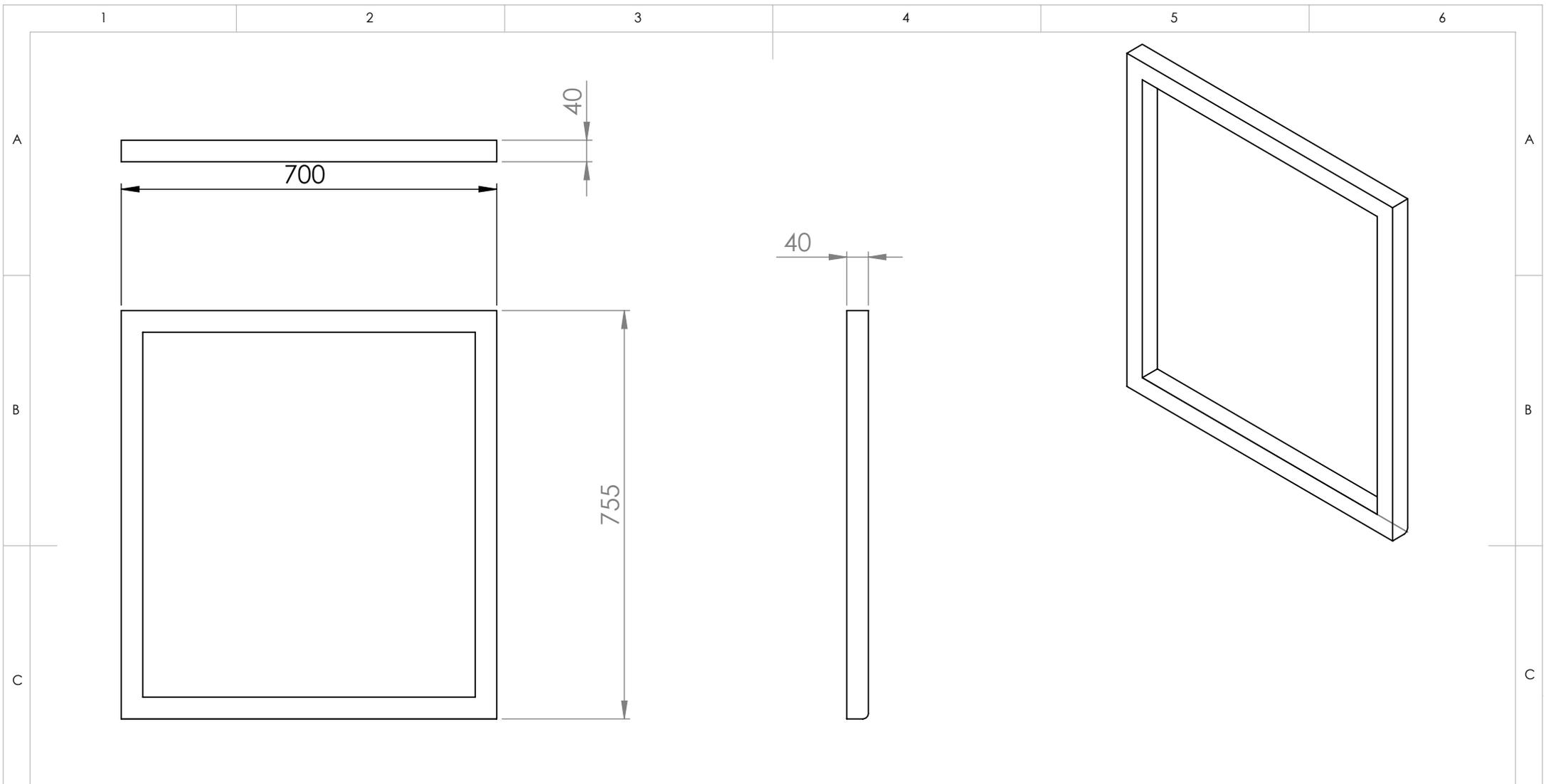
 DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING
 REVISION

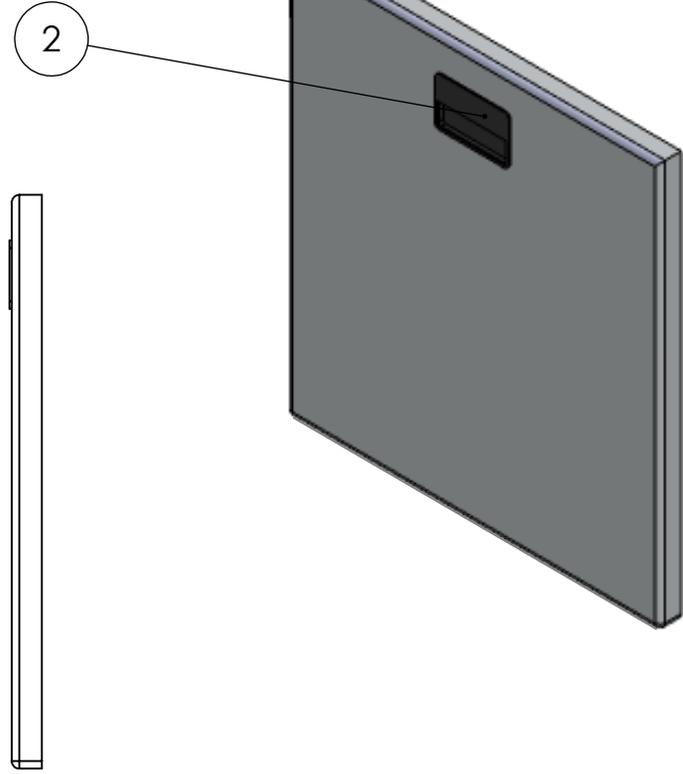
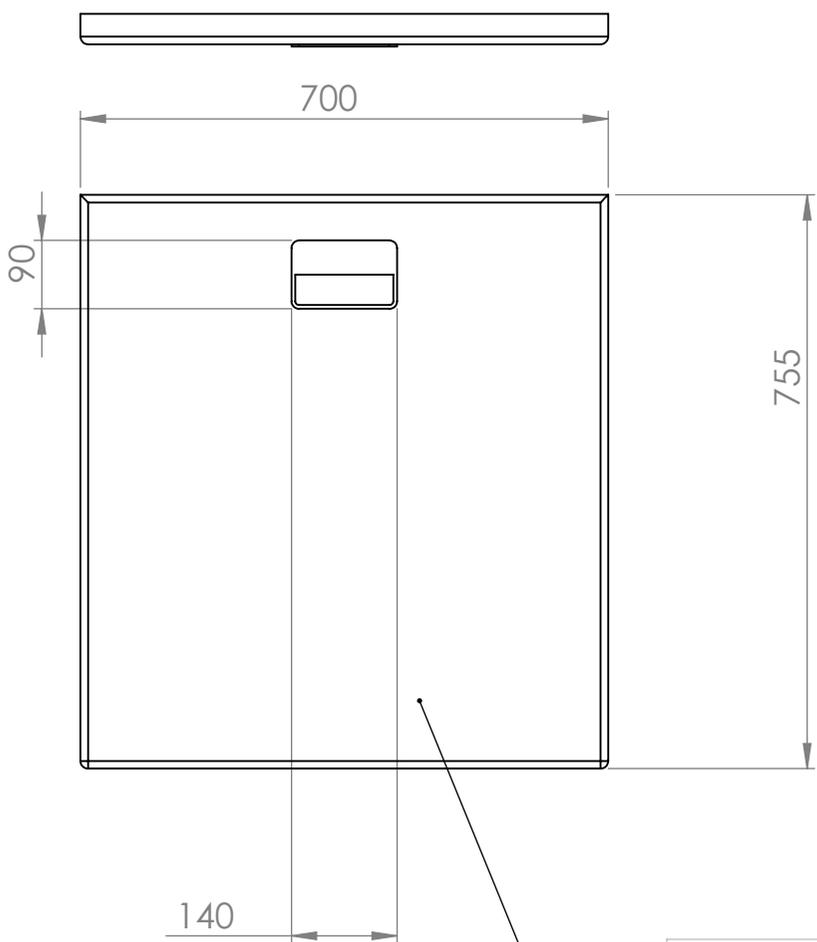


| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|----------------|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |
| | | | | MATERIAL: | |
| | | | | Plat Aluminium | |
| | | | | WEIGHT: | |

| | |
|--------------------------------|--------------|
| TITLE: <h1>Pintu Kanan</h1> | |
| DWG NO. <h2>02.02.01</h2> | A3 |
| SCALE:1:20 | SHEET 1 OF 1 |



| | | | | | | | | | | | |
|---|------|-----------|---------|--|-----------------------------------|------------------------------|---|----|--|--|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | | |
| | | | | | | |  | | deSign CENTER <small>TEKNIK MESIN - FT UNPAD</small> | | |
| | NAME | SIGNATURE | DATE | | | TITLE: | | | | | |
| DRAWN | | | | | | <h1>Rangka Pintu Bagasi</h1> | | | | | |
| CHK'D | | | | | | | | | | | |
| APPV'D | | | | | | | | | | | |
| MFG | | | | | | | | | | | |
| Q.A | | | | | MATERIAL: Carbon Steel | DWG NO. 02.03 | | A3 | | | |
| | | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:10 | | SHEET 1 OF 1 | | |



| No | Ukuran | Keterangan |
|----|------------------|----------------|
| 1 | 755 x 700 x 4 mm | Plat Alumunium |
| 2 | 140x 90 mm | Gagang Pintu |

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

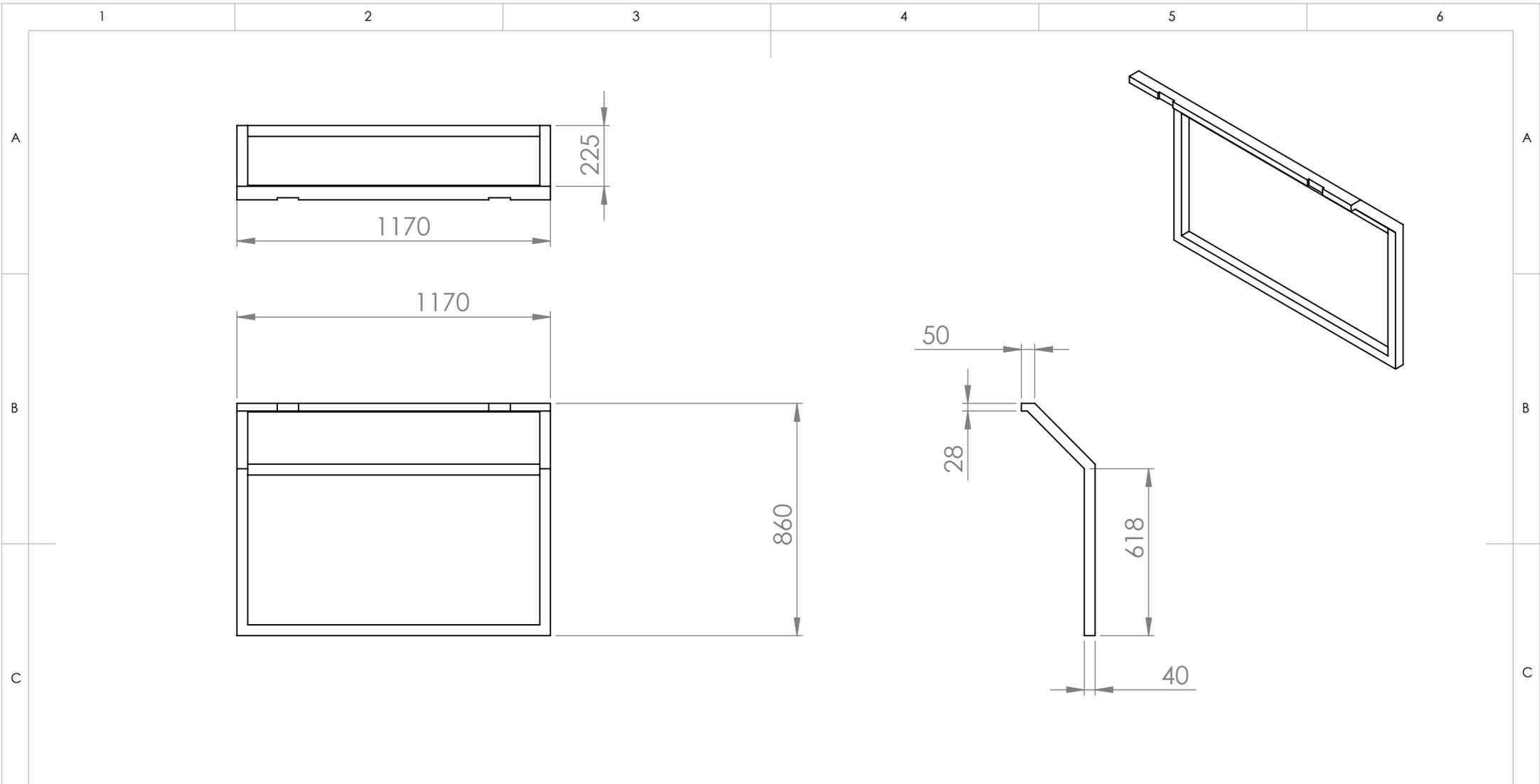
REVISION



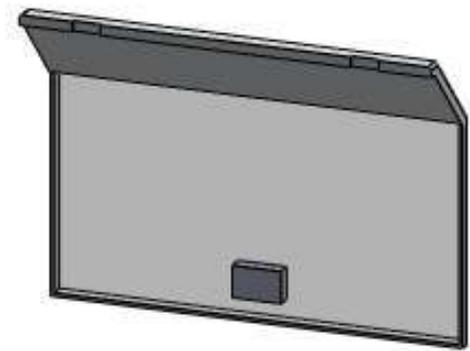
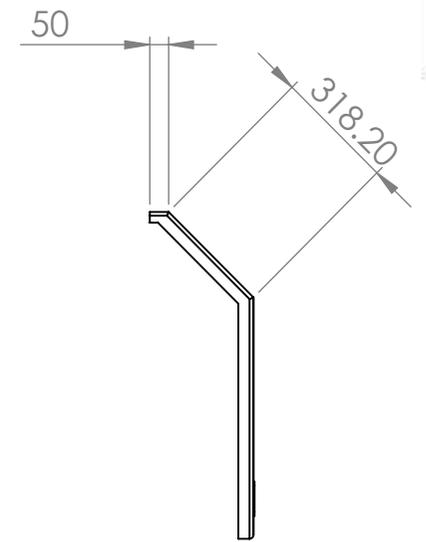
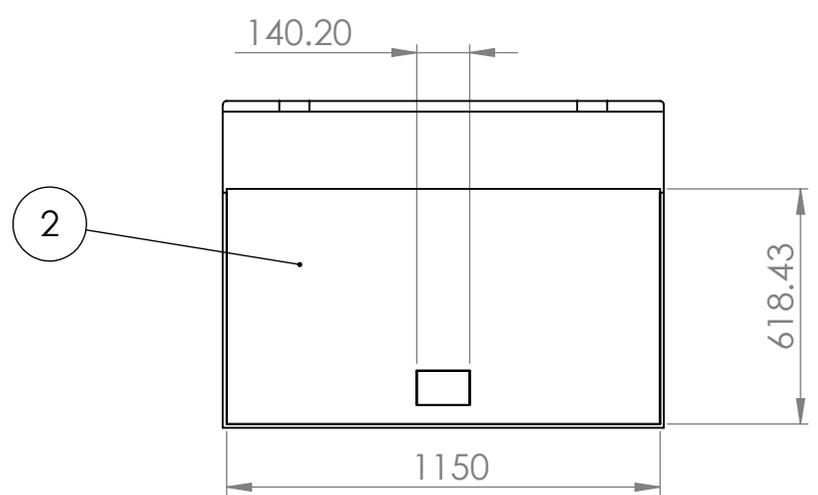
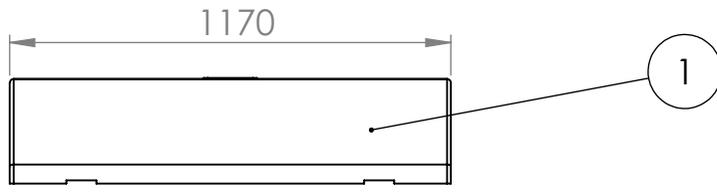
| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|--|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |

| | | | |
|----------------|--|------------------|--------------|
| TITLE: | | Plat Pintu Kanan | |
| MATERIAL: | | | |
| Plat Alumunium | | DWG NO. | 02.03.01 |
| WEIGHT: | | SCALE:1:10 | SHEET 1 OF 1 |

A3



| | | | | | | | | | |
|---|--|-----------|--|-----------------------------------|--|---|--|--|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| | | | | | |  | | TITLE: <h2 style="text-align: center;">Rangka Pintu Samping Kiri</h2> | |
| DRAWN | | SIGNATURE | | DATE | | | | | |
| CHK'D | | | | | | | | | |
| APPV'D | | | | | | | | | |
| MFG | | | | | | | | | |
| Q.A | | | | MATERIAL: Carbon Steel | | DWG NO. 02.04 | | A3 | |
| | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:10 | | SHEET 1 OF 1 | |



| No | Ukuran | Keterangan |
|----|-----------------|----------------|
| 1 | 1170 x 318x2 mm | Plat Alumunium |
| 2 | 1150 x618x 4 mm | Kaca |

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION



| | NAME | SIGNATURE | DATE |
|--------|------|-----------|------|
| DRAWN | | | |
| CHK'D | | | |
| APPV'D | | | |
| MFG | | | |
| Q.A | | | |

TITLE:

Plat Plat Pintu Samping Kiri

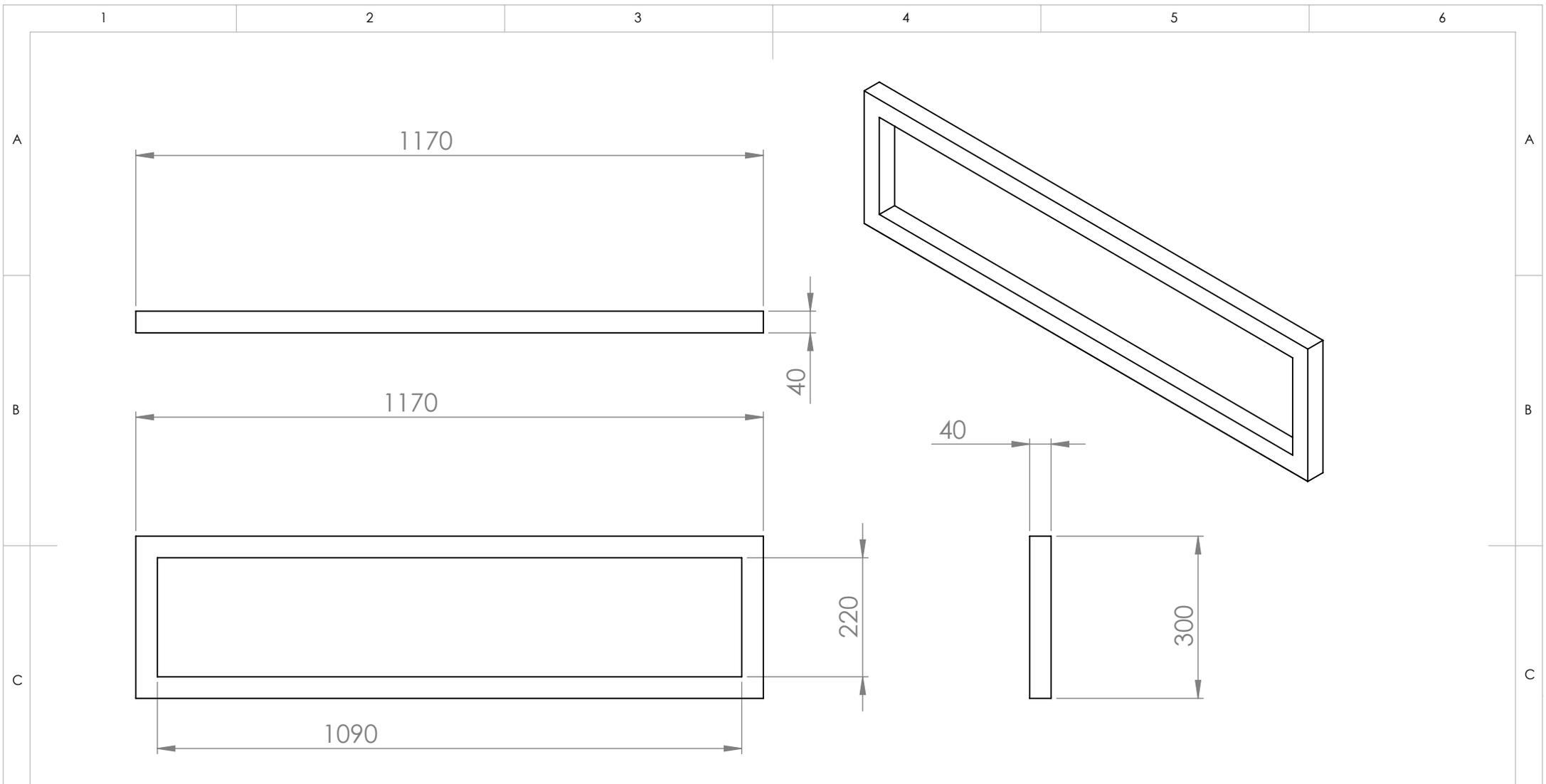
DWG NO. 02.04.01

A3

WEIGHT:

SCALE:1:20

SHEET 1 OF 1



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION



| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|--|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |

TITLE:

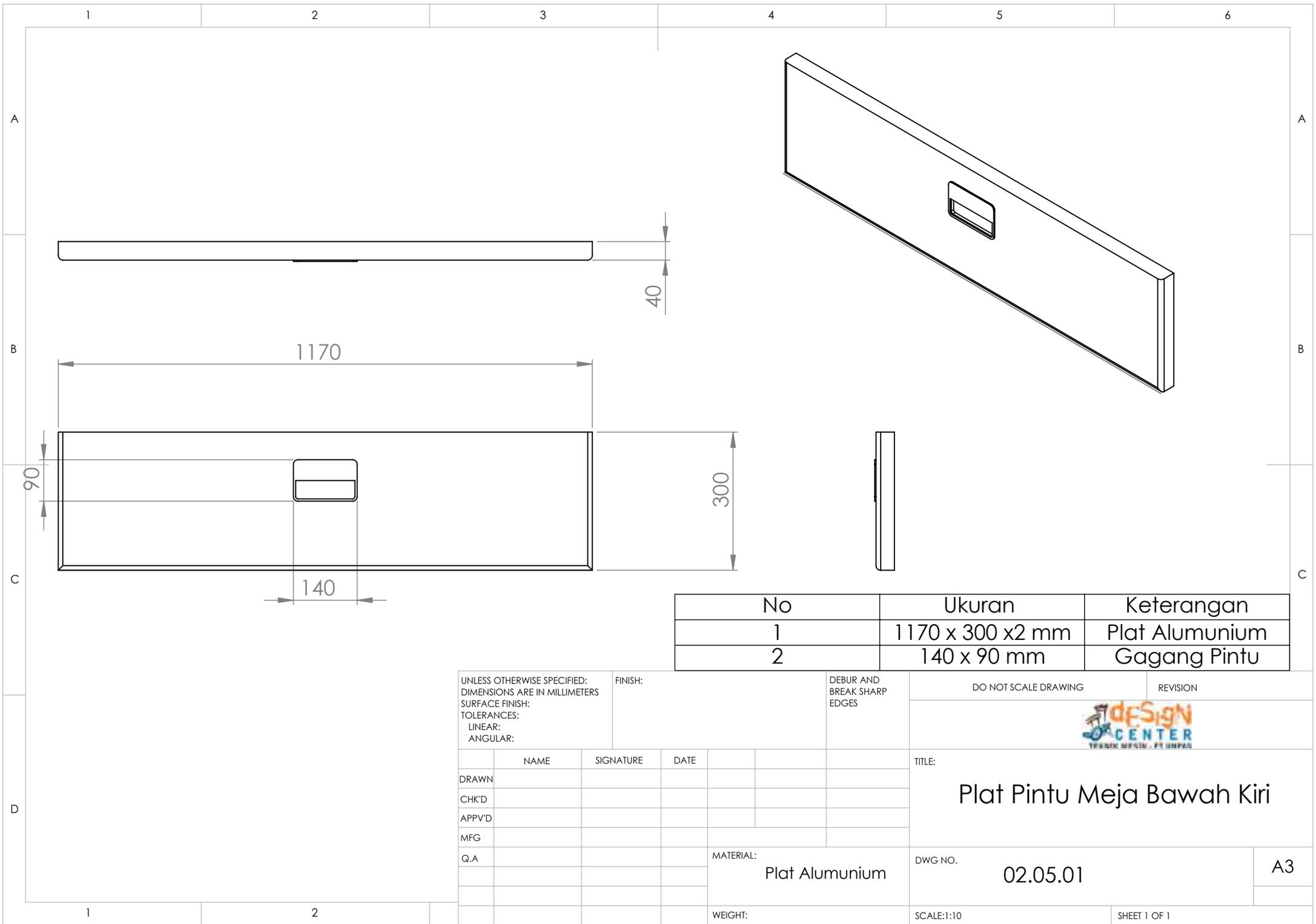
Rangka Pintu Meja Bawah

MATERIAL:

Carbon Steel

DWG NO. **02.05**

A3



| No | Ukuran | Keterangan |
|----|------------------|----------------|
| 1 | 1170 x 300 x2 mm | Plat Alumunium |
| 2 | 140 x 90 mm | Gagang Pintu |

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION



| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|--|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |

MATERIAL:
 Plat Alumunium

WEIGHT:

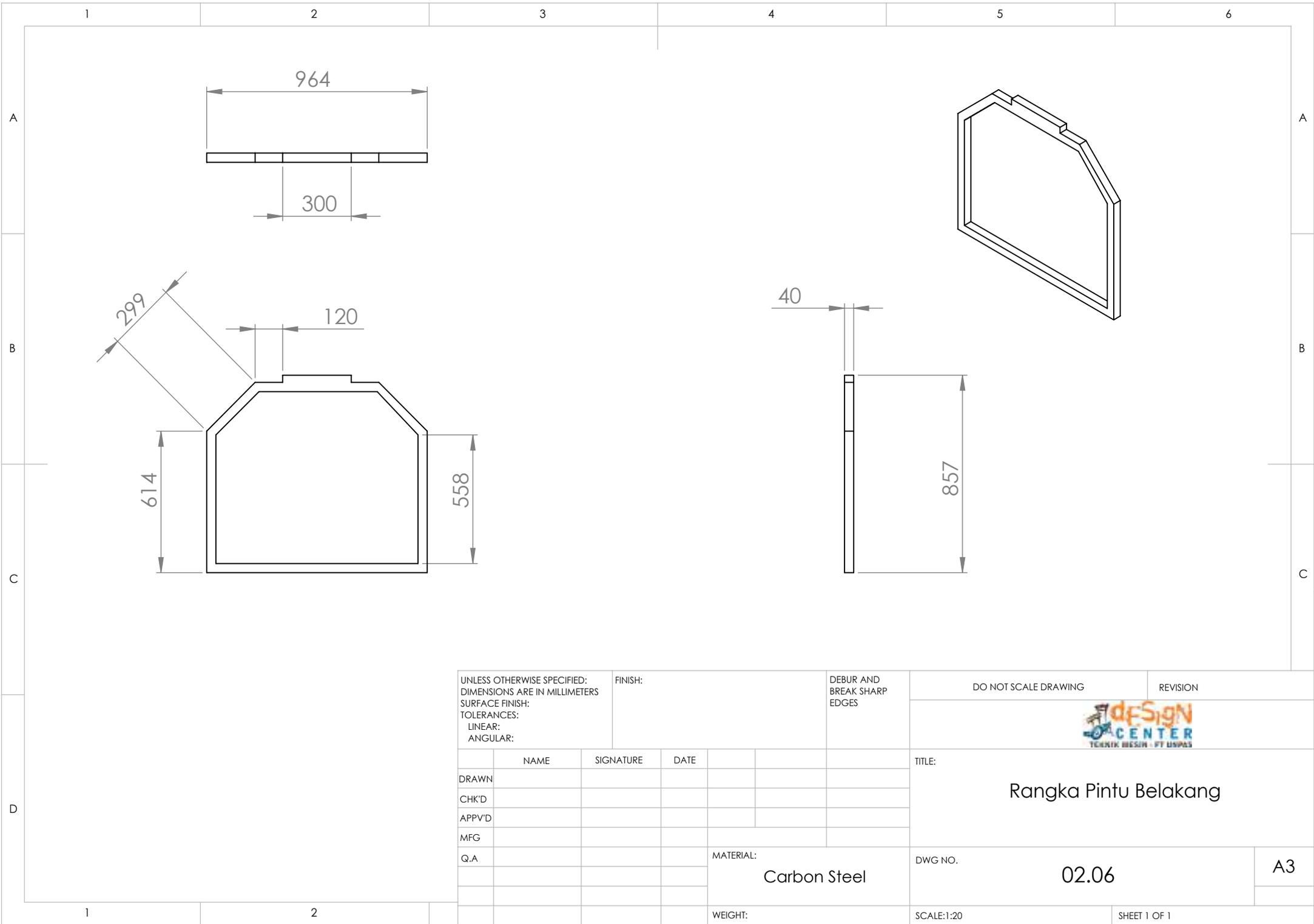
TITLE:
Plat Pintu Meja Bawah Kiri

DWG NO. **02.05.01**

SCALE:1:10

SHEET 1 OF 1

A3



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION



| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|--|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |

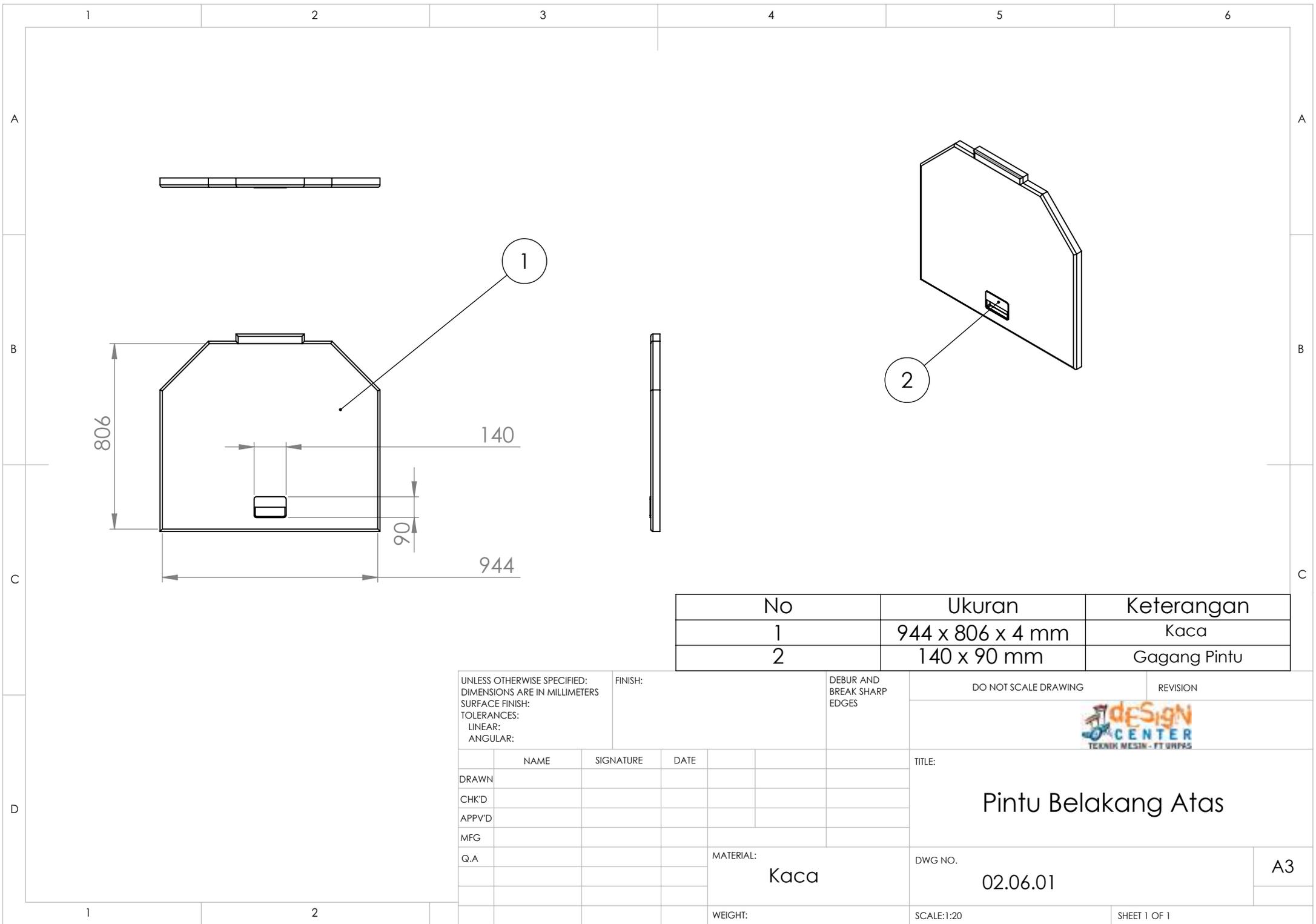
TITLE:
Rangka Pintu Belakang

MATERIAL:
Carbon Steel

DWG NO. **02.06** A3

WEIGHT:

SCALE:1:20 SHEET 1 OF 1



| No | Ukuran | Keterangan |
|----|------------------|--------------|
| 1 | 944 x 806 x 4 mm | Kaca |
| 2 | 140 x 90 mm | Gagang Pintu |

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

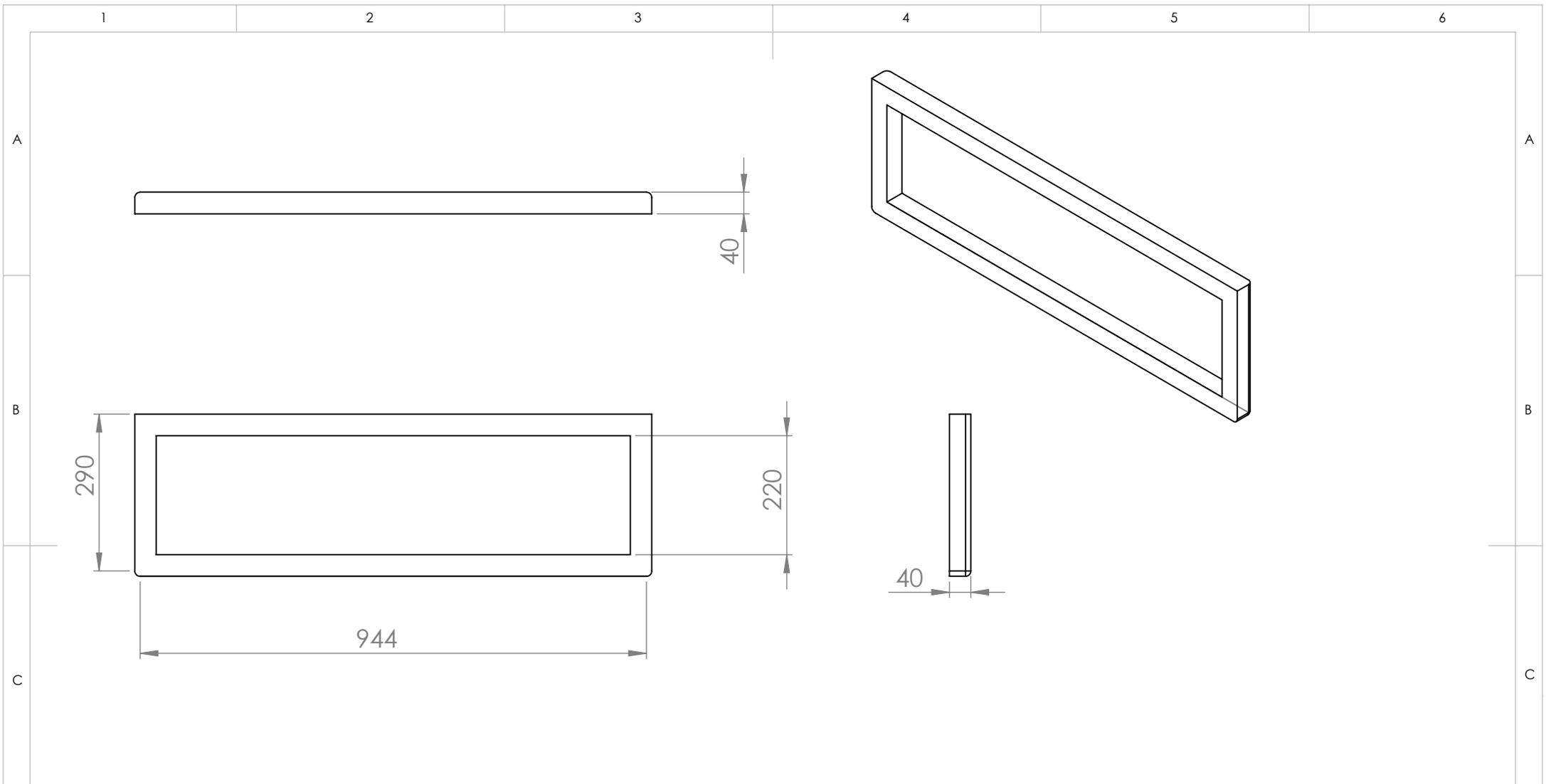
 DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING
 REVISION

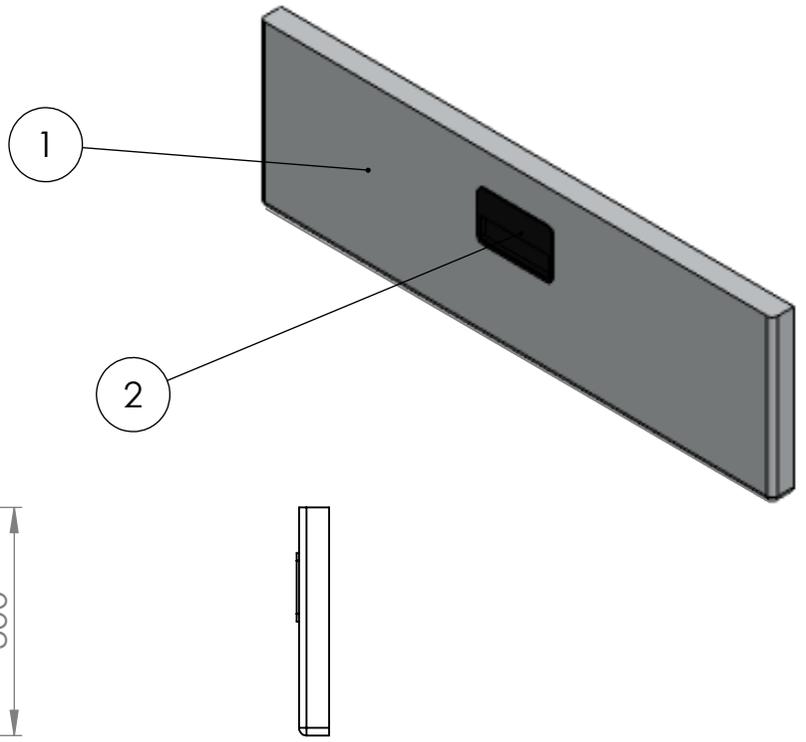
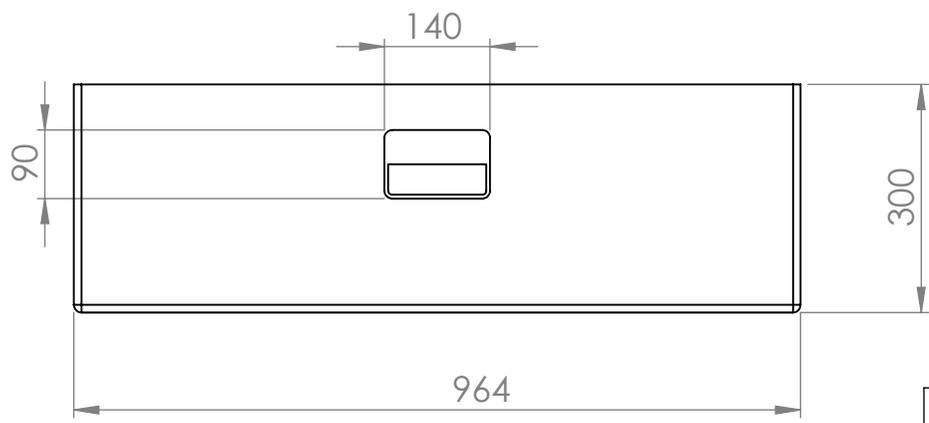
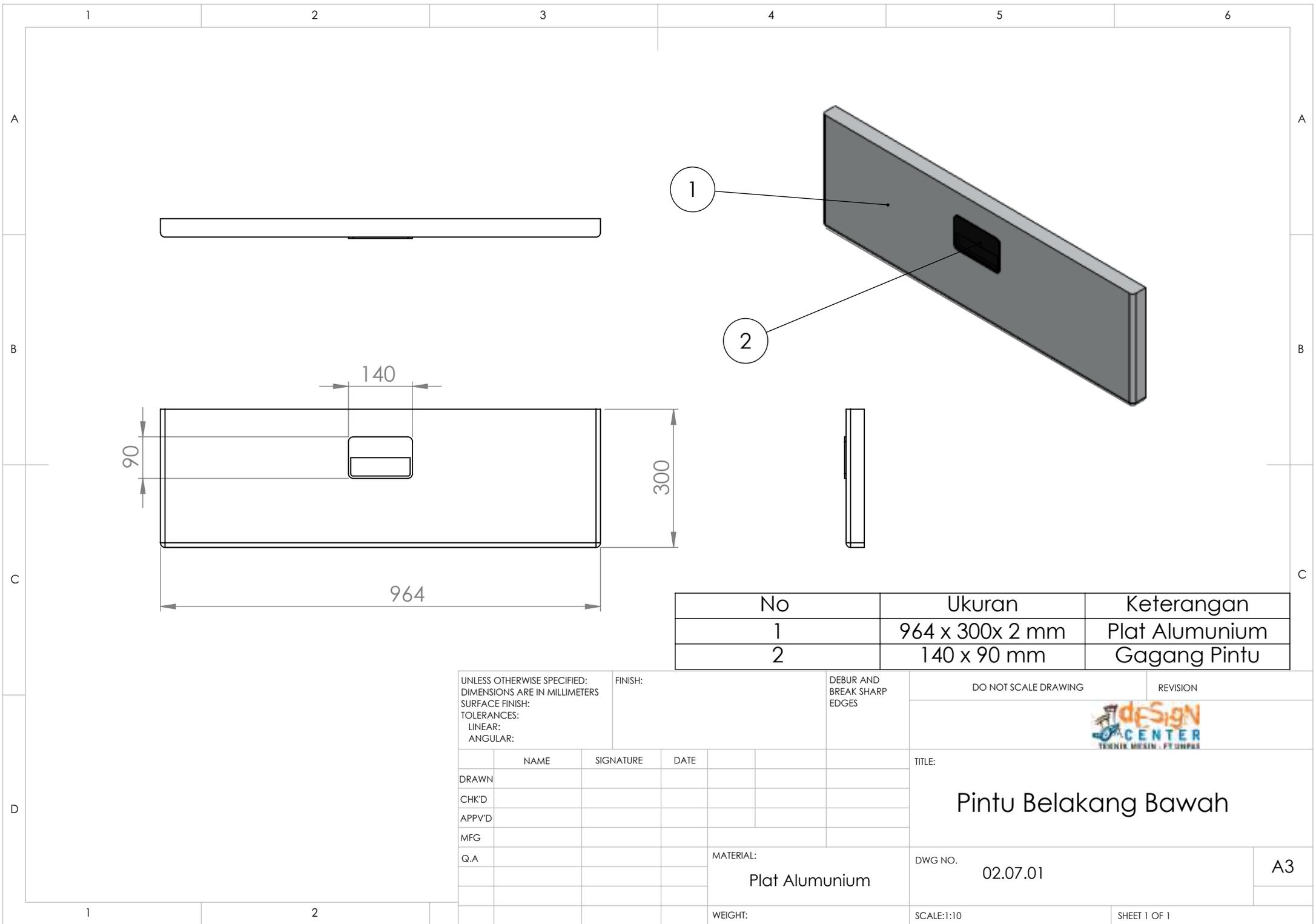


| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|-----------|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |
| | | | | MATERIAL: | |
| | | | | Kaca | |
| | | | | WEIGHT: | |

| | |
|--|--------------|
| TITLE: Pintu Belakang Atas | |
| DWG NO. 02.06.01 | A3 |
| SCALE:1:20 | SHEET 1 OF 1 |

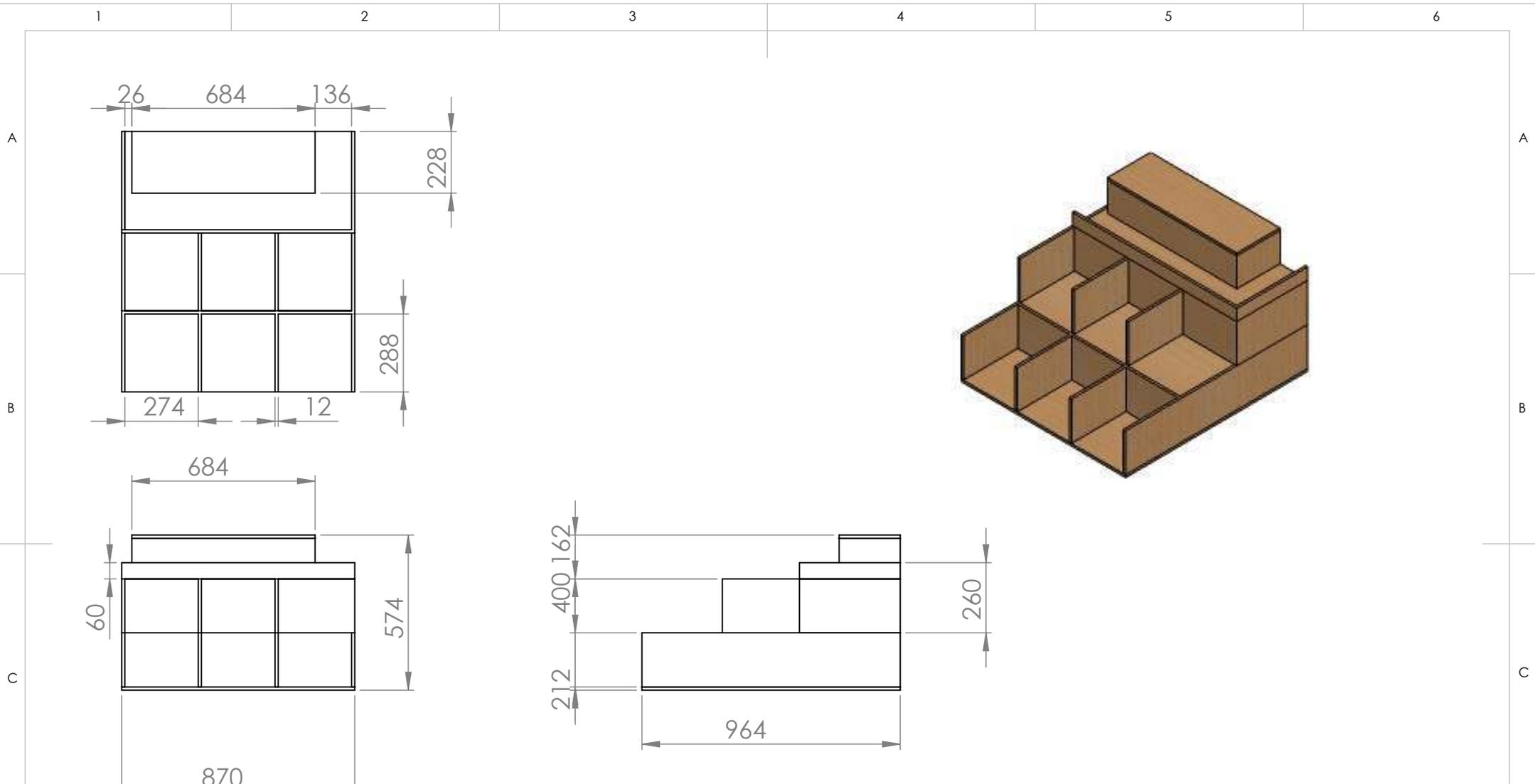


| | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|---------|--|-----------------------------------|--|---|--|--------------|--|------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | | | |
| | | | | | | | |  | | | | | |
| | | | | | | | | <p>TITLE:</p> <h2>Rangka Pintu Meja Belakang</h2> | | | | | |
| DRAWN | | | | NAME | | SIGNATURE | | | | | | DATE | |
| CHK'D | | | | | | | | | | | | | |
| APPV'D | | | | | | | | | | | | | |
| MFG | | | | | | | | | | | | | |
| Q.A | | | | | | | | MATERIAL: | | DWG NO. | | | |
| | | | | | | | | Carbon Steel | | 02.07 | | | |
| | | | | | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:10 | | | |
| | | | | | | | | | | SHEET 1 OF 1 | | | |
| | | | | | | | | | | A3 | | | |

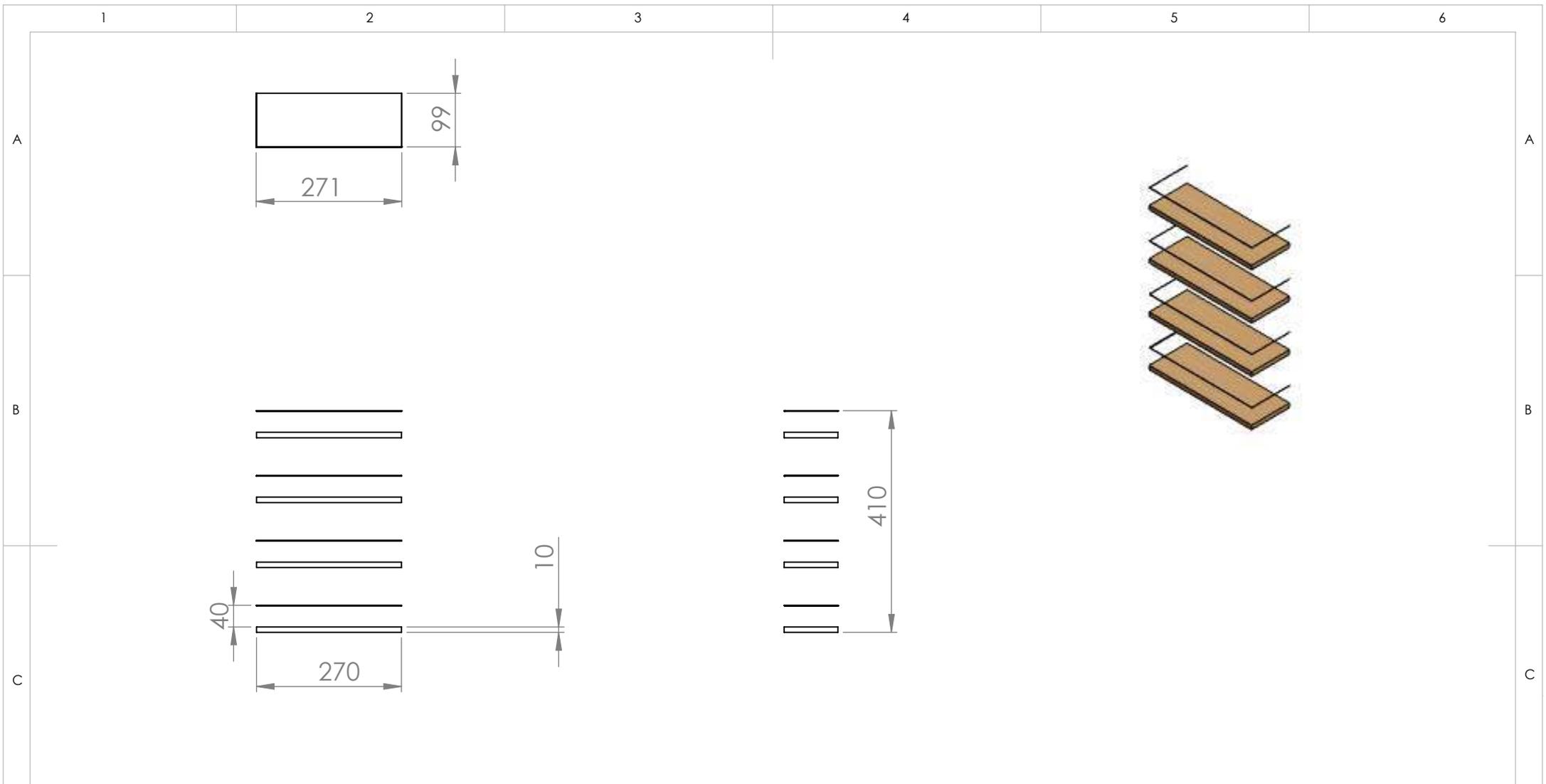


| No | Ukuran | Keterangan |
|----|-----------------|----------------|
| 1 | 964 x 300x 2 mm | Plat Alumunium |
| 2 | 140 x 90 mm | Gagang Pintu |

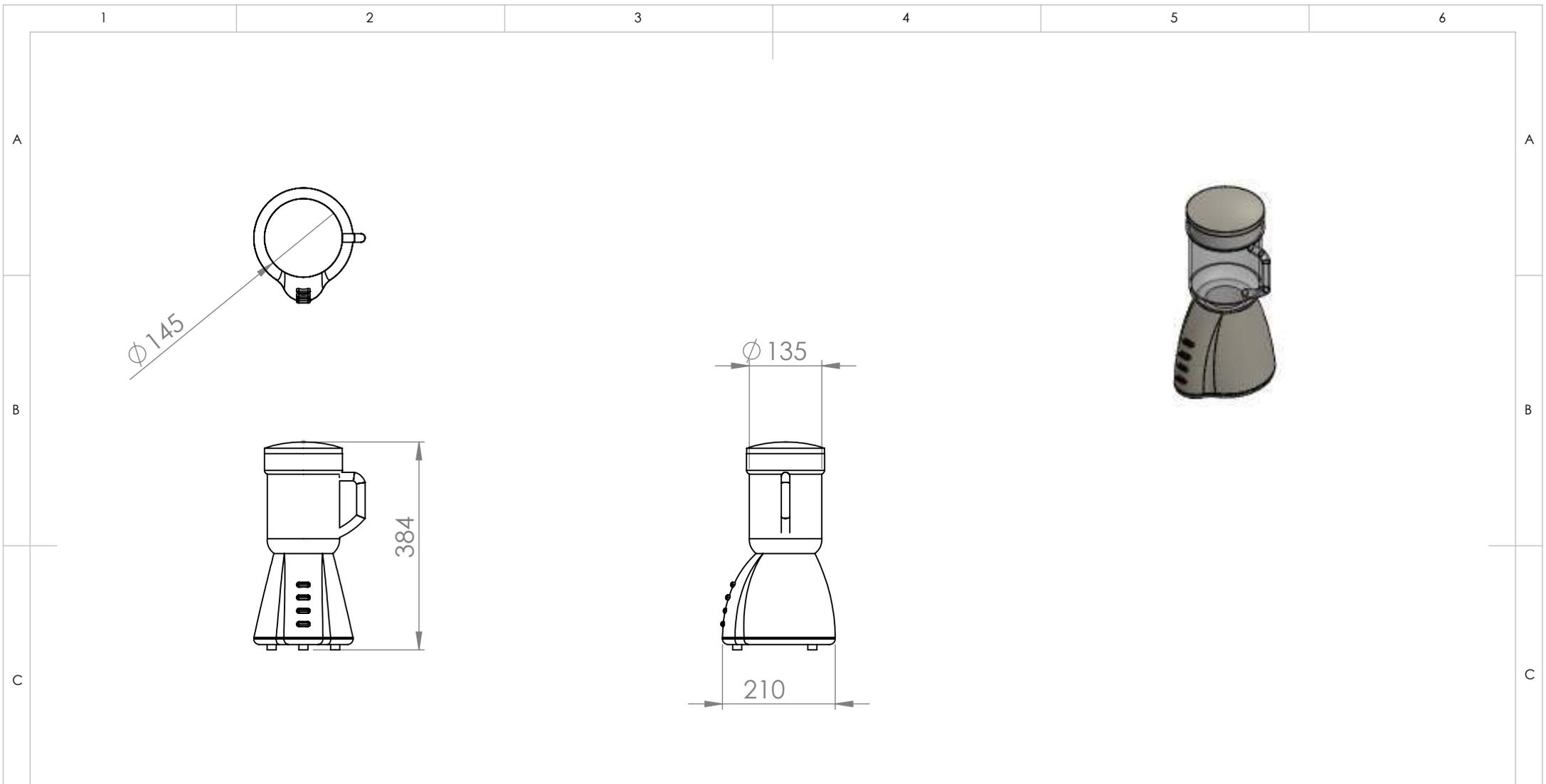
| | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|-----------|--|-----------------------------------|--|----------------------|--|--|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN | | | | SIGNATURE | | DATE | | TITLE: | |  Pintu Belakang Bawah | |
| CHK'D | | | | | | | | | | | |
| APPV'D | | | | | | | | | | | |
| MFG | | | | | | | | | | | |
| Q.A | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | MATERIAL: | | DWG NO. | | A3 | |
| | | | | | | Plat Alumunium | | 02.07.01 | | | |
| | | | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:10 | | SHEET 1 OF 1 | |



| | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|-----------|--|-----------------------------------|--|----------------------|--|---|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| DRAWN | | | | SIGNATURE | | DATE | | | | TITLE: Lemari Buah-Buahan | |
| CHK'D | | | | MATERIAL: | | DWG NO. | | | | | |
| APPV'D | | | | Kayu | | 03.01 | | | | | |
| MFG | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:20 | | | | | |
| Q.A | | | | | | SHEET 1 OF 1 | | | | | |
| | | | | | | | | | | A3 | |

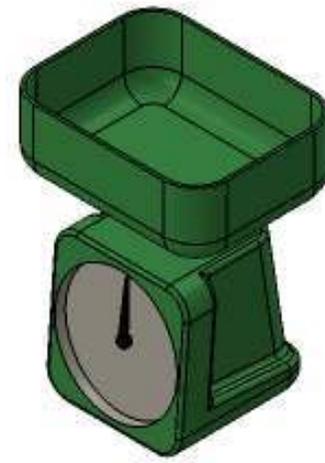
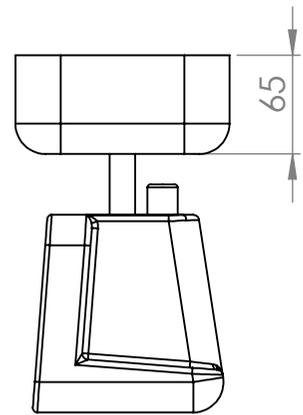
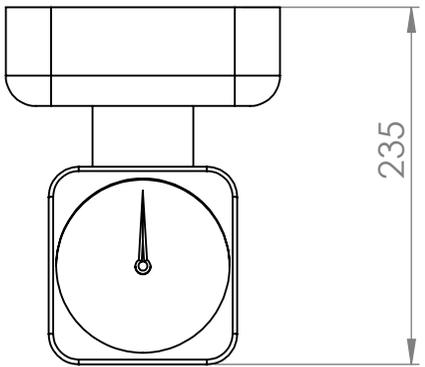
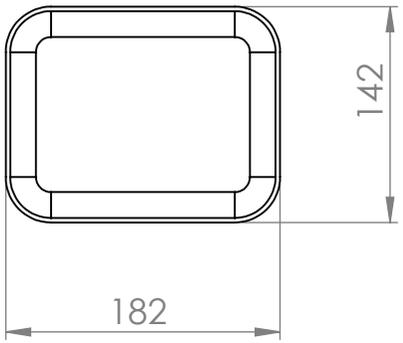


| | | | | | | | | | | | |
|---|------|-----------|------|---------|--|---|--|---|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| | | | | | | | |  | | | |
| | NAME | SIGNATURE | DATE | | | TITLE: <h1 style="text-align: center;">RACK KERIPIK</h1> | | | | | |
| DRAWN | | | | | | | | | | | |
| CHK'D | | | | | | | | | | | |
| APPV'D | | | | | | | | | | | |
| MFG | | | | | | | | | | | |
| Q.A | | | | | | MATERIAL: Kayu | | DWG NO. 03.02 | | A3 | |
| | | | | | | WEIGHT: | | SCALE:1:5 | | SHEET 1 OF 1 | |



| | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|---------|--|-----------------------------------|--|---|--|--------------|--|
| UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR: | | | | FINISH: | | DEBUR AND BREAK SHARP EDGES | | DO NOT SCALE DRAWING | | REVISION | |
| | | | | | | | |  | | | |
| | | | | | | | | <h1>Blender</h1> | | | |
| | | | | | | | | DWG NO. | | 03.03 | |
| | | | | | | | | SCALE:1:10 | | SHEET 1 OF 1 | |
| | | | | | | | | | | A3 | |

| | NAME | SIGNATURE | DATE | | | | |
|--------|------|-----------|------|--|--|-----------|--|
| DRAWN | | | | | | | |
| CHK'D | | | | | | | |
| APPV'D | | | | | | | |
| MFG | | | | | | | |
| Q.A | | | | | | MATERIAL: | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | WEIGHT: | |



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES:
 LINEAR:
 ANGULAR:

FINISH:

 DEBUR AND
 BREAK SHARP
 EDGES

DO NOT SCALE DRAWING REVISION



| | NAME | SIGNATURE | DATE | | |
|--------|------|-----------|------|--|--|
| DRAWN | | | | | |
| CHK'D | | | | | |
| APPV'D | | | | | |
| MFG | | | | | |
| Q.A | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

TITLE:
TIMBANGAN BUAH

DWG NO. **03.04** **A3**

WEIGHT:

SCALE:1:5 SHEET 1 OF 1

Model Virtual Sepeda Motor Roda Tiga

Farid Rizayana dan Iman Satria

Universitas Pasundan
Jl. Setiabudhi 193, Bandung 40153
E-mail farid.rizayana@gmail.com

Abstrak

Kegiatan penelitian yang tengah dilaksanakan di Teknik Mesin FT-Universitas Pasundan adalah pengembangan produk sepeda motor roda tiga untuk kendaraan niaga. Target pasar produk ini adalah Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM), sehingga kendaraan harus aman, murah, mudah perawatannya serta irit bahan bakar. Teknologi yang dikembangkan adalah metoda desain yang memanfaatkan virtual prototyping dengan harapan waktu dan biaya untuk pembuatan prototipe lebih efisien dan desain produk yang dihasilkan merupakan desain optimum, yang memadukan kendaraan yang aman dan nyaman, desain kendaraan yang ergonomis dan estetis, berat kendaraan yang cukup ringan, kekuatan yang memadai, proses produksi yang mudah untuk dapat diproduksi oleh IKM dan biaya produksi yang murah sehingga produk dapat bersaing.

Tulisan ini mempresentasikan model virtual sepeda motor roda tiga yang dimaksud diatas. Model solid dikembangkan menggunakan Solidworks (software berbasis CAD), kemudian simulasi kinematik dan dinamik serta simulasi kekuatan dilakukan menggunakan Solidworks Simulation (software berbasis MBS & FEM). Model kendaraan roda tiga yang disimulasikan memiliki konfigurasi dua roda di poros belakang, dengan sistem penggerak dan sistem suspensi yang berbeda.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kontrol stabilitas diperlukan untuk menjaga kestabilan kendaraan saat bermanuver pada kecepatan relatif tinggi. Jika harga produk dan kemampuan menahan beban menjadi prioritas utama, sistem suspensi rigid menjadi pilihan terbaik untuk kendaraan niaga.

Keywords: virtual prototype, kendaraan roda tiga, MBD, FEM , kendaraan niaga

Pendahuluan

Saat ini, industri otomotif berlomba untuk menciptakan desain kendaraan yang lebih efisien, meningkatkan efisiensi energi dan membuat kendaraan yang lebih kecil untuk berbagai penggunaan khusus. Gagasan kendaraan kecil dan hemat energi untuk transportasi pribadi maupun transportasi niaga tampaknya mengarah pada kendaraan roda tiga.

Kendaraan roda tiga lebih ringan dan lebih murah biaya produksinya. Namun ketika rancangannya tidak baik, kendaraan roda tiga menjadi kendaraan yang berbahaya.

Masyarakat umum berpendapat bahwa kendaraan

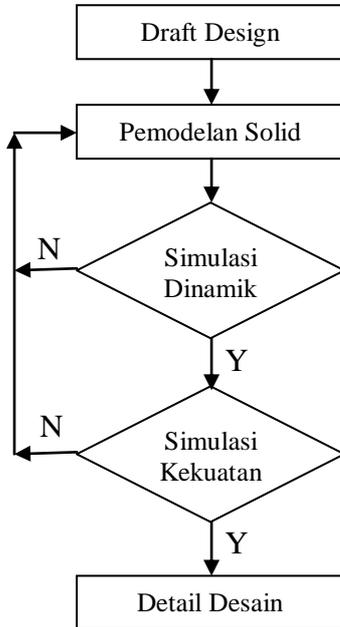
roda tiga merupakan kendaraan yang tidak stabil. Hal ini bisa dibantah dengan bermunculannya kendaraan roda tiga dari produsen kendaraan dunia seperti Piaggio dan Yamaha.

Metodologi Penelitian

Virtual prototyping adalah teknik dalam proses pengembangan produk. Metode ini melibatkan penggunaan computer-aided design (CAD) dan computer-aided engineering (CAE), berupa perangkat lunak untuk memvalidasi desain sebelum melakukan membuat prototipe fisik. Hal ini dilakukan dengan mengembangkan model geometris berupa komponen atau gabungan (assembly), yang selanjutnya menguji gerakan mekanis, hubungan antara komponen, atau

hanya estetika. Perangkat lunak CAE dapat memperkirakan perilaku produk terhadap gangguan luar yang diberikan terhadap produk tersebut.

Metodologi penelitian secara umum dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Pemodelan Solid Kendaraan

Tahap pertama dari pengembangan model adalah pemilihan parameter kendaraan. Parameter yang ditentukan harus cukup untuk menggambarkan setiap aspek kepentingan simulasi. Parameter kendaraan yang paling berpengaruh terhadap perilaku kendaraan ditunjukkan gambar 2, dan gambar 3. Parameter tersebut adalah:

- Wheelbase (jarak antara roda depan dan roda belakang) : 1353 mm
- Track (jarak antara kedua roda belakang) : 926 mm
- Trail : 148 mm
- Sudut caster : 27 deg

Untuk mengembangkan model geometris sepeda motor roda tiga, dipilih software Solidworks untuk pemodelan parametrik 3D CAD. 'Alat bantu' ini memberikan kecepatan tinggi dalam memodelkan berbagai konfigurasi sepeda motor roda tiga. Untuk setiap konfigurasi parameter geometris dapat dimasukkan ke dalam datasheet elektronik, seperti Microsoft Excel. Prosedur ini memungkinkan untuk mempercepat memodelkan



Gambar 2. Parameter Sepeda Motor Roda Tiga dengan Suspensi Rigid



Gambar 3. Parameter Sepeda Motor Roda Tiga dengan Suspensi Independent

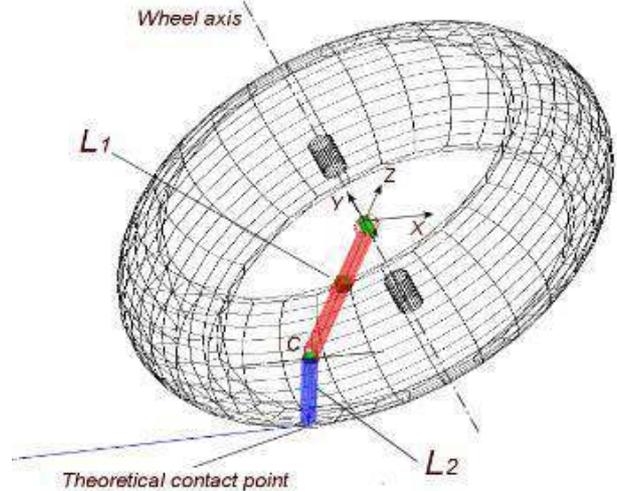
Mesin merupakan komponen kendaraan yang paling berat. Posisi mesin yang tidak berada pada sumbu simetri menyebabkan titik berat kendaraan tidak berada pada sumbu. Semakin jauh posisi mesin terhadap sumbu simetri, maka pusat massa semakin menjauh pula. Dengan memperhitungkan berbagai komponen kendaraan serta beban yang dibawa oleh kendaraan tersebut, Titik berat kendaraan dapat dapat dimodelkan oleh software sebagai berikut:



Gambar 4. Titik Berat Kendaraan

Untuk interaksi ban-permukaan jalan, 'formulasi Pacejka' dipilih sebagai titik awal. Model ini memungkinkan untuk mendefinisikan interaksi ban terhadap permukaan jalan sebagai vektor gaya tunggal yang diterapkan dalam titik kontak teoritis antara ban dan jalan dan vektor momen tunggal.

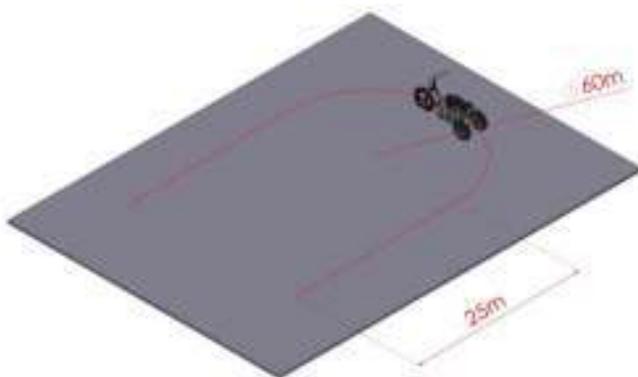
Hasil simulasi pitch, roll dan yaw kendaraan untuk konfigurasi sistem suspensi rigid dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



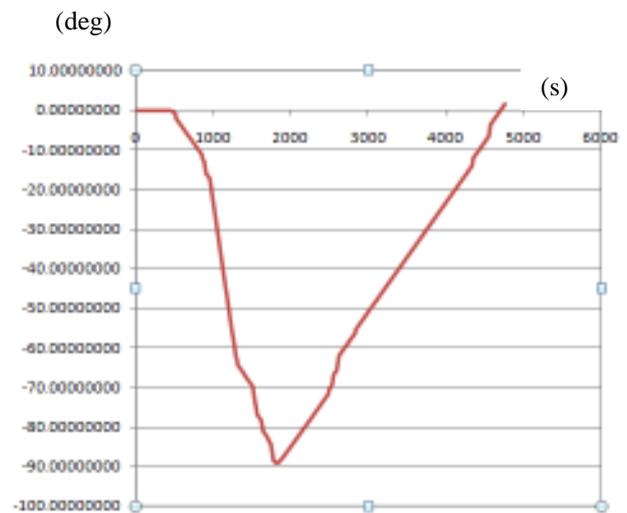
Gambar 6. Pemodelan Interaksi Ban - Permukaan Jalan

Simulasi Handling Kendaraan

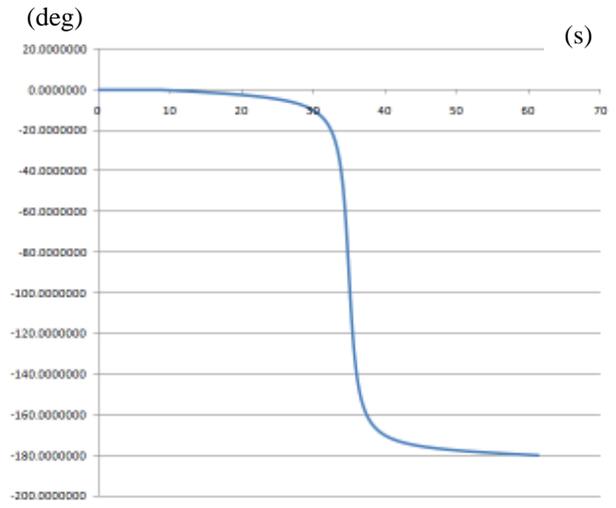
Variabel yang diukur untuk menghitung indeks Koch simulasi u-turn antara lain adalah torsi kemudi dan kecepatan sudut roll rangka depan. Lintasan U yang disimulasikan mempunyai panjang 25m dan radius belok 60m, seperti gambar 3.



Gambar 5. Lintasan Kurva-U untuk Simulasi Handling Sepeda Motor Roda Tiga



Gambar 7. Pitch Kendaraan



Gambar 8. Roll Kendaraan



Gambar 9. Yaw Kendaraan

Kesimpulan

Hasil simulasi menunjukkan bahwa kontrol stabilitas diperlukan untuk menjaga kestabilan kendaraan saat bermanuver pada kecepatan relatif tinggi. Jika harga produk dan kemampuan menahan beban menjadi prioritas utama, sistem suspensi rigid menjadi pilihan terbaik untuk kendaraan niaga.

Ucapan Terima kasih

Penelitian ini merupakan kegiatan penelitian tahun ke-2 yang dibiayai oleh DIKTI dengan skema penelitian Hibah Bersaing tahun anggaran 2014.

Referensi

Lutfianto, Analisis Handling Kendaraan Roda Tiga Revolute Joint Frame menggunakan Simulasi Universal Mechanism dengan Uji U Turn, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret, Surakarta (2009)

Prof. Stefano Pagano, A Motorcycle Virtual Model, Virtual Product Development Conference, Napoli (2004)

prototype direktori



**DATABASE INDUSTRI KOMPONEN
OTOMOTIF DAN PERMESINAN
JAWA BARAT**



**DINAS PERINDUSTRIAN DAN PERDAGANGAN
PROPINSI JAWA BARAT
2014**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Illahi Rabbi, yang berkat rahmat dan karunia-Nya-lah Data Base Industri Komponen Otomotif dan Permesinan Propinsi Jawa Barat dapat kami susun.

Data base ini kami susun berupa Direktori berbentuk Buku, hal ini guna memudahkan berbagai pihak dalam membaca, menggunakan dan memanfaatkan berbagai informasi yang tersusun dalam direktori ini. Sangat kami sadari bahwa informasi yang tersaji masih jauh dari yang diharapkan, terutama sangat terbatasnya respon dan suplai data dari para industri komponen otomotif dan permesinan yang menjadi responden yang rencananya akan ditampilkan dalam data base ini.

Target isi dari data base ini sebenarnya adalah ditampilkannya beberapa industri komponen otomotif dan permesinan dari beberapa daerah di Jawa Barat, sehingga dapat dijadikan potret mengenai kondisi dan potensi yang dimiliki masyarakat Jawa Barat. Diharapkan data base ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak, terutama bagi industri dan pihak-pihak yang memerlukannya sebagai referensi dan sumber informasi. Juga bagi pihak-pihak yang memiliki rencana program pembinaan, perkuatan dan berbagai dukungan demi majunya industri di Jawa Barat, sehingga program yang akan dilaksanakan merupakan program strategis dan sesuai dengan prioritas kebutuhan industri.

Mengingat dan menyadari database ini masih banyak kekurangan, namun beberapa hal termasuk desain, format penulisan, alur baca, dan berbagai informasi terpenting saja yang ditampilkan (sesuai kebutuhan pengguna), merupakan keunggulan database ini. Prioritas utama demi lengkap dan sempurnanya data base ini adalah peng-kaya-an data dan informasi dari berbagai pihak terkait industri komponen otomotif dan permesinan di Jawa Barat. Tidaklah berlebihan apabila data base ini dijadikan sebagai draft, format dasar, ataupun sebagai prototype, yang selanjutnya perlu dilengkapi dan direspon secara positif sehingga menjadi direktori/database yang diharapkan berbagai pihak.

Terima kasih kami sampaikan kepada berbagai pihak yang secara langsung maupun tidak langsung turut mendukung hingga tersusunnya data base ini.

Bandung, Nopember 2009

Tim Penyusun

SAMBUTAN

Kepala Bidang ILMATTEL

Dinas Perindustrian dan Perdagangan Propinsi Jawa Barat

Bismillaahirrahmaanirrahiim

Dengan memanjatkan puji dan syukur ke khadirat Allah SWT, Database Industri Komponen Otomotif dan Permesinan Propinsi Jawa Barat telah tersusun. Database ini perlu ditindaklanjuti dengan secara terus menerus di up date oleh semua pihak sehingga database ini semakin lengkap dan akan sangat bermanfaat bagi berbagai pihak yang memerlukannya.

Data base ini kami terbitkan sebagai salah satu pelayanan kepada masyarakat dan dunia usaha dari Dinas Perindustrian dan Perdagangan Propinsi Jawa Barat, yang menjadi fasilitator bagi berbagai program yang strategis dan dinilai sebagai prioritas bagi pengembangan dan perkuatan industri di Propinsi Jawa Barat.

Diharapkan database ini dapat mempermudah berbagai pihak dalam membaca, menggunakan dan memanfaatkan berbagai informasi yang tersusun, sekaligus sebagai sarana promosi dan informasi bagi industri dalam mengembangkan usahanya terutama terkait pemasaran dan kerjasama yang diharapkan.

Mengingat database ini masih jauh dari yang diharapkan, terutama sangat terbatasnya data dan informasi serta kondisi terkini terkait industri sebagaimana dimaksudkan, maka tidaklah berlebihan apabila data base ini dijadikan sebagai draft, format dasar, ataupun sebagai prototype. Kami mengharapkan dan sekaligus jadi prioritas yang harus dilakukan secara terus menerus dan bersama-sama dengan berbagai pihak untuk merespon dan turut memberikan masukan baik data maupun input lainnya agar database ini pada masa-masa mendatang menjadi database yang benar-benar lengkap dan bermanfaat.

Semoga Allah Tuhan Yang Maha Esa selalu memberkahi upaya kita semua, dan tidak lupa kami sampaikan terima kasih dan penghargaan kepada semua pihak yang turut terlibat dalam penyusunan data base ini. Amiin.

Bandung, Nopember 2009

An. Ka. Dinas Perindustrian dan Perdagangan
Propinsi Jawa Barat

Kepala Bidang ILMATTEL

Ir. Anne Rubiana
NIP. 195504061982032006



DATABASE INDUSTRI KOMPONEN OTOMOTIF DAN PERMESINAN JAWA BARAT

DAFTAR ISI

| | |
|--|------------|
| KATA PENGANTAR | i |
| SAMBUTAN | ii |
| DAFTAR ISI | iii |
| RENCANA PEMETAAN KLASTER INDUSTRI KOMPONEN OTOMOTIF PROPINSI JAWA BARAT | iv |
| Klasifikasi Wilayah | 1 |
| Peta Rantai Nilai Industri Komponen Otomotif | 2 |
| Klasifikasi Komponen Kendaraan Roda - 4 Dan Roda - 2 | 3 |
| Tabulasi Klasifikasi Produk Komponen Otomotif | 5 |
| <i>(Base On Product Line Process)</i> | |
| Tabulasi Klasifikasi Produk Komponen Otomotif dan Permesinan Yang Dilakukan | 6 |
| Rekapitulasi Industri Komponen Otomotif dan Permesinan Jawa Barat | 7 |
| <ul style="list-style-type: none">● Bandung dan Cimahi Area● Bekasi Area● Bogor Area● Karawang Area● Purwakarta Area● Sukabumi Area● Daerah Lainnya | |

RENCANA PEMETAAN KLASTER INDUSTRI KOMPONEN OTOMOTIF PROPINSI JAWA BARAT

| PRODUSEN | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------|--------|-------------------------|-----|--------------------|------------|
| I. Logam | | | | | | |
| No. | Nama Perusahaan | Alamat | Tel / Fax / Email / Web | PIC | Produk (Spesifik) | Keterangan |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| II. Plastik | | | | | | |
| No. | Nama Perusahaan | Alamat | Tel / Fax / Email / Web | PIC | Produk (Spesifik) | Keterangan |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| III. Karet | | | | | | |
| No. | Nama Perusahaan | Alamat | Tel / Fax / Email / Web | PIC | Produk (Spesifik) | Keterangan |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| IV. Lainnya | | | | | | |
| No. | Nama Perusahaan | Alamat | Tel / Fax / Email / Web | PIC | Produk (Spesifik) | Keterangan |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| LEMBAGA PEMERINTAH | | | | | | |
| I. Pusat | | | | | | |
| No. | Dep. / Kementerian | Alamat | Tel / Fax / Email / Web | PIC | Program (Spesifik) | Keterangan |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| II. Propinsi | | | | | | |
| No. | Biro / Dinas | Alamat | Tel / Fax / Email / Web | PIC | Program (Spesifik) | Keterangan |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| III. Kota / Kabupaten | | | | | | |
| No. | Biro / Dinas | Alamat | Tel / Fax / Email / Web | PIC | Program (Spesifik) | Keterangan |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| LEMBAGA PENDUKUNG | | | | | | |
| I. Lembaga Pendidikan | | | | | | |
| No. | Lembaga | Alamat | Tel / Fax / Email / Web | PIC | Program (Spesifik) | Keterangan |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| II. Lembaga Pembiayaan | | | | | | |
| No. | Lembaga | Alamat | Tel / Fax / Email / Web | PIC | Program (Spesifik) | Keterangan |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |
| III. Lembaga Pendukung Lainnya | | | | | | |
| No. | Lembaga | Alamat | Tel / Fax / Email / Web | PIC | Program (Spesifik) | Keterangan |
| 1. | | | | | | |
| 2. | | | | | | |
| 3. | | | | | | |

KLASIFIKASI WILAYAH Industri Komponen Otomotif dan Permesinan Jawa Barat

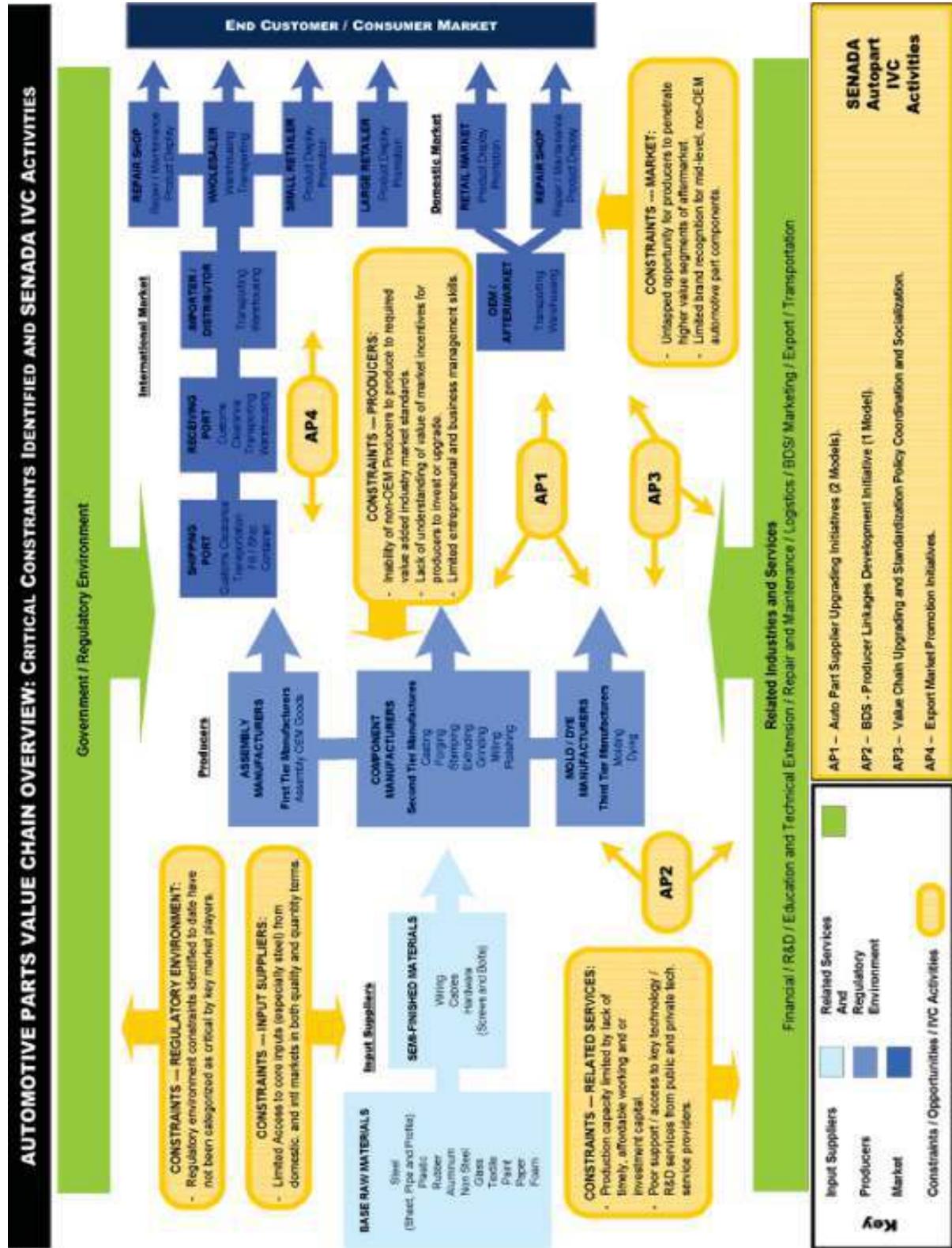


Keterangan :  Penyebaran Industri Komponen Otomotif dan Permesinan Jawa Barat

Propinsi Jawa Barat dapat dinilai sebagai salah satu penyumbang terbesar perkembangan industri otomotif nasional, mengingat jumlah terbesar industri komponen otomotif (juga permesinan) yang ada di Indonesia adalah berada di Jawa Barat. Sejalan dengan informasi tersebut, ternyata hampir 80% investor otomotif asing memilih Jawa Barat sebagai tujuan investasi karena dinilai memiliki daya tarik, infrastruktur lebih lengkap, dan dekat dengan pelabuhan Tanjung Priok (Harian Kompas, 17/5/08).

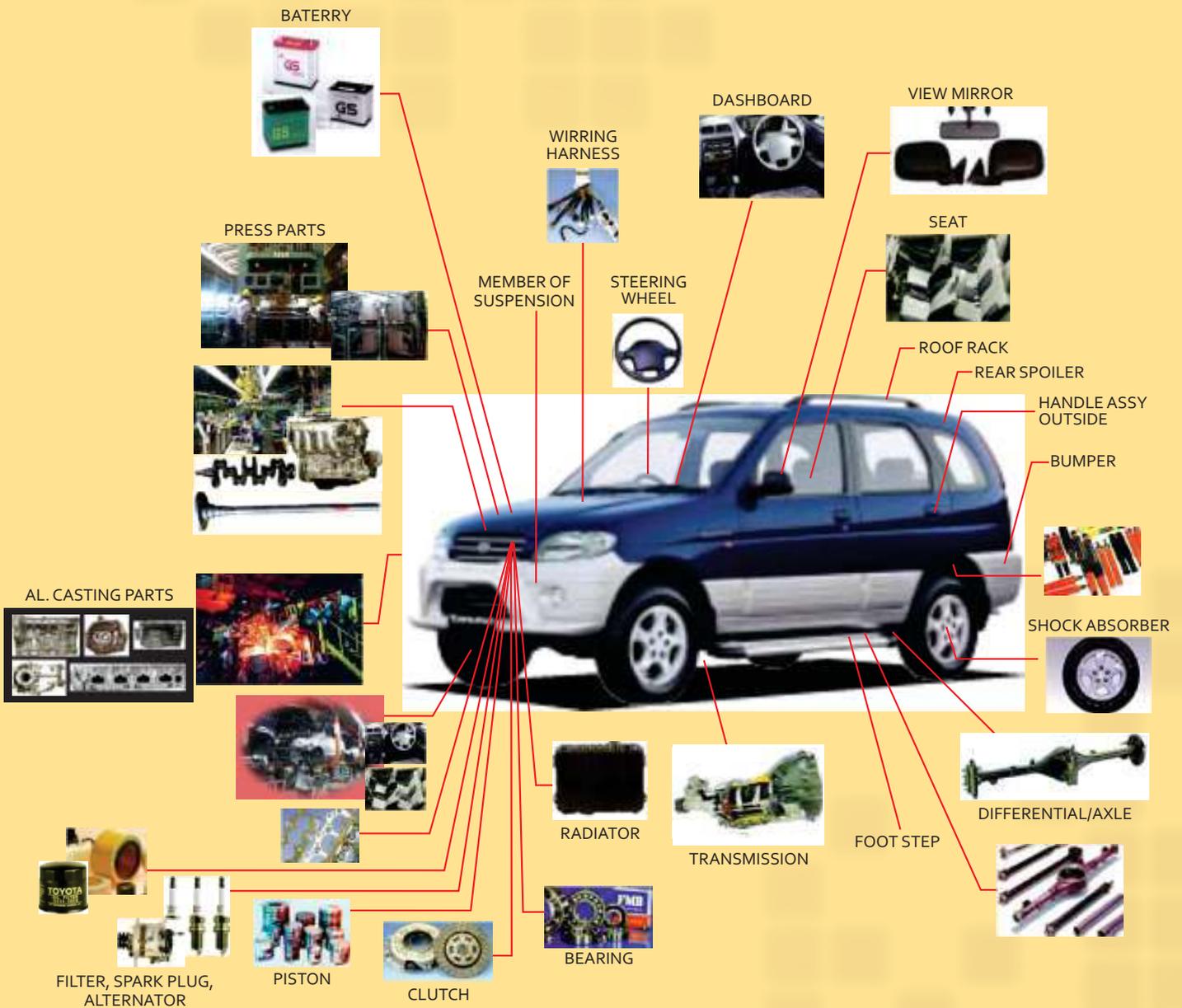


PETA RANTAI NILAI INDUSTRI KOMPONEN OTOMOTIF

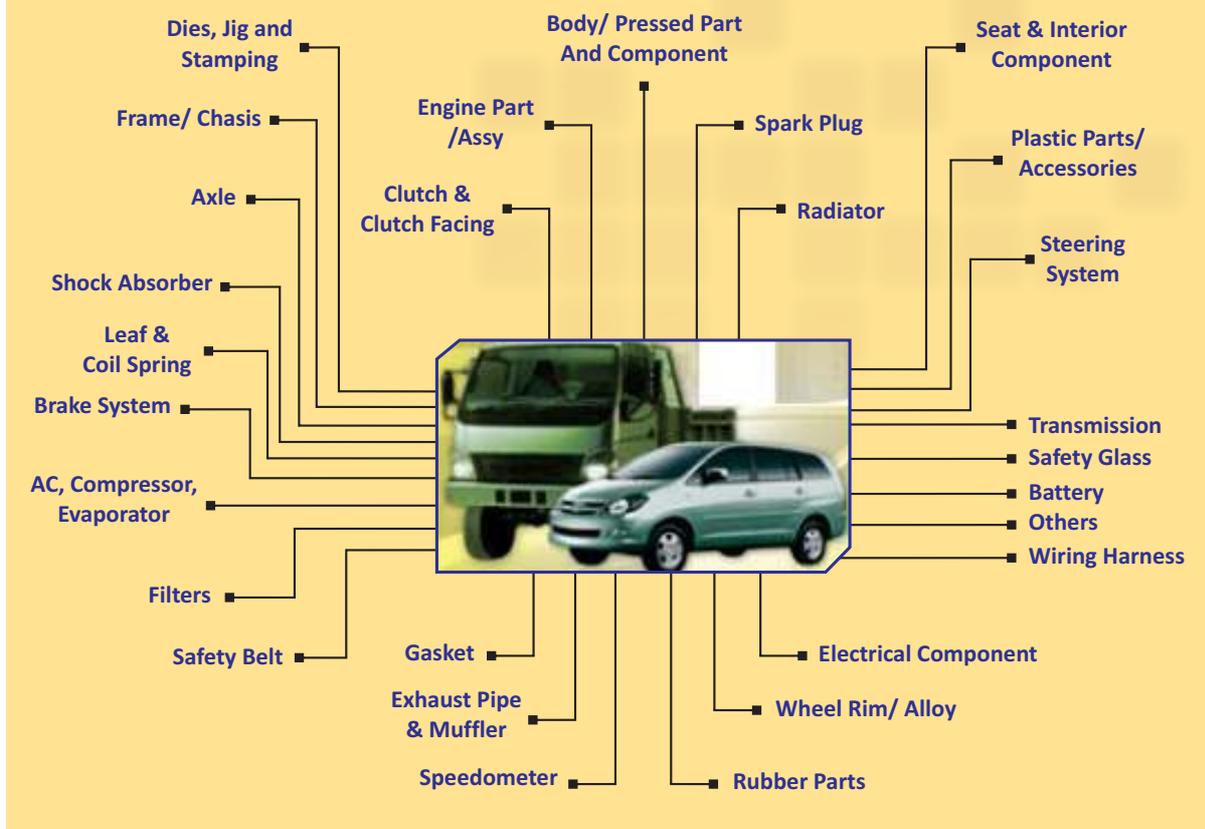


" Sumber : SENADA Project / USAID "

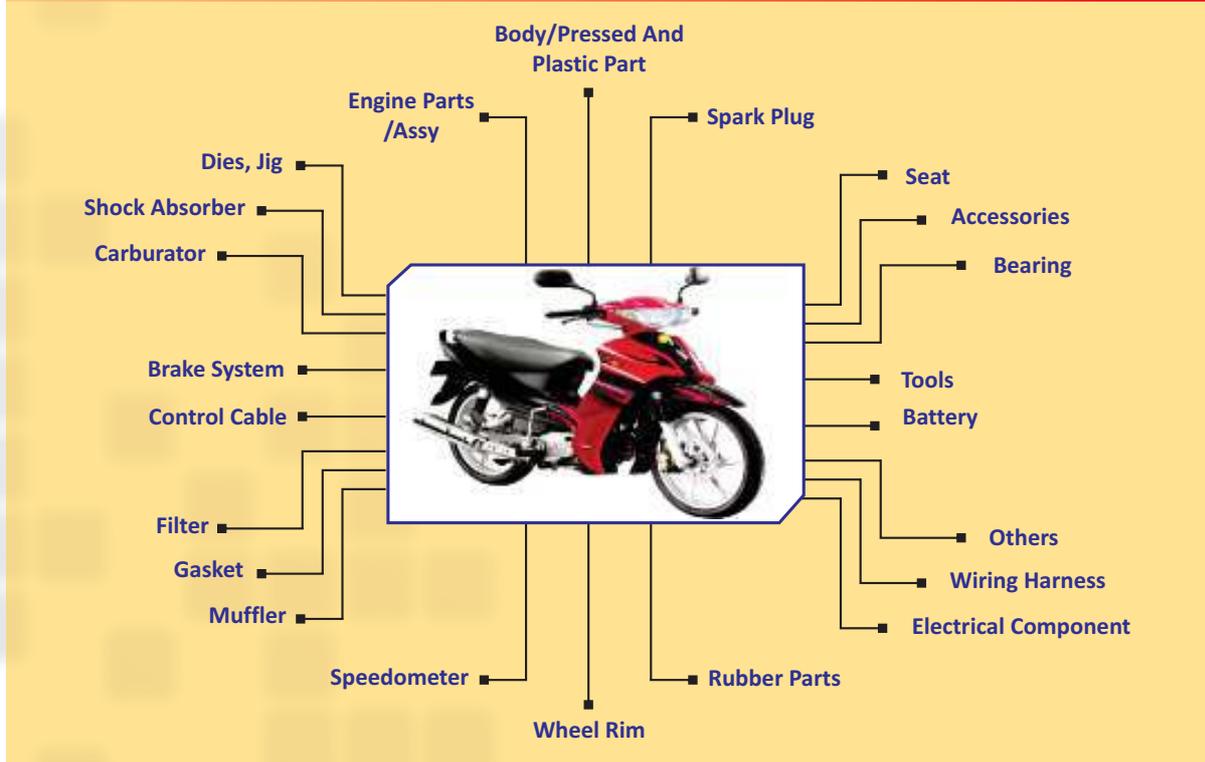
KLASIFIKASI KOMPONEN KENDARAAN RODA - 4 dan RODA - 2



Automobiles Component



Motorcycles Component



Sumber : GIAMM

TABULASI KLASIFIKASI PRODUK KOMPONEN OTOMOTIF (Base on Product Line process)

| Produk Wilayah | Chasis | Triming | Manufacturing Process | Body | Agregat | Lain-lain |
|-----------------------|--------|---------|-----------------------|------|---------|-----------|
| Bandung & Cimahi Area | | | | | | |
| Bekasi Area | | | | | | |
| Bogor Area | | | | | | |
| Karawang Area | | | | | | |
| Purwakarta Area | | | | | | |
| Sukabumi Area | | | | | | |
| Daerah Lain | | | | | | |

*Sesuai dengan data industri yang masuk/ditampilkan

Keterangan : Pengelompokan Sebagai Berikut

| | |
|-----------------------|--|
| Chasis | Frame,/Chasis; Shock Absorber; Leaf & Coil Spring; Clutch & Clutch Facing; Filters; Exhaust Pipe & Muffler; Rubber Parts; Radiator; dan Battery |
| Triming | Safety Belt, Seat & Interior Component |
| Chasis & Triming | Brake System; AC; Compressor; Evaporator; Wheel Rim/Alloy; Wiring Harnest; Electrical Component; Plastik Part / Accessories; Steering System; Safety Glass |
| Manufacturing Process | Dies, Jig & Stamping |
| Body | Body / Pressed Part and Component |
| Agregat | Engine Part / Assy; Gasket; Spark Plug; Transmission |

REKAPITULASI INDUSTRI KOMPONEN OTOMOTIF DAN PERMESINAN JAWA BARAT

| No | Nama Perusahaan | Produk Unggulan | Keterangan |
|------------|----------------------------------|--|------------|
| I. | Bandung & Cimahi Area | | |
| 1 | PT. CIPTA DAYA MANDIRI INSANI | Rubber part for automotive, oil dan gas | |
| 2 | CV. MICRON TECHNOLOGY MFG | HKEV, Oil Seal, Cup duct Oil, Oring, | |
| 3 | CV. WAFIQ MITRA TEKNIK | Mold : Brake, Wheel, Engine | |
| 4 | CV. INTECH MANUFAKTUR | Precesion Part, Tool, General Mechanics | |
| 5 | PT. ASARI TEKNIK | Spare Part Otomotif, Handel Pintu Mobil | |
| 6 | PT. MITRA KARYA SUMBER ALAM | Spare Part Otomotif , Oil & Gas, dll | |
| 7 | PT. KARETINDO INDUSTRI KARET | Glass List - Rubber Material - List Rubber,dll | |
| 8 | PT. TRINDO PRATAMA | Press Tool, Jig And Fixture, Metal Parts, dll | |
| 9 | ASPEP - JABAR | Machinery dan Machining, Tools , dll | |
| 10 | KOPISMA | Mesin-mesin Tepat Guna, dll | |
| 11 | PT. SINAR TERANG LOGAMJAYA | 2 Wheel Automotive Component | |
| 12 | PT. ANGSANA BANGUN ABADI | Mesin Pres Batako, Mesin Pres Conblok, dll | |
| 13 | PT. DANITRI PUTRA TEKNIK | Komponen Kubota, pompa air, otomotif | |
| 14 | CV. JATI MANDIRI | Karet Compound dan Roll Karet untuk Tekstil | |
| 15 | CV. KARYA CIPTA AGUNG | Mould, Dies dan Alat-alat Telekomunikasi | |
| 16 | CV. KARYA DEWA TEKNIK | Komponen Tekstil Bahan Logam, Karet, Plastik | |
| 17 | CV. KARYA PUTRA PAHLAWAN | Karet Gear Yamaha, Karet Gear Suzuki, dll | |
| 18 | CV. CIPTA SINERGI MANUFACTURING | Mould & Dies, Jigs & Fixtures,dll | |
| 19 | CV. SILIKA FOUNDRY | Insulator untuk Sepeda Motor , dll | |
| 20 | PT. SMART TEKNIK UTAMA | Komponen otomotif, tekstil, dll | |
| II. | Bekasi Area | | |
| 1 | PT. GALIH AYOM PARAMESTI | Shock Absorber - Engine Part/Assy - Lainnya | |
| 2 | PT. NUSANTARA BUANA SAKTI | Spare Part Otomotif & Tabung Gas | |
| 3 | PT. SUBUR DJAJA TEGUH (SDT) | Komponen otomotif bahan metal, dll | |
| 4 | PT. CITRA NUGERAH KARYA | Spare Part Otomotif | |
| 5 | PT. SEBASTIAN JAYA METAL | Spare part otomotif, Electronic Parts, dll | |

*Sesuai dengan data industri yang masuk/ditampilkan

| No | Nama Perusahaan | Produk Unggulan | Keterangan |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------|
| III. Bogor Area | | | |
| 1 | PT. HANS PLATINDO | Spare Part Otomotif & Elektronik, dll | |
| VI. Karawang Area | | | |
| 1 | PT. ANUGERAH TEHNIK SENTOSA | 2B Podestal, Cross Member, Seat Box | |
| V. Purwakarta Area | | | |
| 1 | | | |
| VI. Sukabumi Area | | | |
| 1 | PT. BARKAH JAYA MANDIRI | Komponen Assy, Sub Part Komponen, dll | |
| 2 | CV. NUANSA ILHAM | B. Chassis Isuzu NKR 55, dll | |
| 3 | CV. RHODA DAYA SUKABUMI TEKNIK | Metal based electrical parts , dll | |
| VII. Daerah Lain | | | |
| 1 | | | |

TABULASI KLASIFIKASI PRODUK KOMPONEN OTOMOTIF DAN PERMESINAN YANG DILAKUKAN

| Proses Produksi Wilayah | Technical Drawing | Dies & Mould | Casting & Die Casting | Forging | Machining | Stamping | Jig & Fixture | Welding | Assy | Finishing | Others |
|-------------------------|-------------------|--------------|-----------------------|---------|-----------|----------|---------------|---------|------|-----------|--------|
| Bandung & Cimahi Area | | | | | | | | | | | |
| Bekasi Area | | | | | | | | | | | |
| Bogor Area | | | | | | | | | | | |
| Karawang Area | | | | | | | | | | | |
| Purwakarta Area | | | | | | | | | | | |
| Sukabumi Area | | | | | | | | | | | |
| Daerah Lain | | | | | | | | | | | |

*Sesuai dengan data industri yang masuk/ditampilkan



BEBERAPA KEGIATAN WORKING GROUP KLASTER INDUSTRI KOMPONEN OTOMOTIF JAWA BARAT



industri komponen otomotif & permesinan jawa barat



**Bandung &
Cimahi Area**



PT. CIPTA DAYA MANDIRI INSANI
 Kantor : Jl. Tagog Cimekar No. 24 A Bandung
 Pabrik : Jl. Tagog Cimekar No. 24 A Bandung
 Telp./Fax. : +62. 22. 7836936 / +62. 22. 7836937
 Contact Person: Ir. Henny / *Direktur*
 Email : ptcdm@yahoo.com

| Tahun Berdiri | Nilai Asset / Investasi Saat Ini (Rp atau US\$) | Jumlah (orang) Tenaga Kerja | | |
|---------------|---|-----------------------------|-------|-------------|
| | | Total | Tetap | Tidak Tetap |
| 1994 | 909.000.000 | 14 | 14 | - |

| Prosentase Pemasaran | Dalam Negeri | Ekspor | Negara Tujuan Ekspor | Ekspor Langsung | |
|----------------------|--------------|--------|----------------------|-----------------|----|
| | 100 % | - | - | | Ya |

- **Bahan Baku Utama :** Rubber, Wire Stainles
- **Kebutuhan/Bulan :** -
- **Sumber/Supplier :** Bandung
- **Keterangan :** Spesifikasi disesuaikan dengan permintaan, dan punya standar

Produk Utama / Unggulan Yang Dihasilkan

- **Kategori/Kelompok :** Chasis dan lain-lain
- **Nama-nama Produk/Komponen :** Rubber part for automotive, oil dan gas
- **Kapasitas Produksi/bln :** Menyesuaikan
- **Pemasaran (Nama Pembeli dan/atau Konsumen) :** After Market, Oil & Gas Companies



Manufacturing Process Yang Dilakukan Untuk Menghasilkan Produk/Komponen Tersebut

| Technical Drawing | Dies & Mould | Casting & Die Casting | Forging | Machining | Stamping | Jig & Fixture | Welding | Assembling /Assy | Finishing | Lainnya |
|-------------------|--------------|-----------------------|---------|-----------|----------|---------------|---------|------------------|-----------|---------|
| ✓ | ✓ | | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |

Fasilitas Mesin/Peralatan

| No | Nama Mesin/Peralatan | Kondisi | Jumlah (Unit) | Keterangan |
|----|----------------------|---------|---------------|------------|
| 1 | Mesin Bubut | Baik | 2 | |
| 2 | Mesin Frais | Baik | 1 | |
| 3 | Mesin Gergaji | Baik | 1 | |
| 4 | Mesin Bor | Baik | 1 | |
| 5 | Mesin Gerinda Duduk | Baik | 2 | |
| 6 | Mesin Press Hidrolik | Baik | 1 | |
| 7 | Mesin Hand Press | Baik | 4 | |
| 8 | Mesin Gerinda Tangan | Baik | 4 | |
| 9 | Mesin Bor Tangan | Baik | 4 | |
| 10 | Mesin Las | Baik | 4 | |

Sumber : Kuesioner isian