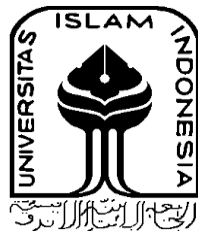


**PERANCANGAN RANGKA DAN SISTEM MEKANIK ALAT
PEMOTONG RUMPUT ELEKTRIK KENDALI JARAK JAUH**

TUGAS AKHIR

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



Disusun Oleh :

Nama : Asgar Ryamizard

No. Mahasiswa : 20525014

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

2024

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

PERANCANGAN RANGKA DAN SISTEM MEKANIK ALAT PEMOTONG RUMPUT ELEKTRIK KENDALI JARAK JAUH

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Asgar Ryamizard

No. Mahasiswa : 20525014

Yogyakarta, 15 Oktober 2024

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**PERANCANGAN RANGKA DAN SISTEM MEKANIK ALAT
PEMOTONG RUMPUT ELEKTRIK KENDALI JARAK JAUH**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

Nama : Asgar Ryamizard

No. Mahasiswa : 20525014

Tim Penguji

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

Ketua



Tanggal : 30/10/2024

Yustiasih Purwaningrum, S.T., M.T.

Anggota I



Tanggal : 30/10/2024

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

Anggota II



Tanggal : 30/10/2024

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya. Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Allah SWT atas kesehatan, keteguhan dan ilmu sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Tugas akhir ini saya persembahkan kepada bapak, ibu, adik, kakak dan orang terdekat yang sudah memberikan dukungan dan mendoakan segala hal yang baik. Berkat doa dan dukungan kalian, saya bisa mengerjakan dan menyelesaikan tugas akhir ini sampai selesai. Serta berkat didikan dan dukungan kalian selama ini, saya menjadi pribadi yang kuat, disiplin dan tangguh. Berkat kalian juga, saya bisa menyelesaikan studi sarjana dengan lancar.

Tugas akhir ini juga saya persembahkan kepada seluruh tenaga pendidik terutama dosen pembimbing saya, yang dengan segala kesabaran mendidik dan memberikan masukan-masukan yang membangun sehingga saya mendapatkan banyak ilmu-ilmu yang berharga dan membentuk saya menjadi pribadi yang lebih baik dan lebih bijaksana.

HALAMAN MOTO

'Man jadda wajada'

Barang siapa yang bersungguh-sungguh maka akan berhasil

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat-Nya sehingga laporan Tugas Akhir yang berjudul: “Perancangan Rangka Dan Sistem Mekanik Alat Pemetong Rumput Elektrik Kendali Jarak Jauh”. Dapat disusun dengan baik sebagai syarat menyelesaikan studi strata-1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini saya buat sebaik mungkin dengan bantuan dari beberapa pihak yang terlibat, memberi arahan, saran dan motivasi. Ucapan terima kasih ini disampaikan kepada yang terhormat :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.
2. Bapak dan Ibu tercinta dirumah yang selalu mendoakan, memberikan masukan, mendukung serta memberikan semangat.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Hari Purnomo, M.T., selaku Dekan fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
4. Dr. Ir. Muhammad Khafidh, S.T., M.T., IPP selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
5. Ir. Santo Ajie Dhewanto, S.T., M.M., IPP selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
6. Ir. Donny Suryawan, S.T., M.Eng., IPP selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
7. Abdullah Gymnastiar teman satu tim Tugas Akhir yang sudah bekerja sama dengan baik.
8. Om Ricky Mahendra (Semarang) yang memberikan arahan dan pembelajaran mengenai konsep dasar remot kontrol.
10. Aisyah Maharani orang istimewa yang selalu menemani dan memberi semangat serta motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir.
11. Arrel Alfaisa manusia kuat yang selalu membimbing saya dalam mengerjakan Tugas Akhir.
12. Kawan-kawan Rembolism yang selalu menemani dan menghibur selama letihnya mengerjakan Tugas Akhir.
13. Keluarga Teknik Mesin khususnya teman-teman angkatan 2020 Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia.

14. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penyusunan laporan ini sampai selesai.

Semoga segala dukungan dan kontribusi yang diberikan dapat dibalas beribu-ribu kali lipat oleh Allah SWT. Aamiin Taa Robbal ‘Alaamiin.

Akhir kata, pada laporan ini masih banyak kekurangan dalam penulisan. Oleh karena itu mohon maaf jika terdapat kesalahan pada penulisan laporan Tugas Akhir ini, maka dari itu kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan akan diterima dengan senang hati. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Yogyakarta, 15 Oktober 2024



Asgar Ryamizard

ABSTRAK

Alat pemotong rumput elektrik yang mempunyai kelebihan dibandingkan dengan alat pemotong rumput bertenaga motor bakar seperti ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi udara. Berdasarkan hal tersebut maka dirancanglah sebuah pemotong rumput yang memanfaatkan energi mekanik yang dikendalikan oleh kontrol ESC (*Electronic Speed Control*) dengan menggunakan baterai sebagai sumber energinya. Perancangan sistem mekanik yang dilakukan antara lain penataan rangka, mengkombinasikan rangka dan material penyambung berupa braket-braket yang akan diproduksi dan penataan akhir dengan pemasangan komponen elektrik serta komponen komponen penting seperti baterai, dinamo pemotong, dinamo penggerak, ESC, dan motor *servo*. Pengujian dilakukan sebatas untuk menguji sistem mekanik pada hasil konversi alat pemotong manual menjadi kendali jarak jauh, meliputi uji kinerja, uji rotasi, uji hasil ketinggian potong, dan uji penyimpanan. Pengujian di medan tanah datar, tanah berpasir, tanah berkerikil, tanah berumput, paving blok rapat, paving blok senggang, dan aspal dapat menunjukkan hasil yang cukup baik. Pengujian hasil ketinggian potong menunjukkan angka dengan minimal ketinggian potong sebesar 21,58 mm dan maksimal 44 mm. Alat pemotong rumput kendali jarak jauh dapat melakukan rotasi sebesar 90°, 180°, 270° dan 360° di satu titik yang sama, alat ini dapat disimpan kedalam koper penyimpanan berukuran Panjang 45 cm, lebar 35 cm dan tinggi 20 cm. Dengan pengujian yang dilakukan, alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dapat memenuhi tujuan penelitian.

Kata kunci: alat pemotong rumput, konversi, sistem mekanik

ABSTRACT

The electric lawn mower has advantages over gasoline-powered mowers, such as being environmentally friendly because it does not produce air pollution. Based on this, a grass cutter was designed that utilizes mechanical energy controlled by an ESC (Electronic Speed Control) and powered by a battery. The mechanical system design includes frame arrangement, combining the frame with connecting materials such as brackets, which will be produced, and final setup with the installation of electrical components, including the battery, cutting motor, driving motor, ESC, and servo motor. Testing was conducted to examine the mechanical system of converting a manual mower into a remote-controlled device. The tests included performance tests, rotation tests, cutting height tests, and storage tests. Tests on various terrains, such as flat ground, sandy soil, gravel, grassy terrain, tightly laid paving blocks, loose paving blocks, and asphalt, showed satisfactory results. The cutting height test revealed a minimum cutting height of 21.58 mm and a maximum of 44 mm. The remote-controlled lawn mower can rotate 90°, 180°, 270°, and 360° at the same point, and it can be stored in a storage case measuring 45 cm in length, 35 cm in width, and 20 cm in height. Based on the conducted tests, the electric remote-controlled lawn mower meets the research objectives.

Keywords: lawn mower, conversion, mechanical system

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji.....	iii
Halaman Persembahan.....	iv
Halaman Motto	v
Kata Pengantar.....	vi
Abstrak.....	viii
<i>Abstract</i>	ix
Daftar Isi	x
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar	xiv
BAB 1 Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Perancangan.....	2
1.5 Manfaat Perancangan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 Tinjauan Pustaka.....	4
2.1 Kajian Pustaka	4
2.2 Dasar teori.....	6
2.2.1 Teori Kesetimbangan.....	6
2.2.2 Mesin Pemotong Rumput	7
2.2.3 Mur Baut.....	7
2.2.4 3D Printing	8
BAB 3 Metode Penelitian	10
3.1 Alur Penelitian	10
3.2 Observasi.....	11
3.2.1 Rangka Pemotong Rumput Elektrik.....	11
3.2.2 Pemilihan Bahan Penyambung Rangka	12
3.2.3 Pemilihan Bahan Bracket Dinamo	12

3.3 Kriteria Desain	12
3.4 Perancangan Desain	13
3.5 Pembuatan sistem mekanik.....	13
3.5.1 Pembuatan Bahan Hasil Pemesinan 3D Printing	13
3.5.2 Pembuatan Bracket Dinamo	14
3.5.3 Perakitan.....	14
3.6 Pengujian.....	14
3.7 Peralatan dan Bahan.....	15
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Hasil Observasi	16
4.2 Proses Perancangan.....	20
4.2.1 Desain <i>part</i> Material PLA+.....	24
1. Braket Penyambung Rangka.....	24
a. Braket 90 Derajat.....	24
b. Braket 130 Derajat.....	25
c. Braket 140 Derajat.....	25
d. Braket <i>Frame to Frame</i>	26
2. Braket Dinamo Penggerak Utama.....	26
3. Roda Penggerak Utama.....	27
4. Braket Roda Penggerak Utama	27
5. Roda <i>Following</i>	28
6. Braket Atas Roda <i>Following</i>	28
7. Braket Bawah Roda <i>Following</i>	29
8. Braket Atas <i>Servo</i> Dinamo Mata Potong	29
9. Braket Penjepit Dinamo Mata Potong.....	30
10. Braket Baterai.....	30
11. Braket <i>Servo on/off</i>	31
12. Braket <i>V-belt</i> Dinamo Penggerak.....	31
13. Braket <i>Housing</i> Dinamo Penggerak Utama	32
14. Braket <i>Housing</i> Dinamo Mata Potong	32
4.2.2 <i>Assembly</i> Keseluruhan <i>Part</i> Mekanik	33
4.3 Pembuatan Sistem Mekanik.....	35
4.3.1 Rangka Galvanis	35
4.3.2 Proses Pemesinan 3D <i>Printing</i>	35

4.3.3 Perakitan Sistem Mekanik.....	36
4.3.4 Perakitan Sistem Elektrik.....	37
4.3.5 Pengujian.....	37
4.3.6 Desain <i>Part</i> Revisi	39
1. Braket <i>Housing</i> Dinamo Penggerak Utama (Alumunium 6061)	39
2. Braket <i>Housing</i> Dinamo Mata Potong (Alumunium 6061)	40
3. Tuas <i>Connector</i> Sistem <i>Adjustment Servo</i> ke Dinamo (PLA+)	41
4.3.7 Assembly Ulang Sistem Mekanik.....	41
4.3.8 Hasil Pemesinan Alumunium 6061 dengan CNC (<i>Computer Numerical Control</i>) dan Pemesinan PLA+ 3D <i>Printing</i>	43
4.3.9 Perakitan Ulang Sistem Mekanik	44
4.4 Hasil Pengujian	44
4.4.1 Uji Kinerja.....	44
4.4.2 Uji Hasil Ketinggian Potong	46
4.4.3 Uji Rotasi	48
4.4.4 Uji Penyimpanan.....	49
4.5 Pembahasan.....	50
BAB 5 Penutup	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran Atau Penelitian Selanjutnya.....	57
Daftar Pustaka.....	59
Lampiran	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan.....	16
Tabel 4.1 Perbandingan dimensi antar merek.....	16
Tabel 4.2 Perbandingan kelengkapan alat pemotong rumput konvensional.....	17
Tabel 4.3 Perbandingan material	18
Tabel 4.4 Perbandingan antara metode Las dan Braket Plastik.....	19
Tabel 4.5 Berat <i>sparepart</i> yang diperoleh	20
Tabel 4.6 Data Dimensi Koper	23
Tabel 4.7 Tabel Hasil Uji Kinerja.....	45
Tabel 4.8 Tabel Hasil Uji Potongan.....	47
Tabel 4.9 Tabel Hasil Uji Rotasi.....	48
Tabel 4.10 Perbandingan Karakteristik Material	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Alur Perancangan.....	10
Gambar 4.1 Contoh hasil pemesinan 3D <i>printing</i>	19
Gambar 4.2 Sketsa Tata Letak Komponen	21
Gambar 4.3 Simulasi Tata Letak Pembebanan	21
Gambar 4.4 Hasil Simulasi Diagram Lentur dan Potong	22
Gambar 4.5 Sketsa awal	22
Gambar 4.6 Sketsa kedua.....	23
Gambar 4.7 Braket 90 Derajat	25
Gambar 4.8 Braket 130 Derajat	25
Gambar 4.9 Braket 140 Derajat	26
Gambar 4.10 Braket <i>frame to frame</i>	26
Gambar 4.11 Braket dinamo penggerak utama.....	27
Gambar 4.12 Roda penggerak utama.....	27
Gambar 4.13 Braket roda penggerak utama	28
Gambar 4.14 Roda <i>following</i>	28
Gambar 4.15 Braket atas roda <i>following</i>	29
Gambar 4.16 Braket bawah roda <i>following</i>	29
Gambar 4.17 Braket atas <i>servo</i> dinamo mata potong	30
Gambar 4.18 Braket penjepit dinamo mata potong	30
Gambar 4.19 Braket baterai	31
Gambar 4.20 Braket <i>servo on/off</i>	31
Gambar 4.21 Braket V-belt dinamo penggerak	32
Gambar 4.22 Braket <i>Housing</i> Dinamo Penggerak Utama	32
Gambar 4.23 Braket <i>Housing</i> Dinamo Mata Pemetong	33
Gambar 4.24 Tampak Isometrik <i>Assembly</i>	33
Gambar 4.25 Tampak Samping <i>Assembly</i> Desain	34
Gambar 4.26 Tampak Atas <i>Assembly</i> Desain	34
Gambar 4.27 Tampak Depan <i>Assembly</i> Desain	34
Gambar 4.28 Proses Penataan Rangka Galvanis	35
Gambar 4.29 Proses Pemesinan 3D <i>Printing</i>	36
Gambar 4.30 Hasil Proses Pemesinan 3D <i>Printing</i>	36

Gambar 4.31 Hasil Penataan Rangka dan Letak <i>Part</i>	37
Gambar 4.32 Hasil Perakitan Komponen Elektrik dan Mekanik	37
Gambar 4.33 Uji Coba Alat di Atas Paving Blok Rapat.....	38
Gambar 4.34 Braket <i>Housing</i> Dinamo Mata Pemotong Mengalami Deformasi	38
Gambar 4.35 Braket <i>Housing</i> Dinamo Penggerak Utama Mengalami Deformasi.....	39
Gambar 4.36 Braket <i>housing</i> dinamo penggerak utama.....	40
Gambar 4.37 Braket <i>housing</i> dinamo mata potong	41
Gambar 4.38 Tuas <i>Connector</i> Sistem <i>Adjustment Servo</i> ke Dinamo	41
Gambar 4.39 Tampak Isometrik <i>Assembly</i>	42
Gambar 4.40 Detail <i>Assembly</i> Desain Revisi	42
Gambar 4.41 Tampak Atas <i>Assembly</i> Desain.....	42
Gambar 4.42 Tampak Depan <i>Assembly</i> Desain.....	42
Gambar 4.43 Hasil Proses Pemesinan CNC	43
Gambar 4.44 Hasil Proses Pemesinan 3D Printing.....	43
Gambar 4.45 Produk Hasil Akhir	44
Gambar 4.46 Sample Koper Penyimpanan Merek <i>Elle</i>	49
Gambar 4.47 Hasil Uji Penyimpanan	49
Gambar 4.48 Uji Alat pada Lapangan Voli	51
Gambar 4.49 Letak Baut Kendor	51
Gambar 4.50 Perbedaan Baut Biasa dan Lock nut	52
Gambar 4.51 Mekanisme <i>Sliding</i> pada Dinamo Pemotong.....	52
Gambar 4.52 Suhu pada Dinamo Pemotong.....	53

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Memiliki halaman luas berkewajiban untuk merawatnya, hal itu berpengaruh pada biaya perawatan. Mengurus halaman berbanding lurus dengan luasnya. Rumput misalnya, banyak cara yang dapat dilakukan agar rumput bisa menjadi rapi, bisa dengan sabit, gunting rumput atau dengan mesin pemotong rumput. Umumnya masyarakat memotong rumput menggunakan sabit maupun gunting. Namun ketika di hadapkan pada lahan yang luas cara tersebut kurang efektif dan efisien karena memerlukan waktu dan tenaga yang banyak. Hal itulah yang membuat mesin pemotong rumput dinilai sangat dibutuhkan serta memudahkan manusia saat memotong rumput agar kebersihan dan keindahan lingkungan tetap terjaga (Firdaus *et al.*, 2017).

Dalam sejarahnya mesin pemotong rumput berawal dari mesin bernama *sickle mower* yang berbentuk sabit dengan dua tumpuan sebagai pegangan. Kemudian mesin tersebut mempunyai perkembangan yang bernama mesin *Rotary mower* yang juga dikenal dengan drum mesin pemotong, memiliki sebuah bar yang berputar cepat, atau *disk* yang dipasang pada sebuah *bar*, dengan tepi yang tajam yang memotong tanaman (Toldo & Triyanto, 2022). Namun alat pemotong rumput yang ada dipasaran kebanyakan menggunakan tenaga motor bakar yang menghasilkan polusi udara jika dipergunakan. Sehingga munculah ide untuk membuat Alat Pemotong Rumput Elektrik (APRE) yang mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan alat pemotong rumput bertenaga motor bakar seperti ramah lingkungan karena tidak menghasilkan polusi udara, desain yang sederhana sehingga ringan dibawa dan suara yang dihasilkan jauh lebih kecil (Buyung, 2018).

Berdasarkan hal-hal tersebut maka dirancanglah sebuah pemotong rumput yang memanfaatkan energi mekanik yang dikendalikan oleh sebuah kontrol ESC (*Electronic Speed Control*), dimana ESC dapat memudahkan aktifitas manusia

dalam pekerjaannya bersifat lebih efisien dengan menggunakan baterai sebagai sumber energinya. Sehingga diharapkan mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak (BBM) sebagai sumber energinya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana rancangan sistem mekanik pada konversi alat pemotong rumput elektrik konvensional menjadi alat pemotong elektrik kendali jarak jauh?
2. Bagaimana hasil kinerja/fungsi alat setelah dilakukan konversi?

1.3 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah yang digunakan dalam proses perancangan ini yaitu:

1. Jenis alat yang di konversi adalah alat pemotong rumput elektrik konvensional merek IRONHOOF.
2. Konversi dari alat potong manual menjadi berpenggerak yang bisa dikendalikan dari jarak jauh.
3. Desain rancangan menggunakan aplikasi solidworks 2018.
4. Cakupan pemotongan seluas setengah lapangan voli (9 m x 9 m).
5. Kontur yang digunakan adalah kontur tanah datar, tanah datar berkerikil, paving blok rapat, paving blok renggang, tanah datar berpasir, rumput taman, rumput berkerikil, dan aspal.

1.4 Tujuan Perancangan

Tujuan dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat dan merancang sistem alat potong rumput elektrik manual menjadi alat potong rumput elektrik berkendali jarak jauh.
2. Menguji sistem mekanik pada hasil konversi alat pemotong manual menjadi kendali jarak jauh.

1.5 Manfaat Perancangan

Manfaat dari perancangan ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan pengetahuan mengenai sistem mekanik pada konversi alat potong rumput elektrik manual menjadi alat potong rumput elektrik kendali jarak jauh.
2. Mengetahui hasil pengujian pada konversi alat potong rumput elektrik kendali jarak jauh.
3. Dapat menjadi objek penelitian selanjutnya seputar konversi alat potong rumput manual menjadi alat potong rumput kendali jarak jauh.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini terbagi menjadi 5 bab, di mana setiap bab memiliki beberapa sub bab sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada bagian ini menjelaskan terkait latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan perancangan, manfaat perancangan, dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini berisikan teori dan kajian pustaka yang mendukung pengerjaan tugas akhir.

BAB III : METODE PENELITIAN

Pada bagian ini berisikan alur perancangan, kriteria desain serta alat dan bahan yang digunakan dalam proses perancangan.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini berisikan tentang analisis data hasil perancangan yang telah dilakukan untuk mendapatkan suatu kesimpulan.

BAB V : PENUTUP

Pada bagian ini berisikan kesimpulan dari perancangan sistem mekanik pada konversi alat potong rumput manual menjadi alat potong rumput kendali jarak jauh

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Telah dilakukan penelitian sistem kemudi kapal berbasis *wireless* menggunakan remot kontrol. Perancangan sistem kendali kapal remot kontrol menggunakan *joystick shield* Arduino. Penelitian diawali dengan melakukan analisa dari NRF24L01 berdasarkan model kapal dan remot kontrol yang diterapkan pada sistem. *Output* yang dihasilkan NRF24L01 berupa nilai *analog*. Hasil *output* kapal akan terus berubah-ubah meskipun kapal dalam keadaan diam, karena sensor NRF24L01 memiliki kelemahan dalam hal menentukan nilai yang konstan. Dalam Pengujian ini *joystick* keatas atau sudut arah gerak (Y), dimana kondisi kapal ini didalam program menunjukkan perintah maju. Sedangkan *joystick* kekanan atau sudut arah gerak (X), kondisi kapal didalam program menunjukkan perintah belok ke kanan yang terdapat pada rangkaian pemancar (*Transmitter*). Koordinat *joystick* dapat ditampilkan pada tampilan LCD (*Liquid Crystal Display*) dan nilai pada tombol *analog* ini yang diambil dari salah satu nilai menunjukkan hasil X : 0,338 dan Y : 0,682 , maka kondisi kapal adalah maju. Untuk mengetahui posisi kendali kapal remot kontrol menggunakan koordinat arah yang sudah di tentukan yang akan menghasilkan nilai sumbu x dan y (Tamaji *et al.*, 2020).

Dilakukan rancang bangun robot mobil control sederhana menggunakan Arduino berbasis android *system*. Mobil remot kontrol menggunakan 2 motor/servo yang berfungsi sebagai maju atau mundur dan belok kiri atau kanan. Otak Arduino-uno menggunakan *chipset mikrokontroler* ATMega8, ATMega168 atau ATMega328. *Output* arduino bertegangan 5v dan arus 40mA yang artinya beban/daya maksimum beban adalah 0,2W. Untuk menjaga agar *chipset mikrokontroler* tidak rusak, kita membutuhkan komponen tambahan sebagai penguat atau kita sebut motor *drive*. Ada beberapa IC (*Integrated Circuit*) yang dapat digunakan sebagai motor drive, salah satunya IC L298. IC memiliki 4 pin *input*, 4 pin *output*, vcc, vs, dan *ground*. Dua input dihubungkan dengan pin arduino

untuk mengontrol tegangan maju atau mundur dan 2 pin input lagi untuk mengontrol motor yang lainnya. Proses kerja mobil remot kontrol ini sebagai berikut, jika pengguna menekan tombol maju/atas maka kedua motor berputar arah maju, jika tombol kiri yang di tekan maka motor kanan berputar maju dan motor kiri berputar mundur, begitu sebaliknya untuk tombol kanan maka motor kiri berputar maju dan motor kanan berputar mundur, jika tombol bawah ditekan maka kedua motor berputar mundur, tombol *stop* akan memberikan nilai 0 ke semua *output* yang artinya tidak ada motor yang bekerja (Setiawan, 2016).

Perancangan sistem kendali jarak jauh pada traktor roda 2 menggunakan Arduino melibatkan perangkat tambahan berupa sistem kontrol nirkabel dan SPC *Wireless Interface*. Selain itu, sejumlah sensor lain dapat digunakan, termasuk modul untuk penyimpanan data, penghalang, *potensiometer* untuk penginderaan posisi, dan sensor *ultrasonik* untuk sensor suhu. *Mikrokontroler* Arduino Uno ATmega 328p mengontrol sensor - sensor tersebut. Hasil perancangan sistem kendali jarak jauh traktor, dimana sistem kontrol kemudi dengan SPC *Wireless Gamepad Interface* bekerja dengan cara mengirimkan logika tinggi atau rendah dari modul pemancar melalui media nirkabel pada pita frekuensi 2,4 Ghz ke modul penerima, yang kemudian mengubah logika menjadi rangkaian keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*) (Poerbaningtyas *et al.*, 2013). Mode pengoperasian *Gamepad*, dalam hal ini mode digital, dapat digunakan untuk mengatur penyampaian logika dengan menggunakan tombol kiri depan dan kanan depan untuk arah belok. *Servo* diputar melalui PWM modul penerima. Salah satu sensor pada traktor adalah sensor *ultrasonik* yang dipasang di depannya dan berfungsi sebagai pendeteksi jarak. Jika traktor di *remote* akan membunyikan alarm (*buzzer*). *Mikrokontroler* Arduino Uno ATmega 328p bertugas mengontrol sistem kerja sensor yang meliputi inisialisasi program, pembacaan, pemrosesan, dan penyimpanan data (Saparno, 2008).

2.2 Dasar teori

Berikut merupakan dasar teori dari perancangan alat menggunakan beberapa landasan teori yang digunakan untuk mendasari teori pada perancangan alat ini.

2.2.1 Teori Keseimbangan

Sebuah benda dapat bergerak karena ada gaya. Gaya dapat menyebabkan perubahan pada benda, yaitu perubahan bentuk, sifat gerak benda, kecepatan, dan arah gerak benda. Hukum I Newton menyatakan bahwa: Setiap benda tetap berada dalam keadaan diam atau bergerak dengan laju tetap sepanjang garis lurus, kecuali jika diberi gaya total yang tidak nol. Jika sebuah benda diam, benda dikatakan dalam keseimbangan statik. Gaya yang bekerja pada benda dapat menentukan keseimbangan statik. Keseimbangan statik mempunyai banyak penerapan, terutama dalam bidang teknik, contohnya gaya-gaya yang diberikan oleh kabel jembatan gantung harus diketahui agar kabel dapat dirancang cukup kuat untuk menunjang jembatan. Keseimbangan adalah suatu kondisi benda dengan resultan gaya dan resultan momen gaya sama dengan nol. Ada dua kondisi yang harus dipenuhi oleh sebuah benda untuk dapat mencapai keadaan keseimbangan statis. Keseimbangan sebuah benda diklasifikasikan menurut tiga kategori, yaitu stabil, tak stabil, dan netral. Keseimbangan stabil merupakan keseimbangan gaya yang terjadi bila torsi atau gaya yang muncul karena perpindahan kecil dari benda yang memaksa benda itu kembali ke arah posisi kesetimbangannya. Keseimbangan tak stabil adalah keseimbangan gaya yang terjadi bila gaya-gaya atau torsi yang muncul karena perpindahan kecil dari benda memaksa benda menjauhi posisi kesetimbangannya. Keseimbangan netral merupakan keseimbangan gaya terjadi bila tidak ada torsi atau gaya yang bekerja sehingga tidak memaksa untuk menjauh dan netral jika tidak ada torsi atau gaya yang menggerakkan ke salah satu arah, karena sedikit diganggu. Pada umumnya kita akan berhubungan dengan gaya-gaya yang bekerja pada bidang, sehingga kita biasanya memerlukan komponen x dan y . Keseimbangan biasa terjadi pada benda yang diam (statik), contoh: semua bangunan gedung, jembatan, dan pelabuhan. Benda yang bergerak lurus beraturan

(dinamik), contoh: gerak meteor di ruang hampa, gerak kereta api di luar kota, elektron mengelilingi inti atom, dan lain-lain. Benda tegar adalah benda yang tidak berubah bentuknya karena pengaruh gaya dari luar. Partikel adalah benda yang ukurannya dapat diabaikan dan hanya mengalami gerak translasi (tidak mengalami gerak rotasi). Syarat kesetimbangan partikel. $\Sigma F = \rightarrow \Sigma F_x = \Sigma F_y = 0$ (Trisnowati dan Ismiyatun, 2017).

2.2.2 Mesin Pemotong Rumput

Mesin pemotong rumput adalah pemotong rumput yang memotong berdasarkan benturan (*impact*) pisau terhadap rumput (*free cutting*) dengan kecepatan putaran tinggi. Pada mesin pemotong ini kecepatan putar dan ketajaman pisau akan sangat berpengaruh terhadap kualitas hasil pemotongan. Ada beberapa jenis pemotong rumput, berdasarkan cara kerja mata pisaunya, Mesin pemotong rumput terdiri dari dua jenis mata potong yaitu tipe *rotary* dan tipe menggunting (*reel mower*). Berdasarkan cara penggunaannya ada yang digunakan dengan cara di gendong dan di dorong. Berdasarkan sumber dayanya, ada dua tipe yaitu menggunakan bahan bakar bensin dan sumber daya berupa baterai atau elektrik. Untuk jenis pemotong bensin memiliki dua tipe yaitu 4 langkah (*4 stroke*) dan 2 langkah (*2 stroke*). Kecepatan putar Pisau rata-rata menggunakan tenaga motor dengan daya 1 hp yang mempunyai kecepatan putar 1800 rpm (Kahar, 2018). Untuk jenis mata pisau pada pemotong rumput dibagi menjadi beberapa jenis seperti mata pisau senar, mata pisau panjang (baling-baling), dan mata pisau gergaji.

2.2.3 Mur Baut

Fungsi sambungan adalah mengalihkan gaya-momen internal dari satu komponen struktur ke komponen lain sehingga pembebanan dapat diteruskan ke pondasi. Dari perancangan transportasi, perencanaan baut dan mur sangat di perlukan karena baut dan mur juga merupakan suatu komponen pendukung terciptanya suatu perancangan. Pada umumnya baut dan mur digunakan untuk menjepit dua bagian dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang di tabkan pada salah satu bagian (Lazuardi, 2018).

Baut dan mur merupakan suatu elemen mesin yang berfungsi untuk menyambung dua buah elemen dengan sambungan yang dapat dilepas. Baut dilengkapi dengan ulir luar dan pada ujungnya dilengkapi dengan kepala berbentuk segi enam, segi empat atau bundar untuk baut L dan sekrup. Sedangkan mur dilengkapi dengan ulir dalam dan pada sisi luar dibentuk segi enam atau segi empat untuk mengencangkan. Ada bermacam-macam bentuk baut dan mur yang digunakan dalam suatu konstruksi tergantung kegunaannya. Ada beberapa tipe baut, diantaranya adalah baut heksagonal, baut U dan baut tanam. Baut kepala heksagonal adalah tipe baut paling umum. Beberapa diantaranya memiliki *flange* dan *washer* dibawah kepala baut. Baut U adalah baut yang digunakan untuk menyambungkan pegas-pegas daun pada *axle*. Mereka disebut “Baut-U” karena bentuknya menyerupai huruf “U. Baut tanam, baut ini digunakan untuk mencari part pada part lain atau untuk memudahkan perakitannya. Selanjutnya Adapun beberapa jenis dari mur yaitu mur heksagonal, mur bertutup, dan mur bergalur (*castle Nut*). Mur heksagonal, mur tipe ini adalah yang paling umum digunakan. Beberapa diantaranya memiliki *flange* dibawah mur. Mur Bertutup, mur ini digunakan sebagai mur-mur hub roda alumunium dan memiliki tutup yang menutup alur-alurnya. Mur-mur ini digunakan untuk mencegah agar ujung-ujung baut tidak berkarat atau untuk tujuan estetika. Mur Bergalur (*Castle Nut*) mur ini memiliki galur silinder bergalur. Untuk mencegah agar mur tidak berputar dan menjadi kendur, sebuah *cotter pin* dimasukkan ke dalam galur. Mur-mur ini digunakan pada berbagai macam persambungan seperti pada sistem kemudi (Tayu dan Pandaleke, 2017).

2.2.4 3D Printing

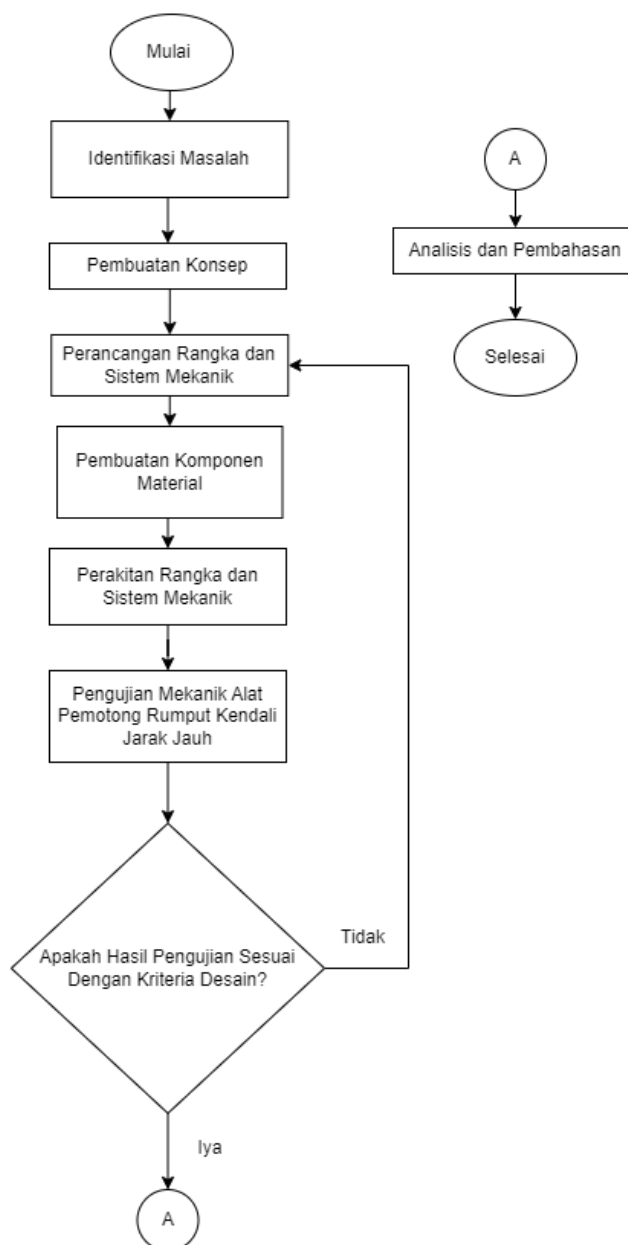
Teknologi yang sedang berkembang di dunia manufaktur adalah teknologi cetak tiga dimensi (*3D printing*), yaitu sebuah teknologi baru untuk memproduksi benda tiga dimensi dari sebuah gambar *Computer Aided Design* (CAD). Penerapan teknologi *3D printing* ini banyak digunakan dalam pembuatan purwarupa, pembuatan suku cadang peralatan dan aplikasinya di bidang medis atau kesehatan gigi (Syarifudin., et al). Berdasarkan metode dalam membentuk suatu objek, 3D

printing dibedakan menjadi beberapa jenis, Banyak proses dan teknologi pencetakan, beberapa metode melelehkan atau melembutkan bahan untuk menghasilkan lapisan, misalkan Selective Laser Melting (SLM), sintering laser selektif (*Selective Laser Sintering/SLS*), pemodelan deposisi menyatu (FDM), sementara cara lain memadatkan bahan cair menggunakan teknologi lain yang berbeda, misalkan *stereolithography* (SLA) atau dengan metode *Laminated Object Manufacturing* (LOM). Diantaranya yang paling banyak digunakan yakni SLA (*Stereolithography*) dan FDM (*Fused Deposition Modelling*). Metode FDM lebih banyak digunakan karena metode ini cenderung lebih mudah prosesnya. Pada 3D printing FDM, dalam membentuk suatu objek dengan cara mengekstrusi material berupa plastik filamen diatas sebuah bidang datar (*base plate*). Material yang biasa digunakan pada 3D printing jenis FDM yakni plastik jenis *thermoplastic* yang kemudian dalam prosesnya diekstrusi pada *nozzle* pemanas. Beberapa plastik jenis thermoplastik yang biasa digunakan sebagai bahan filamen 3D *printing* diantaranya yakni PLA, ABS, PETG, TPU, PP, dan Nilon. Diantara jenis – jenis filamen 3D printing, yang paling banyak digunakan yakni jenis PLA (*Polylactic Acid*). PLA merupakan biopolimer atau polimer yang dihasilkan dari bahan alami yang tentunya bersifat *biodegradable* atau dapat dengan mudah diuraikan. Filamen ini tidak membutuhkan temperatur *nozzle* yang tinggi untuk proses cetaknya. Tidak seperti filamen ABS yang membutuhkan temperatur *nozzle* diatas 230 °C, filamen PLA ini sudah dapat dicetak dengan rentang temperatur *nozzle* 190 – 220 °C. Selain itu dari harga filamen jenis PLA cenderung lebih murah dari filamen jenis lain, sehingga filamen ini cenderung banyak digunakan (Setyawan dan Ngadiyono, 2022).

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Tahapan yang dilaksanakan dalam proses perancangan dan pembuatan dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Alur Perancangan

Berdasarkan Gambar 3.1, proses awal yang dilaksanakan adalah mengidentifikasi masalah yang dilanjutkan studi literatur dan observasi. Hal tersebut dilakukan dengan cara mencari data informasi mengenai sistem kerja alat manual menjadi kendali jarak jauh. Selain itu pada tahap tersebut juga mencari sistem kinerja yang baik untuk mengarahkan kriteria desain yang cocok digunakan dalam perancangan desain sistem kendali. Pada tahap observasi juga dilakukan perhitungan putaran motor listrik untuk mengetahui torsi yang diberikan oleh motor tersebut. Selanjutnya adalah menentukan kriteria sistem mekanik yang disesuaikan dengan batasan masalah dan kebutuhan proses konversi dari alat pemotong rumput elektrik manual menjadi alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Kemudian melakukan perancangan sistem mekanik yang sesuai dengan kriteria sistem mekanik yang ditentukan. Kegiatan dilanjutkan dengan perakitan rangka dan sistem mekanik yang kemudian dilakukan pengujian alat guna mengetahui alat tersebut berhasil melakukan pengujian atau tidak, dan mengetahui hasil pengujiannya.

3.2 Observasi

Observasi yang dimaksud bertujuan untuk mengetahui tahapan awal sebelum melakukan perancangan rangka dan sistem mekanik pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Kegiatan observasi penting dilakukan agar tujuan, fungsi, dan keefektifitasan sistem mekanik yang dirancang dapat dicapai dengan baik. Observasi yang dilakukan sebagai berikut:

3.2.1 Rangka Pemotong Rumput Elektrik

Dalam tahap perancangan ini diperlukan bahan baku yang ringan dan kokoh untuk difungsikan sebagai rangka utama. Berbagai jenis dan spesifikasi komponen ini sangat bermacam macam dan berbeda, hal ini dikarenakan kebutuhan yang berbeda-beda pada penggunaannya. Pemilihan bahan berupa galvanis pada perancangan rangka dan sistem mekanik mengacu pada 3 pokok kriteria yaitu ringan, murah dan mudah ditemukan.

3.2.2 Pemilihan Bahan Penyambung Rangka

Sambungan rangka merupakan suatu konsep rancangan yang berfungsi untuk menyambungkan antara rangka satu dengan yang lain. Pemilihan sambungan rangka di kolaborasikan dengan menggunakan komponen hasil pemesinan 3D *printing*. Komponen hasil pemesinan berupa siku yang berbahan PLA di gunakan untuk menyambungkan komponen antar rangka dengan acuan alat pemotong rumput elektrik ini dapat di lepas pasang sehingga menghindari adanya pengelasan pada perancangan rangka.

3.2.3 Pemilihan Bahan *Bracket* Dinamo

Dinamo adalah komponen penggerak utama dalam perancangan ini, ada dua jenis dinamo yang digunakan dalam perancangan ini. Satu sebagai penggerak mata pemotong dan 2 dinamo lainnya sebagai penggerak utama. Dinamo bersifat dinamik atau selalu bergerak dalam sebuah alat ketika di operasikan. Dinamo menghasilkan sebuah energi berupa panas sehingga komponen yang mencekam bahan ini tidak bisa di lakukan oleh semua bahan. Pemilihan bahan berupa Alumunium 6061 dilakukan dengan acuan bahan tersebut memiliki ketahanan panas yang baik dan memiliki titik lebur yang tinggi sehingga alumunium dapat mencekam atau menahan panas dengan baik.

3.3 Kriteria Desain

Dalam suatu proses desain, penting untuk dipertimbangkan sejak awal bagaimana inovasi atau pengembangan yang akan ditingkatkan dalam perancangan tersebut dari segi material, peralatan dan keahlian yang dibutuhkan. Kriteria desain adalah tujuan eksplisit yang harus dicapai suatu proyek agar berhasil. Proses penentuan kriteria desain mempertimbangkan unsur ergonomi sesuai dengan kondisi awal alat pemotong rumput elektrik konvensional yang akan di rubah menjadi berkendali jarak jauh.

3.4 Perancangan Desain

Perancangan desain diawali dengan observasi untuk dapat menentukan posisi instalasi komponen-komponen yang akan digunakan. Seperti penentuan bentuk rangka, ukuran panjang dan lebar rangka, jumlah roda, letak braket *housing* dinamo pemotong, braket dudukan dinamo penggerak pada dua sisi, braket siku penyambung rangka, roda utama, *following wheels*, braket *servo*, posisi *receiver*, posisi ESC (*Electronic Speed Controller*), breket mata potong, breket roda, dan breket *slider* dinamo penggerak. Adapun proses perancangan desain yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pelepasan komponen-komponen yang tidak digunakan.
2. Penentuan penggunaan komponen yang akan digunakan kembali.
3. Penentuan penggunaan komponen tambahan untuk mendukung komponen bawaan pabrik.
4. Pengukuran pada setiap komponen yang akan digunakan dengan rangka.
5. Pembuatan sketsa gambar komponen utama, komponen tambahan dan pendukung.
6. Perancangan desain menggunakan *software SolidWorks 2018*.
7. Pembuatan *2D Drawing*.

3.5 Pembuatan Sistem Mekanik

Proses pembuatan sistem mekanik pada alat pemotong rumput kendali jarak jauh memiliki beberapa langkah pembuatan sebagai berikut:

3.5.1 Pembuatan Bahan Hasil Pemesinan 3D *Printing*

Proses pembuatan sambungan rangka, roda dan bracket support meliputi *bracket adjustment gear*, *bracket* roda, dan *bracket servo* memiliki beberapa langkah dalam proses produksinya, yaitu:

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Membuat desain sesuai dengan kebutuhan sudut, dan ketebalan komponen.
3. Melakukan pemesinan *3D printing* sesuai dengan desain yang telah di buat.

4. Proses *finishing* dengan membersihkan *support* yang masih tersisa.

3.5.2 Pembuatan *Bracket* Dinamo

Proses pembuatan bracket Dinamo memiliki beberapa langkah dalam proses produksinya, yaitu:

1. Persiapan alat dan bahan.
2. Pengukuran dan pemotongan bongkahan Alumunium sesuai dengan desain yang sudah dibuat.
3. Melakukan pemesinan CNC pada tiap bahan yang sudah disiapkan.
4. Proses *finishing* dengan pengamplasan.

3.5.3 Perakitan

Proses perakitan alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dengan pemasangan komponen yang sudah ditentukan berupa rangka dan *bracket* yang sudah disiapkan. Langkah-langkah perakitan sebagai berikut:

1. Persiapan seluruh alat dan bahan.
2. Pemasangan komponen-komponen alat pemotong rumput elektrik ke rangka dengan *bracket* yang sudah dibuat.
3. Perakitan komponen pendukung, seperti kabel dan soket.

3.6 Pengujian

Setelah dilakukan perakitan sistem mekanik pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh, selanjutnya dilakukan proses pengujian pada alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kinerja alat setelah diubah menjadi berkendali jarak jauh dengan metode *test* alat untuk menguji kinerja diatas medan yang berbeda, hasil rotasi alat, hasil ketinggian potong rumput maksimal, hasil ketinggian potong rumput minimal dan uji penyimpanan. Pengujian dilakukan dengan parameter yang ditentukan berupa:

1. Pengujian kinerja pada medan yang bervariasi untuk mengetahui gerak alat tersebut saat dioperasikan di tanah datar, tanah berkerikil, tanah berpasir, tanah berumput, paving blok rapat, paving blok renggang dan aspal.
2. Pengujian rotasi pada alat untuk mengetahui gerakan rotasi dari 0° (posisi awal), 90°, 180°, 270° dan 360° (derajat), dengan mengarahkan *throttle remote* ke salah satu sisi baik kanan maupun kiri.
3. Pengujian hasil potong rumput yang dilakukan di medan datar dengan posisi potensio 0% sampai dengan potensio 100% dengan maksud mengetahui titik terendah dan titik tertinggi mata pemotong pada dinamo yang di kaitkan pada *servo* untuk mengetahui hasil ketinggian rumput setelah dilakukan pemotongan.
4. Pengujian hasil penyimpanan yang dilakukan dengan memasukkan alat ke dalam koper penyimpanan untuk mengetahui hasil perancangan alat tersebut ketika ingin dibawa berpergian maupun disimpan.

3.7 Peralatan dan Bahan

Perancangan yang dilakukan memerlukan peralatan dan bahan yang digunakan untuk menunjang proses perancangan produk. Berikut peralatan dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1 Alat dan Bahan

Alat	Bahan
Laptop	<i>Galvanis</i>
Mesin CNC	PLA
Mesin 3D <i>Printing</i>	<i>Aluminium 6010</i>
Gerinda	Mur
Bor Listrik	Baut
Mesin <i>Porting</i>	Akrilik
<i>Handphone</i>	Kabel <i>ties</i>
	<i>Belt</i>

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Observasi

Dalam studi literatur, pencarian data terkait perancangan dan pengujian konversi alat pemotong rumput elektrik manual menjadi kendali jarak jauh. Pada tahap pertama, melakukan observasi lapangan yang akan dijadikan acuan dalam penelitian ini. Lapangan yang diobservasi yaitu lapangan bola dengan ukuran 105 m (panjang) x 70 m (lebar). Lalu mencari data mengenai tinggi rumput yang digunakan di lapangan bola didapatkan data yaitu minimal 2 cm dan maksimal 4 cm. Pengukuran luas lapangan dan ketinggian rumput dilakukan di lapangan bola Universitas Islam Indonesia tepatnya di sebelah timur Fakultas Hukum. Pencarian data yang digunakan perancangan tahap selanjutnya adalah jenis dan dimensi pemotong rumput tipe dorong. Jenis dan dimensi tersebut dapat dilihat di tabel 4.1.

Tabel 4.1 Perbandingan dimensi antar merek

Merek	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Berat (kg)
Tasco TLM-18E	80	56	44	35
Tosita TS-S46	77	53.5	46.5	31
Yamamoto SM4605	76	55	43.5	33,5

Berdasarkan tabel 4.1, didapatkan hasil penggunaan dimensi yang akan diaplikasikan untuk membuat *prototype* dari alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Mesin pemotong dorong memiliki rata-rata diameter mata potong yang digunakan sebesar 460 mm – 500 mm yang terdapat di tengah-tengah alat tersebut. Sedangkan yang akan digunakan dalam perancangan dibatasi menggunakan bentangan mata potong gendong yang memiliki rata rata bentangan mata potong

sebesar 300 mm – 350 mm. Penentuan dimensi juga dipengaruhi oleh penggunaan bahan rangka yang diminimalisir sehingga dapat mengurangi bobot untuk alat ini.

Setelah dilakukan penentuan batas ukuran dimensi dengan data pada tabel 4.1, dibandingkanlah alat yang akan dikonversi yaitu alat pemotong rumput elektrik konvensional yang dijual di pasaran atau *marketplace*, tabel 4.2 adalah perbandingan antar merek:

Tabel 4.2 Perbandingan kelengkapan alat pemotong rumput konvensional

Merek	Kelengkapan				Harga
	Mata pisau	Baterai	<i>Charger</i>	<i>Toolkit</i>	
Morris	4 set	24 V	Dapat	Dapat	Rp.575.000
Ironhoof	4 set	36 V	Dapat	Dapat	Rp.519.000
Xenon	4 set	20 V	Dapat	Tidak	Rp.535.000

Berdasarkan perbandingan yang telah dilihat dari tabel 4.2, maka ditentukan dan dipilih alat konvensional dengan menggunakan IRONHOOF 36V untuk diambil beberapa bagian *partnya* dan dirancang ulang menjadi kendali jarak jauh. Perbandingan harga yang cukup murah diantara pilihan lainnya dengan kelengkapan *part* yang sama. Alat ini dipilih dengan alasan baterai yang dimiliki oleh alat ini paling besar diantara kompetitor lainnya yaitu kapasitas baterai li-ion sebesar 36V.

Proses selanjutnya yaitu dilakukan observasi terhadap literatur pasar terkait berbagai jenis bahan material yang tersedia di toko material. Bahan yang akan digunakan untuk membuat rangka utama dalam perancangan sistem mekanik dibatasi dengan teknis pemilihan bahan berupa logam bentuk *hollow* (persegi empat) dengan penentuan dimensi 15 mm x 15 mm x 2 mm x 6 m mempertimbangkan unsur kekuatan material, mudah didapatkan dan ekonomis. Jenis material yang dibandingkan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perbandingan material

<i>Hollow</i> 15 mm x 15 mm x 2 mm Panjang 6 m	
Galvanis	Besi hitam
Berat 2,83 kg	Berat 3,64 kg
Berkarat dalam jangka waktu lama	Berkarat dalam waktu dekat
Harga Rp.63.000	Harga Rp.45.000

Berdasarkan tabel 4.3, dipilih galvanis sebagai bahan utama pembuatan rangka. Galvanis memiliki keunggulan yang lebih dibandingkan besi hitam. Pertama, galvanis memiliki berat yang relatif lebih ringan dari pada material besi hitam. Selain itu perbandingan harga tidak cukup jauh dan kualitas bahan yang dapat bertahan dari karat lebih baik dari besi hitam.

Selanjutnya, dilakukan observasi terhadap referensi penyambungan antar rangka. Pemilihan metode penyambungan rangka terinspirasi dari barang-barang komersial di *marketplace*. Pemilihan sambungan antar rangka disesuaikan dengan tujuan model pembuatan alat ini yaitu dapat dipasarkan secara luas dan memiliki metode perakitan yang mudah sehingga alat mudah dibongkar pasang. Setelah observasi yang cermat, ditemukan bahwa ada dua opsi penyambung rangka yang menjadi pilihan, yaitu metode las (sambung permanen) dan braket plastik. Untuk opsi las, dipertimbangkan karena material berbahan galvanis dapat dilakukan pengelasan sehingga antara rangka satu dan lainnya dapat terhubung dengan kuat dan rapi. Sementara opsi braket plastik ditentukan untuk mendukung tujuan utama dalam model perancangan yaitu dapat dibongkar pasang seperti mainan atau alat-alat komersial yang tersedia di pasaran dengan sistem *plug and play*. Kedua opsi tersebut memiliki tujuan sama yaitu untuk menyambung rangka namun dengan metode yang berbeda. Perbandingan antara metode las dan braket plastik dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbandingan antara metode Las dan Braket Plastik

Las	Braket Plastik
Permanen	Lepas pasang
Kaku	Fleksibel
Setting rangka yang kurang mudah	Setting rangka mudah

Braket plastik memiliki keunggulan untuk membongkar pasang alat lebih mudah pada saat perancangan dibandingkan dengan metode las berdasarkan tabel 4.4. Pembuatan braket plastik diawali dengan membuat desain pada aplikasi *solidworks* dengan mengatur bentuk dan sudut yang dibutuhkan. Selanjutnya braket plastik dapat diproduksi dengan metode *3D printing*. Bahan yang digunakan dalam pemesinan *3D printing* yaitu PLA +. Alasan digunakannya bahan ini yaitu mudah dicetak, dapat digunakan pada suhu yang cukup baik (200-230°C) dan tidak memerlukan *platform* pemanas. Bahan PLA+ cenderung tidak melengkung serta memiliki permukaan yang lebih halus secara alami setelah pencetakan. Dengan harga yang terjangkau yaitu Rp.1000/gr, bahan mudah didapatkan, dan ketersediaan vendor yang memadai menjadikan *3D printing* pilihan yang tepat untuk memenuhi kebutuhan sistem penyambungan rangka pada alat ini.



Gambar 4.1 Contoh hasil pemesinan *3D printing*

Proses perancangan sistem mekanik alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh terdapat kriteria desain yang wajib terpenuhi agar hasil perancangan yang diperoleh optimal. Berikut merupakan kriteria desain dari alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh:

1. Alat dapat bergerak di permukaan datar bertanah, berkerikil, dan berumput.
2. Alat dapat memotong rumput dengan ketinggian minimal 2 cm dan maksimal 4 cm.
3. Menggunakan material yang tahan karat, ringan dan mudah ditemukan di pasaran.
4. Alat mudah dibawa bepergian dan disimpan dengan dimensi penyimpanan berupa koper *hardcase*.
5. Alat bisa berputar dengan radius 360 derajat.

4.2 Proses Perancangan

Hasil observasi dan studi literatur yang dilakukan, didapatkan spesifikasi dan jenis komponen yang sesuai dengan kriteria desain yang sudah ditentukan. Pada tahap perancangan rangka dilakukan dengan membeli alat pemotong rumput konvensional bermerek IRONHOOF. Kemudian alat ini di bongkar dan didapatkan beberapa bagian yang akan digunakan kembali seperti dinamo pemotong, baterai, mata pemotong dan kabel penyambung. Setelah didapatkan semua *part* yang akan digunakan kembali, dilakukan penimbangan berat dari dinamo, baterai dan *part* elektrik tambahan untuk menentukan kesetimbangan rangka pada letak mata potong dan letak baterai. Berat pada *part* bisa dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Berat *sparepart* yang diperoleh

Jenis <i>part</i>	Berat (gram)	Jumlah (<i>pcs</i>)
Dinamo pemotong	261	1
Dinamo penggerak	179	2
Baterai li-ion	525	1
Baterai lipo	236	1
<i>Servo</i>	65	2
ESC (<i>Electric Speed Control</i>)	41	2

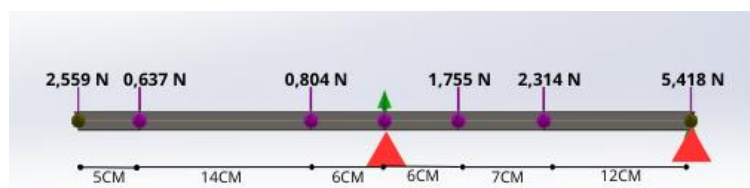
Setelah dilakukan penimbangan terhadap *part* yang akan digunakan, di bentuklah skema peletakan motor dan *part* lainnya dengan mempertimbangkan

bagian pada motor pemotong lebih ringan dari bagian penyimpanan baterai dan motor dinamo penggerak sebagai titik tengahnya. Berikut adalah gambar hasil peletakan atau pemosisian *part*.



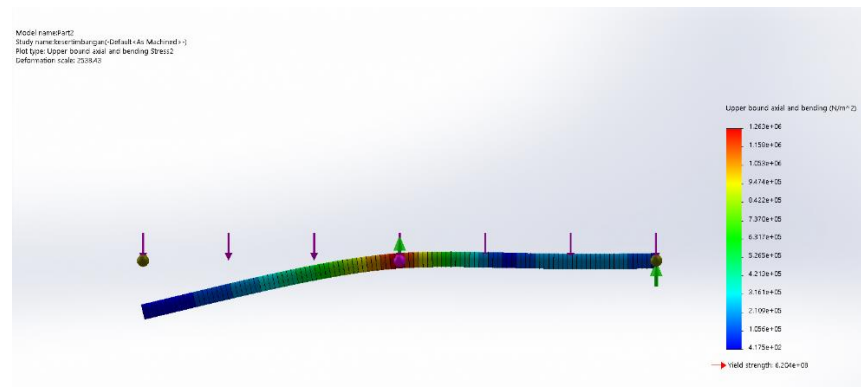
Gambar 4.2 Sketsa Tata Letak Komponen

Gambar 4.2 merupakan gambaran awal perancangan tata rangka dan komponen alat pemotong rumput kendali jarak jauh. Desain perencanaan tata letak rangka dan komponen dilakukan dengan memperhatikan kesetimbangan yang terjadi di alat tersebut dengan dinamo penggerak menjadi penengah. Dinamo penggerak utama dan roda belakang dijadikan sebagai acuan *fix geometry* pada simulasi ini, sedangkan komponen lainnya berfungsi sebagai *external loads* atau beban yang akan di tumpu. Perhitungan secara mekanis terkait beban yang akan di beban terhadap rangka adalah sebagai berikut



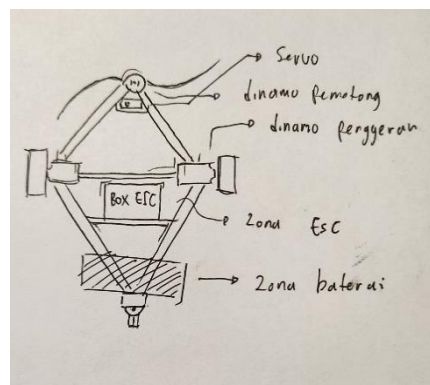
Gambar 4.3 Simulasi Tata Letak Pembebanan

Setelah di tentukan letak atau posisi pada masing-masing *part*, dilakukan simulasi untuk mengetahui diagram potong dan diagram lentur. Berikut adalah hasil dari simulasi tersebut



Gambar 4.4 Hasil Simulasi Diagram Lentur dan Potong

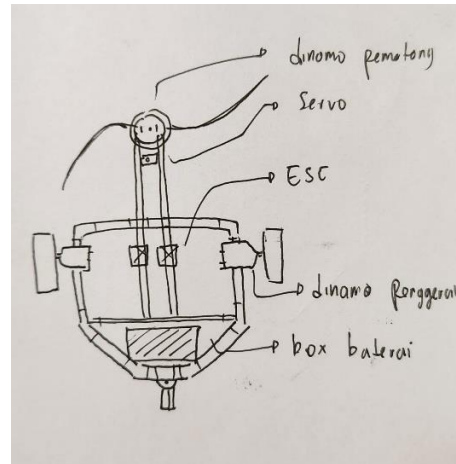
Selanjutnya dilakukan sketsa atau pembuatan gambaran rangka yang akan dirancang untuk menopang barang-barang tersebut hingga menjadi alat pemotong rumput kendali jarak jauh. Berikut adalah sketsa pemotong rumput awal.



Gambar 4.5 Sketsa awal

Setelah dilakukan sketsa pertama, didapatkan hasil berupa gambar diatas. Penataan *part* dan dynamo juga mempertimbangkan beberapa faktor seperti estetika dan kekuatan material, maka dari itu dilakukan sketsa ulang untuk memperoleh

hasil yang lebih baik dan memiliki nilai estetika yang lebih dari desain pertama. Berikut adalah hasil sketsa yang ke dua.



Gambar 4.6 Sketsa kedua

Setelah dilakukan sketsa ulang didapatkan hasil sketsa seperti berikut. Ditetapkan bentuk awal untuk perancangan rangka dengan desain seperti pada gambar 4.4. Desain sketsa kedua dipilih dengan alasan sketsa desain ini lebih memperhatikan estetika setelah tahap kesetimbangan, maka desain ini dijadikan acuan untuk penyusunan letak rangka besi galvanis dan penyambungan antar rangka pada proses perancangan tahap awal.

Pada tahap berikutnya menentukan ukuran yang akan digunakan sebagai dimensi pada alat ini. Dengan acuan dari kriteria desain yaitu alat ini dapat dimasukkan kedalam koper penyimpanan supaya dapat dengan mudah dibawa bepergian atau mudah dalam penyimpanannya. Dilakukan pengukuran dan pencarian data terkait dimensi umum pada koper penyimpanan dengan data sebagai berikut.

Tabel 4.6 Data Dimensi Koper

Jenis koper	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)
Koper 25 inci	63,5	38,1 - 43,2	22,9 - 27,9
Koper sedang	61-71	45-50	25-35

Koper 20 inci	53	34	23
Koper 32 inci	81	51	35

Setelah dicari data mengenai jenis koper dan dimensi yang digunakan, didapatkan hasil yang akan digunakan dari perhitungan koper rata rata. Didapatkan penetapan ukuran ideal yang akan digunakan untuk merancang alat pemotong rumput kendali jarak jauh dengan dimensi 55-60 cm x 40-45 cm x 15-20 cm dengan alasan yaitu tidak melebihi ukuran rata rata koper dan tidak terlalu kecil.

4.2.1 Desain *part* Material PLA+

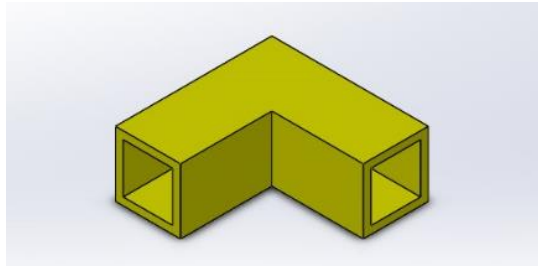
Setelah dilakukan penataan komponen rangka, ditentukanlah penggunaan *support* untuk letak komponen utama yang akan digunakan dan komponen elektrik maupun pendukung. Bahan yang akan digunakan adalah plastik dengan pemesinan 3D *printing*. Berikut adalah beberapa jenis *part* yang dibutuhkan dalam perancangan alat ini yaitu sebagai berikut:

1. Braket Penyambung Rangka

Braket penyambung rangka merupakan komponen paling penting dalam perancangan ini. Braket ini berfungsi sebagai penyambung antara besi galvanis yang telah ditentukan untuk disambung ke bagian galvanis lainnya. Ada empat tipe braket yang dibutuhkan untuk perancangan dan berdasarkan kebutuhan sudut yang akan digunakan yaitu:

a. Braket 90 Derajat

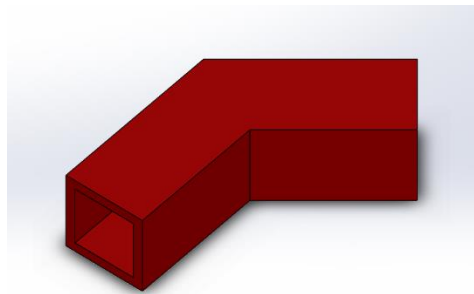
Braket 90 derajat berfungsi sebagai penyambung rangka bagian depan dan samping kanan kiri pada bagian rangka alat pemotong rumput kendali jarak jauh. Braket ini berperan untuk menyatukan antara rangka yang membutuhkan sudut sambungan sebesar 90 derajat. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket 90 derajat



Gambar 4.7 Braket 90 Derajat

b. Braket 130 Derajat

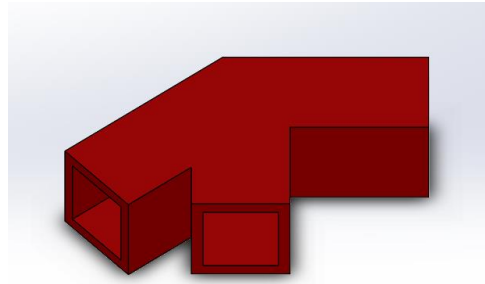
Braket 130 derajat berfungsi sebagai penyambung rangka bagian belakang dan samping kanan kiri pada bagian rangka alat pemotong rumput kendali jarak jauh. Braket ini berperan untuk menyatukan antara rangka yang membutuhkan sudut sambungan sebesar 130 derajat. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket 130 derajat.



Gambar 4.8 Braket 130 Derajat

c. Braket 140 Derajat

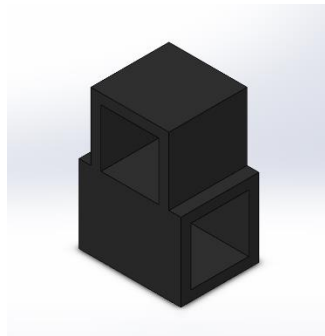
Braket 140 derajat berfungsi sebagai penyambung rangka bagian samping kanan kiri, tengah dan samping belakang pada bagian rangka alat pemotong rumput kendali jarak jauh. Braket ini berperan untuk menyatukan antara rangka yang membutuhkan sudut sambungan sebesar 140 derajat. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket 140 derajat.



Gambar 4.9 Braket 140 Derajat

d. Braket *Frame to Frame*

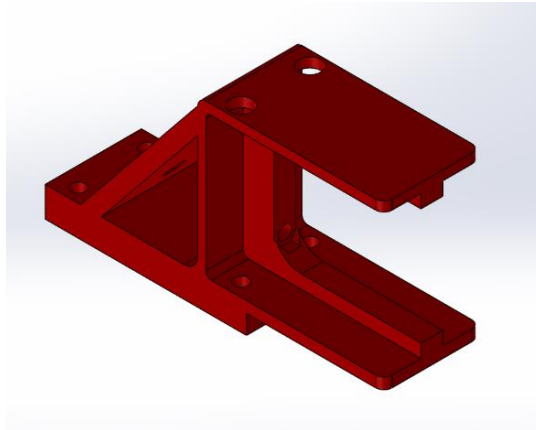
Braket *frame to frame* berfungsi sebagai penyambung rangka bagian tengah ke rangka yang akan di posisikan untuk dudukan braket dinamo pemotong bagian depan alat pemotong rumput kendali jarak jauh. Braket ini berperan untuk menyatukan antara rangka horizontal ke vertikal. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket *frame to frame*.



Gambar 4.10 Braket *frame to frame*

2. Braket Dinamo Penggerak Utama

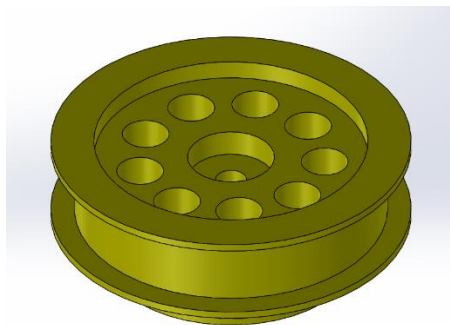
Braket dinamo penggerak utama berfungsi sebagai tempat *slider* dari *housing* braket dinamo penggerak utama. Braket ini sebagai letak dari dinamo penggerak yang disambungkan menuju roda. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket dinamo penggerak utama.



Gambar 4.11 Braket dinamo penggerak utama

3. Roda Penggerak Utama

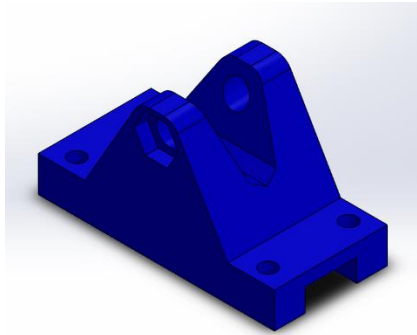
Roda penggerak utama adalah roda yang digunakan untuk memindahkan tenaga dari dinamo menuju permukaan tanah untuk pergerakan alat ini. Roda dirancang memiliki lebar bagian dalam 19 mm untuk ditempel potongan *v-belt* bekas motor yamaha mio sebagai karet traksi pada saat perputaran roda seperti layaknya velg dan ban luar pada roda kendaraan. Berikut adalah tampilan isometrik dari roda penggerak utama.



Gambar 4.12 Roda penggerak utama

4. Braket Roda Penggerak Utama

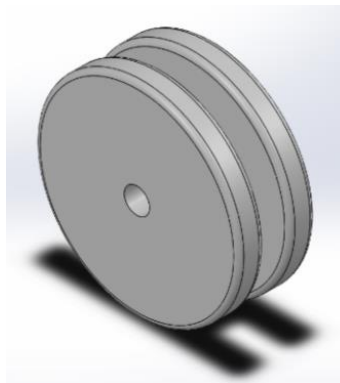
Braket roda penggerak utama berfungsi sebagai letak roda di posisikan. Berfungsi sebagai tumpuan rangka dan menyalurkan ke roda penggerak. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket roda penggerak utama.



Gambar 4.13 Braket roda penggerak utama

5. Roda *Following*

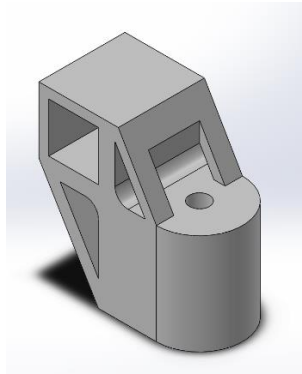
Roda *following* berfungsi sebagai *follower* atau mengikuti arah dari alat pemotong rumput dan memudahkan pergerakan dari alat tersebut. Berikut adalah tampilan isometrik roda *following*.



Gambar 4.14 Roda *following*

6. Braket Atas Roda *Following*

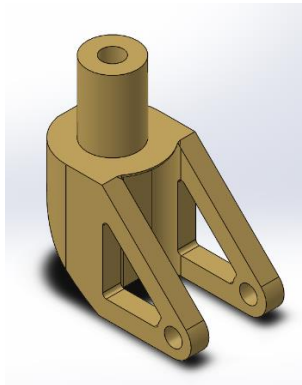
Braket atas roda *following* berfungsi untuk mencekam rangka utama dan sebagai rumah atau *housing* dari braket bawah roda belakang yang akan dipasang roda *following*. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket 90 derajat.



Gambar 4.15 Braket atas roda *following*

7. Braket Bawah Roda *Following*

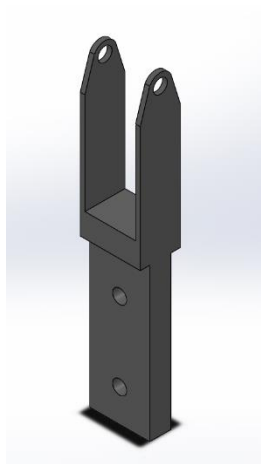
Braket bawah roda *following* berfungsi sebagai letak dari posisi roda belakang yang dapat berputar merotasi sebesar 360 derajat. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket bawah roda *following*.



Gambar 4.16 Braket bawah roda *following*

8. Braket Atas *Servo* Dinamo Mata Potong

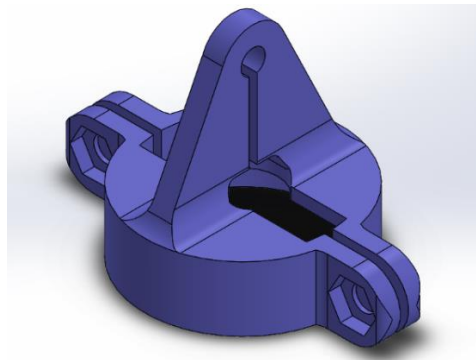
Braket atas *servo* dinamo pemotong berfungsi untuk letak dinama *servo* pengait pemotong di posisikan. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket atas *servo* dinamo mata potong.



Gambar 4.17 Braket atas *servo* dinamo mata potong

9. Braket Penjepit Dinamo Mata Potong

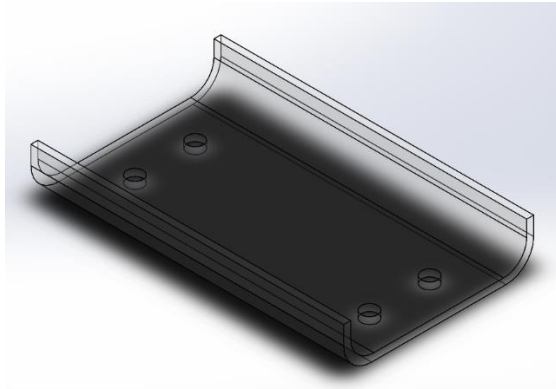
Braket ini berfungsi untuk menjepit dinamo mata pemotong dan menyambungkan antara tuas support *servo* menuju dinamo. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket penjepit dinamo mata potong.



Gambar 4.18 Braket penjepit dinamo mata potong

10. Braket Baterai

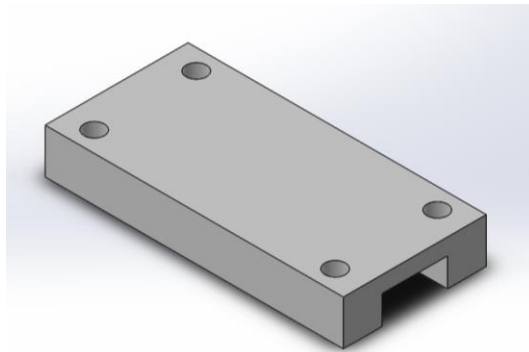
Braket baterai berfungsi untuk tempat baterai di letakkan di atas rangka dari alat pemotong rumput. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket baterai.



Gambar 4.19 Braket baterai

11. Braket *Servo on/off*

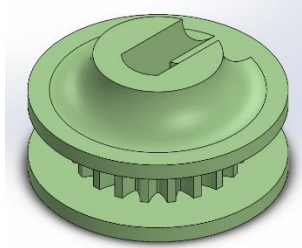
Braket *servo* berfungsi sebagai letak dari *servo* yang akan digunakan sebagai *switch on/off* pada dinamo mata potong alat ini. Berikut adalah tampilan isometrik dari braket *servo on/off*.



Gambar 4.20 Braket *servo on/off*.

12. Braket *V-belt* Dinamo Penggerak

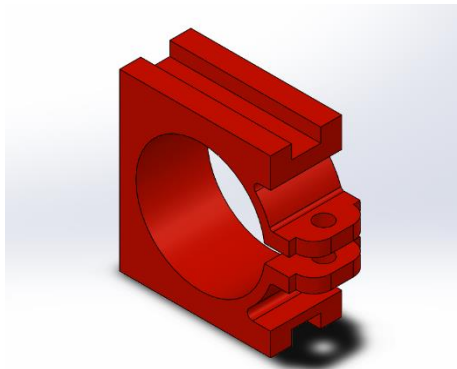
Braket *V-belt* dinamo penggerak berfungsi sebagai tempat dimana dinamo menyalurkan putarannya terhadap roda yang di salurkan melewati *V-belt* dengan braket tersambung langsung ke dinamo.



Gambar 4.21 Braket V-belt dinamo penggerak

13. Braket *Housing* Dinamo Penggerak Utama

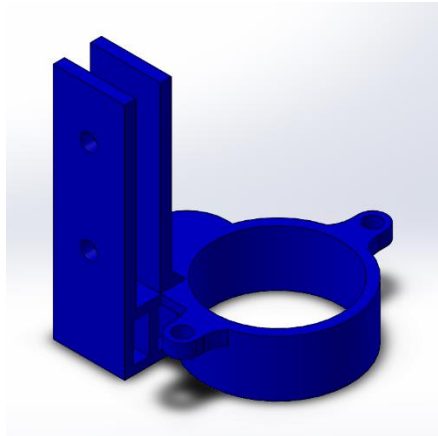
Braket *housing* dinamo penggerak utama berfungsi sebagai penjepit dinamo penggerak utama. Berikut adalah tampilan isometrik dari *housing* dinamo penggerak utama.



Gambar 4.22 Braket *Housing* Dinamo Penggerak Utama

14. Braket *Housing* Dinamo Mata Potong

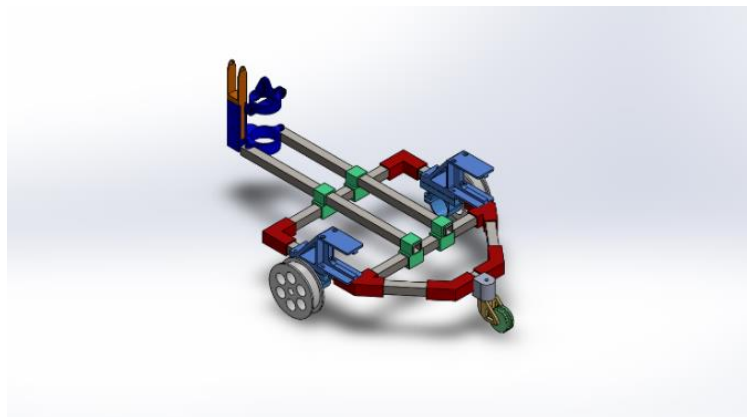
Braket *housing* dinamo mata potong berfungsi sebagai letak dari posisi dinamo mata pemotong sekaligus berfungsi sebagai tempat *slider* naik turun untuk mengatur ketinggian dari mata potong. Berikut adalah tampilan isometrik dari *housing* dinamo mata potong.



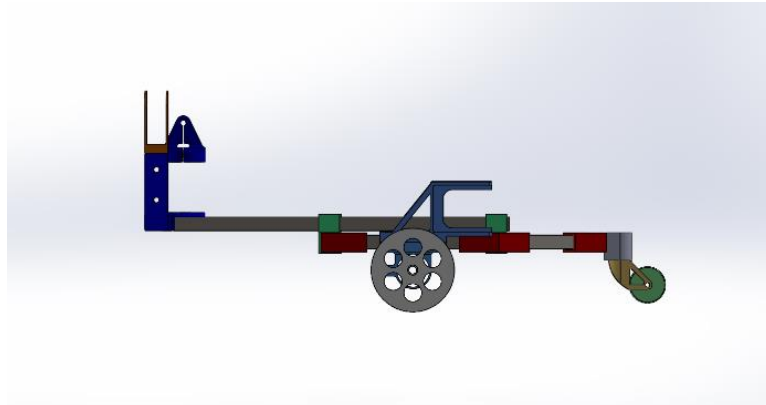
Gambar 4.23 Braket *Housing* Dinamo Mata Pemotong

4.2.2 *Assembly Keseluruhan Part Mekanik*

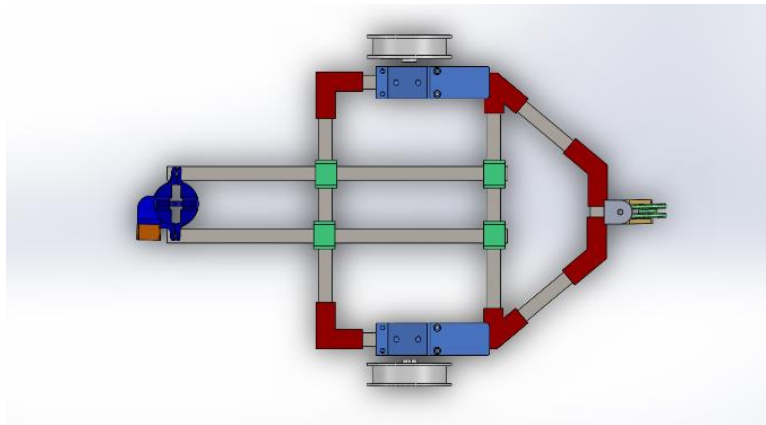
Setelah semua komponen di desain, dilakukan *assembly* menggunakan aplikasi *solidworks* 2018 pada perancangan alat ini yang mencakupi seluruh *part* mekanik yang ada. Berikut adalah hasil dari *assembly part* mekanik alat yang akan di produksi:



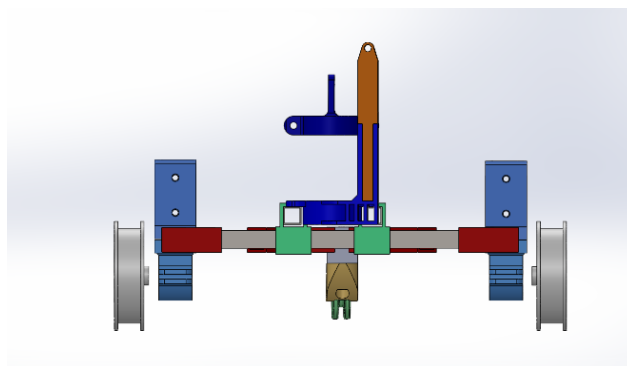
Gambar 4.24 Tampak Isometrik *Assembly*



Gambar 4.25 Tampak Samping *Assembly* Desain



Gambar 4.26 Tampak Atas *Assembly* Desain



Gambar 4.27 Tampak Depan *Assembly* Desain

4.3 Pembuatan Sistem Mekanik

Setelah dilakukan sketsa, penetapan dimensi dan penentuan *part* yang akan digunakan ulang, dirancanglah alat tersebut hingga terbentuk rangka yang akan di gunakan sebagai penopang utama dalam perancangan alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh. Ada beberapa rangkaian proses pada pembuatan mekanik yang akan dilakukan meliputi penataan rangka, mengkombinasikan rangka dan material penyambung berupa braket-braket yang akan di produksi, dan penataan akhir dengan pemasangan komponen elektrik.

4.3.1 Rangka Galvanis

Pada rangka galvanis diperoleh hasil perancangan tahap pertama yaitu rangkaian dasar untuk peletakan *part* yang akan digunakan kembali, berikut adalah hasil penataan dari rangka galvanis:



Gambar 4.28 Proses Penataan Rangka Galvanis

4.3.2 Proses Pemesinan 3D Printing

Setelah penataan rangka, dilakukan pemesinan semua *support* yang berbahan plastik menggunakan 3D *printing*. Berikut adalah proses pemesinan yang dilakukan di vendor jogjakartech menggunakan mesin 3D *Printing Ender 3plus*:



Gambar 4.29 Proses Pemesinan 3D *Printing*

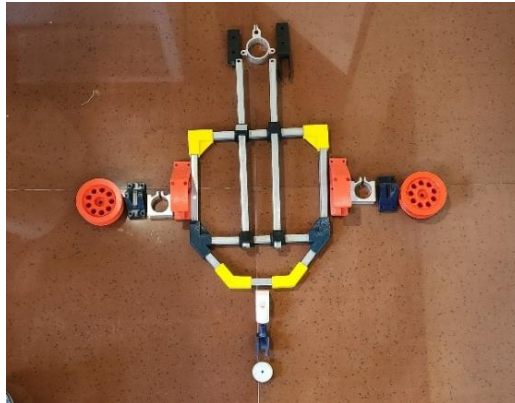
Berikut adalah produk hasil dari pemesinan 3D *Printing*:



Gambar 4.30 Hasil Proses Pemesinan 3D *Printing*

4.3.3 Perakitan Sistem Mekanik

Setelah semua bahan selesai di produksi, dilakukan *assembly* atau perakitan alat yang akan di rancang. Berikut adalah hasil perakitan alat tahap awal.



Gambar 4.31 Hasil Penataan Rangka dan Letak *Part*

4.3.4 Perakitan Sistem Elektrik

Setelah dilakukan penataan, dilakukan pemasangan komponen elektrik dan komponen pendukung untuk menjadikan alat ini sempurna sebelum digunakan. Berikut adalah hasil perakitan seluruh komponen mekanik dan komponen elektrik:



Gambar 4.32 Hasil Perakitan Komponen Elektrik dan Mekanik

4.3.5 Pengujian

Setelah dilakukan perakitan komponen mekanik dan elektrik, dilakukan pengujian kinerja atau *test* alat. Pengujian dilakukan dengan cara menggerakkan alat ini secara keseluruhan menggunakan *remote control* yaitu maju, mundur, rotasi, menghidupkan dinamo mata potong, uji kekuatan *servo* dengan menaikkan dan

menurunkan dinamo mata potong, uji coba penggunaan maksimal baterai, uji pemotongan rumput dan uji jalan di atas medan yang bervariasi seperti tanah datar, tanah datar berpasir, tanah datar berkerikil, paving blok rapat, paving blok renggang, aspal, rumput taman, dan rumput berkerikil.



Gambar 4.33 Uji Coba Alat di Atas Paving Blok Rapat

Setelah dilakukan serangkaian pengujian, ditemukan beberapa kendala yang dialami saat di lapangan. Mata pemotong menjadi tidak stabil atau bergetar seperti ada baut yang lepas dan dinamo penggerak menjadi *chamber* atau miring ke satu sisi. Gambar 4.32 dan 4.33 adalah kendala yang di alami, ditunjukkan dengan gambar sebagai berikut:



Gambar 4.34 Braket *Housing* Dinamo Mata Pemotong Mengalami Deformasi



Gambar 4.35 Braket *Housing* Dinamo Penggerak Utama Mengalami Deformasi

Dilakukan analisis terhadap material yang mengalami deformasi atau melengkung. Pada saat penggunaan alat dengan waktu di atas 10 menit, dinamo mengalami *maximum heat* atau panas berlebih. Suhu yang dihasilkan menunjukkan angka 82,1°C dapat dilihat pada gambar 4.50. Material dengan bahan plastik tidak dapat menahan panas tersebut dan mengalami deformasi plastik.

Setelah dilakukan analisis, ditentukan bahan yang dapat menahan panas dan mudah ditemukan di pasaran untuk menjadikan alternatif kedua *part* tersebut. Dipilih material dengan bahan aluminium 6061 karena material ini *non magnetic* atau tidak dapat menempel pada magnet yang ada pada dinamo mata pemotong agar dapat naik turun dengan mudah tidak terhambat oleh medan magnet. *Part* ini ditujukan untuk menggantikan posisi kedua *part* pada gambar 4.32 dan 4.33 dengan pemesinan CNC.

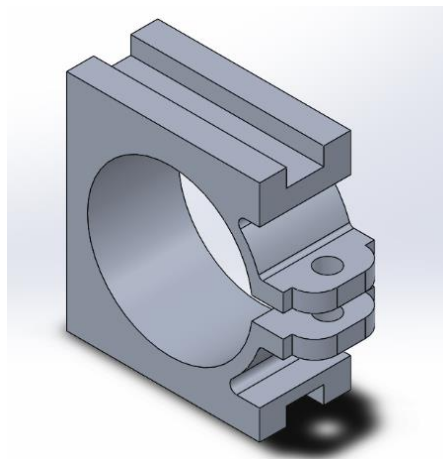
4.3.6 Desain *Part* Revisi

Setelah dilakukan revisi desain, ada 1 *part* yang desainnya diubah dan 1 *part* tambahan baru untuk menyesuaikan kinerja *part* baru. Pada braket *housing* dinamo mata pemotong dirubah yang semula satu letak dengan *servo* menjadi terpisah. Hal ini menyebabkan adanya *part* tambahan baru yaitu tuas *connector* sistem *adjustment servo* ke dinamo untuk tetap dapat menggunakan *part* lama yaitu braket atas *servo* dinamo yang terdapat pada gambar 4.15. Ada 3 *part* tambahan yang telah di rancang ulang untuk dilakukan pemesinan berupa 2 *part* braket material

aluminium 6061 menggunakan pemesinan CNC, dan 1 *part* material plastik (PLA+) dengan pemesinan 3D *printing*. Desain dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

1. Braket *Housing* Dinamo Penggerak Utama (Aluminium 6061)

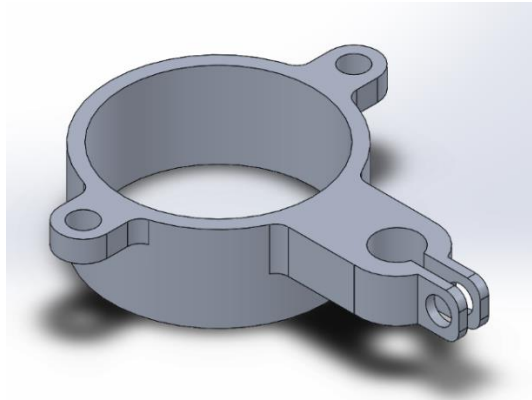
Braket *housing* dinamo penggerak utama berfungsi sebagai penjepit dinamo penggerak utama. Berikut adalah tampilan isometrik dari *housing* dinamo penggerak utama.



Gambar 4.36 Braket *housing* dinamo penggerak utama

2. Braket *Housing* Dinamo Mata Potong (Aluminium 6061)

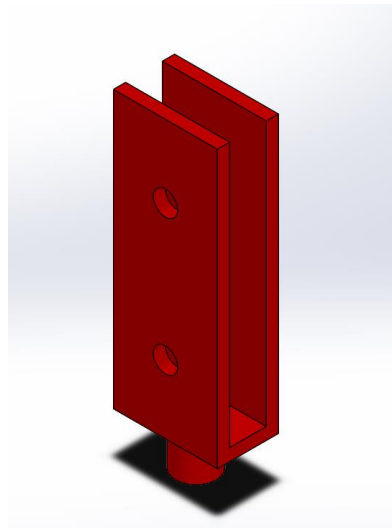
Braket *housing* dinamo mata potong berfungsi sebagai letak dari posisi dinamo mata pemotong sekaligus berfungsi sebagai tempat *slider* naik turun untuk mengatur ketinggian dari mata potong. Berikut adalah tampilan isometrik dari *housing* dinamo mata potong.



Gambar 4.37 Braket *housing* dinamo mata potong

3. Tuas *Connector Sistem Adjustment Servo* ke Dinamo (PLA+)

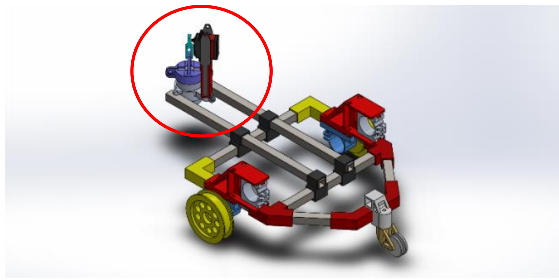
Tuas *connector* sistem *adjustment servo* ke dinamo ini di rancang untuk menghubungkan antara *part* lama yaitu braket atas *servo* dinamo mata potong ke braket *housing* dinamo mata potong yang baru.



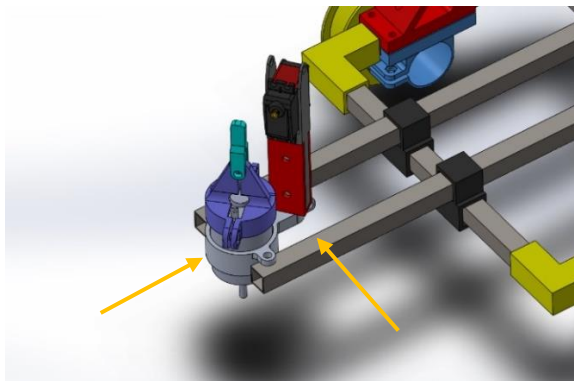
Gambar 4.38 Tuas *Connector Sistem Adjustment Servo* ke Dinamo

4.3.7 Assembly Ulang Sistem Mekanik

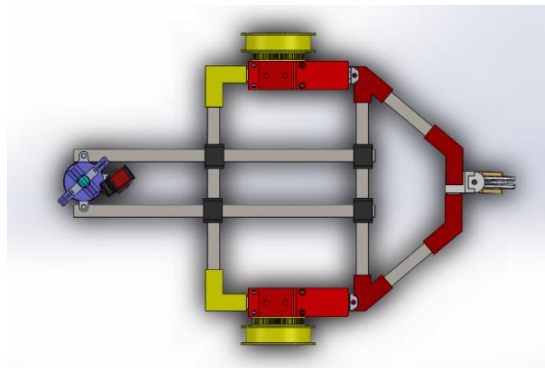
Berikut adalah letak *part* yang telah diganti dengan menggunakan desain dan material yang baru. Letak *part* yang diperbarui ada pada bagian gambar yang di lingkari. Berikut adalah letak dan detail dari lokasi *part* tersebut.



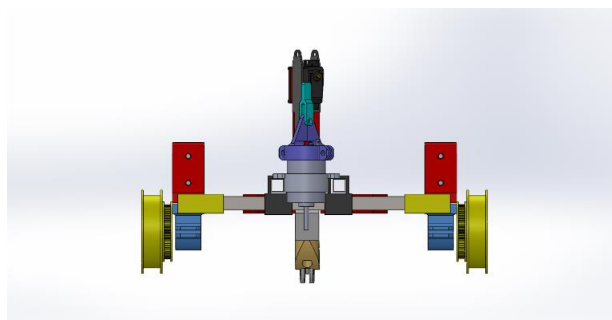
Gambar 4.39 Tampak Isometrik *Assembly*



Gambar 4.40 Detail *Assembly* Desain Revisi



Gambar 4.41 Tampak Atas *Assembly* Desain



Gambar 4.42 Tampak Depan *Assembly* Desain

4.3.8 Hasil Pemesinan Alumunium 6061 dengan CNC (*Computer Numerical Control*) dan Pemesinan PLA+ 3D *Printing*

Material dengan bahan alumunium 6061 dilakukan pemesinan menggunakan CNC *Router* dan dilaksanakan di vendor lab Inovasi. Berikut adalah hasil pemesinan CNC:



Gambar 4.43 Hasil Proses Pemesinan CNC

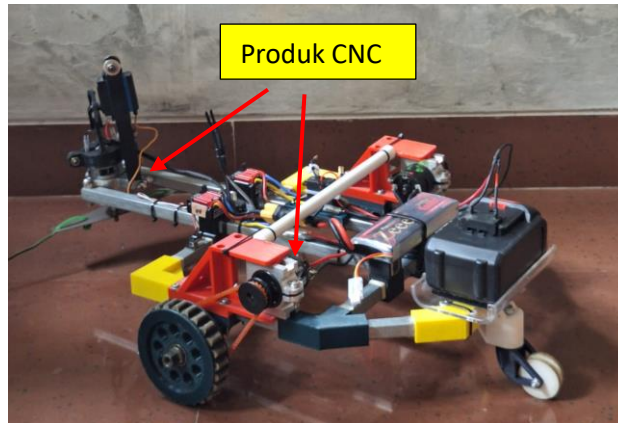
Dan berikut adalah hasil pemesinan 3D *Printing* salah satu *part* yang di revisi sebagai *support* yang baru. *Part* hasil pemesinan 3D *printing* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.44 Hasil Proses Pemesinan 3D *Printing*

4.3.9 Perakitan Ulang Sistem Mekanik

Setelah dilakukan revisi terhadap kedua *part* yang akan diganti, di rakit ulang alat pemotong rumput dengan penggantian *part* pada bagian yang mengalami deformasi akibat panas. Gambar 4.43 adalah hasil dari perakitan ulang.



Gambar 4.45 Produk Hasil Akhir

4.4 Hasil Pengujian




Selesai perakitan sistem mekanik dan sistem elektrik alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh, dilakukan beberapa uji untuk memperoleh data, diantaranya yaitu uji kinerja, uji hasil ketinggian potong, uji rotasi dan uji penyimpanan. Berikut adalah data hasil serangkaian uji tersebut.

4.4.1 Uji Kinerja

Pada pengujian kinerja, dilakukan di beberapa medan yang berbeda dengan tujuan menguji kemampuan alat tersebut dalam menghadapi halangan maupun hambatan yang beresiko terjadi saat alat ini dioperasikan, medan yang di ujikan ada tanah datar, tanah ber kerikil, paving blok rapat, paving blok renggang, dataran berpasir, dan aspal. Berikut adalah tabel dari hasil pengujian.

Tabel 4.7 Tabel Hasil Uji Kinerja



Jenis Medan	Keberhasilan	Kendala
<p>Tanah Datar</p> 	Ya	Tidak ada
<p>Tanah Datar Berkerikil</p> 	Ya	Bermanuver sedikit karena hambatan kerikil yang lumayan besar
<p>Paving blok rapat</p> 	Ya	Tidak ada
<p>Paving blok renggang</p> 	Tidak	Roda belakang tersangkut dan alat kurang stabil
<p>Tanah Datar Berpasir</p> 	Ya	Selip sedikit pada roda dan permukaan pasir

<p>Aspal</p> 	<p>Ya</p>	<p>Tidak ada</p>
<p>Rumput</p> 	<p>Ya</p>	<p>Tidak ada</p>
<p>Rumput Berkerikil</p> 	<p>Ya</p>	<p>Tidak ada</p>

4.4.2 Uji Hasil Ketinggian Potong

Pada uji hasil potong, di tentukan parameter utama dalam pengujian ini adalah dapat memotong rumput dengan jenis rumput yang digunakan di lapangan sepak bola dan taman halaman rumah. Spesimen uji yang digunakan untuk mengetahui uji hasil potong yaitu rumput pada taman untuk mengetahui hasil potong di atas permukaan tanah.




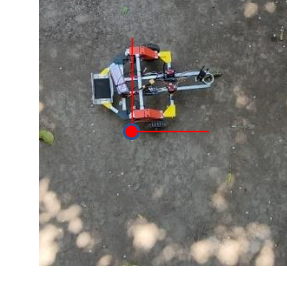
Tabel 4.8 Tabel Hasil Uji Potongan

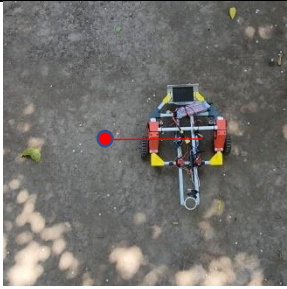
Uji Hasil Potongan	Target	Hasil	Keterangan
<p>Minimal Potongan</p> 	20 mm	20 mm	Berhasil mendekati target
<p>Maksimal potongan</p> 	40 mm	38 mm	Berhasil mendekati target

4.4.3 Uji Rotasi

Uji rotasi di lakukan untuk mengetahui jarak putar pada alat pemotong sehingga memaksimalkan cakupan ruas yang dipotong sehingga tidak terlewat. Ada beberapa variasi uji yang akan dilakukan dan bisa di lihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.9 Tabel Hasil Uji Rotasi

Variasi Uji	Hasil Uji	Keterangan
0 Derajat		Posisi awal
90 Derajat		Berhasil
180 Derajat		Berhasil
270 Derajat		Berhasil

360 Derajat		Berhasil
-------------	---	----------

4.4.4 Uji Penyimpanan

Uji penyimpanan dilaksanakan dengan memasukan alat yang sudah jadi kedalam koper penyimpanan dengan dimensi 45 cm x 35 cm x 20 cm atau dengan kategori koper kecil menggunakan sampel koper yang tersedia di rumah pada umumnya. Berikut hasil dari uji penyimpanan.



Gambar 4.46 Sampel Koper Penyimpanan Merek *Elle*



Gambar 4.47 Hasil Uji Penyimpanan

Setelah dilakukan uji penyimpanan, didapatkan hasil pada gambar 4.45 dan berhasil melaksanakan uji untuk penyimpanan.

4.5 Pembahasan

Setelah melaksanakan serangkaian perancangan alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh, ditemukan kendala yang terjadi saat setelah dilakukan pengujian. Alat pemotong rumput diuji di halaman rumah untuk memotong rumput dengan maksud memperoleh hasil data penelitian berupa hasil ketinggian rumput minimal dan maksimal, kinerja alat diberbagai medan yang ditentukan, rotasi, dan uji penyimpanan. Alat pemotong rumput yang dirancang digunakan sesuai dengan cara kinerja alat tersebut dengan mengendalikan alat melalui remot kendali atau *remot control* dengan tuas yang dapat menjadikan alat tersebut bergerak maju, mundur, rotasi kearah kanan kiri, menyalakan dinamo mata pemotong, dan menaik turunkan mata potong dengan motor *servo*.

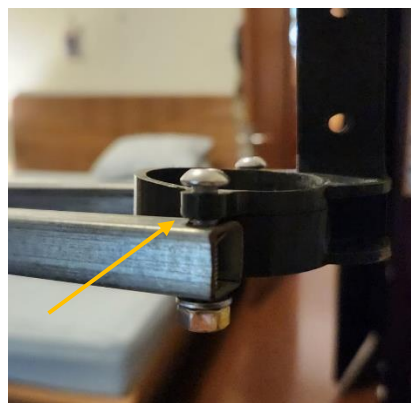
Pada saat menghidupkan dinamo mata potong, semua bekerja dengan baik, ketika dikendalikan ke lapangan uji ditemukan sebuah kendala. Telah dilakukan pengujian sebanyak 2 kali sebelum di laksanakan uji bersama dosen pembimbing yang berlokasi di halaman rumah bapak Santo Ajie. Pengujian pertama dilakukan pada kontur tanah datar di halaman rumah untuk memastikan seluruh fungsi dan fiturnya dapat bekerja dengan baik. Catatan waktu penggunaan alat pada percobaan pertama sebesar 15 menit sebanyak 2 kali (uji kinerja keseluruhan).

Setelah dilaksanakan uji pertama, dilakukan uji kedua di lapangan voli dengan memotong rumput seluas 9 meter x 9 meter dengan catatan waktu penggunaan sebesar 15 menit sebanyak 2 kali (uji kinerja) dan 10 menit sebanyak 1 kali (uji kelayakan braket penjepit dinamo mata potong) dengan cara menghidupkan dinamo pemotong depan selama 10 menit mengamati penjepit dinamo tersebut untuk memastikan tidak ada selip.



Gambar 4.48 Uji Alat pada Lapangan Voli

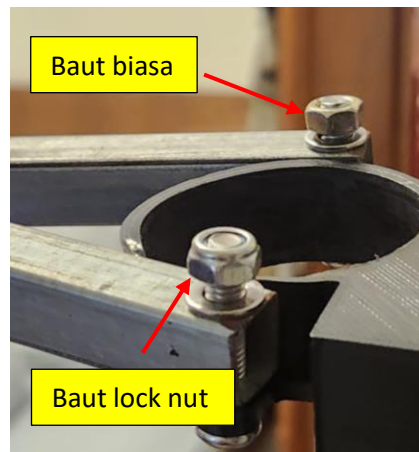
Hasil pengamatan setelah dilaksanakan pengujian kedua, ditemukan ada *part* yang kendur di sebabkan oleh baut yang tidak kencang pada bagian *housing* dinamo mata pemotong. Hal ini disebabkan pada bagian *housing* mata pemotong berkaitan dengan dinamo penggerak mata potong yang memiliki getaran yang cukup besar saat berputar sehingga menyebabkan baut kendur. Baut yang kendur pada housing ditunjukkan pada gambar 4.47. Dalam serangkaian uji ini, *housing* mata pemotong sudah memiliki catatan jam pemakaian kurang lebih selama 1 jam 10 menit.



Gambar 4.49 Letak Baut Kendur

Untuk mengatasi baut yang kendur pada bagian yang bersinggungan dengan getaran khususnya pada bagian *housing* mata pemotong di bagian depan, kami melakukan penggantian baut biasa menjadi baut *lock nut*. Alasan penggantian baut

ini yaitu baut *lock nut* memiliki *seal* (karet pengunci) pada lingkaran bagian dalam sehingga dapat meredam getaran pada benda yang di topang. Berikut adalah perbedaan visual baut *lock nut* dan baut biasa yang sudah terpasang.



Gambar 4.50 Perbedaan Baut Biasa dan Lock nut

Dilaksanakan pengujian alat ke 3 di kediaman bapak Santo Ajie. Melaksanakan uji kinerja dengan kontur paving blok rapat. Pada saat awal pengujian belum ada tanda-tanda kendala. Setelah penggunaan alat sekitar 5 menit, terjadi deformasi pada alat tersebut. Komponen yang mengalami deformasi adalah *housing* dinamo mata pemotong, atau rumah tempat dimana dinamo mata pemotong berada untuk *sliding* (meluncur) pada satu bentuk yang sama. Terdapat lengkungan yang terjadi karena leleh akibat menahan panas dari energi (panas) yang dihasilkan oleh gerak dinamo tersebut.



Gambar 4.51 Mekanisme *Sliding* pada Dinamo Pemotong

Setelah dilakukan analisis, di ketahui bahwa suhu pada dinamo pemotong dengan penggunaan di atas 10 menit yaitu sebesar 82,1°C. Material plastik yang digunakan atau PLA+ memiliki spesifikasi daya tahan terhadap panas. Titik leleh material ini berada di angka 200 - 230°C dengan syarat material ini di produksi dengan *infill* atau kepadatan isi sebesar 90 - 100%. Sedangkan produk hasil material 3D *Printing* yang kami cetak hanya memiliki infill sebesar 25% dan sudah cukup kuat untuk menopang *servo* yang berada di titik teratas pada braket *housing* ini. Dibuktikan dengan penggunaannya menopang *servo* seberat 65 gram yang menahan beban dinamo pemotong dibawahnya seberat 261 gram pada saat pengujian 1, 2, 3 dan tidak terjadi *crack* atau patah.



Gambar 4.52 Suhu pada Dinamo Pemotong

Setelah di analisis pada *part* yang memiliki kepadatan dibawah 90%, hal tersebut berpengaruh ke kekuatannya dalam menahan panas dikarenakan dinding permukaan cenderung lebih tipis dan berongga walaupun strukturnya tetap kokoh untuk menahan beban dan getaran, sehingga hal ini menyebabkan pada *part* tersebut terjadi deformasi plastik di bagian *housing* penahan dinamo. Hal serupa juga terjadi di bagian *housing* dinamo penggerak utama. Setelah menemukan kendala pada bagian braket *housing* depan, selanjutnya kami mengamati khususnya bagian yang bersentuhan dengan panas atau bersinggungan dengan dinamo secara

langsung. Salah satunya adalah braket *housing* dinamo penggerak utama. Setelah diamati, bagian ini juga mengalami deformasi namun tidak separah pada bagian *housing* pemotong. Hal ini dikarenakan dinamo pada penggerak tidak konstan berputar secara terus menerus dan hanya bergerak sesuai dengan arahan *remote control* saja. Namun braket *housing* dinamo penggerak utama memiliki fungsi mencekram dinamo penggerak utama sehingga panas pada dinamo langsung dihantarkan menuju ke braket. Sedangkan braket *housing* dinamo pemotong depan memiliki celah yang mana dinamo tidak mengenai braket secara langsung namun radiasi yang ditimbulkan cenderung lebih besar karna putaran dinamo konstan berputar saat dilaksanakan pemotongan dari awal sampai akhir.

Untuk alasan keawetan barang dan kualitas kinerja, diambil opsi penggunaan bahan yang lebih tahan terhadap panas dan tidak dapat di magnetisasi. Pada dinamo pemotong khususnya, membutuhkan gerakan naik turun untuk mengatur hasil ketinggian pada rumput yang dipotong. Dinamo tentu memiliki komponen magnet di dalamnya yang apabila bertemu dengan bahan magnetik akan menempel dengan erat. Maka dari itu dipilih bahan yang dapat mengantarkan dinamo naik turun secara baik dan tidak dapat di tempeli sifat magnet yang ada pada dinamo. Dibandingkanlah dua bahan alumunium yang ditemukan dipasaran yaitu alumunium seri 6061 dan 7075. Tabel 4.10 adalah perbandingan sifat antar seri material alumunium.

Tabel 4.10 Perbandingan Karakteristik Material

Alumunium	
Seri 6061 – T6	Seri 7075 – T6
Kepadatan 2,7 g/cm ³	Kepadatan 2,81 g/cm ³
Kekuatan tarik sekitar 310 MPa (45.000 psi)	Kekuatan Tarik sekitar 510 – 538 MPa (74.000 – 78.000 psi)
Titik leleh 582–652°C	Titik leleh 477–635°C
Bahan penyusun utama silicon dan magnesium	Bahan penyusun utama seng dan tembaga

Harga per lembar (1000 mm x 460 mm tebal 10 mm) Rp.1.870.000	Harga per lembar (1000 mm x 460 mm tebal 10 mm) Rp.2.255.000
--	--

Dipilihlah material yang tersedia dengan jenis aluminium 6061. Material ini dipilih dengan alasan tersedia di pasaran dan dapat di temukan dengan mudah di pasar logam. Aluminium 6061 memiliki spesifikasi yang cukup untuk digunakan dalam pembuatan braket yang akan di revisi. Material ini di beli di pasar beringharjo dengan nama toko Gemilang Logam. Material ini tidak harus di beli satu lembar besar, dapat dibeli sesuai ukuran yang dibutuhkan saja. Ukuran yang kami beli yaitu 60 mm x 65 mm tebal 20 mm (2pcs) dan 84 mm x 95 mm tebal 20 mm (1pcs) seharga Rp.290.000.

Setelah dipilih material yang akan di jadikan bahan pengganti, di lakukanlah pemesinan CNC yang dilaksanakan di vendor yaitu Lab. Inovasi, hasil pemesinan CNC dapat dilihat pada gambar 4.41. Setelah melakukan penggantian material, dilakukan pengujian dan di dapatkan data hasil dari pengujian. Salah satunya adalah hasil ketinggian potong yang menghasilkan tinggi minimal yaitu tepat 20 mm dan ketinggian maksimal 38 mm dapat dilihat pada tabel 4.8. Pada data hasil pencarian ketinggian minimal dan maksimal rumput pada lapangan dan taman, di tentukan bahwa ukuran rata-rata yaitu minimal 20 mm dan maksimal 40 mm. setelah dilakukan pengujian didapatkan hasil selisih yaitu untuk ketinggian maksimal sebesar 2 mm.

Selisih ketinggian hasil potong disebabkan karena pada saat dilakukan pemotongan dengan putaran mata pemotong yang sangat cepat menimbulkan ke tidak stabilan nilon pada mata potong yang berakibat mata potong bisa memotong rumput diatas target maupun di bawah target dari yang ditentukan. Kedua, pada saat mata pemotong dihidupkan tentu akan menimbulkan adanya angin hasil putaran mata pemotong yang mendorong rumput membentuk lengkung atau merunduk. Hal tersebut menimbulkan hasil potong yang kurang maksimal dikarenakan hasil pemotongan menjadi tidak sesuai dengan target yang diharapkan. Pemotongan terhadap rumput tidak semata mata dibatasi pas sebesar 2 cm dan 4 cm. ukuran ini hanya dijadikan acuan kerapian rumput apabila dilihat secara langsung untuk

standar taman. Untuk standar internasional atau FIFA, rumput pada lapangan bola maksimal adalah 22,50 mm dan untuk rumput taman maksimal untuk mendapatkan estetika yang baik adalah sebesar 40 mm.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, perakitan sistem mekanik alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh dapat disimpulkan bahwa:

1. Telah berhasil dilakukan perancangan rangka dan sistem mekanik alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh yang melibatkan integrasi penataan rangka menggunakan besi galvanis, sambungan rangka dan braket *support* berupa braket plastik dengan pemesinan 3D *printing* dan pembuatan braket motor penggerak serta pemotong menggunakan bahan berupa aluminium 6061 dengan pemesinan CNC *router*.
2. Alat pemotong rumput elektrik kendali jarak jauh yang dirancang dapat bekerja dan berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsinya. Rangka yang disusun dan braket yang mendukung komponen elektrik, berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Pengujian yang mencakupi kinerja alat di medan tanah datar, tanah berpasir, tanah berkerikil, tanah berumput, paving blok rapat, paving blok senggang, dan aspal dapat menunjukkan hasil yang cukup baik. Pengujian hasil ketinggian potong menunjukkan angka dengan minimal ketinggian potong sebesar 21,58 mm dan maksimal 44 mm. alat pemotong rumput kendali jarak jauh dapat melakukan rotasi sebesar 90°, 180°, 270° dan 360° di satu titik yang sama, alat ini dapat disimpan kedalam koper penyimpanan dengan kategori koper kecil berukuran panjang 45 cm, lebar 35 cm dan tinggi 20 cm untuk disimpan maupun dibawa bepergian.

5.2 Saran Atau Penelitian Selanjutnya

Adapun beberapa hal yang dapat menjadi saran atau penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penambahan mekanisme *push button spring snap clip* untuk penguncian rangka.

2. Penambahan cover untuk alat supaya tampak lebih menarik.
3. Meringkas kabel *body* pada alat.
4. Kurangi penggunaan mur dan baut.

DAFTAR PUSTAKA

- Buyung, S. 2018. Analisis Perbandingan Daya Dan Torsi Pada Alat Pemotong Rumput Elektrik (APRE). *Jurnal Voering Vol*, 3(1).
- Firdaus, M., Syaryadhi, M., dan Rahman, A. 2017. Pengendalian Robot Mobil Otonom Pemotong Rumput Menggunakan Metode Logika Fuzzy. *Karya Ilmiah Teknik Elektro*, 2(2), 36 – 43.
- Kahar, K. 2018. Desain Mesin Pemotong Rumput Tipe Rotari Dengan Mesin Penggerak Motor Listrik. *Jurnal Pertanian Terpadu*, 6(2), 76-87.
- Lazuardi, A. S. (2018). Perencanaan Sambungan Mur Dan Baut Pada Gerobak Sampah Motor. *Jurnal SPARK*, 1(01), 21-26.
- Poerbaningtyas, E., & Pranata, C. H. (2023). Prototipe Perancangan Sistem Kendali Jarak Jauh Pada Traktor Roda 2 Menggunakan Arduino. *J-INTECH (Journal of Information and Technology)*, 11(1), 26-31.
- Saparno, A., & Santoso, G. (2008). Pengendalian Jarak Jauh Perangkat Elektronik dengan Gelombang Radio. *Jurnal Teknologi*, 1(1), 35-43.
- Setiawan, D. 2016. Rancang Bangun Robot Mobil Kontrol Sederhana Menggunakan Arduino Berbasis Android System. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, 14(1), 101-107.
- Setyawan, B. A., & Ngadiyono, Y. (2022). Analisis Pengaruh Tingkat Kelembaban Filamen PLA Terhadap Nilai Kekuatan Mekanik Hasil Cetak 3D Printing. *Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin*, 7(1), 1-11.
- Syaifudin, A., Effendi, M. K., Pramono, A. S., Kaelani, Y., Ariatedja, J. B., & Harnany, D. (2022). Analisis Efektivitas Pelatihan Singkat 3D Modelling, 3D Scanning, dan 3D Printing pada Siswa SMA. *Sewagati*, 6(5), 598-606.
- Tamaji, T., Utama, Y. A. K., dan Febrianto, H. 2020. Sistem Kemudi Kapal Berbasis Wireless Menggunakan Remot Kontrol. In *Seminar Nasional Ilmu Terapan*, Vol. 4, No. 1.

- Tayu, B., Handono, B. D., & Pandaleke, R. (2017). Perilaku Sambungan Baut Flush End-Plate Balok Kolom Baja pada Kondisi Batas. *Jurnal Sipil Statik*, 5(5).
- Toldo, G., dan Triyanto, A. 2022. Rancang Bangun Mesin Listrik Pemotong Rumput Menggunakan Control Arduino. *OKTAL: Jurnal Ilmu Komputer dan Sains*, 1(03), 271-282.
- Trisnowati, E., Niza, R., & Ismiyatun, F. (2017). Analisis Keseimbangan Benda Dengan Hukum I Newton. *SPEKTRA: Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 3(2), 122-129.

LAMPIRAN

1. Ud. Gemilang Logam Pasar Beringharjo



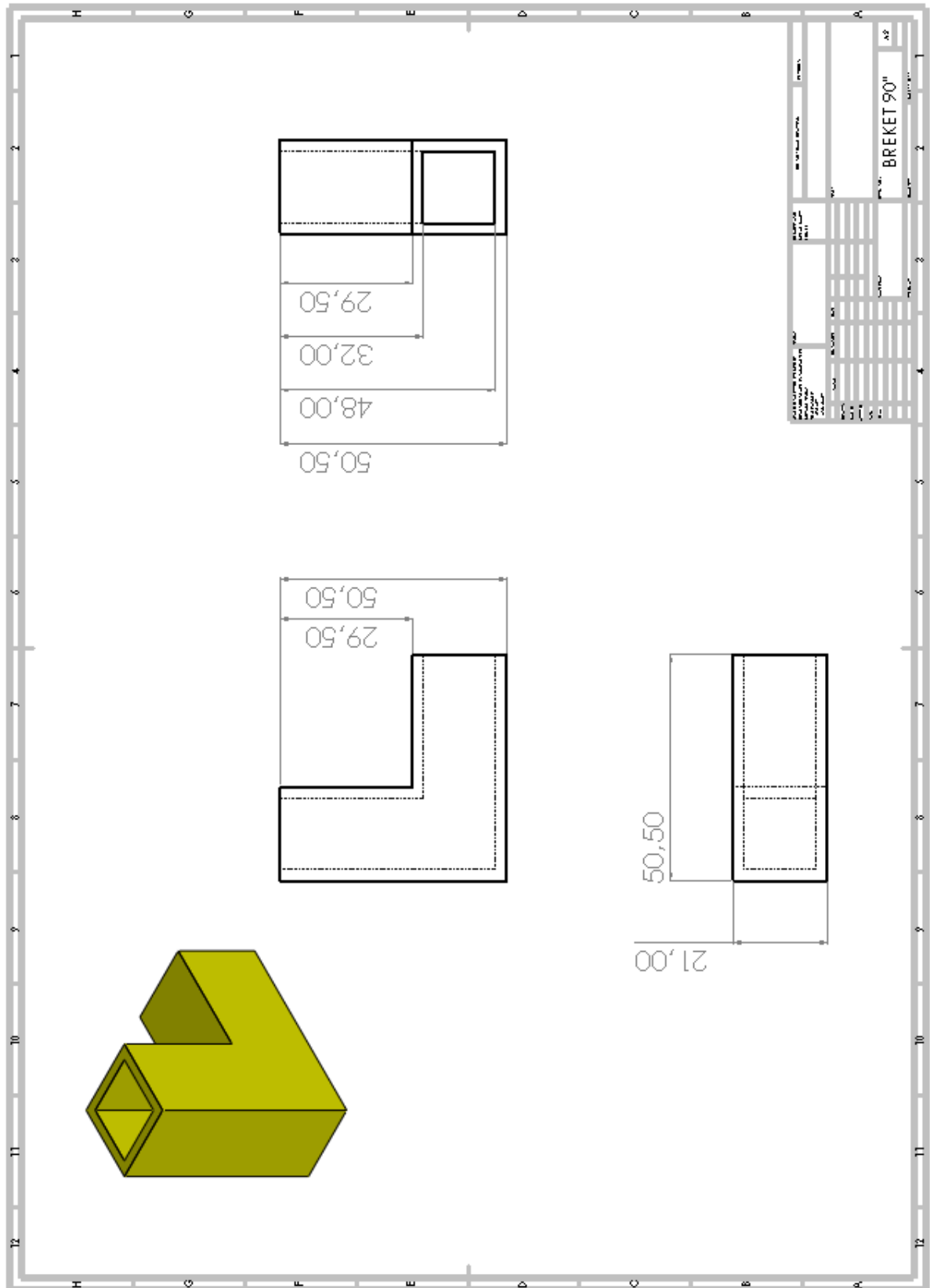
2. Berkat Abadi Tehnik



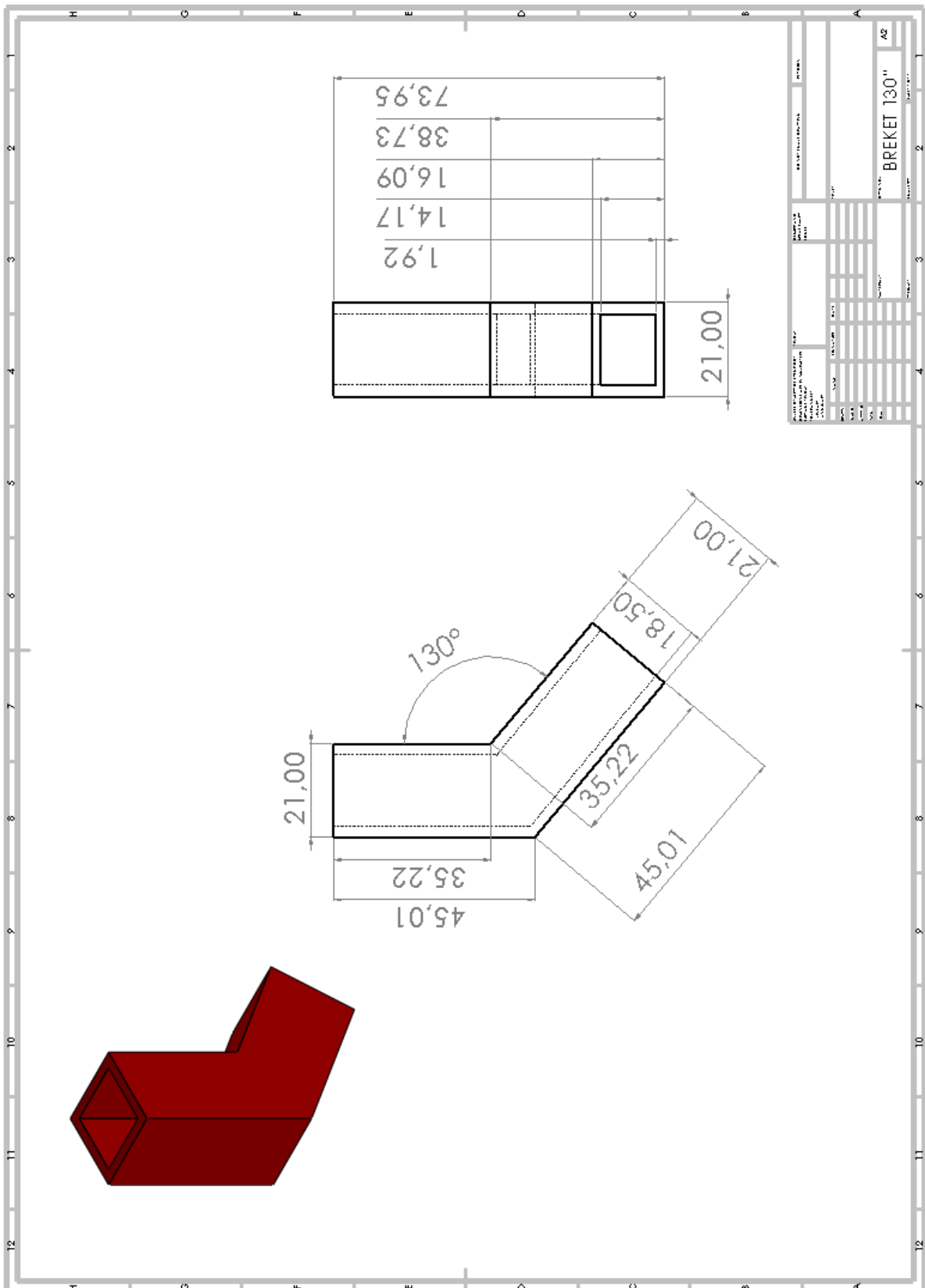
3. Nilai Konduktivitas Termal Logam

Bahan	λ (W/m. °K)	Bahan	λ (W/m. °K)
Aluminium	237	Air	0,6
Baja Stainless	14	Akrilik	0,16
Besi	79,5	Gelas	0,8
Emas	314	Karet	0,2
Intan	2000	Kayu	0,21
Tembaga	390	Timah	34,7
Kuningan	151	Udara	0,0234

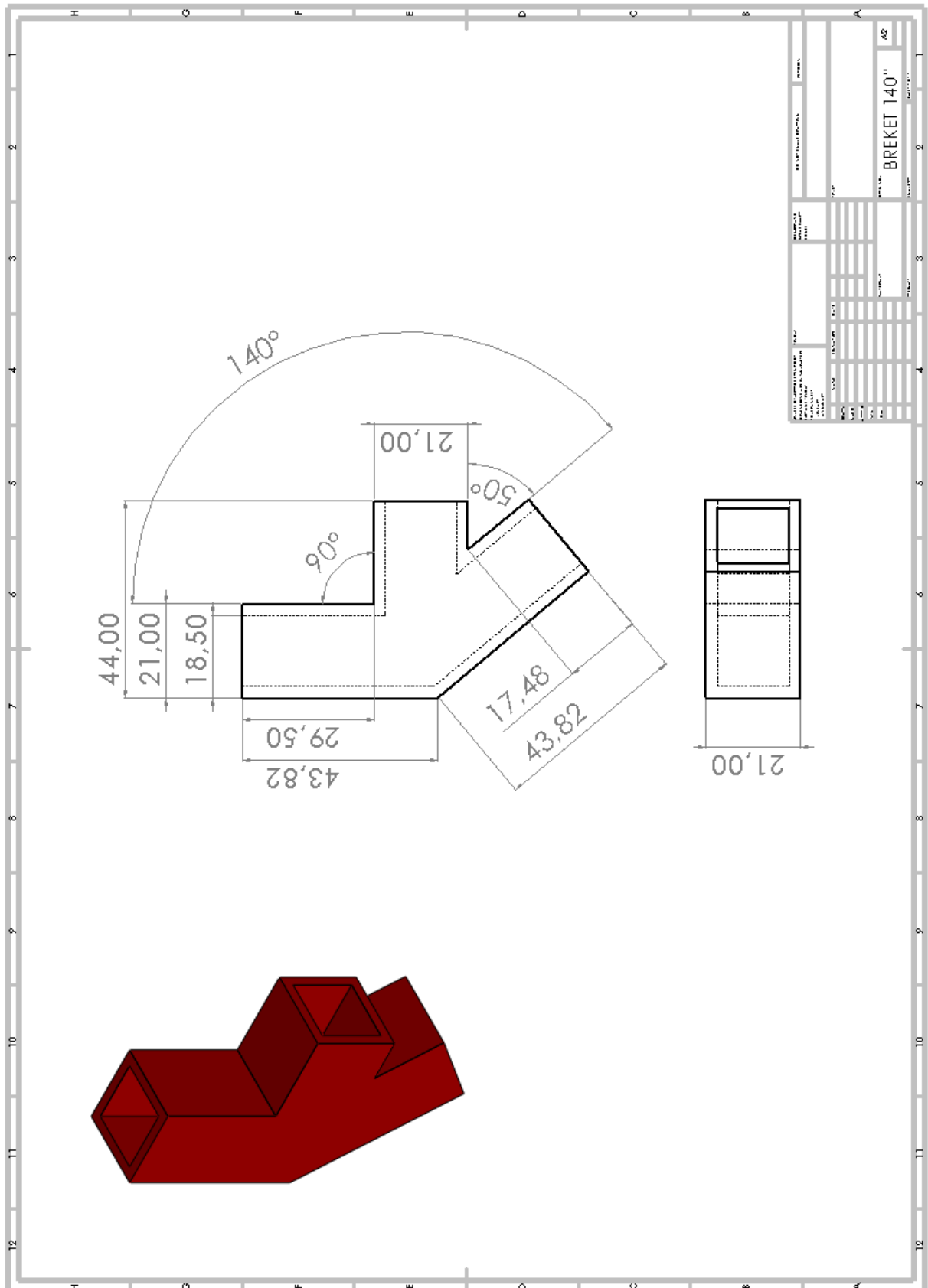
4. Gambar 2 Dimensi Breket 90 Derajat



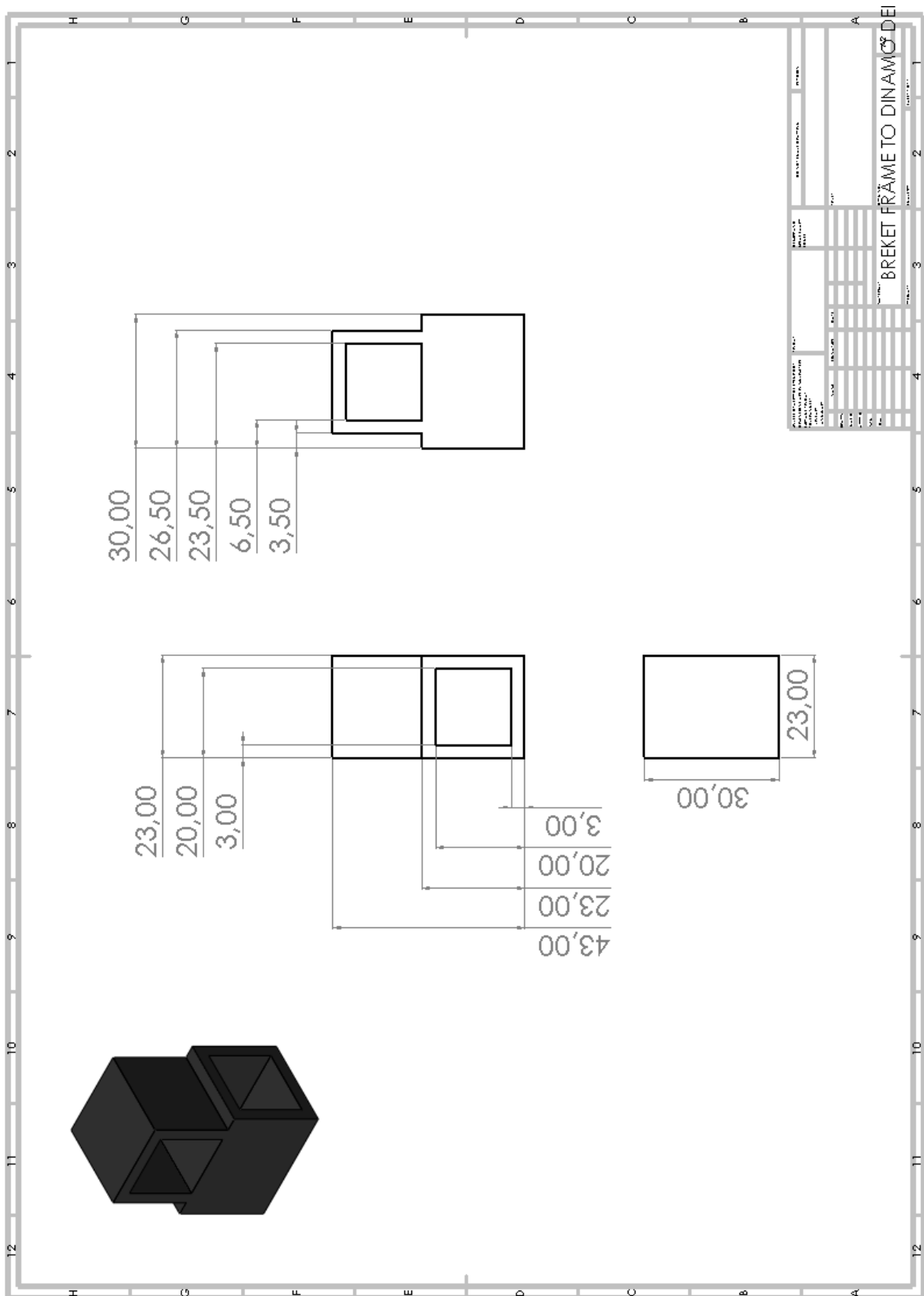
5. Gambar 2 Dimensi Breket 130 Derajat



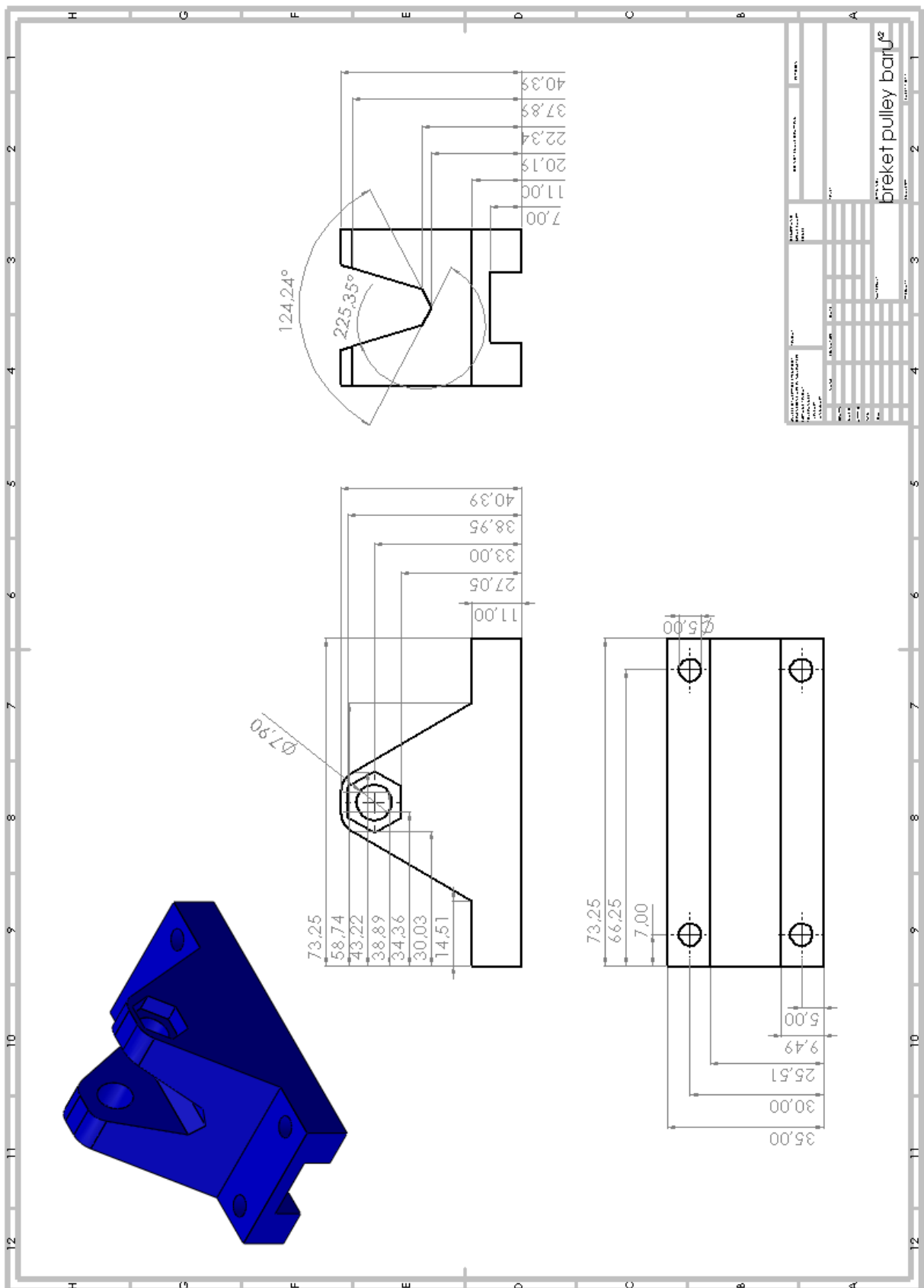
6. Gambar 2 Dimensi 140 Derajat



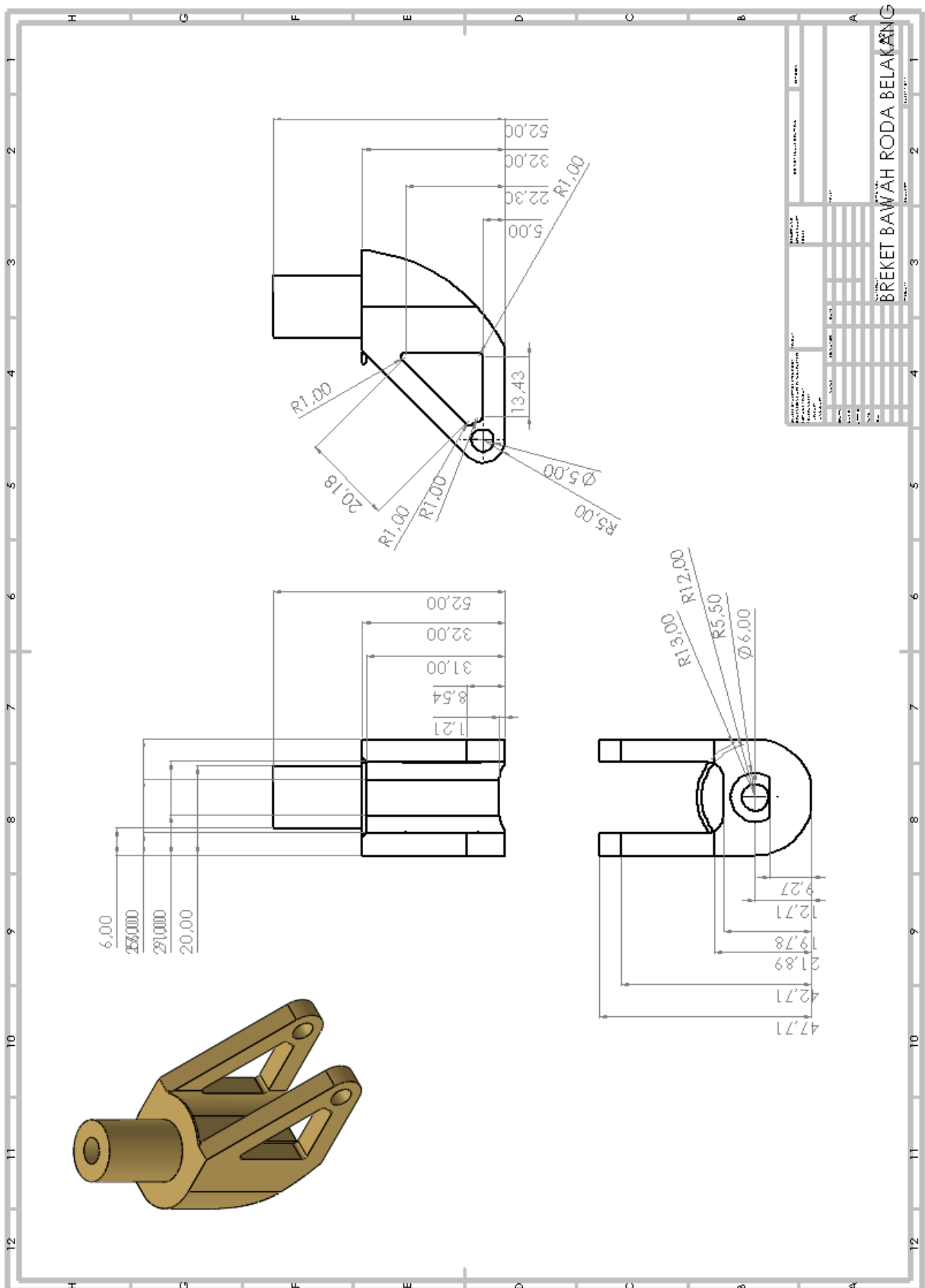
7. Gambar 2 Dimensi Braket *Frame to Frame*



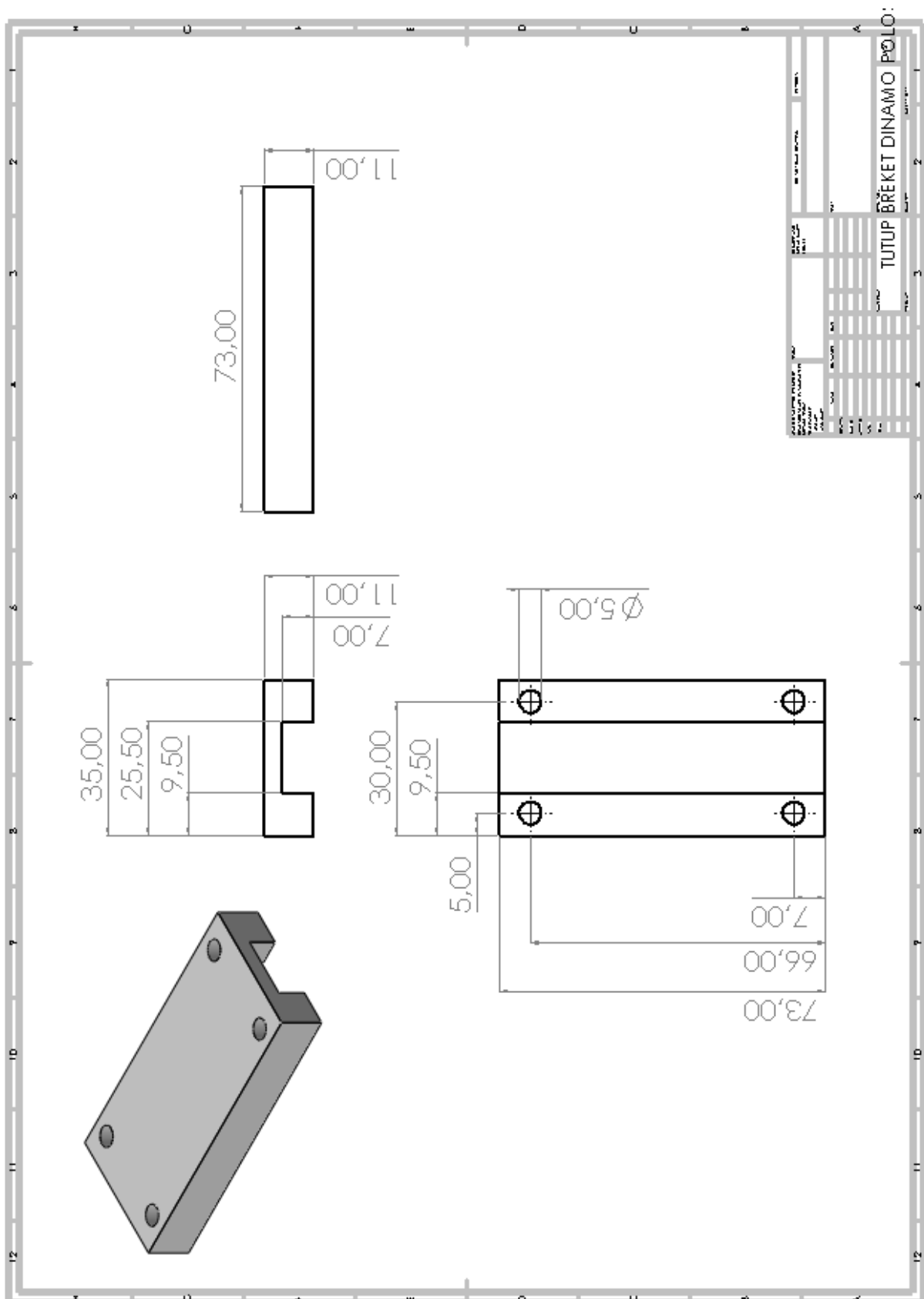
10. Gambar 2 Dimensi Braket Roda Penggerak Utama



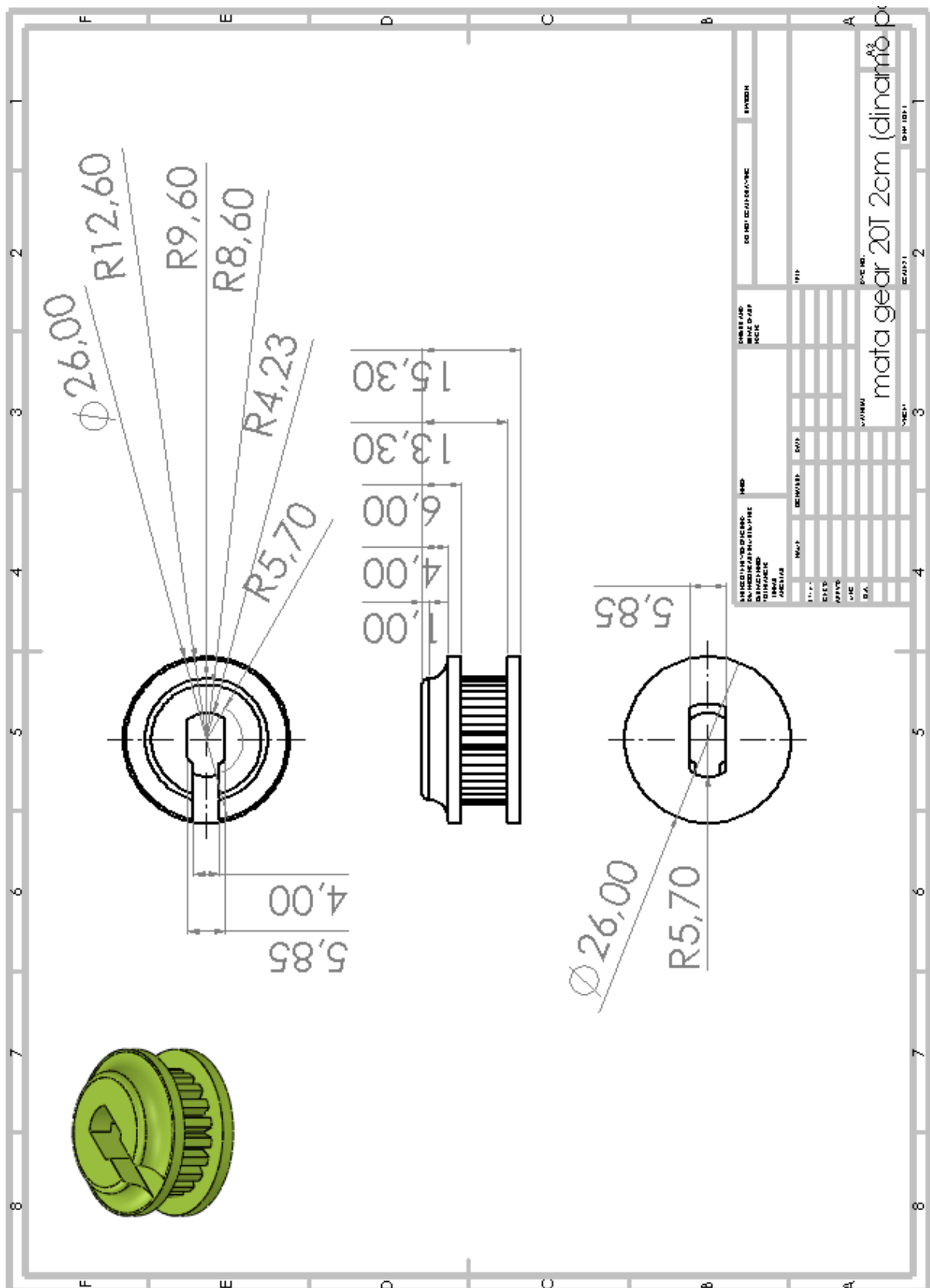
13. Gambar 2 Dimensi Braket Bawah Roda *Following*



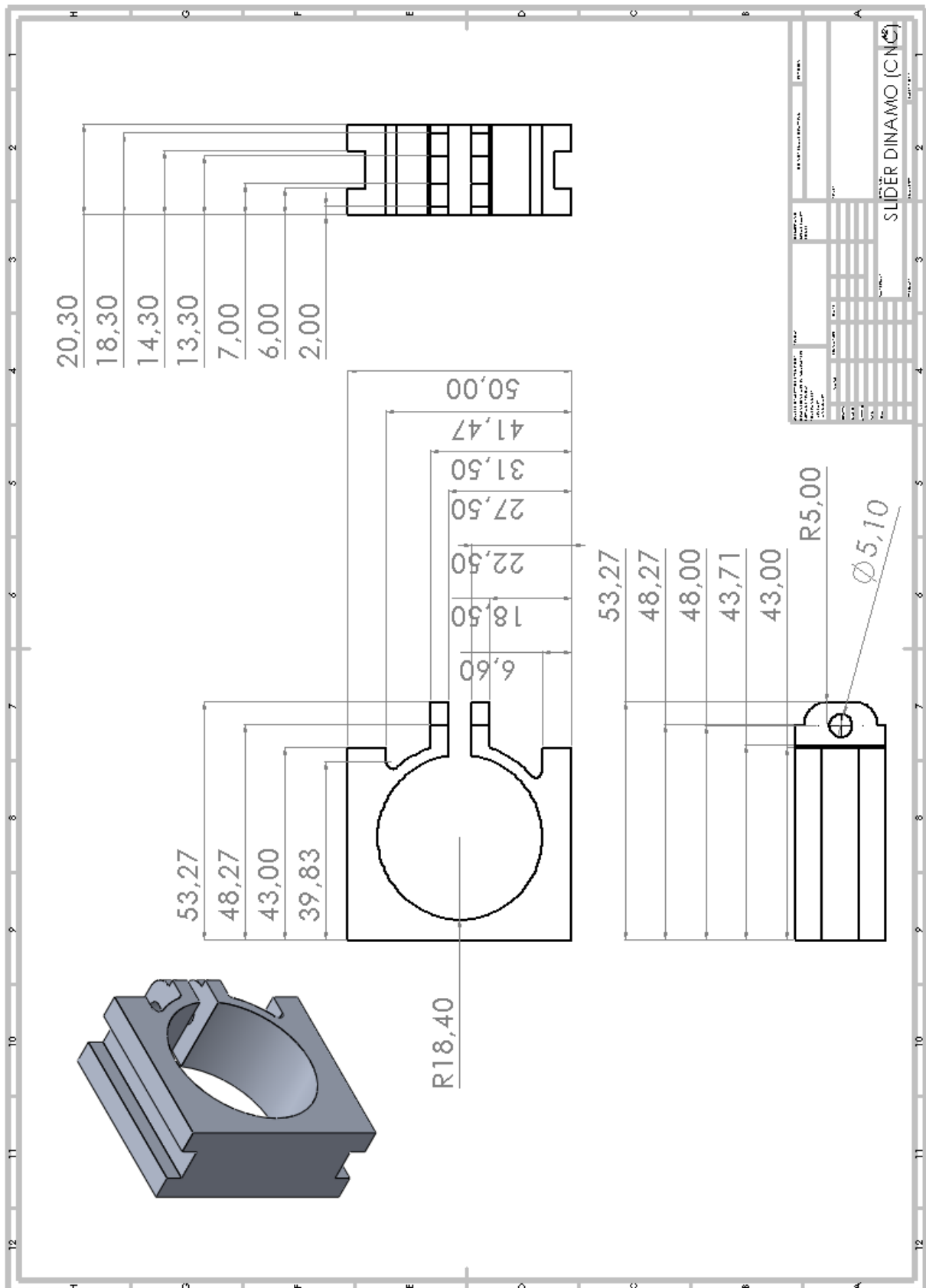
16. Gambar 2 Dimensi Breket *Servo on/off*



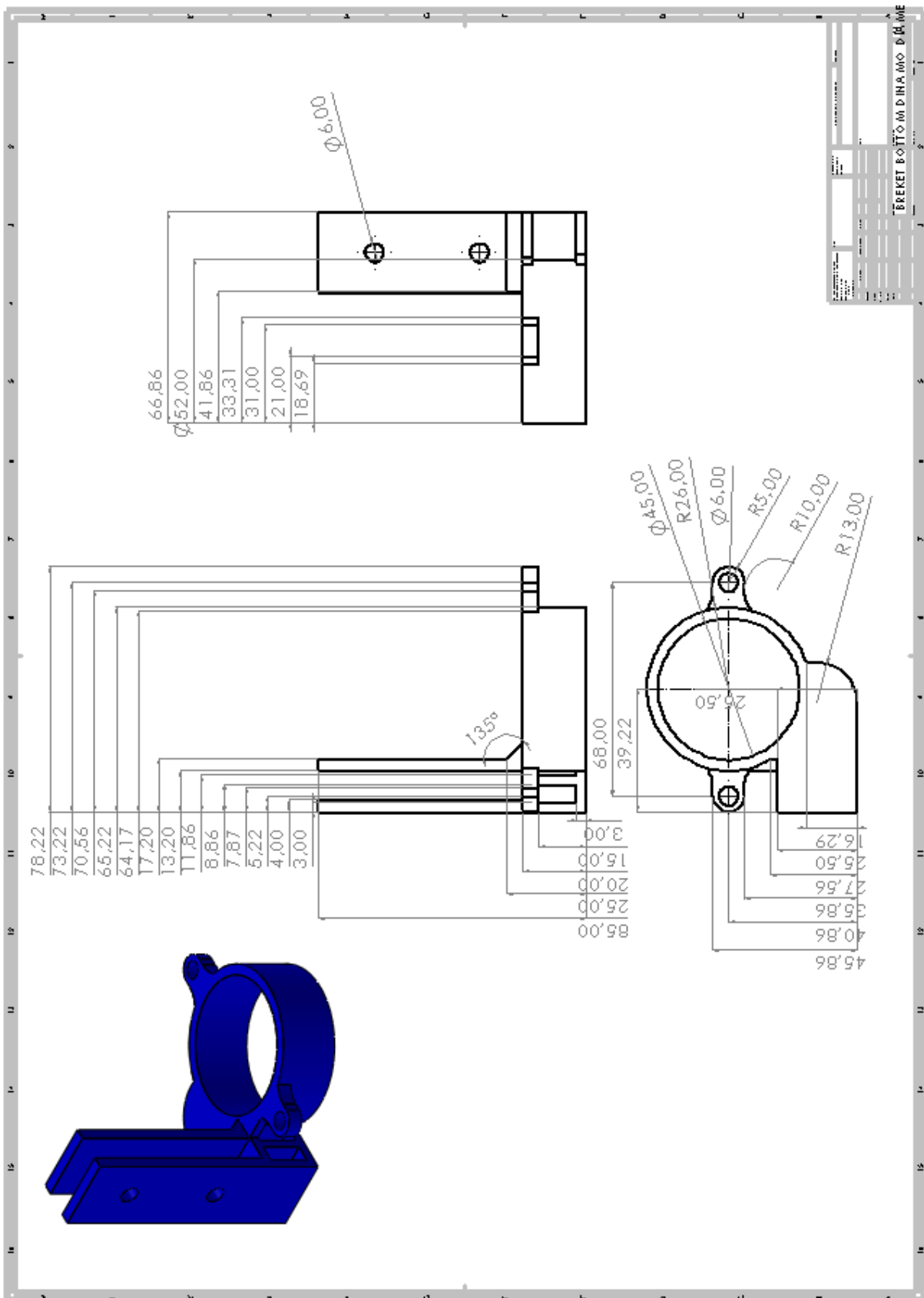
17. Gambar 2 Dimensi Braket V-belt Dinamo Penggerak



18. Gambar 2 Dimensi Braket *Housing* Dinamo Penggerak Utama



19. Gambar 2 Dimensi Braket *Housing* Dinamo Mata Potong



21. Gambar 2 Dimensi Tuas *Connector Sistem Adjustment Servo ke Dinamo*

