

**RANCANG BANGUN MEKANISME TRANSMISI *FESS*
(*FLYWHEEL ENERGY STORAGE SYSTEM*) SEBAGAI
ENERGI TAMBAHAN PADA MOBIL PENGGUNA KURSI
RODA**

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh :

Elsya Safira	NIM : 0021910
Jekey Ardian	NIM : 0021914
Abdi Fahrudi	NIM : 0011901

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2022**

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN MEKANISME TRANSMISI FESS (*FLYWHEEL ENERGY STORAGE SYSTEM*) SEBAGAI ENERGI TAMBAHAN PADA MOBIL PENGGUNA KURSI RODA

Oleh :

Elsya Safira /0021910

Jekcy Ardian /0021914

Abdi Fahruzi /0011901

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan Program Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Subkhan, M.T.

Tuparjono, M.T.

Penguji 1

Penguji 2

M. Haritsah Amrullah, M.Eng.

Angga Sateria, M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa 1 : Elsy Safira NIM : 0021910
Nama Mahasiswa 2 : Jecky Ardian NIM : 0021914
Nama Mahasiswa 3 : Abdi Fahrudi NIM : 0011901

Dengan Judul : Rancang Bangun Mekanisme Transmisi *FESS (Flywheel Energy Storage System)* Sebagai Energi Tambahan Pada MPKR

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, Agustus 2022

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

1. Elsy Safira

.....

2. Jecky Ardian

.....

3. Abdi Fahrudi

.....

ABSTRAK

Penyandang disabilitas adalah setiap orang yang mengalami keterbatasan fisik, intelektual, mental, dan/atau sensorik dalam jangka waktu lama yang dalam berinteraksi dengan lingkungan dapat mengalami hambatan dan kesulitan untuk berpartisipasi secara penuh dan efektif. Sehingga perlu adanya pengembangan terhadap alat transportasi bagi penyandang disabilitas. Dengan itu dirancang mobil listrik pengguna kursi roda yang tetap mengusung aspek keamanan, manufaktur dan ekonomi. Walaupun sudah ada beberapa kendaraan yang diciptakan khusus untuk penyandang disabilitas, namun banyak aspek yang mempengaruhi kendaraan tersebut belum bisa beroperasi dijalanan umum. Dengan itu dirancang mobil listrik pengguna kursi roda yang tetap mengusung aspek keamanan, manufaktur dan ekonomi. Sistem penggerak yang dibutuhkan pada modifikasi mobil bagi penyandang disabilitas ini menggunakan tambahan sistem FESS. FESS (Flywheel Energy Storage System) merupakan sistem penyimpanan energi pada flywheel (roda gila) yang memiliki masa tertentu dan menyimpannya sebagai energi kinetik dan melepaskan energy secara signifikan apabila energy tersebut diperlukan (Adhe Anggry,2016). Tujuan pemakaian FESS pada sistem gerak ini agar menghemat energi pada MPKR. Metode yang digunakan dalam pembuatan penelitian ini adalah metode perancangan VDI 2222.

Kata kunci: Flywheel, MPKR, transmisi FESS

ABSTRACT

Persons with disabilities are any person who experiences physical, intellectual, mental, and/or sensory limitations over a long period of time who in interacting with the environment may experience obstacles and difficulties to participate fully and effectively. So there is a need for the development of transportation tools for people with disabilities. With it designed electric cars for wheelchair users that still carry aspects of safety, manufacturing and economy. Although there have been several vehicles created specifically for people with disabilities, many aspects that affect these vehicles have not been able to operate on public roads. With it designed electric cars for wheelchair users that still carry aspects of safety, manufacturing and economy. The drive system needed in this car modification for people with disabilities uses an additional FESS (Flywheel Energy Storage System) system. FESS (Flywheel Energy Storage System) is an energy storage system on the flywheel that has a certain period and stores it as kinetic energy and releases energy significantly if the energy is needed (Adhe Anggry, 2016). The purpose of using FESS in this motion system is to save energy on MPKR. The method used in making this study was the design method of VDI 2222.

Kata kunci: Flywheel, MPKR, transmisi FESS

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, berkat rahmat serta hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini. Maksud dari penulisan laporan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi persyaratan kelulusan mencapai derajat Ahli Madya (A.Md) Program Diploma III Jurusan Teknik Mesin Negeri Bangka Belitung.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis banyak menemui kesulitan, akan tetapi berkat hidayah-Nya serta bantuan dan dukungan dari berbagai pihak maka kesulitan tersebut dapat teratasi. Maka dengan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang memberikan dukungan, semangat, dan doa.
2. Bapak I Made Andik Setiawan, M.Eng., Ph.D selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Subkhan, S.T., M.T. selaku pembimbing 1 dari Program Studi Teknik Perancangan Mekanik Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah sabar membimbing penulis serta meluangkan banyak waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan arahan dalam proses perancangan mesin serta penulisan laporan proyek akhir.
4. Tuparjono, S.S.T., M.T selaku pembimbing 2 dari Program Studi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah sabar membimbing penulis serta meluangkan banyak waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan arahan proses perancangan modifikasi mesin serta penulisan laporan proyek akhir.
5. Bapak Muhammad Haritsah Amrullah, S.S.T., M.Eng. selaku Kepala Program Studi Teknik Perancangan Mekanik.
6. Bapak Angga Sateria, M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin.
7. Seluruh dosen pengajar di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini.

8. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan proyek akhir ini.
9. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
10. *Last but not least, i wanna thank me, i wanna thank me for believing in me, i wanna thank me for doing all this hard work, i wanna thank me for having no days off, i wanna thank me for never quitting, i wanna thank me for just being me at all times.*

Penulis menyadari atas keterbatasan yang dimiliki dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini, sehingga masih ditemui kekurangan dan ketidaksempurnaan, Maka dari itu kritik dan saran dari pembaca sangat penulis harapkan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak. Amin.

Sungailiat, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Proyek Akhir	3
BAB II DASAR TEORI	4
2.1. Kendaraan untuk Penyandang Disabilitas	4
2.2. Kursi Roda	4
2.3. Sistem Penggerak	5
2.4. Proses Perancangan	5
2.5. Metode Perancangan VDI 2222	5
2.6. Komponen – Komponen Mesin	10
BAB III METODE PELAKSANAAN	15
3.1. Pengumpulan data	16
3.2. Perencanaan	16
3.3. Proses Pembuatan	16
3.4. Perakitan	16
3.5. Uji Coba	17
BAB IV PEMBAHASAN	18
4.1. Pengumpulan Data	18
4.2. Perencanaan	18

4.3.	Analisa Perhitungan	23
4.4.	Proses Pembuatan.....	27
4.5.	Proses Perakitan Mesin	33
4.6.	Uji Coba	34
4.7.	Cara kerja <i>flywheel</i>	34
4.8.	Perawatan	34
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1.	Kesimpulan.....	35
5.2.	Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Hubungan Antar Perancangan dan Proses Pembuatan.....	7
4.1 Fungsi Bagian	20
4.2 Alternatif Fungsi Bagian	20
4.3 Penilaian Alternatif.....	22
4.4 Tabel Energi RPM <i>Flywheel</i>	27
4.5 Komponen Mesin	28
4.6 Tabel Hasil Uji Coba.....	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1.1 Kerangka MPKR.....	2
2.1 Kursi Roda	4
2.2 <i>Flywheel</i> yang diterapkan pada MPKR.....	12
2.3 Poros \varnothing 40 mm.....	12
2.4 Poros \varnothing 20 mm.....	13
2.5 Penghubung poros	13
2.6 <i>Bearing</i>	14
2.7 Rantai dan <i>sprocket</i>	14
3.1 <i>Flow chart</i>	15
4.1 Analisa <i>black box</i>	19
4.2 Hiarki fungsi	20
4.3 <i>Pulley and Belt</i>	22
4.4 Rantai dan <i>sprocket</i>	23
4.5 Massa Poros \varnothing 40 mm.....	24
4.6 Massa Poros \varnothing 20 mm.....	25
4.7 Massa poros penghubung	26
4.8 Poros \varnothing 40 mm.....	28
4.9 Poros \varnothing 20 mm.....	29
4.10 <i>Sprocket Join</i>	31
4.11 Penghubung.....	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2 : Gambar Susunan

Lampiran 3 : Gambar Kerja

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Penyandang disabilitas adalah segelintir masyarakat yang berkebutuhan khusus yang memiliki hak, kedudukan, kewajiban, serta peran yang sama dengan masyarakat lain pada umumnya. Penyandang disabilitas adalah setiap orang yang mengalami keterbatasan fisik, intelektual, mental, dan/atau sensorik dalam jangka waktu lama yang dalam berinteraksi dengan lingkungan dapat mengalami hambatan dan kesulitan untuk berpartisipasi secara penuh dan efektif (UU 8 Tahun 2016). Mereka merasa kesulitan untuk beraktifitas seperti biasanya, contohnya dalam menggunakan kendaraan sehingga perlu adanya pengembangan terhadap alat transportasi bagi penyandang disabilitas. Salah satu penyandang disabilitas yang berpotensi produktif adalah penyandang disabilitas fisik yang merupakan pengguna kursi roda. Secara umum disabilitas fisik yaitu mengalami keterbatasan akibat gangguan pada fungsi tubuh salah satunya yang dialami adalah kaki.

Walaupun sudah ada beberapa kendaraan yang diciptakan khusus untuk penyandang disabilitas, namun banyak aspek yang mempengaruhi kendaraan tersebut belum bisa beroperasi di jalanan umum. Aspek-aspek yang mempengaruhi yaitu tentang keselamatan pengguna, kemudahan aksesibilitas, kenyamanan, dan harga yang kurang terjangkau bagi pengguna. Hal tersebut menjadi alasan mengapa pengguna kursi roda kesulitan mendapatkan hak yang sama dengan masyarakat pada umumnya dalam mengakses kendaraan.

Dengan itu dirancang mobil listrik pengguna kursi roda yang tetap mengusung aspek keamanan, manufaktur dan ekonomi. Rancangan yang akan di buat terdiri dari bagian-bagian utama, yaitu: kerangka, sistem penggerak, sistem kemudi, sistem tenaga dan sistem manajemen keamanan serta fitur-fitur tambahan. Sebelumnya telah dilakukan penelitian pada tahun 2021 oleh M.Akmal *et all*, mengenai mobil pengguna kursi roda dengan judul rancangan pengarah dan penepatan (jig and fixture) kursi roda. Pada proyek akhir sebelumnya yang telah

merancang sistem kemudi dan sistem rangka pada mobil listrik bagi pengguna kursi roda, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1 namun, masih ada yang harus dimodifikasi yaitu sistem kemudi, sistem penggerak, dan *system control*.

Sistem penggerak yang dibutuhkan menggunakan tambahan sistem FESS (*Flywheel Energy Storage System*). FESS (*Flywheel Energy Storage System*) merupakan sistem penyimpanan energi pada *flywheel* (roda gila) yang memiliki masa tertentu dan menyimpannya sebagai energi kinetik dan melepaskan energi secara signifikan apabila energi tersebut diperlukan (Adhe Anggry *et al.*,2016). Tujuan pemakaian FESS pada sistem gerak ini untuk menghemat energi pada MPKR agar menghasilkan durasi dan jarak tempuh yang lebih bagi pengendara. Kesimpulan dari uraian di atas, proyek akhir kali ini akan dilakukan rancangan terhadap desain penggerak menggunakan sistem FESS (*Flywheel Energy Storage System*) agar mendapatkan cadangan energi. MPKR yang sudah dikembangkan di Polman Babel dapat dilihat pada Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 MPKR yang sudah dikembangkan di Polman Babel

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan pembahasan pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam proyek akhir ini adalah:

1. Bagaimana mendapatkan racangan FESS menggunakan metode VDI 2222.
2. Bagaimana merancang dan membangun mekanisme penggerak MPKR menggunakan metode FESS sehingga mendapatkan hasil dari sisa putaran *flywheel*.

1.3. Tujuan Proyek Akhir

Adapun tujuan pembuatan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membuat rancangan *FESS* menggunakan metode VDI 2222.
2. Membuat rancangan dan membangun mekanisme penggerak MPKR menggunakan metode *FESS* sehingga mendapatkan hasil dari sisa putaran *flywheel*.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Kendaraan untuk Penyandang Disabilitas

Kendaraan untuk penyandang disabilitas adalah kendaraan yang dirancang untuk para penyandang disabilitas khususnya pengguna kursi roda dimana kendaraan dapat digunakan oleh penyandang disabilitas tanpa harus turun dari kursi roda.

2.2. Kursi Roda

Perkembangan teknologi yang semakin canggih di berbagai bidang dapat membantu manusia melakukan aktivitas walaupun dengan keterbatasan, salah satu contohnya adalah kursi roda. Kursi roda merupakan alat bantu bergerak bagi seseorang yang memiliki kekurangan fisik ataupun mempunyai masalah yang menyebabkan tidak memungkinkan menggunakan kaki untuk berjalan (Awaludin Rizki Samosir, 2019). Menurut *English Wheelchair Guidelines*, kursi roda adalah salah satu alat bantu yang paling umum digunakan untuk meningkatkan mobilitas pribadi. Kurang lebih 10% dari populasi global yaitu sekitar 65 juta orang memerlukan kursi roda. Di Indonesia, Kementerian Kesehatan RI (2014) menyatakan bahwa persentase penyandang disabilitas yang mengalami keterbatasan berjalan atau naik tangga adalah 10,26% dari total seluruh penyandang disabilitas di Indonesia. Gambar kursi roda dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Kursi Roda

2.3. Sistem Penggerak

Berdasarkan tenaga yang digunakan pada sistem penggerak, terdapat dua tipe, yang pertama menggunakan baterai/aki. Di mana semua tenaga yang dihasilkan untuk menggerakkan roda diperoleh dari energi yang dihasilkan oleh baterai. Tipe yang kedua adalah menggunakan sistem *FEES (Flywheel Energy Storage System)* sebagai energi tambahan bagi penggerak, cara kerjanya adalah *Flywheel* akan berkerja apabila MPKR melewati turunan. Ketika MPKR berjalan melewati turunan dengan derajat tertentu maka seketika sensor kemiringan akan aktif. Aliran listrik dengan otomatis akan terbagi ke motor penggerak *Flywheel* dan juga roda listrik. Putaran dari *Flywheel* akan diteruskan ke alternator/generator lalu listrik yang dihasilkan dari generator akan diteruskan ke sistem *charging*. Jika MPKR sudah kembali melewati bidang datar, sensor dengan otomatis memutus sambungan sambungan listrik yang berada di motor penggerak *Flywheel* sehingga *Flywheel* akan mati. Namun *Flywheel* sendiri akan tetap berputar dan tetap mengalirkan daya ke baterai sampai putaran *Flywheel* tersebut berhenti dengan sendirinya. Inilah yang dimaksud dengan memanfaatkan energi putaran sisa dari *Flywheel* atau *FESS*.

2.4. Proses Perancangan

Perancangan adalah suatu proses sebelum pembuatan alat dilakukan yaitu dilakukan proses penggambaran, perencanaan dan pembuatan sketsa atau pengaturan beberapa bagian yang terpisah.

2.5. Metode Perancangan VDI 2222

Metode perancangan *Verein Deutch Ingeniuer (VDI2222)* merupakan metode yang disusun oleh persatuan insinyur Jerman secara sistematis terhadap pendekatan faktor kondisi real dari sebuah proses. Berikut adalah 4 (empat) tahapan metode perancangan metode VDI2222. (Ruswandi, 2004).

1. Merencana

Perencanaan merupakan tahap awal dalam kegiatan desain yang terdiri dari tahap pemilihan pekerjaan. Pemilihan pekerjaan terdiri dari studi kelayakan, analisis pasar, temuan penelitian, konsultasi permintaan, pengembangan awal, paten dan kelayakan lingkungan.

2. Mengkonsep

Dalam pemilihan konsep beberapa tahapan yang harus dilakukan, antara lain sebagai berikut:

1. Definisi Tugas

Pengertian tugas adalah sesuatu yang berhubungan dengan produk yang akan dibuat. Misalnya, mengidentifikasi tugas dan alternatif yang akan dilakukan

2. Daftar Tuntutan

Dalam tahapan ini memenuhi tuntutan yang ingin dicapai dari produk yang akan dihasilkan. Hal yang harus dilakukan dalam tuntutan adalah sebagai berikut:

A. Tuntutan utama merupakan permintaan yang mutlak dipenuhi dalam rancangan. Biasanya dinyatakan dalam bentuk parameter yang dilengkapi dengan besaran berikut satuannya, dimana nilai besaran yang dimaksud adalah nilai tanpa penyimpangan yang harus dipenuhi.

B. Tuntutan kedua merupakan permintaan dengan parameter yang memiliki batas maksimal dan mutlak dipenuhi. Besaran dan satuan.

3. Diagram proses

Dalam diagram proses terdapat *input*, *process* dan *output*.

4. Analisa Fungsi Bagian

Analisa fungsi bagian adalah penguraian tentang fungsi sistem menjadi fungsi-fungsi bagaian.

5. Fungsi bagian

Pada fungsi bagian ini akan dibuat pilihan lain dari fungsi bagian yang akan dipilih berdasarkan kelebihan dan kekurangannya.

6. Keputusan akhir

Keputusan akhir merupakan rancangan yang akan diambil untuk dibuat setelah dilakukan pemilihan *alternative* . (Erika Anggraini 2020).

3. Merancang

Faktor yang terdapat dalam merancang sebagai berikut.

1. Standardisasi

Seperti halnya penentuan elemen produk yang dibeli dari luar karena elemen pengembangan fungsi, maka pencarian solusi dari elemen-elemen produk yang distandarkan pun dianjurkan. Standar menetapkan solusi terbaik dari masalah-masalah (teknis) yang terjadi berulang-ulang. Penggunaan standar sebenarnya adalah optimasi teknis dan ekonomis karena keterbatasan waktu. Hubungan antar perancangan dan proses pembuatan dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut.

Tabel 2.1 Hubungan Antara Perancangan dan Proses Pembuatan

Perancangan Layout	Proses Produksi
Perancangan Layout <ul style="list-style-type: none"> - Komponen (assemblies) - Elemen - Elemen yang dibeli dari luar - Elemen standar - Perakitan dan pengembangan - Alat transport - Kendali mutu 	<ul style="list-style-type: none"> - Proses pembuatan - Kemungkinan merakit dan mengangkut - Jumlah elemen yang sama - Perbandingan antara elemen yang dibeli dari luar dan elemen yang dibuat sendiri - Kendali mutu
Perancangan bentuk elemen <ul style="list-style-type: none"> - Bentuk dan dimensi - Pengerjaan permukaan (<i>surface finish</i>) - toleransi - Batasa dan suaian 	<ul style="list-style-type: none"> - Prosedur pembuatan - Alat produksi dan alat perkakas - Elemen yang dibeli dari luar dan elemen yang dibuat sendiri - Kendali mutu
Pemilihan material <ul style="list-style-type: none"> - Tipe material - Perlakuan material - Kendali mutu - Material setengah jadi - Ketersediaan elemen 	<ul style="list-style-type: none"> - Prosedur pembuatan - Lat produksi dan alat perkakas - Elemen yang dibeli dari luar dan elemen yang

standard dan elemen yang dibeli di luar	dibuat sendiri - Kendali mutu
- Elemen yang sudah pernah dibuat - Elemen standar - elemen yang dibeli diluar	- Pengadaan /pembelian - Penyimpanan - Kendali, macam dan jumlah elemen
Dokumentasi produksi - Gambar (<i>workshop drawing</i>) - Daftar elemen - Databases - Instruksi perakitan - Instruksi pengujian	- Perintah pelaksanaan - Perencanaan produksi - Kendali produksi - Kendali mutu - CAM,CAP, CAD,CIM

2. Elemen mesin

Sistem yang digunakan harus tepat sehingga pada saat elemen mesintersebut mengalami kerusakan, diharapkan perbaikannya dengan biaya murah dan proses perbaikannya mudah.

3. Material

Material yang digunakan sebaiknya material yang sudah tersedia dipasar, sehingga mudah didapatkan dan mudah diproses pemesinannya.

4. Ergonomi

Tujuan ergonomi adalah meningkatkan efektifitas dan efisiensi, memperbaiki keamanan, mengurangi kelelahan dan stress. Ergonomi adalah suatu aplikasi ilmu pengetahuan yang memperhatikan karakter manusia yang perlu diperhatikan dalam perancangan dan penataan sesuatu yang digunakan, sehingga antara manusia dengan benda yang digunakan tersebut terjadi interaksi yang lebih nyaman dan efektif.

5. Mekanika teknik dan kekuatan bahan

Produk yang akan dirancang disesuaikan dengan trend, norma, estetika dan hindari bentuk yang rumit. Dalam merancang suatu alat harus diperhatikan jenis bahan yang akan digunakan.

6. Permesinan

Proses pembuatan produk berkaitan dengan pembuatan elemen produk. Pada era perancangan produk dengan prosedur *concurrent design*, perancangan tidak boleh lagi menghasilkan rancangan elemen produk yang susah atau yang sama sekali

tidak dapat dibuat. Setelah elemen-elemen produk selesai dibuat, maka elemen-elemen produk tersebut dirakit menjadi produk. Merakit produk berarti seseorang atau mesin: (1) mengambil elemen-elemen produk dari tempat penyimpanannya, (2) membawa ketempat perakitan dan meletakkan elemen-elemen tersebut dengan orientasi yang satu relatif terhadap lainnya dengan benar dan (3) menyambung elemen-elemen tersebut. Kemudian merakit ditentukan oleh atau tergantung dari jumlah elemen produk yang dirakit.

Secara lebih terinci, operasi merakit dapat diuraikan sebagai berikut:

- Menyimpan elemen-elemen produk yang akan dirakit, jika mungkin dengan cara yang sistematis dan jika perlu secara automatic.
- Penanganan (*handling*) elemen-elemen produk.
- Mengidentifikasi elemen, jika perlu dengan robot.
- Mengambil elemen produk untuk dirakit
- Memindahkan elemen produk ke lokasi perakitan
- Memosisikan elemen produk dilokasi perakitan, dengan posisi dan orientasi satu relatif terhadap lainnya dengan benar.
- Menyambung elemen-elemen produk dengan salah satu cara menyambung yang sesuai
- Mengatur misalnya agar toleransi sama
- Menjamin agar tidak terjadi gerakan elemen yang tidak diinginkan saat operasi
- Memeriksa hasil perakitan

7. Perawatan

Perawatan diartikan sebagai aktifitas untuk mencegah kerusakan yang terjadi pada permesinan.

8. Ekonomis

Ekonomis adalah sebuah tindakan kita dapat memperoleh pemasukan yang mempunyai kualitas terbaik dengan kuantitas harga yang sekecil mungkin. Perancangan harus memperhatikan tentang keekonomisan suatu produk.

4. Menyelesaian Perancangan

Merancang sesuatu dalam penyelesaiannya adalah sebagai berikut :

- a. Membuat gambar susunan
- b. Membuat gambar bagian
- c. Membuat daftar bagian
- d. Membuat petunjuk perawatan

2.6 Komponen – Komponen Mesin

Komponen mesin adalah kumpulan alat yang menjadi satu yang memiliki fungsi masing-masing dan saling berhubungan sehingga suatu mesin dapat berjalan. Jika pada suatu mesin komponen yang digunakan tidak lengkap maka mesin tersebut tidak akan sempurna hasilnya. Komponen – komponen yang digunakan untuk rancang bangun mekanisme transmisi *FESS (Flywheel energy storage system)* sebagai energy tambahan pada MPKR.

1. *Flywheel*

FESS (Flywheel Energy Storage System) adalah sistem penyimpanan energi pada *flywheel* yang memiliki massa tertentu dan menyimpannya sebagai energi kinetik dan melepaskan energi secara signifikan apabila energi tersebut diperlukan. Energi kinetik dihasilkan dari putaran *flywheel* (roda gila) dimana *output* daya listrik dari generator sebagai input untuk motor penggerak. Massa *flywheel* sangat berpengaruh terhadap besarnya daya yang dihasilkan oleh generator yang dimana *flywheel* akan berfungsi sebagai perangkat atau penyalur energi sementara pada generator induksi untuk nantinya mengubah energi mekanik menjadi energi listrik dan sebaliknya.

Dalam sistem *FESS* desain *flywheel* menjadi sangat penting untuk dapat menyimpan energi kinetik. Kinerja *flywheel* dipengaruhi oleh 3 (tiga) faktor antara lain kekuatan material, geometri (penampang) dan kecepatan rotasi. Geometri mengontrol energi spesifik, dengan kata lain, kemampuan *flywheel* menyimpan energi kinetik. Geometri yang baik akan berkontribusi penurunan konsentrasi tegangan pada *flywheel* dan kemudian meningkat masa pakai. Optimasi dilakukan

untuk memunculkan tingkat energi spesifik maksimum yang dapat dicapai dan memastikan bahwa tegangan maksimum yang diizinkan dengan menyesuaikan kecepatan rotasi (rpm) *flywheel*. Semakin tinggi level rpm maka semakin baik level energi kinetik yang dapat dicapai. (Adhe Anggry, 2016).

Teknologi KERS juga telah diaplikasikan pada mobil F1 untuk regulasi terbaru tahun 2009 (Mosley, 2009). Tujuannya adalah untuk meningkatkan akselerasi mobil F1 serta mengurangi tingkat emisi dengan pembangkitan kembali energi yang dibuang saat pengereman. Pada saat mobil melakukan pengereman maka *flywheel* akan menyimpan energi dalam bentuk kinetik, energi yang tersimpan dalam *flywheel* bisa digunakan kembali untuk menambah kecepatan. KERS yang digunakan pada mobil F1 dibuat oleh perusahaan *flybrid* dari Inggris. (Hardianto, T., Sutjahjono, H., & Ramadhan, M. E. , 2015).

Dari sekian banyak media penyimpan energi yang ada salah satu media yang dapat menyimpan energi yang berlebih kemudian menggunakannya kembali saat diperlukan adalah menggunakan *flywheel* (roda gaya). Penyimpan energi *flywheel* memperoleh energi kinetik dalam bentuk inersia putar, dan menyimpannya dalam bentuk energi kinetik, kemudian melepaskannya ketika dibutuhkan. Dari hasil yang diperoleh dari penyimpanan energi kinetik tersebut dengan sangat menarik dan signifikan. (Razali, R., & Stephan, S. , 2017)

Pada penelitian ini, untuk memperbesar energi dari *flywheel* dapat dilakukan dengan cara memperbesar $I =$ inersia. Untuk memperbesar inersia dapat menggunakan persamaan berikut:

Rumus :

$$I = m \cdot r^2 \dots\dots\dots (2.1)$$

Sedangkan untuk mencari massa (m) dapat diselesaikan dengan rumus :

$$m = V \cdot \rho \dots\dots\dots (2.2)$$

Sedangkan untuk mencai volume (V) dapat diselesaikan dengan rumus :

$$V = A \cdot L \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

I = Inersia

m = Massa

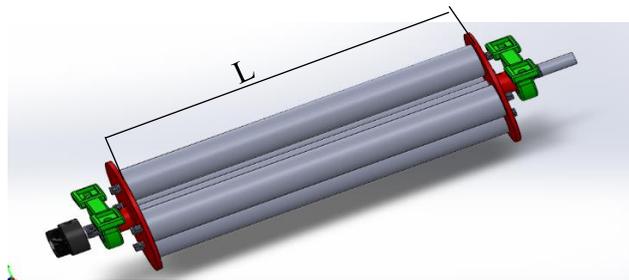
V = Volume

A = Luas

r = Jari-jari

L = Panjang

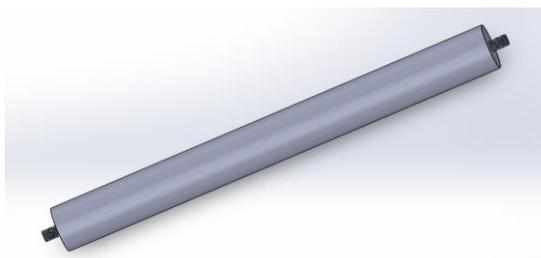
Karena ruang yang tidak memungkinkan untuk memperbesar r , maka L yang harus diperbesar guna menambah volume. Jika volume bertambah, massa juga ikut bertambah dan menyebabkan inersia menjadi besar. Oleh sebab itu, energi yang dihasilkan semakin besar. Gambar *flywheel* yang diterapkan pada MPKR dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut.



Gambar 2.2 *Flywheel* yang diterapkan pada MPKR

2. Poros *flywheel* \varnothing 40 mm

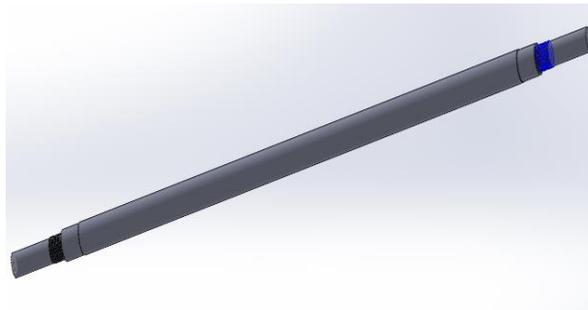
Pada rancangan *flywheel* ini dibutuhkan poros dengan ukuran \varnothing 40mm sebanyak empat buah. Poros *flywheel* dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Poros \varnothing 40 mm

3. Poros Penghubung *flywheel* Ø 20 mm

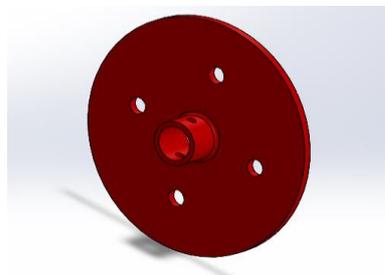
Poros penghubung *flywheel* Ø 20 mm diletakkan pada tengah-tengah poros Ø 40 mm. Rancangan poros Ø 20 mm dapat dilihat pada Gambar 2.4 berikut.



Gambar 2.4 Poros Ø20mm

4. Penghubung poros

Penghubung poros ini berfungsi untuk menghubungkan semua poros *flywheel*. Rancangan penghubung poros dapat dilihat pada Gambar 2.5.



gambar 2.5 Penghubung poros

5. *Bearing*

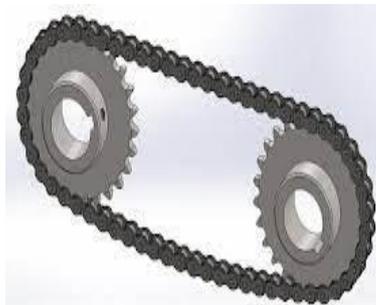
Bearing adalah komponen penggerak mekanis yang mengurangi gesekan antara dua komponen mesin yang bergerak, menopang posisi putaran komponen mesin, dan memfasilitasi putaran pada poros terhadap komponen tetap (diam). Komponen *bearing* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 *Bearing*

6. *Sprocket* dan Rantai

Rantai dan *sprocket* adalah salah satu jenis transmisi. Sama seperti jenis transmisi lainnya rantai dan *sprocket* berfungsi untuk meneruskan daya dari poros satu ke poros lain. *Sprocket* berupa roda yang memiliki banyak gigi. Rantai merupakan kumpulan banyak *roller* yang saling terhubung. Paling tidak membutuhkan satu rantai untuk menghubungkan dua *sprocket* supaya transmisi ini dapat bekerja. Rantai dan *sprocket* dapat dilihat pada Gambar 2.7 berikut.

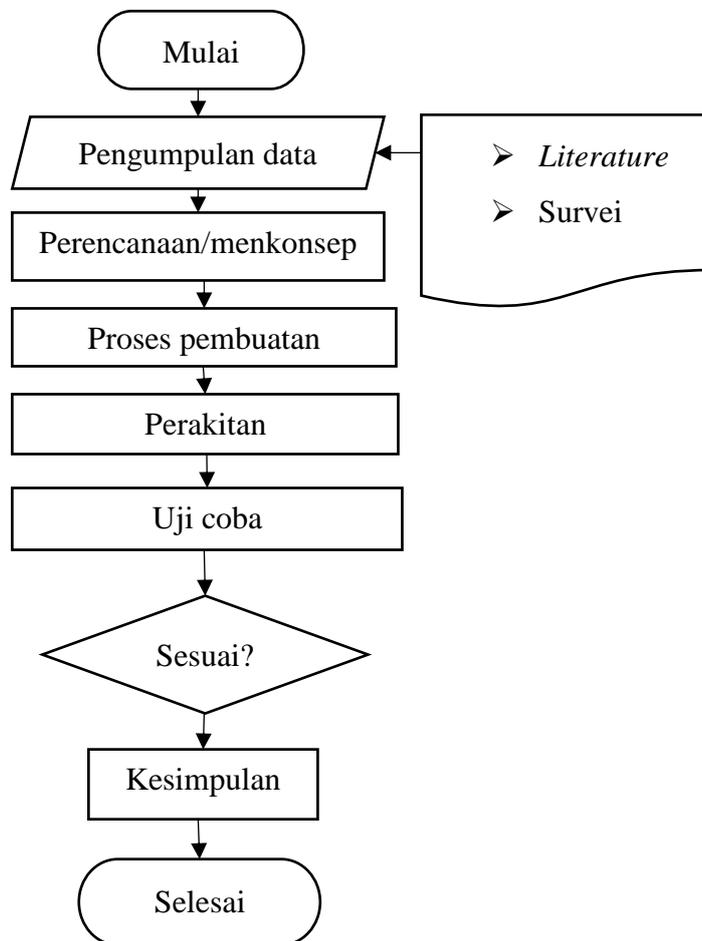


Gambar 2.7 Rantai dan *sprocket*

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Langkah-langkah metode pemecahan masalah yang digunakan untuk menyelesaikan tugas akhir dan penyusunan makalah ini yaitu dengan berdasarkan *flowchart*, kegiatan yang dilakukan akan lebih terarah dan lebih efektif serta tidak terjadinya penyimpangan dari target-target yang diharapkan. *Flowchart* dalam proyek akhir ini ditunjukkan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 *Flowchart*

3.1. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survei lapangan dan studi literatur sebagai referensi dalam membuat dan membangun rancangan mekanisme transmisi *FESS*.

3.2. Perencanaan

Perencanaan adalah suatu proses atau upaya untuk menentukan berbagai hal yang hendak dicapai. Perencanaan adalah suatu rangkaian persiapan tindakan untuk mencapai tujuan. Perencanaan adalah proses mempersiapkan kegiatan-kegiatan secara sistematis yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan tertentu (Bintoro Tjokroaminoto dalam Husaini Usman, 2008).

Perencanaan juga mencakup kegiatan mengkonsep. Ada beberapa tahapan mengkonsep, yaitu:

1. Membuat daftar tuntutan
2. Membuat analisa *black box*
3. Analisa fungsi bagian/hirarki fungsi
4. Membuat alternatif fungsi bagian
5. Membuat variasi konsep
6. Menilai alternatif konsep berdasarkan aspek teknis

Pengambilan keputusan alternatif konsep rancangan

3.3. Proses Pembuatan

Proses pembuatan (*machining process*) merupakan proses pembuatan suatu produk yang menggunakan perkakas tangan. Umumnya benda kerja yang digunakan berasal dari proses sebelumnya yaitu seperti penggerindaan, pengeboran, dan pengelasan.

3.4. Perakitan

Perakitan dilakukan untuk menggabungkan komponen-komponen yang telah dibuat dan komponen standart menjadi suatu rancang bangun sistem penggerak mobil pengguna kursi roda.

3.5. Uji Coba

Setelah semua terlaksanakan, proses selanjutnya adalah uji coba mesin yang dilakukan setelah mesin dinyatakan selesai atau siap diuji coba untuk mengetahui bagaimana kerja mesin itu sendiri. Percobaan ini dilakukan dengan mempraktikan sistem kerja dari mesin tersebut. Jika percobaan tidak sesuai dengan dengan yang diinginkan maka proses selanjutnya adalah perbaikan pada sistem yang mengalami gangguan tersebut sesuai diagram akhir.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan survei lapangan dan studi literatur sebagai referensi dalam membuat dan membangun rancangan mekanisme transmisi *FESS*, diantaranya :

- 1) Mempelajari konsep rancangan.
- 2) Melakukan pengamatan langsung pada alat yang digunakan sebelumnya.
- 3) Mencari referensi dari jurnal dan internet.
- 4) Melakukan diskusi dengan pembimbing dan instruktur Polman Babel.

4.2. Perencanaan

Mengkonsep merupakan kegiatan perencanaan yang dilakukan sebelum memasuki tahap pemrosesan yang disusun secara sistematis. Mengkonsep terdiri dari beberapa tahapan pengerjaan, yaitu sebagai berikut:

1. Definisi Tugas

Rancang bangun mekanisme transmisi *FESS* adalah penggerak pada suatu mobil pengguna kursi roda yang menggunakan sistem *flywheel*, yang diharapkan sebagai energi tambahan pada mesin tersebut.

2. Daftar Tuntutan

Tuntutan yang diterapkan dalam mekanisme transmisi *FESS* dibagi menjadi dua bagian, yaitu :

A. Tuntutan Prime

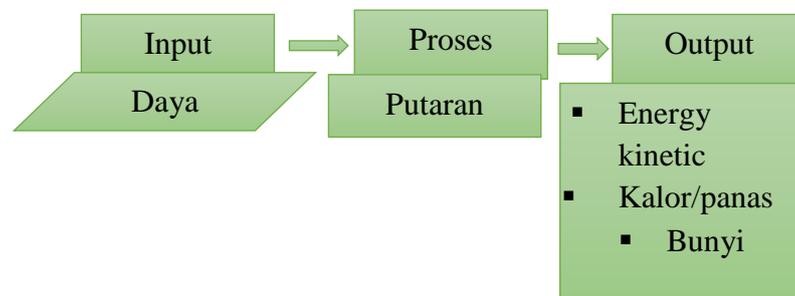
- Capaian persentase energy *FESS* yang termanfaat berbanding tanpa *FESS*.
- *Flywheel (driven)* harus tetap berputar ketika motor (*driver*) berhenti
- Dapat memberikan inersia yang optimal

B. Tuntutan Sekunder

- Mudah di manufaktur
- Sesuai dengan ruang yang tersedia

3. Analisa *Black Box*

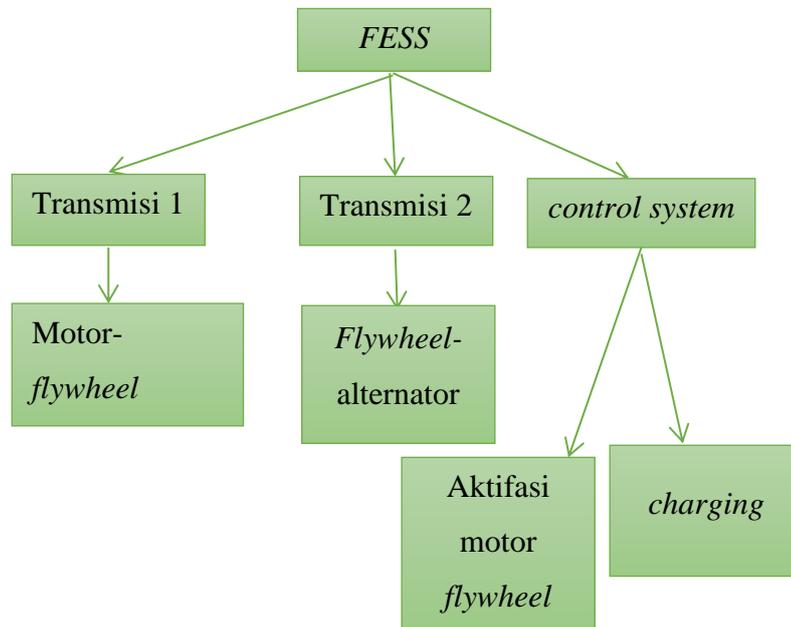
Analisis *Black Box* berfungsi untuk mengembangkan fungsi bagian yang perlu diadakan dalam sistem rancangan. Analisa *black box* dari mekanisme transmisi *FESS* dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Analisa *Black box*

4. Hirarki Fungsi

Hirarki fungsi menjelaskan tentang fungsi yang gagasannya didasarkan pada daftar tuntutan dan analisa *black box*. Hirarki fungsi dari transmisi *FESS* dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Hirarki fungsi

5. Fungsi bagian

Tahapan ini bertujuan untuk mendeskripsikan masing-masing fungsi bagian dari rancangan mekanisme transmisi *FESS* pada mobil pengguna kursi roda. Fungsi bagian transmisi dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

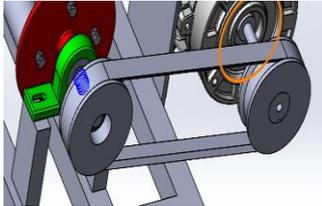
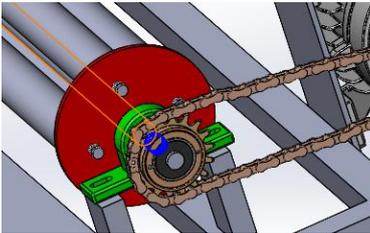
Tabel 4.1 Fungsi bagian

Fungsi bagian	Deskripsi
Transmisi motor <i>-flywheel</i>	untuk memindahkan daya dari sumber tenaga yang dihasilkan oleh motor ke <i>flywheel</i>
Transmisi <i>flywheel</i> – alternator	untuk memindahkan daya yang dihasilkan oleh <i>flywheel</i> sebagai energi tambahan

6. Alternatif Fungsi Bagian

Alternatif fungsi bagian dari masing-masing fungsi bagian pada mesin yang akan dibuat ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Alternatif fungsi bagian

Alt.	Nama/Gambar	Kelebihan	Kekurangan
A.1	 <p><i>Pulley and belt</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Perawatan sedikit - Dapat diterapkan pada dua poros yang tidak paralel - Kecepatan transmisi tinggi 	<ul style="list-style-type: none"> - Kapasitas daya yang ditransmisikan terbatas - Rasio kecepatan terbatas - Rentan terhadap kondisi lingkungan seperti kontaminasi dengan pelumas - Getaran dan beban kejut dapat merusak sabuk
A.2	 <p><i>Rantai dan sprocket</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - kekuatannya tinggi, sehingga mampu meneruskan daya yang besar perbandingan putaran poros tetap - Perbandingan putaran poros yang tetap 	<ul style="list-style-type: none"> - timbul suara dan getaran, karena adanya tumbukan antara rantai dan dasar kaki gigi sproket - perpanjangan rantai karena keausan pena dan bus akibat gesekan dengan sprocket

7. Penilaian Alternatif

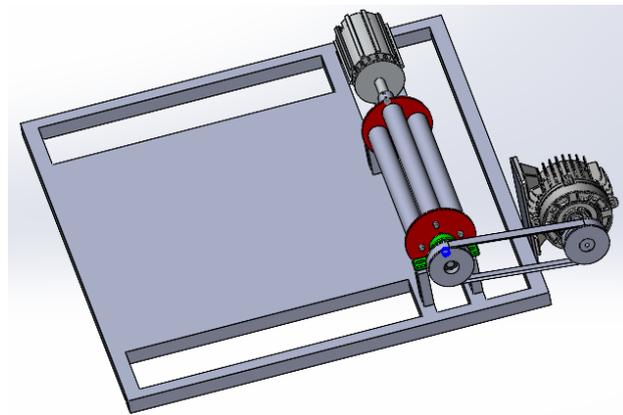
Dilakukan penilaian alternatif terhadap daftar tuntutan yang telah dibuat. Penilaian dilakukan berdasarkan bobot yang telah ditentukan, yaitu primer, sekunder, dan tersier. Dimana primer merupakan kriteria tuntutan utama, sekunder merupakan tuntutan kedua, dan tersier merupakan keinginan. Untuk nilai primer diberi nilai 8, 9, 10, sekunder diberi nilai 5, 6, 7, dan tersier 1, 2, 3, 4. Cara penilaian alternatif disajikan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Penilaian Alternatif

No	Kriteria	Bobot	A1	A2
1	Mampu mentransmisikan energi	P	8	10
2	Pembuatan	S	6	7
3	Perakitan	P	6	6
Jumlah			20	23

8. Varian Konsep

Dari alternatif fungsi bagian didapatkan dua varian konsep yaitu varian 1 menggunakan *pulley and belt*. Varian konsep 1 dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 *Pulley and Belt*

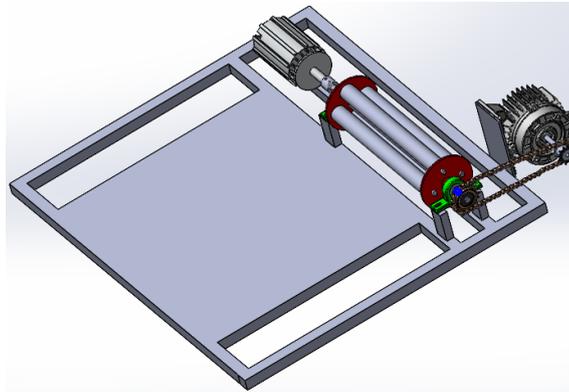
Kelebihan :

- Perawatan sedikit
- Dapat diterapkan pada dua poros yang tidak paralel
- Kecepatan transmisi tinggi

Kekurangan :

- Kapasitas daya yang ditransmisikan terbatas
- Rasio kecepatan terbatas
- Rentan terhadap kondisi lingkungan seperti kontaminasi dengan pelumas
- Getaran dan beban kejut dapat merusak sabuk

Sedangkan varian konsep 2 menggunakan rantai dan *sprocket*. Varian konsep 2 dapat dilihat pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Rantai dan *Sprocket*

Kelebihan :

- Kekuatannya tinggi, sehingga mampu meneruskan daya yang besar perbandingan putaran poros tetap
- Perbandingan putaran poros yang tetap

Kekurangan :

- Timbul suara dan getaran, karena adanya tumbukan antara rantai dan dasar kaki gigi *sprocket*
- Perpanjangan rantai karena keausan pena akibat gesekan dengan *sprocket*

9. Keputusan

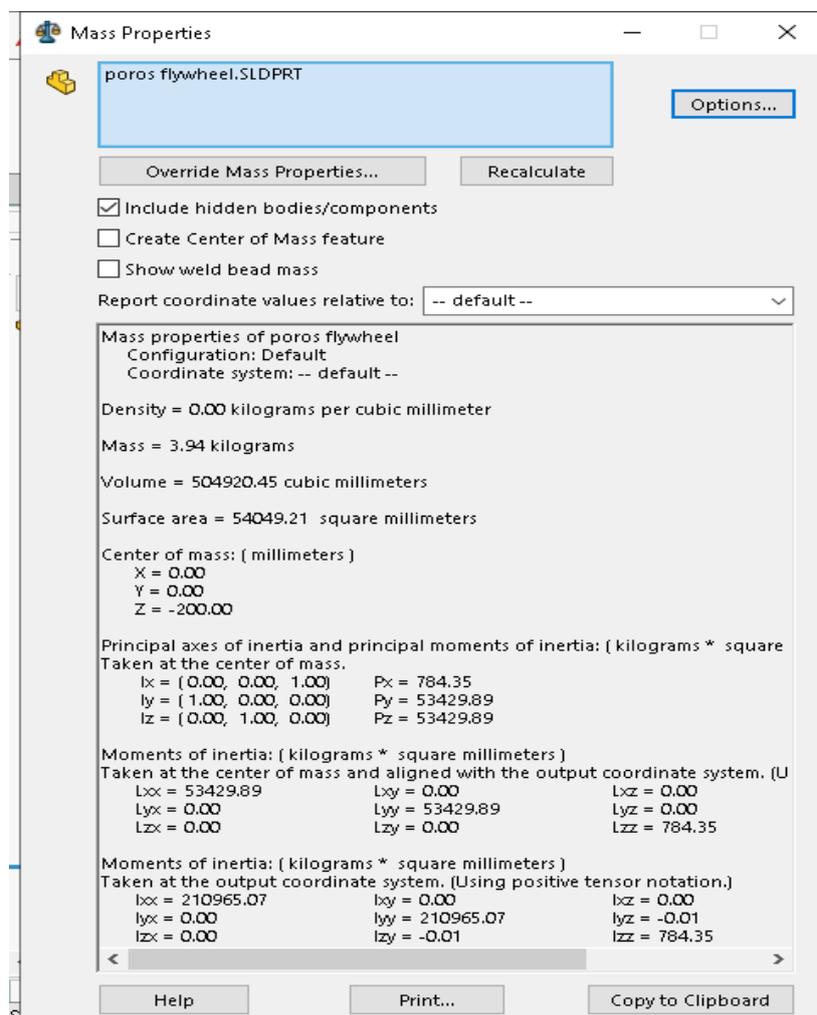
Dari hasil penilaian alternatif, didapatkan varian konsep yang berdasarkan pemilihan serta penentuan alat yang ditentukan dengan kesesuaian masing-masing komponen. Varian konsep yang dipilih adalah varian konsep 2 yaitu, transmisi yang menggunakan rantai dan *sprocket*.

4.3. Analisa Perhitungan

Hasil rancangan dari variasi konsep yang terpilih kemudian dilakukan analisa perhitungan. Analisa perhitungan yang dilakukan berupa perhitungan untuk memperbesar energi yang didapatkan dari *flywheel*, dengan cara memperbesar massa. Untuk mengetahui nilai massa suatu komponen, dilakukan dengan cara memanfaatkan fitur *mass properties* pada *software SolidWorks*.

Data-data yang dibutuhkan untuk mencari nilai massa komponen:

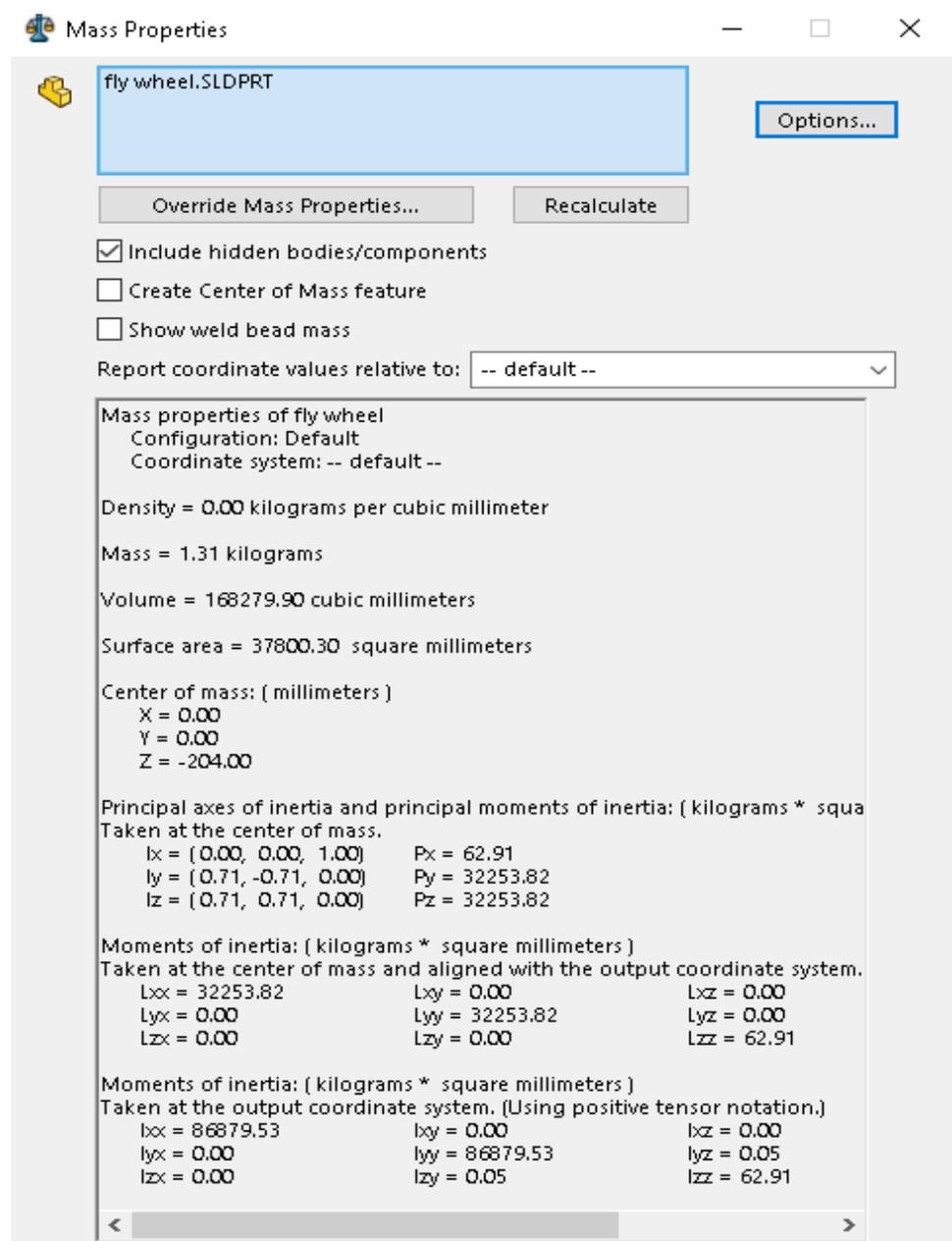
1. Massa poros *flywheel* $\varnothing 40\text{ mm}$ dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Massa Poros *flywheel* $\varnothing 40\text{ mm}$

Diketahui massa poros *flywheel* $\varnothing 40\text{ mm}$ sebesar 3,94 kg. dikarenakan jumlah poros *flywheel* $\varnothing 40\text{ mm}$ berjumlah empat buah, maka nilai massa tersebut kalikan dengan jumlah poros tersebut.

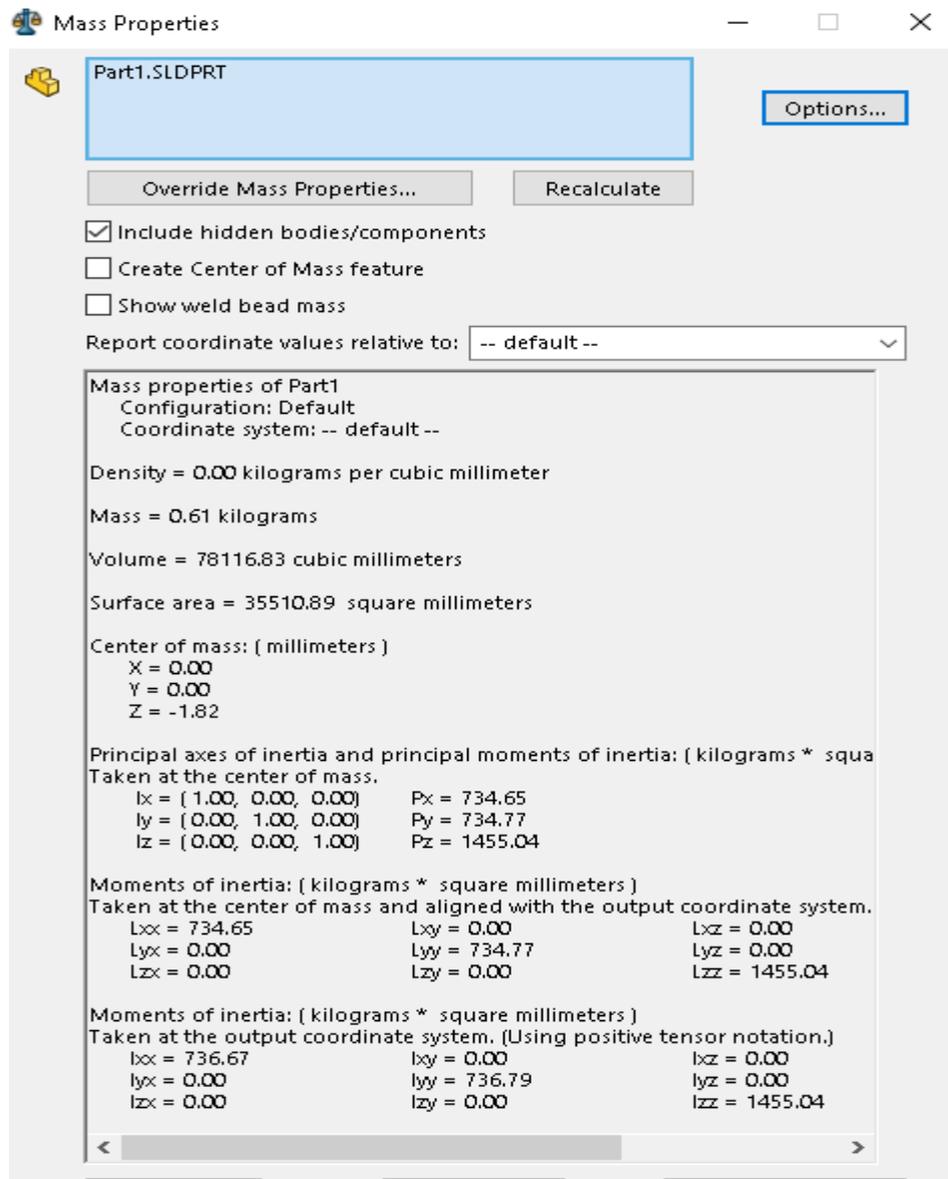
2. Massa poros *flywheel* \varnothing 20 mm dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Massa Poros *flywheel* \varnothing 20 mm

Diketahui massa *flywheel* \varnothing 20 mm sebesar 1.31 kg.

3. Massa penghubung poros dapat dilihat pada Gambar 4.7 berikut.



Gambar 4.7 Massa Penghubung Poros

Diketahui massa penghubung poros sebesar 0,61 kg.

4. Massa

$$m(kg) = 17.7536 \text{ kg}$$

$$r(m) = 0,04 \text{ m}$$

Inersia

$$I = mr^2$$

$$I = 17,7536 \cdot 0,04^2$$

$$= 0,0285216 \text{ (kgm}^2\text{)}$$

Data-data energi yang dihasilkan dari RPM dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4.4 Tabel energi yang dihasilkan dari RPM

Tabel energi yang dihasilkan dari RPM flywheel									
m(kg)	r(m)	Inersia(kgm ²)	RPM	Angular speed(rad/s)	Ang.sp ²	Energi(jou)	Energi(joule)-rugi2	Gap	
17,826	0,04	0,0285216	2200	230,34	53056,52	756,6284	680,9655219	512,9655219	
17,826	0,04	0,0285216	2250	235,575	55495,58	791,4114	712,2702386	544,2702386	
17,826	0,04	0,0285216	2300	240,81	57989,46	826,976	744,278432	576,278432	
17,826	0,04	0,0285216	2350	246,045	60538,14	863,3223	776,9901022	608,9901022	
17,826	0,04	0,0285216	2400	251,28	63141,64	900,4503	810,4052492	642,4052492	
17,826	0,04	0,0285216	2450	256,515	65799,95	938,3599	844,523873	676,523873	
17,826	0,04	0,0285216	2500	261,75	68513,06	977,0511	879,3459735	711,3459735	
17,826	0,04	0,0285216	2550	266,985	71280,99	1016,524	914,8715509	746,8715509	
17,826	0,04	0,0285216	2600	272,22	74103,73	1056,778	951,100605	783,100605	

4.4. Proses Pembuatan

Dalam proses pembuatan komponen transmisi penggerak MPKR ini dibantu oleh beberapa proses permesinan, seperti mesin bubut, bor, gerinda dan las. Namun tidak semua komponen melalui tahapan pembuatan karena ada beberapa yang menggunakan komponen standar yang ada di pasaran.

1. Komponen Mesin

Komponen yang dibuat dan komponen standar pada mesin ini tunjukan oleh Tabel 4.5 berikut.

Tabel 4.5 Komponen mesin

Komponen yang dibuat	Komponen standar
Poros <i>Flywheel</i>	<i>Sprocket</i>
Dudukan poros <i>flywheel</i>	Rantai
Dudukan <i>sprocket</i>	<i>Bearing</i>
	<i>Alternator</i>
	Motor listrik

2. Operational Plan (OP)

Operational plan (OP) adalah rantai/tahapan dalam proses pembuatan karya yang disusun secara sistematis untuk mencapai hasil yang optimal. Di bawah ini adalah *Operational Plan* (OP) dari mesin penggerak MPKR :

1. Pembuatan Poros *Flywheel* Ø 40 mm

Hasil dari proses pembuatan poros *Flywheel* Ø 40 mm dapat dilihat pada Gambar 4.8 berikut.



Gambar 4.8 Poros Ø 40 mm

01. Pemeriksaan
02. *Setting*
03. *Marking out*
04. Pencekaman
05. Proses

101. Pemeriksaan benda kerja dan gambar kerja untuk menentukan ukuran menggunakan jangka sorong
102. *Setting*
 - Mesin bubut
 - Mata pahat
 - Dial
 - Parallel pad
103. Penandaan benda kerja sesuai dengan ukuran pada gambar kerja
104. Pencekaman benda kerja dengan *chuck* pada mesin bubut bidang 1
105. Pemakanan benda kerja sedalam 2 mm dengan panjang 15 mm
205. Pemakanan benda kerja sedalam 3 mm dengan panjang 15 mm
305. Pemakanan benda kerja sedalam 3 mm dengan panjang 15 mm
405. Pemakanan benda kerja sedalam 2 mm dengan panjang 15 mm
204. Pencekaman benda kerja dengan *chuck* pada mesin bubut bidang 2
505. Pemakanan benda kerja sedalam 2 mm dengan panjang 15 mm
605. Pemakanan benda kerja sedalam 3 mm dengan panjang 15 mm
705. Pemakanan benda kerja sedalam 3 mm dengan panjang 15 mm
805. Pemakanan benda kerja sedalam 2 mm dengan panjang 15 mm
202. *Setting* mata pahat ulir pada bidang 2
905. Pemakanan untuk pembuatan ulir M10
304. Pencekaman benda kerja pada bidang 1
105. Pemakanan untuk pembuatan ulir M10

2. Pembuatan poros *flywheel* \varnothing 20 mm

Hasil dari proses pembuatan poros *Flywheel* \varnothing 20 mm dapat dilihat pada Gambar 4.9 berikut.

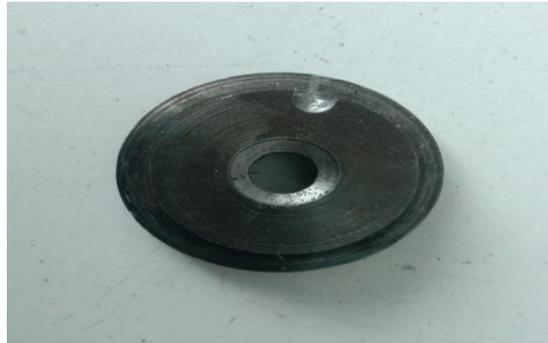


Gambar 4.9 Poros \varnothing 20 mm

- 01. Pemeriksaan
 - 02. *Setting*
 - 03. *Marking out*
 - 04. Pencekaman
 - 05. Proses
-
- 101. Pemeriksaan benda kerja dan gambar kerja untuk menentukan ukuran dengan menggunakan jangka sorong
 - 102. *Setting*
 - Mesin bubut
 - Mata pahat
 - Dial
 - Parallel pad
 - 103. Penandaan benda kerja sesuai dengan ukuran pada gambar kerja
 - 104. Pencekman benda kerja dengan *chuck* bubut pada bidang kerja 1
 - 105. Pemakanan benda kerja menjadi $\varnothing 20$ mm sepanjang 590 mm
 - 205. Pemakanan benda kerja sedalam 3 mm dengan panjang 39 mm
 - 305. Pemakanan benda kerja sedalam 2 mm dengan panjang 39 mm
 - 405. Pemakanan benda kerja sedalam 0,8 mm dengan panjang 52 mm
 - 204. Pencekaman benda kerja dengan *chuck* bubut pada bidang 2
 - 505. Pemakanan benda kerja sedalam 3 mm dengan panjang 39 mm
 - 605. Pemakanan benda kerja sedalam 2 mm dengan panjang 39 mm
 - 705. Pemakanan benda kerja sedalam 0,8 mm dengan panjang 52 mm
 - 202. *Setting* pahat ulir
 - 805. Pemakanan untuk pembuatan ulir M16 pada benda kerja bidang 2
 - 304. Pencekaman benda kerja dengan *chuck* bubut pada bidang 1
 - 905. Pemakanan untuk pembuatan ulir M16 pada benda kerja bidang 1

3. Pembuatan *sprocket join*

Hasil dari proses pembuatan *sprocket join* dapat dilihat pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.10 *Sprocket join*

01. Pemeriksaan
 02. *Setting*
 03. *Marking out*
 04. Pencekaman
 05. Proses
-
101. Pemeriksaan benda kerja dan gambar kerja untuk menentukan ukuran dengan menggunakan jangka sorong
 102. *Setting*
 - Mesin bubut
 - Mata pahat
 - Dial
 - *Parallel pad*
 103. Penandaan benda kerja sesuai dengan ukurnya pada gambar kerja
 104. Pencekaman benda kerja dengan *chuck* bubut pada bidang kerja 1
 105. Pemakanan benda kerja \varnothing 30 mm sedalam 3 mm
 205. Pemakanan benda kerja \varnothing 30 mm sedalam 3 mm
 305. Pemakanan benda kerja \varnothing 30 mm sedalam 1,5 mm
 202. *Setting* mata bor \varnothing 8 mm

- 405. Pengeboran benda kerja \varnothing 8 mm pada titik *center* sedalam 7 mm
- 203. Pencekaman benda kerja dengan *chuck* bubut pada bidang kerja 2
- 505. Pengeboran benda kerja \varnothing 12 mm pada titik *center* sedalam 5mm
- 302. *Setting*
 - Mesin frais
 - *Paraller pad*
 - Ragum
 - *Cutter end mill*
- 303. Penandaan profil pasak
- 605. Pemakanan profil pasak pada \varnothing 30 mm sedalam 1,5 mm

4. Pembuatan penghubung poros

Hasil dari proses pembuatan penghubung poros dapat dilihat pada Gambar 4.11 berikut.



Gambar 4.11 Penghubung

- 01. Pemeriksaan
- 02. *Setting*
- 03. *Marking out*
- 04. Pencekaman
- 05. Proses
- 101. Pemeriksaan benda kerja dan gambar kerja untuk menentukan ukuran dengan menggunakan jangka sorong

102. *Setting*

- Mesin *frais*
- Mata bor
- *Parallel pad*
- Ragum

103. Penandaan benda kerja sesuai dengan ukuran pada gambar kerja

104. Pencekaman benda kerja dengan ragum pada mesin *frais*

105. Pengeboran pada titik *center* dengan $\varnothing 22 \text{ mm}$

205. Pengeboran dengan $\varnothing 10 \text{ mm}$ pada 4 titik yang telah di- *marking*

4.5. Proses Perakitan Mesin

Proses perakitan mesin adalah penyatuan dan penyusunan komponen-komponen menjadi satu atau disebut *assembly* mesin yang memiliki dan mencapai fungsi tertentu.

Komponen mekanisme transmisi MPKR :

1. Poros *flywheel*
2. Penghubung poros
3. *Sprocket join*
4. *Bearing*
5. Alternator
6. *Pillow block*

Dari komponen tersebut dilakukan proses perakitan, adapun proses perakitan sistem transmisi MPKR, yaitu:

1. Pemasangan poros-poros *flywheel* pada piringan penghubung poros
2. Pemasangan *pillow block bearing* pada poros tengah *flywheel*
3. Pemasanganudukan *sprocket* pada *flywheel*
4. Menghubungkan *flywheel* kepada alternator
5. Menghubungkan motor kepada alternator
6. Menghubungkan motor kepada *flywheel* dengan menggunakan rantai

4.6. Uji Coba

Dari pengujian yang dilakukan didapatkan hasil seperti Tabel 4.6 berikut.

Tabel 4.6 Hasil Uji Coba

Tegangan <i>input</i> (v)	RPM yang terjadi pada <i>flywheel</i>	Durasi putaran sisa
24	1487	6
24	1586	5
24	1632	7
24	1649	11
24	1656	11
24	1665	10
24	1670	12
24	1680	12

Penjelasan dari Tabel 4.6 adalah hasil dari pengujian yang dimana, diketahui bahwa tegangan *input* yang dimasukkan agar *flywheel* berputar sebesar 24 volt. Dan hasil dari durasi putaran sisa yang didapatkan adalah 12 detik dengan RPM tertinggi yaitu 1680.

4.7. Cara kerja *flywheel*

Untuk mengaktifkan *Flywheel* sendiri menggunakan sensor *Tilt* atau sensor kemiringan yang di mana sensor akan memberi sinyal ke Arduino sehingga *Output*-an dari Arduino akan mengaktifkan motor DC 24V dan memutar *Flywheel*. Jika sudah kembali pada jalanan datar, maka motor DC otomatis akan mati namun *Flywheel* masih tetap berputar sehingga putaran sisa itulah yang akan masuk ke generator lalu diteruskan ke 8 buah Aki dan terjadilah sistem pengecasan.

4.8. Perawatan

Perawatan yang harus dilakukan pada bagian sistem penggerak MPKR sangatlah mudah, yaitu dengan cara melakukan pelumasan menggunakan oli secara rutin dalam jangka waktu sebulan sekali pada rantai.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dari rancang bangun sistem transmisi mekanisme *FESS* sebagai energi tambahan pada MPKR adalah:

1. Perancangan ini menggunakan metode VDI 2222 dengan empat tahap berupa: merencana, mengkonsep, merancang, menyelesaikan perancangan. Dari hasil metode VDI 2222 didapatkan varian konsep A2 yaitu, transmisi menggunakan rantai dan *sprocket*.
2. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat diketahui bahwa tegangan *input* yang dimasukkan sebesar 24 *volt*. dan hasil dari durasi putaran sisa yang didapatkan adalah 12 detik dengan RPM tertinggi yaitu 1680.

5.2. Saran

Saran yang dapat penulis berikan kepada pembaca dalam hal rancang bangun mesin yang akan dilakukan adalah menggunakan alternator yang sesuai dengan motor agar mendapatkan RPM yang tinggi dan menghasilkan durasi putaran sisa yang lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggry, A., Dharta, Y., Wiguna, A., Armada, A., & Martasari, R. (2016). Rancang Bangun Mekanisme Fess Sebagai Alat Pembanding Pengaruh Geometri Flywheel Terhadap Energi Kinetik Yang Dihasilkan. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 8(02), 1-6.
- Razali, R., & Stephan, S. (2017). Rancang Bangun Mesin Pembangkit Listrik Tanpa Bbm Berkapasitas 3000 Watt Dengan Memanfaatkan Putaran Flywheel. *Media Elektro Journal*, 45-48.
- Hardianto, T., Sutjahjono, H., & Ramadhan, M. E. (2015). Perhitungan Energi Kinetik Pada Sistem Pengereman Regenerative Mobil Listrik. *ROTOR*, 8(1), 10-13.
- Darmawan, H. (2004). Pengantar perancangan teknik. *Bandung: Institut Teknologi Bandung*.
- Pratiwi, C. Z., & Sasongko, D. B. (2021). RANCANG BANGUN PROTOTIPE GENERATOR BEBAS ENERGI MENGGUNAKAN FLYWHEEL. *Chanos chanos*, 19(1), 135-142.
- Yuniarsih, P., Bachtayar, F., Rosyidin, M., & Prabawanto, T. (2014). Flywheel Generator. In *Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional Program Kreativitas Mahasiswa-Teknologi 2014*. Indonesian Ministry of Research, Technology and Higher Education.

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Elsy Safira
Tempat & Tanggal Lahir : Sungailiat, 18 Desember 2001
Alamat Rumah : Jl. Muhidin air hanyut
Kuday, RT. 001, RW. 000,
Kec. sungailiat, Kab. Bangka
Hp : 082372170720
Email : elsyasafira2@gmail.com
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 5 Sungailiat	2007 – 2013
MTS Negeri Sungailiat	2013 – 2016
SMA Negeri 1 Pemali	2016 – 2019
DIII POLMAN BANGKA BELITUNG	2019 – Sekarang

3. Pendidikan Non Formal

.....
.....
.....

Sungailiat, 2 Juli 2022

Elsya Safira

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Jecky Ardian
Tempat & Tanggal Lahir : Muntok, 18 Agustus 2001
Alamat Rumah : PAL 2 JL.SINAR MENUMBING
Hp : 0822-6938-6517
Email : jecky.ardiansya@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 6 muntok	2007 – 2013
SMP Negeri 1 muntok	2013 – 2016
SMP Negeri 1 muntok	2016 – 2019
DIII POLMAN BANGKA BELITUNG	2019 – Sekarang

3. Pendidikan Non Formal

.....

.....

.....

Sungailiat, 2 Juli 2022

Jecky Ardian

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama Lengkap : Abdi Fahruzi
Tempat & Tanggal Lahir : Pemali, 21 September 2001
Alamat Rumah : JL. Merdeka 1, kecamatan pemali
Email : abdifahruzi40@gmail.com
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 15 pemali	2007 – 2013
SMP Negeri 2 pemali	2013 – 2016
SMK Negeri 2 Sungailiat	2016 – 2019
DIII POLMAN BANGKA BELITUNG	2019 – Sekarang

3. Pendidikan Non Formal

.....
.....
.....

Sungailiat, 2 Juli 2022

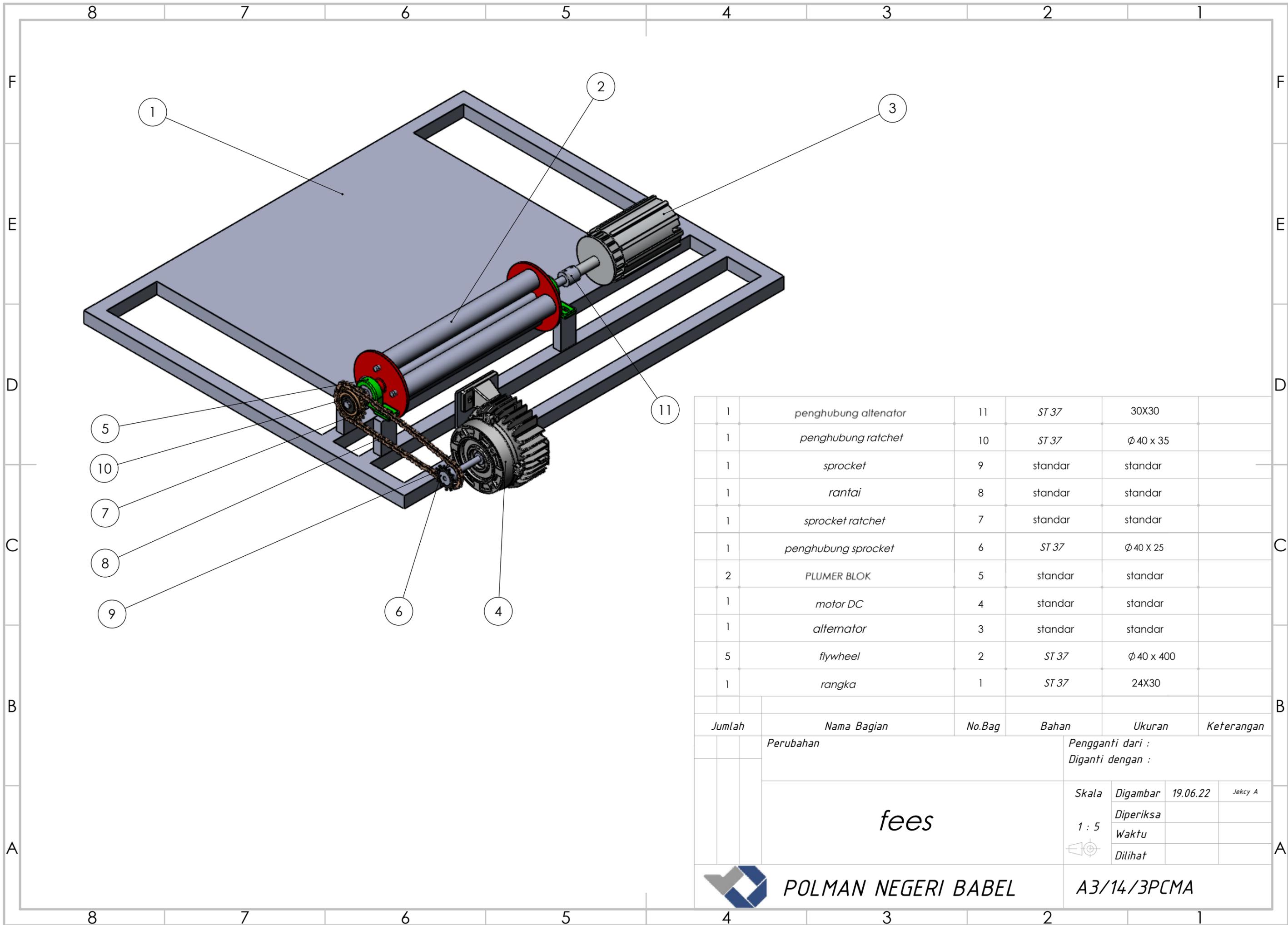
Abdi fahruzi



LAMPIRAN 1



LAMPIRAN 2



1	<i>penghubung alternator</i>	11	ST 37	30X30	
1	<i>penghubung ratchet</i>	10	ST 37	∅40 x 35	
1	<i>sprocket</i>	9	standar	standar	
1	<i>rantai</i>	8	standar	standar	
1	<i>sprocket ratchet</i>	7	standar	standar	
1	<i>penghubung sprocket</i>	6	ST 37	∅40 x 25	
2	PLUMER BLOK	5	standar	standar	
1	<i>motor DC</i>	4	standar	standar	
1	<i>alternator</i>	3	standar	standar	
5	<i>flywheel</i>	2	ST 37	∅40 x 400	
1	<i>rangka</i>	1	ST 37	24X30	

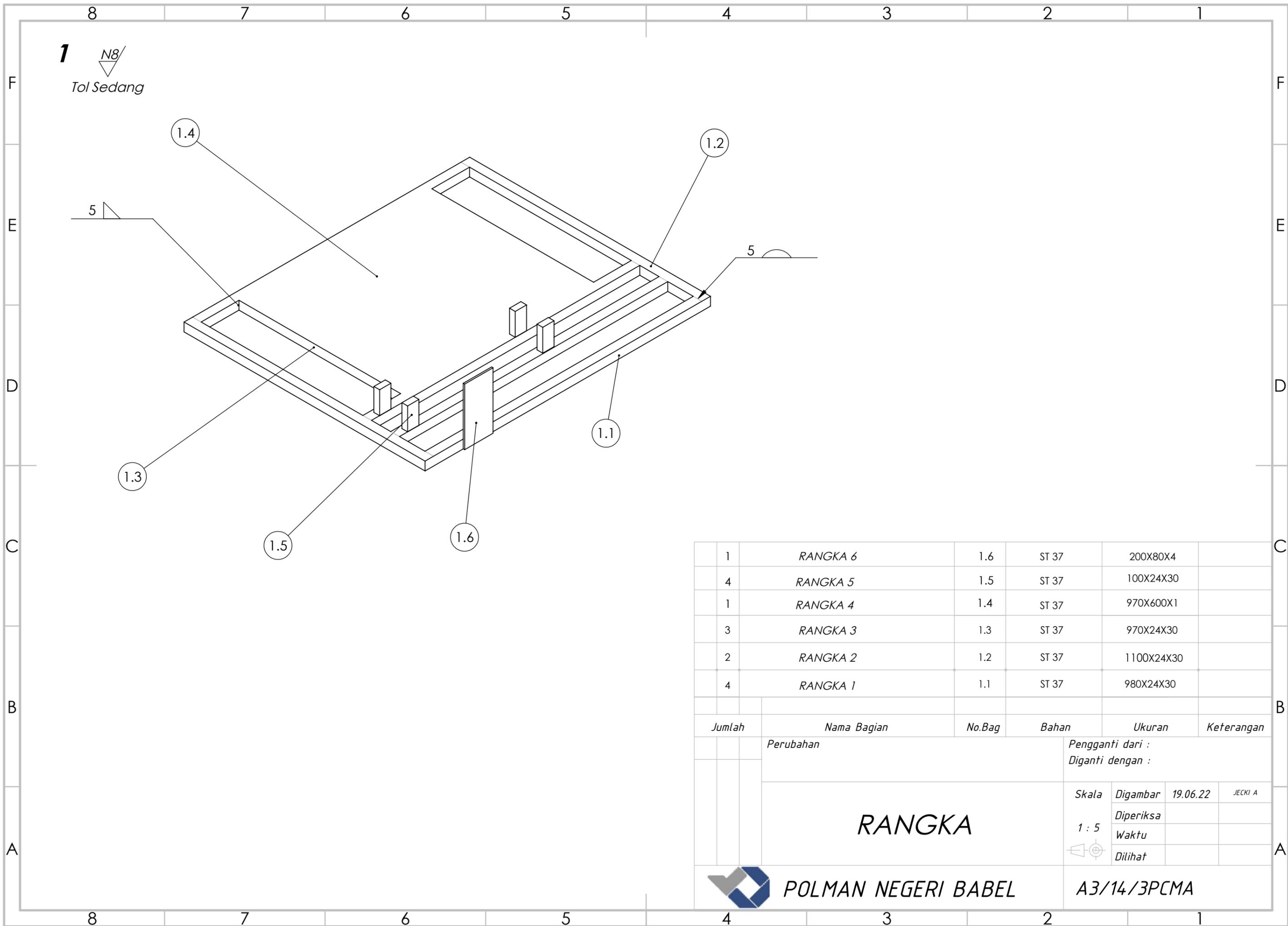
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Perubahan				Pengganti dari : Diganti dengan :
					Skala 1 : 5
					Digambar 19.06.22
					Diperiksa Waktu
					Dilihat

fees



POLMAN NEGERI BABEL

A3/14/3PCMA

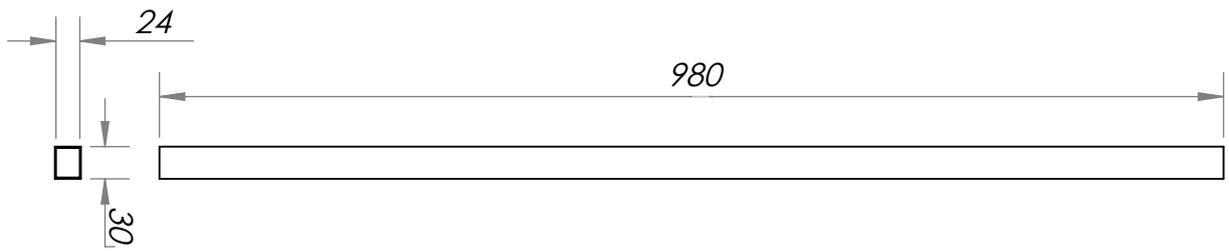


1	RANGKA 6	1.6	ST 37	200X80X4	
4	RANGKA 5	1.5	ST 37	100X24X30	
1	RANGKA 4	1.4	ST 37	970X600X1	
3	RANGKA 3	1.3	ST 37	970X24X30	
2	RANGKA 2	1.2	ST 37	1100X24X30	
4	RANGKA 1	1.1	ST 37	980X24X30	

Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Perubahan		Pengganti dari : Diganti dengan :		
<h1>RANGKA</h1>			Skala	Digambar	19.06.22
			1 : 5	Diperiksa	JECKI A
				Waktu	
				Dilihat	

1.1

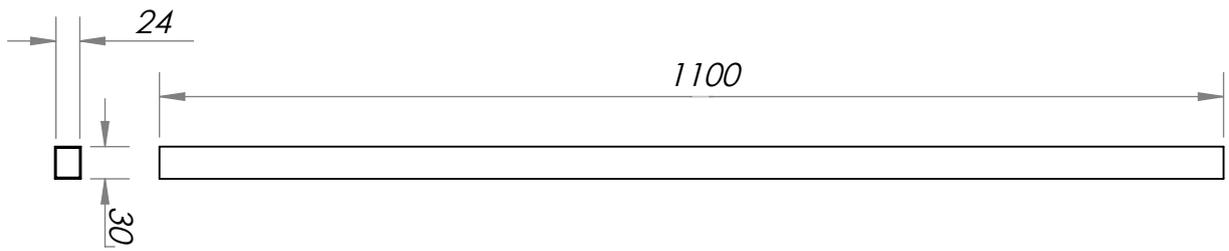
N8/
Tol sedang



B	4	RANGKA 1	1.1	st 37	980X24X30	B
	<i>jumlah</i>	<i>nama bagian</i>	<i>no.bag</i>	<i>bahan</i>	<i>ukuran</i>	<i>keterangan</i>
		<i>Perubahan</i>	<i>Pengganti dari :</i>			
			<i>Diganti dengan :</i>			
A		RANGKA 1	<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	<i>19.06.22</i>	<i>Jekcy A</i>
			<i>1 : 5</i>	<i>Diperiksa</i>		
				<i>Waktu</i>		
				<i>Dilihat</i>		
	POLMAN NEGERI BABEL			A4/14/3PCMA		

1.2

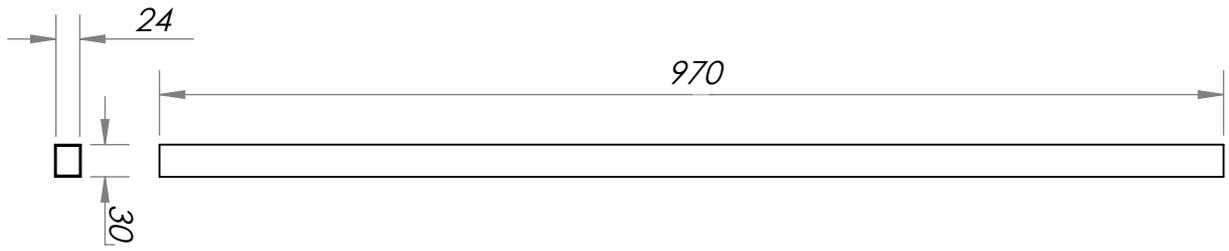
N8/
Tol sedang



2	RANGKA 2	1.2	st 37	1100X24X30		
<i>jumlah</i>	<i>nama bagian</i>	<i>no.bag</i>	<i>bahan</i>	<i>ukuran</i>	<i>keterangan</i>	
	<i>Perubahan</i>	<i>Pengganti dari :</i>				
		<i>Diganti dengan :</i>				
RANGKA 2			<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	<i>19.06.22</i>	<i>Jekcy A</i>
			<i>1 : 5</i>	<i>Diperiksa</i>		
				<i>Waktu</i>		
				<i>Dilihat</i>		
POLMAN NEGERI BABEL			A4/14/3PCMA			

1.3

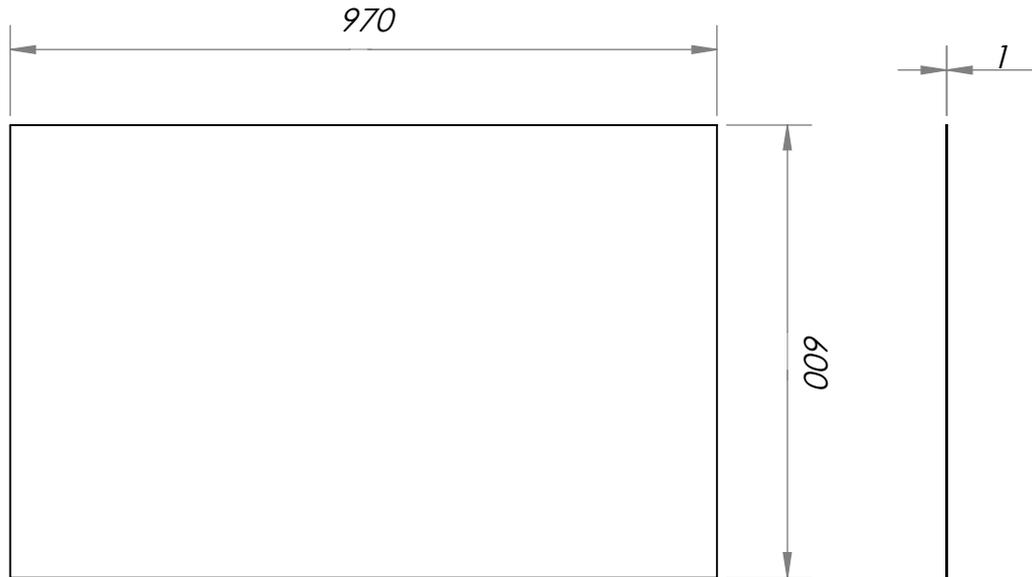
N8/
Tol sedang



B	3	RANGKA 3	1.3	st 37	970X24X30	B	
	<i>jumlah</i>	<i>nama bagian</i>	<i>no.bag</i>	<i>bahan</i>	<i>ukuran</i>	<i>keterangan</i>	
		<i>Perubahan</i>	<i>Pengganti dari :</i>				
			<i>Diganti dengan :</i>				
A		RANGKA 3		<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	<i>19.06.22</i>	<i>Jekcy A</i>
				<i>1 : 5</i>	<i>Diperiksa</i>		
					<i>Waktu</i>		
					<i>Dilihat</i>		
	POLMAN NEGERI BABEL			A4/14/3PCMA			A

1.4

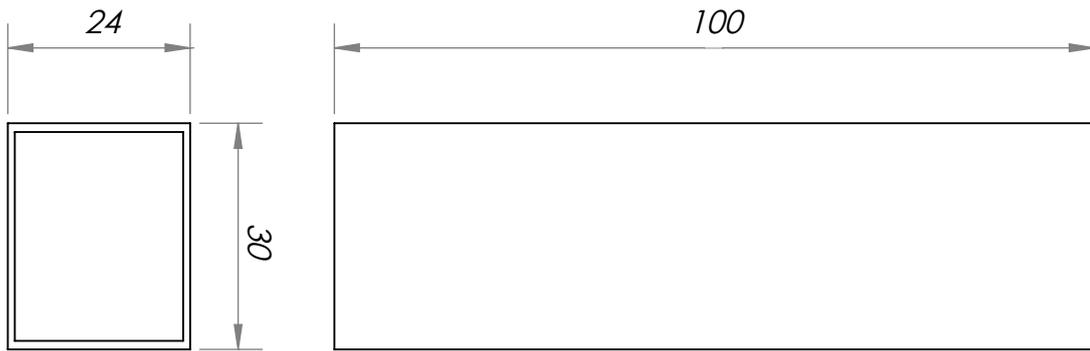
N8/
Tol sedang



B	1	RANGKA 4	1.4	st 37	970X600X1	B
	<i>jumlah</i>	<i>nama bagian</i>	<i>no.bag</i>	<i>bahan</i>	<i>ukuran</i>	<i>keterangan</i>
		<i>Perubahan</i>	<i>Pengganti dari :</i>			
			<i>Diganti dengan :</i>			
A		RANGKA 4	<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	19.06.22	Jekcy A
			1 : 5	<i>Diperiksa</i>		
				<i>Waktu</i>		
				<i>Dilihat</i>		
	POLMAN NEGERI BABEL			A4/14/3PCMA		
	4	3	2	1		

1.5

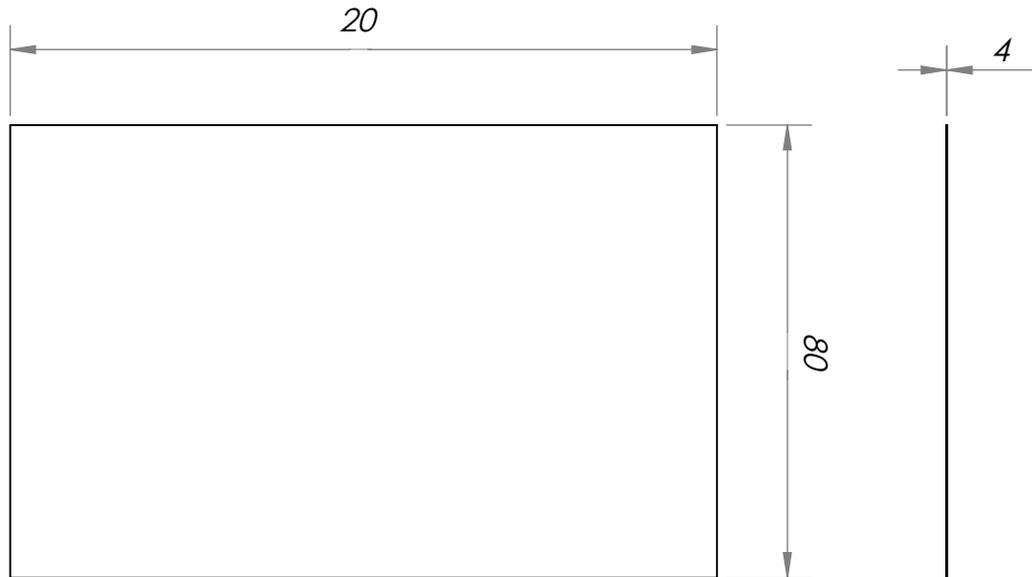
N8/
Tol sedang



B	4	RANGKA 5	1.5	st 37	100X24X30	B	
	<i>jumlah</i>	<i>nama bagian</i>	<i>no.bag</i>	<i>bahan</i>	<i>ukuran</i>		<i>keterangan</i>
A		<i>Perubahan</i>	<i>Pengganti dari :</i>				A
			<i>Diganti dengan :</i>				
		RANGKA 5	<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	<i>19.06.22</i>	<i>Jekcy A</i>	
			<i>1 : 1</i>	<i>Diperiksa</i>			
			<i>Waktu</i>				
				<i>Dilihat</i>			
POLMAN NEGERI BABEL				A4/14/3PCMA			

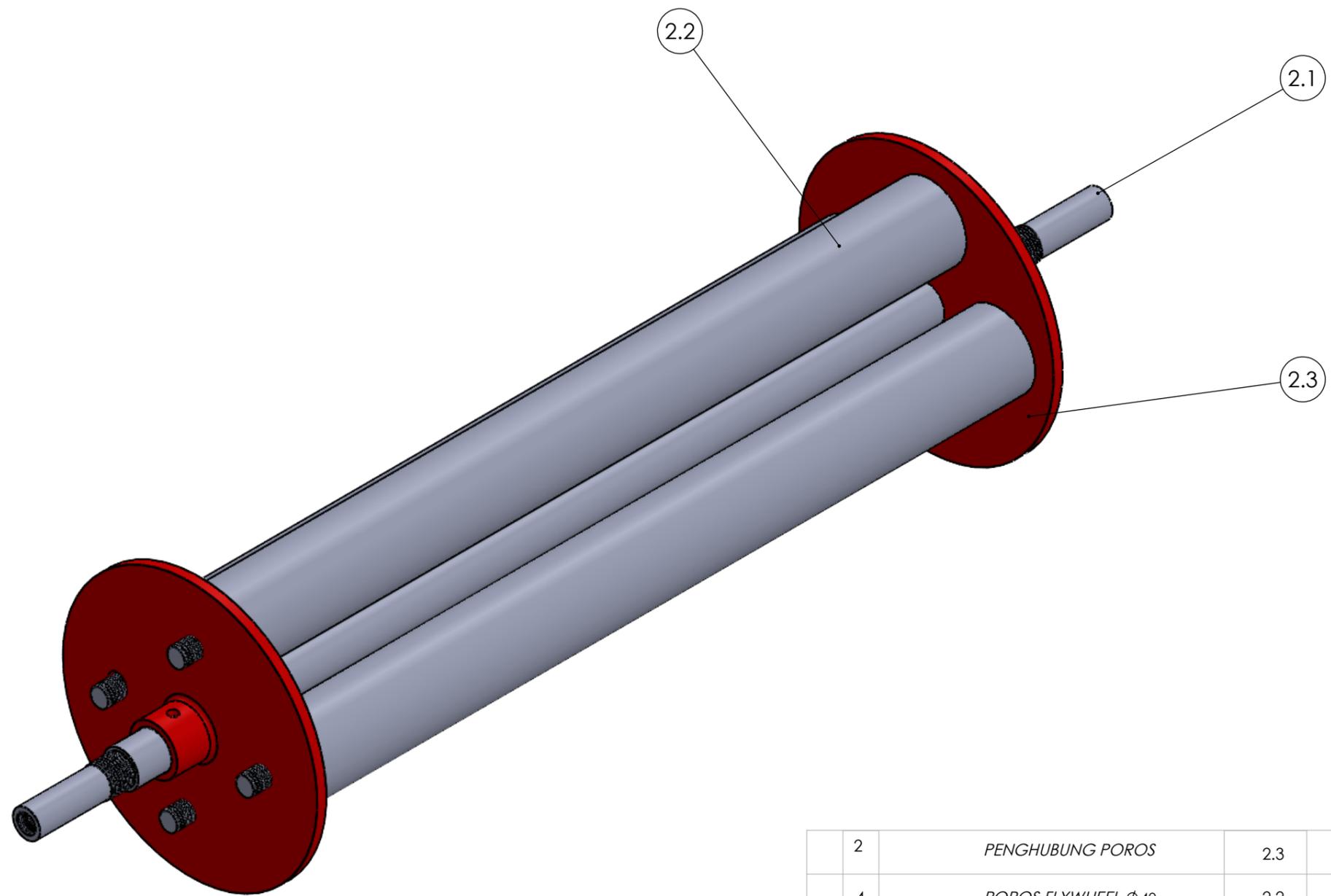
1.6

N8/
Tol sedang



B	1	RANGKA 6	1.6	st 37	200X80X4	B
	<i>jumlah</i>	<i>nama bagian</i>	<i>no.bag</i>	<i>bahan</i>	<i>ukuran</i>	<i>keterangan</i>
		<i>Perubahan</i>	<i>Pengganti dari :</i>			
			<i>Diganti dengan :</i>			
A		RANGKA 6	<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	19.06.22	Jekcy A
			1 : 5	<i>Diperiksa</i>		
				<i>Waktu</i>		
				<i>Dilihat</i>		
	POLMAN NEGERI BABEL				A4/14/3PCMA	
	4	3	2	1		

2 
Tol Sedang



2	PENHUBUNG POROS	2.3	ST 37	Ø 140 x 25	
4	POROS FLYWHEEL Ø 40	2.2	ST 37	Ø 40 x 400	
1	POROS FLYWHEEL Ø 20	2.1	ST 37	Ø 20 x 450	

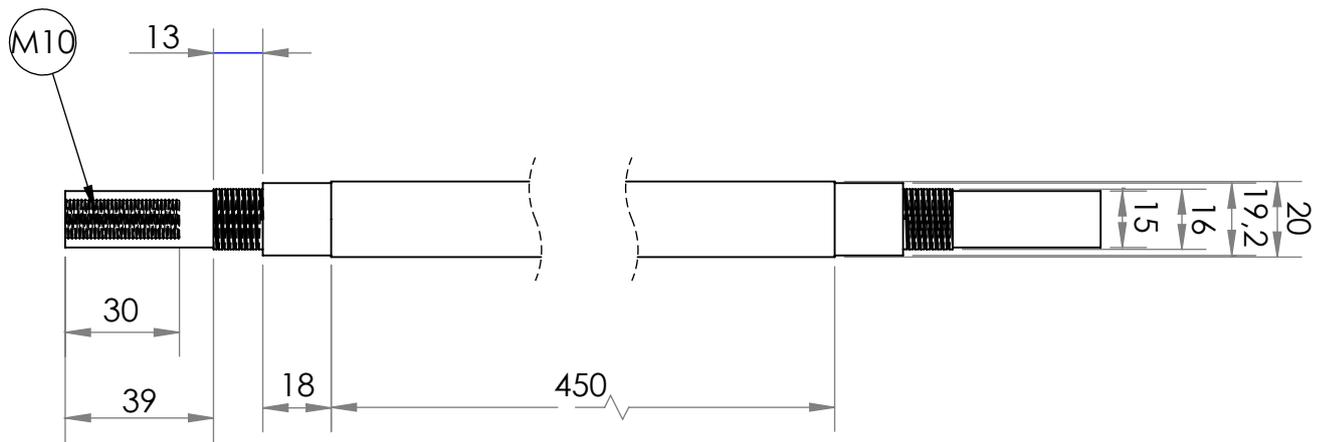
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan
	Perubahan				Pengganti dari : Diganti dengan :
FLYWHEEL				Skala	Digambar 19.06.22
				1 : 2	Diperiksa
					Waktu
					Dilihat



POLMAN NEGERI BABEL

A3/14/3PCMA

2.1 ✓
Tol sedang



1	poros flywheel 2	2.1	st 37	Ø20x450			
jumlah	nama bagian	no.bag	bahan	ukuran	keterangan		
	Perubahan	Pengganti dari :					
		Diganti dengan :					
<h2>Poros Flywheel</h2>				Skala	Digambar	19.06.22	Jekcy A
				1 : 2	Diperiksa		
					Waktu		
					Dilihat		



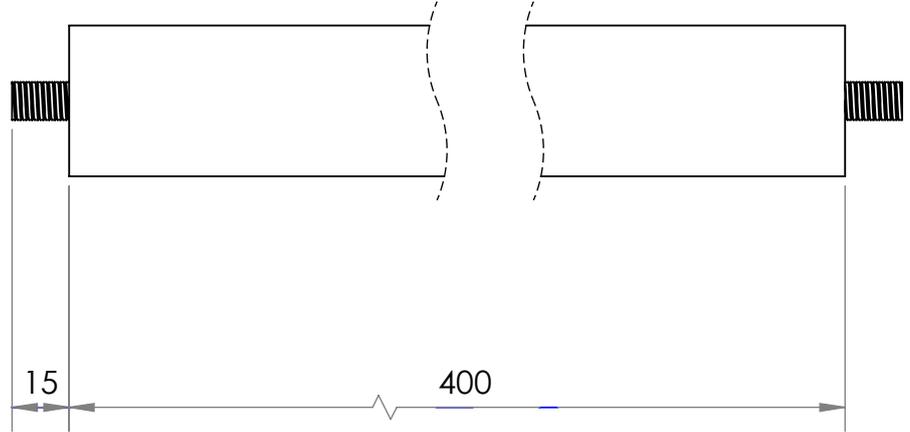
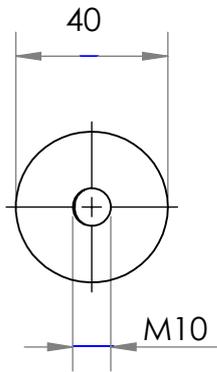
POLMAN NEGERI BABEL

A4/14/3PCMA

2.2



Tol sedang



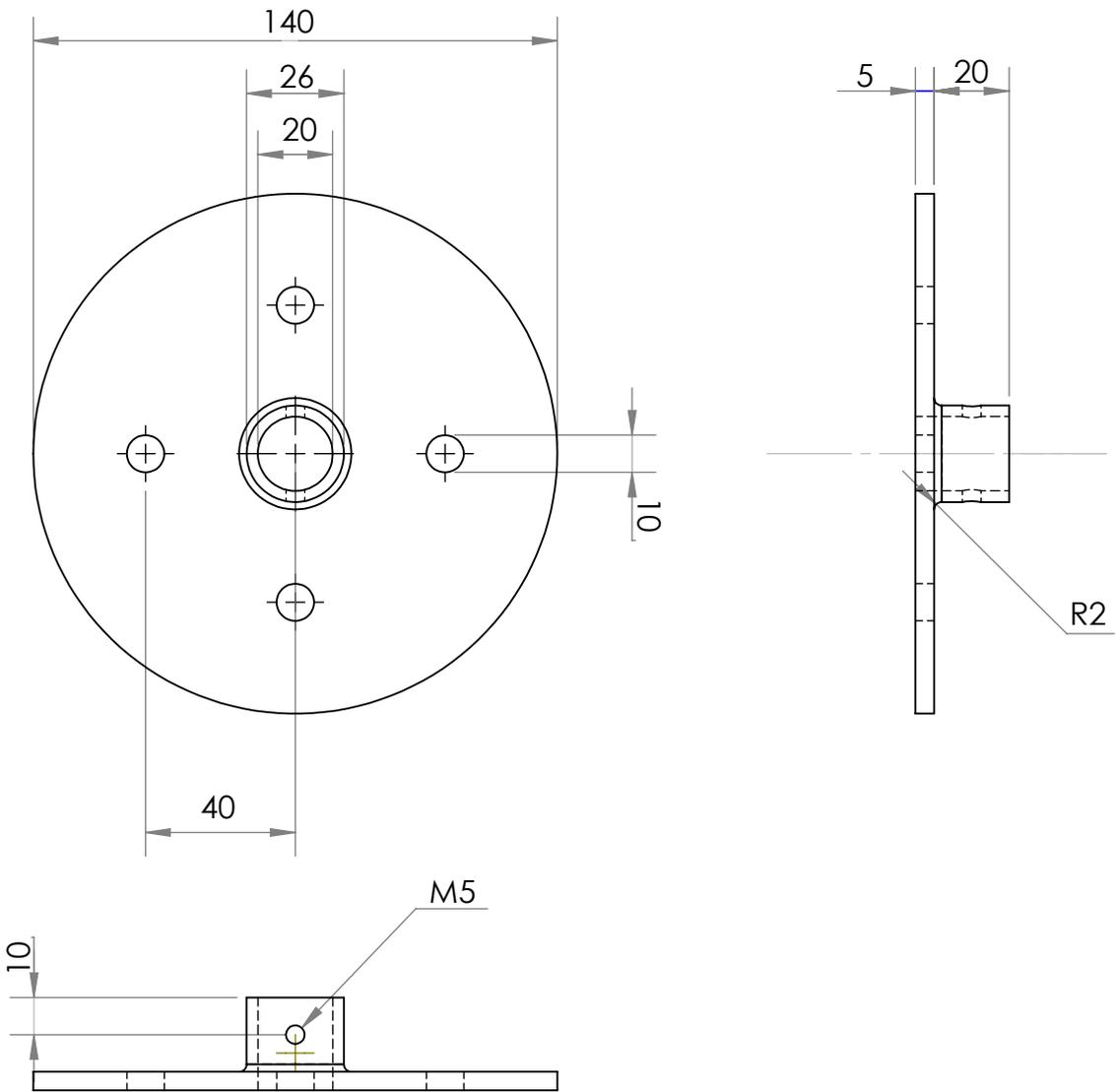
4	poros flywheel	2.2	st 37	Ø40x400			
Jumlah	Nama Bagian	No.Bag	Bahan	Ukuran	Keterangan		
	Perubahan	Pengganti dari : Diganti dengan :					
<h1>POROS FLYWHEEL</h1>				Skala	Digambar	19.06.22	Jecki A
				1 : 2	Diperiksa		
					Waktu		
					Dilihat		



POLMAN NEGERI BABEL

A4/14/3PCMA

2.3 
Tol sedang



2	<i>penghubung flywheel</i>	2.3	<i>st 37</i>	$\varnothing 140 \times 25$	
<i>Jumlah</i>	<i>Nama Bagian</i>	<i>No.Bag</i>	<i>Bahan</i>	<i>Ukuran</i>	<i>Keterangan</i>
	<i>Perubahan</i>	<i>Pengganti dari :</i>			
		<i>Diganti dengan :</i>			
		<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	<i>19.06.22</i>	<i>Jekcy A</i>
		<i>1 : 2</i>	<i>Diperiksa</i>		
			<i>Waktu</i>		
			<i>Dilihat</i>		

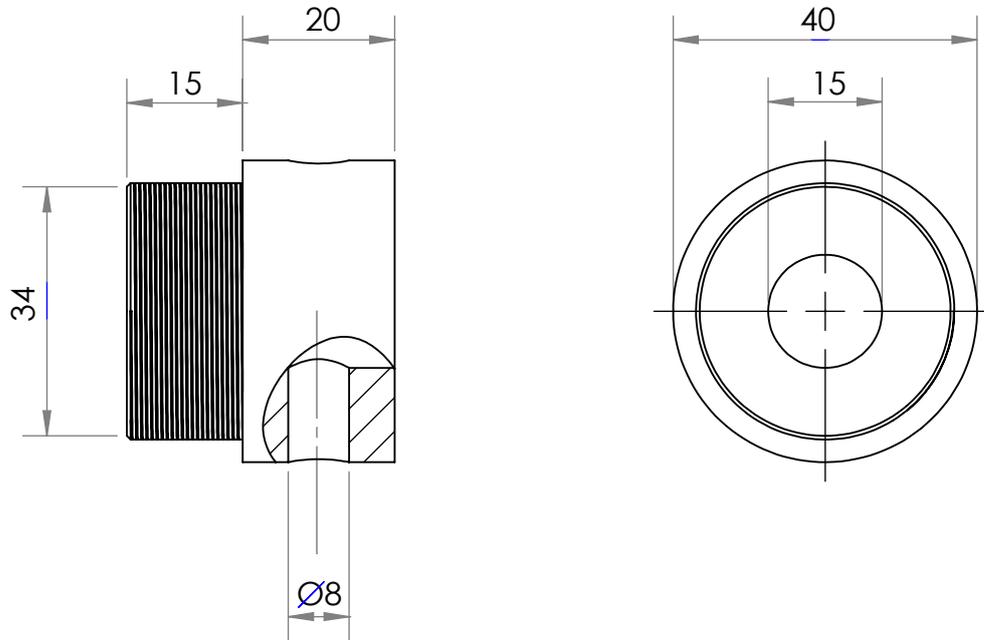
PENGHUBUNG flywheel



POLMAN NEGERI BABEL

A4/14/3PCMA

10 
Tol sedang



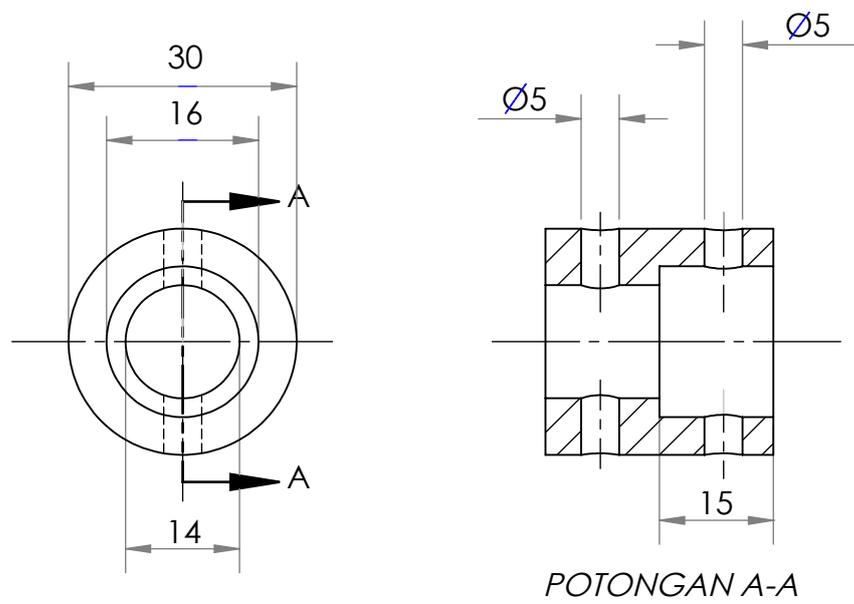
1	<i>penghubung ratchet</i>	10	<i>st 37</i>	$\varnothing 40 \times 35$	
<i>Jumlah</i>	<i>Nama Bagian</i>	<i>No.Bag</i>	<i>Bahan</i>	<i>Ukuran</i>	<i>Keterangan</i>
	<i>Perubahan</i>			<i>Pengganti dari :</i>	
				<i>Diganti dengan :</i>	
	PENGHUBUNG RATCHET	<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	19.06.22	JECKI A
		1 : 1	<i>Diperiksa</i>		
			<i>Waktu</i>		
			<i>Dilihat</i>		



POLMAN NEGERI BABEL

A4/14/3PCMA

11 
Tol sedang



1	<i>penghubung alternator</i>	11	<i>st 37</i>	$\varnothing 30 \times 30$	
<i>Jumlah</i>	<i>Nama Bagian</i>	<i>No.Bag</i>	<i>Bahan</i>	<i>Ukuran</i>	<i>Keterangan</i>
	<i>Perubahan</i>			<i>Pengganti dari :</i>	
				<i>Diganti dengan :</i>	
	<i>Penghubung Alternator</i>	<i>Skala</i>	<i>Digambar</i>	19.06.22	<i>Jekcy A</i>
		1 : 2	<i>Diperiksa</i>		
			<i>Waktu</i>		
			<i>Dilihat</i>		



POLMAN NEGERI BABEL

A4/14/3PCMA