Desain Ulang Dan Pembuatan Komponen *Tripod Bow Stand* dengan *Printer* 3 Dimensi

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Mesin

Disusun Oleh :

Nama : Agung Zuhruful Huda
No. Mahasiswa : 12525086
NIRM : 2012060521

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

2019

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

Desain Ulang Dan Pembuatan Komponen *Tripod Bow Stand* dengan *Printer* 3 Dimensi

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Agung Zuhruful Huda

No. Mahasiswa : 12525086

NIRM : 2012060521

Yogyakarta, 9 Februari 2019

Pembimbing I,	Pembimbing II,
Muhammad Ridlwan, ST., MT.	Santo Ajie Dhewanto, ST., MM.

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

Desain Ulang Dan Pembuatan Komponen *Tripod Bow Stand* dengan *Printer* 3 Dimensi

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Agung Zuhruful Huda

No. Mahasiswa : 12525086

NIRM : 2012060521

Tim Penguji

Santo Ajie Dhewanto,ST., MM.
Ketua
Tanggal : 26 Febuari 2019

Arif Budi Wicaksono,ST.Eng
Anggota I
Tanggal : 26 Febuari 2019

Agung Nugroho Adi,ST.,MT.
Anggota II
Tanggal : 25 Febuari 2019

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Dr. Eng. Risdiyono, ST., M.Eng

PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam referensi. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, Febuari 2019



Agung Zuhrufil Huda

HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk Bapak dan Ibu saya yang selalu mendukung dan mejadi sumber semangat saya sampai saat ini serta teman-teman saya yang selalu membantu untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

HALAMAN MOTTO

“Jangan salahkan siapapun akan kekecewaanmu ketika dirimu gagal, tetapi lihat apa yang selama ini kamu kerjakan pantaskah kamu mendapat keberhasilan akan hal itu”

(Tasi’ah)

“ orang tua akan ikut bahagia ketika anaknya juga bahagia ketika menyelesaikan tanggung jawabnya”

(Moh. Kholil)

KATA PENGANTAR ATAU UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Alhamdullillah hirabbil 'alamin, puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga tugas akhir dengan judul : "Desain Ulang & Pembuatan Komponen *Tripod Bow Stand* dengan *Printer* 3 Dimensi dapat diselesaikan.

". Shalawat serta salam juga penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW beserta keluarganya yang syafaatnya dinantikan di yaumul qiyamah.

Pelaksanaan tugas akhir harus ditempuh oleh setiap mahasiswa untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikannya dan memperoleh gelar sarjana di Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Selama pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis sudah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih atas semua bantuannya baik langsung maupun tidak langsung, khususnya kepada :

1. Allah SWT, yang telah memberikan nikmat Iman dan Islam kepada penulis dan Rasulnya Muhammad SAW juga atas segenap keluarga, para sahabat, para pengikutnya hingga akhir zaman.
2. Ayah dan Ibu serta seluruh keluarga tercinta yang selalu mendo'akan dan memberikan dukungan dalam menempuh pendidikan.
3. Bapak Dr. Eng. Risdiyono, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Muhammad Ridlwan, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing 1 tugas akhir yang telah memberikan waktu luangnya untuk membimbing penulis.
5. Bapak Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing 2 tugas akhir yang telah memberikan waktu luangnya untuk membimbing penulis.
6. Seluruh dosen dan karyawan di lingkungan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia, terima kasih atas jalinan kerjasama dan ilmu yang telah diberikan pada penulis.

7. Teman-teman seperjuangan Teknik Mesin UII. Semoga amal kebaikan yang telah diberikan akan mendapat balasan dari Allah SWT.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penyusunan laporan berikutnya. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan untuk orang lain pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Yogyakarta, Mei 2018

Agung Zuhruful Huda

ABSTRAK

Tripod EZY Cartel *bow stand* adalah salah satu merek *tripod bow stand* yang memiliki kelebihan mudah digunakan, ringan dan mudah dioperasikan, tetapi produk ini juga memiliki kelemahan pada komponen *joint* kaki yang mudah pecah dan tidak mempunyai komponen cadangan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang ulang komponen *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* untuk meminimalisir kerusakan akibat kesalahan penggunaan alat. Perancangan ulang dan analisis komponen dilakukan menggunakan perangakat lunak Solidworks, disimulasikan pembuatannya dengan perangkat lunak CURA dan dicetak menggunakan 3D *printer*. Hasil desain ulang komponen menunjukkan bahwa produk lebih kuat dibanding produk asli ditunjukkan dengan kerusakan yang minimal. Biaya yang dibutuhkan dalam pembuatan komponen ini adalah sebesar Rp.86.965.43

Kata Kunci : Desain ulang, *Tripod bow stand*, 3D *printer*.

ABSTRACT

Tripod EZY Cartel bow stand is one of the tripod bow stand brands that has the advantage of being easy to use, lightweight and easy to operate, but this product also has a weakness in joint components which are easily broken and do not have a spare part. This study aims to redesign the EZY Cartel bow stand tripod component to minimize damage due to improper operation The redesign of the components is done using Solidworks software, analyzed by CURA software and realized using 3D Printers. The component redesign results show that the product is stronger than original product as indicated by minimal damage. The cost needed in making this component is Rp.86.965.43

Keywords: Redesign, Tripod bow stand, 3D printer.

DAFTAR ISI

Halaman Judul i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji iii
Pernyataan bebas plagiarisme iv
Halaman Persembahan v
Halaman Motto vi
Kata Pengantar atau Ucapan Terima Kasih vii
Abstrak ix
Abstract x
Daftar Isi xi
Daftar Tabel xiii
Daftar Gambar xiv
Bab 1 Pendahuluan 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 3
1.4 Tujuan Perancangan 3
1.5 Manfaat Perancangan 3
1.6 Sistematika Penulisan 3
Bab 2 Tinjauan Pustaka 5
2.1 Kajian Pustaka 5
2.2 Dasar Teori 5
2.2.1 *Bow stand* 5
2.2.2 *Costumer window* 7
2.2.3 KANO Model 8
2.2.4 Tegangan 12
2.2.5 Safety Factor 13
2.2.6 Kekuatan Material 14
2.2.7 *CAD, CAE dan CAM* 15
2.2.8 3D *Printing* 18

2.2.9 Polylactic Acid (PLA) 19
Bab 3 MetodE Penelitian 20
3.1 Alur Penelitian 20
3.2 Analisis awal 21
3.2.1 Costumer Window 21
3.2.2 Kano Model 21
3.2.3 Perlakuan Produk 21
3.3 Peralatan dan Bahan 22
3.3.1 Peralatan 22
3.3.2 Bahan 24
3.4 Pendesainan Produk 25
3.4.1 Pengukuran 25
3.4.2 Menggambar 3D Desain 26
3.5 Mencetak Komponen 27
3.5.1 Proses *Printing* 28
3.5.2 Analisis Dan Perbaikan Desain 31
3.5.3 Pengujian 32
3.6 Perhitungan Biaya Pembuatan Komponen 32
Bab 4 Hasil dan Pembahasan 34
4.1 Costumer windows 34
4.2 Kano 35
4.3 Perancangan 36
4.3.1 Pengukuran 36
4.3.2 Desain Dan Analisis 37
4.4 Penentuan harga produk 58
4.5 Pernyataan Pengguna 62
4.6 Kendala 62
Bab 5 Penutup 63
5.1 Kesimpulan 63
5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya 63
Daftar Pustaka 64
lampiran 66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh pertanyaan kano kuisioner..... 10
Tabel 2.2 Kano *evaluation table* (kano,1984)..... 10
Tabel 4.1 Hasil kuisioner 35
Tabel 4.2 Perubahan ukuran yang terjadi setelah *printing*..... 56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 *Joint* Kaki *Tripod EZY* Cartel *Bow stand* 1
Gambar 1.2 Kesalahan penggunaan pada *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* 2
Gambar 2.1 *(a) Recurve bow (b) Long bow (c) Short bow (d) Flat bow* Sumber : www.san-archry.com 6
Gambar 2.2 *Tripod bow stand* 7
Gambar 2.3 *Compound bow* dan *bow stand* 7
Gambar 2.4 *Costumer window* 8
Gambar 2.5 Diagram of Kano's model. 9
Gambar 2.6 Tegangan Normal 12
Gambar 2.7 Kurva Tegangan Regangan 14
Gambar 3.1 Diagram alur penelitian 20
Gambar 3.2 3D *print* B01 centralab 22
Gambar 3.3 Laptop/ Pc 22
Gambar 3.4 Jangka sorong(*sketchmach*) 23
Gambar 3.5 Ultimaker Cura 23
Gambar 3.6 SOLIDWORK 23
Gambar 3.7 Amlplas/ kertas pasir 24
Gambar 3.8 Tang potong 24
Gambar 3.9 *power meter* 24
Gambar 3.10 *Filament* PLA 25
Gambar 3.11 Lem G 25
Gambar 3.12 Acuan desain 26
Gambar 3.13 pilihan pengaturan Cura 28
Gambar 3.14 pilihan menu 3D *printer* 30
Gambar 3.15 penggunaan kertas hvs guna *leveling bed* 30
Gambar 3.16 menu *auto leveling* 31
Gambar 4.1 Hasil *costumer windows* 34
Gambar 4.2 Grafik kebutuhan pelanggan 35
Gambar 4.3 Ukuran komponen asli (a) tampak bawah, (b)tampak atas dan (c)potongan setengah 36

Gambar 4.4 Analisis kerusakan 37
Gambar 4.5 Penggunaan *bow stand* di lapangan 37
Gambar 4.6 Beban yang terjadi..... 38
Gambar 4.7 Luas area disatu titik 38
Gambar 4.8 Analisis Tegangan Desain asli 39
Gambar 4.9 lendutan yang terjadi 40
Gambar 4.10 desain 1..... 40
Gambar 4.11 *Stress* analisi desain 1..... 41
Gambar 4.12 analisis lendutan desain 1 41
Gambar 4.13 posisi *print* (a) vertikal, (b) horisontal 42
Gambar 4.14 hasil *print* pertama..... 43
Gambar 4.15 (a) ukuran awal, (b) ukuran setelah perbaikan 43
Gambar 4.16 uji rakit percobaan *print* kedua..... 44
Gambar 4.17 kerusakan dudukan *as* 45
Gambar 4.18 kerusakan akibat beban berlebih 45
Gambar 4.19 posisi *print* horisontal (a) uji rakit tidak simetris, (b) lobang-lobang tidak bulat..... 46
Gambar 4.20 uji beban berlebih hasil *print* horisontal..... 46
Gambar 4.21 kelemahan spesimen hasil 3D *print* 47
Gambar 4.22 kekuatan spesimen hasil 3D *print* 47
Gambar 4.23 perbandingan konfigurasi sudut kaki *bow stand* (a) desain 2, (b) desain asli 48
Gambar 4.24 perhitungan momen desain asli 49
Gambar 4.25 CAE momen gaya 49
Gambar 4.26 Perhitungan momen desain 2 50
Gambar 4.27 analisis momen desain 2..... 50
Gambar 4.28 perbandingan stress analisis(a) desain asli (b) desain 2 51
Gambar 4.29 perbandingan lendutan pada (a) desain asli dan (b) desain 2 52
Gambar 4.30 part komponen joint desain 2 52
Gambar 4.31 posisi *print* komponen..... 53
Gambar 4.32 ukuran dan posisi *print* kotak..... 53
Gambar 4.33 pengikat 54

Gambar 4.34 pengunci 54
Gambar 4.35 komponen utama 55
Gambar 4.36 perubahan setelah *printing* 55
Gambar 4.37 uji rakit komponen desain 2 56
Gambar 4.38 uji pakai desain 2 57
Gambar 4.39 uji beban berlebih desain 2 57
Gambar 4.40 hasil uji komponen utama 58
Gambar 4.41 hasil uji komponen pengunci 58
Gambar 4.42 hasil ukur listrik laptop dengan power meter 60
Gambar 4.43 hasil ukur daya 3D *printer* dengan power meter 60

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memanah (Inggris : *Archery*) adalah suatu kegiatan menggunakan busur panah untuk menembakkan anak panah. Olahraga memanah adalah suatu cabang olahraga yang menggunakan busur panah dan anak panah dalam pengaplikasiannya, anak panah dilepaskan melalui lintasan tertentu menuju sasaran pada jarak tertentu. Olahraga memanah membutuhkan keahlian atau kemampuan tersendiri. Dalam pertandingan memanah, setiap pemain harus mempu melepaskan anak panahnya tepat mengenai sasaran yang telah ditentukan. Seorang yang gemar atau merupakan ahli dalam memanah disebut juga sebagai pemanah (Artanayasa, 2014).

Dalam olahraga memanah, terdapat beberapa alat pendukung diantaranya *tripod bow stand*. Alat ini digunakan sebagai tempat meletakkan busur panah dengan model *recurve bow* ketika tidak digunakan atau sedang istirahat pada saat keadaan latihan ataupun pertandingan memanah berlangsung. Ada beberapa merek *tripod bow stand* salah satunya adalah *EZY* Cartel yang akan menjadi fokus penelitian tugas akhir ini. *Tripod EZY* Cartel *bow stand* memiliki kelebihan yaitu ringan, mudah dioperasikan dan mudah untuk dibawa. Tetapi alat ini memiliki kekurangan yaitu pada komponen *joint* kaki yang dapat dilihat pada gambar 1.1



Gambar 1.1 *Joint* Kaki *Tripod EZY* Cartel *Bow stand*

Komponen ini mudah pecah dan rusak akibat penggunaan alat yang salah seperti pada gambar 1.2. Pada saat pengambilan busur untuk digunakan kembali seharusnya *bow stand* ditahan menggunakan tangan kiri dan busur diambil oleh tangan yang kanan. Untuk memudahkan para *atlet* maka *bow stand* digunakan dengan cara diinjak pada salah satu kakinya kemudian busur diambil oleh tangan kanan. Komponen ini juga tidak memiliki komponen cadangan untuk penggantian jika rusak.



Gambar 1.2 Kesalahan penggunaan pada *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand*

Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk memberikan solusi yaitu dengan cara mendesain ulang komponen *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* sehingga dapat meminimalisir kerusakan *bow stand* akibat penggunaan yang salah. Penelitian in dilakukan juga untuk mencari infomasi kelayakan komponen cadangan dari komponen *joint* kaki *EZY* Cartel *bow stand* menggunakan 3D *printer* dalam segi kekuatan dan biaya.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana proses pembuatan komponen cadangan *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* dengan 3D *printer*?
2. Apakah komponen cadangan *joint* kaki produk *tripod EZY* Cartel *bow stand* yang dihasilkan oleh 3D *printer* layak digunakan?

3. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk proses produksi pembuatan komponen cadangan *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* dengan menggunakan 3D *printer*?

1.3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini terdapat batasan masalah sebagai berikut :

1. Beban/berat busur panah yang dijadikan patokan adalah berat busur panah jenis *recurve bow* dari *list* penjualan busur panah di toko online yaitu 5 kg.
2. Desain dan analisis produk menggunakan *software* SOLIDWORK 2014.
3. Bahan dari pembuatan produk *3D print* adalah PLA (*Polylactic Acid*).
4. Penggunaan listrik saat proses pembuatan produk menggunakan 3D *printer* dihitung berdasarkan pengukuran dengan alat *power meter*.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan dari penelitian dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Merancang dan mendesain ulang komponen *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* untuk meminimalisir kerusakan akibat kesalahan penggunaan alat.
2. Mengetahui kelayakan komponen dari segi kekuatan komponen *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* yang diproduksi menggunakan 3D *printer*.
3. Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembuatan komponen *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* dengan 3D *printer*.
4. Menghitung biaya produksi untuk membuat satu buah komponen *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand.*

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah mengetahui kelayakan membuat komponen *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* menggunakan *3D printer* dilihat dari segi kekuatan maupun biaya produksi.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika tugas akhir ini disusun secara berurutan untuk mempermudah dalam pembahasan. Penulisan tugas akhir ini dijelaskan sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Bagian ini menjelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan pada laporan penelitian ini.

Bab II TINJAUAN PUSTAKA

Bagian ini berisi kajian pustaka dan dasar teori yang digunakan dalam penelitian dan perancangan yang dilakukan.

Bab III METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menjelaskan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian dan peralatan, bahan serta metode penelitian yang digunakan dalam penelitian.

Bab IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini berisi tentang hasil dan pembahasan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan.

Bab V PENUTUP

Bagian ini berisi tentang kesimpulan dari pembahasan yang dilakukan serta saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Dengan memaksimalkan metode 3D *printing* desainer dimudahkan dengan kemampuan cetak yang begitu mudah, cepat dan mendetail sehingga dapat disesuaikan dengan keinginkan konsumen.

Hasil proses pengembangan produk menggunakan metode 3D *printing* memberikan manfaat berupa:

1. Menghemat waktu.
2. Menghemat biaya.
3. Menyederhanakan proses (Putra & Sari, 2018)

Pada saat proses *printing* posisi spesimen berpengaruh besar dalam memaksimalkan karakteristik material yang dihasilkan. Karena karakteristik material tersebut mempengaruhi hasil bentuk benda dan kekuatan tariknya. Pada uji kekuatan tarik bahan PLA lebih tinggi yaitu 14.97 N/mm² dibandingkan dengan bahan ABS yang hanya 6.58 N/mm², karena bahan ABS memerlukan perlakuan khusus sebagai *filament 3D print*. (Lubis & Susanto, 2016).

Berdasarkan pada peneletitian di atas, maka penelitian ini akan mencoba membuat benda yang dapat dipakai bukan hanya *prototype* saja dengan menggunakan bahan PLA, karena PLA lebih baik dan mudah digunakan untuk mesin *3D printer* yang ada. Tetapi untuk proses *printing* akan mengacu pada beban yang terjadi pada produk *tripod EZY* Cartel *bow stand.*

2.2 Dasar Teori

Berikut ini adalah teori-teori dasar yang akan menjadi dasar dari penelitian ini, yaitu :

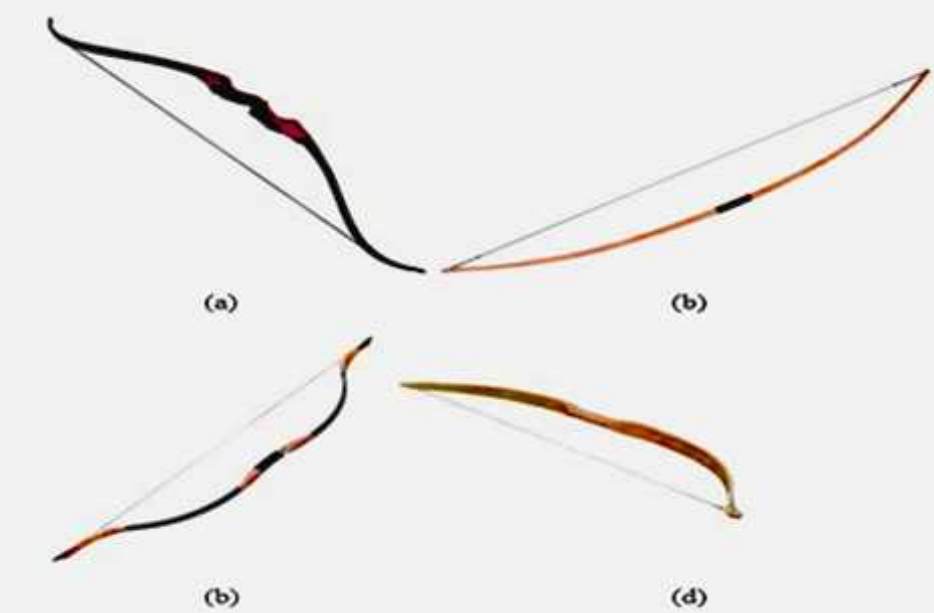
2.2.1 *Bow stand*

Bow stand adalah alat bantu yang digunakan dalam olah raga memanah untuk menempatkan (menopang) busur panah ketika sedang tidak digunakan atlet dalam

jeda istirahat atau menunggu giliran ketika atlet sedang berlatih atau dalam situasi perlombaan. Jenis *bow stand* ada 2, yaitu :

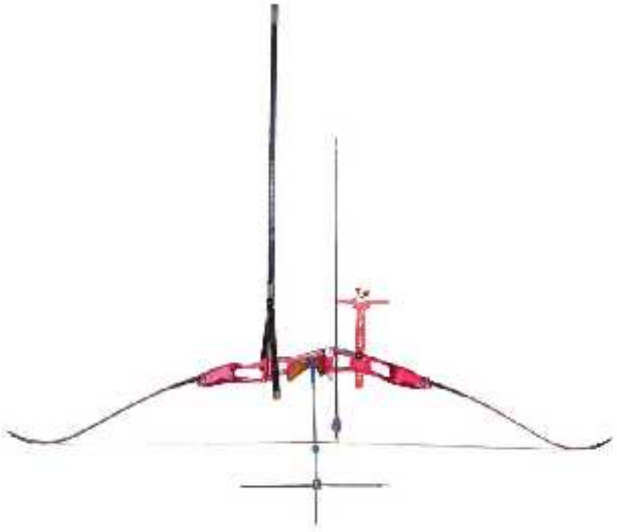
1. *Tripod bow stand*

   Bow stand ini digunakan untuk jenis busur lengkung (*recurve bow*) dan busur tradisional yang didalamnya adalah *long bow*, *short bow*, *flat bow* yang semuanya itu berbentuk mirip dengan *recurve bow* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 *(a) Recurve bow (b) Long bow (c) Short bow (d) Flat bow*
Sumber : www.san-archry.com

Pada penggunaan *bow stand* untuk jenis busur ini adalah dengan meletakkan busur diatasnya agar mudah saat pengambilan busur untuk digunakan kembali dan alat ini juga berfungsi untuk menjaga tali busur agar tidak kotor terkena tanah seperti pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 *Tripod bow stand*

Sumber : www.san-archry.com

2. *Compound bow stand*

Bow stand ini hanya digunakan untuk satu jenis busur yaitu *compound bow*, cara menggunakan alat ini dengan cara sebagai sandaran atau penyangga ketika busur diletakkan ditanah seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.3



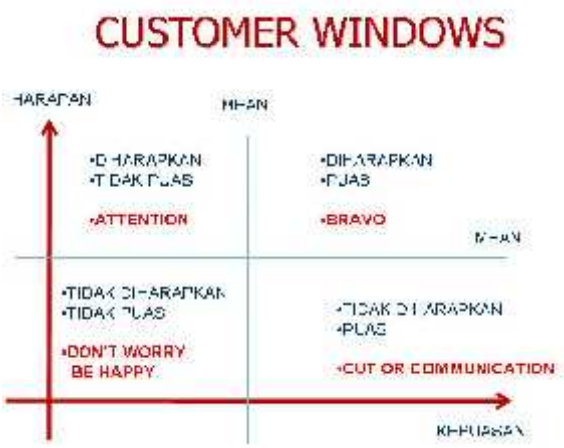
Gambar 2.3 *Compound bow* dan *bow stand*

Sumber : www.san-archry.com

2.2.2 *Costumer window*

Customer window adalah salah satu alat analisis kesenjangan untuk memahami kepuasan dan kepentingan relatif (urutan kepentingan) pelanggan

terhadap karakteristik produk atau jasa yang dikonsumsinya. *Costumers windows* berfungsi untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan suatu produk serta untuk menentukan apa yang akan dikembangkan pada produk tersebut baik berupa mengurangi kekurangan atau menambahkan apa yang diinginkan konsumen (Supriyanto & Ernawaty, 2010).



Gambar 2.4 *Costumer window*
(Supriyanto & Ernawaty, 2010)

2.2.3 KANO Model

KANO Model adalah model yang bertujuan untuk mengkategorikan atribut-atribut dari produk ataupun jasa berdasarkan seberapa baik produk atau jasa tersebut mampu memuaskan kebutuhan pelanggan. Didalam modelnya, Kano membedakan tiga tipe produk yang diinginkan yang dapat mempengaruhi kepuasan konsumen, yaitu: (Kano, 1984)

1. Persyaratan yang bersifat *Must-Be*

   Persyaratan yang bersifat *must-be* adalah kriteria dasar pada suatu produk. Jika kategori ini tidak dipenuhi, maka konsumen secara ekstrim akan tidak puas. Disisi lain karena persyaratan ini semestinya harus ada, maka pemenuhan kategori ini tidak meningkatkan kepuasan konsumen.

2. Persyaratan yang bersifat *One-Dimensional*

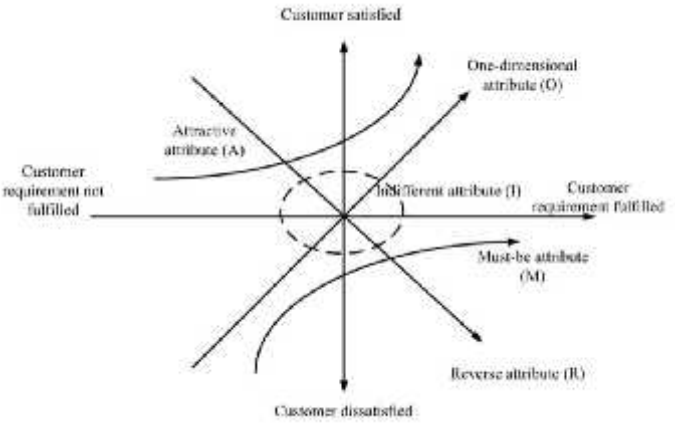
   Persyaratan yang bersifat *One-Dimensional* adalah kepuasan konsumen pada tingkatan pemenuhannya bersifat proporsional. Artinya, semakin tinggi tingkat pemenuhannya, maka kepuasan pelanggan akan semakin tinggi.

Begitu pula sebaliknya, jika semakin rendah pemenuhannya maka kepuasan pelanggan akan semakin menurun.

3. Persyaratan yang bersifat *Attractive*

   Persyaratan ini adalah kriteria produk yang memiliki pengaruh besar pada bagaimana sebuah produk dapat memenuhi kepuasan pelanggan. Pemenuhan kategori ini menyebabkan kepuasan konsumen yang sangat tinggi. Pemenuhan persyaratan ini mengantarkan pada lebih dari kepuasan yang proporsional. Tetapi jika tidak ada, tidak membuat pelanggan merasa kecewa.

Tiga tipe persyaratan produk tersebut sesuai dengan diagram kano yang terlihat pada gambar 2.3 berikut ini (Kano, 1984).



Gambar 2.5 Diagram of Kano's model.

Sumber: Matzler et al. (1996).

Kano kuisioner memiliki bentuk yang disesuaikan dengan metode yang diperkenalkan oleh professor Kano dimana setiap pertanyaan mengandung komponen pilihan jawaban yang sama yaitu suka, harus, netral, boleh dan tidak suka. Setiap pertanyaan ditanyakan dua kali kepada responden, dimana pertanyaan pertama bersifat fungsional (positif) dan yang kedua bersifat disfungsional (negatif). Contoh pertanyaan dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Contoh pertanyaan kano kuisioner

pertanyaan fungsional positif			
No	Atribut	Skor	Pilihan
1	Bagaimana seandainya terdapat fasilitas A?	1 2 3 4 5	Sangat Menarik Menarik Biasa Saja Kurang Menarik Sangat Tidak Menarik
pertanyaan fungsional negatif			
No	Atribut	Skor	Pilihan
2	Bagaimana seandainya jika **tidak** terdapat fasilitas A?	1 2 3 4 5	Sangat Menarik Menarik Biasa Saja Kurang Menarik Sangat Tidak Menarik

Hasil yang diperoleh berupa dua jawaban dari pertanyaan positif dan negatif kemudian dikombinasikan dalam tabel evaluasi untuk menentukan kategori atribut tiap-tiap responden sesuai kano *evaluation table* seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kano *evaluation table* (kano,1984)

Kebutuhan Konsumen		*Disfunctional*				
		1	2	3	4	5
		Sangat setuju	setuju	Netral	Tidak setuju	Sangat Tidak setuju
Functional	1.Suka	Q	A	A	A	O
	2.Harap	R	I	I	I	M
	3.Netral	R	I	I	I	M
	3.Toleransi	R	I	I	I	M
	5.Tidak Suka	R	R	R	R	Q

Enam kategori yang terdapat pada tabel 2.1 yaitu:

1. A = *Attractive*

   Menggambarkan akan adanya peningkatan konsumen jika produk tersebut berfungsi lebih baik dari biasanya, tetapi kepuasannya tidak akan menurun jika produk tidak berfungsi lebih baik dari fungsi biasanya.

2. M = *Must-be*

   Menggambarkan semakin suatu produk tidak berfungsi dengan semestinya, maka kepuasan konsumen akan semakin menurun, tetapi

kepuasan konsumen tidak akan meningkat walaupun produk tersebut berfungsi dengan sangat baik.

3. O = *One-dimensional*

   Menggambarkan kepuasan konsumen akan meningkat jika sebuah produk semakin berfungsi dengan baik, dan sebaliknya kepuasan konsumen akan menurun jika sebuah produk tidak berfungsi dengan semestinya.

4. I = *Indifferent*

   Kepuasan konsumen tidak dipengaruhi oleh sifat produk yang fungsional atau tidak fungsional. Sebagai contoh, ada atau tidaknya fasilitas *converter* tidak akan mempengaruhi kepuasan konsumen.

5. R = *Reverse*

   Reverse adalah penetapan dari produsen terbalik dengan apa yang dirasakan oleh konsumen.

6. Q = *Questionable*

   Sedangkan *questionable* adalah jawaban dari konsumen (responden) tidak jelas atau kurang sesuai dengan pertanyaan yang ada.

Tingkat validitas kano kuisioner yang dilakukan dikatakan valid apabila *presentase Questionable* tidak lebih dari 5 persen. Perhitungan kuisioner dilakukan berdasarkan tabel evaluasi Kano dan masing-masing dari pertanyaan yang diajukan kepada setiap responden ditentukan apakah termasuk katergori A, M, O, R, Q, atau I. Setelah masing-masing jawaban pertanyaan dikonversikan kedalam bentuk A, M, O, R, Q, atau I maka langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan jumlah masing-masing komponen A, M, O, R, Q atau I untuk setiap pertanyaan. Dari hasil yang diperoleh, dapat dihitung koefisien kepuasan konsumen dengan rumus sebagai berikut (Kano, 1984).

Tingkat kepuasan konsumen :

$$\frac{A+O}{A+O+M+I} \qquad \textbf{(2.1)}$$

Koefisien tingkat kepuasan berkisar antara 0 sampai 1 semakin dekat dengan nilai 1 maka semakin mempengaruhi kepuasan konsumen, sebaliknya jika nilai mendekati ke 0 maka dikatakan tidak mempengaruhi kepuasan konsumen.

Tingkat kekecewaan konsumen :

$$\frac{O+M}{(A+O+M+I)x(-1)} \quad \textbf{(2.2)}$$

Koefisien tingkat kekecewaan berkisar antara 0 sampai -1 Jika nilai semakin mendekati angka -1 maka pengaruh terhadap kekecewaan konsumen semakin kuat, sebaliknya jika nilainya adalah 0 maka tidak mempengaruhi kekecewaan konsumen (Kano, 1984)..

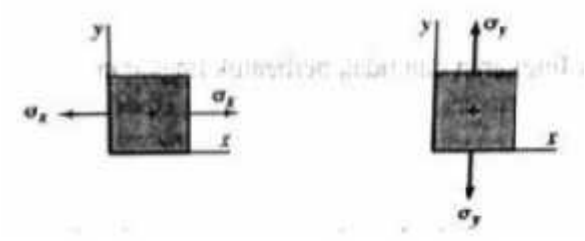
Berikut adalah keuntungan penggunaan metode kano :

1. Mendapatkan pemahaman yang lebih baik mengenai permintaan konsumen.
2. Dapat memprioritaskan permintaan-permintaan konsumen untuk pengembangan aktivitas selanjutnya.
3. Dapat membedakan karakteristik pangsa pasar.
4. Membantu dalam proses desain penjualan.

2.2.4 Tegangan

Tegangan dapat didefinisikan sebagai tahanan dalam yang disediakan oleh satu satuan luas bahan kepada beban luar yang diberikan. Salah satu tujuan utama dari analisis tegangan pada suatu elemen adalah menentukan letak titik dengan beban dalam tertinggi pada elemen tersebut (Mott, 2004).

Tegangan normal didefinisikan sebagai tegangan yang ada karena arah gaya tegak lurus terhadap permukaan-permukaan elemen yang berlawanan. Tegangan normal menghasilkan dua tegangan yang dipengaruhi arah gaya yang bekerja, yaitu tegangan tarik dan tegangan tekan. Tegangan tarik cenderung menyobek elemen sedangkan tegangan tekan cenderung meremukan elemen (Mott, 2004) seperti yang terlihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.6 Tegangan Normal
(Mott, 2004)

Apabila sebuah elemen mempunyai beban luar yang terdistribusi merata pada keseluruhan luas penampang melintangnya maka besarnya tegangan(σ) adalah hasil dari gaya atau beban (F) dibagi denga luas penampang (A), seperti rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{\text{Gaya}}{\text{Luas}} = \frac{F}{A} \qquad (2.3)$$

Momen gaya atau torsi (τ) adalah suatu besaran yang menyatakan besarnya gaya yang bekerja pada sebuah benda sehingga benda tersebut melakukan gerakan rotasi.

Jika pada gerak lurus faktor yang menyebabkan adanya gerak adalah gaya (F). Sedangkan pada gerak rotasi atau gerak melingkar, selain gaya (F), ada faktor lain yang menyebabkan benda itu bergerak rotasi yaitu lengan gaya (l) yang tegak lurus dengan gaya. Torsi disebut juga momen gaya dan merupakan besaran vector .Besarnya torsi dapat dihitung dari rumus sebagai berikut: (Mott, 2004).

$$\tau = IxF$$
$$\tau = Ix\,F\sin\theta \qquad (2.4)$$

2.2.5 Safety Factor

elemen mesin akan mengalami kegagalan jika tegangan yang terjadi lebih besar dari kekuatan material. Begitu juga sebaliknya elemen mesin akan aman jika kekuatan material lebih besar dari tegangan yang terjadi. Pernyataan tersebut menunjukan adanya hubungan antara kekuatan material dengan tegangan yang terjadi, hubungan keduanya dinyatakan sebagai berikut:

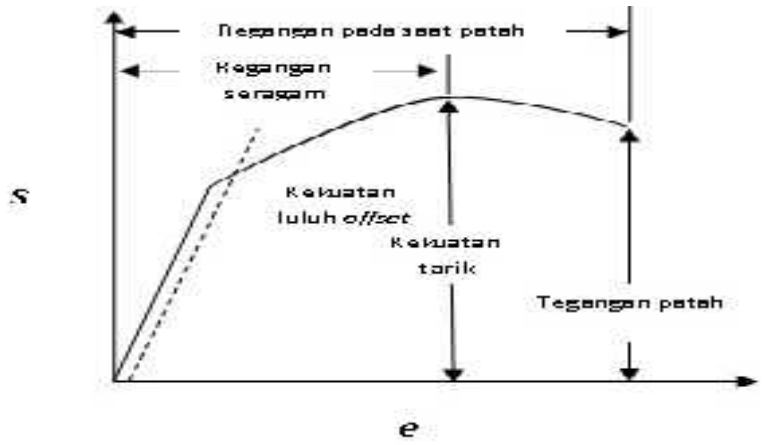
$$SF = \frac{\text{Kekuatan Material}}{\text{Tegangan yang Terjadi}} \qquad (2.5)$$

Hubungan diantara kedua variable diatas disebut faktor keamanan (SF). Berdasarkan persamaan diatas suatu elemen mesin dinyatakan aman jika kekuatan material lebih besar dari tegangan yang terjadi. Artinya nilai faktor keamanan juga harus selalu lebih besar dari satu (Sonawan, 2010).

Secara mendasar kegagalan dari suatu struktur dinyatakan bila stuktur tidak dapat berfungsi lagi dengan baik untuk menerima pembebanan sesuai dengan yang direncanakan. Terdapat beberapa teori kegagalan yang digunakan dalam perancangan, salah satunya adalah *The Maximum Energy of Distortion Theory* (*Von Mises Theory*). Teori kegagalan ini menyatakan bahwa luluh akan terjadi bila tegangan *octahedral* maksimum yang terjadi melebihi harga *limit* yang diketahui (Sutikno, 2011). Pada perancangan ini harga *limit* yang digunakan adalah *yield strenght* (tegangan luluh) dari material.

2.2.6 Kekuatan Material

Kekuatan merupakan sifat yang dimiliki oleh setiap material. Kekuatan material bisa diperoleh dari pengujian yang dikenal dengan pengujian tarik, dari pengujian tersebut akan didapatkan hasil berupa kurva uji tarik. Pengujian tarik menggambarkan suatu peristiwa dimana kegagalan material akibat dari pembebanan (Sonawan, 2010). Berikut adalah contoh kurva tegangan regangan pada gambar 2.4 :



Gambar 2.7 Kurva Tegangan Regangan

(Sonawan, 2010).

Pada dasarnya proses pengujian tarik adalah proses deformasi (perubahan bentuk). Selama kurvanya linier selama itu juga deformasi yang terjadi adalah deformasi elastis (perubahan bentuk sementara), sedangkan dalam kurva yang tidak linier maka deformasi yang terjadi adalah deformasi plastis (perubahan bentuk permanen) seperti yang terlihat pada Gambar. Dalam perancangan deformasi boleh saja terjadi akan tetapi deformasi yang terjadi dibatasi hanya deformasi elastis bukan deformasi plastis (Sonawan, 2010).

2.2.7 *CAD, CAE dan CAM*

Pada masa ini perangkat lunak yang diciptakan untuk mempermudah bidang manufaktur, mulai dari desain hingga menjadi sebuah produk, perangkat lunak tersebut dikelompokan menjadi 3 kelompok, CAD(Computer Aided Design), CAE(*Computer Aided Engineering*),dan CAM(*Computer Aided Manufacturing*), berikut aadalah penjelasannya :

2.2.7.1 *CAD* (*Computer Aided Design*)

CAD (*Computer Aided Design*) adalah sebuah program komputer yang membantu dalam membuat, memodifikasi, menganalisis dan mengembangkan sebuah desain. Dengan menggunakan CAD memungkinkan seseorang perancang (*designer*) untuk mendesain gambar dengan mentransformasikannya secara cepat. Program CAD dapat melakukan *finite element analysis*, *heat transfer analysis*, *streess analysis*, *dynamic simulation of mechanisms*, *fluid dynamic analysis*. Berbagai macam program CAD akan ber*beda* satu dengan yang lain karena *product line*, *manufacturing prosses*, dan *custumer market* yang ber*beda* (Grover & Zimmers,1984).

Saat ini kebanyakan *software* CAD merupakan aplikasi gambar 3 dimensi ataupun *solid* model. *Solid* model memungkinkan untuk menvisualisasikan komponen dan rakitan yang kita buat secara realistis (Anton, 2012).

Adapun fungsi dari CAD adalah sebagai berikut :

1. Pengembang desain

   Desain gambar dibuat pada grafik dari elemen geometrik dasar, seperti garis, titik, kerucut, lingkaran yang ditambahkan, dikurangi, dipotong, atau

ditransformasikan dalam bentuk lainnya membentuk ukuran geometris yang diinginkan.

2. Analisis desain

   Digunakan untuk menghitung bagian-bagian dari desain (berat, volume, luas area) dan untuk menganalisa tegangan, bagian-bagian dari transfer tekanan dan faktor lainnya. Dengan teknik ini, komputer digunakan untuk menghitung tekanan, pembelokan, dan karakteristik struktur lainnya.

3. Simulasi desain

   Digunakan untuk mempelajari pola pergerakan dan untuk menganalisa mekanisme yang lebih lengkap pada desain.

4. Peninjauan kembali dan evaluasi desain

   Peninjauan ulang desain membantu mengurangi resiko dua atau lebih komponen dalam sistem asembly menempati tempat yang sama dalam waktu yang sama. Pemeriksaan rutin bentuk dan dimensi disediakan untuk menolong mengurangi kemungkinan kesalahan ukuran.

5. Perbaikan dan modifikasi desain

   Pendesain dapat memperbaiki dan memodifikasi komponen yang telah ada untuk mendapatkan fungsi-fungsi yang dibutuhkan dari komponen baru.

Berbagai macam *software* CAD yang sering digunakan adalah Solidworks, Autocad, Inventor, Power Shape, Catia dan lain-lain. *Softwaresoftware* tersebut digunakan dalam dunia manufaktur. Sedangkan *software* CAD yang sering digunakan dalam dunia perhiasan adalah Matrix, Rinoceros dan JewelCAD (Ghang & Dange,2013).

2.2.7.2 CAE (*Computer Aided Engineering*)

Pengertian CAE adalah penggunaan program komputer untuk menyelesaikan persoalan-persoalan Engineering dalam menganalisis maupun meng-optimasi suatu produk atau bagian-bagian dari produk tersebut. CAE (*Computer Aided Engineering*) Adalah Teknologi Perhitungan karakteristik dari suatu produk atau bagian dari suatu produk dengan bantuan computer. Dalam perencanaan atau perancangan tidak cukup hanya gambar saja, tentunya juga diperlukan untuk mengetahui karakteristik dari produk yang dirancang tersebut baik secara mekanis,

statis, dinamis, maupun *thermal* dan karakteristik lainnya yaitu dengan cara menganalisis produk rancangan tersebut(Prasetya, 2016).

Ada 3 jenis persoalan *engineering* yg banyak dianalisis dengan bantuan CAE, sebagai berikut :

1. FEA (*Finite Elements Analysis*)

   Biasa di gunakan untuk meng-analisis batas maksimal ketahanan suatu bagian dari produk/part atau material (*Stress analysis*) terhadap gaya yang akan di bebankan pada produk tersebut.

2. CFD (*Computational Flow Dynamics*)

   Biasa di gunakan untuk menganalisis suatu prdouk yang memiliki saluran/aliran. Mencari solusi terbaik dalam ketahanan, kecepatan, dan lain-lain tergantung jenis aliran yang akan di salurkan lewat produk tersebut.

3. MBD (*Multibody Dynamics*)

   Jika FEA di gunakan untuk menganalisis hanya bagian dari suatu produk saja,maka MBD lah yang bertugas menganalisis suatu produk secara keseluruhan. Sama seperti CAM, penggunaan CAE harus di awali dengan model 3D dari *software* CAD, lalu model produk tersebut akan diolah dalam *software* CAE dengan begitu akan diketahui karateristik produk tersebut baik secara statis/dinamis maupun *thermal*. Ada beberapa *software* CAE yang populer dan banyak digunakan orang. Seperti Solidworks, ProEngineering, Inventor, CATIA, dan lain-lain.

2.2.7.3 Solidwork

Solidwork adalah sebuah program *computer aided design* (CAD) 3D yang menggunakan *plattform Windows*. *Software* ini dikembangkan oleh Solidwork *Corporation*, *Software* Solidworks menyediakan tampilan dasar tentang mendesain suatu produk atau, pemodelan yang lengkap atau mendetail dan bergerak pada pemodelan 2D maupun 3D. *Software* ini juga dapat menganalisis produk untuk menguji kekuatan produk seperti *force, torque, temperature, dan safety factor*. Selain itu keunggulan dari *software* ini juga dapat melakukan simulasi dan animasi dari produk yang telah dibuat (AppliCAD Indonesia, 2014).

2.2.7.4 CAM (*Computer Aided Manufacturing*)

CAM (*Computer Aided Manufacturing*) merupakan perangkat lunak yang menghubungkan CAD untuk mengkonversi menjadi produk yang terhubungkan oleh mesin produksi berupa kode-kode perintah yang disebut *G-code*. CAM digunakan juga untuk merancang, mengatur dan mengontrol sistem oprasi manufaktur baik secara langsung atau tidak langsung dengan operator.

Jenis CAM dikatagorikan menjadi 2 jenis yaitu:

a. *Subtractive prototyping* merupakan proses pergerakan mesin untuk memotong atau mengurangi *bed*a kerja sesuai dengan bentuk desain yang diperlukan. Proses dapat berupa *milling, tuning,* atau *drilling*.
b. *Additive Prototyping* merupakan proses pemesinan dengan cara menambahkan material bahan perlapisan. Sehingga bentuk yang dihasilkan merupakan kumpulan layer yang tersusun keatas atau sering disebut 3D *Printing*(Ghang & Dange, 2013).

2.2.7.5 Ultimaker Cura

Cura adalah perangkat lunak atau *software* yang bertujuan untuk mempersiapkan desain yang sudah dirancang dengan cara melakukan proses *Slicing* (membuat desain menjadi lapisan per lapisan) lalu akan menghasilkan G-*code* atau CAM untuk mesin 3D *printing* (Galen, 2015).

2.2.8 3D *Printing*

3D Printing adalah proses mencetak produk atau objek dengan cara menyusun material lapis demi lapis sampai mencapai bentuk 3 dimensi yang diinginkan. Per*bed*aan antara manufaktur lainnya seperti CNC (*computer numerical control*), bubut, *milling, molding* dan *3D printing* adalah 3D *printing* melibatkan proses *Additive* tetapi sebagian besar proses manufaktur yang lain melibatkan proses *subtractif* yang mencakup kombinasi penggilingan, lentur, penempaan, *printing*, pemotongan, pengeleman, pengelasan dan perakitan. Pada awalnya *3D Printer* dilihat sebagai alat untuk membuat benda seni atau *prototyp*e saja, tetapi dalam beberapa tahun terakhir teknologi ini berkembang ke arah pembuatan komponen mekanis yang dapat dicetak. Perubahan ini tidak hanya dibidang

industri/manufaktur, tetapi juga kehidupan sehari-hari untuk membuat barang-barang yang diperlukan yang dapat dicetak dengan menggunakan 3D *printer* (Anderson, 2012).

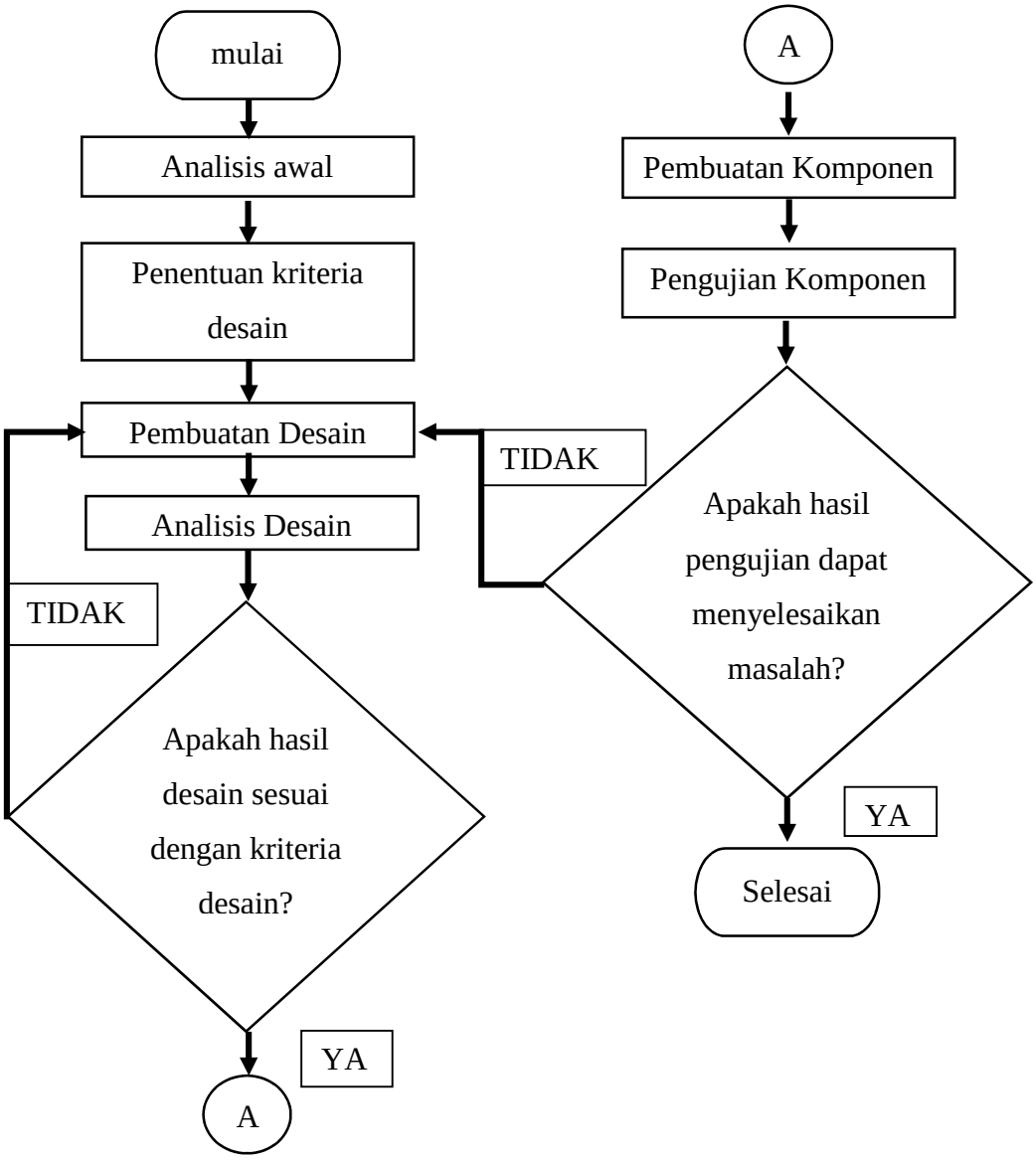
2.2.9 Polylactic Acid (PLA)

Polimer adalah senyawa makro molekul yang terbentuk dari susunan-susunan ulang molekul kecil (*monomer*) yang saling berikatan. Reaksi penggabungan antara *monomer* kecil menjadi *polimer* disebut reaksi polimerisasi (Efan, 2011).

Polylactic Acid (PLA) adalah salah satu produk biopolimer yang sering digunakan pada saat ini karena sudah banyak literatur yang membahas tentang bahan ini. Harga dari PLA ini relatif murah dan memiliki sifat yang baik untuk membuat suatu produk (Avérous, 2008).

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alur penelitian

3.2 Analisis awal

Pada proses ini ada tahapan yang akan dilakukan terhadap produk *EZY Cartel bow stand* yaitu sebagai berikut :

3.2.1 Costumer Window

Pada *costumer window* responden dipilih berdasarkan pengetahuan terhadap produk ini. Kemudian dilakukan wawancara dan diberi beberapa pertanyaan yang merupakan inti dari *costumer window* tersebut, yaitu :

a. Apa kelebihan produk *tripod EZY Cartel bow stand*?
b. Apa kekurangan *tripod EZY Cartel bow stand* ?

Jawaban pertanyaan diatas dapat dibagi kedalam 4 kuadran *costumer window* lalu dipilih untuk menjadi dasar dari kuisioner kano model untuk keterangan lebih lengkapnya terdapat pada bab 4.1.

3.2.2 Kano Model

Kano model merupakan kuisioner yang disebarkan kepada costumer berdasarkan pengetahuannya terhadap produk (*EZY Cartel bow stand*). Dalam penelitian ini responden berjumlah 30 orang yang merupakan para olahragawan pada bidang memanah dan sumber pertanyaan kuisioner berasal dari data atau hasil dari *costumer window*. Untuk bentuk pertanyaan kano dapat dilihat pada lampiran 1, dan untuk keterangan lebih jelas dapat dilihat pada bab 4.2.

3.2.3 Perlakuan Produk

Sembari melakukan analisis menggunakan *costumer window* dan Kano model, juga dilakukan wawancara tentang produk *tripod* EZY Cartel *bow stand*) serta melihat langsung perlakuan yang terjadi pada produk atau penggunaan produk di lapangan untuk mengetahui penyebab terjadinya kerusakan produk.

3.3 Peralatan dan Bahan

Setelah analisis awal dilakukan maka proses selanjutnya adalah pendesainan produk dimana proses tersebut membutuhkan alat dan bahan, berikut adalah rinciannya :

3.3.1 Peralatan

Berikut adalah alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini :

1. Mesin *3D printing* B01 CentraLabs



Gambar 3.2 3D *print* B01 centralab

2. Laptop (*notebook*) / PC



Gambar 3.3 Laptop/ Pc

3. Jangka sorong (*sketchmath*)



Gambar 3.4 Jangka sorong(*sketchmach*)

4. *Software* Cura 3.4.1



Gambar 3.5 Ultimaker Cura

5. *Software* CAD (SOLIDWORK)



Gambar 3.6 SOLIDWORK

6. Amplas/ kertas pasir



Gambar 3.7 Amlplas/ kertas pasir

7. Tang Potong



Gambar 3.8 Tang potong

8. Power Meter



Gambar 3.9 *power meter*

3.3.2 Bahan

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah filament dengan bahan PLA (*Polylactic Acid)* .



Gambar 3.10 *Filament* PLA

2. Lem Alteco atau lem G



Gambar 3.11 Lem G

3.4 Pendesainan Produk

Adapun tahpan-tahapan untuk pendesain produk untuk menjadi sebuah desain yang siap untuk diwujudkan adalah sebagai berikut :

3.4.1 Pengukuran

Pengukuran dilakukan sesuai terhadap *tripod EZY Cartel Bow stand*, hal tersebut dilakukan agar dapat melakukan proses selanjutnya yang merupakan analisis menggunakan *software* Solidwork.

Sebagai acuan desain adalah komponen *joint* kaki yang ada pada produk *tripod* EZY Cartel *bow stand* yang sering rusak akan menjadi dasar pengukuran desain yang baru, acuan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.12 yang diberi tanda lingkaran merah.



Gambar 3.12 Acuan desain

3.4.2 Menggambar 3D Desain

Berikut adalah tahapan-tahapan yang dilakukan untuk menggambar 3D desain pada penelitian ini :

1. Proses Pembuatan Sketsa Menggunakan *Software* Solidwork.

   Pada proses ini kita menggambar 2D yang berupa garis-garis yang terhubung menggunkan fitur *sketch* pada *Software* Solidwork berdasarkan ukuran dan dimensi dari pengukuran telah kita lakukan.

2. Proses Pembuatan Desain 3D.

   Sketsa awal yang telah digambar diberi ketebalan menggunakan fitur-fitur 3D yang ada pada Solidwork dimana kita dapat menambahkan atau mengurangi ketebalan menggunakan ukuran sketsa pada fitur sketch.

   Untuk membuat desain yang ingin dibuat maka harus melakukan langkah 1 sesuai ukuran yang telah didapat dan 2. Langkah ini dilakukan berulang-ulang agar desain sesuai yang diinginkan.

3. Proses Penentuan Material PLA Menggunakan *Software* Solidwork.

   Salah satu fitur Solidwork adalah memberi jenis material pada desain agar dapat melakukan CAE pada desain dalam bentuk simulasi menggunakan *edit* material. Fitur ini dapat menambahkan data material baru dengan karakteristik yang dapat ditentukan sesuai keinginan dengan menggunakan *custom* material.

4. Assembly Menggunakan *Software* Solidwork

   Pada *software* Solidwork terdapat fitur untuk menyatukan *single part* (bagian) menjadi satu buah desain produk yang dapat memiliki simulasi gerak untuk mengetahui bahwa ukuran *part* yang telah kita buat sesuai dengan *part* yang telah dibuat atau yang ada dipasaran.

5. Analisis

   Dijaman ini banyak *software* CAD yang yang telah diberi fitur CAE di dalamnya, Solidwork adalah salah satunya, fitur ini digunakan untuk menganalisis desain yang telah kita gambar terhadap gaya eksternal dengan dasar data material yang ada. Fitur ini berguna untuk mengetahui apakah desain yang telah dibuat dapat digunakan atau tidak dengan gaya yang ada. Walau tidak selalu akurat dikarekanan kesalahan desainer atau keterbatasan *software*.

   Fitur ini dapat menentukan berapa ukuran ketebalan desain, besar lingkaran, bentuk penampang, bahan dan masih banyak lagi pada desain yang telah digambar. Fitur ini terletak pada menu *simulation* pada *software* Solidwork. Fitur ini dapat digunakan dengan bentuk *assembly* atau *single part*.

6. Proses CAD ke CAM .

   Setelah desain sesuai yang kriteria baik dalam segi ukuran dan analisis, selanjutnya desain disimpan dalam bentuk data dengan jenis *file* .sldprt atau .IGES. Lakukan penyimpanan ulang dengan fitur *save as* dan gunakan jenis *file* .STL (*Stereo Lithography*) agar dapat terbuka pada jenis *Software* CAM yang digunakan pada penelitian ini yaitu Ultimaker Cura.

3.5 Mencetak Komponen

Untuk mencetak komponen butuh tahapan-tahapan yang harus dilakukan, adapun tahapan-tahapan tersebut sebagai berikut :

3.5.1 Proses *Printing*

Pada proses ini desain yang telah digambar, diteruskan dengan menggunakan *software* CAM yaitu Ultimaker Cura untuk dibaca oleh mesin 3D *printer*, berikut langkah-langkahnya :

1. *Slicing* Menggunakan *Software* Cura

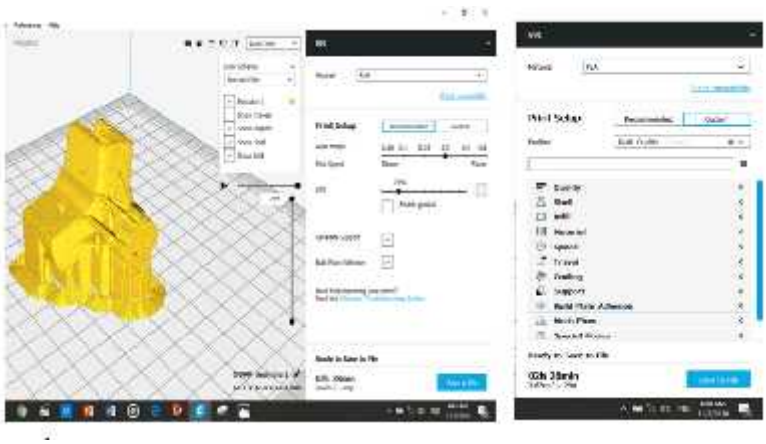
   Proses ini menerjemahkan *file* jenis .stl ke dalam perintah (G-*Code*) agar dapat dibaca oleh 3D *printer* sebagai perintah untuk mencetak sesuai setelan yang telah dibuat. Berikut adalah langkah-langkah proses *slicing* :

   a. *Add Object.*

      Tambahkan object 3D dengan format .stl ke *software* Cura. Susun bagaimana posisi object yang akan dicetak dengan mengatur posisi, skala (jika diperlukan) dan rotasi benda. Penempatan posisi ini sangat berpengaruh terhadap waktu cetak 3D *printer* dalam mencetak.

      Pengaturan posisi juga berpengaruh terhadap kekuatan produk terhadap gaya yang akan terjadi ketika digunakan.

   b. Setelan Perintah Mesin



Gambar 3.13 pilihan pengaturan Cura

Pada proses ini terdapat dua setelan (*mode),* yaitu setelan *recomended* atau setelan *custom* dimana *recomended* semua diatur oleh pabrikan baik masalah panas *extruder*, *bed* dan setelan yang lain, kita hanya perlu menyetel *infill* (kepadatan produk), kecepatan *printing*,

menggunakan *support* atau tidak, menggunakan dasar (*buildplate adhesion*) jenis *raft* atau tidak.

Sedangkan dengan setelan *custom* kita dapat menyetel banyak hal yaitu :

1) *Quality.*
2) *Shell.*
3) *Infilll.*
4) *Material.*
5) *Speed.*
6) *Travel.*
7) *Cooling.*
8) *Support.*
9) *Build plate Adhesion.*
10) *Mesh fixes.*
11) *Special modes.*
12) *Experimental.*

c. *Prepare*

Perintah ini berguna untuk mengetahui jumlah bahan yang digunakan, langkah mesin 3D *printer*, bentuk hasil *print* dan estimasi waktu yang dibtuhkan untuk mencetak desain.

d. *Save to SD Card*

Perintah ini digunakan untuk mengubah data pada *software* Cura (CAM) menjadi G-*code* yang langsung disimpan pada *SD card*. Juga dapat dirubah menjadi *save file* untuk menyimpan di perangkat komputer yang digunakan dalam bentuk G-*code*.

2. *Leveling Bed*

Proses ini dilakukan ketika *bed* 3D *printer* tidak rata terhadap *extruder* dan tidak perlu dilakukan terus menerus ketika akan mencetak, akan tetapi proses ini sangat penting dalam menentukan hasil produk dari mesin 3D *printer*, karena jika jarak antara *bed* dan *extruder* mesin terlalu tinggi maka lelehan *filament* tidak akan menempel, dan jika terlalu dekat *filament* tidak

akan keluar dan merusak *bed* maka dari itu *leveling bed* dilakukan secara berkala ketika dirasa *bed* sudah berubah kerataannya.

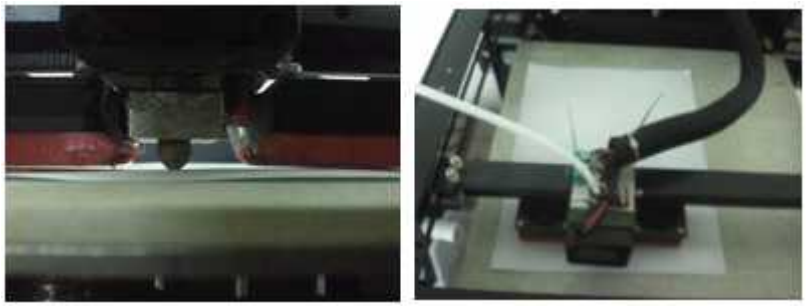
Cara menentukan jarak *extruder* yang palig umum adalah dengan menyetel jarak awal *print* antara *bed* dan *extruder* adalah setebal kertas hvs menggunakan fitur *auto leveling* yang ada dalam perintah mesin 3D *printer*. Berikut adalah caranya :

a. Siapkan kertas hvs
b. Hidupkan 3D *printer*
c. Pilih menu *tool* lalu *auto leveling* maka *extruder* akan bergerak ke titik awal dari 4 titik penentu.



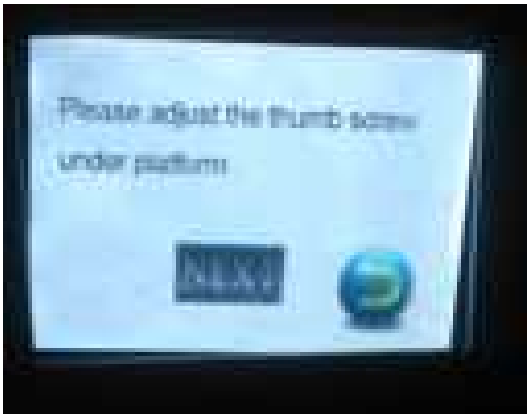
Gambar 3.14 pilihan menu 3D *printer*

d. Gunakan kertas hvs untuk menentukan jarak antara *bed* dan *extruder* kemudian atur tinggi *bed* hingga jarak yang ditentukan (gerakanlah kertas hvs yang terdapat antara *bed* dan *extruder*, atur tinggi *bed* hingga kertas hvs terasa kesat).



Gambar 3.15 penggunaan kertas hvs guna *leveling bed*

e. Pilih next, maka *extruder* akan bergerak ketitik selanjutnya,



Gambar 3.16 menu *auto leveling*

f. Lakukan langkah seperti langkah d , kemudian langkah e dan begitu sampai titik ke 4. Maka next setelah titik ke 4 maka *extruder* akan menuju *home*.

3. Print

Berikut langkah-langkahnya :

a. Setelah *leveling,* kembali ke *menu* awal.
b. Pilih *print file* maka layar akan menampilkan *file* yang ada dalam *SD card.*
c. Pilih *file* yang akan dicetak lalu ok , maka 3D *printer* akan melakukan *preeheat* secara otomatis sebelum melakukan *printing*.
d. Untuk menambah kekuatan hasil *printing* gunakanlah lem Alteco/ lem G pada setiap produk setelah proses *printing* selesai.

3.5.2 Analisis Dan Perbaikan Desain

Proses ini merupakan langkah untuk memperbaiki hasil desain yang rusak akibat perubahan yang disebabkan sifat dari mesin 3D *printer* dan kelemahan produk hasil cetak 3D *printer.* Proses ini memiliki beberapa tahapan sebagai berikut :

1. Analisis Setelah proses *Printing*

   Analisis ini bertujuan untuk melihat kerusakan atau kelemahan mesin 3D *printer* yang digunakan yaitu dengan cara :

   a. Pengujian Dimensi

      Lakukan perakitan komponen yang telah dicetak dengan komponen dari *tripod EZY* Cartel *bow stand* yang lainnya untuk melihat perubahan

yang terjadi pada hasil cetak, ketika perubahan yang terjadi telalu kecil gunakanlah amplas untuk menguranginya.

b. Pengkuran Perubahan

Ukur perubahan dengan jangka sorong untuk melihat ukuran yang berubah akibat pemuaian *filament* PLA setelah dilelehkan.

2. Perbaikan desain

Berdasarkan analisis yang dilakukan rubah desain pada *software* CAD (Solidwork) yang digunakan untuk menyesuaikan perubahan ukuran yang terjadi. Lakukan sesuai dengan proses 3.4.2 untuk mengganti desain dan *file* .stl yang sudah ada.

3. Proses *printing*

Lakukan langkah 3.5.1 kembali tanpa mengulangi proses *leveling bed.*

3.5.3 Pengujian

Setelah proses *printing* selesai lakukan pengujian hasil *print.* Proses ini memiliki beberapa tahap, yaitu :

1. Pasang semua komponen *tripod EZY* Cartel *bow stand.*
2. Periksa apakah semua berfungsi dengan semestinya dengan cara menggerakkan semua bagian *tripod EZY* Cartel *bow stand*.
3. Lakukan pengujian lapangan hingga 50 kali untuk mengetahui ketahanan produk. Pengujian ini sesuai dengan cara penggunaan *bow stand* dilapangan.

3.6 Perhitungan Biaya Pembuatan Komponen

Biaya merupakan kebutuhan dasar untuk menentukan harga pembuatan produk dan perhitungan-perhitungan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Harga Dasar
   a. Harga komputer dalam menit.
   b. Harga *software* Solidwork dan Cura dalam menit.
   c. Harga *3D printer* B01 dalam menit.
   d. Harga bahan/gram
   e. Harga listrik /KWh

2. Biaya *research* dalam menit, yang termasuk biaya *research* adalah :
    1. Biaya desain

       Biaya pengunaan komputer

       (Harga komputer /menit) x lama waktu desain
    2. Biaya penggunaan Solidwork dan Cura untuk desain

       (Harga Solidwork/menit) x waktu desain
    3. Biaya penggunaan 3D *printer* untuk lama *research*

       (Harga *printer*/menit)x waktu *print* hingga selesai *research*
    4. Biaya listrik untuk *research*

       Listrik komputer = KWh yang digunakan x (harga listrik/KWh)

       Listrik *print* = KWh yang digunakan x (harga listrik/KWh)
    5. Biaya bahan untuk *research*

       Bahan yang digunakan untuk *research* x (harga bahan/gram)

       Total keseluruhan biaya untuk *resarch* dijadikan dalam menit.
3. Biaya Alat

   Penggunaan *Printer* = (Lama Waktu Penggunaan *Printer* dalam menit) x (Rp Harga *Printer*/menit).
4. Biaya Penggunaan Listrik

   (Jumlah listrik yang digunakan / Kwh) x (Rp Harga Listrik / Kwh)
5. Biaya Bahan

   (Jumlah gram bahan yang digunakan) x (Rp Harga Bahan / gram)
6. Biaya Operator

   15% x (Total Biaya Pembuatan Produk)

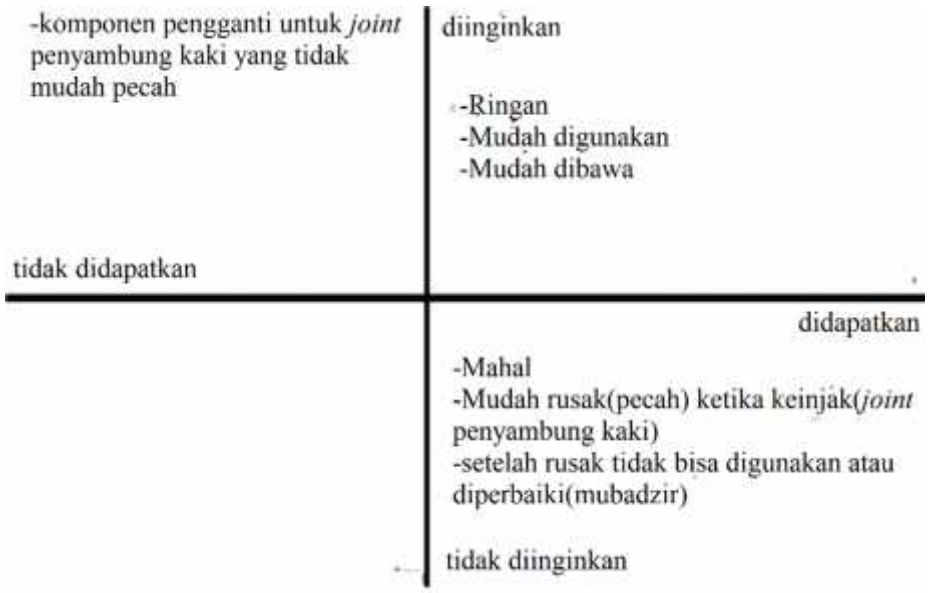
BAB 4
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Costumer windows

Pada penelitian ini *costumer windows* didapat dari hasil wawancara dengan menggunakan pertanyaan apa kelebihan dan kekurangan produk *EZY* Cartel *bow stand* dan berikut hasilnya :

1. Kelebihan : ringan, mudah dibawa, mudah pdigunakan.
2. Kekurangan : mahal, mudah rusak pada *joint* kaki dan tidak bias diganti, tidak adanya komponen cadangan.

Kemudian jawaban dikelompokkan menurut kuadran yang ada pada *costumer windows* yang dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini :



Gambar 4.1 Hasil *costumer windows*

Dari *costumer windows* di atas dapat diambil kriteria desain yaitu :

1. Mudah digunakan .
2. Ringan
3. Kuat

4.2 Kano

Berikut ini adalah data hasil kano kuisioner yang dilakukan terhadap 30 responden dan diolah melalui kano *evaluation table* yang ditunjukkan pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil kuisioner

No	Fitur	A	O	M	I	R	Q	TOTAl
1	desain ulang komponen *joint* kaki *tripod* EZY Cartel *bow stand*	15	12	0	3	0	0	30
2	komponen cadangan	5	7	13	5	0	0	30

1. Menghitung Koefisien Kepuasan Dan Kekecewaan Konsumen.

   Menghitung koefisien kepuasan dan kekecewaan konsumen dilakukan untuk memperoleh data grafik kebutuhan pelanggan (*voice of the customer*).

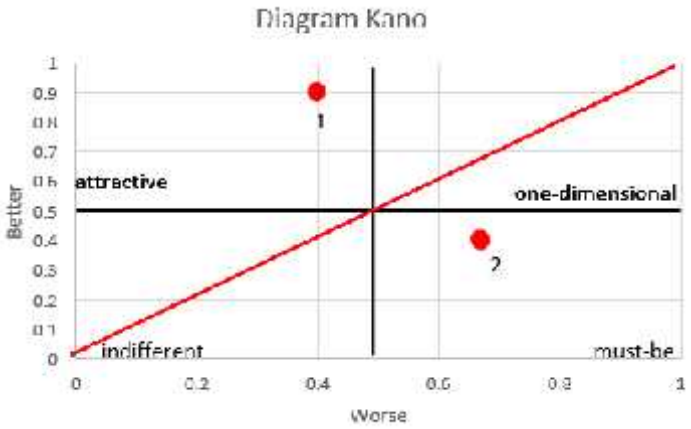
   Better = $\frac{A+O}{A+O+M+I}$ Worse = $\frac{O+M}{(A+O+M+I)X(-1)}$

   a. better = $\frac{27}{30} = 0.9$ worse = $\frac{12}{-30} = -0.4$

   b. better = $\frac{12}{30} = 0.4$ worse = $\frac{20}{-30} = -0.67$

2. Grafik Kebutuhan Pelanggan

   Pada grafik kebutuhan pelanggan bilangan negatif dijadikan positif untuk memudahkan penentuan fitur. Grafik kebutuhan pelanggan dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini:



Gambar 4.2 Grafik kebutuhan pelanggan

Dari grafik kebutuhan pelanggan, didapatkan *voice of the customer* yang ditunjukkan yaitu :

a. Fitur 1 yaitu desain ulang komponen memiliki kategori *attractive.*
b. Fitur 2 yaitu penyediaan komponen cadang memiliki kategori *must-be*

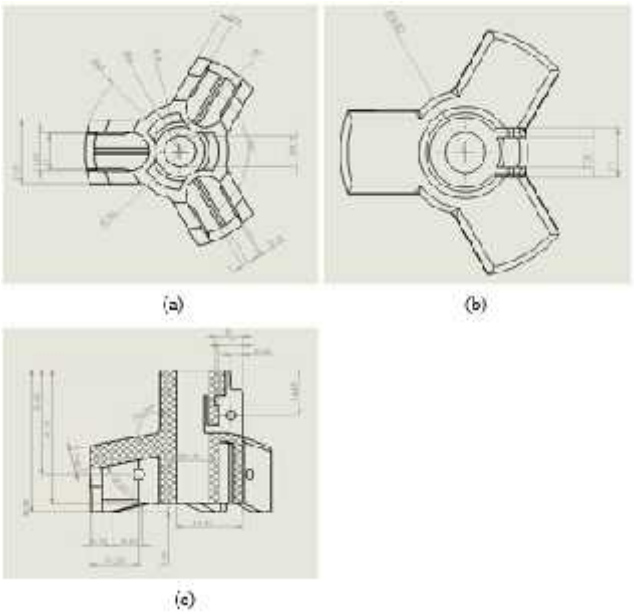
Dari hasil di atas, terdapat fitur yang bersifat *attractive* dimana fitur tersebut memiliki pengaruh besar untuk meningkatkan kepuasan konsumen terhadap produk *tripod* EZY Cartel *bow stand* dan terdapat fitur yang bersifat *must-be* dimana fitur tersebut harus ada pada produk *tripod* EZY Cartel *bow stand.*

4.3 Perancangan

Berikut ini adalah tahapan hasil perancangan desain komponen *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand.*

4.3.1 Pengukuran

Pengukuran dilakukan terhadap komponen *joint* kaki *tripod bow stand EZY Cartel* yang ada di pasaran dan berikut ini adalah hasil pengukuran yang dilakukan pada produk asli yang ditunjukkan pada gambar 4.3:



Gambar 4.3 Ukuran komponen asli (a) tampak bawah,
(b)tampak atas dan (c)potongan setengah

4.3.2 Desain Dan Analisis

Pada penelitian ini terdapat 3 desain dan berikut adalah desain sekaligus analisis yang dilakukan terhadap desain-desain tersebut :

1. Desain Asli

   Pada desain asli produk ini memiliki kelemahan yaitu selalu pecah pada tempat yang sama yaitu terletak pada yang diberi tanda lingaran merah pada gambar 4.4.



Gambar 4.4 Analisis kerusakan

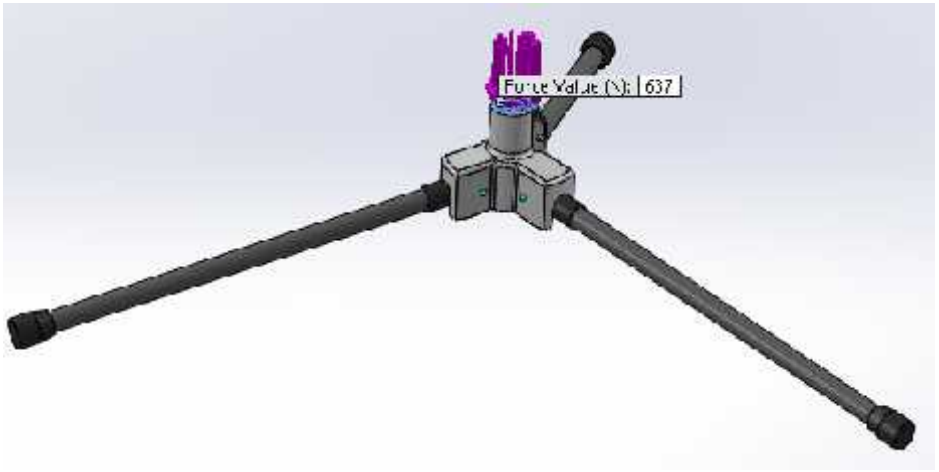
Hal ini disebabkan akibat perlakuan terhadap alat yang deberi beban berlebih. Sesuai yang ditunjukkan pada gambar 4.5. Pada salah satu kaki produk diberikan beban seberat tubuh atlet (diinjak).

Beban ini diasumsikan pada berat tubuh rata-rata orang indonesia yaitu 60 kg (muljati;dkk 2016), serta beban yang didapatkan oleh produk adalah beban merata.



Gambar 4.5 Penggunaan *bow stand* di lapangan

Maka dari itu dilakukan perhitungan beban yang diterima oleh komponen sebagai dasar analisis dengan *software* CAE yaitu Solidwork. Berikut adalah dasar persoalan yang menjadi dasar perhitungan seperti pada gambar 4.6.

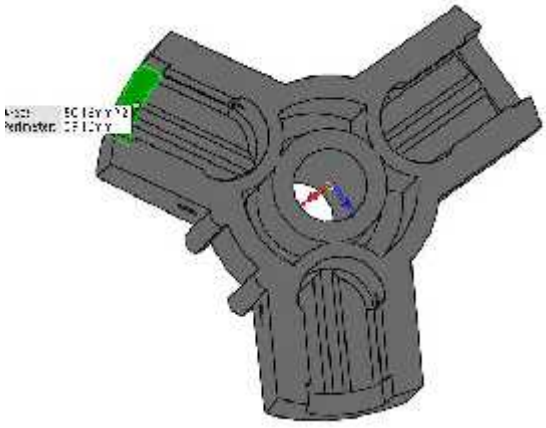


Gambar 4.6 Beban yang terjadi

Diasumsikan beban yang terjadi adalah beban merata seberat 65 kg, dimana berat 60 kg adalah berat rata-rata orang Indonesia dan 5 kg adalah berat busur panah, maka gaya yang terjadi adalah :

$$F = 65\ kg \times 9.8\ {}^{m}/_{s^2} = 637\ N$$

Untuk luas penampang adalah permukaan yang bersinggungan dengan kaki komponen *tripod* EZY Cartel *bow stand* seperti yang terlihat pada gambar 4.7, luas area penampang adalah 50.16mm², dan terdapat 3 titik permukaan yang bersinggungan dengan kaki *tripod* EZY Cartel *bow stand.*



Gambar 4.7 Luas area disatu titik

maka dapat dihitung :

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{637\ N}{(3)50{,}16 mm^2} = 4{,}23\ {}^{N}/_{mm^2}$$

Beban yang terjadi pada pada setiap penampang adalah 4,23 N/mm². Sedangkan diketahui bahwa tegangan *yield strength* pada PLA adalah 14,97N/mm², maka :

$$SF > 1$$

$$SF = \frac{\text{kekuatan material}}{\text{tegangan yang terjadi}}$$

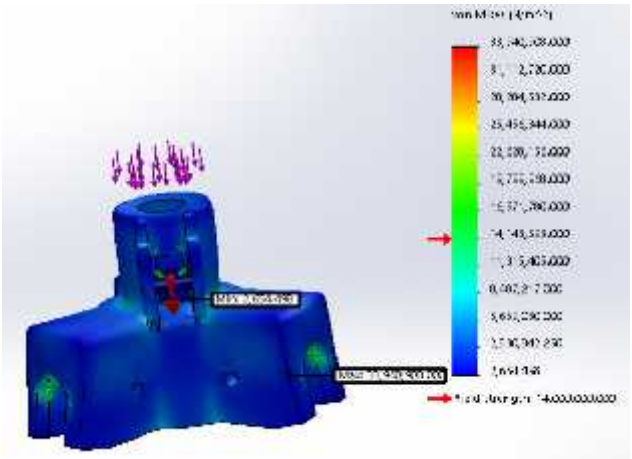
$$SF = \frac{14.97 \text{N/mm}^2}{4{,}23 \text{ N/mm}^2}$$

$$SF = 3{,}53$$

Dengan hasil ini dikatakan aman karena SF > 1.tetapi terdapat perbedaan pada hasil CAE yang dilakukan dengan Solidwork, hasilnya seperti berikut :

a. Analisis Tegangan

Pada analisis tegangan, beban yang terjadi pada komponen dapat dilihat pada gambar 4.8.

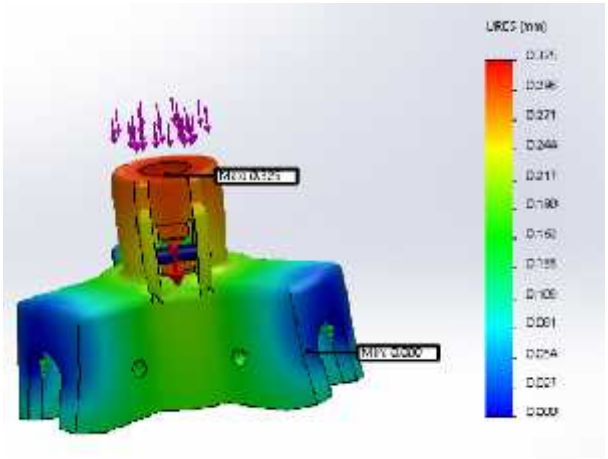


Gambar 4.8 Analisis Tegangan Desain asli

Pada analisis tegangan komponen tegangan yang terjadi adalah 33,94 N/mm². Maka dapat diartikan tegangan yang terjadi lebih besar dari tegangan maksimal dan itu menyebabkan rusaknya komponen.

b. Analisis Lendutan

Pada analisis lendutan, perubahan bentuk yang terjadi pada komponen dapat dilihat pada gambar 4.9.

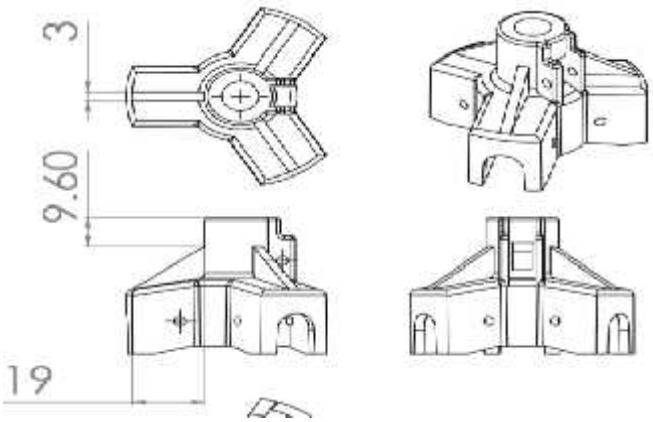


Gambar 4.9 lendutan yang terjadi

Lendutan terbesar yang terjadi pada komponen joint kaki *tripod* adalah 0,325 mm.

2. Desain 1

Berdasarkan analisis di atas maka peneliti mendesain ulang komponen *joint* kaki *tripod* EZY Cartel *Bow stand* didesain menggunakan *software* Solidwork, desain ulang yang pertama dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut :



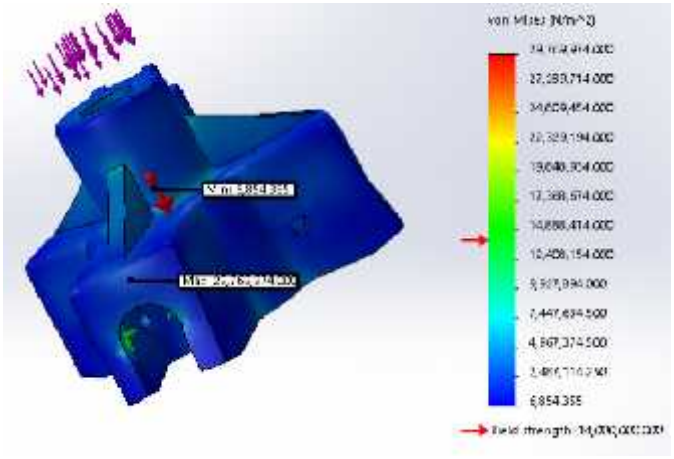
Gambar 4.10 desain 1

Desain ini menggunakan ukuran yang sama dengan desain asli komponen *joint* kaki *tripod* EZY Cartel *Bow stand*, hanya saja diberi

penambahan *gusset* yaitu penguat bagian siku yang berfungsi untuk menahan gaya yang terjadi pada komponen tersebut. Dan berikut hasil analisis yang didapatkan dengan menggunakan *software* CAE Solidwork :

a. Analisis Tegangan

Berikut adalah hasil analisis tegangan yang terjadi seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.11.

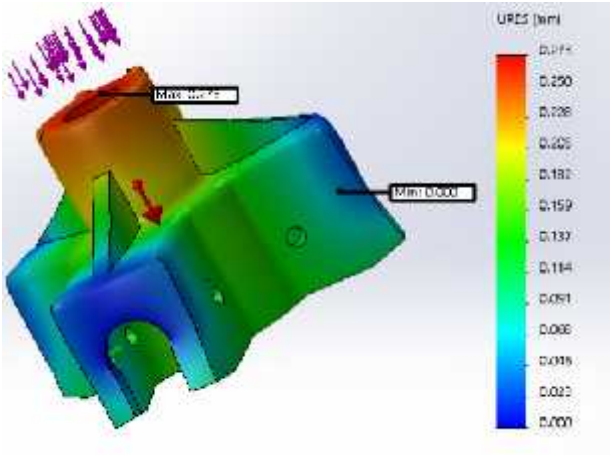


Gambar 4.11 *Stress* analisi desain 1

Hasil *stress* analisis mendapatkan hasil gaya maksimal yang terjadi adalah 29.769 N/mm² lebih kecil dibandingkan dengan desain yang asli yaitu 33.940 N/mm².

b. Analisis Lendutan

Berikut adalah hasil analisis lendutan yang terjadi seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.12.



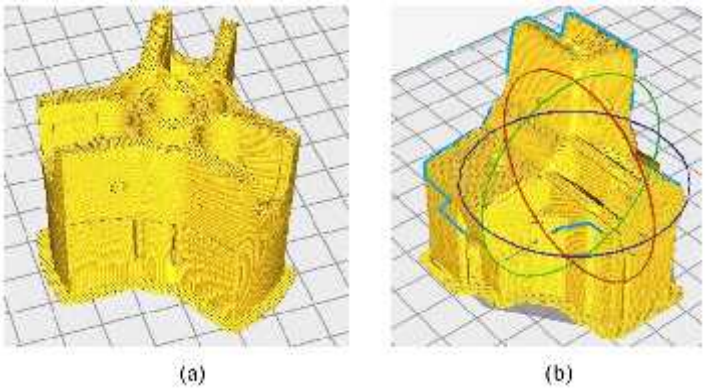
Gambar 4.12 analisis lendutan desain 1

Hasil analisis lendutan mendapatkan hasil perubahan bentuk maksimal yang terjadi adalah 0.273 mm lebih kecil dibandingkan dengan desain yang asli yaitu 0.325 mm

c. Proses *Printing* Desain 1

Karena untuk mengetahui apa yang sebenarnya terjadi pada komponen *joint* kaki *tripod* EZY Cartel *bow stand* dan juga masalah yang ditimbulkan akibat komponen dicetak menggunakan mesin 3D *printer* maka dilakukan *pinting* pada desain ini, dan berikut prosesnya :

Pada desain ini dilakukan 2 orientasi posisi *printing*, vertikal dan horisontal, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.13



Gambar 4.13 posisi *print* (a) vertikal, (b) horisontal

Pada proses slicing pada *software* Cura dilakukan menggunakan mode *custom* dan berikut adalah fitur – fitur sekaligus nilai yang digunakan pada *custom mode* dengan nilai pengaturan terlampir.

d. Percobaan *Printing* 1

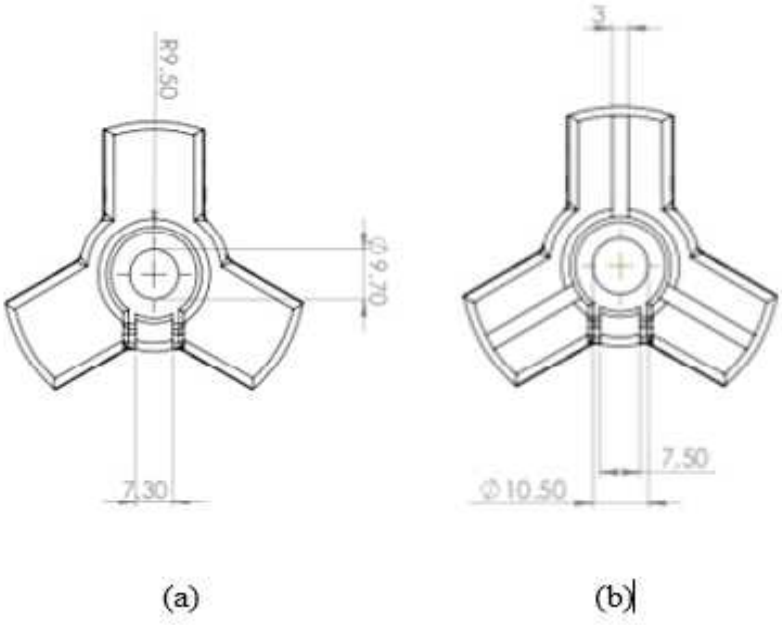
Dari hasil percobaan *printing* 1 diketahui bahwa ukuran hasil proses *printing* tidak sesuai dengan ukuran desain dikarenakan adanya pemuaian, pemuaian yang terjadi adalah 0.1-0.3 mm pada setiap sisi, dan arah pemuaian posisi *printing* melebar (ke samping). Hal ini menyebabkan berubahnya ukuran pada hasil cetak sehingga menyebabkan komponen tidak dapat dirangkai dengan komponen *tripod* EZY Cartel *bow stand* yang lainnya, kemudian pada bagian pengunci jarak antara dinding terlalu sempit dan menyebabkan *support* tidak bias dibersihkan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.14.



Gambar 4.14 hasil *print* pertama

e. Percobaan *Printing* 2

Setelah menganalisis percobaan *printing* 1 maka dilakukan perbaikan desain 1, dimana perbaikan dilakukan dengan mengubah ukuran pada bagian komponen yang bersinggungan dengan komponen *tripod* EZY Cartel *bow stand* lainnya. Seperti yang terlihat pada gambar 4.15 dimana lingkaran sebelumnya adalah Ø 9,7 mm menjadi Ø 10,5 mm, dan letak pengunci yang sebelumnya 7,3 mm menjadi 7,5 mm.



Gambar 4.15 (a) ukuran awal, (b) ukuran setelah perbaikan

Setelah perbaikan desain 1 desain ini dicetak kembali, hasilnya adalah :

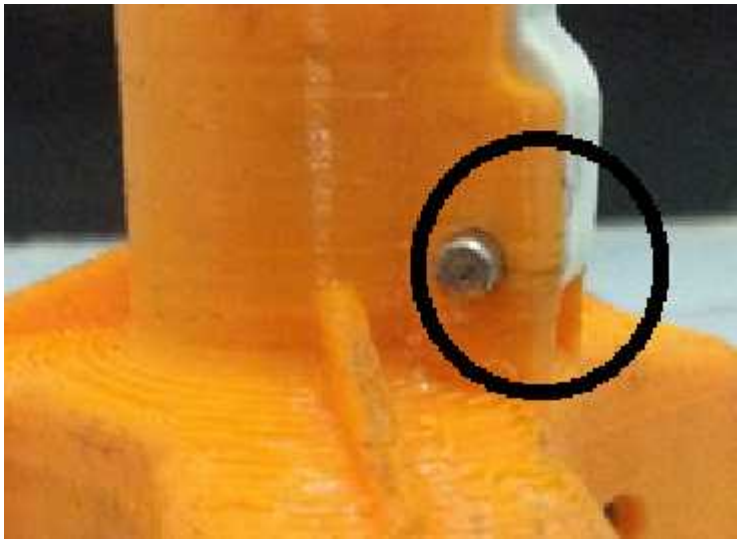
1) Vertikal

Pada percobaan ini ukuran telah disesuaikan agar komponen hasil cetak dapat dirangkai dengan komponen *tripod* EZY Cartel *bow stand* lainnya, seperti ditunjukkan pada gambar 4.16.



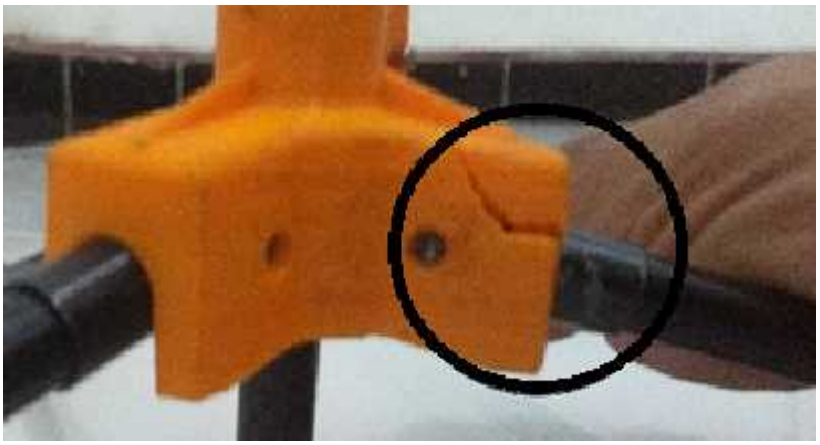
Gambar 4.16 uji rakit percobaan *print* kedua

Pada hasil *3D print* desain 1 ketika uji pemasangan komponen mengalami kerusakan pada lubang *as*(poros) pengunci dikarenakan tidak kuat menahan gaya yang bekerja untuk menahan agar tiang penyangga busur panah tidak bergerak ketika dibebani berat busur panah seperti terlihat pada gambar 4.17



Gambar 4.17 kerusakan dudukan *as*

Pada pengujian selanjutnya yaitu pengujian beban berlebih komponen mengalami kerusakan yang sama dengan produk *tripod* EZY Cartel *bow stand* yang asli seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.18.



Gambar 4.18 kerusakan akibat beban berlebih

2) Horisontal

Pada hasil *print* posisi horisontal setelah uji rakit diketahui bahwa bentuk komponen *joint* kaki *tripod* EZY Cartel *bow stand* tidak simetris dan juga merusak tampilan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.19.



(a) (b)

Gambar 4.19 posisi *print* horisontal (a) uji rakit tidak simetris, (b) lobang-lobang tidak bulat

Pada uji beban berlebih komponen mengalami rusak kearah horisontal seperti ditunjukkan pada gambar 4.20.



Gambar 4.20 uji beban berlebih hasil *print* horisontal

Dari hasil di atas diketahui bahwa :

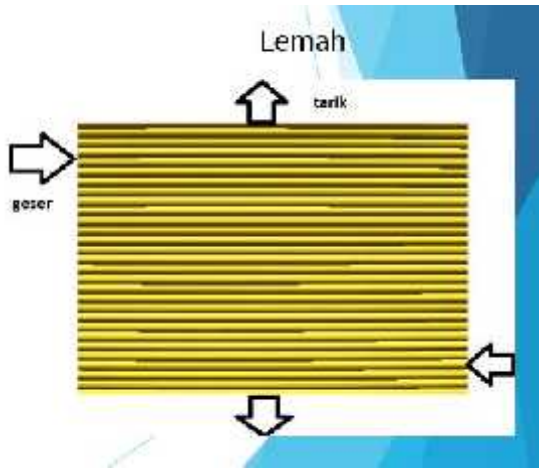
a. posisi vertikal lebih presisi disbanding horizontal

b. kelemahan dan kekuatan hasil 3D *printer*

1) Kelemahan

Ketika diasumsikan arah *print* spesimen vertikal maka kelemahan spesimen hasil 3D *printing* adalah ketika terkena gaya

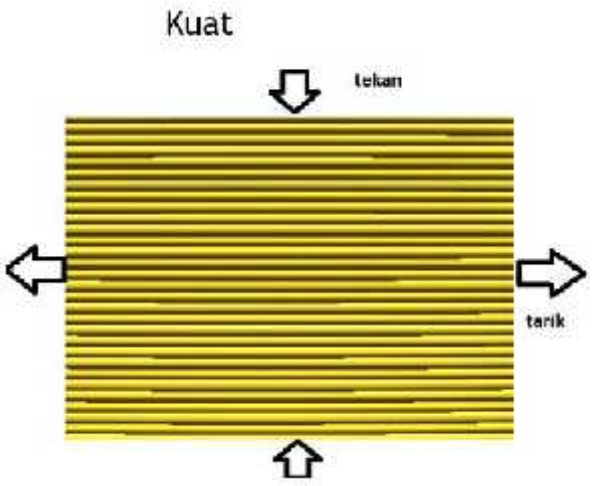
tarik dengan arah vertikal dan gaya geser horisontal, seprti yang ditunjukkan pada gambar 4. 21.



Gambar 4.21 kelemahan spesimen hasil 3D *print*

2) Kekuatan

Maka kekuatan spesimen hasil 3D *print* adalah gaya tarik atau tekan yang sejajar dengan arah horisontal juga gaya tekan dengan arah vertikal, seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.22.

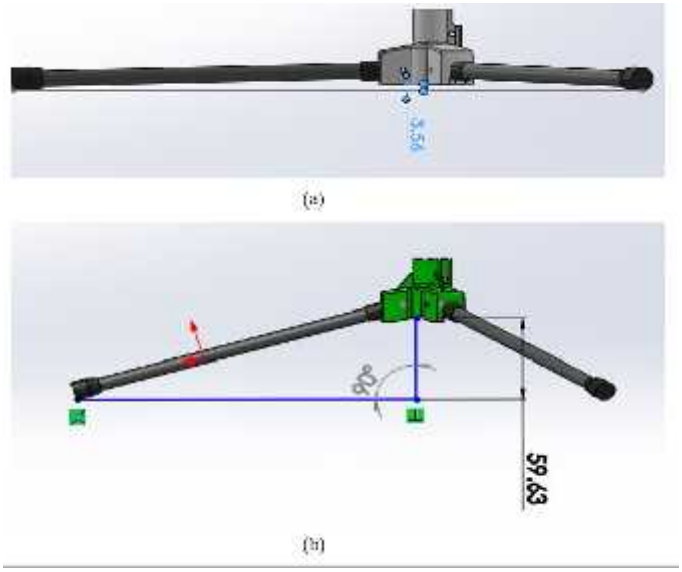


Gambar 4.22 kekuatan spesimen hasil 3D *print*

3) Ada pemuaian ukuran 0.1mm – 0.3 mm, sehingga ukuran harus disesuaikan
4) Jarak antara joint dan tanah terlalu tinggi (konfigurasi sudut kaki) menjadikan komponen rusak akibat momen atau torsi yang terjadi.

3. Desain 2

Berdasarkan desain sebelumnya adanya momen atau torsi yang mengakibatkan komponen rusak atau pecah, hal ini disebabkan jarak antara komponen dan tanah terlalu tinggi sehingga beban yang terjadi melebihi tegangan luluh dan lendutan yang berlebihan, sehingga desain diperbaiki agar dapat meminimalisir gaya momen seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.23



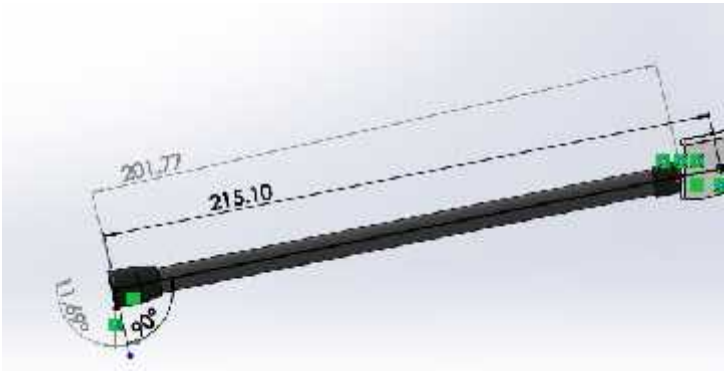
Gambar 4.23 perbandingan konfigurasi sudut kaki *bow stand* (a) desain 2, (b) desain asli

Pada gambar 4.23 menunjukkan perbedaan jarak antara desain 2 dan desain dari komponen asli, jarak diperkecil agar komponen tidak pecah karena diberi beban berlebih dikarenakan komponen akan menyentuh tanah ssebelum komponen mencapai titik luluhnya.

Pada desain ini momen dan gaya yang diterima diminimalisir karena kaki yang digunakan untuk menghinjak kaki *tripod* EZY Cartel *bow stand* akan menyentuh tanah. Dan berikut adalah perbandingan momen atau torsi yang terjadi pada desain asli dan desain yang telah diperbaiki :

a. Perhitungan Momen atau TorsiYang Terjadi

Pada desain yang asli dilakukan perhitungan momen yang terjadi menggunakan dasar pada desain seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.23.



Gambar 4.24 perhitungan momen desain asli

Beban yang terjadi diasumsikan beban merata, maka dilakukanlah perhitungan seperti berikut :

$$F = \frac{637\ N}{3} = 210{,}33\ N$$

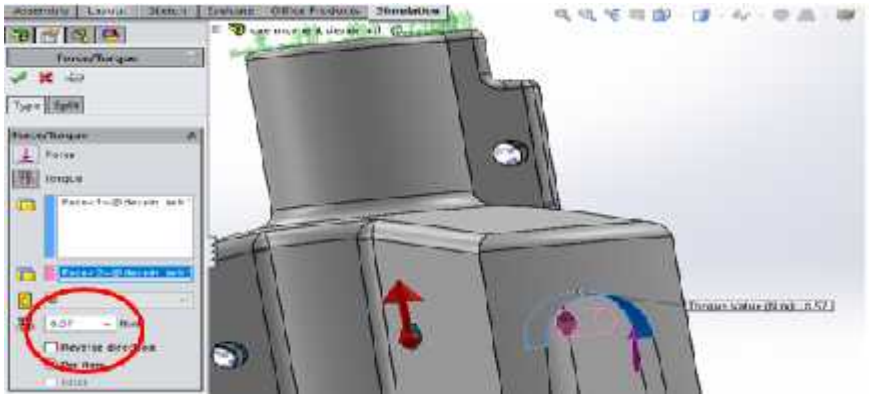
$$\tau = Ix\ F \sin\theta$$

$$\tau = 201{,}77mmx\ 210{,}33 \sin 11{,}69^{\circ}\ N$$

$$\tau = 201{,}77mmx\ (210{,}33x0{,}202)N$$

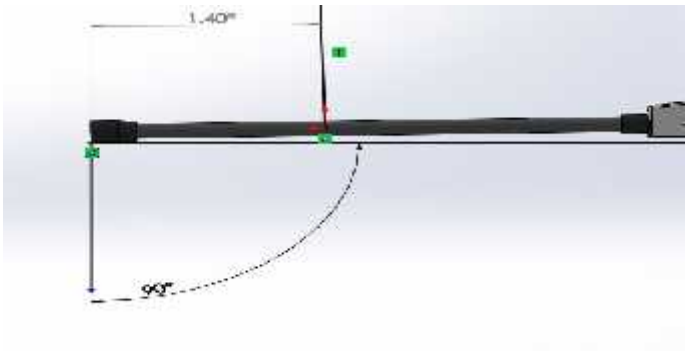
$$\tau = 8.572{,}53Nmm$$

Momen yang terjadi adalah 8.572,54 Nmm, jika dikonversikan maka 8,57 Nm lalu nilai yang didapat diimplementasikan pada analisis beban torsi di Solidwork seperti pada gambar 4.25.



Gambar 4.25 CAE momen gaya

Pada desain 2 dilakukan perhitungan momen yang terjadi menggunakan dasar pada desain seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Perhitungan momen desain 2

Maka berdasarkan gambar 4.26 dilakukanlah perhitungan sebagai berikut :

$$F = \frac{637\ N}{3} = 210{,}33\ N$$

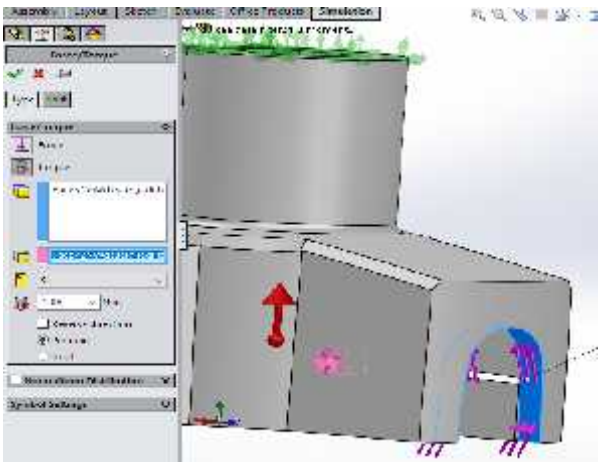
$$\tau = Ix\ F \sin\theta$$

$$\tau = 201{,}77mmx\ 210{,}33 \sin 1{,}4\ N$$

$$\tau = 201{,}77mmx\ (210{,}33x0{,}024)N$$

$$\tau = 1.063{,}95Nmm$$

Momen yang terjadi adalah 1.063,95 Nmm, jika dikonversikan maka 1,06 Nm lalu nilai yang didapat diimplementasikan pada analisis beban Torsi di Solidwork seperti pada gambar 4.27.



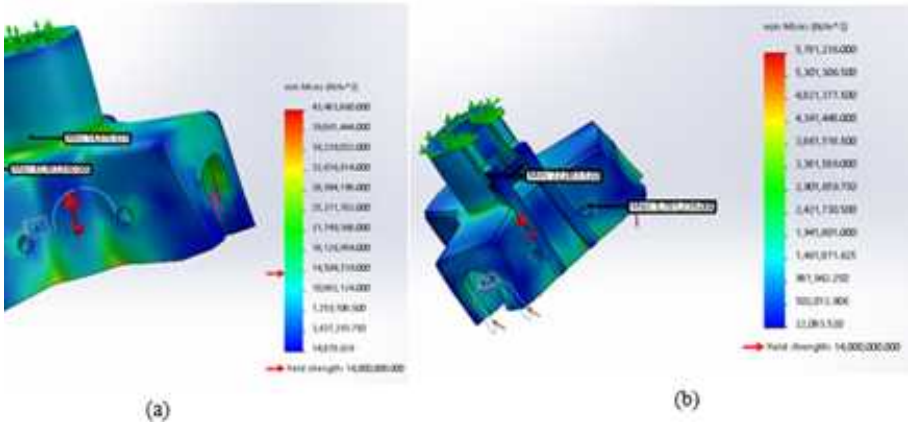
Gambar 4.27 analisis momen desain 2

b. Perbandingan Hasil Analisis Desain

Dan berikut adalah hasil perbandingan analisis yang dilakukan dengan menggunakan *software* CAE Solidwork dari desain asli dan desain 2 :

1) Analisis Tegangan

Berikut adalah hasil analisis perbandingan tegangan yang terjadi pada desain 2 dan desain asli seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.28.

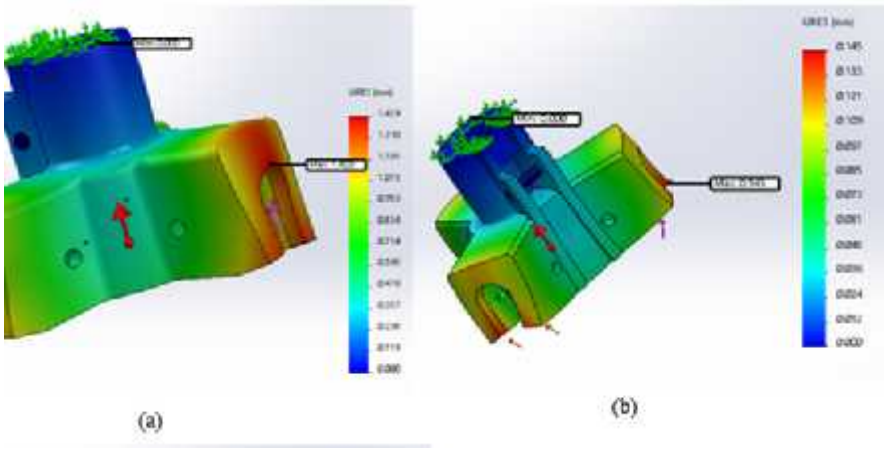


Gambar 4.28 perbandingan stress analisis(a) desain asli (b) desain 2

Pada gambar 4.28 dapat dilihat tegangan yang terjadi pada desain asli adalah 43,40 N/mm² yang mana tegangan tersebut lebih besar dari tegang luluh bahan yang digunakan yaitu 14,97 N/mm², sedangkan tegangan yang terjadi pada desain 2 adalah 5,78 N/mm².

2) Analisis Lendutan

Berikut adalah hasil analisis perbandingan lendutan yang terjadi pada desain 2 dan desain asli seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.29.

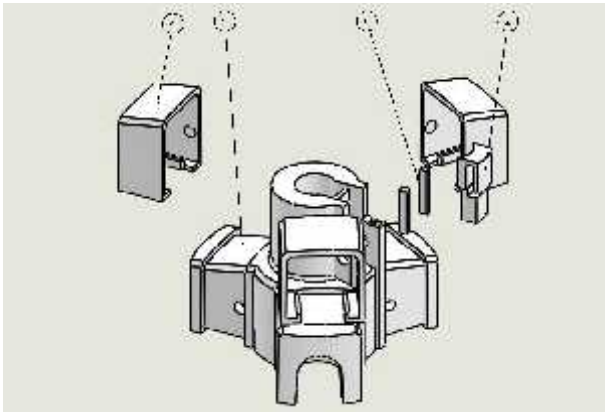


Gambar 4.29 perbandingan lendutan pada (a) desain asli dan (b) desain 2

Pada gambar 4.28 dapat dilihat lendutan yang terjadi pada desain asli adalah 1,429 mm sedangkan desain 2 adalah 0,145 mm.

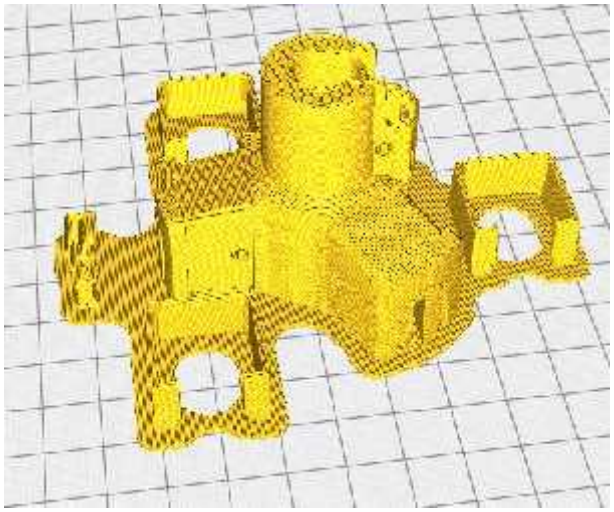
c. *Printing*

Untuk mengatasi kelemahan produk akibat hasil 3D *print* maka desain 2 dibuat menjadi 4 bagian untuk posisi *printing* yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.30.



Gambar 4.30 part komponen joint desain 2

Pada desain ini posisi *printing* tiap bagian berbeda-beda untuk meminimalisir kelemahan pada hasil cetak mesin 3D *printer* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.31 berikut :

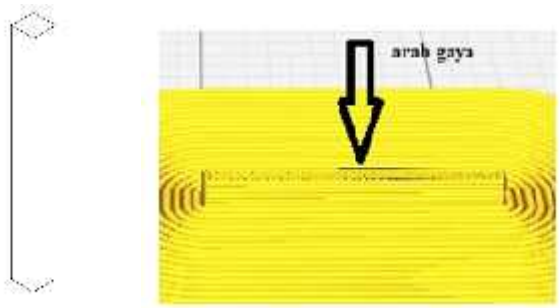


Gambar 4.31 posisi *print* komponen

Berikut adalah komponen-komponen dari desain 2 :

1) Kotak

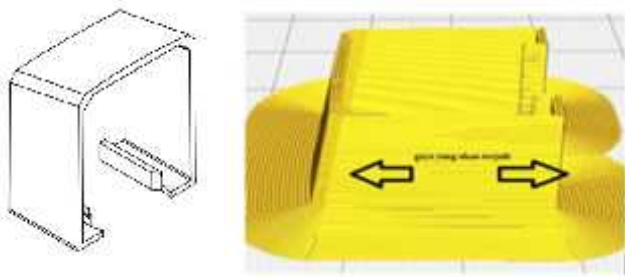
Komponen ini berfungsi sebagai penahan beban poros pengungkit, posisi *print* komponen ini adalah vertikal karena beban pengungkit memiliki arah horisontal dari arah *print*, seperti yang ditunjukkan oleh gambar 4.32.



Gambar 4.32 ukuran dan posisi *print* kotak

2) Pengikat

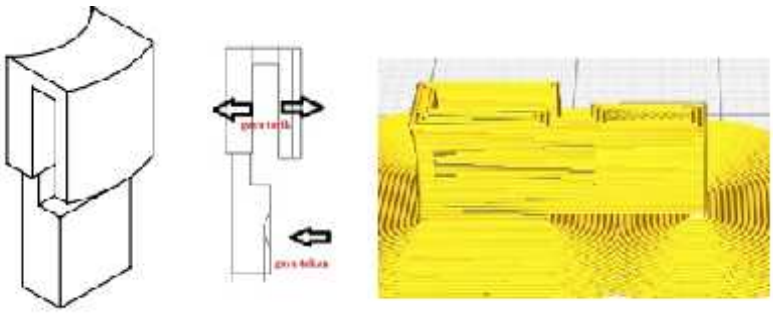
Komponen ini memiliki fungsi sebagai pengikat komponen utama agar tidak terpecah akibat gaya yang terjadi, posisi *print* komponen ini adalah horisontal karena gaya yang bekerja adalah gaya tarik pada koponen utama seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.33.



Gambar 4.33 pengikat

3) Pengunci

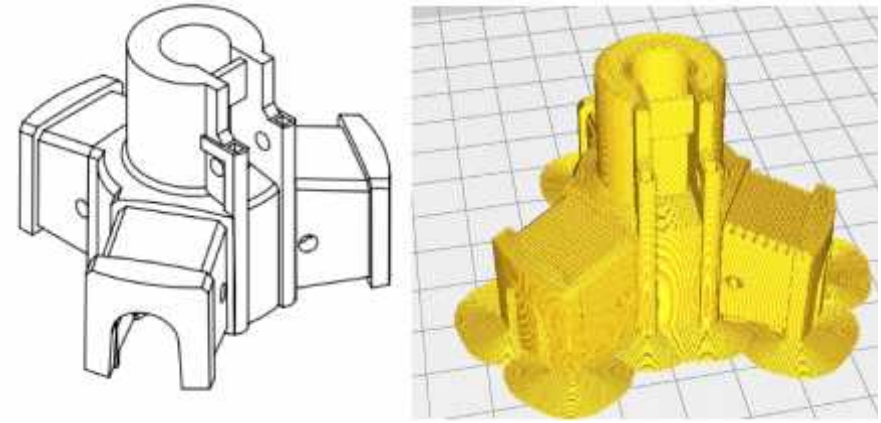
Komponen ini berfungsi untuk menahan *as* (poros) utama penyangga busur agar diam ketika *tripod* EZY Cartel *bow stand* digunakan, komponen ini mendapat beban dari pengunkit dimana terjadi dua gaya, yaitu gaya tekan dan gaya tarik dan posisi *print* komponen ini adalah horisontal dengan posisi seperti pada gambar 4.35.



Gambar 4.34 pengunci

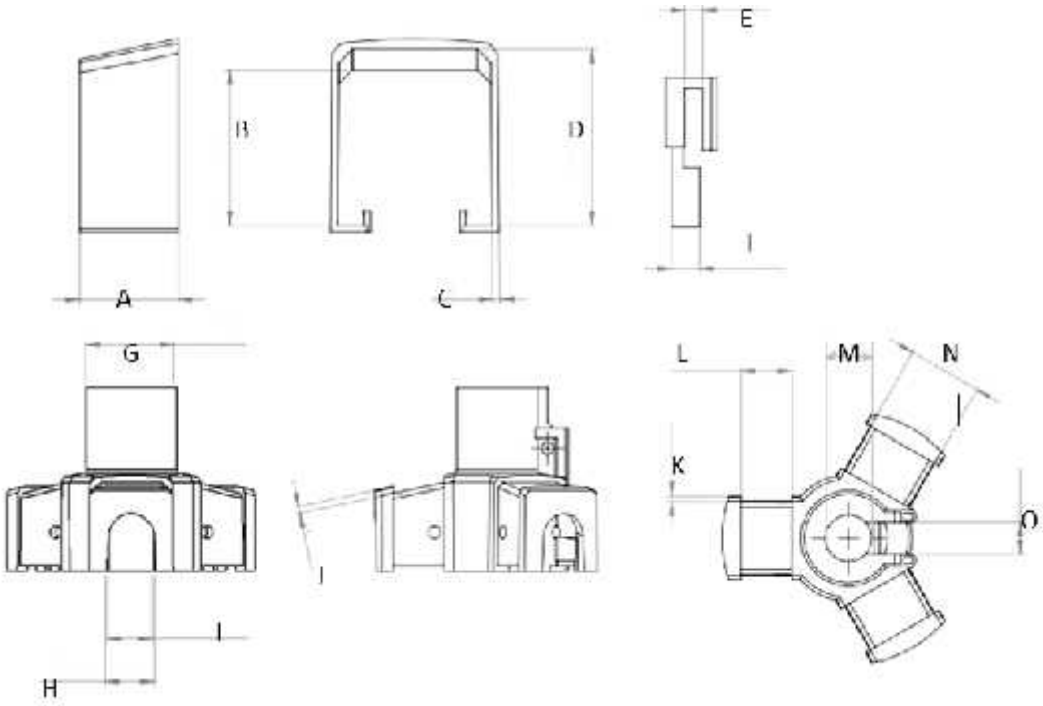
4) Komponen Utama

Komponen ini berfungsi sebagai meletakkan kaki *tripod* EZY Cartel *bow stand* dan juga untuk meletakkan *as* (poros) utama, posisi *print* komponen ini adalah vertikal seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.37 karena kepresisian komponen inilah yang diutamakan.



Gambar 4.35 komponen utama

Setelah melakukan proses *printing* terdapat perubahan pada ukuran komponen-komponen di atas, perubahan tersebut bernilai 0 mm – 0,3 mm/sisi. Perubahan pada hasil *print* dapat dilihat pada tabel 4.2 yang mengacu pada notasi gambar4.36.



Gambar 4.36 perubahan setelah *printing*

Tabel 4.2 Perubahan ukuran yang terjadi setelah ***printing***

no	notasi	ukuran desain(MM)	ukuran print(MM)
1	A	11,6	12
2	B	18,39	17,7
3	C	0,8	1,2
4	D	20,87	19,9
5	E	2,07	2
6	F	3,02	3,5
7	G	21	21,2
8	H	11,63	11,4
9	I	10,6	10,4
10	J	1,6	1,8
11	K	1,36	1,5
12	L	12,03	11,6
13	M	11	10,2
14	N	17,57	17,6
15	O	7,5	7,2

d. Pengujian Komponen

Berikut pengujian yang dilakukan :

1) Merakit Komponen *Tripod* EZY Cartel *Bow Stand* Menggunakan Hasil Desain 2

Pengujian ini dilakukkan dengan cara merakit komponen *joint* kaki yang telah dicetak. dengan semua komponen *tripod* EZY Cartel *bow stand*.. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.37.



Gambar 4.37 uji rakit komponen desain 2

2) Uji Pakai

Setelah perakitan selesai lakukan pemeriksaan semua fungsi komponen, setelah pemeriksaan selesai lakukan pemakaian *tripod* EZY Cartel *bow stand* seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.38.



Gambar 4.38 uji pakai desain 2

3) Pengujian Beban Berlebih

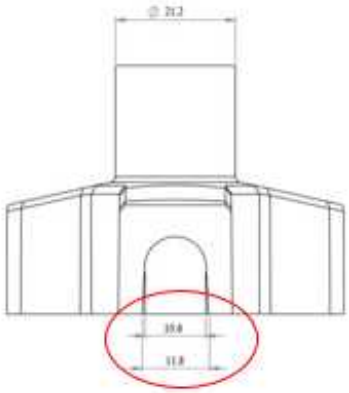
Pengujian beban berlebih yang dilakukan 50 kali dengan bobot penguji 65 kg dengan cara lakukan pemakaian *tripod* EZY Cartel *bow stand* dengan kondisi yang sama pada keadaan dimana *tripod* EZY Cartel *bow stand* keluaran pabrikan mengalami kerusakan seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.39.



Gambar 4.39 uji beban berlebih desain 2

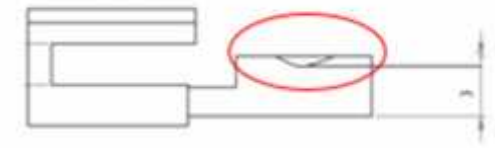
4) Hasil Uji

Setelah rangkaian pengujian selesai, lakukan pengukuran terhadap komponen *joint* kaki *tripod* EZY Cartel *bow stand*, perubahan dialami oleh komponen utama dan pengunci. Pada komponen utama bagian yang mengalami perubahan yaitu bagian yang bersinggungan dengan kaki *tripod bow stand* yang terkena gesekan dimana ukuran sebelumnya adalah 10,4mm dan 11,4 mm menjadi 10,6 mm dan 11,8 mm seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.40.



Gambar 4.40 hasil uji komponen utama

Pada bagian pengunci mengalami perubah pada area yang bersinggungan dengan pengungkit dimana ukuran sebelumya adalah 3,5mm menjadi 3 mm seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.41.



Gambar 4.41 hasil uji komponen pengunci

4.4 Penentuan harga produk

Pada tahapan ini harga yang dikeluarkan untuk membuat komponen *joint tripod EZY Cartel bow stand* dihitung. Berikut adalah perhitungan yang dilakukan :

1. Harga Dasar

Untuk memudahkan perhitungan harga dasar maka semua harga dirubah dalam harga/menit, dimana jumlah menit adalah banyak menit yang digunakan untuk kerja dalam satu tahun. Perlu diketahui bahwa lama kita bekerja dalam satu hari adalah 8 jam, satu hari ada 24 jam dan satu tahun ada 365 hari jadi hari kerja kita dalam setahun :

8/24 x 365 hari = 122 hari

Satu tahun ada 52 hari minggu, maka :

122 - 52 = 70 hari kerja,

Satu tahun ada 26 hari besar (tanggal merah), maka :

70 - 26 = 44 hari kerja

Jika dikonversikan kedalam menit, maka :

44 x 24x 60 = 63,360 menit.

Ini adalah jumlah menit yang digunakan untuk bekerja dalam satu tahun, Dan berikut adalah perhitungan harga dasar :

a. Komputer : Rp.5.500.000, maka :
   Rp.5.500.000 / 63.360 menit = Rp.86,81/menit
b. *Software* Solidwork 2014 : Rp.2.000.000, maka :
   Rp.2.000.000/ 63.360 menit = Rp.31,57/menit
c. *Software* Cura 3.4.1. : -
d. *Printer* 3 Dimensi B01 : Rp.15.000.000, maka :
   Rp.15.000.000 / 63.360 menit = Rp.236,74/menit
e. Bahan PLA : Rp 300.000/kg
   Rp.300.000/1000g = Rp.300/gr
f. Listrik = Rp.1.467,28/KWh

2. *Research*

Research terdiri dari beberapa aspek harga yang ditotal menjadi satu harga, dan berikut aspek beserta harganya :

a. Penggunaan Solidwork untuk desain dan penggunaan laptop
   Pendesainan total adalah 4 hari, maka :
   8 jam x 4 = 32 jam x 60 = 1.920 menit

1) Penggunaan Solidwork = 1.920 menit x Rp.31,57/menit = Rp.60.614,4.
2) Penggunaan laptop = 1.920 menit x Rp.86,81/menit = Rp.166.675,2.
3) Penggunaan daya adalah 0,108 KWh(digunakan dalam 8 jam) x 4 =0,432 Kwh x Rp 1.467,28 = Rp.633,86



Gambar 4.42 hasil ukur listrik laptop dengan power meter

.

b. Penggunaan 3D *printer* untuk lama *research*

Printing dilakukan sebanyak 5 kali dan berdasarkan *alat power* meter yang digunakan yaitu :

1) Lama waktu 4 jam 21 menit = 261 menit/ *print* x 5 *print* = 1.385 menit x Rp 236,74 = Rp.327.884,9
2) Daya yang digunakan adalah 0,294 KWh/*print* x 5 *print* = 1,47 KWh x Rp.1.467,28 = Rp.2.157.



Gambar 4.43 hasil ukur daya 3D *printer* dengan power meter

c. Biaya desain

Biaya desain adalah Rp.100.000 (penentuan secara sepihak).

d. Biaya bahan

35 gr/*print* x 5 *print* = 175 gr x Rp.300/gr = Rp.52.500

Dari perhitungan di atas total biaya *research* adalah

Rp.60.614.4 + Rp.166.675,2 + Rp.633,86 + Rp.327.884,9 + Rp.2.157 + Rp.100.000 + Rp.52.500 = Rp.725.325,9

Biaya *research* diasumsikan untuk 1 tahun maka biaya *research* adalah Rp.710.465,36/ 63.360 = Rp 11.21/ menit

Untuk membuat 1 komponen maka biaya yang dibutuhkan adalah Rp.11.45/menit x 261menit = Rp.2.926,63

3. Biaya Alat

   Penggunaan *Printer* = 261 menit x Rp.236,74/menit = Rp.61.789,14

4. Biaya Listrik

   0,294 / Kwh x Rp 1.467,28 = Rp.431.38

5. Biaya Bahan

   35 gram x Rp.300/gr = Rp.10.500

6. Biaya Operator

   (15% x 75.675,15) = Rp.11.351,27

Maka biaya yang dikeluarkan untuk membuat satu komponen adalah :

Research	: Rp.2.926,63
Alat	: Rp.61.789,14
Biaya listrik	: Rp.431.38
Bahan	: Rp.10.500
Operator	: Rp.11.351,27
	+
Total	: Rp.86.965.43

Total biaya Rp.86.965.43, produk dapat dijual dengan harga Rp.100.000, harga ini lebih murah dibandingkan dengan harga produk baru yang mencapa Rp.250.000.

4.5 Pernyataan Pengguna

Setelah melakukan serangkaian pengujian komponen *joint* kaki *tripod EZY Cartel bow stand* mendapat tanggapan-tanggapa dari pengguna yang juga sebagai penguji yaitu :

1. Komponen cadangan untuk bagian komponen yang lainnya.
2. Komponen cadangan lebih disosialisasikan terhadap konsumen agar para konsumen mengetahui bagaimana cara memesan atau membuatnya (melakukan *printing* ditempat lain).
3. Bisa tidaknya produk ini dimasalkan.

4.6 Kendala

Berikut ini adalah kendala-kendala yang terjadi.

1. Ketelitian dari 3D *printer* yang berubah-ubah sehingga menyulitkan penyesuaian ukuran desain agar sesuai dengan yang diinginkan.
2. Tidak adanya penelitian tentang kekuatan spesimen 3D *printing* dari berbagai gaya dan berbagai posisi *print*, kebanyakan jurnal hanya membahas kekuatan tarik dari spesimen 3D *printing* sehingga pada posisi printing spesimen yang terkenan selain gaya tarik hanya dilakukan pengaturan posisi berdasarkan kekuatan dan kelemahan.
3. *Support* pada hasil *print* yang sukar untuk dibersihkan
4. Ketika komponen sering dibongkar dapat menyebabkan rusaknya bagian pada komponen joint kaki *tripod* EZY Cartel *bow stand*.

BAB 5
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berikut ini adalah kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Hasil perancangan dan desain ulang *joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* dianggap layak karena memiliki hasil yang sesuai yaitu dapat meminimalisir kerusakan akibat beban berlebih (diinjak).
2. Hasil dari *printer* 3D komponen *Joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* dianggap layak untuk segi kekuatan karena ketika dilakukan pengujian berlebih tidak terjadi patah seperti produk aslinya.
3. *Printer* 3D dapat membuat hasil yang berbeda-beda berdasarkan posisi baik horisontal maupun vertikal dan dipengaruhi oleh ukuran *nozzle* yang digunakan serta pengaturan pada pembaca dan penerjemah data 3D *printer* yang digunakan.
4. Biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan komponen *Joint* kaki *tripod EZY* Cartel *bow stand* sebesar Rp.86.965.43, sebagai hasil dari akumulasi biaya desain, alat, listrik dan bahan**.**

5.2 Saran atau Penelitian Selanjutnya

Saran untuk penelitian berikutnya adalah sebagai berikut :

1. Penelitian tentang kekuatan spesimen 3D *print* dari berbagai gaya dan berbagai posisi *print*.
2. Penelitian tentang penyebab perbedaan ketelitian mesin 3D *printer* dengan spesifikasi yang sama dan cara mengatasinya.

DAFTAR PUSTAKA

Anderson, C. (2012). The new industrial revolution. *Crown Business*, p210.

Anton, C. N. 2012. CAD (Computer Aided Design).Diambil dari : http://teknikmanufaktur.blogspot.com/2012/09cad-computer-aided-design-html

Artanayasa, I. W. (2014). Memanah (1 ed.). Yogyakarta: GRAHA ILMU.

Avérous, L. (2008). Polylactic Acid : Synthesis , Properties and Applications. Synthesis, 2006– 2008. Https://doi.org/10.1055/s-2005-861867

Galen, S. Van. (2015, Januari 26). Ultimaker. Diambil dari https://ultimaker.com/en/blog/91company-update-january-2015

Ghang, D.C & Dange, J. J. 2013. Adoptability of CAD/CAM for Jewelry Making Industry Using Method Comparison Tecnique International Jurnal of Trend i Engineering and Technology (IJLTET). Vol.3 Issue 1 september 2013.

Groover, M. P., & Zimmer, E. W. (2000). CAD/CAM: Computer-Aided Design and Manufacturing. New Jersey.: Prentice hall.

Kano, Noriaki, et al.(1984). Attractive quality and must-be quality.The Journal of the Japanese Society for Quality Control 14.2: 39-48.

Mott, R. L. (2004). Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis (1st ed.). New Jersey: Pearson Education

muljati, sri, triwinarto, agus, nurhandayani, utami, & hermina. (2016). Gambaran Median Tinggi Badan Dan Berat Badan Menurut Kelompok Umur Pada Penduduk Indonesia Yang Sehat Berdasarkan Hasil Riskesdas 2013 (Description Of Median Number Of Weight And Height Classified By Age Group On Healthy Indonesian Citizens Based On Riskesdas 2013 Result). *Pusat Penelitian dan*

Pengembangan Upaya Kesehatan Masyarakat, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI. Jl. Percetakan Negara 29 Jakarta, Indonesia. Diambil dari https://media.neliti.com/media/publications/223580-none.pdf

Prasetya, R. K. (2016). Pengertian CAD,CAM,dan CAE. Diambil 7 Oktober 2018, dari https://cadnest.blogspot.com/2016/12/pengertian-cadcamdan-cae-lengkap.html

Pratama, F. G. (2016, November 5). Makalah 3D Printing [wordpress.com]. Diambil dari https://pratamafikry.wordpress.com/2016/11/05/makalah-3D-printing/

Putra, K. S., & Sari, U. R. (2018). Pemanfaatan Teknologi 3D Printing Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup. Desain Manajemen Produk, UBAYA.

Shigley, J. E., & Mitchell, L. D. (1999). Perencanaan Teknik Mesin (4th ed., Vol.1). Erlangga.

Sobron Lubis, & David Susanto. (2016). Pengaruh Posisi Orientasi Objek Pada Proses Rapid Prototyping 3d Printing Terhadap Kekuatan Tarik Material Polymer. *Universitas Tarumanegara*, *20*, 229–238. https://doi.org/10.22441/sinergi.2016.3.009

Sonawan, H. (2010). Perancangan Elemen Mesin. Bandung: Alfabeta.

Supriyanto, S., Ernawaty. (2010). Pemasaran Industri Jasa Kessehatan. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Sutikno, E. (2011). Analisis Tegangan Akibat Pembebanan Statis Pada Desain Carbody Tec Railbus Dengan Metode Elemen Hingga. Jurnal Rekayasa Mesin, Vol.2, 65–81.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

Nama : _____

Umur :_____

Kedudukan diolahraga memanah :_____

Pekerjaan :_____

1. Apakah anda mengetahui Bow Stand beserta fungsinya?
   O ya O Tidak

2. Apakah anda mengetahui EZY Cartel Bow Stand ?
   O ya O Tidak

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan memberi tanda pada lingkaran sesuai skala berikut :

1. Sangat setuju
2. Setuju
3. Biasa saja
4. Tidak setuju
5. Sangat tidak setuju

Perhatikan gambar berikut ini



1. Bagaimana jika pada bagian yang dilingkari dedesain ulang agar menjadi lebih kuat ?

   O 1 O2 O3 O4 O5

2. Bagaimana jika pada bagian yang dilingkari tidak dedesain ulang ?

   O 1 O2 O3 O4 O5

3. Bagaimana jika EZY Cartel Bow Stand dibuatkan part/ komponen cadangan (service part) untuk bagian yang dilingkari ?

   O 1 O2 O3 O4 O5

4. Bagaimana jika EZY Cartel Bow Stand tidak dibuatkan part/ komponen cadangan (service part) ?

   O 1 O2 O3 O4 O5

(_____)

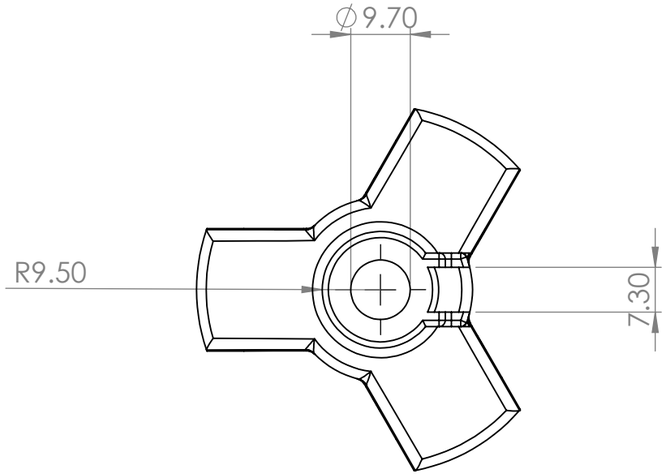
LAMPIRAN 2

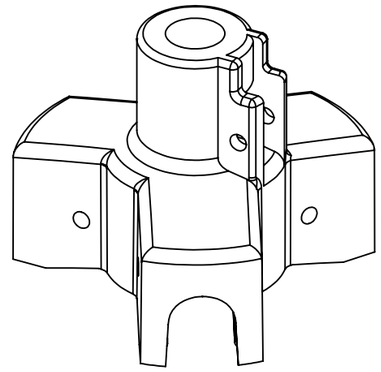
no	nama	umur	kedudukan	komponen					
				1		kategori	2		kategori
				+	-		+	-	
1	Rob Fiana	19	sarana prasarana	1	3	a	2	5	m
2	Febriansyah Dwi C	19	kepelatihan	1	4	a	2	5	m
3	Betrix Teofa Prakasa	20	atlet/anggota	1	4	a	2	4	i
4	Moch. Septian Resi W	19	atlet/anggota	1	4	a	3	3	i
5	Syamsul Ma'arif	20	kadiv kerumahtanggaan	2	4	i	1	4	a
6	Mistri Septasari	20	atlet/anggota	1	4	a	1	4	a
7	Yusi Novita S	18	atlet/anggota	1	4	a	2	5	m
8	Dennis William	21	atlet/anggota	2	3	i	1	4	a
9	Jantan Pangestu	19	atlet/ketua	1	5	o	1	5	o
10	Oktavia NZ	19	atlet/anggota	1	4	a	2	5	m
11	Nur Indah Putri Anggun	19	atlet/anggota	1	5	o	1	5	o
12	69Embin Yoga	22	atlet/anggota	1	5	o	1	5	o
13	Choirunnisa' Afriani	18	atlet/anggota	1	4	a	2	5	m
14	Anggita Febrianita	19	pengurus(psdm)	1	4	a	2	4	i
15	Tuti Nurtika	19	pengurus(psdm)	2	3	i	2	3	i
16	Dedi	20	peserta/anggota	1	5	o	2	5	m
17	Rachmatullah Alvian Ak	19	atlet/anggota	1	3	a	1	3	a
18	Farida Mufidah	17	atlet/anggota	1	4	a	2	4	i
19	Putri Nur Indah Sari	19	atlet/anggota	1	4	a	2	5	m
20	Siti Muntasilah	18	kepelatihan	1	3	a	1	3	a
21	Umi Kulsum	21	anggota	1	5	o	2	5	m
22	Dr. Yudhik P	40	69embina(ukm panah UNY)	1	5	o	1	5	o
23	Rahmat	40	pelatih(JAS)	1	5	o	1	5	o
24	Sudrajat	29	pelatih(JAS)	1	5	o	1	5	o
25	Subarno	42	pelatih(JAS)	1	5	o	1	5	o
26	Miftahul Ulum	20	anggota	1	5	o	2	5	m
27	Muslihul Kharis	20	anggota	1	4	a	2	5	m
28	Taufiqul A'la	19	anggota	1	5	o	2	5	m
29	Eko Waluyo	19	anggota	1	5	o	3	5	m
30	M. Fadin	21	anggota	1	4	a	2	5	m

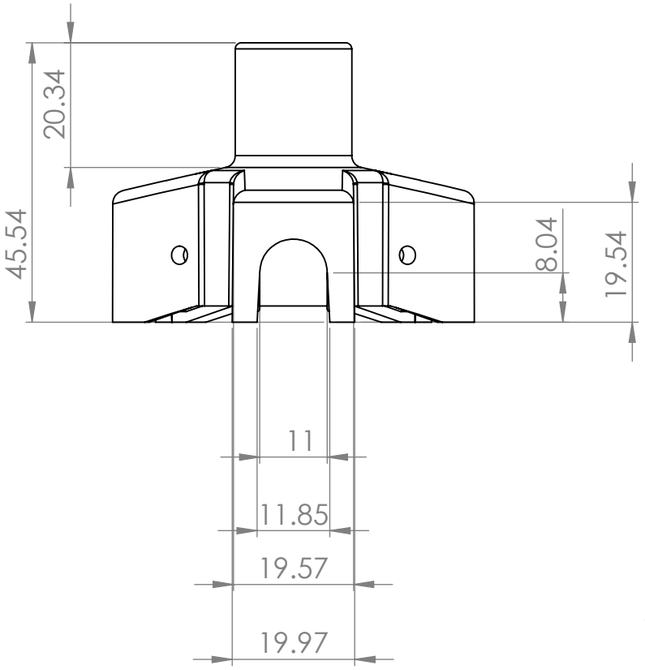
LAMPIRAN 3

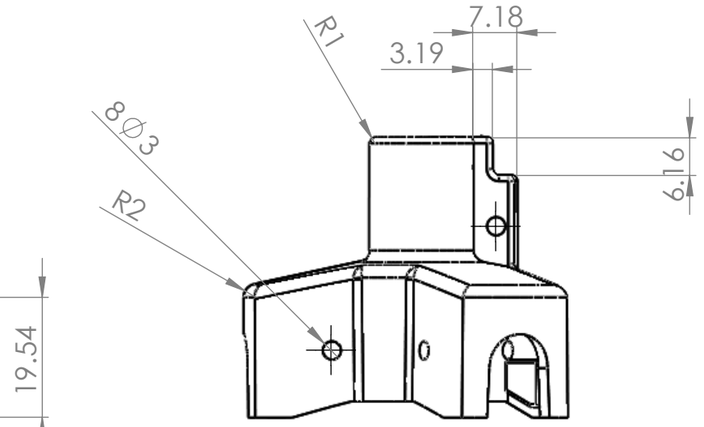
No	Nama	Fitur	Nilai
1	*Qualitay*	*layer height*	0.3 mm
		initial layer height	0.3 mm
		line width	0.4 mm
		wall line width	0.4 mm
		outer wall line width	0.4 mm
		inner wall(s) line width	0.4 mm
		top/bottom line width	0.4 mm
		infilll line width	0.4 mm
		support line width	0.4 mm
		support interface line width	0.4 mm
		support roof line width	0.4 mm
		support floor line width	0.4 mm
		initial layer line width	100%
2	*Shell.*	*wall thickness*	0.8 mm
		wall line count	2
		outer wall wipe distance	0.2 mm
		top surface skin layers	0
		top/bottom thikcness	0.8 mm
		top thicknes	0.8 mm
		top layers	4
		bottom thickness	0.8 mm
		bottom layers	4
		top/bottom pattern	lines
		bottom pattern initial layer	lines
		fill gaps between walls	*everywhere*
3	*Infilll.*	*infilll density*	50%
		infilll line distance	4 mm
		infilll pattern	grid
		infilll overlap percentage	10%
		skin overlap	5%
		infilll wipe distance	0.1 mm
		infilll layer thickness	0.2 mm
4	*Material.*	*default printing temperature*	200°C
		printing temperature	200°C
		printing temperature initial layer	200°C
		initial printing temperature	190°C
		final printing temperature	185°C
		Diameter	1.75mm
		Flow	100%

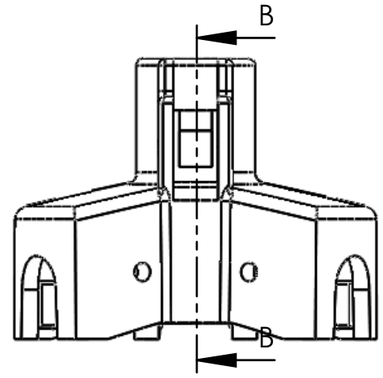
		enable retraction	V
		retraction distance	7.0 mm
		retraction speed	30 mm/s
		retraction retract speed	30 mm/s
		retraction prime speed	30 mm/s
5	*Speed.*	*infilll speed*	60 mm/s
		wall speed	30 mm/s
		outer wall speed	30 mm/s
		inner wall speed	60 mm/s
		top/bottom speed	30 mm/s
		support speed	60 mm/s
		trevel speed	120 mm/s
		initial trevel speed	30 mm/s
6	*Cooling.*	*enable printing cooling*	V
		fan speed	100%
		regular fan speed	100%
		maximum fan speed	100%
7	*Support.*	*generate support*	V
		support PLAcement	*everywhere*
		support overhang angle	40%
		support density	15%
		support line distance	2.6667 mm
8	*Build plate Adhesion.*	*build PLAte adhesion*	raft
		raft extra margin	*2 mm*
		raft top layers	*0.3 mm*
		raft top layer thickness	*0.2 mm*
		raft top line width	*0.4 mm*
		raft top spacing	*0.4 mm*
		raft middle thickness	*0.3 mm*
		raft middleline width	*0.8 mm*
		raft middle spacing	*1.0 mm*
		raft base thikcness	*0.3 mm*
		raft base line width	*0.8 mm*
		raft line spacing	*1.6 mm*
		raft print speed	*40 mm/s*
		raft top fan speed	*50%*

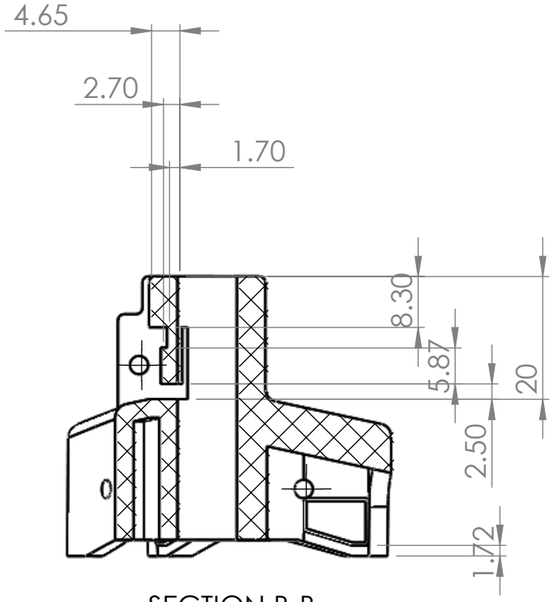




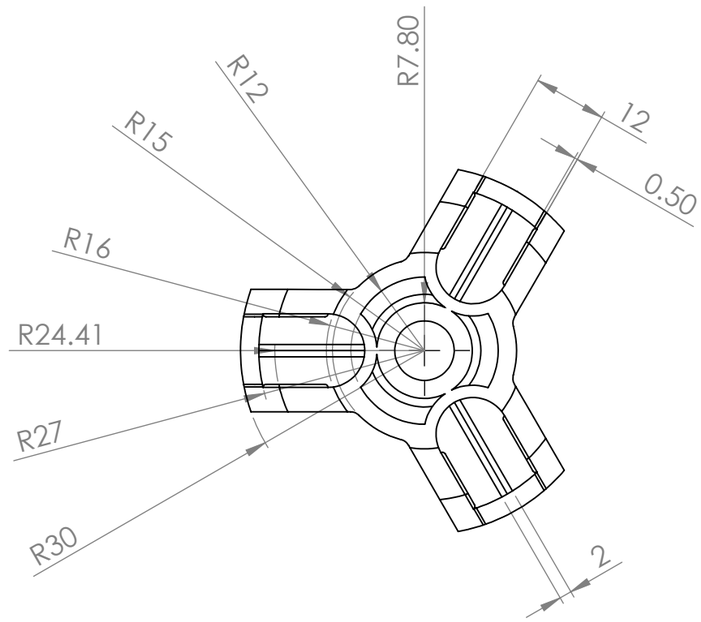




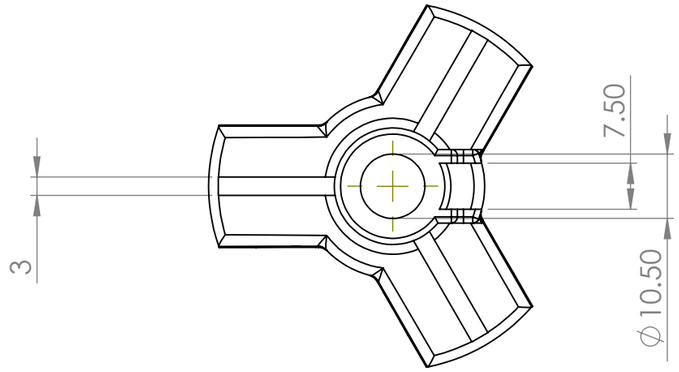


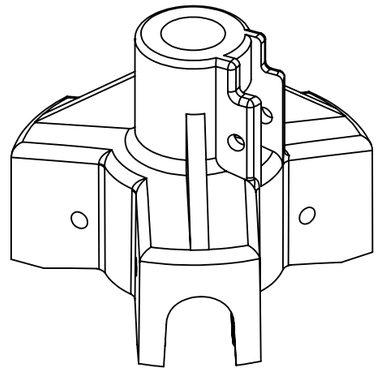


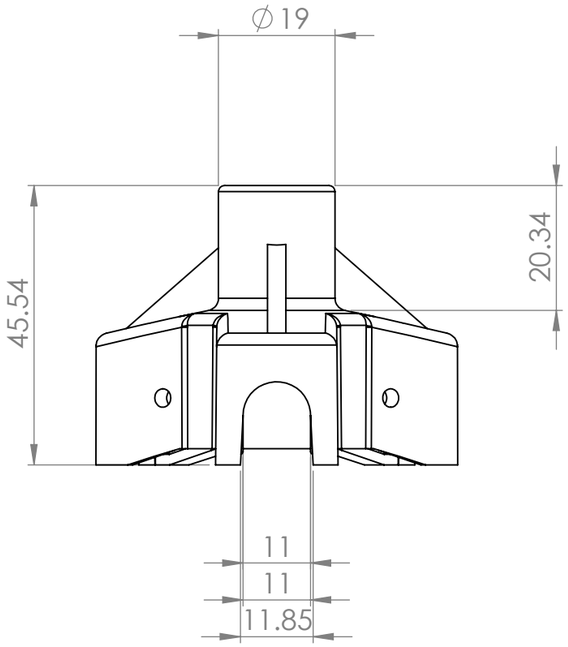
SECTION B-B

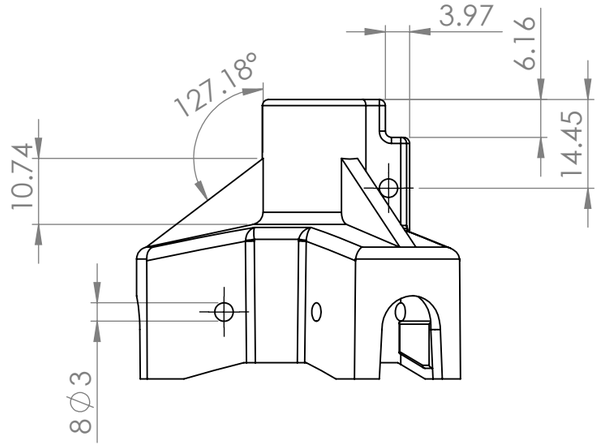


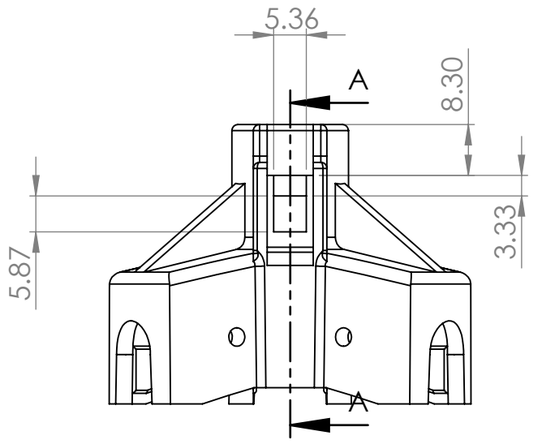
SKALA: 1 : 1	DIGAMBAR : AGUNG ZUHRUFUL HUDA	KETERANGAN :	
SATUAN UKURAN : MM	NIM : 12 525 086		
TANGGAL :	DIPERIKSA : -		
TEKNIK MESIN FTI UII	Desain asli	NO.1	A3

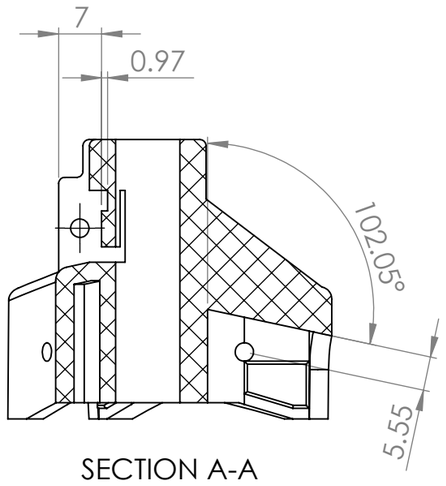




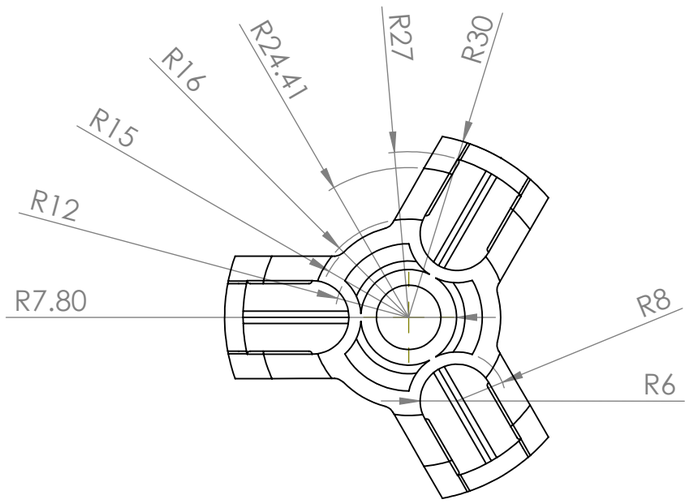




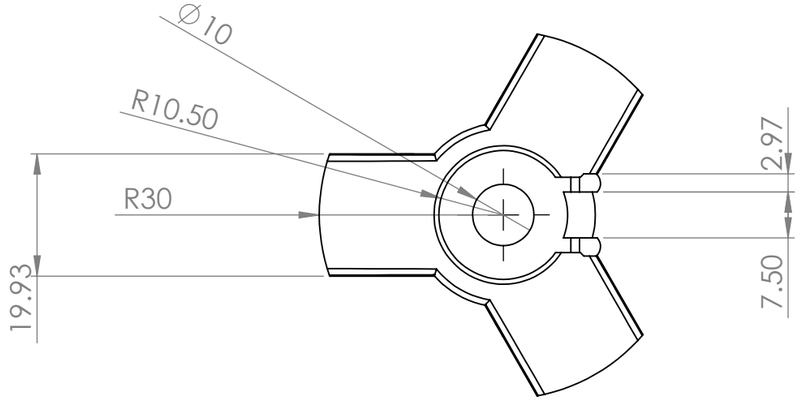


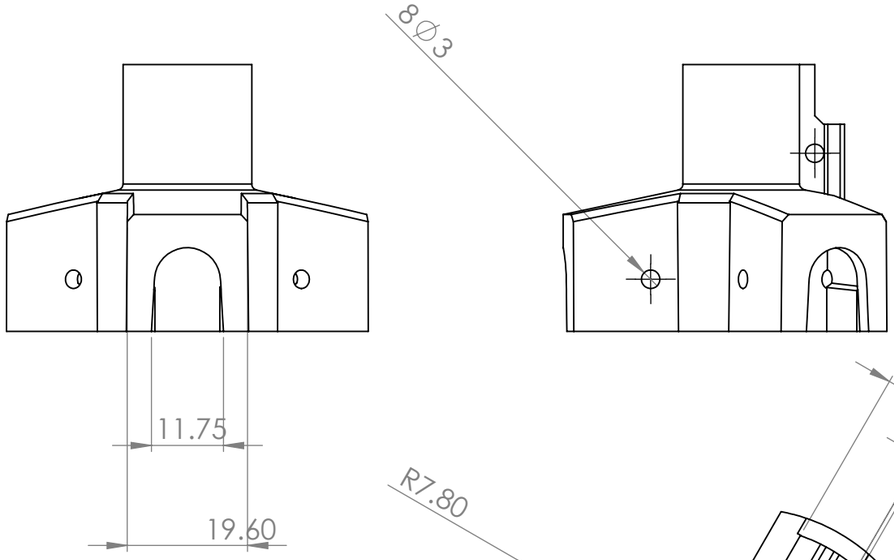


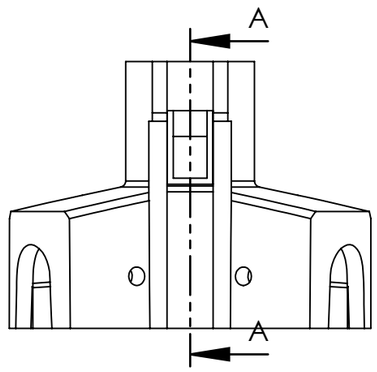
SECTION A-A

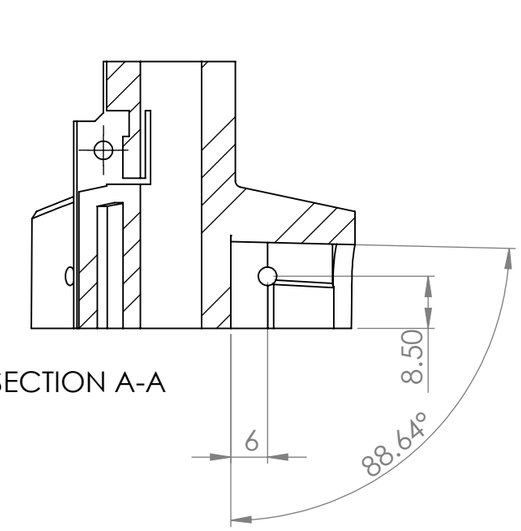


SKALA: 1:1	DIGAMBAR : AGUNG ZUHRUFUL HUDA	KETERANGAN :	
SATUAN UKURAN : MM	NIM : 12 525 086		
TANGGAL :	DIPERIKSA : -		
TEKNIK MESIN FTI UII	DESAIN 1	NO.2	A3

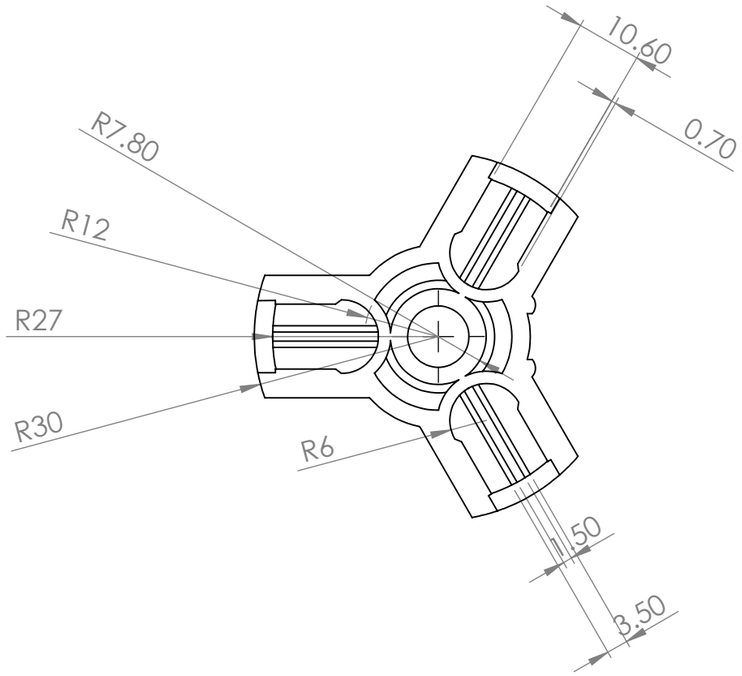




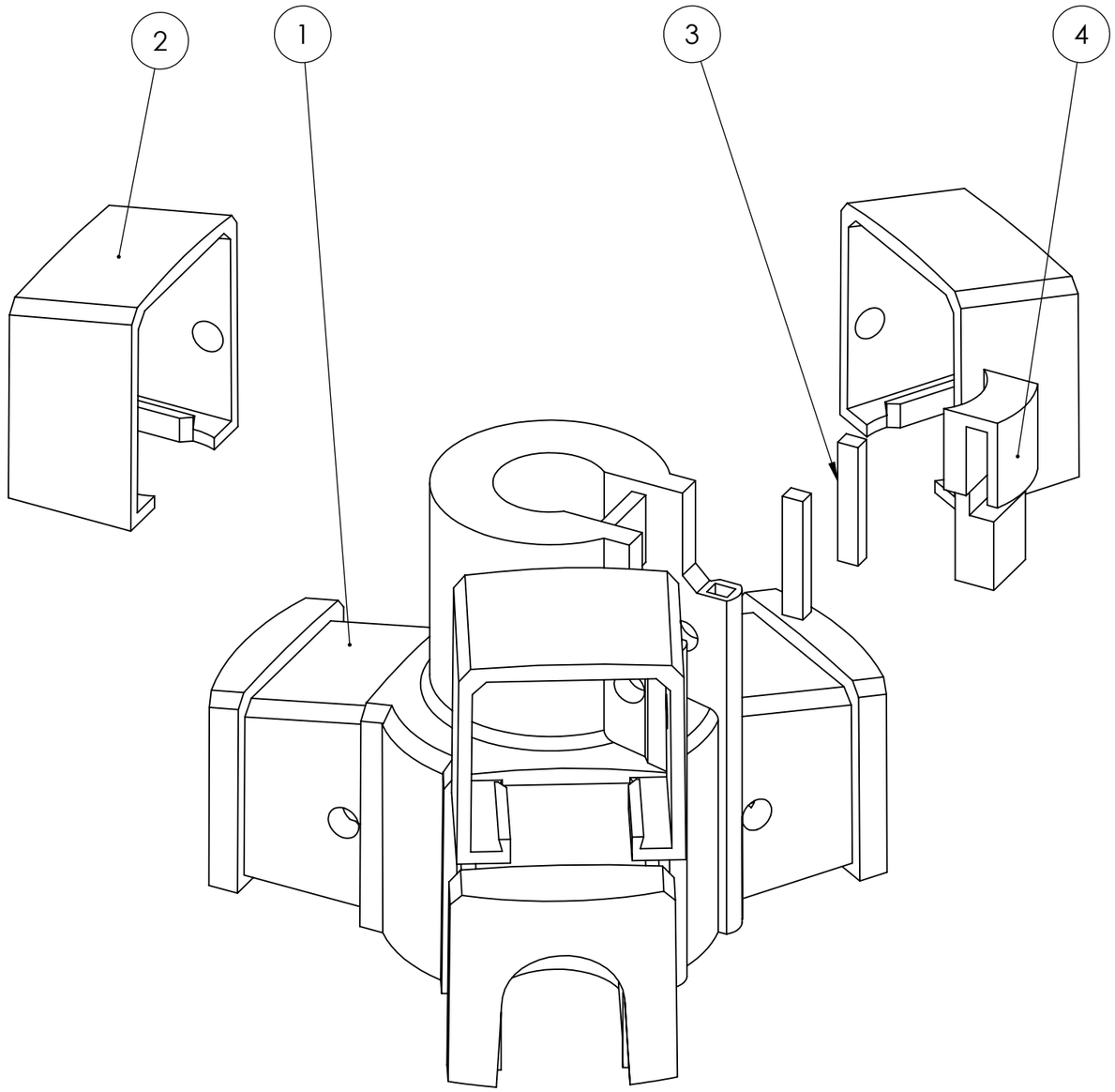




SECTION A-A



SKALA: 1:1	DIGAMBAR : AGUNG ZUHRUFUL HUDA	KETERANGAN :	
SATUAN UKURAN : MM	NIM : 12 525 086		
TANGGAL :	DIPERIKSA : -		
TEKNIK MESIN FTI UII	DESAIN 2	NO. 3	A3

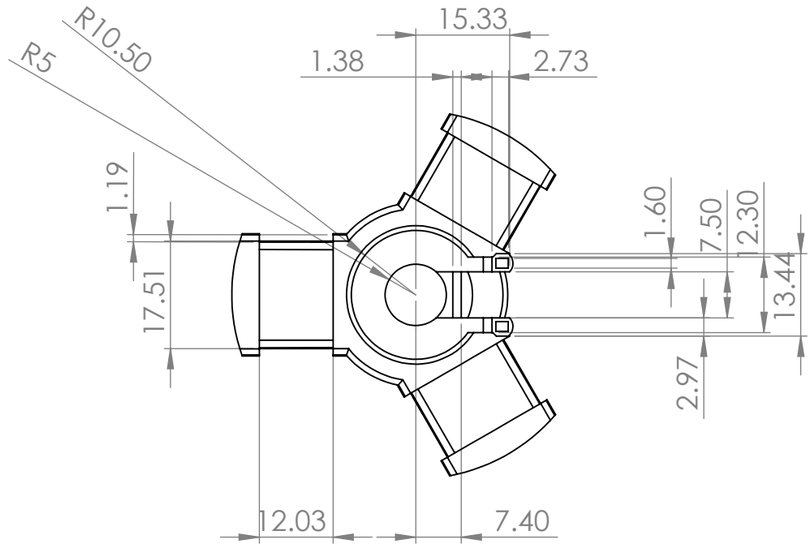


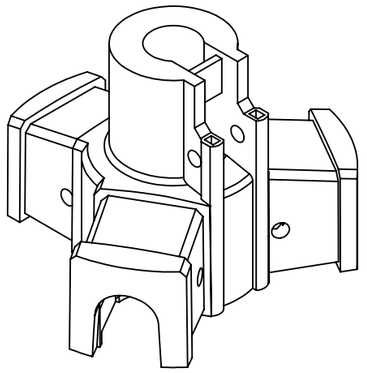
SCALE 2 : 1

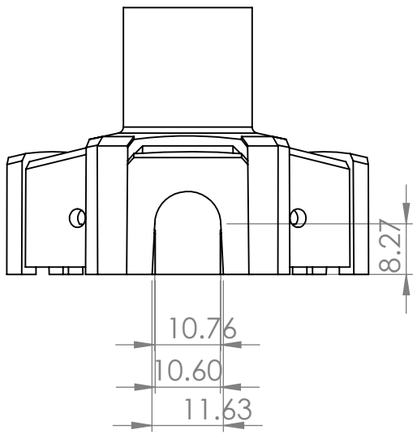
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
4	PENGUNCI		1
3	KOTAK		2
2	PENGIKAT		3
1	KOMPONEN UTAMA		1

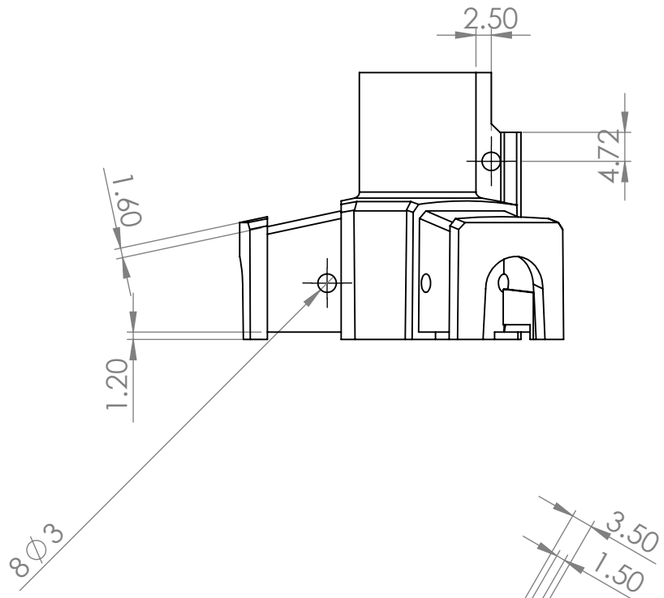
SKALA:	DIGAMBAR : AGUNG ZUHRUFUL HUDA	KETERANGAN :
SATUAN UKURAN : MM	NIM : 12 525 086	
TANGGAL :	DIPERIKSA : -	

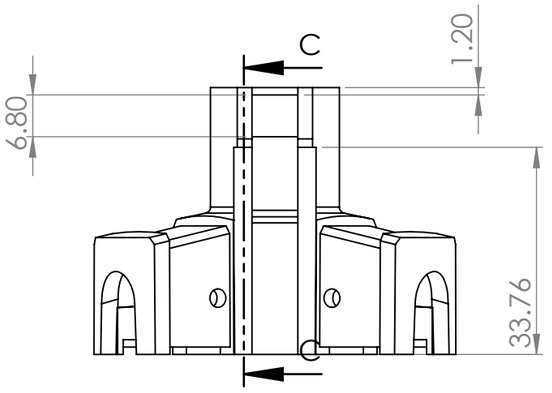
TEKNIK MESIN FTI UII	DESAIN 2 ASSEMBLY EXPLODE	NO.4	A3

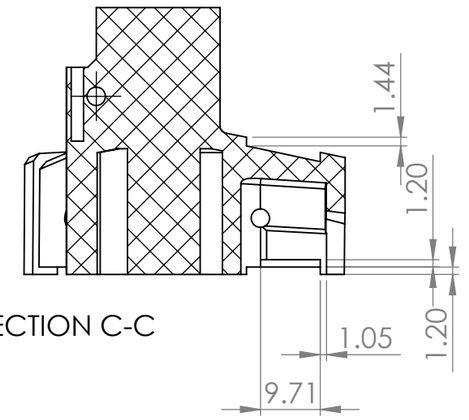




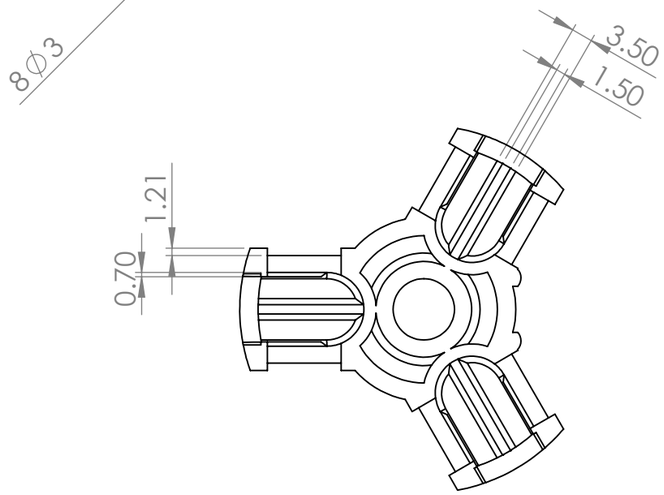




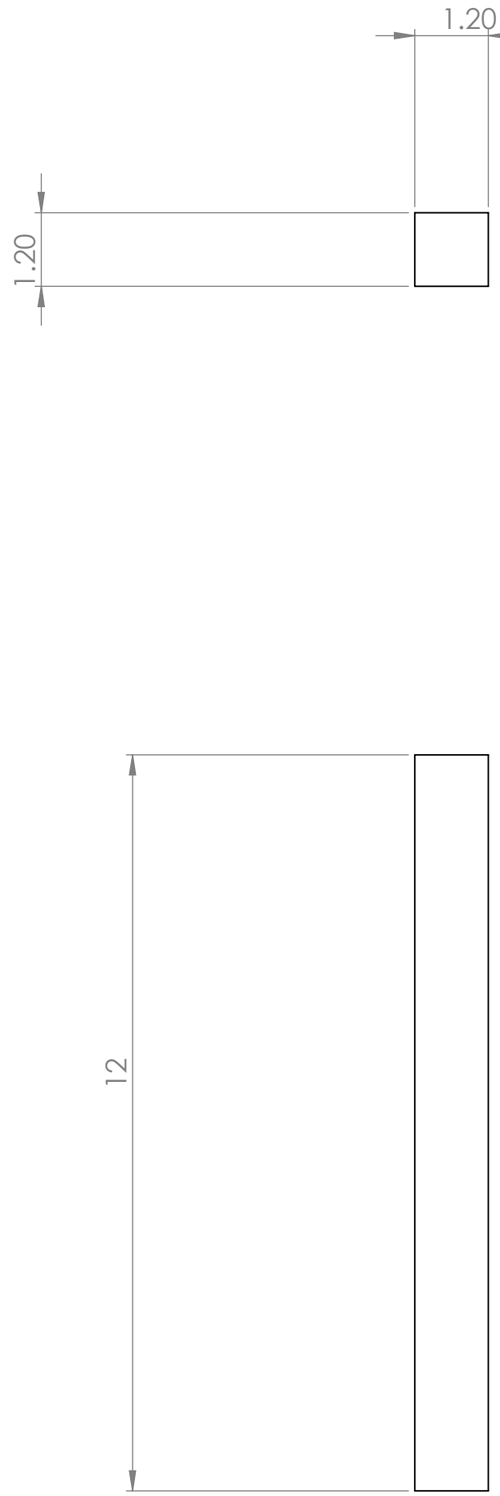


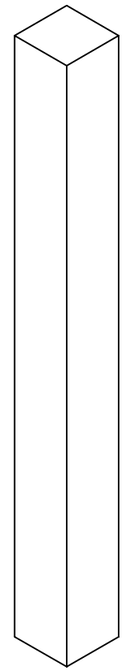


SECTION C-C

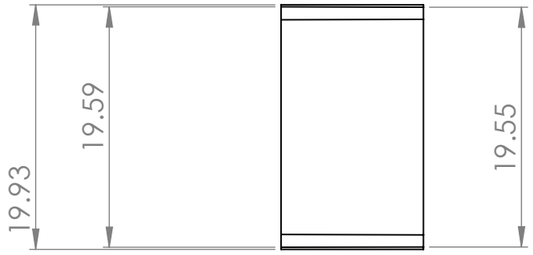


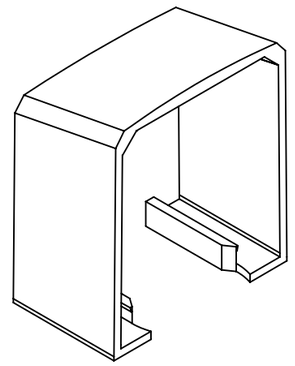
	SKALA: 1:1	DIGAMBAR : AGUNG ZUHRUFUL HUDA	KETERANGAN :
	SATUAN UKURAN : MM	NIM : 12 525 086	
	TANGGAL :	DIPERIKSA : -	
TEKNIK MESIN FTI UII	KOMPONEN UTAMA	NO.5	A3

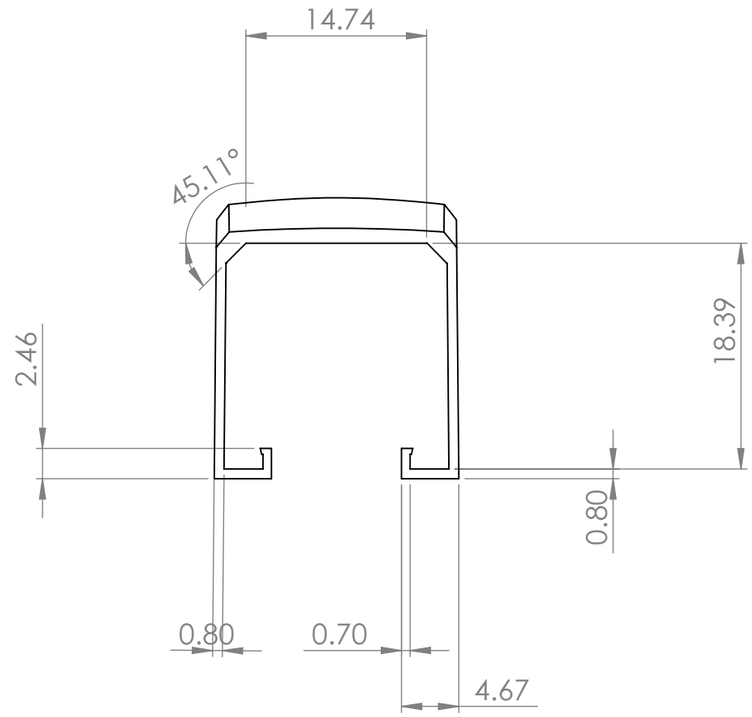


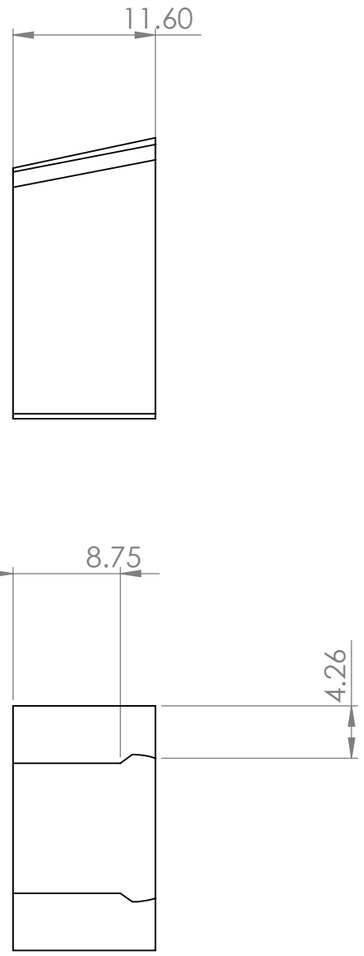


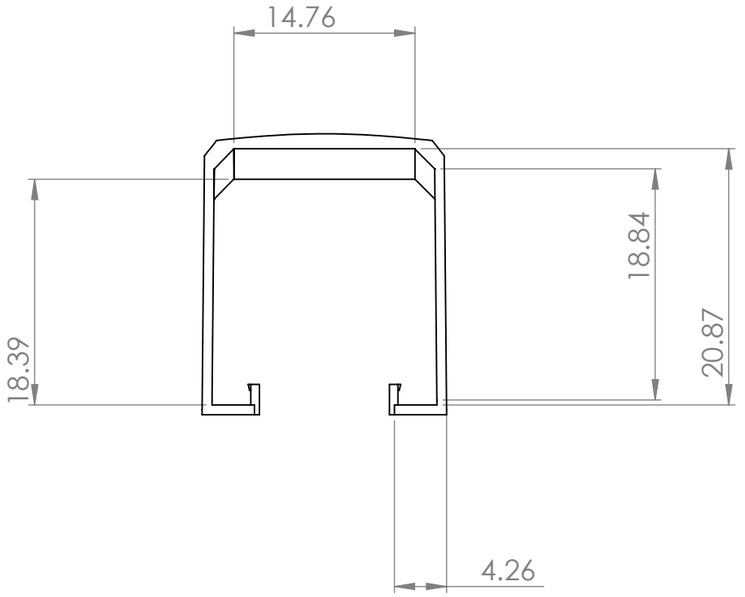
	SKALA: 10:1	DIGAMBAR : AGUNG ZUHRUFUL HUDA	KETERANGAN :
	SATUAN UKURAN : MM	NIM : 12 525 086	
	TANGGAL :	DIPERIKSA : -	
TEKNIK MESIN FTI UII		KOTAK	NO.6 A3



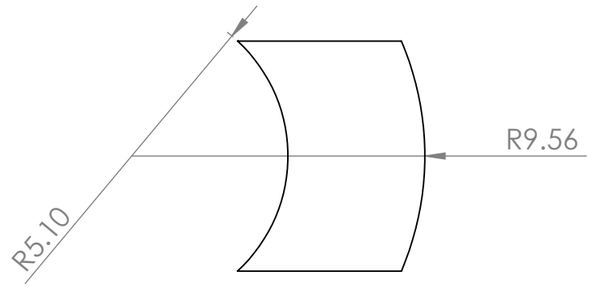


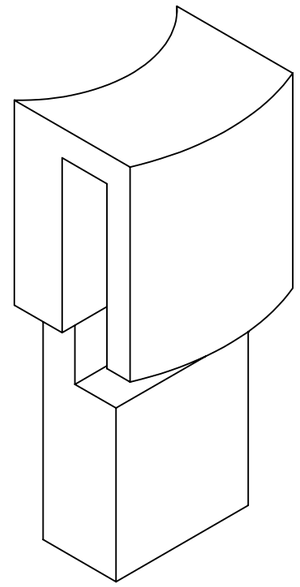


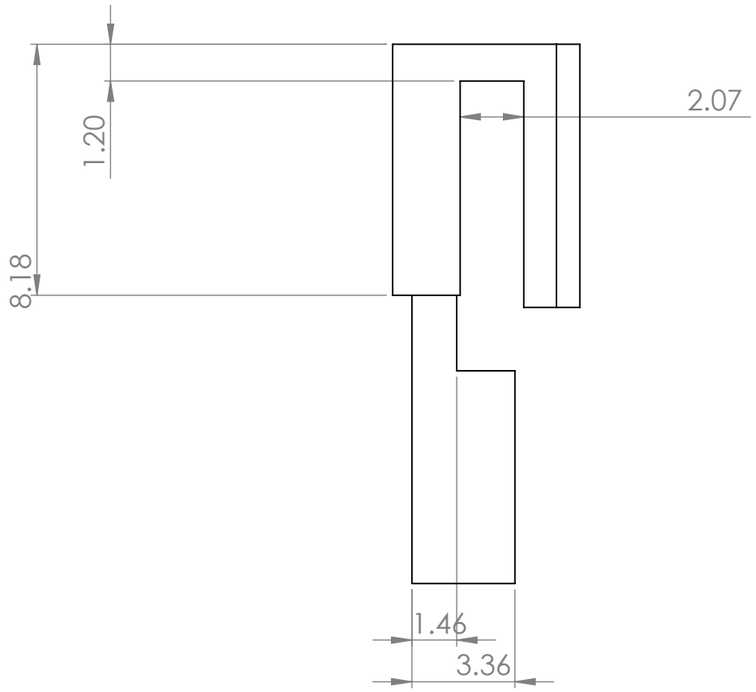


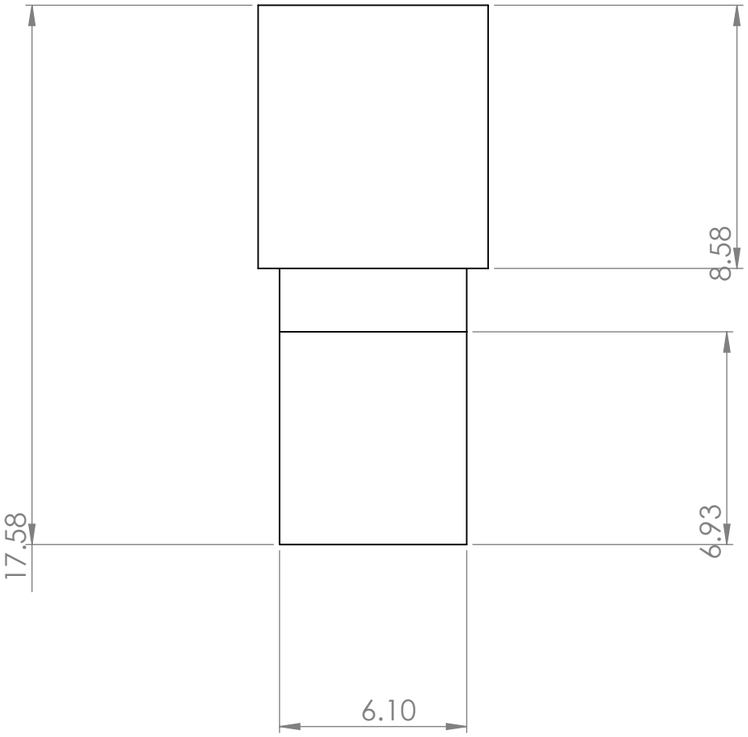


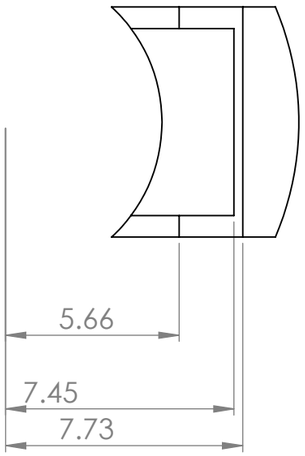
	SKALA: 1:1	DIGAMBAR : AGUNG ZUHRUFUL HUDA	KETERANGAN :
	SATUAN UKURAN : MM	NIM : 12 525 086	
	TANGGAL :	DIPERIKSA : -	
TEKNIK MESIN FTI UII		PENGIKAT	NO.7 A3











SKALA: 1:1	DIGAMBAR : AGUNG ZUHRUFUL HUDA	KETERANGAN :	
SATUAN UKURAN : MM	NIM : 12 525 086		
TANGGAL :	DIPERIKSA : -		
TEKNIK MESIN FTI UII	PENGUNCI	NO.8	A3