

**RANCANG BANGUN PENERAPAN SISTEM *DIFFERENTIAL*
GEAR UNTUK SEPEDA RODA TIGA PEDAGANG UMKM
(USAHA MIKRO, KECIL DAN MENENGAH)**

PROYEK AKHIR

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



Disusun Oleh:

Mirza Yulanda

NIRM : 0011546

Redoh Soniman

NIRM : 0021549

Septian Kuntoro

NIRM : 0021523

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN PENERAPAN SISTEM *DIFFERENTIAL GEAR*
UNTUK SEPEDA RODA TIGA PEDAGANG UMKM (USAHA MIKRO,
KECIL DAN MENENGAH)**

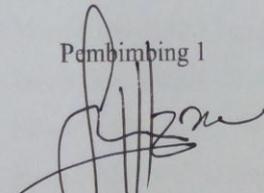
Oleh:

Mirza Yulanda	NIRM 0011546
Redoh Soniman	NIRM 0021549
Septian Kuntoro	NIRM 0021523

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

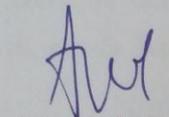
Menyetujui,

Pembimbing 1



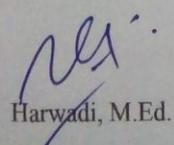
Subkhan, M.T.

Pembimbing 2



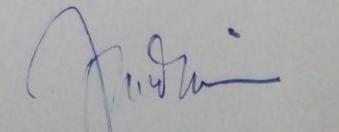
Ariyanto, M.T.

Penguji 1



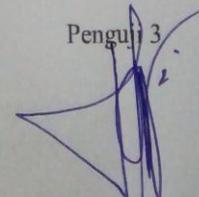
Harwadi, M.Ed.

Penguji 2



Dedy Ramdhani Harahap, M.Sc.

Penguji 3



Ramli, M.Sc.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa 1	: Mirza Yulanda	NIRM : 0011546
Nama Mahasiswa 2	: Redoh Soniman	NIRM : 0021549
Nama Mahasiswa 3	: Septian Kuntoro	NIRM : 0021523

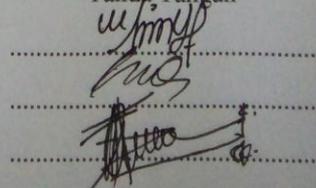
Dengan Judul : Rancang Bangun Penerapan Sistem *Differential Gear*
Untuk Sepeda Roda Tiga Pedagang UMKM (Usaha Mikro,
Kecil dan Menengah)

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

Sungailiat, Agustus 2018

Nama Mahasiswa
1. Mirza Yulanda
2. Redoh Soniman
3. Septian Kuntoro

Tanda Tangan



ABSTRAK

Sepeda merupakan alat transportasi yang memiliki roda dua atau tiga, sepasang setang, tempat duduk dan sepasang pengayuh yang digerakkan dengan kaki untuk menjalankannya. Sepeda yang umum ditemui adalah sepeda beroda dua. Sejak zaman dahulu, sebelum ditemukannya sepeda motor, sepeda memegang peranan penting sepanjang sejarah alat transportasi modern saat ini. Namun, seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, peran sepeda seakan terganti dengan kendaraan bermotor seperti sepeda motor hingga mobil. Maka, tidak banyak lagi orang yang menggunakan sepeda untuk berkendara. Padahal sepeda merupakan alat transportasi yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan emisi gas berbahaya diudara. Oleh karena itu, diperlukannya pengembangan sepeda menjadi alat transportasi yang memiliki nilai tambah jika dibandingkan dengan sepeda pada umumnya. Dengan mengacu pada metode pelaksanaan VDI (Veren Deutch Ingenieur) 2222 diharapkan penelitian ini dapat terstruktur dengan baik. Penerapan sistem differential gear yang umumnya terdapat pada gardan mobil akan diterapkan pada sepeda roda tiga, tim peneliti ingin membuat sepeda biasa menjadi sepeda yang memiliki nilai tambah berupa dapat digunakan untuk membawa beban di posisi belakang sebesar 30 Kg dengan gaya kayuh minimal 50 N melaju pada trek lurus dan radius. Sepeda dengan penerapan sistem differential gear ini, akan digunakan untuk membantu pedagang kue keliling membawa dagangan dengan posisi yang lebih stabil dan aman.

Kata Kunci : Sepeda, Roda Tiga, *Differential Gear*

ABSTRAK

Bicycles are a means of transportation that has two or three wheels, a pair of handlebars, a seat and a pair of pedals that are driven by feet to run it. Bicycles commonly found are two-wheeled bicycles. Since ancient times, before the invention of motorbikes, bicycles played an important role throughout the history of modern transportation today. However, along with the development of science and technology, the role of the bicycle seemed to be replaced by motorized vehicles such as motorbikes to cars. So, not many people use bicycles to drive. Though bicycles are transportation tools that are environmentally friendly because they do not produce harmful gas emissions in the air. Therefore, the need for bicycle development is a means of transportation that has added value when compared to bicycles in general. Referring to the implementation method of VDI (Veren Deutch Ingenieur) 2222, it is hoped that this research can be well structured. The application of a differential gear system that is generally found in a car axle will be applied to a tricycle, the research team wants to make ordinary bikes to be bikes that have added value in the form of can be used to carry loads in the rear position of 30 Kg with a minimum of 50 N stroke style on the track straight and radius. Bicycles with the application of this differential gear system, will be used to help the traveling cake traders carry merchandise with a more stable and safe position

Keywords: Bicycle, Tricycle, Differential Gear

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu wa Ta'ala, atas berkat rahmat dan hidayah-Nya jualah, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan laporan proyek akhir ini tepat pada waktunya.

Laporan proyek akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa untuk menyelesaikan kurikulum program pendidikan Diploma III di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Laporan proyek akhir ini berisikan hasil yang penulis laksanakan selama program proyek akhir berlangsung. Sepeda roda tiga ini diharapkan dapat membantu masyarakat, khususnya pedagang Usaha Mikro, Kecil dan Menengah (UMKM) agar bisa memudahkan dalam proses berdagang.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar - besarnya kepada orang-orang yang telah berperan sehingga dapat terselesaikannya laporan proyek akhir ini, yaitu:

1. Kedua orang tua tercinta yang tak pernah berhenti memberikan yang dukungan moril, materi dan semangat serta menghibur penulis dikala jenuh.
2. Bapak Sugeng Ariyono, B.Eng, M.Eng, Ph.D. selaku Direktur Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak Somawardi, M.T. selaku Ka. Jurusan Teknik Mesin.
4. Bapak Fajar Aswin, M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Perawatan dan Perbaikan Mesin.
5. Ibu Adhe Anggry, M.T. selaku Ka. Prodi Teknik Perancangan Mekanik.
6. Subkhan, M.T. selaku wali kelas 3 PCM dan Pembimbing I dari Prodi Perancangan Mekanik yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, dan pikiran di dalam memberikan pengarahan dalam penulisan karya tulis proyek akhir ini.
7. Ariyanto, M.T. selaku Pembimbing II dari Prodi Perawatan dan Perbaikan Mesin yang telah meluangkan banyak waktu, tenaga, dan pikiran di dalam memberikan pengarahan dalam penulisan karya tulis proyek akhir ini.

8. Seluruh dosen pengajar dan instruktur di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu dalam penyelesaian proyek akhir ini.
9. Rekan-rekan mahasiswa Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung yang telah banyak membantu selama menyelesaikan proyek akhir.
10. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam pembuatan proyek akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan proyek akhir ini masih jauh dari sempurna terutama dari segi isi maupun rancangan karena keterbatasan waktu dan hambatan yang penulis hadapi. Oleh sebab itu penulis mengharapkan masukan dari pembaca agar dapat menjadi bahan pertimbangan penulis untuk menyempurnakan laporan proyek akhir ini.

Besar harapan penulis semoga laporan proyek akhir ini dapat memberi manfaat bagi pihak yang berkepentingan pada khususnya dan bagi perkembangan ilmu teknologi pada umumnya.

Sungailiat, Agustus 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
BAB 2 DASAR TEORI	
2.1 <i>Differential Gear</i>	4
2.1.1 Pengertian	4
2.1.2 Kontruksi.....	5
2.1.3 Fungsi Roda Gigi <i>Differential</i>	6
2.1.4 Prinsip Dasar <i>Differential</i>	7
2.1.5 Mekanisme Kerja <i>Differential</i>	8
2.1.6 Cara Kerja <i>Differential</i>	9
2.2 Metode Perancangan.....	11
2.2.1 Merencana.....	13
2.2.2 Mengkonsep.....	13
2.2.3 Merancang.....	14
2.2.4 Penyelesaian.....	15
2.3. Elemen-Element Yang Digunakan.....	16
2.3.1 Poros	16

2.3.2 Bantalan Gelinding (<i>Bearing</i>).....	17
2.3.4 Roda Gigi Payung	19
2.3.5 Elemen Pengikat	19
2.3.6 Ulir	20
2.4 Perhitungan Elemen	20
2.4.1 Perhitungan Poros.....	20
2.4.2 Perhitungan Rantai dan Sproket.....	21
2.4.3 Perhitungan <i>Bearing</i>	22
2.4 Fabrikasi (Polman Timah, 1996)	23
2.5 Proses Pemesinan (Polman Timah, 1996)	25
2.7 Perawatan Mesin (Polman Timah, 1996).....	25
2.8 <i>Alignment</i> (Polman Timah, 1996).....	26
BAB 3 METODE PELAKSANAAN	27
3.1 Pengumpulan Data	28
3.2 Pembuatan Konsep dan Rancangan	28
3.3 Pembuatan Komponen	30
3.4 Perakitan Komponen.....	30
3.5 Uji Coba	30
3.6 Analisa dan Hasil	31
3.7 Kesimpulan	31
BAB 4 PEMBAHASAN	32
4.1 Pembuatan Konsep dan Rancangan	32
4.1.1 Pembuatan Konsep.....	32
4.1.2 Pembuatan Rancangan	42
4.2 Pembuatan Komponen	51
4.3 Perakitan Komponen (<i>Assembly</i>).....	53
4.4 Uji Coba dan Analisa	55
4.4.1 Uji Coba.....	55
4.4.2 Analisa	57
4.5 Perawatan Mesin	57
BAB 5 PENUTUP	58

5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Contoh Alternatif	14
4.1. Daftar Tuntutan.....	32
4.2. Deskripsi Sub Fungsi Bagian.....	33
4.3. Alternatif Fungsi Pencekaman.....	34
4.4. Alternatif Fungsi Sistem Pengereman	35
4.5. Alternatif Fungsi Elemen Transmisi.....	36
4.6. Alternatif Fungsi Tambahan	37
4.7. Kotak Morfologi	38
4.8. Skala Penilaian Varian Konsep	40
4.9. Kriteria Penilaian Teknis	40
4.10. Kriteria Penilaian Ekonomis	41
4.11. Komponen-komponen <i>Assembly</i>	53
4.12. <i>Assembly</i> Sepeda Roda Tiga Penerapan Sistem <i>Differential Gear</i>	55
4.13. Hasil Uji Coba	56
4.14. Analisa	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1	Komponen <i>Differential</i> 5
2.2	<i>Drive Pinion Gear</i> 6
2.3	<i>Ring Gear Tipe Hypoid</i> 6
2.4	<i>Rack dan Shakle</i> 7
2.5	Kerja <i>Differential</i> Saat Jalan Lurus 10
2.6	Kerja <i>Differential</i> Saat Jalan Lurus 10
2.7	Kerja <i>Differential</i> Saat Jalan Belok Kanan..... 11
2.8	Kerja <i>Differential</i> Saat Jalan Belok Kanan..... 11
2.9	Kerja <i>Differential</i> Saat Jalan Belok Kiri..... 12
2.10	Kerja <i>Differential</i> Saat Jalan Belok Kiri..... 12
2.11	Poros 16
2.12	<i>Bearing</i> 17
2.13	Rantai dan Sproket..... 18
2.14	Roda Gigi Payung..... 19
2.15	Profil Ulir Segitiga..... 20
3.1	Metode Pelaksanaan 27
4.1	Diagram Blok Fungsi..... 33
4.2	Diagram Hirarki Fungsi 33
4.3	Varian Konsep 1 39
4.4	Varian Konsep 2 39
4.5	Varian Konsep 3 39
4.6	Varian Konsep Terpilih 41
4.7	Penimbangan Sepeda 42
4.8	Keranjang Dagangan 43
4.9	Pembuatan Rangka 52
4.10	Pembuatan Dudukan <i>Bevel Gear</i> 52
4.11	Pembuatan Poros 53

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Gambar Kerja
- Lampiran 3 : Gambar Tabel Pemilihan Rantai Rol
- Lampiran 4 : Gambar Tabel Bantalan
- Lampiran 5 : *Architecture Product*
- Lampiran 6 : Perawatan Mandiri

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sepeda merupakan alat transportasi berasal dari Prancis. Menurut sejarah, negeri tersebut sudah sejak awal abad 18 mengenal alat transportasi roda dua yang dinamakan *velocipede* yang kemudian selama bertahun-tahun istilah ini terus digunakan dan menjadi satu-satunya istilah yang merujuk kepada hasil rancang bangun kendaraan roda dua. Pada masa awal ditemukan, konstruksi sepeda belum menggunakan besi. Model sepeda pun masih primitif pada masa tersebut. Seseorang berkebangsaan Jerman bernama Baron Karls Drais von Sauerbronn yang menyempurnakan *velocipede* pada tahun 1818 membuat alat transportasi roda dua yang menunjang efisiensi kerjanya. Beliau adalah seorang pengawas hutan Baden sehingga memang membutuhkan sarana transportasi bermobilitas tinggi. Namun, model yang dikembangkan masih berbentuk antara sepeda dan kereta kuda sehingga dijuluki *dandy horse* (*id.wikipedia.org*).

Kemajuan paling signifikan terjadi saat teknologi pembuatan baja berlubang yang telah ditemukan, kemudian munculnya teknik penyambungan besi, serta penemuan karet sebagai bahan baku ban. Namun, faktor *safety* dan kenyamanan tetap belum terpecahkan. Karena teknologi suspensi belum ditemukan. Goyangan dan guncangan sering membuat penunggangnya mengalami kelelahan otot pinggang.

Di era 1880-an, sepeda tiga roda yang dianggap lebih aman untuk wanita dan laki-laki. Sepeda roda dua kembali mendunia setelah berdirinya pabrik sepeda pertama di Coventry, Inggris pada 1885. Pabrik yang didirikan James Starley ini semakin berkembang pada momentum setelah tahun 1888 karena John Dunlop menemukan teknologi ban angin. Laju sepeda pun tak lagi berguncang (*id.wikipedia.org*).

Penemuan lainnya, seperti rem, perbandingan gigi yang bisa diganti-ganti, rantai, setang yang bisa digerakkan, dan masih banyak lagi makin menambah daya tarik sepeda. Sejak itu, banyak orang mulai menjadikan sepeda

sebagai alat transportasi, dengan Amerika dan Eropa sebagai pelopornya. Meski lambat laun, perannya mulai disingkirkan mobil dan sepeda motor, sepeda tetap punya penggemar tersendiri hingga penggemarnya dikenal sangat fanatik.

Sepeda juga digemari karena merupakan alat transportasi yang ramah lingkungan. Menurut data yang ada salah satu penyebab pencemaran udara di Indonesia sekitar lebih dari 70% merupakan hasil emisi kendaraan bermotor. Mengapa hal tersebut bisa terjadi? Karena kendaraan bermotor menyumbang hampir 100 persen timbal, 13-44% *suspended particulate matter* (SPM), 71-89% hidrokarbon, 34-73% NOx dan hampir seluruh karbon monoksida (CO) ke udara (BPLH Jakarta, 2013).

Pada era modern saat ini, bersepeda tidak hanya dijadikan alat transportasi untuk berkendara mencapai tempat yang dituju, namun juga dijadikan olahraga, hingga hobi yang menarik untuk *travelling*. Namun, hal tersebut hanya sering dilakukan oleh kalangan menengah ke atas karena sepeda yang dijadikan untuk hobi umumnya memiliki harga yang cukup mahal. Sementara, kalangan menengah ke bawah bahkan menjadikan sepeda sebagai alat transportasi untuk sarana mencar nafkah seperti berjualan keliling menjajakan jualannya. Itulah beberapa contoh penggunaan sepeda saat ini.

Sepeda yang umum digunakan adalah sepeda roda dua. Namun, saat ini banyak juga para *designer* yang merancang maupun memodifikasi sepeda roda dua menjadi sepeda roda tiga untuk beberapa alasan, seperti keamanan saat berkendara, pengguna yang mengalami cacat fisik, maupun untuk sekedar hobi untuk merubah bentuk sepeda tersebut.

Penerapan sistem *differential gear* pada sepeda roda tiga menjadi alternatif yang dapat digunakan. *Differential* atau sering dikenal dengan nama gardan adalah salah satu dari mekanisme pemindah daya yang bertugas untuk memindahkan tenaga putaran dari *propeller shaft* ke poros *axel* dan untuk memungkinkan adanya perbedaan putaran antara roda kiri dan roda kanan saat membelok, baik belok kanan maupun belok kiri. Pada saat kendaraan membelok momen roda kiri lebih besar dari momen roda kanan, hal ini diakibatkan tahanan

gaya gesek yang diterima roda kiri lebih besar dari roda kanan sehingga menyebabkan perputaran roda kiri lebih lambat (Dwi Septiyanto, 2015).

Rancang bangun sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear* dapat diterapkan untuk membuat rancangan sepeda baru yang memiliki nilai tambah. Adapun dalam kaitannya dengan membawa barang, maka sepeda roda tiga ini dapat digunakan untuk membantu pedagang Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM). Jumlah unit UMKM yang terus meningkat berbanding lurus dengan tingginya penyerapan tenaga kerja. Harus diakui, UMKM telah membuka lapangan kerja yang lebih inovatif dan kreatif serta tidak hanya mengandalkan ijazah pendidikan. Oleh karena itu, hal ini dinilai dapat membantu para pedagang UMKM dalam berjualan. Selain memiliki nilai tambah pada bagian belakang yang dapat membawa beban berat, tetapi juga memiliki tingkat keamanan yang lebih baik pada pengendara.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang sepeda agar dapat bernilai tambah untuk pedagang UMKM?
2. Merumuskan gaya kayuh minimal yang dibutuhkan untuk menggerakkan sepeda?
3. Bagaimana perawatan yang dilakukan dalam sistem transmisi sepeda?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Rancang alat transportasi dagang sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear*..
2. Dapat di operasikan dengan gaya kayuh sebesar 50 N.
3. Perawatan yang dilakukan dapat menggunakan perawatan secara mandiri.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. *Differential Gear*

2.1.1. Pengertian

Differential atau sering dikenal dengan nama gardan adalah salah satu dari mekanisme pemindah daya yang bertugas untuk memindahkan tenaga putaran dari *propeller shaft* ke poros *axel* dan untuk memungkinkan adanya perbedaan putaran antara roda kiri dan roda kanan saat membelok, baik belok kanan maupun belok kiri. Pada saat kendaraan membelok momen roda kiri lebih besar dari momen roda kanan, hal ini diakibatkan tahanan gaya gesek yang diterima roda kiri lebih besar dari roda kanan sehingga menyebabkan perputaran roda kiri lebih lambat (Dwi Septiyanto, 2015).

Putaran roda semuanya berasal dari proses pembakaran yang terjadi dalam ruang bakar. Proses pembakaran inilah yang kemudian akan menggerakkan piston untuk bergerak naik turun. Kemudian gerak naik turun piston ini akan diteruskan untuk memutar poros engkol. Gerak putar poros engkol pada mesin ini akan diteruskan untuk memutar *flywheel*. Putaran *flywheel* akan diteruskan untuk memutar kopling kemudian dilanjutkan memutar transmisi ke *propeller* lalu ke *differential*.

Differential akan meneruskan putaran ini ke poros *axel* sesuai dengan beban dari kendaraan dan poros *axel* akan memutar roda, sehingga kendaraan dapat berjalan. Jadi dapat diketahui urutan perpindahan tenaga dan putaran dari mesin sampai ke roda, sehingga kendaraan atau mobil dapat berjalan. Fungsi utama *differential* adalah membedakan putaran roda kiri dan kanan pada saat mobil sedang membelok. Hal itu dimaksudkan agar mobil dapat membelok dengan baik tanpa membuat kedua ban menjadi slip atau tergelincir. Di kendaraan tanpa *differential*, seperti kart, kedua roda penggerak dipaksa untuk memutar pada kecepatan yang sama, biasanya pada poros umum yang digerakkan oleh mekanisme penggerak rantai sederhana. Saat menikung, roda bagian dalam harus menempuh jarak yang lebih pendek daripada bagian luar roda, jadi tanpa

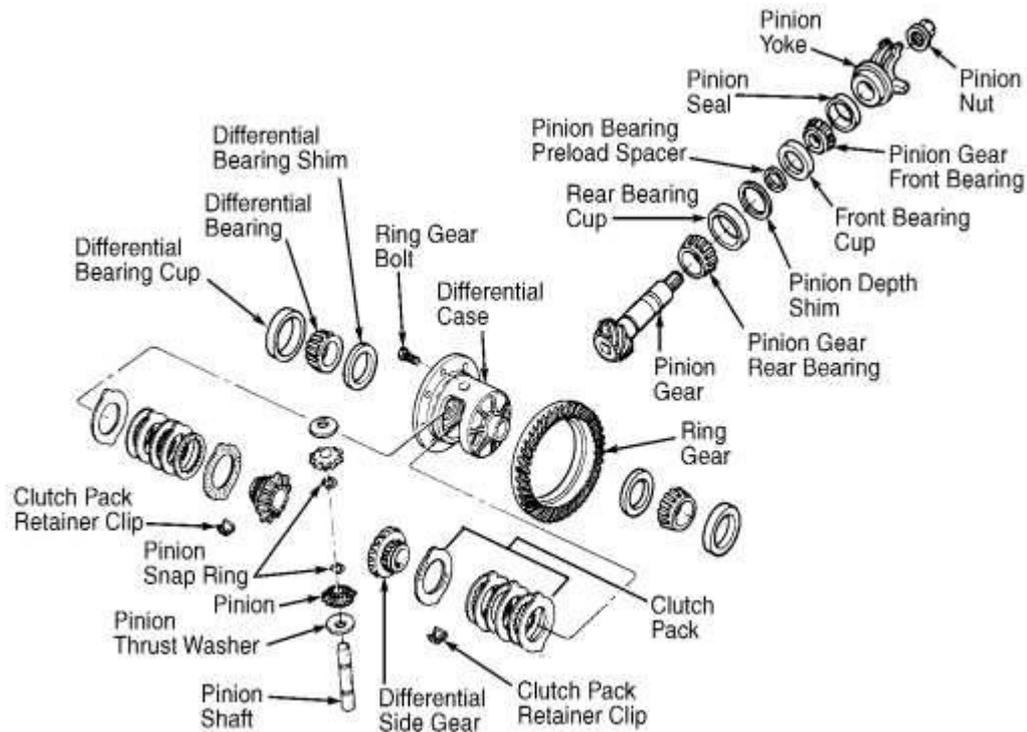
differential, hasilnya adalah roda dalam yang berputar dan / roda luar menyeret, dan ini menghasilkan putaran yang sulit dan tidak dapat diprediksi, kerusakan pada ban dan jalan, dan ketegangan (kemungkinan kegagalan) keseluruhan drive train (Daniel Das. A, dkk, 2013: 2).

Ukuran dari sebuah *differential* menggambarkan dari bobot atau berat kendaraan, namun dalam proses pembagian putaran *side gear* kiri maupun *side gear* kanan keduanya memiliki kemampuan yang sama.

2.1.2. Konstruksi

Differential terdiri dari beberapa komponen berikut ini: pinion penggerak (*drive pinion*), poros pinion (*differential pinion shaft*), roda gigi cincin (*ring gear*) atau *differential carrier*, bantalan-bantalan, mur penyetel bantalan, perapat oli (*oil seal*), dan poros roda belakang (*axel shaft*).

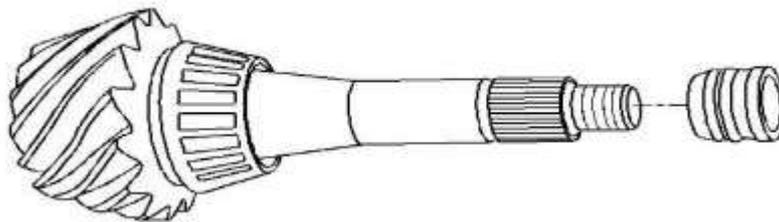
Komponen *differential* adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Komponen *Differential*

(PT. Toyota Astra Motor. *New Step 2*. 1994)

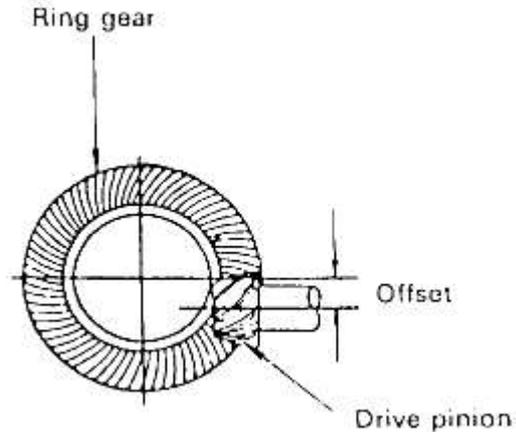
1. Komponen utama *differential* adalah sebagai berikut:
 - a. Dua roda gigi samping (*side gear*) masing-masing pada ujung bagian dalam poros belakang.
 - b. Dua roda gigi pinion (*pinion gear*) yang dipasang berkaitan dengan roda gigi samping.
 - c. Roda gigi pinion (*drive pinion gear*) berfungsi sebagai roda gigiring.



Gambar 2.2 *Drive Pinion Gear*

(PT. Toyota Astra Motor. *New Step 2*. 1994)

- d. Roda gigi ring (*ring gear*) dengan *drive pinion*.



Gambar 2.3 *Ring Gear Tipe Hypoid*

(PT. Toyota Astra Motor. *New Step 2*. 1994)

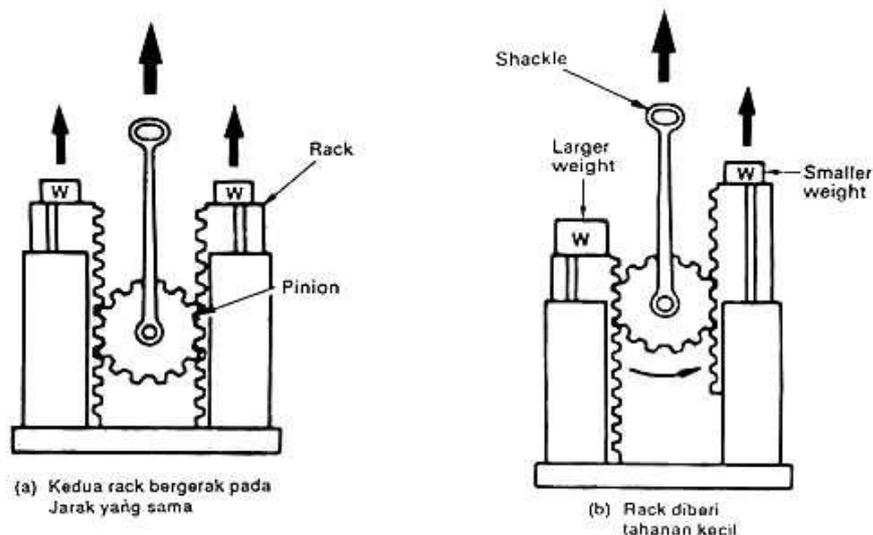
2.1.3. Fungsi Roda Gigi *Differential*

Merupakan pemindah tenaga mesin melalui poros *propeller* yang diteruskan ke roda belakang melalui gigi *differential* dan poros *axel*. *Differential* mempunyai tiga fungsi sebagai berikut:

- a. Untuk mengurangi putaran
Mengurangi putaran poros *propeller* sebanyak yang diperlukan oleh roda. Pengurangan tersebut terdapat pada gigi *ring gear*.
- b. Untuk merubah arah tenaga
Dengan menggunakan gigi pinion penggerak dan gigi *ring gear* akan merubah arah tenaga 90o memindahkan tenaga tersebut ke poros roda belakang.
- c. Untuk membagi tenaga
Bila kendaraan berubah haluan akan membuat roda belakang bagian dalam berputar lebih lambat dari pada roda belakang bagian luar, sehingga tidak terjadi slip. Cara kerja ini dilakukan oleh gigi *differential* yang terdiri dari gigi samping (*side gear*) dan gigi pinion (*pinion gear*).

2.1.4. Prinsip Dasar *Differential*

Prinsip dasar dari *differential* ini digambarkan seperti roda gigi pinion dan dua *rack*. Dimana *rack* tersebut dapat menggelincir pada arah vertikal sejauh berat *rack* dan tahanan gelincir terangkat bersama. Roda gigi pinion diletakkan diantara dua *rack* dan pinion dihubungkan dengan penyangga dan dapat pula roda gigi pinion digerakkan dengan penyangga tersebut.



Gambar 2.4 *Rack dan Shackle*
(PT. Toyota Astra Motor. *New Step 1*. 1995)

Bila beban W yang sama diletakkan pada *rack* kemudian alat penyangga (*shakle*) ditarik ke atas maka kedua *rack* akan terangkat pada jarak yang sama, hal ini bertujuan agar pinion tidak berubah dan tetap. Bila beban yang besar diletakkan pada *rack* sebelah kiri dan penyangga (*shakle*) ditarik seperti gambar B pinion akan berputar sepanjang gigi *rack* yang terkena beban lebih berat hal ini disebabkan adanya perbedaan tahanan yang diberikan pada pinion, akibatnya beban yang lebih kecil terangkat. Jarak *rack* yang terangkat sebanding dengan jumlah putaran pinion, dengan kata lain bahwa *rack* mendapat tahanan yang lebih besar yang tidak bergerak, sementara tahanan yang lebih kecil akan bergerak. Prinsip ini digunakan pada perencanaan roda-roda gigi *differential*.

2.1.5. Mekanisme Kerja *Differential*

Putaran poros engkol dari mesin melalui transmisi oleh *propeller shaft* diperkecil sesuai tenaga yang diteruskan oleh *drive pinion* ke *ring gear*, sebaliknya momen bertambah maka arah transmisi berubah terhadap arah semula. Pada *differential case* terdapat dua buah *side gear*, sehingga bila *differential case* berputar, maka poros pinion (*pinion shaft*) ikut berputar yang menyebabkan roda gigi sisi (*side gear*) juga berputar. *Side gear* dihubungkan ke poros roda belakang dan memindahkan tenaga putar ke roda. Putaran poros roda menjadi lebih rendah karena tenaga putar pada *propeller shaft* telah direduksi oleh *drive pinion* yang berkaitan dengan *ring gear* yang konstruksi giginya lebih banyak. Adapun macam-macam bentuk persinggungan gigi pada *ring gear* dan *drive pinion* (Setiyawan Heri, 2009: 10).

Macam-macam bentuk persinggungan dari masing-masing gigi:

1. Gigi *bevel*

Perkaitan antara *drive pinion* dengan *ring gear* segaris. Konstruksi seperti ini mempunyai bentuk gigi yang lurus, sehingga perkaitan kedua gigi terdapat celah. Oleh sebab itu putaran yang dihasilkan tidak lurus dan tipe semacam ini jarang digunakan pada kendaraan.

2. Gigi *bevel spiral*

Perkaitan antara *drive pinion* dengan *ring gear* berhimpit dengan garis pusat *ring gear* tanpa ada celah antara kedua gigi sehingga bunyi dan getaran yang timbul sangat kecil dan memiliki momen yang sangat kecil. Konstruksi ini biasanya dipasang pada mobil penggerak depan.

3. Gigi *hypoid bevel*

Differential sangat penting karena seluruh tenaga penggerak kendaraan terkonsentrasi pada tipe *hypoid bevel pinion and gear* yang memiliki keuntungan tidak menyebabkan bunyi, untuk itu diperlukan penyetelan kontak gigi dan *backlash* yang tepat. Perkaitan antara *drive pinion* dan *ring gear* terjadi dibawah garis pusat *ring gear*. Perkaitan keduanya tanpa ada celah karena konstruksinya berbentuk spiral. Beberapa kelebihan dibandingkan tipe yang lain adalah:

- a. Putaran yang dihasilkan lebih halus
- b. Pemakaian lebih praktis dan lebih kuat
- c. *Propeller shaft* diperendah tanpa mengurangi jarak minimum ke tanah.

Tipe ini mempunyai prinsip kerja seperti menyapu sehingga gesekan yang timbul lebih besar, oleh karena itu diperlukan pelumas khusus dengan *viskositas* tinggi untuk mencegah gigi menjadi panas.

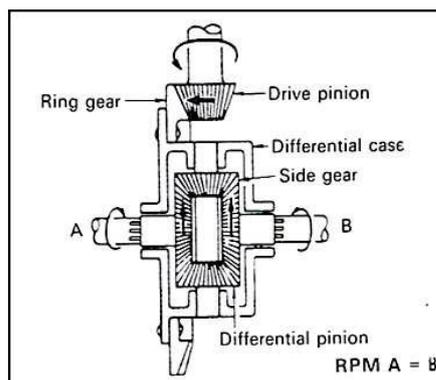
2.1.6. Cara Kerja *Differential*

Putaran poros engkol dari mesin melalui transmisi oleh *propeller shaft* diperkecil sesuai tenaga yang diteruskan oleh *drive pinion* ke *ring gear*, sebaliknya momennya bertambah maka arah transmisi berubah terhadap arah semula. Pada *differential case* terdapat dua roda gigi pinion (*pinion gear*) dan *side gear*, sehingga bila *differential case* berputar maka poros pinion (*pinion shaft*) ikut berputar yang menyebabkan *side gear* juga berputar. *Side gear* dihubungkan ke poros roda belakang dan memindahkan tenaga putar ke roda. Putaran pada poros menjadi rendah karena tenaga putar pada *propeller shaft* telah direduksi oleh *drive pinion* yang berkaitan dengan *ring gear* yang konstruksinya lebih banyak (Setiyawan Heri, 2009: 10).

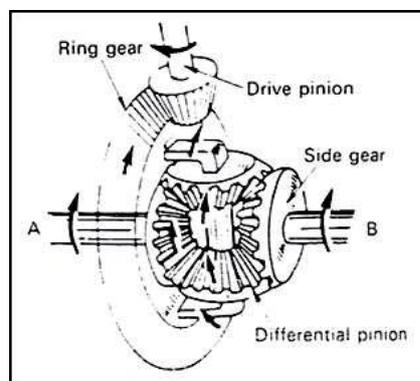
Cara kerja *differential* dapat dibagi menjadi 2 yaitu:

a. Cara Kerja *Differential* pada saat berjalan lurus

Tekanan kedua roda pada saat berjalan roda penggerak hampir sama pada saat kendaraan berjalan lurus dengan jalan datar. Pada kedua *side gear* berputar sebanding dengan putaran *differential pinion* dan semua komponen berputar dalam satu unit. Apabila tekanan kedua roda belakang sama *differential pinion* tidak berputar sendiri tetapi berputar bersama *ring gear*, *differential case*, poros pinion. Dengan demikian *differential pinion* hanya berfungsi sebagai penghubung antara *side gear* kiri dan kanan, sehingga *side gear* berputar dalam satu unit dengan putaran *differential pinion* yang menyebabkan kedua poros roda berputar pada kecepatan yang sama.



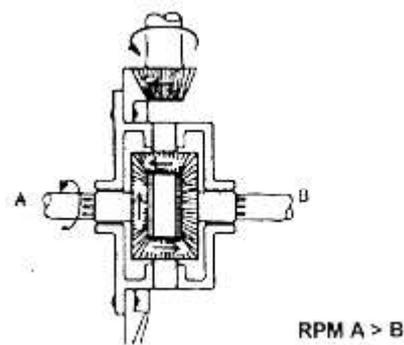
Gambar 2.5 Kerja *Differential* Saat Jalan Lurus
(New Step 1. 1991. Toyota Astra Motor)



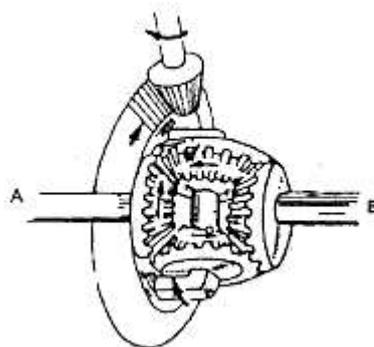
Gambar 2.6 Kerja *Differential* Saat Jalan Lurus
(New Step 1.1991. Toyota Astra Motor)

b. Cara kerja *differential* saat berbelok

Pada saat kendaraan sedang membelok beban yang ditanggung pada roda bagian dalam adalah lebih besar dari pada beban yang ditanggung roda bagian luar. Apabila kendaraan belok kanan, jarak tempuh roda kiri lebih panjang dibanding jarak tempuh roda kanan, bila dibandingkan kendaraan berjalan lurus. Pada saat kendaraan belok kanan *side gear* bagian kanan tertahan, *differential pinion* berputar masing-masing porosnya dan bergerak mengelilingi *axel shaft*, akibatnya putaran *side gear* kiribertambah cepat.



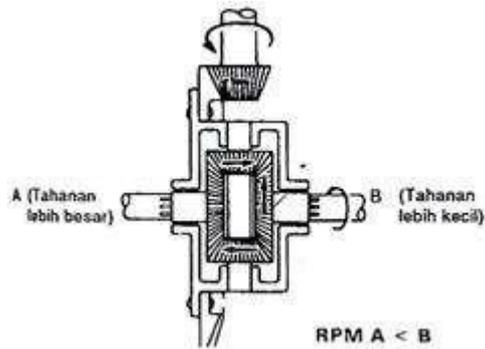
Gambar 2.7 Kerja *Differential* Saat Jalan Belok Kanan
(*New Step* 1.1991. Toyota Astra Motor)



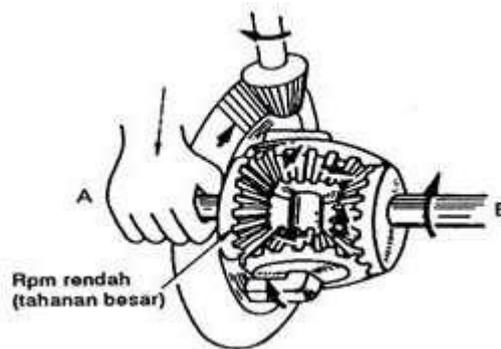
Gambar 2.8 Kerja *Differential* Saat Jalan Belok Kanan
(*New Step* 1.1991. Toyota Astra Motor)

Sebaliknya apabila kendaraan berbelok ke kiri, jarak tempuh roda kanan lebih jauh dengan jarak tempuh roda kiri bila dibandingkan pada saat kendaraan berjalan lurus. Pada saat belok kiri, tiap *differential pinion* berputar melalui

masing-masing porosnya serta bergerak mengelilingi *axelshaft*, akibatnya putaran *side gear* kanan bertambah cepat.



Gambar 2.9 Kerja *Differential* Saat Jalan Belok Kiri
(*New Step* 1. 1991. Toyota Astra Motor)



Gambar 2.10 Kerja *Differential* Saat Jalan Belok Kiri
(*New Step* 1.1991. Toyota Astra Motor)

2.2. Metode Perancangan (Polman, 1996)

2.2.1. Merencana

Merencana merupakan tahap awal dalam kegiatan perancangan. Pada fase ini terdapat pemilihan pekerjaan yang terdiri dari studi kelayakan, analisa pasar, hasil penelitian, konsultasi pemesan, pengembangan awal, hak paten, dan kelayakan lingkungan.

2.2.2. Mengkonsep

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

1. Definisi Tugas

Definisi tugas yaitu suatu yang berkaitan dengan produk yang akan dibuat. Contohnya penentuan judul harus jelas dan khusus.

2. Daftar Tuntutan

Dalam tahap ini diuraikan tuntutan yang ingin dicapai dari produk yang akan dibuat. Hal yang harus dituliskan dalam daftar tuntutan adalah sebagai berikut:

A. Tuntutan Primer

Tuntutan primer adalah sesuatu yang harus terpenuhi oleh mesin, misalnya ukuran dan sebagainya.

B. Tuntutan Skunder

Tuntutan skunder adalah suatu tuntutan dalam pekerjaan yang dapat digunakan sebagai titik tolak awal dari penentuan dimensi ukuran dan sebagainya.

C. Keinginan

Keinginan adalah sesuatu tuntutan yang tidak harus dipenuhi tetapi perlu diperhatikan.

3. Diagram Blok Fungsi

Diagram proses berisi tentang *input*, *process*, dan *output*.

4. Hirarki Fungsi

Hirarki berisis tentang sistem-sistem yang akan digunakan`

5. Tuntutan Fungsi Bagian

Tuntutan fungsi bagian merupakan penjelasan terhadap sistem fungsi yang ada pada hirarki fungsi.

6. Alternatif Fungsi Bagian dan Pemilihan Alternatif

Pada bagian ini fungsi bagian akan dibuat alternatif-alternatif dari fungsi bagian yang kemudian dipilih berdasarkan kelebihan dan kekurangannya. Contoh alternatif ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Contoh Alternatif

Kriteria					
Alternatif	Biaya	Permesinan	Perawatan	Hasil	Nilai
1	7	7	8	7	29
2	6	7	7	7	27

maka dengan demikian, alternatif 1 lebih baik dari alternatif 2. Untuk pemberian angka tergantung dari penulis.

7. Varian Konsep

Hasil pengelompokkan dari tahap menentukan varian konsep selanjutnya dibuat rancangan hingga didapat minimal 2 (dua) varian konsep keseluruhan dengan menggunakan kotak morfologi.

8. Keputusan Akhir

Keputusan akhir merupakan rancangan yang akan diambil untuk dibuat setelah dilakukannya pemilihan alternatif setelah dilakukan penentuan varian konsep yang terpilih dengan menggunakan tabel skor.

2.2.3. Merancang

Faktor utama dalam merancang adalah sebagai berikut:

1. Standardisasi

Dalam merancang suatu produk sebaiknya menggunakan elemen-elemen standar.

2. Elemen Mesin

Dalam merancang suatu produk sebaiknya menggunakan elemen-elemen yang umum digunakan serta seragam baik jenis maupun ukuran.

3. Bahan

Bahan merupakan material yang digunakan dimana disesuaikan dengan fungsi.

4. Ergonomi

Ergonomi merupakan ilmu yang mempelajari tentang hubungan manusia dengan lingkungannya. Dalam perancangan suatu mesin atau alat yang berhubungan langsung dengan organ tubuh manusia harus disesuaikan dengan anatominya.

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. Pemesinan

Pemesinan merupakan proses pembuatan komponen dimana pembuatannya dilakukan pada mesin. Dalam proses pemesinan perancang harus mempertimbangkan apakah bentuk tersebut mudah dibuat di mesin atau tidak.

7. Perawatan

Perawatan merupakan suatu kombinasi dari semua tindakan yang akan dilakukan dalam rangka mempertahankan/mengembalikan suatu peralatan pada kondisi baik. Dalam perawatan hal yang harus dipertimbangkan adalah mengenai ketahanan suatu produk yang dibuat dan mudah diperbaiki jika rusak harus tepat.

8. Ekonomis

Ekonomis merupakan suatu kegiatan yang dilakukan agar biaya dari proses pembuatan bisa diminimalisir. Perancang harus memperhatikan tentang keekonomisan suatu produk. Misalnya mengurangi bentuk yang rumit karena dengan bentuk yang rumit proses pemesinan akan susah dan mahal.

2.2.4. Penyelesaian

Merancang sesuatu dalam penyelesaiannya adalah sebagai berikut:

1. Gambar Susunan

Semua gambar bagian harus terlihat, ukuran luar, dan ukuran langkah.

2. Gambar Bagian

Nomor benda, nama benda, dan pengerjaan tambahan.

3. Daftar Bagian

4. Petunjuk perawatan

5. Warna yaitu suatu proses yang dilakukan sehingga alat yang dibuat memiliki daya tarik.

2.3. Elemen-Elemen Yang Digunakan

Elemen literatur untuk membantu dalam proses pemecahan masalah diambil teori-teori yang diperoleh selama masa perkuliahan di kampus Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung serta buku-buku yang berkaitan dengan masalah yang diambil.

2.3.1. Poros

Poros merupakan elemen utama pada sistem transmisi putar yang dapat berfungsi sebagai pembawa, pendukung putaran dan beban, pengatur gerak putar menjadi gerak lurus yang umumnya ditumpu dengan dua tumpuan. Gaya-gaya yang timbul dari penggerak melalui elemen-elemen transmisi seperti roda gigi, puli serta rantai dan sproket (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004). Poros ditunjukkan pada Gambar 2.11 berikut ini.



Gambar 2.11 Poros (*swingwheel.wordpress.com*)

Untuk mencari gaya reaksi pada tumpuan dapat menggunakan hukum Newton III tentang kesetimbangan gaya dimana $\sum F_x = 0$, $\sum F_y = 0$, $\sum M = 0$. Sedangkan untuk menentukan diameter poros ditentukan dengan menghitung bagian-bagian yang menerima momen seperti momen bengkok, momen puntir, dan momen gabungan.

2.3.2. Bantalan Gelinding (*Bearing*)

Bearing merupakan elemen mesin yang menumpu poros berbeban, sehingga putaran poros dapat berlangsung dengan halus, tidak berisik, aman dan berumur panjang (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004). Gesekan pada *bearing* terjadi antara bagian yang berputar dengan bagian yang diam melalui elemen gelinding seperti bola, *roller*, dan lain-lain. Dalam pemilihan *bearing*, beberapa hal yang harus diperhatikan diantaranya *bearing* harus tahan karat, tahan gesekan, tahan aus dan tahan panas. *Bearing* ditunjukkan pada Gambar 2.12 berikut ini.



Gambar 2.12 *Bearing* (emersonbearing.com)

Umur *bearing* adalah periode putaran dari *bearing* yang masih dalam kondisi baik serta dapat digunakan tanpa adanya penurunan kondisi *bearing*. Beberapa hal yang mempengaruhi umur *bearing*, antara lain:

1. Keausan (*Wear Life*)

Usia *bearing* sebelum mengalami keausan yaitu jangka waktu selama bantalan masih berfungsi dengan baik sesuai dengan fungsi dan penggunaannya.

2. Kelelahan (*Fatigue*)

Kelelahan pada *bearing* disebabkan karena adanya tegangan dalam yang sangat besar yang terjadi pada bagian bantalan yang menggelinding sehingga berakibat merusak bagian luncur baik luar maupun dalam.

Dalam pemilihan *bearing* ada beberapa perhitungan yang harus diperhatikan, yaitu:

1. Beban yang diterima.
2. Putaran (rpm).
3. Jenis peralatan.
4. Dimensi *bearing*.

2.3.3. Rantai dan Sproket

Rantai transmisi daya biasanya dipergunakan di mana jarak poros lebih besar dari pada transmisi roda gigi tetapi lebih pendek dari pada dalam transmisi sabuk. Rantai mengait pada gigi sproket dan meneruskan daya tanpa slip, jadi menjamin perbandingan putaran yang tetap (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004). Rantai dan sproket ditunjukkan pada Gambar 2.13 berikut ini.



Gambar 2.13 Rantai dan sproket (*snapdeal.com*)

Keuntungan penggunaan rantai dan sproket adalah sebagai berikut:

- Mampu meneruskan daya besar karena kekuatannya besar.
- Tidak memerlukan tegangan awal.
- Keausan kecil pada bantalan.
- Mudah memasangnya.

Sedangkan beberapa kerugiannya adalah sebagai berikut:

- Variasi kecepatan yang tak dapat dihindari karena lintasan busur pada sproket yang mengait mata rantai.
- Suara dan getaran karena tumbukan rantai dan dasar kaki gigi sproket.
- Perpanjangan rantai karena keausan pena dan bus yang diakibatkan oleh gesekan dengan sproket.

2.3.4. Roda Gigi Payung

Dalam penerapan *differential gear* komponen utama yang digunakan adalah roda gigi payung (*bevel gear*) dalam sistem *power drive*. Roda gigi payung berfungsi sebagai alat penghubung antar kedua poros sehingga proses *differential* dapat berjalan dengan baik. Roda gigi payung atau roda gigi trapesium digunakan apabila diinginkan antara sumbu input dan sumbu output menyudut 90° .



Gambar 2.14 Roda gigi payung (teknikmesin.org)

Bentuk gigi yang biasa dipakai pada roda gigi payung :

- Bentuk gigi lurus atau radial
- Bentuk gigi miring atau helical
- Bentuk gigi melengkung atau spherical.

2.3.5. Elemen Pengikat

Dalam suatu sistem permesinan atau rancang bangun tentu akan membutuhkan suatu alat yang dapat mengikat ataupun menghubungkan antara satu bagian dengan bagian lainnya. Secara garis besar elemen pengikat dibagi dua bagian, yaitu :

a. Elemen pengikat yang dapat dilepas

- Baut

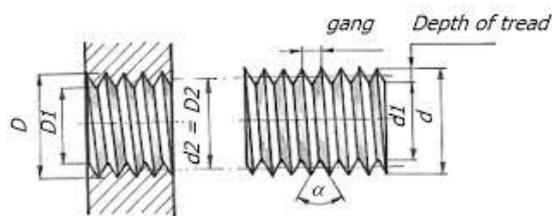
Baut adalah salah satu elemen pengikat yang selalu berpasangan dengan mur atau langsung pada rumah mesin.

- Mur

Mur adalah elemen mesin yang merupakan pasangan ulir luar pada baut yang pada umumnya sudah memiliki standar. Sering kali mur dibuat langsung pada salah satu dari dua bagian pelat yang disambung. Gerak mur terhadap baut yang diikat seperti paku keling, las, dan lainnya (Dedi Setiawan dkk, 2013).

2.3.6. Ulir

Dalam teknik mesin ulir dibedakan menjadi 2 kelompok besar menurut fungsinya yaitu ulir pengikat (*thread position*), dan ulir daya (*power screw*). Ulir pengikat berfungsi untuk mengikat atau menyambung antara dua elemen, contohnya berbagai baut dan mur. Ulir daya berfungsi untuk mendapatkan keuntungan mekanik yang besar, biasanya diterapkan pada dongkrak ulir, mesin pres, ragum dan lainnya (Dedi Setiawan, 2013).



Gambar 2.15 Profil ulir segitiga (guruinsight.wordpress.com)

2.4. Perhitungan Elemen

2.4.1. Perhitungan Poros

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam menentukan diameter poros, antara lain:

1. Momen Bengkok Poros

$$M_b = F.l \tag{2.1}$$

Keterangan: Mb = Momen Bengkok (Nmm)
 F = Gaya (N)
 l = Jarak (mm)

2. Tegangan Bengkok Poros

$$Wb = \frac{\pi}{32} D^3 \quad (2.2)$$

Keterangan: Wb = Momen Tahanan Bengkok (mm³)
 D = Diameter (mm)

3. Momen Puntir Poros

$$Mp = F \cdot r \quad (2.3)$$

Keterangan: Mp = Momen Puntir (Nmm)
 F = Gaya (N)
 r = Jari-jari (mm)

4. Perhitungan Momen Gabungan Poros

$$MR = \sqrt{Mb^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot Mp)^2} \quad (2.4)$$

Keterangan: MR = Momen Gabungan (Nmm)
 Mb = Momen Bengkok (Nmm)
 α_0 = Perbandingan Tegangan Pembebanan Dinamis
 (St.42 = 0,69)
 Mp = Momen Puntir (Nmm)

5. Diameter Poros

$$D = \sqrt[3]{\frac{MR}{0,1 \cdot \sigma_{bij}}} \quad (2.5)$$

Keterangan: D = Diameter (mm)
 MR = Momen Gabungan (Nmm)
 σ_{bij} = Tegangan Bengkok Izin (N/mm²)

2.4.2. Perhitungan Rantai dan Sproket (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004)

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan rantai dan sproket, antara lain:

1. Perhitungan Daya Rencana (Pd) Rantai dan Sproket

$$Pd = Fc \times P \quad (2.6)$$

Keterangan: Fc = Faktor Koreksi
 P = Daya (kW)
 Pd = Daya Rencana (kW)

2. Momen Torsi (T)

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{Pd}{n} \quad (2.7)$$

3. Diameter Poros Sproket

$$ds = \left\{ \left(\frac{5,1}{\sigma_{bi}} \right) \times Kt \times Cb \times T \right\}^{\frac{1}{3}} \quad (2.8)$$

Keterangan: σ_{bi} = Tegangan Ijin (N/mm²)
 Kt = Tumbukan
 Cb = Faktor Lenturan

4. Kecepatan Rantai (V)

$$V = \frac{z1 \times p \times n}{60 \times 1000} \quad (2.9)$$

7. Beban Yang Bekerja Pada Rantai (F)

$$F = \frac{102 \times Pd}{V} \quad (2.10)$$

8. Faktor Keamanan (Sf)

$$Sf = \frac{FB}{F} \quad (2.11)$$

9. Beban Maksimum Pada Rantai (P_{max})

$$P_{max} = \frac{100Kg \cdot \frac{m}{det} \times P(HP)}{V} \quad (2.12)$$

2.4.3. Perhitungan *Bearing* (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004)

Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam perhitungan *bearing* antara lain:

1. Perhitungan Diameter *Bearing*

Beberapa hal yang harus diperhitungkan dalam menentukan diameter *bearing*, antara lain:

a. Momen Gabungan *Bearing*

$$MR_{bearing} = \sqrt{0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot Mp^3)^2} \quad (2.13)$$

b. Diameter *Bearing*

$$d_{bearing} = \sqrt[3]{\frac{MR_{bearing}}{0,1 \cdot \sigma_{bijin}}} \quad (2.14)$$

2. Perhitungan Umur *Bearing*

Beberapa hal yang harus dihitung dalam menentukan umur *bearing* antara lain:

a. Faktor Kecepatan (f_n)

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n^3}\right)^{1/3} \quad (2.16)$$

b. Faktor Umur Bantalan *Bearing* (F_h)

$$L_h = 500 F_h^3 \quad (2.17)$$

$$F_h^3 = \frac{L_h}{500}$$

c. Kapasitas Dinamis (C)

$$C = \frac{F_h}{f_n} \times P \quad (2.18)$$

d. Keandalan Umur *Bearing* (L_{wh})

$$L_{wh} = \frac{10^6}{60 \times n} \times \left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad (2.19)$$

e. Umur *Bearing*

$$\text{Umur } bearing = \frac{\alpha_1 \times L_{wh}}{8 \text{ jam} \times 365 \text{ hari}} \quad (2.20)$$

Keterangan: L_h = Waktu *Bearing* (Jam)

C = Kapasitas Nominal Dinamis Spesifik (Kg)

α_1 = Faktor Keandalan

P = Gaya Yang Bekerja Pada *Bearing* (Kg)

2.5. Fabrikasi (Polman Timah, 1996)

Fabrikasi adalah suatu rangkaian pekerjaan dari beberapa komponen material baik berupa pelat, pipa ataupun baja profil yang dirangkai dan dibentuk

tahap demi tahap berdasarkan komponen-komponen tertentu sampai menjadi suatu bentuk yang dapat dipasang menjadi sebuah rangkaian alat produksi maupun konstruksi. Fabrikasi secara umum ada 2 macam yaitu:

1. *Workshop Fabrication*

Workshop Fabrication adalah proses fabrikasi dan konstruksi yang dilakukan di dalam suatu bangunan atau gedung yang di dalamnya sudah dipersiapkan segala macam alat dan mesin-mesin untuk melakukan proses produksi dan pekerjaan-pekerjaan fabrikasi lainnya misalnya mesin las, mesin potong plat, mesin *bending*, *overhead crane*, dan lain-lain.

2. *Site Fabrications*

Site Fabrications adalah proses fabrikasi dan konstruksi yang dikerjakan di luar suatu bangunan atau *workshop* lebih tepatnya pekerjaan dilakukan di area lapangan terbuka dan di lokasi dimana bangunan akan didirikan. Disitulah segala macam proses produksi fabrikasi dilakukan, dari penimbunan stok material, memotong dan mengebor material, proses *assembly*, proses pengelasan, proses *finishing*, dan proses *painting* serta proses pemasangan konstruksi. Proses fabrikasi meliputi beberapa tahap, yaitu:

1. Proses *Marking*

Proses *marking* yaitu proses pengukuran dan pembentukan sketsa langsung di material dari semua item berdasarkan *shop drawing*.

2. Proses *Cutting*

Proses *cutting* yaitu proses pemotongan material menggunakan *cutting torch* atau mesin potong yang ada.

3. Proses *Drilling*

Proses *drilling* yaitu proses pengeboran dan pembuatan lubang baut sesuai ukuran.

4. Proses *Assembly*

Proses *assembly* yaitu proses penyetulan dan perakitan material menjadi bentuk jadi.

5. Proses *Welding*

Proses *welding* yaitu proses pengelasan semua item berdasarkan prosedur.

6. Proses *Finishing*

Proses *finishing* yaitu proses pembersihan dan penggerindaan semua permukaan material dari bekas *tack weld* dan lain-lain.

7. Proses *Painting*

Proses *painting* yaitu proses pengecatan material sesuai prosedur yang ditentukan.

2.6. Proses Permesinan (Polman Timah, 1996)

Proses pemesinan (*machining process*) merupakan proses pembentukan suatu produk dengan pemotongan dan menggunakan mesin perkakas. Umumnya benda kerja yang di gunakan berasal dari proses sebelumnya, seperti proses penuangan (*casting*) dan proses pembentukan (*metal forging*). Berdasarkan bentuk alat potong proses pemesinan dapat di bagi menjadi 2 tipe, yaitu:

1. Bermata potong tunggal (*single point cutting tools*).
2. Bermata potong jamak (*multiple points cuttings tools*).

Secara umum, gerakan pahat pada proses pemesinan terdapat 2 tipe yaitu gerak makan (*feeding movement*) dan gerak potong (*cutting movements*). Sehingga berdasarkan proses gerak potong dan gerak makannya, proses pemesinan dapat dibagi menjadi beberapa tipe, antara lain:

1. Proses Bubut (*Turning*)
2. Prose Frais (*Milling*)
3. Proses Gurdi (*Drilling*)
4. Proses Bor (*Boring*)
5. Proses Gerinda (*Grinding*)

2.7. Perawatan Mesin (Polman Timah, 1996)

Perawatan adalah suatu kombinasi dari semua tindakan yang akan dilakukan dalam rangka mempertahankan/mengembalikan suatu peralatan pada kondisi baik. Secara umum perawatan dibagi menjadi dua jenis, yaitu sebagai berikut:

1. Perawatan Terencana

Perawatan terencana yaitu perawatan yang dilakukan dengan interval tertentu dengan maksud untuk meniadakan kemungkinan terjadi gangguan kemacetan atau kerusakan mesin. Beberapa jenis perawatan terencana, yaitu:

- *Running maintenance* adalah perawatan yang dilakukan dengan mesin masih dalam keadaan berjalan.
- *Shutdown maintenance* adalah tindakan perawatan yang hanya dilakukan bila mesin tersebut sengaja dihentikan.
- *Breakdown maintenance* adalah tindakan perawatan yang hanya dilakukan apabila mesin rusak, akan tetapi kerusakan tersebut sudah diperkirakan sebelumnya.

2. Perawatan Tidak Terencana (*Emergency Maintenance*)

Perawatan tidak terencana adalah jenis perawatan yang bersifat perbaikan terhadap kerusakan yang belum diperkirakan sebelumnya.

2.8. *Alignment* (Polman Timah, 1996)

Alignment merupakan suatu proses pemeliharaan atau perawatan pada elemen mesin pemindah putaran atau daya, agar perlengkapan yang digunakan dapat berfungsi semaksimal mungkin dan mencegah kerusakan elemen-elemen mesin lainnya pada perlengkapan mesin akibat kesalahan pada pemasangan atau pemeliharaan. Proses-proses *alignment* adalah sebagai berikut:

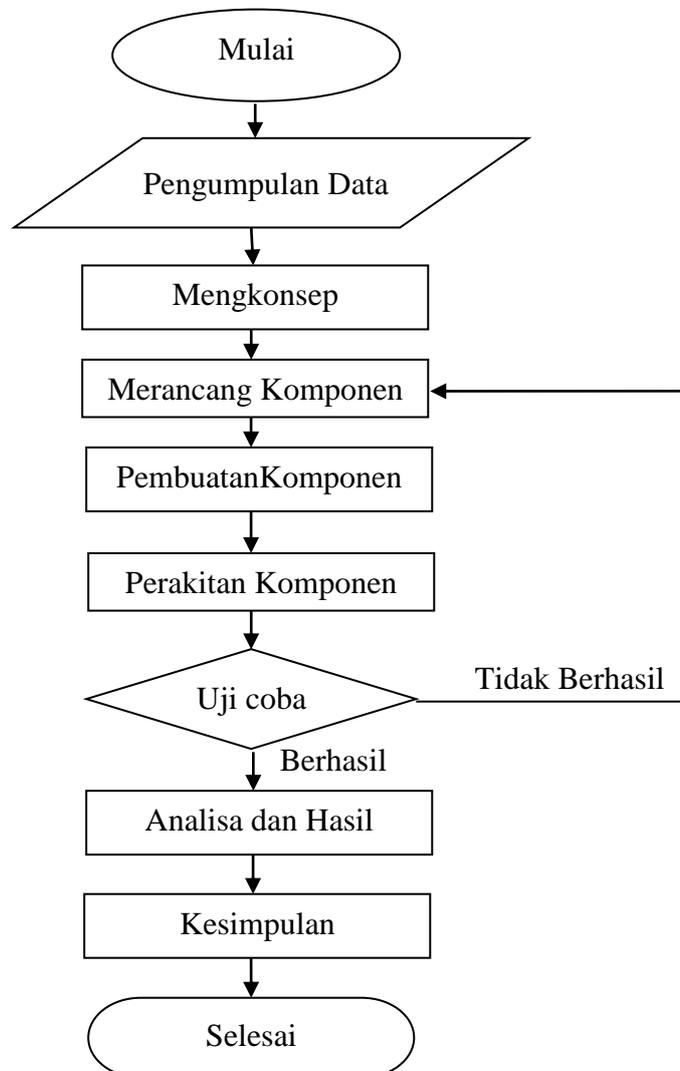
- Kesatusumbuan seperti pada dua roda belakang
- Kesejajaran sumbu poros dan kesebarisan elemen penggerak dengan sumbu porosnya pada sproket dan *differential gear*.
- Ketegak lurusan antara elemen mesin penggerak dengan sumbu porosnya seperti pada roda gigi.

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Metode pelaksanaan yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah dengan merancang kegiatan-kegiatan dalam bentuk diagram alir menurut VDI 2222, dengan tujuan agar tindakan yang dilakukan lebih terarah dan terkontrol sehingga target-target yang diharapkan dapat tercapai. Diagram alir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut ini.

Gambar 3.1 Metode Pelaksanaan



3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metode yang bertujuan untuk mendapatkan data-data yang mendukung yaitu dengan observasi lapangan, wawancara dan studi pustaka dalam pengumpulan data. Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan yaitu:

✓ **Observasi**

Observasi yang dilakukan (pengamatan langsung) ke lapangan, sehingga lebih mengetahui secara jelas dan detail permasalahan-permasalahan yang sering timbul pada pedagang keliling saat proses berdagang.

✓ **Wawancara**

Wawancara dilakukan dengan para pedagang keliling yang berjualan di sekitaran kota Sungailiat dan juga dengan Kepala Dinas Koperasi dan UMKM kepulauan Bangka Belitung. Tujuan dari wawancara ini yaitu untuk mendapatkan informasi dan keluhan dari pedagang keliling dan Kepala Dinas secara langsung yang berhubungan dengan proses berdagang para pedagang keliling.

✓ **Studi Pustaka**

Untuk menunjang pembuatan sepeda roda tiga maka dilakukanlah studi pustaka dari berbagai sumber yang terkait dengan masalah-masalah yang akan dibahas. Sumber berasal dari buku-buku, jurnal, referensi dari dosen serta internet agar tujuan dapat tercapai.

3.2. Pembuatan Konsep dan Perancangan

Kegiatan mengkonsep merupakan proses penerjemahan semua data-data yang telah dianalisa agar lebih jelas fungsi dan tujuan yang diinginkan. Konsep juga dapat diartikan sebagai pedoman singkat mengenai rancangan yang akan dibuat. Adapun yang dilakukan dalam proses mengkonsep adalah menentukan beberapa hal berikut, seperti :

1. definisi tugas, merupakan penetapan tujuan atau misi dari penelitian yang dilakukan;

2. daftar tuntutan; merupakan hal-hal yang mencakup tuntutan dari penelitian yang harus dicapai atau menjadi batasan dalam merancang;
3. analisa *black box*, merupakan uraian tentang proses apa saja yang dilakukan pada penelitian meliputi *input*, *process*, dan *output*;
4. hierarki fungsi, merupakan penjabaran fungsi-fungsi dari bagian-bagian berupa sistem kerja dari mesin tersebut;
5. alternatif fungsi bagian, adalah pemilihan alternatif yang didasarkan pada fungsi bagian masing-masing, dapat pula dilakukan dengan metode inversi (pembalikan); dan
6. kombinasi fungsi bagian, adalah kesatuan dari alternatif yang telah dipilih dan dikombinasikan berdasarkan bagian masing-masing, kemudian menjadi satu konsep.

Merancang adalah bagian proses yang dimulai dengan *input* berupa konsep dan *output* berupa *draft*. Dalam merancang, ada beberapa hal yang harus diperhatikan dan menjadi poin penting dalam perancangan. Adapun hal-hal tersebut mencakup poin-poin berikut ini :

1. ekonomi, segala macam hal yang berhubungan dengan biaya pembuatan harus diperhatikan dengan baik agar tidak menyebabkan lonjakan biaya;
2. elemen mesin (*properties element*), penggunaan elemen mesin yang umum, seragam, baik jenis maupun ukuran;
3. standarisasi, hal-hal yang relevan berlaku dapat digunakan seperti penggunaan elemen standar untuk mengurangi proses pengerjaan mesin sehingga waktu pengerjaan akan lebih cepat;
4. manufaktur (*possibility of process*), proses pembuatan komponen-komponen mesin, seperti *shaping*, *machining*, dan *joining/welding*;
5. material (*material properties*), dibutuhkan pemahaman dan pengetahuan tentang material yang baik dalam pemilihan materialnya dengan jenis material yang akan digunakan, seperti logam atau nonlogam;
6. perawatan (*maintenance*), berhubungan dengan metode dan kemudahan dalam perawatan mesin agar mudah dibongkar dan dirakit kembali setelah dilakukan perawatan;

7. perakitan (*assembly*), proses perakitan meliputi *handling*, *insertion*, dan *fastening*, yang meliputi ketepatan dan kemudahan dalam perakitan;
8. ergonomi (*ergonomy oriented*), erat kaitannya dengan manusia dan lingkungan yang umumnya berdampak pada kelelahan otot pengguna ketika terdapat ergonomi yang kurang baik;
9. estetika, hal-hal yang berhubungan dengan bentuk dan warna dari komponen-komponen yang ada akan mempengaruhi penampilan dari mesin; dan
10. lain-lain, bergantung pada hal-hal khusus yang ada, seperti keamanan dan keselamatan kerja operator.

3.3. Pembuatan Komponen

Apabila pembuatan konsep dan perancangan sudah selesai maka dilanjutkan dengan proses permesinan (*fabrikasi*). Pembuatan komponen berdasarkan hasil tahapan perancangan yaitu berupa sketsa atau gambar kerja yang telah melalui perhitungan, sehingga dalam pembuatan komponen mempunyai tujuan yang jelas dalam pembuatannya.

3.4. Perakitan Komponen

Proses perakitan adalah penyusunan dalam bentuk yang saling mendukung sehingga terbentuk mekanisme kerja sesuai dengan yang diinginkan. Proses perakitan mesin dilakukan dengan memasang dan merakit semua komponen yang telah dibuat, baik komponen utama, komponen pendukung, maupun komponen standar.

3.5. Uji Coba

Dalam pembuatan alat atau mesin biasanya mengalami proses *trial*, oleh karena itu sebelum dilakukan proses uji coba sebaiknya alat dipersiapkan semaksimal mungkin, sehingga pada saat uji coba alat dapat bekerja sesuai dengan tujuan. Tujuan uji coba ini sendiri adalah sebagai evaluasi terhadap kualitas alat yang dirancang, apabila tidak berhasil, maka proses dikembalikan kepada tahapan perancangan.

3.6. Analisa dan Hasil

Hasil kajian dari kegiatan yang telah dilakukan dalam pengembangan alat dan merupakan bagian dasar pemikiran yang sangat menentukan kualitas sistem yang akan dikembangkan. Sehingga dengan melakukan analisa, kita bisa mengetahui pokok permasalahan yang terjadi dan berusaha mencari solusi agar tujuan awal dapat tercapai.

3.7. Kesimpulan

Kesimpulan merupakan capaian akhir proses, pembahasan dan analisis yang telah dilakukan, sehingga didapati, antara lain :

1. Mesin atau alat.
2. Gambar kerja.
3. *Architecture product.*
4. *Manual maintenance.*
5. Laporan hasil penelitian.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Pembuatan Konsep dan Rancangan

4.1.1. Pembuatan Konsep

Beberapa tahapan yang harus dilakukan dalam membuat konsep dan rancangan penerapan sistem *differential gear* untuk sepeda roda tiga, yaitu:

1. Definisi Tugas

Dalam mengkonsep penerapan sistem *differential gear* untuk sepeda roda tiga pedagang UMKM, dilakukan penyusunan definisi tugas agar dalam pengerjaan sesuai dengan tahapan metode yang telah dikonsep sebelum memulai pengerjaan. Sehingga saat melakukan pengerjaan sepeda mendapat hasil sesuai yang telah dikonsep dan dirancang.

2. Daftar Tuntutan

Daftar tuntutan merupakan daftar yang harus dipenuhi disesuaikan dengan kebutuhan terutama untuk sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear*. Daftar tuntutan ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut ini.

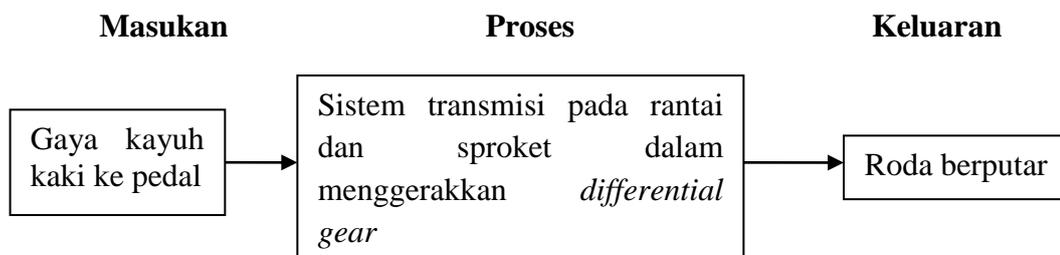
Tabel 4.1 Daftar Tuntutan

No.	Tuntutan	Deskripsi
1	Tuntutan utama <ul style="list-style-type: none">• Berat sepeda• Penggerak• Perakitan• Perawatan• Proses pemesinan	± 20 Kg Pedal Minimal 2 orang Mandiri Sedikit
2	Tuntutan sekunder <ul style="list-style-type: none">• Sistem transmisi• Ketahanan terhadap beban	Tidak berisik ± 100 Kg
3	Keinginan <ul style="list-style-type: none">• Konstruksi	Sederhana

3. Diagram Blok Fungsi (*Black Box*)

Diagram blok fungsi rancang sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear* ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut ini.

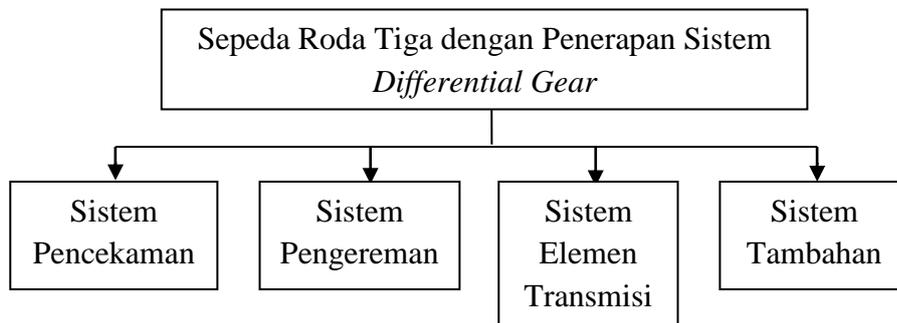
Gambar 4.1 Diagram Blok Fungsi



3. Hirarki Fungsi

Pada tahapan ini dilakukan proses pemecahan masalah dengan menggunakan hirarki fungsi pada diagram 4.2 berikut ini.

Gambar 4.2 Diagram Hirarki Fungsi



5. Tuntutan Fungsi Bagian

Pada tahapan ini tujuannya adalah untuk mendiskripsikan tuntutan yang diinginkan dari masing-masing fungsi bagian sehingga dalam pembuatan alternatif fungsi bagian sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear* dapat disesuaikan dengan apa yang diinginkan. Deskripsi fungsi sepeda roda tiga ditunjukkan pada Tabel 4.2 berikut ini.

Tabel 4.2 Deskripsi Sub Fungsi Bagian

No.	Subfungsi Sistem	Deskripsi
1	Sistem pencekaman	Suatu rangka yang dirancang untuk mencekam roda ban dan <i>differential gear</i> .

2	Sistem pengereman	Sebagai alat untuk memperlambat atau bahkan menghentikan laju gerakan roda.
3	Sistem elemen transmisi	Sistem elemen transmisi dalam hal ini sebagai penyetelan roda gigi <i>differential gear</i> agar tidak <i>double trap</i> .
4	Sistem tambahan	Sistem tambahan dalam hal ini sebagai pelindung keranjang dagangan dari cuaca.

6. Alternatif Fungsi Bagian

Fungsi bagian yang telah ditentukan kemudian dibuat alternatif-alternatif dari fungsi bagiannya. Pemilihan alternatif fungsi bagian disesuaikan dengan deskripsi fungsi bagian (Tabel 4.2) dengan dilengkapi gambar rancangan.

Beberapa alternatif fungsi bagian yang dirancang untuk sepeda roda tiga dengan penerapan *differential gear*, antara lain:

a. Alternatif Fungsi PENCEKAMAN

Beberapa alternatif fungsi pencekaman yang dapat digunakan untuk sepeda roda tiga dengan penerapan *differential gear* ditunjukkan pada Tabel 4.3 berikut ini.

Tabel 4.3 Alternatif Fungsi PENCEKAMAN

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
1	Batang Berongga 	<ul style="list-style-type: none"> • Roda tertutup sehingga tidak mudah terbentur • Kokoh 	<ul style="list-style-type: none"> • Komponen lebih banyak • Beban lebih berat • Biaya mahal

2	<p>Pelat Siku</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya murah • Komponen sedikit • Konstruksi ringan 	<ul style="list-style-type: none"> • Roda terbuka • Kesumbuan antar poros harus presisi
---	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

b. Alternatif Fungsi Sistem Pengereman

Alternatif fungsi sistem pengereman merupakan alternatif yang dapat digunakan untuk memilih sistem rem standar yang ada pada pasar, manakah yang baik untuk dipakai pada sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear*.

Beberapa alternatif fungsi sistem pencampuran yang dapat digunakan untuk sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear* yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 berikut ini.

Tabel 4.4 Alternatif Fungsi Sistem Pengereman

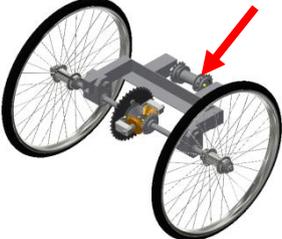
No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
1	<p>Rem sepeda tipe 1</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya murah • Mudah dalam perawatan 	<ul style="list-style-type: none"> • Jarak pengereman yang panjang

2	<p>Rem sepeda tipe 2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Jarak pengereman pendek • Mudah dalam perawatan 	<ul style="list-style-type: none"> • Perakitan sulit • Biaya mahal
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

c. Alternatif Fungsi Elemen Transmisi

Alternatif fungsi elemen transmisi merupakan alternatif yang dapat digunakan untuk mendukung bagaimana transmisi tidak mengalami *double trap*. Beberapa alternatif sistem elemen transmisi yang dapat digunakan pada sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear* yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Alternatif Elemen Transmisi

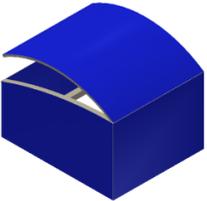
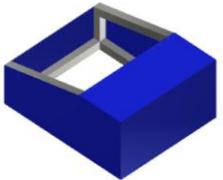
No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
1	<p>Konstruksi 1</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Alat standar • Perakitan mudah • Perawatan mudah 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Alignment</i> harus presisi
2	<p>Konstruksi 2</p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Perakitan mudah • <i>Alignment</i> mudah 	<ul style="list-style-type: none"> • Terdapat proses permesinan • Biaya mahal

d. Alternatif Fungsi Tambahan

Alternatif fungsi tambahan merupakan alternatif yang dapat digunakan untuk menyederhanakan pembuatan pelindung keranjang yang cocok untuk sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear*.

Beberapa alternatif sistem tambahanyang dapat digunakan pada sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear* yang ditunjukkan pada Tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Alternatif Fungsi Tambahan

No.	Alternatif	Kelebihan	Kekurangan
1	Balok dan plat besi melengkung 	<ul style="list-style-type: none">• Estetika baik• Proses pengambilan keranjang mudah	<ul style="list-style-type: none">• Biaya mahal• Terdapat proses bending
2	Balok dan besi L miring 	<ul style="list-style-type: none">• Perakitan mudah• Pembuatan mudah	<ul style="list-style-type: none">• Pengelasan harus baik• Estetika kurang

7. Varian Konsep

Pada masing-masing alternatif setiap fungsi bagian, dipilih dan digabungkan satu sama lain sesuai dengan hasil penilaian berdasarkan aspek-aspeknya ke dalam tiga varian konsep. Ketiga konsep yang dipilih menggambarkan secara keseluruhan sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear*. Untuk memudahkan dalam penggabungan dapat menggunakan

kotak morfologi untuk mengetahui tiap alternatif yang sudah digabungkan menjadi varian konsep pada tabel 4.7 berikut.

Tabel 4.7 Kotak Morfologi

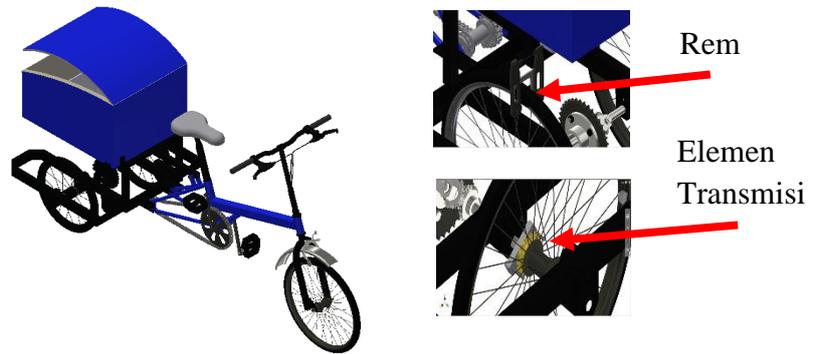
No.	Fungsi Bagian	Varian (V) Alternatif Fungsi Bagian		
1	Sistem pencekaman	a.1		a.2
2	Sistem pengereman	b.1		b.2
3	Sistem elemen transmisi	c.1		c.2
4	Sistem tambahan	d.1		d.2
		V-1	V-2	V-3

Dengan menggunakan metode kotak morfologi, alternatif-alternatif fungsi bagian tersebut dikombinasikan menjadi alternatif fungsi keseluruhan. Untuk memudahkan dalam membedakan varian konsep yang telah disusun, maka disimbolkan dengan huruf “V” yang berarti varian.

Dari hasil penentuan varian konsep menggunakan kotak morfologi, diperoleh dua buah varian konsep yang ditampilkan dalam model *3D design*. Setiap kombinasi varian konsep tersebut dideskripsikan sesuai fungsi bagian yang digunakan dengan disertai kelemahan dan kelebihan dari setiap varian konsep tersebut.

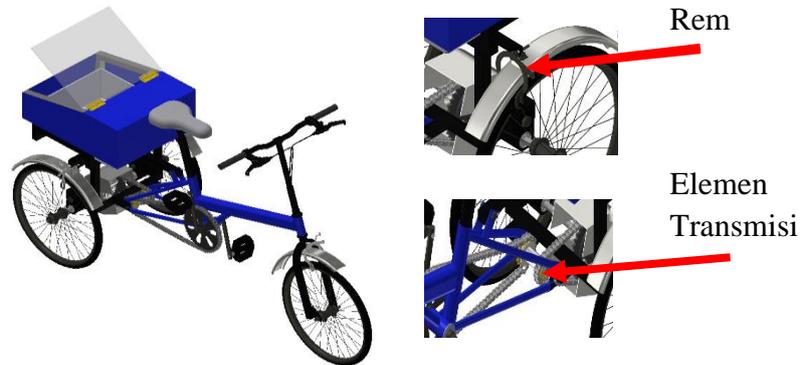
Berikut ini adalah varian konsep sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear* yang telah dikombinasikan dengan kotak morfologi. Adapun kedua varian konsep tersebut diuraikan pada keterangan dibawah ini.

- a. Varian konsep 1 merupakan kombinasi dari fungsi bagian a.1, b.2, c.2, dan d.1 seperti terdapat pada Gambar 4.4 berikut ini.



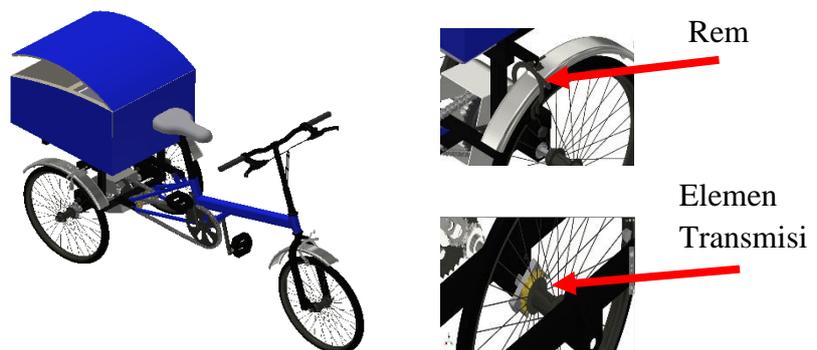
Gambar 4.3 Varian Konsep 1

- b. Varian konsep 2 merupakan kombinasi dari fungsi bagian a.2, b.1, c.1, dan d.2 seperti terdapat pada Gambar 4.4 berikut.



Gambar 4.4 Varian Konsep 2

- c. Varian konsep 3 merupakan kombinasi dari fungsi bagian a.2, b.1, c.2, dan d.1 seperti terdapat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Varian Konsep 3

8. Penilaian Varian Konsep

1) Kriteria Penilaian

Setelah menyusun alternatif fungsi keseluruhan, penilaian variasi konsep dilakukan untuk memutuskan alternatif yang akan ditindaklanjuti ke proses pembuatan draft. Kriteria aspek penilaian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu penilaian aspek teknis dan aspek ekonomis. Skala penilaian yang diberikan untuk menilai setiap varian terdapat pada tabel dibawah.

Tabel 4.8 Skala Penilaian Varian Konsep

4	3	2	1
Sangat baik	Baik	Cukup baik	Kurang baik

2) Penilaian Dari Aspek Teknis

Tabel 4.9 Kriteria Penilaian Teknis

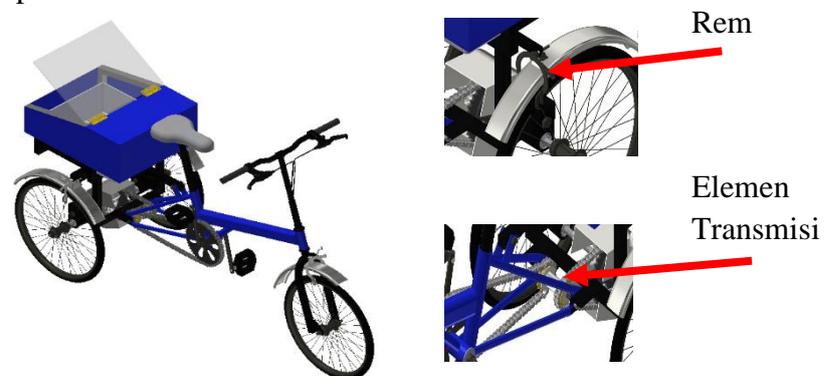
No	Kriteria Penilaian Teknis	Bobot	Varian Konsep 1		Varian Konsep 2		Varian Konsep 3		Total Nilai Ideal	
1	Fungsi Utama									
	Pencekaman	4	2	8	4	16	4	16	4	16
	Pengereman	4	3	12	4	16	3	12	4	16
	Elemen Transmisi	4	2	8	4	16	2	8	4	16
	Tambahan	4	3	12	4	16	3	12	4	16
2	Perakitan	3	2	6	3	9	2	6	4	12
3	Perawatan	3	2	6	3	9	2	6	4	12
4	Ergonomis	4	3	12	3	12	3	12	4	16
Total				64		94		72		104
% Nilai				61%		90%		69%		100%

2) Penilaian Dari Aspek Ekonomi

Tabel 4.10 Kriteria Penilaian Ekonomis

No	Kriteria Penilaian Ekonomis	Bobot	Varian Konsep 1		Varian Konsep 2		Varian Konsep 3		Total Nilai Ideal	
1	Komponen Standar	4	2	8	3	12	2	8	4	16
2	Permesinan	3	2	6	3	9	2	6	4	12
Total		7		14		21		14		28
% Nilai				50%		87%		50%		100%

Setelah dilakukan suatu perbandingan dan penilaian alternatif keseluruhan, varian konsep 2 (VK2) meraih *point* tertinggi dengan raihan *point* 90% untuk aspek penilaian teknis dan *point* 87% untuk aspek penilaian ekonomi. Berdasarkan kombinasi fungsi bagian yang telah ada, maka *desain* alat varian konsep yang dipilih adalah varian konsep 2. Adapun gambar rancangan 3D varian konsep 2 seperti terlihat pada Gambar 4.6 berikut ini.



Gambar 4.6 Varian Konsep Terpilih

Keterangan Objektif yang dipilih:

1. **Perakitan** : Pada setiap konsep perakitan diinginkan dapat memudahkan dalam pemasangan komponen.
2. **Perawatan** : Dalam perawatan harus mudah tanpa perawatan khusus.
3. **Ergonomis** : Pada setiap konsep ergonomis diinginkan operator mudah dan nyaman pada saat mengoperasikan alat.

4. **Komponen Standar** : Pada setiap konsep komponen standar maksimal dari 70-90%.

5. **Permesinan** : Pada setiap konsep permesinan maksimal menggunakan 3 mesin skonvensional tanpa mesin khusus.

4.1.2. Pembuatan Rancangan

Dalam merancang sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear*, beberapa perhitungan elemen-elemen yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Poros

Dalam menentukan ukuran diameter poros, beberapa perhitungan yang perlu dilakukan, antara lain:

a. Perhitungan Beban yang Diterima Poros

Untuk menghitung beban yang diterima poros, beberapa hal yang perlu dihitung, antara lain:

- Berat rangka sepeda

Rangka sepeda yang digunakan adalah sepeda lipat beserta peralatannya dengan berat 10 Kg.



Gambar 4.7 Penimbangan Sepeda

- Berat pedagang

Pedagang disini adalah ibu-ibu yang beratnya sekitaran ± 60 Kg.

- Berat dagangan

Dagangan disini penulis tetapkan beratnya ± 30 Kg.



Gambar 4.8 Keranjang Dagangan

- Gaya kayuh

Beban kayuh yang dibutuhkan sepeda untuk berjalan minimal 5 Kg.

- Perhitungan Beban Merata (w)

Perhitungan beban merata dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada persamaan dibawah ini. Data-data yang diperlukan adalah jumlah keseluruhan berat beban yang dibawa oleh sepeda.

$W = \text{Berat rangka sepeda} + \text{berat pedagang} + \text{berat dagangan} + \text{gaya kayuh}$.

Jadi, beban yang diterima oleh poros pada sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear* adalah $W = 10 \text{ Kg} + 60 \text{ Kg} + 30 \text{ Kg} + 5 \text{ Kg} = 105 \text{ Kg}$. Kemudian dikalikan dengan percepatan gravitasi (g) = 10 m/s . $W = 105 \text{ Kg} \times 10 \text{ m/s} = 1050 \text{ N}$

b. Perhitungan Putaran (rpm) pada Poros

Perhitungan putaran pada poros yang dibutuhkan oleh sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear* dapat diselesaikan dengan berdasarkan pada data survei dibawah ini.

1 detik = 1 kayuh = 1 putaran (diasumsikan sama dengan 1 kayuh)

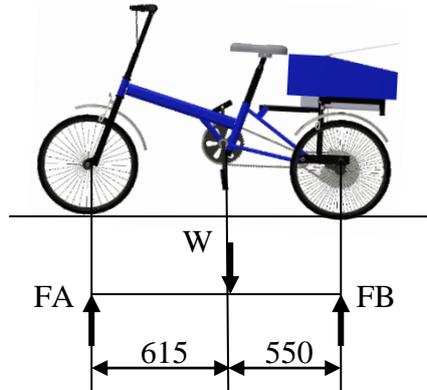
60 detik = 60 putaran

Putaran (n) = 60 rpm

Sehingga putaran yang diambil adalah 60 rpm.

c. Perhitungan Diameter Poros

Perhitungan diameter poros dapat diselesaikan dengan langkah berikut :



Keterangan :

FA : gaya tumpuan
roda depan

FB : gaya tumpuan
Roda belakang

W : Total beban

$$\Sigma M_b = 0;$$

$$FA \times 1165 - W \times 550 = 0;$$

$$FA \times 1165 = 1050 \times 550 = 0;$$

$$FA = \frac{1050 \text{ N} \times 550 \text{ mm}}{1165 \text{ mm}}$$

$$FA = 495,708 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0;$$

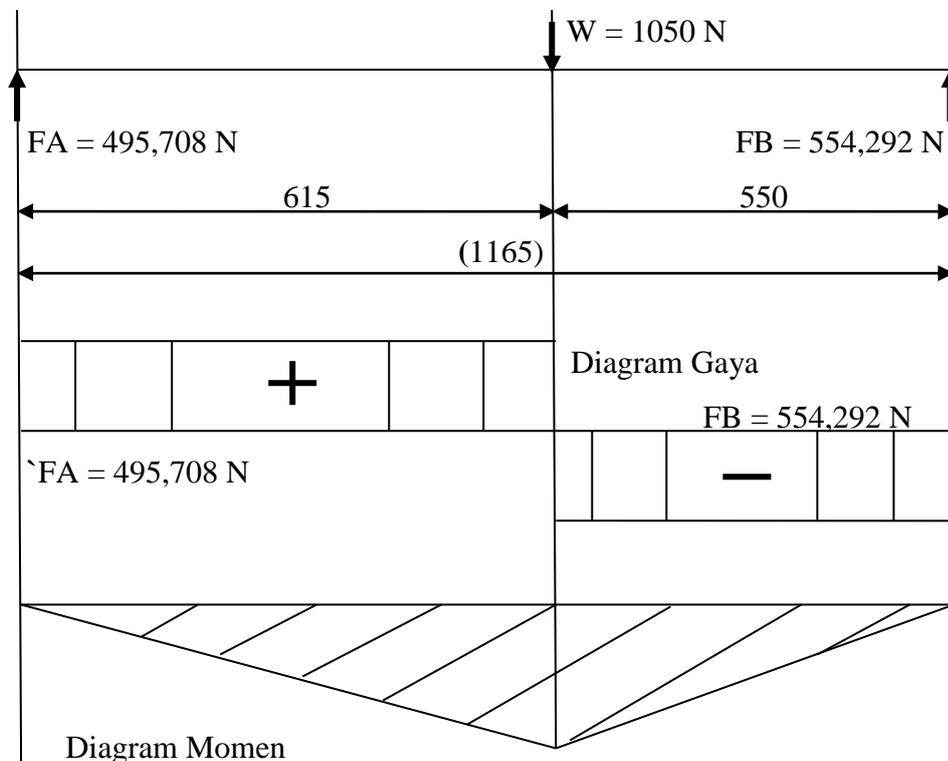
$$FA - W + FB = 0;$$

$$495,708 \text{ N} - 1050 \text{ N} + FB = 0;$$

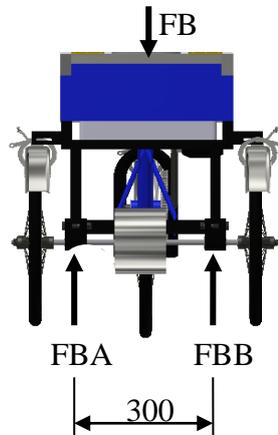
$$-554,292 \text{ N} + FB = 0;$$

$$FB = 554,292 \text{ N}$$

DBB (Diagram Benda Bebas)

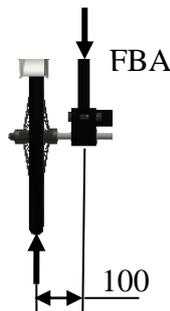


Analisa Gaya Pada Sistem Roda Belakang



$$\begin{aligned}
 FBA &= 0,5 \times FB \\
 &= 0,5 \times 554,292 \text{ N} \\
 &= 277,146 \text{ N} \\
 FBB &= FBA
 \end{aligned}$$

Analisa Gaya Pada Poros Roda



$$\begin{aligned}
 FBA &= 277,146 \text{ N} \\
 FBan &= 0,5 \times 277,146 \text{ N} \\
 &= 138,573 \text{ N} \\
 Mb &= \frac{Fban \times L}{2} \\
 Mb &= \frac{138,573 \times 100}{2} \\
 Mb &= 6928,65 \text{ N/mm}
 \end{aligned}$$

Material yang digunakan : St.60

$$\begin{aligned}
 \sigma \text{ ijin} &= \frac{R_s}{S_f} = \frac{340 \text{ N/mm}^2}{2} = 170 \text{ N/mm}^2 \\
 Wb &= \frac{\pi \times d^3}{32}
 \end{aligned}$$

$$\frac{Mb}{\sigma_{bij}} = \frac{\pi \times d^3}{32}$$

$$Mb \times 32 = \pi \times d^3 \times \sigma_{bij}$$

$$d^3 = \frac{Mb \times 32}{\pi \times \sigma_{bij}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{6928,65 \times 32}{\pi \times \sigma_{bij}}}$$

$$d = 7,46 \text{ mm}$$

$$W_b = \frac{\pi \times d^3}{32}$$

$$= \frac{\pi \times 7,46^3}{32}$$

$$= 40,7583 \text{ mm}^2$$

$$T_b = \frac{Mb}{W_b}$$

$$= \frac{6928,65 \text{ N/mm}}{40,7583 \text{ mm}^2}$$

$$= 169,99 \text{ N/mm}^2$$

$$T_1 \times R_1 = F \times l$$

$$T_1 = \frac{F \times l}{R_1}$$

$$T_1 = \frac{50 \text{ N} \times 195 \text{ mm}}{97,5 \text{ mm}} = 100 \text{ N}$$

$$MP_2 = T_1 \times R_2$$

$$T_2 = \frac{T_1 \times R_2}{R_3}$$

$$T_2 = \frac{100 \text{ N} \times 80 \text{ mm}}{40 \text{ mm}} = 200 \text{ N}$$

$$MP_3 = T_2 \times R_4$$

$$= 200 \text{ N} \times 153 \text{ mm} = 30600 \text{ Nmm}$$

$$W_p = \frac{\pi \times d^3}{16}$$

$$= \frac{\pi \times 7,46^3}{16} = 81,51 \text{ mm}^3$$

$$T_p = \frac{M_{p3}}{W_p}$$

$$= \frac{30600 \frac{\text{N}}{\text{mm}}}{81,51 \text{ mm}^3}$$

$$\begin{aligned}
MR &= \sqrt{Mb^2 + 0,75 (\alpha_0 \times MP^3)} \\
&= \sqrt{6928,65^2 + 0,75 (0,74 \times 30600)^2} \\
&= 20798,29904 \text{ Nmm} \\
d &= \sqrt[3]{\frac{MR}{0,1 \times \sigma_{bij}}} \\
d &= \sqrt[3]{\frac{20798,29904}{0,1 \times 170}} = 10,69 \text{ mm} \approx 17 \text{ mm}
\end{aligned}$$

2. Perhitungan Rantai dan Sproket

Data-data yang diperlukan dalam menghitung rantai dan sproket adalah:

P	= 0,3974 Kw (Cutnell dkk, 1995)
n	= 60 rpm
Fc	= 1,5 (faktor koreksi penggerak Ems. Sularso)
C	= 550 mm
Bahan poros	= St.60
Faktor tumbukan(Kt)	= 2,6
Faktor lenturan(Cb)	= 2
Jumlah gigi 1 (Z1)	= 47
Jumlah gigi 2 (Z2)	= 37
Faktor keamanan (Sf)	= 6

Beberapa hal yang perlu dihitung untuk menentukan ukuran rantai dan sproket, antara lain:

a. Perhitungan Daya Rencana

Kebutuhan kalori perempuan berat 60 Kg = 2725 Kkal/day

- 1 kalori = 4,2 Joule → 1 Kilokalori = 4200 Joule

- 2725 Kilokalori = 11.445.000 Joule

- 1 hari (kerja) = 8 jam = 8 jam x 3600 detik

$$= 28.800 \text{ s}$$

$$\text{Power} = \frac{\text{Energy}}{\text{Time}} / P = \frac{w}{t}$$

$$P = \frac{11.445.000 \text{ Joule}}{28.8000 \text{ s}} = 397,395 \approx 397,4 \text{ watt}$$

Perhitungan daya rencana dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada Pers. (2.15).

$$Pd = Fc \times P$$

$$Pd = 1,5 \times 0,3974 = 0,5961 \text{ Kw}$$

b. Perhitungan momen torsi (T)

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{Pd}{n}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,5961 \text{ Kw}}{60 \text{ Rpm}}$$

$$T = 9676,69 \text{ Kg.mm}$$

c. Bahan poros S35C-D \approx St.60

Tegangan ijin (σ_{bi}) = 47 – 70 N/mm² (EMS. Sularso halaman 330)

$$Sf_1 = 6 \quad Sf_2 = 2$$

d. Diameter poros pada sproket (ds1)

$$ds = \left\{ \left(\frac{5,1}{\sigma_{bi}} \right) \times K_t \times C_b \times T \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$ds = \left\{ \left(\frac{5,1}{7 \text{ Kg/mm}^2} \right) \times 2,6 \times 2 \times 9676,69 \right\}^{\frac{1}{3}}$$

$$ds = 33,2200 \approx 33,5 \text{ mm}$$

e. Dari diagram lampiran 3 pemilihan rantai rol

$$P = 0,3974 \text{ Kw} \quad n = 60 \text{ rpm}$$

Didapat nomor rantai : Nomor 40

- Jarak bagi (p) = 12,7 mm
- Batas kekuatan tarik rata-rata (F_B) = 1950 Kg
- Beban maksimum yang diijinkan (F_U) = 300 Kg

f. Kecepatan rantai (V)

$$V = \frac{p \times n}{60 \times 1000}$$

$$V = \frac{12,7 \times 60}{60 \times 1000} = 0,5969 \text{ m/det}$$

g. Beban yang bekerja pada rantai (F)

$$F = \frac{102 \times Pd}{V}$$

$$F = \frac{102 \times 0,5961 \text{ Kw}}{0,5969 \text{ m/det}} = 101,87 \approx 101,9 \text{ Kg}$$

h. Faktor keamanan (Sf)

$$Sf = \frac{FB}{F}$$

$$Sf = \frac{1950 \text{ Kg}}{101,9 \text{ Kg}} = 19,13 \approx 19,2 \longrightarrow 6 \leq 19,2 \text{ aman.}$$

i. Beban Maksimum Pada Rantai (P_{\max})

$$P_{\max} = \frac{100 \text{ Kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{det}} \times P(\text{HP})}{V}$$

$$P_{\max} = \frac{100 \text{ Kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{det}} \times 0,5961 \text{ Kw}}{0,5969 \text{ m/det}} = 99,865 \approx 99,9 \text{ Kg}$$

3. Perhitungan *Bearing*

Data-data yang diperlukan dalam menghitung *bearing* adalah:

Diameter poros (d) = 17 mm

n = 60 rpm

Jumlah bearing = 4 buah

Gaya yang bekerja (P) = 554,292 N = 55,429 Kg

a. Diameter *Bearing*

Perhitungan diameter *bearing* dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada Pers. (2.13) dan (2.14). Data-data yang diperlukan adalah $Mp_3 = 30600 \text{ Nmm}$, $\sigma_{bij} = 70 \text{ N/mm}^2$ (St.60).

$$MR_{bearing} = \sqrt{0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot Mp_3)^2}$$

$$MR_{bearing} = \sqrt{0,75 \cdot (0,74 \cdot 30600)^2}$$

$$MR_{bearing} = 19610,279 \text{ Nmm}$$

$$d_{bearing} = \sqrt[3]{\frac{MR_{bearing}}{0,1 \cdot \sigma_{bij}}}$$

$$d_{bearing} = \sqrt[3]{\frac{19610,279}{0,1 \cdot 70}}$$

$$d_{bearing} = 14,097 \text{ mm} \approx 17 \text{ mm}$$

Jadi, diameter *bearing* minimal yang diizinkan adalah 14 mm

b. Faktor Kecepatan *Bearing* (f_n)

Perhitungan faktor kecepatan *bearing* dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada Pers. (2.16). Data-data yang diperlukan adalah $n = 60$ rpm.

$$f_n = \left(\frac{33,3}{n}\right)^{1/3}$$

$$f_n = \left(\frac{33,3}{60}\right)^{1/3}$$

$$f_n = 0,82$$

c. Faktor Umur Bantalan *Bearing* (F_h)

Perhitungan faktor umur *bearing* dapat diselesaikan dengan menggunakan rumus sebagaimana pada Pers. (2.17). Data-data yang diperlukan adalah $f_n = 0,82$, L_h yang diketahui dari lampiran 4 tabel bantalan EMS. Sularso.

Faktor Umur Bantalan *Bearing* (F_h)

$$L_h = 500 F_h^3$$

$$F_h^3 = \frac{L_h}{500}$$

$$F_h = \left(\frac{10000}{500}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$F_h = 2,71$$

d. Kapasitas Dinamis (C)

$$C = \frac{F_h}{f_n} \times P$$

$$C = \frac{2,71}{0,82} \times 55,429 \text{ Kg}$$

$$C = 183,18 \text{ Kg}$$

e. Keandalan Umur *Bearing* (L_{wh})

$$L_{wh} = \frac{10^6}{60 \times n} \times \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$Lwh = \frac{10^6}{60 \times 60} \times \left(\frac{183,18 \text{ Kg}}{55,429 \text{ Kg}} \right)^3$$

$$Lwh = 10025,83$$

f. Umur *Bearing*

Perhitungan umur *bearing* dapat diselesaikan dengan $\alpha_1 = 0,44$ didapat dari lampiran 4 tabel 4.10 EMS.Sularso. Karena 1 hari bekerja = 8 jam dan 1 tahun = 365 hari, maka umur *bearing* dalam satuan tahun adalah:

$$\text{Umur } bearing = \frac{\alpha_1 \times Lwh}{8 \text{ jam} \times 365 \text{ hari}}$$

$$\text{Umur } bearing = \frac{0,44 \times 10025,83}{8 \text{ jam} \times 365 \text{ hari}}$$

$$\text{Umur } bearing = 1,5 \text{ tahun}$$

4.2 Pembuatan Komponen

Peralatan yang digunakan dalam pembuatan komponen adalah sebagai berikut:

- i. Mesin bubut, digunakan pada saat pembuatan poros.
- ii. Mesin frais, digunakan pada saat pembuatan dudukan *pinion gear*.
- iii. Mesin gurdi, digunakan pada saat pembuatan pelubangan dudukan poros.
- iv. Mesin las listrik, digunakan pada saat pembuatan kerangka, penutup keranjang, dan rangka tambahan.

Proses pembuatan komponen mengikuti *Operational Plan* (OP) dengan metode angka. Keterangan dalam pembuatan OP angka adalah sebagai berikut:

- ...01. Periksa gambar kerja dan benda kerja
- ...02. *Setting* mesin
- ...03. *Marking* benda kerja
- ...04. Cekam benda kerja
- ...05. Proses pengerjaan

Komponen-komponen yang dibuat adalah sebagai berikut:

A. Pembuatan Rangka

Pembuatan rangka seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.9, dilakukan pada mesin las. Detail rangka dapat dilihat pada lampiran 2. Langkah-langkah pembuatan OP rangka adalah sebagai berikut:



Gambar 4.9 Pembuatan Rangka

- 1.01 Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02 Seting arus pada mesin las sebesar 50Ampere
- 1.03 *Marking* benda kerja sesuai dengan gambar kerja
- 1.05 Proses pengelasan benda kerja, lakukan *tack weld* terlebih dahulu

B. Pembuatan Dudukan *Bevel Gear*

Pembuatan Dudukan *Bevel Gear* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.10, dilakukan pada mesin *frais*. Detail dudukan *bevel gear* dapat dilihat pada lampiran 2. Langkah-langkah pembuatan OP dudukan *bevel gear* adalah sebagai berikut:



Gambar 4.10 Pembuatan Dudukan *Bevel Gear*

- 1.01 Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02 Seting putaran pada mesin *frais* sebesar 880 rpm dengan diameter *cutter end mill* 8 mm
- 1.03 *Marking* benda kerja sesuai dengan gambar kerja

C. Pembuatan Poros

Pembuatan poros pencampuran seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.11, dilakukan pada mesin bubut. Detail poros dapat dilihat pada lampiran 2. Langkah-langkah pembuatan OP poros adalah sebagai berikut:



Gambar 4.11 Pembuatan Poros

- 1.01 Periksa gambar kerja dan benda kerja
- 1.02 Seting putaran pada mesin bubut sebesar 140 rpm dan pahat yang digunakan yaitu pahat tepi rata
- 1.03 *Marking* benda kerja sesuai dengan gambar kerja

4.3 Perakitan Komponen (*Assembly*)

Komponen-komponen yang di *assembly* dapat dilihat pada Tabel 4.11 dan proses *assembly* sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear*.

Tabel 4.11 Komponen-komponen *Assembly*

No.	Nama Komponen	Keterangan		Gambar
		Dibuat	Dibeli	
1.	Rangka		✓	

2.	Poros	✓		
3.	Dudukan <i>bevel gear</i>	✓		
4.	Rangkaroda tiga	✓		
5.	<i>Bevel gear</i>		✓	
8.	<i>Bearing</i>		✓	
10.	Rantai dan sproket		✓	

Tabel 4.12 *Assembly* Sepeda Roda Tiga Penerapan Sistem *Differential Gear*

Nama komponen	Proses	Pengikat	Foto
1. Dudukan <i>bevel gear</i> 2. <i>Bevel gear</i> 3. Sproket	- Pasangkan <i>bevel gear</i> pada dudukan nya, dan kemudian kunci di sproket	Baut dan mur	
1. Poros 2. <i>Bevel gear</i> 3. <i>Bearing</i> 4. Sproket 5. Rangka	- Masukkan <i>bearing</i> pada sisi kiri dan kanan dudukan <i>bearing</i> - Pasang rangka - Masukkan poros pada dudukan nya - Pasang rantai dan sproket - Pasang kedua roda	Baut, mur, ring, dan las	

Perlu di perhatikan pada proses-proses *assembly* dan *alignment* adalah sebagai berikut:

- Kesatusumbuan seperti pada dua roda belakang
- Kesejajaran sumbu poros dan kesebarisan elemen penggerak dengan sumbu porosnya pada sproket dan *differential gear*.
- Ketegak lurusan antara elemen mesin penggerak dengan sumbu porosnya seperti pada roda gigi.

4.4 Uji Coba dan Analisa

4.4.1. Uji Coba

Percobaan yang dilakukan pada sepeda roda tiga dengan penerapan *differential gear* adalah untuk mengetahui seberapa berhasil sistem *differential gear* dapat berfungsi dengan baik sesuai tujuan yang diharapkan. Hasil uji coba

pada sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear* ditunjukkan pada Tabel 4.13 dibawah ini.

Tabel 4.13 Hasil Uji Coba

- Tanggal 23 Juli sampai 30 Juli 2018

Uji Coba	Tempat	Berat Pengguna	<i>Back Lash</i>	Hasil Uji Coba
1	Bengkel Polman Babel	56 Kg	Longgar	<ul style="list-style-type: none"> • Sepeda berjalan lurus baik • Saat kayuhan pertama terdengar suara
2	Lapangan belakang bengkel Polman Babel	65 Kg	Longgar	<ul style="list-style-type: none"> • Sepeda berjalan lurus baik • Saat belokan sedang terdengar suara
3	Lapangan belakang bengkel Polman Babel	60 Kg	Longgar	<ul style="list-style-type: none"> • Sepeda berjalan lurus baik • Saat berbelok sedikit macet
4	Jalan raya Polman Babel - Jalan Nangnung tengah	55 Kg	Longgar	<ul style="list-style-type: none"> • Sepeda berjalan lurus baik • Saat sudah mencapai jarak 3 Km terdengar suara pada <i>gear</i>
5	Jalan Nangnung tengah	70 Kg	Sesuai	<ul style="list-style-type: none"> • Sepeda berjalan lurus baik • Belokan baik

4.4.2. Analisa

Analisa yang didapat berdasarkan hasil uji coba yang dilakukan ditunjukkan pada tabel 4.14 dibawah ini.

Tabel 4.14 Analisa Uji Coba

Uji Coba	Penyebab	Solusi
1	Poros bergeser	Penambahan elemen pengikat
2	<i>Pinion gear</i> lepas	Pengelasan keliling terhadap <i>pinion gear</i> karena sebelumnya hanya di <i>tack weld</i>
3	<i>Assembly</i> rem	Penyetelan dudukan rem
4	Dudukan <i>pinion gear</i> goyang	Pengencangan baut terhadap dudukan
5	Keranjang goyang	Pembuatan dudukan keranjang

Proses *differential gear* dapat dikatakan berhasil apabila:

- Jika dilihat dengan mata (visual), konstruksi terlihat kokoh dan baik.
- Jikadikayuh atau digunakan saat berjalan lurus kondisi seimbang dan saat melakukan akselerasi dapat berkerja dengan baik *differential gear* serta tidak terdengar bunyi *backlash*.

4.5 Perawatan Mesin

Perawatan dalam sepeda roda tiga dengan penerapan *differential gear* terdapat pada banyak aspek terutama pada sistem *differential gear* tersebut. Data-data *manual maintenance* untuk merawat sepeda agar tidak rusak dan tidak nyaman dikendarai terdapat pada lampiran 6 perawatan mandiri.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil percobaan penerapan sistem *differential gear* pada sepeda roda tiga adalah sebagai berikut:

1. Sepeda roda tiga dapat bernilai tambah dengan difungsikan untuk membantu pedagang UMKM membawa barang dagangannya yang dikapasitaskan seberat 30 Kg yang dilakukan tahap pengujian.
2. Gaya kayuh yang diberikan pada pedal penggerak sebesar 50 N dapat menggerakkan sepeda.
3. Perawatan dapat dilakukan secara mandiri tanpa membutuhkan bantuan orang yang mempunyai keahlian khusus.
4. Sepeda dapat melaju seimbang pada trek lurus dan radius.
5. Pada saat berbelok dapat berkerja dengan baik *differential gear* serta tidak terdengar bunyi *back lash*.

5.2 Saran

Saran yang didapat berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan pada sepeda roda tiga dengan penerapan sistem *differential gear* adalah sebagai berikut:

1. Perhatikan kondisi saat melakukan proses pembuatan *part* yang berhubungan langsung dengan konstruksi *differential gear*, karena dituntut presisi agar sepeda dapat berfungsi dengan baik.
2. Penyetelan *back lash* yaitu persinggungan antara kedua pasangan *bevel gear* harus tepat karena bila tidak tepat maka akan mengakibatkan *differential* berbunyi.
3. Sepeda ini masih banyak memiliki kekurangan sehingga diharapkan nantinya dapat dikembangkan lagi, agar dapat menjadi transportasi massal yang digunakan para pedagang UMKM.

DAFTAR PUSTAKA

- Wikipedia*, Sepeda, diakses pada 5 Juli 2018, <<http://www.wikipedia.org/>>.
- Daniel Das.A dkk,(2013), “*Structural Analysis of Differential Gearbox*”,
International Journal of Innovations in Engineering and Technology”,vol. 2
- Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Jakarta, (2013), *Zat – zat Pencemar Udara*, Jakarta.
- Dwi Septiyanto, (2015), “Identifikasi dan Perbaikan *Differential Gear* pada Mobil Toyota Kijang Innova Tipe G”, *Laporan Akhir Proyek Akhir*, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Setiawan Heri, (2009), “Mekanisme dan *Trouble Shooting* sistem *Differential* pada Toyota Kijang 5K”, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Anonim, (1995), *New Step 1 Training Manual*, PT. Toyota Astra Motor, Jakarta.
- Anonim, (1994), *New Step 2 Training Manual*, PT. Toyota Astra Motor, Jakarta.
- Anonim, (1991), *New Step 1 Training Manual*, PT. Toyota Astra Motor, Jakarta.
- Sularso, Kiyokatsu Suga, (1994), “Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin”, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Polman Timah, (1996), “Elemen Mesin 1”, Politeknik Manufaktur Timah, Sungailiat.
- Dedi Setiawan dkk, (2013), “Rancang Bangun Sistem Roda Tiga Pendukung Untuk Sepeda Motor Orang Cacat”, *Laporan Akhir Proyek Akhir*, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat.
- Cutnell, John D. and Johnson, Kenneth, (1995), *Physics*, New York Wiley.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

Nama lengkap : Redoh Soniman
Tempat & tanggal lahir : Pangkal Pinang, 02 Juli 1997
Alamat Rumah : Jalan Raya Berok, Gang. Teratai, Koba
Telp : -
HP. : 0822-8018-7576
Email: Redohsoniman@gmail.com
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

TK Kosgoro Koba : 2002 - 2003
SDN 1 Koba : 2003 - 2009
SMPN 1 Koba : 2009 - 2012
SMKN 1 Koba : 2012 - 2015
D-III POLMAN BABEL : 2015 - sekarang

3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, Agustus 2018

Redoh Soniman

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

Nama lengkap : Septian Kuntoro
Tempat & tanggal lahir : Sungailiat, 20 September 1997
Alamat Rumah : Jalan Raya Belinyu, Desa Riau, Bangka Induk
Telp : -
HP. : 0853-7839-6807
Email: brutalityfoundation17@gmail.com
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

TK Miftahul Jannah : 2002 - 2003
SDN 1 Riau Silip : 2003 - 2009
SMPN 1 Riau Silip : 2009 - 2012
SMK YPN Belinyu : 2012 - 2015
D-III POLMAN BABEL : 2015 - sekarang

3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, Agustus 2018

Septian Kuntoro

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



1. Data Pribadi

Nama lengkap : Mirza Yulanda
Tempat & tanggal lahir : Celuak, 11 Juni 1996
Alamat Rumah : Jalan Merdeka, Desa Celuak, Bangka Tengah
Telp : -
HP. : 0858-3903-2149
Email : mirzayulanda96@gmail.com
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam

2. Riwayat Pendidikan

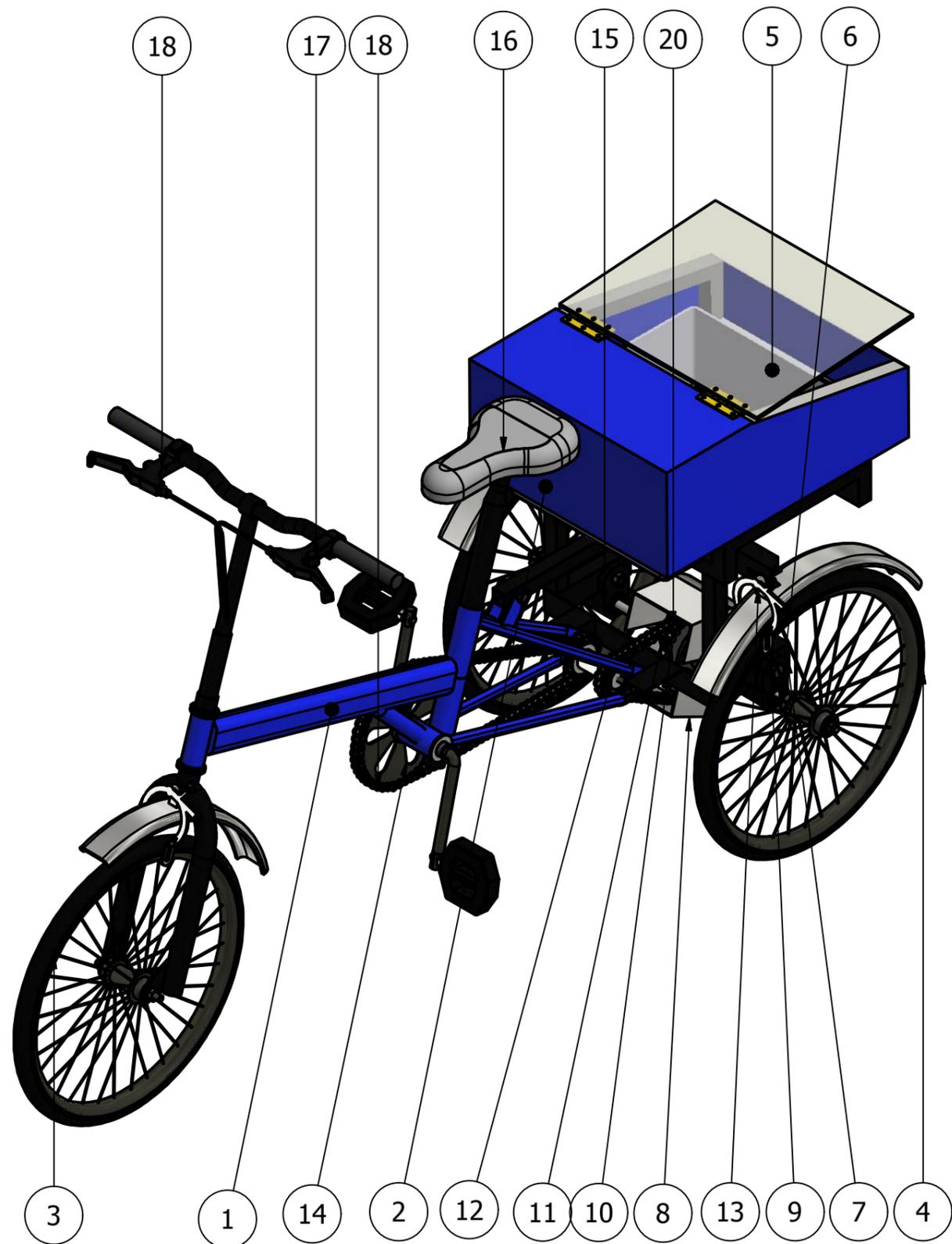
SDN 4 Simpang Katis : 2003 - 2009
SMPN 1 Namang : 2009 - 2012
SMKN 2 Pangkal Pinang : 2012 - 2015
D-III POLMAN BABEL : 2015 - sekarang

3. Pendidikan Non Formal

-

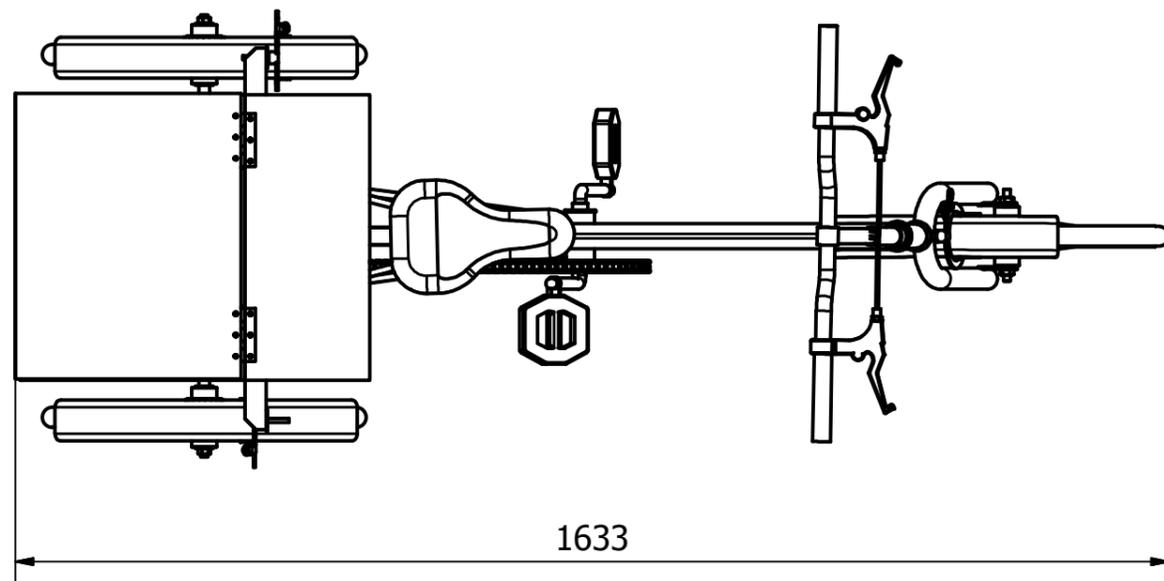
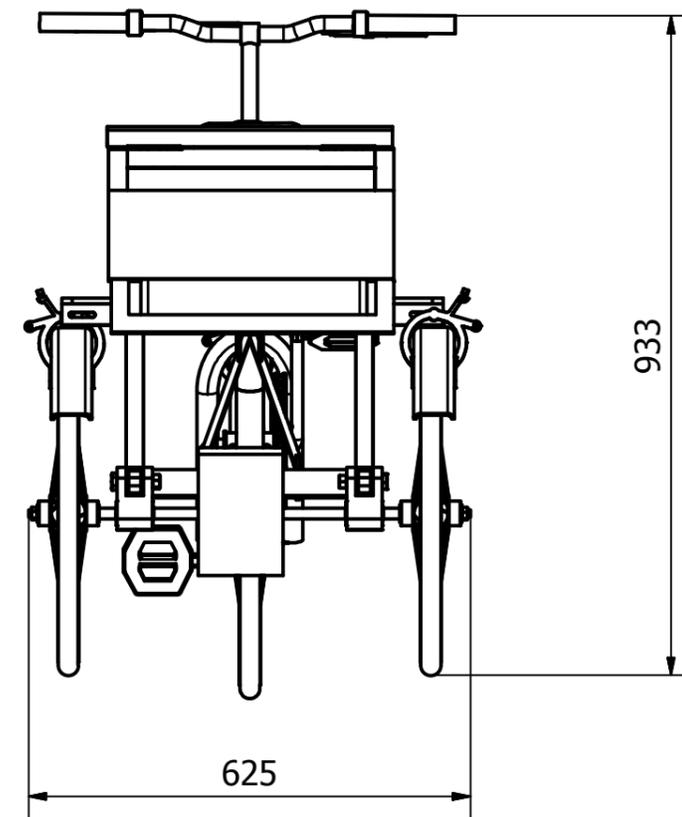
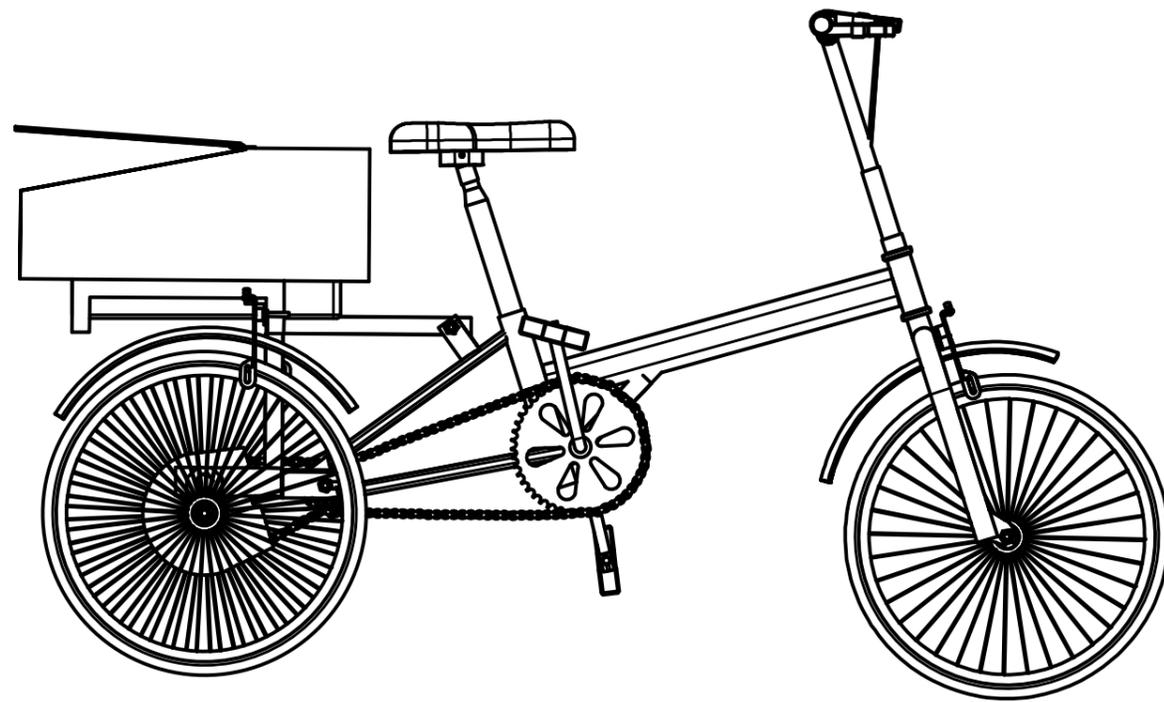
Sungailiat, Agustus 2018

Mirza Yulanda



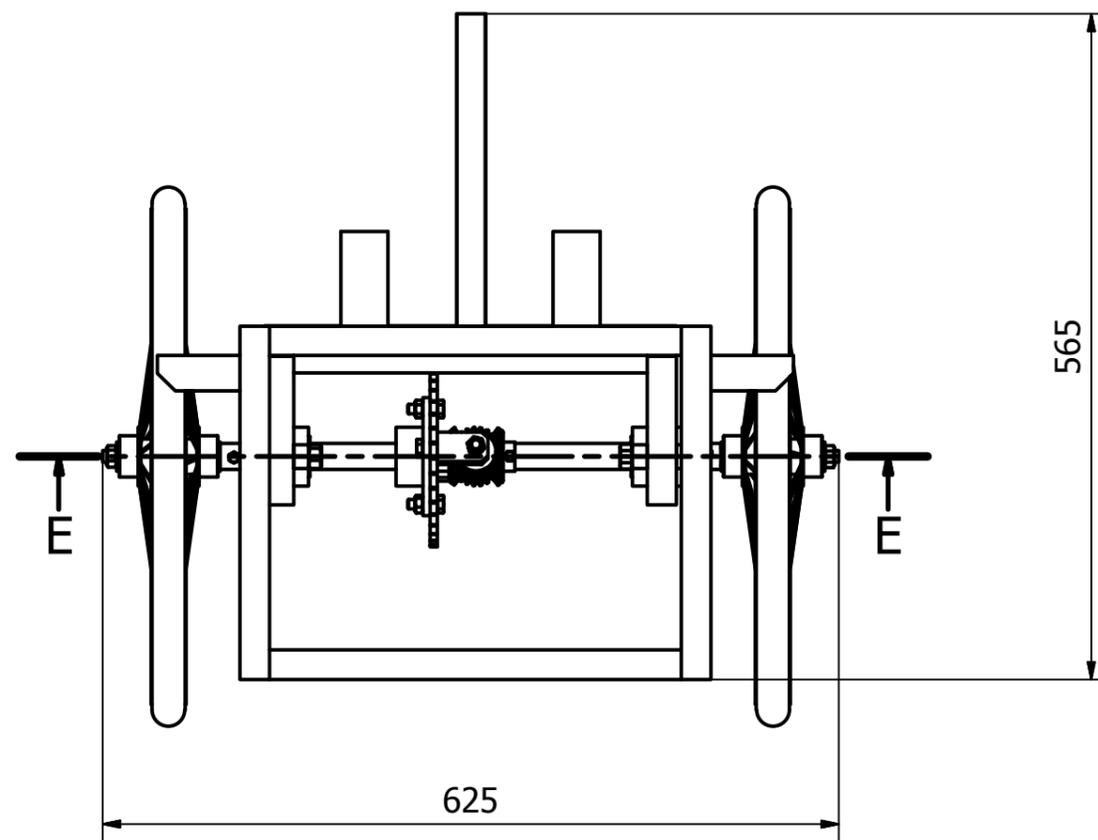
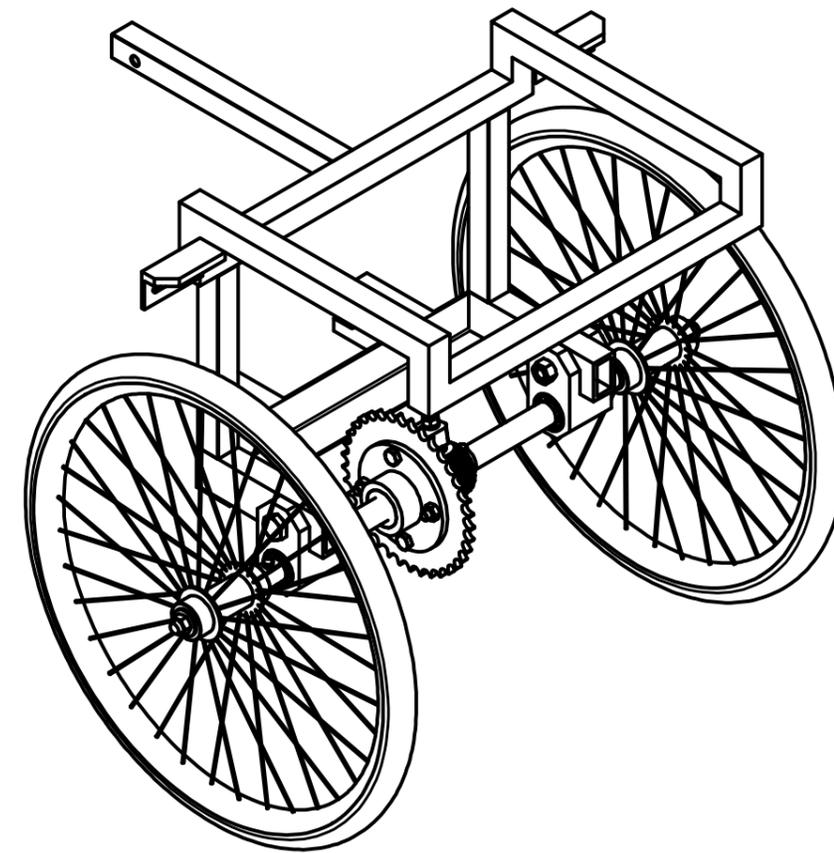
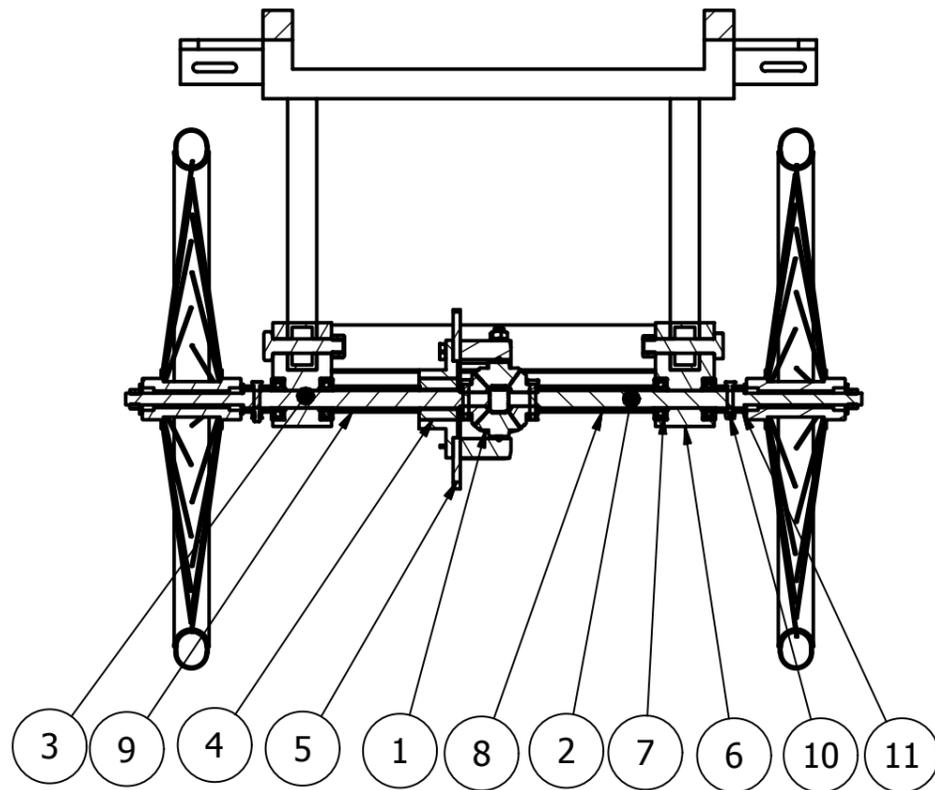
1	Rantai Sepeda Motor	20			
1	Rantai sepeda	19			
1	Handle Rem Belakang	18		140x 40	
1	Handle Rem Depan	17		140x 40	
1	Sadel Sepeda	16		200x 150	
2	Dudukan Bearing	15		50 x 50 x 88	
1	Pengincang	14		Ø430 x 20	
3	Rem Cekam	13		92 x 4	
2	Freewell	12		Ø73 x 25	
4	Differential Gear	11		Ø65 x 30	
1	Sproket	10		Ø153 x 6	
3	Kap	9		412 x 60	
1	Box Differential Gear	8		163 x 120	
1	Rangka Belakang	7	St	300x595x540	
1	Poros	6	St.60	Ø17 x 320	
1	Ragak Buah	5	St	205x 25 x 40	
2	Ban Belakang	4	St	Ø475 x 50	
1	Ban Depan	3	St	Ø475 x 50	
1	BOX Ragak	2	St	550x395x230	
1	Rangka Sepeda	1	St	885 x 230	

Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket
III	II	I	Perubahan		
			Pengganti dari :		
			Diganti dengan :		
			Skala 1 : 8	Digambar	5/6/18
				Diperiksa	
				Dilihat	



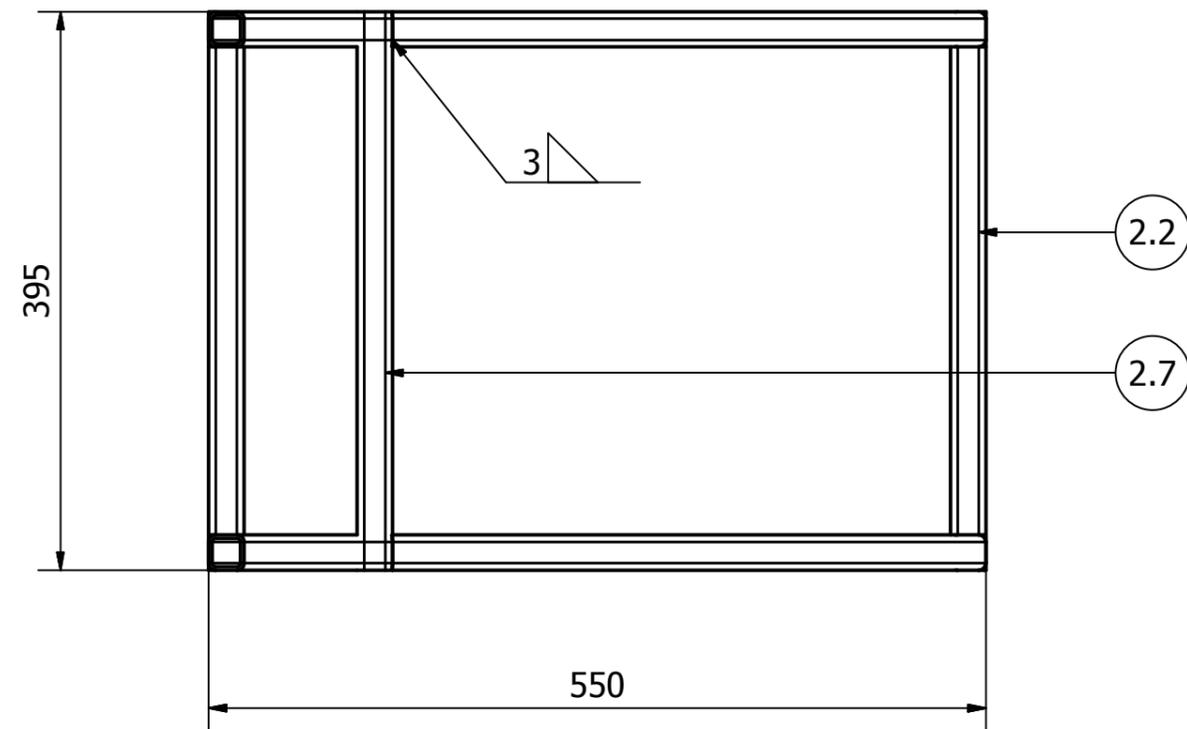
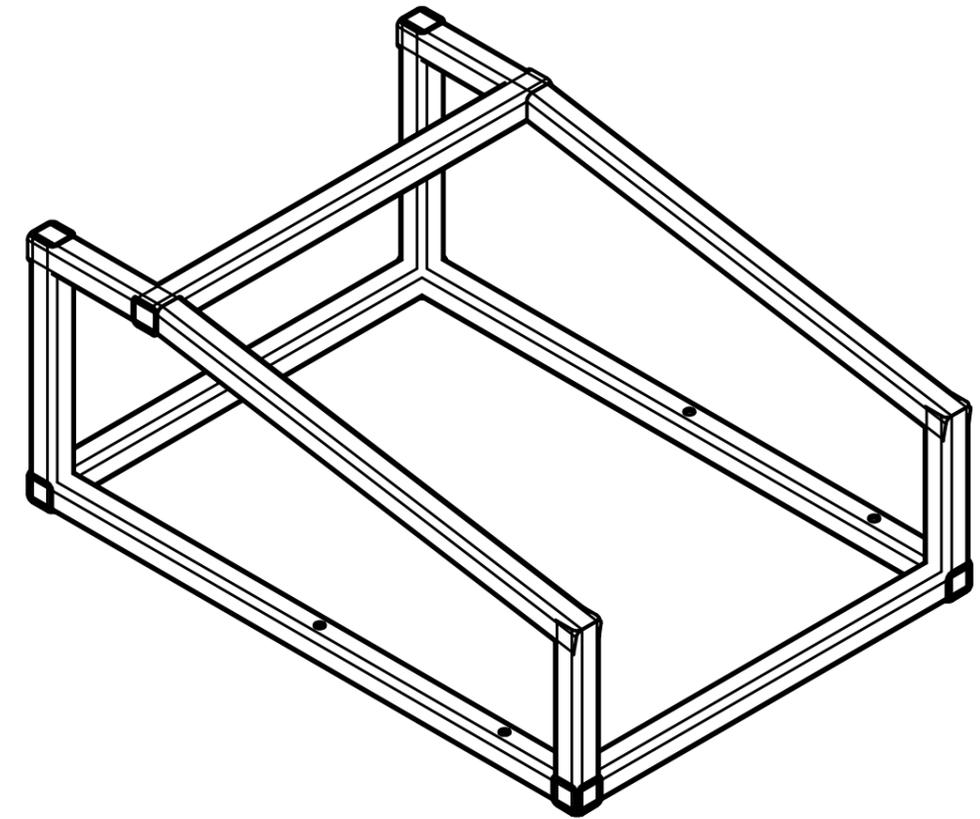
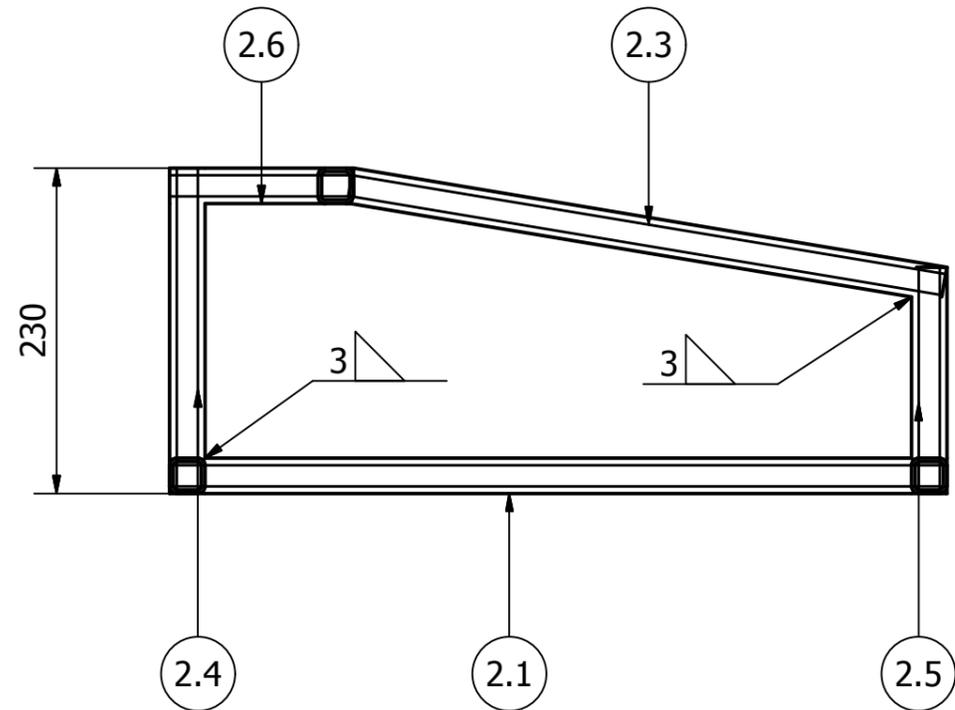
		1	Sepeda Roda Tiga		St	1633x625x933		
	Jumlah		Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket	
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :		
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga		Skala 1 : 10	Digambar	5/6/18	Redoh S
				Diperiksa				
				Dilihat				
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG						TA/A3/ASSEMBLY/2018		

E-E (1 : 6)



	2	Bush penahan Velg	11		Ø22x 18	
	4	Baut pengikat Bush	10		M5 x 30	
	1	Bush Poros roda Kiri	9		Ø22x 85	
	1	Bush Poros roda Kanan	8		Ø22x 85	
	4	Bearing	7		Ø35 x 12	
	2	Dudukan Bearing	6		88 x 50 x 50	
	1	Sproket	5	St	Ø152 x 7	
	1	Dudukan Sproket	4	St	Ø100 x 35	
	1	Poros Roda Kiri	3	St	Ø17 x 320	
	1	Poros Roda Kanan	2	St	Ø17 x 310	
	4	RG. Payung	1	St	Ø65 x 30	
	Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :
						Diganti dengan :
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga		Skala 1 : 6	Digambar 5/6/18 Redoh S
					Diperiksa	
					Dilihat	
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA/A3/ASSEMBLY/2018	

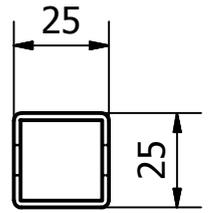
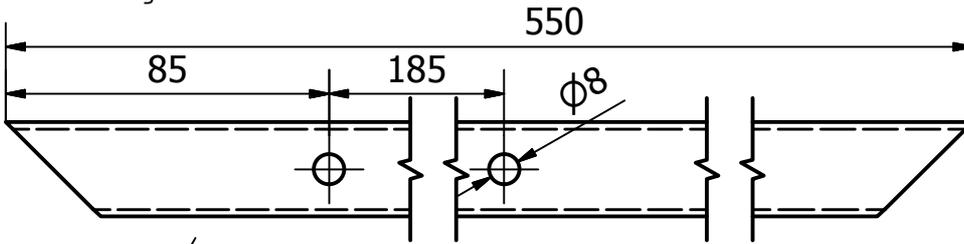
2 N8
Tol. Sedang



	1	Kerangka BOX 7	2.7	St	345 x 25 x 25	
	2	Kerangka BOX 6	2.6	St	129 x 25 x 25	
	2	Kerangka BOX 5	2.5	St	135 x 25 x 25	
	2	Kerangka BOX 4	2.4	St	205x 25 x 25	
	2	Kerangka BOX 3	2.3	St	426x 25 x 25	
	2	Kerangka BOX 2	2.2	St	395 x 25 x 25	
	2	Kerangka BOX 1	2.1	St	550 x 25 x 25	
	Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :
						Diganti dengan :
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Skala 1:5
					Digambar	5/6/18
					Diperiksa	Redoh S
					Dilihat	

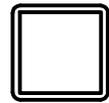
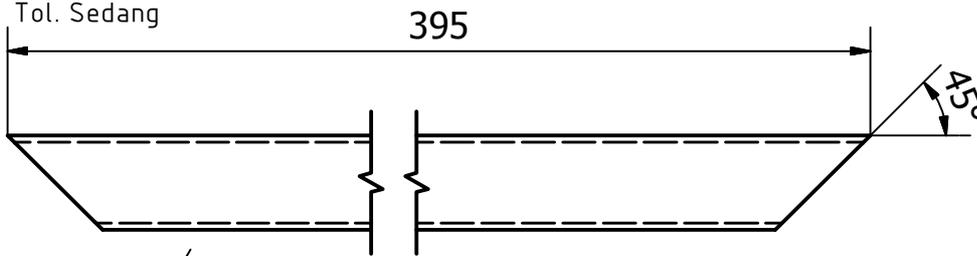
2.1 ✓

Tol. Sedang



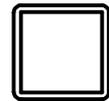
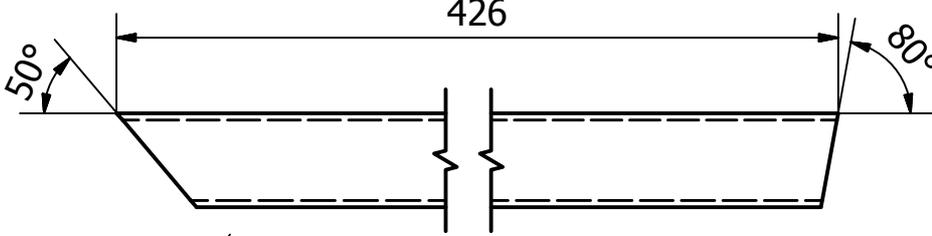
2.2 ✓

Tol. Sedang



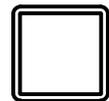
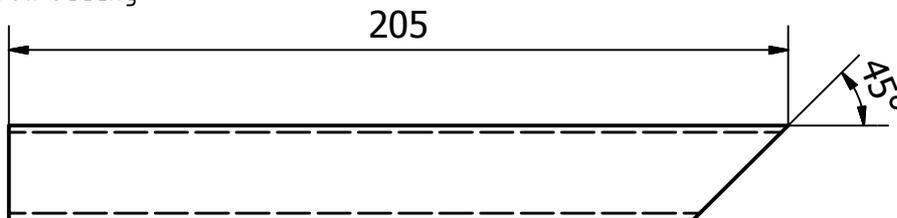
2.3 ✓

Tol. Sedang



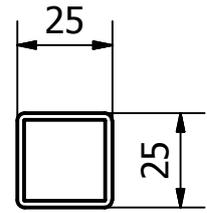
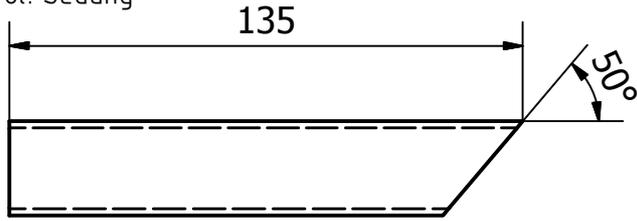
2.4 ✓

Tol. Sedang

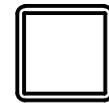
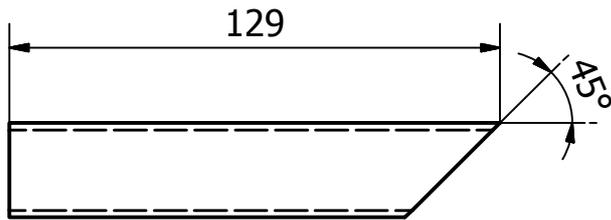


		2	Kerangka BOX 4	2.4	St	205x 25 x 25		
		2	Kerangka BOX 3	2.3	St	426x 25 x 25		
		2	Kerangka BOX 2	2.2	St	395 x 25 x 25		
		2	Kerangka BOX 1	2.1	St	550 x 25 x 25		
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket	
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :		
						Diganti dengan :		
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga		Skala 1 : 2	Digambar	5/6/18	Redoh S
						Diperiksa		
						Dilihat		
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA-02/A4/PART/2018			

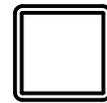
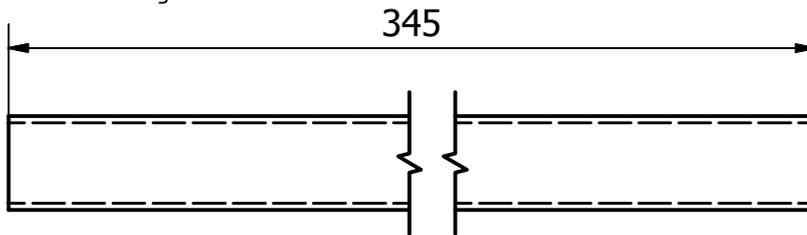
2.5 ✓
Tol. Sedang



2.6 ✓
Tol. Sedang



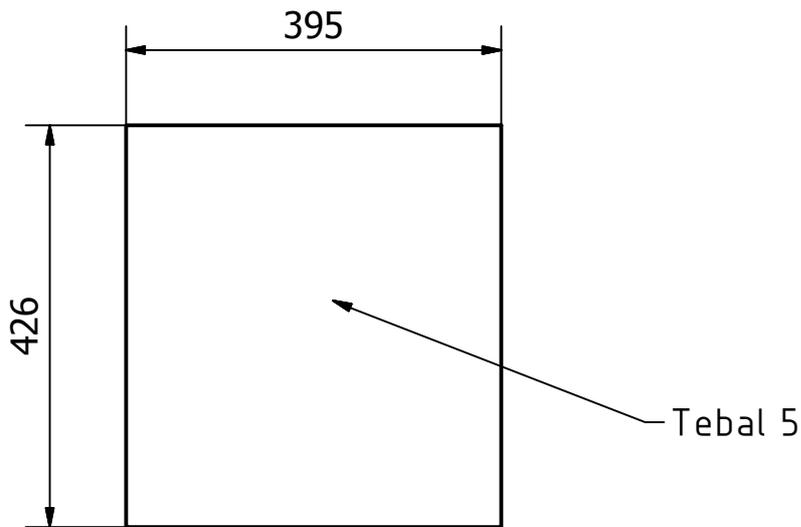
2.7 ✓
Tol. Sedang



		1	Profil □ BOX 7	2.7	St	345 x 25 x 25		
		2	Profil □ BOX 6	2.6	St	129 x 25 x 25		
		2	Profil □ BOX 5	2.5	St	135 x 25 x 25		
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket	
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :		
						Diganti dengan :		
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga		Skala 1 : 2	Digambar	5/6/18	Redoh S
						Diperiksa		
						Dilihat		
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA-02/A4/PART/2018			

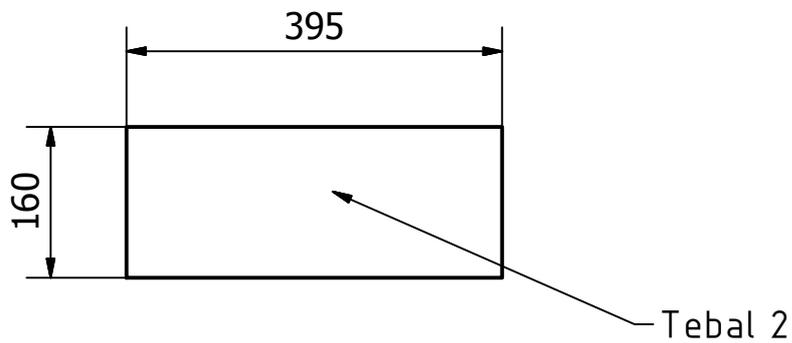
2.8

Tol. Sedang



2.9

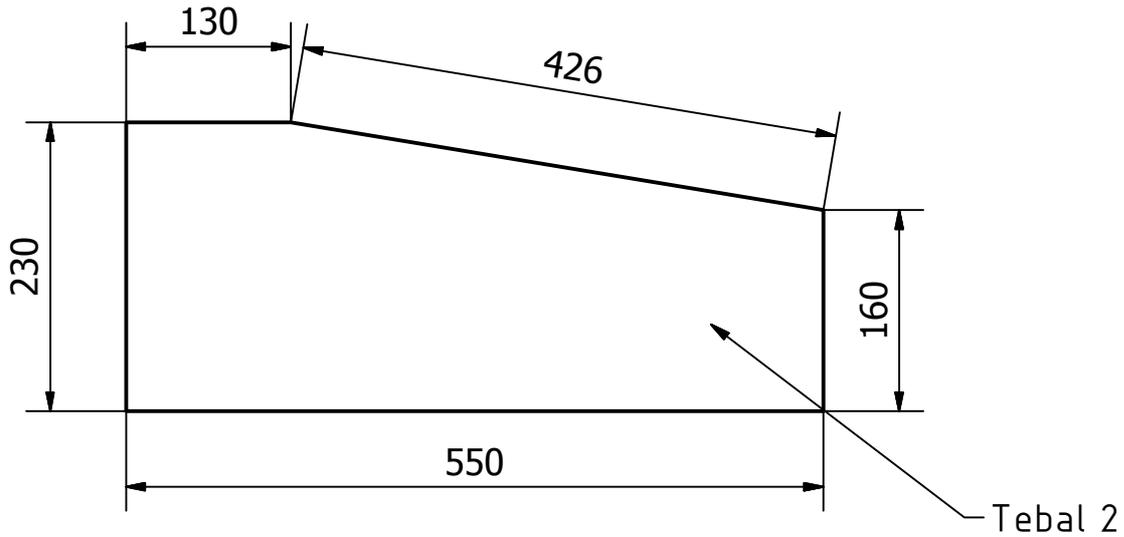
Tol. Sedang



		1	Penutup sisi Belakang	2.9	pp	395 x 360 x 2		
		1	Penutup Atas	2.8	pp	550 x 230 x 2		
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket	
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :		
						Diganti dengan :		
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga		Skala 1 : 8	Digambar	5/6/18	Redoh S
						Diperiksa		
						Dilihat		
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA-02/A4/PART/2018			

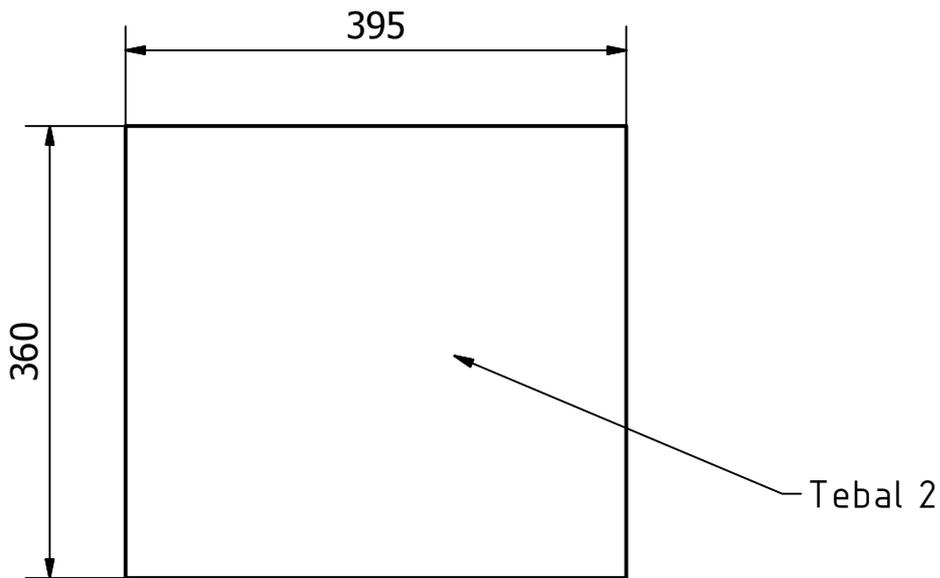
2.10

Tol. Sedang



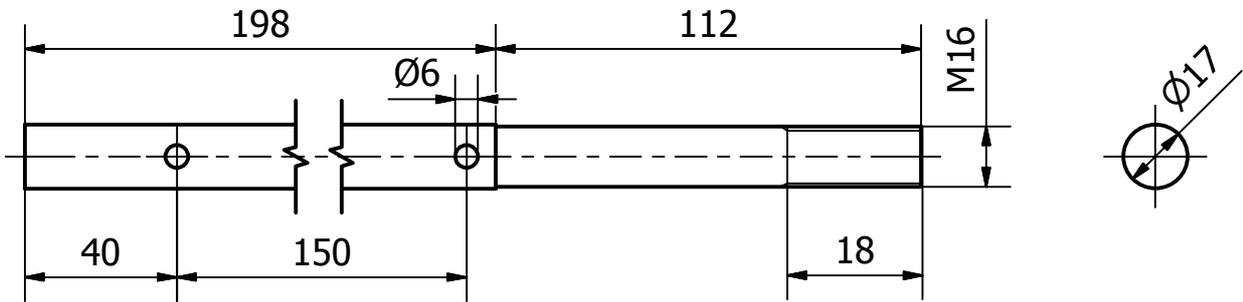
2.11

Tol. Sedang

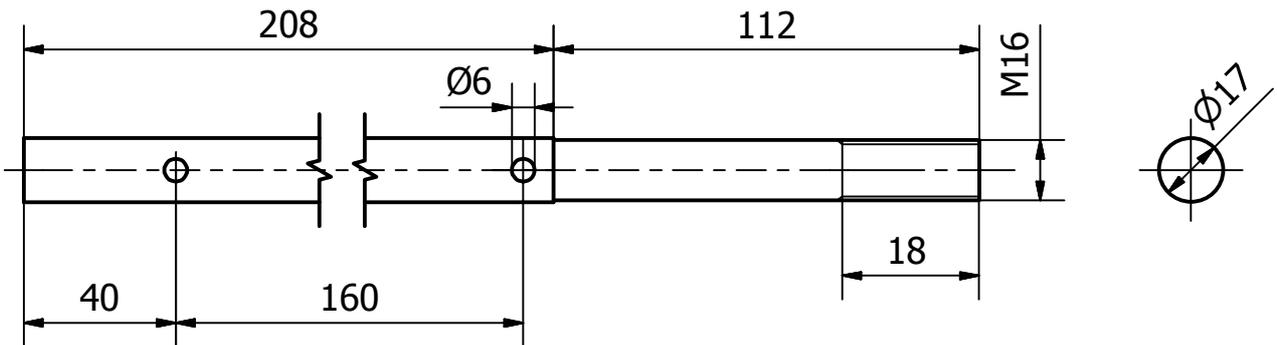


		1	Penutup sisi Belakang	2.11	PP	395 x 360 x 2			
		2	Penutup sisi samping Box	2.10	PP	550 x 230 x 2			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :			
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Diganti dengan :			
						Skala 1 : 6	Digambar	5/6/18	Redoh S
							Diperiksa		
							Dilihat		

6.1 $\frac{N8}{\nabla}$
Tol. Sedang



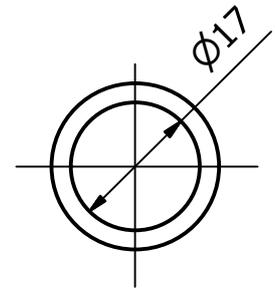
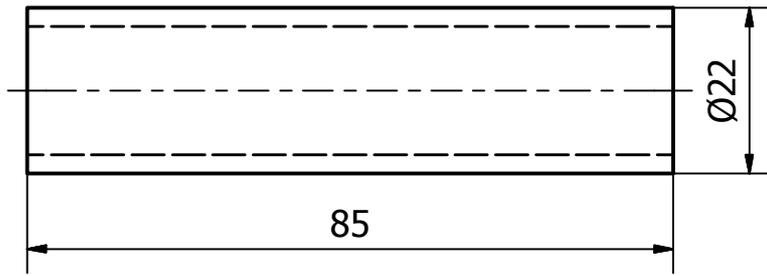
6.2 $\frac{N8}{\nabla}$
Tol. Sedang



		1	Poros Roda Kiri	6.2	St.60	Ø17 x 310			
		1	Poros Roda Kanan	6.1	St.60	Ø17 x 330			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :			
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Diganti dengan :			
						Skala 1 : 2	Digambar	5/6/18	Redoh S
							Diperiksa		
					Dilihat				
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA-06/A4/PART/2018				

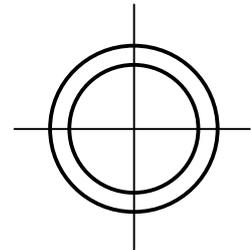
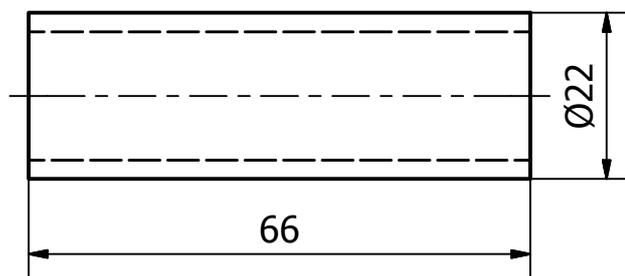
6.3

Tol. Sedang



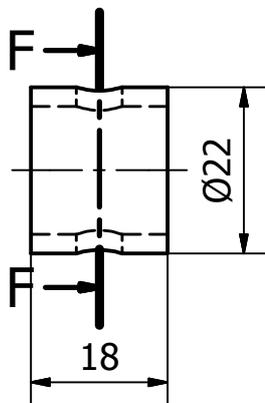
6.4

Tol. Sedang

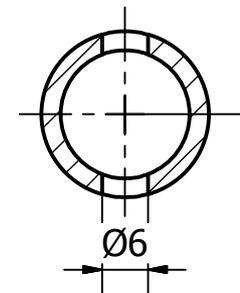


6.5

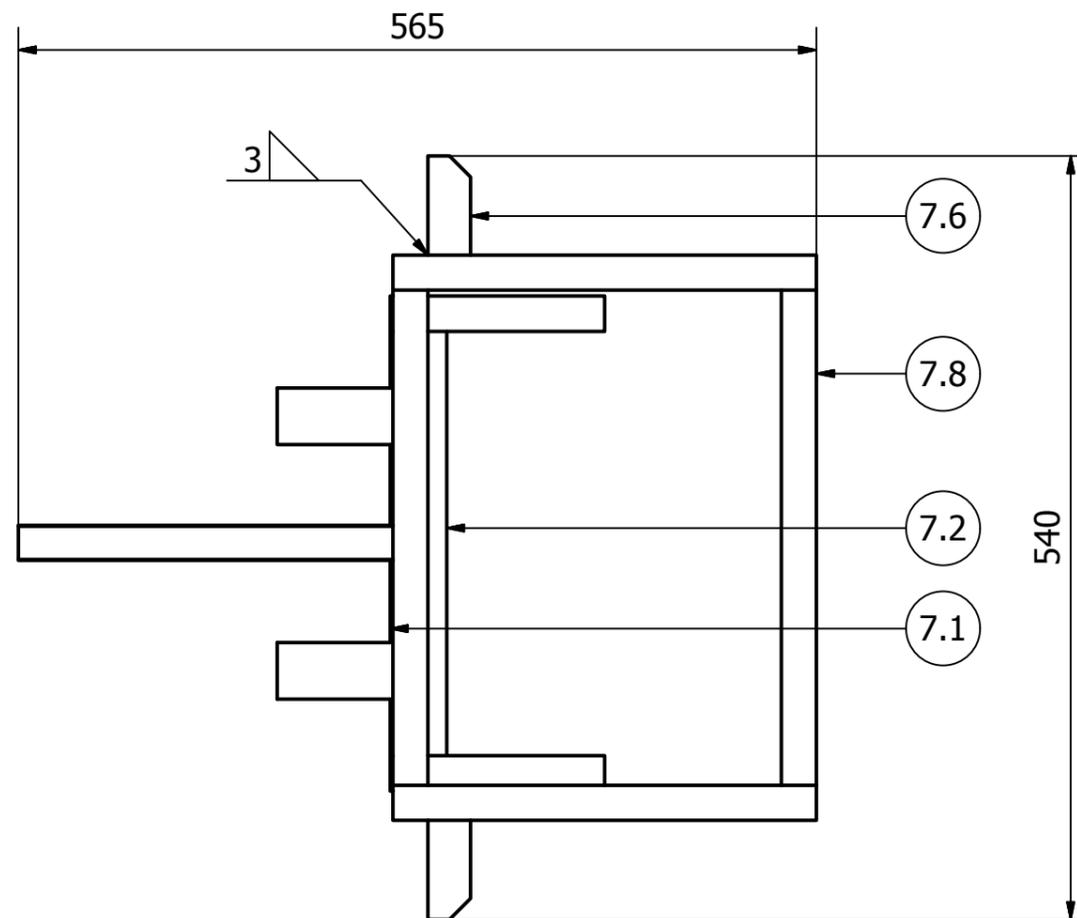
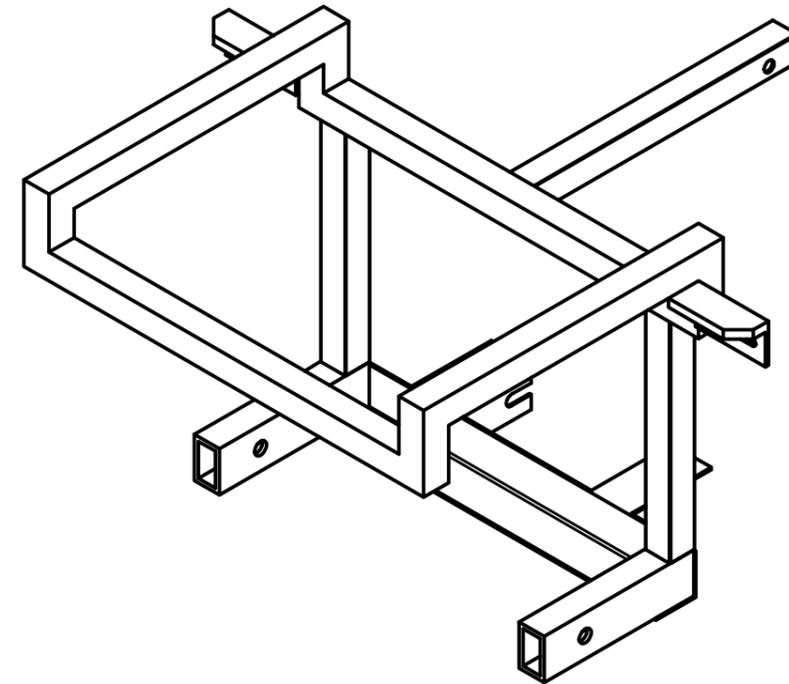
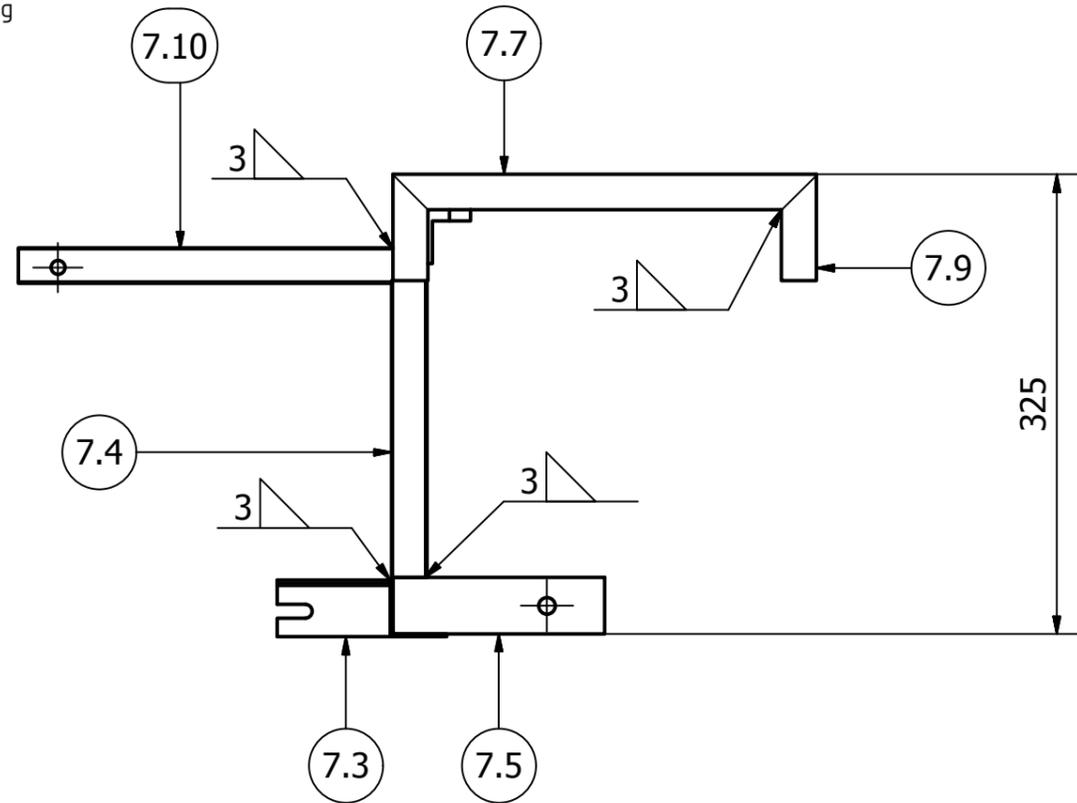
Tol. Sedang



F-F (1 : 1)



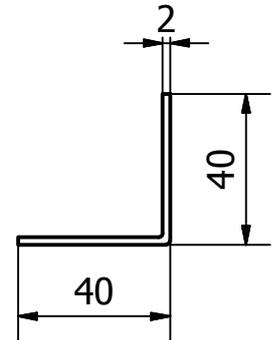
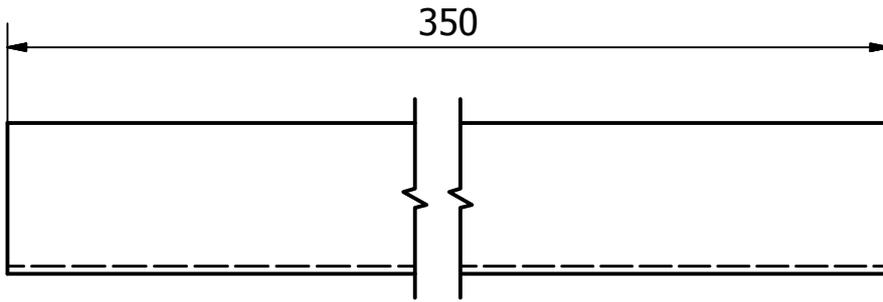
		2	Bush penahan velg	6.5	St	Ø22 x 18			
		1	Bush Poros Kiri	6.4	St	Ø22x 66			
		1	Bush Poros Kanan	6.3	St	Ø22x 85			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :			
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Diganti dengan :			
						Skala 1 : 1	Digambar	5/6/18	Redoh S
							Diperiksa		
					Dilihat				
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA-06/A4/PART/2018				



	1	Profil □ BOX 4	7.10	St	205x 25 x 25	
	4	Profil □ BOX 3	7.9	St	50 x 25 x 25	
	2	Profil □ BOX 2	7.8	St	300x 25 x 25	
	2	Profil □ BOX 1	7.7	St	400x 25 x 25	
	2	Dudukan Rem	7.6	St	70 x 30 x 30	
	2	Profil □ sasis	7.5	St	150 x 25 x 40	
	2	Profil □ Tiang	7.4	St	210 x 25 x 25	
	2	Profil L sasis 3	7.3	St	100 x 40 x 40	
	1	Profil L sasis 2	7.2	St	300 x 40 x 40	
	1	Profil L sasis 1	7.1	St	350 x 40 x 40	
	Jumlah	Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :
						Diganti dengan :
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Skala 1:5
				Digambar	5/6/18	Redoh S
				Diperiksa		
				Dilihat		
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG						TA-07/A3/ASSEMBLY/2018

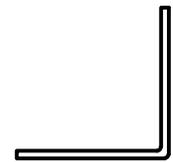
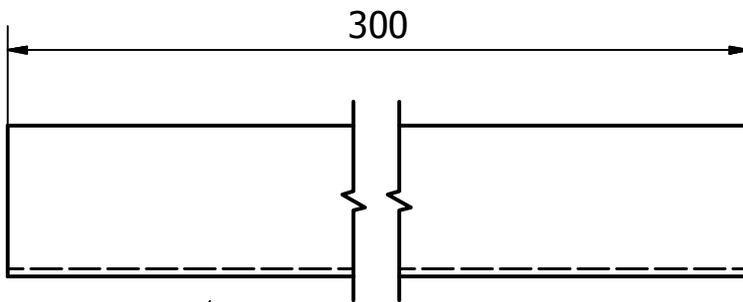
7.1 ✓

Tol. Sedang



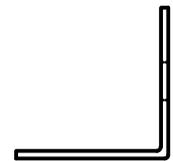
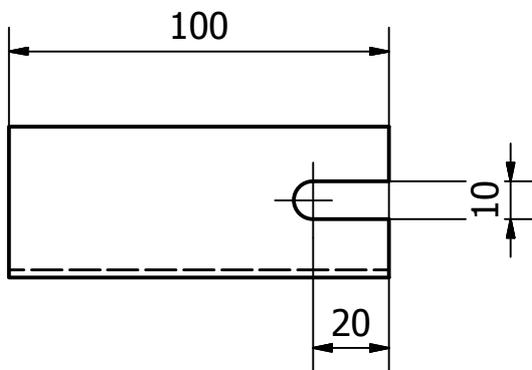
7.2 ✓

Tol. Sedang



7.3 ✓

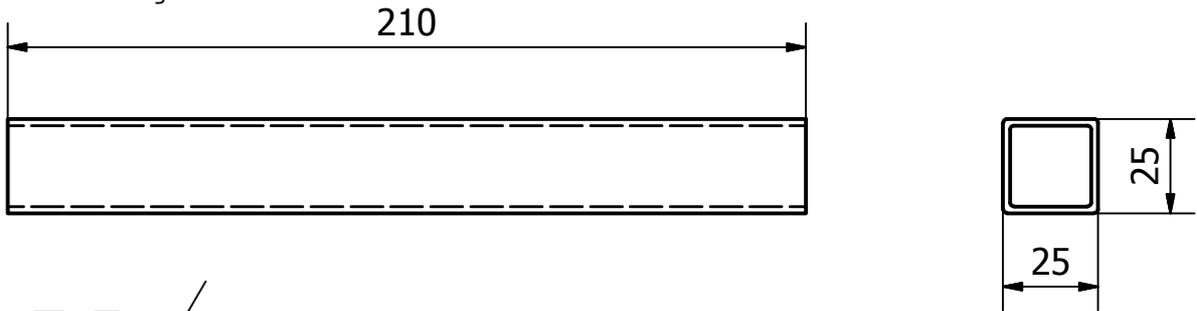
Tol. Sedang



		2	Profil L sasis 3	7.3	St	100 x 40 x 40			
		1	Profil L sasis 2	7.2	St	300 x 40 x 40			
		1	Profil L sasis 1	7.1	St	350 x 40 x 40			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :			
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Diganti dengan :			
						Skala 1 : 2	Digambar	5/6/18	Redoh S
							Diperiksa		
							Dilihat		
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA-07/A4/PART/2018				

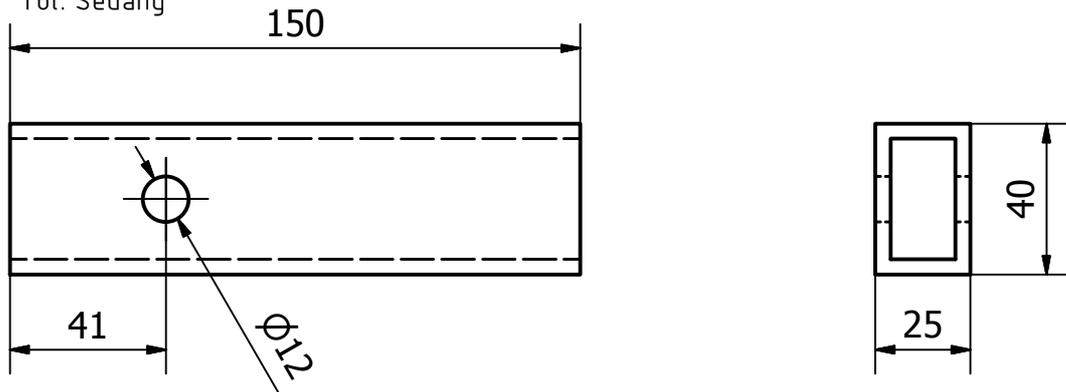
7.4 ✓

Tol. Sedang



7.5 ✓

Tol. Sedang



7.6 ✓

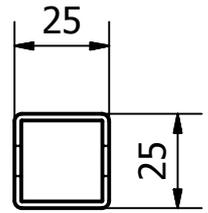
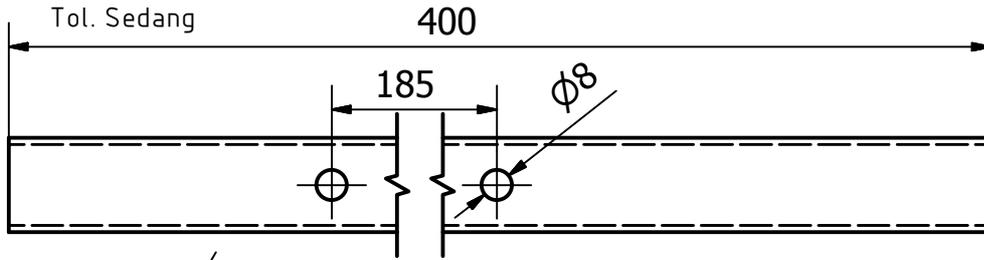
Tol. Sedang



		2	Dudukan Rem	7.6	St	70 x 30 x 30		
		2	Profil □ sasis	7.5	St	150 x 25 x 40		
		2	Profil □ Tiang	7.4	St	210 x 25 x 25		
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket	
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :		
						Diganti dengan :		
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga		Skala 1 : 2	Digambar	5/6/18	Redoh S
						Diperiksa		
						Dilihat		

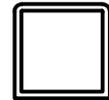
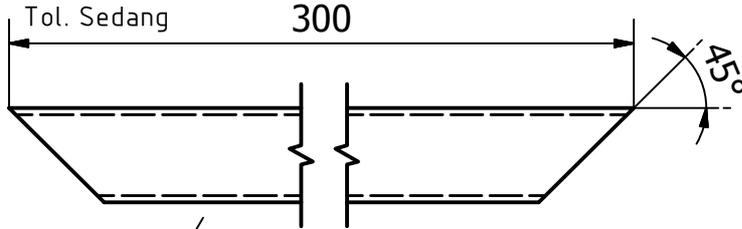
7.7 ✓

Tol. Sedang



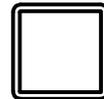
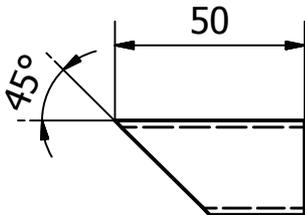
7.8 ✓

Tol. Sedang



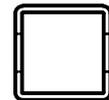
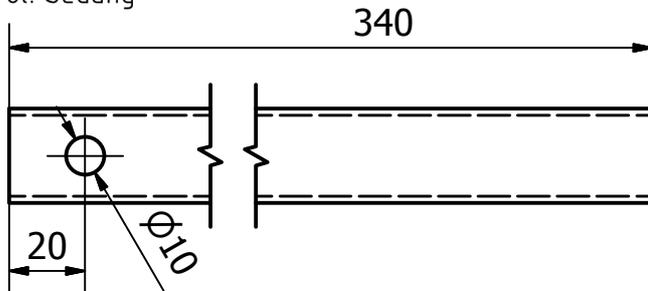
7.9 ✓

Tol. Sedang

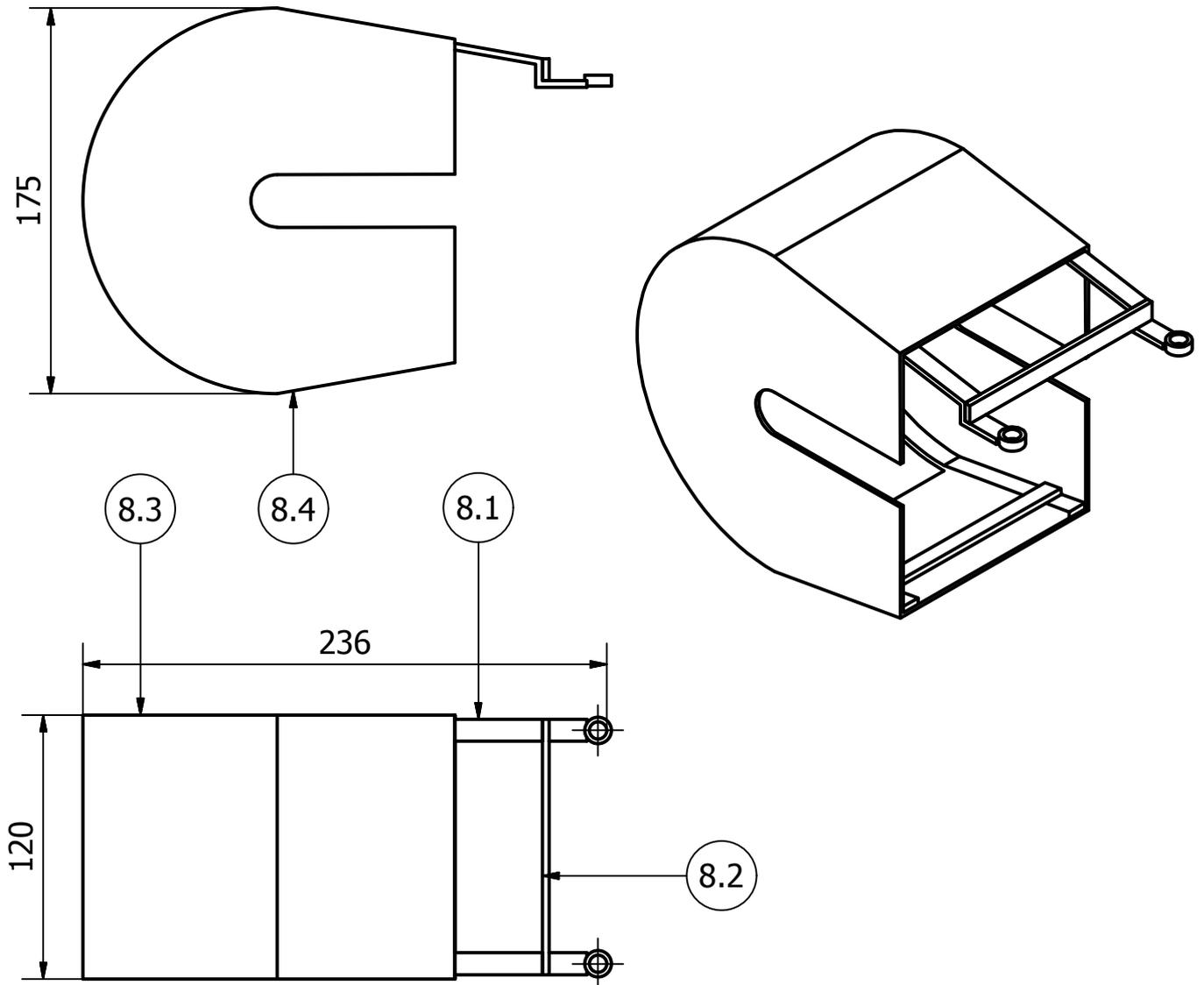


7.10 ✓

Tol. Sedang

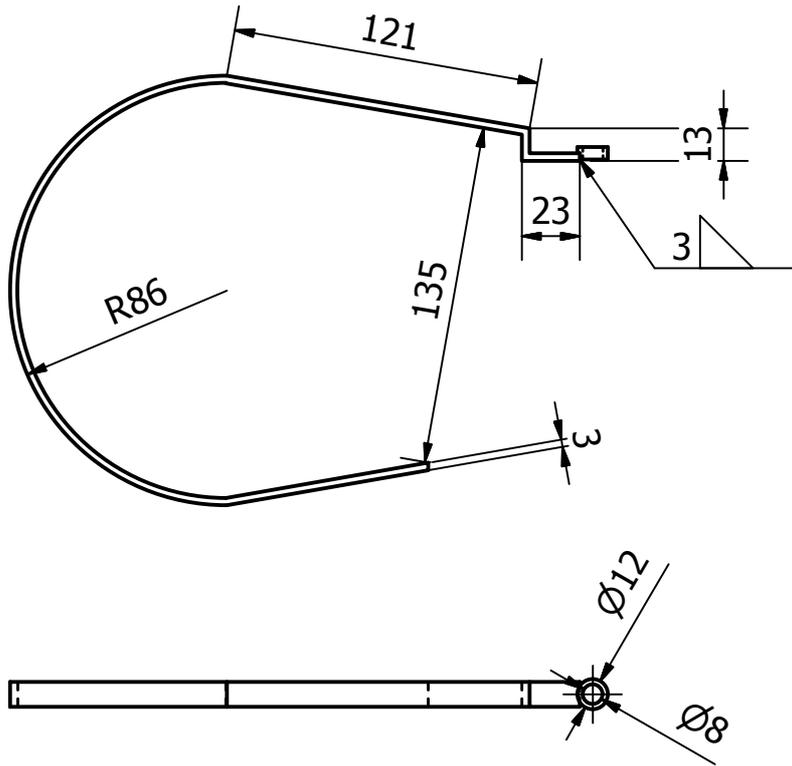


		1	Profil □ BOX 4	7.10	St	205x 25 x 25		
		4	Profil □ BOX 3	7.9	St	50 x 25 x 25		
		2	Profil □ BOX 2	7.8	St	300x 25 x 25		
		2	Profil □ BOX 1	7.7	St	400x 25 x 25		
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket	
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :		
						Diganti dengan :		
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga		Skala 1 : 2	Digambar	5/6/18	Redoh S
						Diperiksa		
						Dilihat		

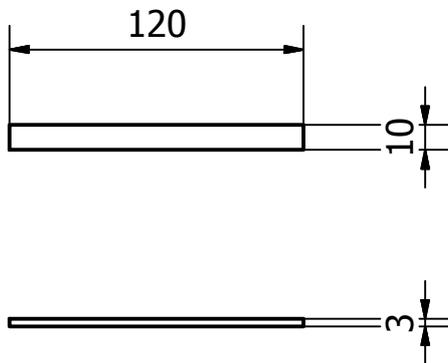


		1	Assembly Box Diferential Gear	8	St	236 x 120 x175				
Jumlah			Nama Bagian	No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket			
III	II	I	Perubahan				Pengganti dari :			
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga				Diganti dengan :			
							Skala 1:3	Digambar	5/6/18	Redoh S
								Diperiksa		
			Dilihat							
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA-08/A4/PART/2018					

8.1 
Tol. Sedang

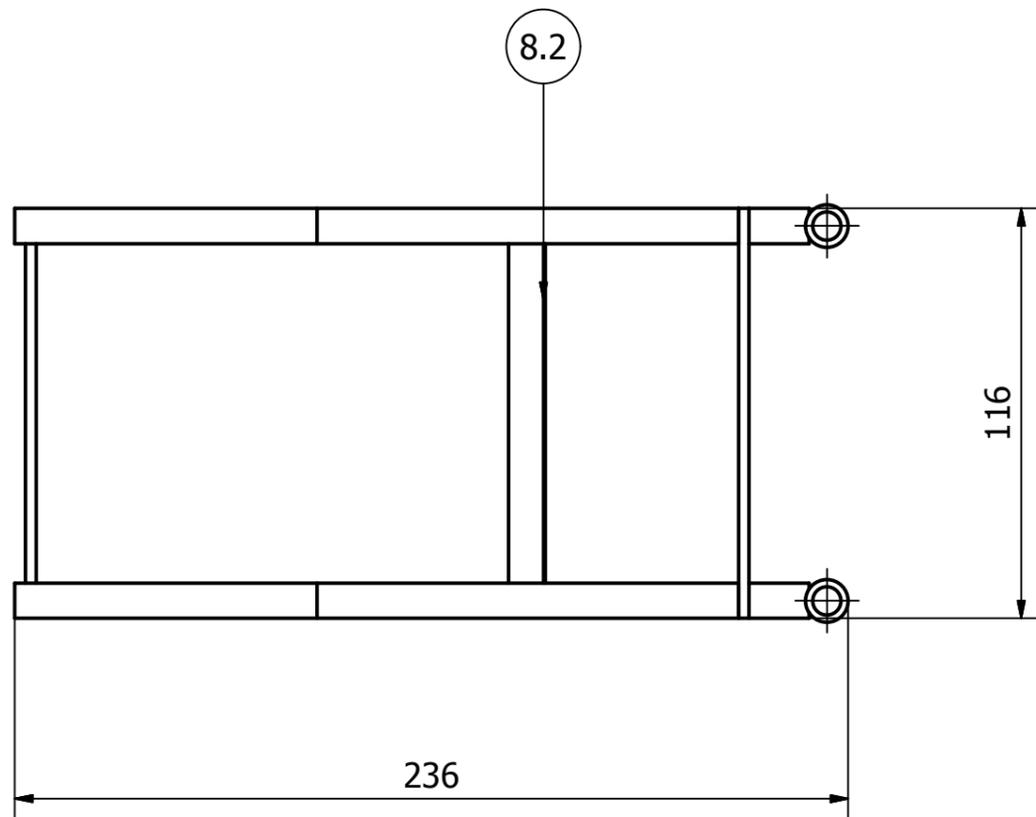
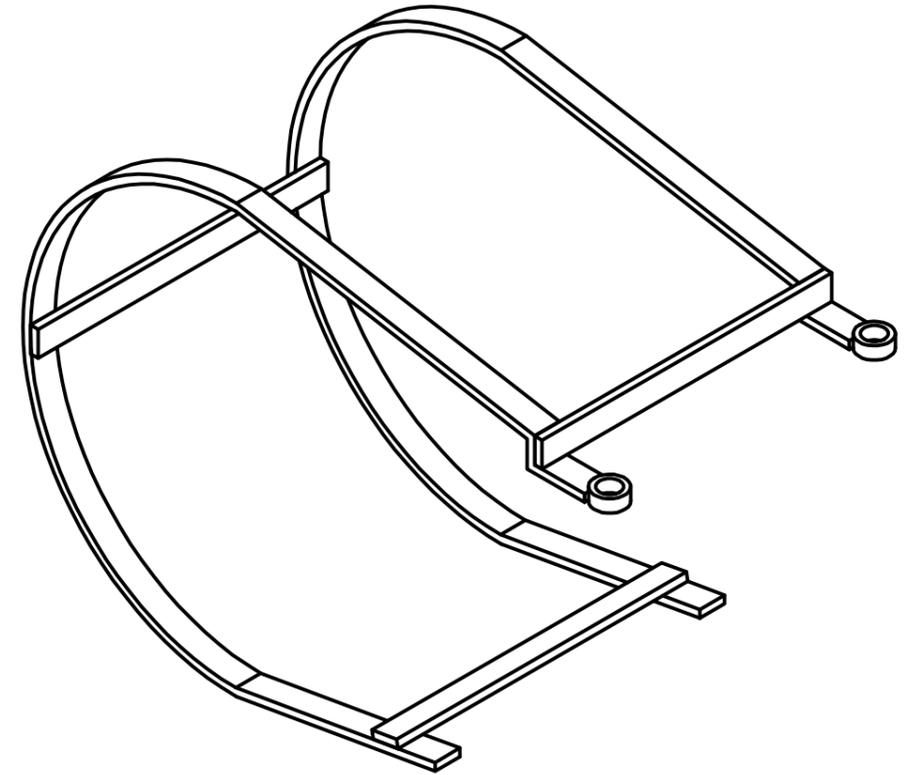
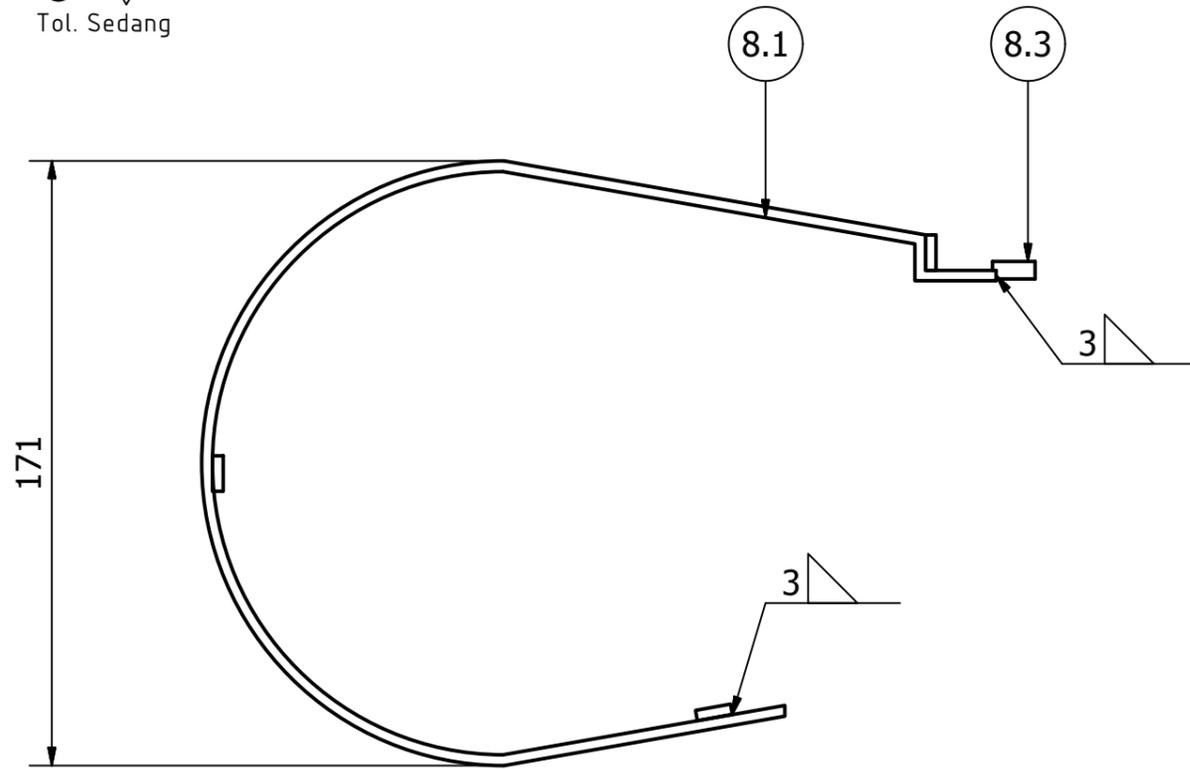


8.2 
Tol. Sedang



		3	Rangka BOX Rg 2	8.2	St	120 x 12 x 3			
		2	Rangka BOX RG 1	8.1	St	470 x 12 x 3			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :			
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Diganti dengan :			
						Skala 1 : 3	Digambar	5/6/18	Redoh S
							Diperiksa		
					Dilihat				

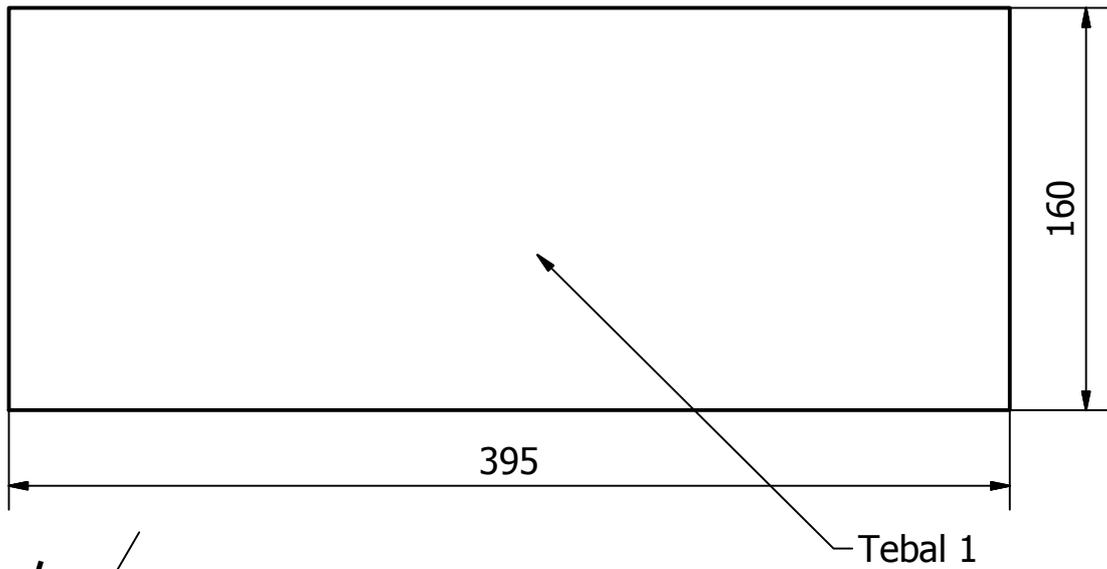
8
Tol. Sedang



		2	Ring	8.3	St	Ø12 x 8			
		3	Rangka BOX Rg 2	8.2	St	120 x 12 x 3			
		2	Rangka BOX RG 1	8.1	St	470 x 12 x 3			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I	Perubahan				Pengganti dari :		
							Diganti dengan :		
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Skala 1:2	Digambar	5/6/18	Redoh S
							Diperiksa		
							Dilihat		

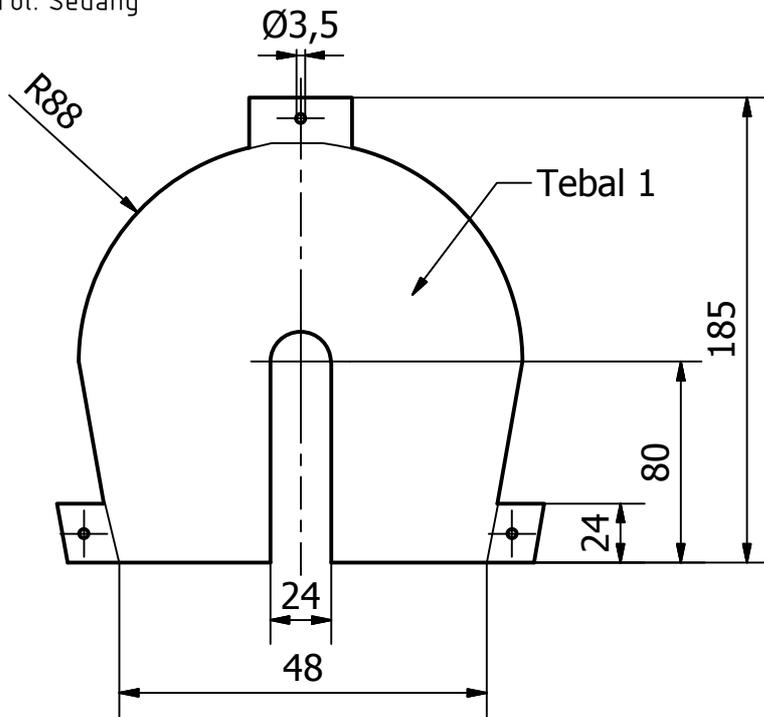
8.3

Tol. Sedang



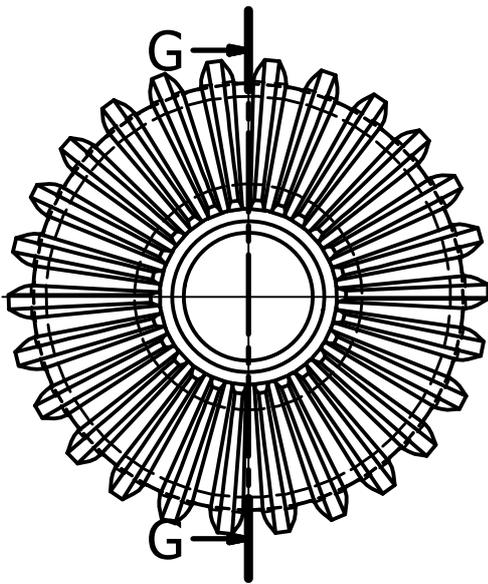
8.4

Tol. Sedang

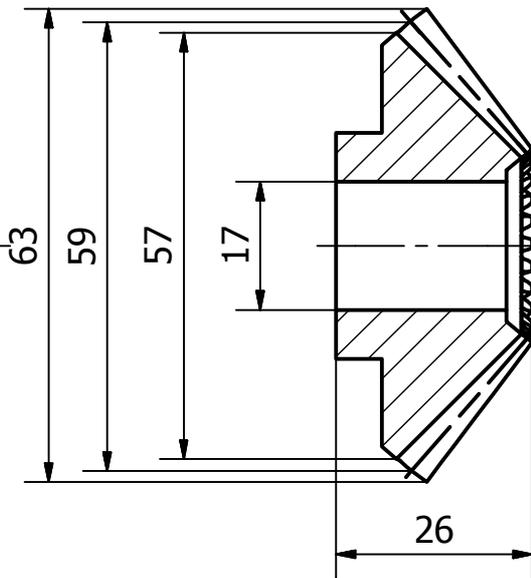


		2	Penutup Samping BOX RG	8.4	Al	175x 185 x 1			
		1	Penutup atas BOX RG	8.3	Al	395x 160 x 1			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :			
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Diganti dengan :			
						Skala 1 : 3	Digambar	5/6/18	Redoh S
							Diperiksa		
							Dilihat		

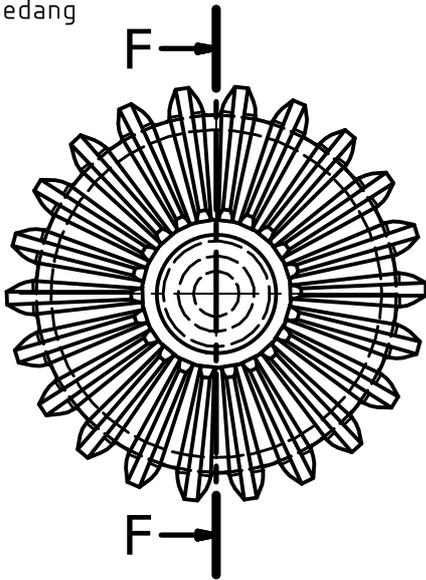
11.1 ∇ N8
Tol. Sedang



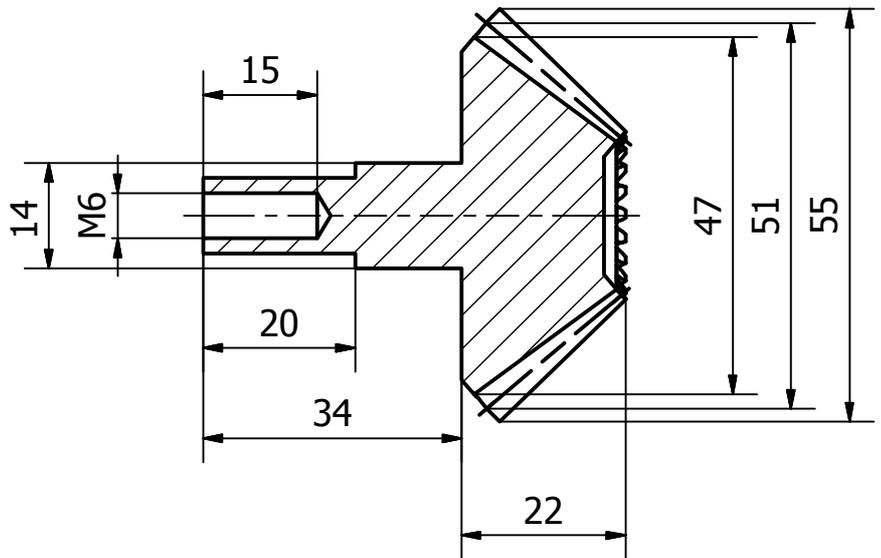
G-G (1 : 1)



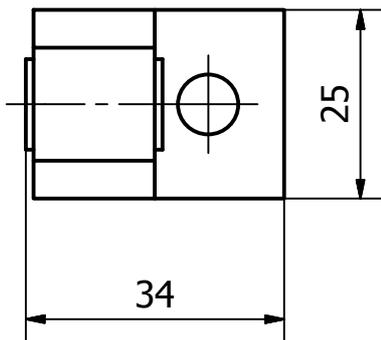
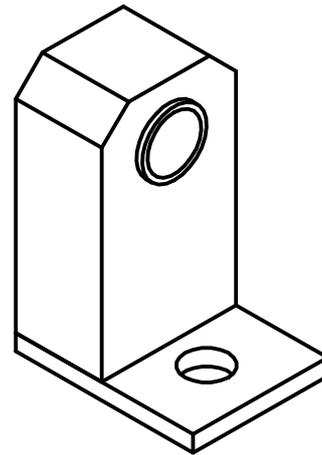
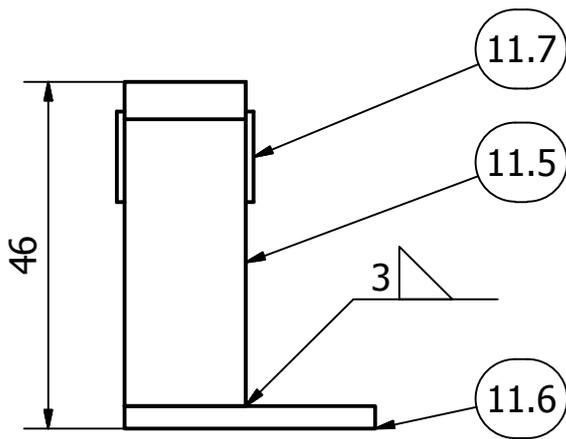
11.2 ∇ N8
Tol. Sedang



F-F (1 : 1)

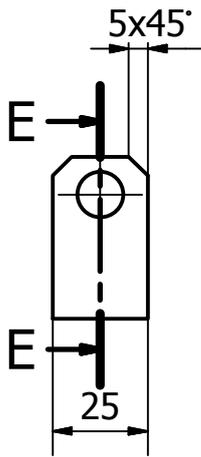


	2	RG. Payung 2	11.2	St	Ø55x 56	
	2	RG. Payung 1	11.1	St	Ø63 x 26	
Jumlah	Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Diganti dengan :
			Skala 1 : 1	Digambar	5/6/18	Redoh S
				Diperiksa		
				Dilihat		

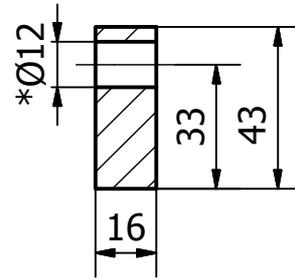


		2	Bush	11.7	St	Ø12 x 18		
		2	Plat bawah	11.6	St	33 x 25 x 3		
		2	Dudukan RG. Payung	11.5	St	25 x 16 x 43		
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket	
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :		
						Diganti dengan :		
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga		Skala 1 : 1	Digambar	5/6/18	Redoh S
						Diperiksa		
						Dilihat		
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA-11/A4/PART/2018			

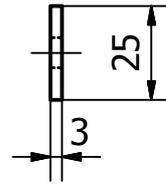
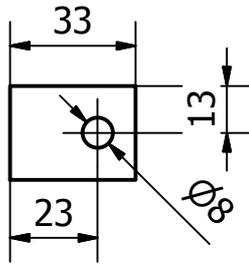
11.5 ∇ N8
Tol. Sedang



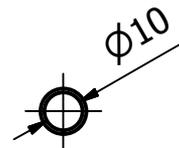
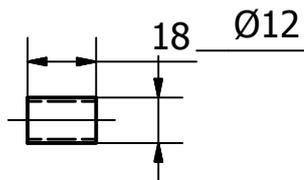
E-E (1 : 2)



11.6 ∇ N8
Tol. Sedang



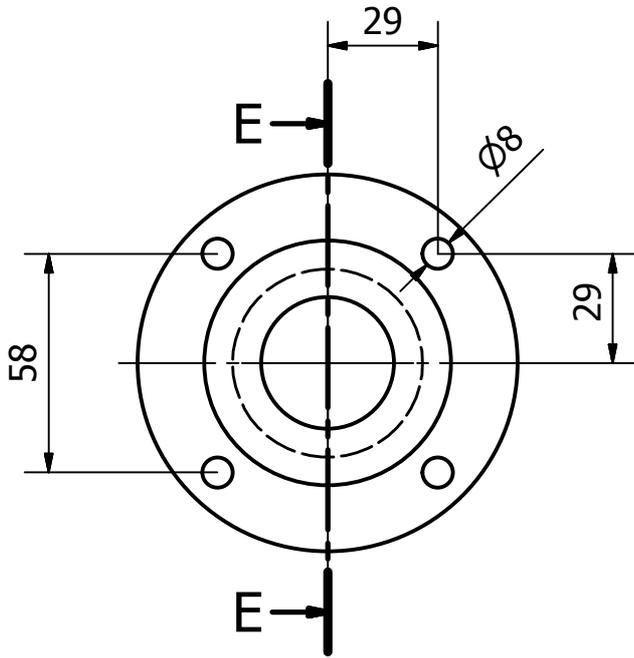
11.7 ∇ N8
Tol. Sedang



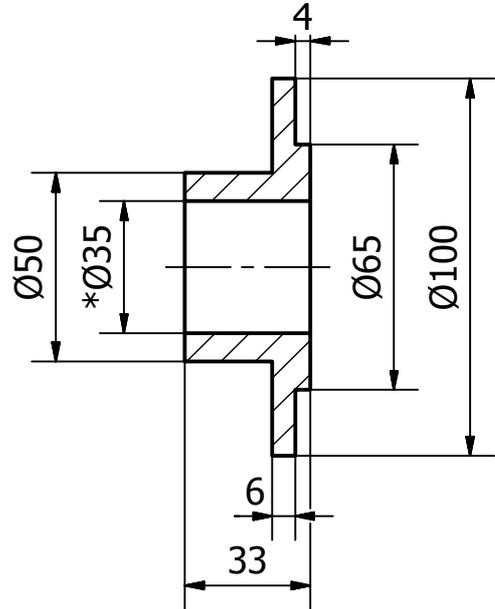
*Berpasangan dengan no gambar 11.7

		2	Bush	11.7	St	Ø12 x 18		
		2	Plat bawah	11.6	St	33 x 25 x 3		
		2	Dudukan RG. Payung	11.5	St	25 x 16 x 43		
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket	
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :		
						Diganti dengan :		
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga		Skala 1 : 2	Digambar	5/6/18	Redoh S
						Diperiksa		
						Dilihat		
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA-11/A4/PART/2018			

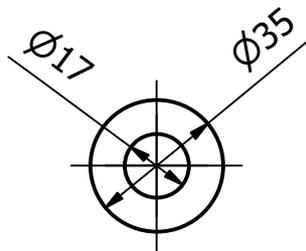
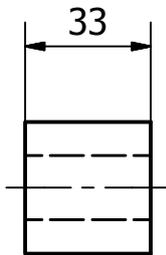
11.3 ∇ N8
Tol. Sedang



E-E (1 : 2)

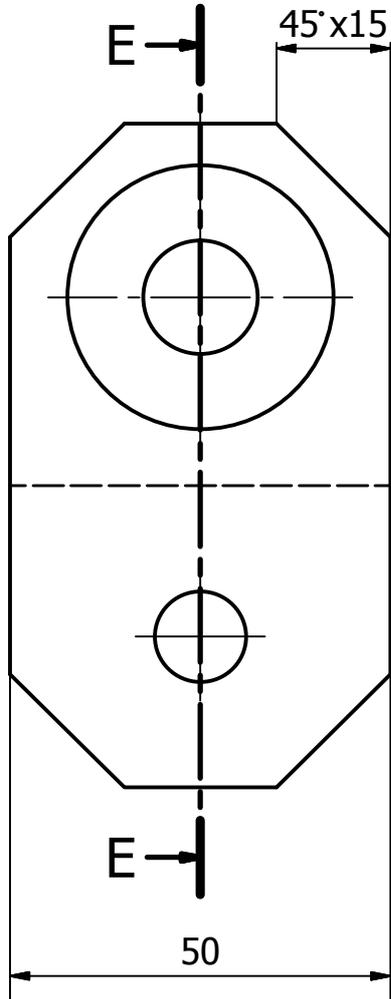


11.4 ∇ N8
Tol. Sedang

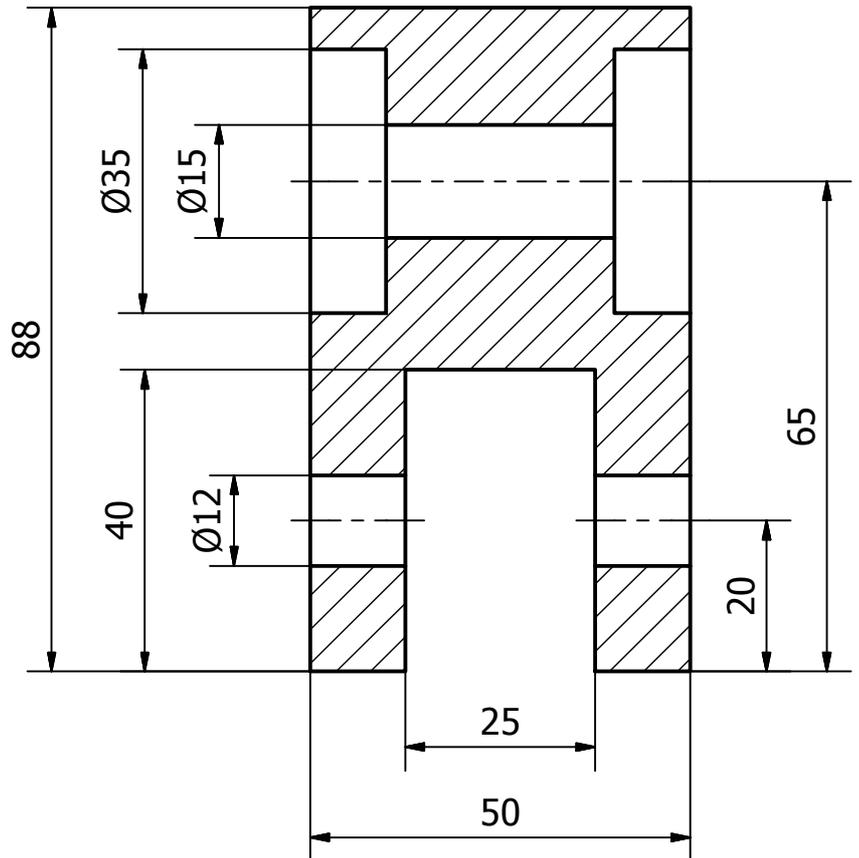


*Berpasangan dengan no gambar 11.4

		1	Bush Sproket	11.4	St	Ø35 x 33			
		1	Dudukan Sproket	11.3	St	Ø100 x 33			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :			
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Diganti dengan :			
						Skala	Digambar	5/6/18	Redoh S
						1 : 2	Diperiksa		
					Dilihat				
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA-11/A4/PART/2018				



E-E (1 : 1)



		2	Dudukan Bearing	15	St	50 x 50 x 88			
Jumlah		Nama Bagian		No. Bag	Bahan	Ukuran	Ket		
III	II	I	Perubahan			Pengganti dari :			
			Penerapan sistem Differential Gear untuk sepeda roda tiga			Diganti dengan :			
						Skala	Digambar	5/6/18	Redoh S
						1 : 1	Diperiksa		
					Dilihat				
POLMAN NEGERI BANGKA BELITUNG					TA-15/A4/PART/2018				