



TUGAS AKHIR - TM 145502

**PERHITUNGAN DAN PENGUJIAN DAYA YANG
DIHASILKAN, UMUR BELT, EFISIENSI
KESELURUHAN DAN EFISIENSI FLYWHEEL
PADA KINETIK FLYWHEEL CONVERSION 2**

**Ilham Kuncoro adilogo
NRP.1021140000110**

**Dosen Pembimbing
Ir. Suhariyanto, MSc
19620424 198903 1 005**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
FAKULTAS VOKASI
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



TUGAS AKHIR - TM 145502

**PERHITUNGAN DAN PENGUJIAN DAYA YANG
DIHASILKAN, UMUR BELT, EFISIENSI
KESELURUHAN DAN EFISIENSI FLYWHEEL
PADA KINETIK FLYWHEEL CONVERSION 2**

**Ilham Kuncoro adilogo
NRP.10211400000110**

**Dosen Pembimbing
Ir. Suhariyanto, MSc
19620424 198903 1 005**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2018**



FINAL PROJECT - TM 145502

**CALCULATION AND TESTING OF POWER
RESULT, BELT LIFE, TOTAL EFFICIENCY AND
FLYWHEEL EFFICIENCY IN KINETIC FLYWHEEL
CONVERSION 2**

**Ilham Kuncoro adilogo
NRP.1021140000110**

**Counsellor Lecturer
Ir. Suhariyanto, MSc
19620424 198903 1 005**

**DEPARTMENT OF ENGINEERING MECHANICAL INDUSTRY
Faculty of Vocational
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2018**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERHITUNGAN DAN PENGUJIAN DAYA YANG
DIHASILKAN, UMUR BELT, EFISIENSI
KESELURUHAN DAN EFISIENSI FLYWHEEL
PADA KINETIK FLYWHEEL CONVERSION 2**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Bidang Studi Manufaktur
Program Studi Diploma III
Departemen Teknik Mesin Industri
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
SURABAYA

Oleh :

ILHAM KUNCORO ADILOGO
NRP. 1021140000110



SURABAYA, JULI 2018

PERHITUNGAN DAN PENGUJIAN DAYA YANG DIHASILKAN, UMUR BELT, EFISIENSI KESELURUHAN DAN EFISIENSI FLYWHEEL PADA KINETIK FLYWHEEL CONVERSION 2

Nama Mahasiswa : Ilham Kuncoro Adilogo
NRP : 1021140000110
Jurusan : Dept. Teknik Mesin Industri FV- ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Suhariyanto, MSc

Abstrak

Kinetik Flywheel Conversion generasi kedua (KFC 2) merupakan alat yang dipasang di Terminal BBM Surabaya Group – Pertamina Perak untuk memenuhi kebutuhan listrik guna menerangi beberapa area pada malam hari. Cara kerja alat ini adalah dengan memanfaatkan energy pada ban mobil tangki yang melewati pijakan dari KFC 2 ini lalu menyebabkan gerak translasi pada connecting rod dan kemudian diubah menjadi gerak rotasi oleh sistem transmisi, sehingga mampu memutar flywheel sebagai alat untuk menstabilkan putaran lalu diteruskan untuk memutar alternator yang kemudian menghasilkan listrik untuk mengisi aki sehingga dapat digunakan untuk penerangan.

Pada tugas akhir ini didapatkan pengukuran rpm alternator serta perhitungan efisiensi flywheel, efisiensi alat, tipe belt, panjang belt dan umur belt.

Pada perhitungan ini, didapatkan daya keluaran alternator 47,94 watt, efisiensi alat 3,09%, efisiensi flywheel 1,22%, tipe belt C, panjang belt 1800mm serta didapatkan prediksi umur belt pada transmisi pertama, kedua dan ketiga berturut turut adalah 12696,60 jam, 7527,31 jam dan 38749,6 jam

Kata kunci : flywheel, aki, alternator, transmisi sabuk dan puli, umur belt, efisiensi alat, kinematic flywheel conversion.

CALCULATION AND TESTING OF POWER RESULT, BELT LIFE, TOTAL EFFICIENCY AND FLYWHEEL EFFICIENCY IN KINETIC FLYWHEEL CONVERSION 2

Nama Mahasiswa : Ilham Kuncoro Adilogo
NRP : 10211400000110
Jurusan : Dept. Teknik Mesin Industri FV- ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Suhariyanto, MSc

Abstrak

The second generation Kinetic Flywheel Conversion (KFC 2) is a tool installed in the BBM Terminal of Surabaya Group - Pertamina Perak to meet the electricity needs to illuminate some areas at night. The workings of this tool is to utilize energy in Pertamina truck tires that pass through the footing of KFC 2 and then cause translational motion on the connecting rod and then converted into rotation motion by the transmission system, so as to rotate the flywheel as a tool to stabilize the rotation and then forwarded to rotate the alternator which then generates electricity to charge the battery so it can be used for lighting.

In this final project, we get alternator rpm measurement and flywheel efficiency calculation, total efficiency, belt type, belt length and belt life.

In this calculation, the output power of the alternator is 47.94 watt, the total efficiency is 3.09%, the efficiency of flywheel is 1.22%, the type of belt C, 1800mm belt length and the prediction of the belt life in the first, second and third transmission respectively is 12696,60 hours , 7527,31hours and 38749.6 hours

Kata kunci : flywheel, aki, alternator, transmisi sabuk dan puli, umur belt, efisiensi alat, kinematic flywheel conversion.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “PERHITUNGAN DAN PENGUJIAN DAYA YANG DIHASILKAN, UMUR BELT, EFISIENSI KESELURUHAN DAN EFISIENSI FLYWHEEL PADA KINETIK FLYWHEEL CONVERSION ”.

Adapun dalam proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini penulis memperoleh bantuan dan bimbingan serta banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. **Bapak Ir. Suhariyanto, MSc.** selaku dosen pembimbing 1 dan Koordinator Tugas Akhir Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi-ITS. atas bimbingan dan ilmu yang sangat banyak dalam pengerjaan dan penyelesaian laporan tugas akhir ini.
2. **Bapak Ir. Heru Mirmanto, M.T.** selaku Kepala Departemen Teknik Mesin Industri Fakultas Vokasi-ITS.
3. **Para Dosen Penguji** selaku dosen yang memberikan kritik, saran, serta masukan yang sangat bermanfaat untuk penyempurnaan tugas akhir ini.
4. **Ibu dan Ayah** yang selalu memberikan dukungan penuh baik secara moril maupun materil. Tanpa doa'a dan motivasi dari beliau penulis tidak bisamenyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.
5. **Seluruh Dosen dan Karyawan** yang telah banyak membimbing penulis dalam menggali ilmu di Departemen Teknik Mesin Industri ITS, serta banyak memfasilitasi penulis dalam proses pengerjaan tugas akhir.

6. **Mas Wahyu Nugroho serta tim Roda Gila TBBM Perak** yang telah membantu dalam hal pengambilan data, menyusun data, dan memberikan pelajaran dalam hal teamwork.
7. **Grup TA Alan, Sifa, Dea** yang telah membantu dan menemani saya dalam menyelesaikan tugas akhir baik dalam gambar mesin dan perhitungan kinematika dan dinamika.
8. **Teman Grup “Serigala terakhir”** yang telah membantu menemani dan mengajari untuk perhitungan tugas akhir saya dan memberi dukungan moral maupun spiritual.
9. **Teman-teman D3MITS angkatan 2014** yang selalu membantu, menjadi teman bertukar pikiran, dan selalu mendukung dalam hal apapun.

Semua pihak yang belum disebutkan diatas yang telah banyak memberikan do'a, bantuan, dan dukungan serta semangat bagi kami penulis hingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Walaupun jauh dari apa yang diharapkan, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan di masa depan.

Surabaya, 5 Juli 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan.....	2
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Metodologi Penelitian	3
1.7 Sistematika Penulisan.....	3

BAB II DASAR TEORI

2.1 Hukum Kekekalan Energi	5
2.1.1 Hukum kekekalan energy mekanik	5
2.1.2 Energi potensial.....	5
2.1.3 Gerak Translasi dan Rotasi Benda Tegar	6
2.2 Energy listrik.....	8
2.3 Alternator	9
2.4 Konverter.....	10
2.5 Penyimpanan Energy.....	10
2.6 Efisiensi.....	11
2.7 Pneumatic Cylinders.....	12
2.8 Belt dan Pulley	13
2.8.1 Tarikan pada Belt	21
2.8.2 Putaran Pulley.....	17

2.8.4 Kecepatan Keliling Belt	17
2.8.5 Faktor Tarikan (<i>Pull Factor</i>).....	18
2.8.6 Menghitung Gaya Tarik	22
2.8.7 Tarikan karena Gaya Sentrifugal.....	23
2.8.8 Tegangan-tegangan pada Belt	24
2.8.9 Tegangan pada belt datar.....	25
2.8.10 Tegangan Maksimum Belt	27
2.8.11 Sudut Kontak.....	28
2.8.12 Menghitung Panjang Belt.....	29
2.8.13 Jumlah Putaran Belt.....	30
2.8.14 Umur Belt.....	30
2.8.15 Daya dan Momen Perencanaan	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Perencanaan	37
3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan.....	39
3.3 Desain KFC 2	40
3.4 Komponen KFC 2	41
3.5 Prinsip kerja alat.....	42

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Sistem Transmisi KFC 2	39
4.2 Kondisi Alat Dilapangan	46
4.3 Perhitungan Torsi pada Askruk.....	49
4.4 Daya yang Dihasilkan Berdasarkan Putaran Alternator di Lapangan	50
4.5 Efisiensi alat	54
4.6 Perencanaan Belt Pertama	55
4.6.1 Pemilihan Belt	55
4.6.2 Panjang belt.....	56
4.6.3 Gaya yang Bekerja pada Belt	57
4.6.4 Umur Belt.....	59
4.6.4.1 Kecepatan linier belt.....	59
4.7 Perencanaan Belt Kedua.....	59
4.7.1 Pemilihan Belt	61

4.7.2 Panjang belt	61
4.7.3 Gaya yang Bekerja pada Belt	62
4.7.4 Umur Belt	64
4.7.4.1 Kecepatan linier belt.....	64
4.8 Perencanaan Belt Ketiga	66
4.8.1 Pemilihan Belt	66
4.8.2 Panjang belt	67
4.8.3 Gaya yang Bekerja pada Belt	67
4.8.4 Umur Belt	70
4.8.4.1 Kecepatan linier belt.....	70

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan.....	71
5.2 Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Rotasi benda tegar.....	7
Gambar 2.2	Alternator.....	9
Gambar 2.3	konverter AC menjadi DC.....	10
Gambar 2.4	akumulator 12 v kapasitas 100Ah.....	11
Gambar 2.5	Efisiensi beberapa jenis pembangkit.....	11
Gambar 2.6	Pneumatic Cylinders.....	12
Gambar 2.7	Bentuk transmisi pulley and belt.....	13
Gambar 2.8	Bentuk penampang pulley and belt.....	13
Gambar 2.9	Jenis-jenis konfigurasi pada belt.....	14
Gambar 2.10	Distribusi tarikan atau gaya pada belt.....	15
Gambar 2.11	Koefisien rangkakan terhadap Faktor tarikan ..	19
Gambar 2.18	Bentuk penampang dan sudut grove dari pule .	21
Gambar 2.19	Gaya sentrifugal pada belt.....	24
Gambar 2.20	Diagram tegangan pada bagian – bagian belt...	26
Gambar 2.21	Sudut kontak.....	29
Gambar 2.22	Diagram pemilihan V-belt.....	35
Gambar 3.1	Diagram Alir Perencanaan.....	37
Gambar 3.2	KFC 2 2D.....	40
Gambar 3.3	KFC 2 3D.....	40
Gambar 3.4	Bagian-bagian KFC 2.....	41
Gambar 3.5	Sistem Transmisi KFC 2.....	42
Gambar 3.6	Cara Kerja KFC 2 (1).....	43
Gambar 3.7	Cara Kerja KFC 2 (2).....	43
Gambar 3.8	Cara Kerja KFC 2 (3).....	44
Gambar 4.1	Komponen Utama KFC 2.....	45
Gambar 4.2	Lokasi Alat.....	46
Gambar 4.3	Alat Sebelum Dilakukan Perbaikan.....	46
Gambar 4.4	Proses Perbaikan Alat.....	47
Gambar 4.5	Penampang Luar Alat.....	47
Gambar 4.6	Sistem Transmisi Alat.....	48
Gambar 4.7	Alternator dan Flywheel.....	48
Gambar 4.8	Pengujian alat.....	48
Gambar 4.9	Free Body Diagram.....	49

Gambar 4.10 Pengujian Menggunakan Tachometer.....	50
Gambar 4.11 Panel Indikator Elektrik	51
Gambar 4.12 panjang belt	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persamaan energy listrik	8
Tabel 2.2	Koefisien gesek antara belt dan pule.....	16
Tabel 2.3	Diameter pulley yang dianjurkan	17
Tabel 2.4	Dimensi dan bahan untuk belt.....	23
Tabel 2.5	Sudut kontak panjang belt.....	28
Tabel 2.6	Dimensi V-belt.....	30
Tabel 2.7	Faktor koreksi Belt.....	33
Tabel 3.1	Tahap kegiatan penelitian.....	39
Tabel 4.1	Hasil percobaan dilewati mobil tangki 24KL...	51
Tabel 4.2	Putaran Alternator dan Putaran Pulley 35	53
Tabel 4.3	Daya input	54
Tabel 4.4	efisiensi alat.....	54

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertamina (dahulu bernama Perusahaan Pertambangan Minyak dan Gas Bumi Negara) atau nama resminya PT. PERTAMINA (Persero) adalah sebuah BUMN yang bertugas mengelola penambangan minyak dan gas bumi di Indonesia.

Sebagai negara yang terus bertumbuh, Indonesia memiliki kebutuhan energi yang kian meningkat. Kebutuhan energi tersebut dinilai harus dipenuhi dengan cara yang menjamin ketahanan, kemandirian dan kedaulatan energi.. Indonesia memiliki potensi dan cadangan energi terbarukan yang besar, seperti tenaga matahari, panas bumi, dan air, termasuk lautan.

Kebutuhan Energy Listrik telah menjadi salah satu kebutuhan primer dan permintaan akan pasokan listrik di Indonesia semakin meningkat setiap tahunnya. Menurut pengamat Direktur pengkajian energi Universitas Indonesia (UI), Iwa Garniwa yang ditulis pada situs berita merdeka.com, pertumbuhan pertumbuhan kebutuhan listrik Indonesia setiap tahun rata-rata 9% dan dalam 10 tahun mendatang kita butuh pasokan listrik 2 kali lipat dari sekarang. Dari analisa tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa pemerintah harus menambah 4000MW Listrik setiap tahun. (Pertamina , 2017).

Kebutuhan lampu perhari dengan asumsi menggunakan lampu LED jalan 60 watt dengan tegangan akumulator 12 volt dan kapasitas 100 Ah yang akan digunakan selama 14 jam perhari. Itu hanya untuk sebuah lampu saja, dapat dihitung berapa banyak daya yang dibutuhkan untuk menyalakan lebih banyak lampu. Untuk mengurangi sedikit beban pasokan listrik ada banyak hal yang dapat dilakukan. Dengan memanfaatkan energy terbarukan yaitu energy potensial yang timbul alibat pijakan mobil tangki pertamina melewati KFC (*kinetik flywheel conversion*) generasi pertama yaitu mampu memutar alternator dengan rata rata putaran 39 rpm dan menghasilkan arus 0,8A serta tegangan 3,7V. Maka dari itu, penyempurnaan perlu dilakukan dengan perubahan dan penambahan pada sistem transmisi yang

kini berubah nama menjadi KFC generasi kedua atau KFC 2 yang diharapkan mampu meningkatkan putaran alternator serta daya yang dihasilkan oleh alternator.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Berapakah putaran alternator, dan daya yang dihasilkan alternator?
2. Berapakah efisiensi flywheel yang dihasilkan?
3. Berapakah efisiensi yang dihasilkan KFC 2?
4. Bagaimana tipe, panjang dan prediksi umur belt pada sistem transmisi?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Beban yang melewati KFC 2 24 KL
2. Asumsi massa tangki pertama merata pada 3 baris ban
3. Kecepatan maksimal mobil tangki 10 km/jam
4. Jarak mobil tangki satu terhadap mobil lainnya 25 m
5. Tidak membahas detail elektrik dan rangkaiannya.

1.4. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui putaran alternator, sehingga dapat ditemukan arus, tegangan serta daya yang dihasilkan alternator.
2. Untuk mengetahui efisiensi flywheel yang dihasilkan.
3. Mengetahui efisiensi yang dihasilkan alat KFC 2
4. Mengetahui tipe, panjang dan prediksi umur belt pada sistem transmisi

4.1. Manfaat Penulisan

Manfaat dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Bagi Penulis
Hasil penulisan tugas akhir ini bermanfaat dalam menambah wawasan penulis terhadap pemanfaatan energi

terbrukan untuk kebutuhan listrik di PT. Pertamina persero Jl.perak barat no 277 Surabaya.

2. Bagi Pihak lain

Hasil penulisan tugas akhir ini dapat menjadi refrensi bagi pengembangan alat tersebut untuk dilakukan di jalan Tol di Indonesia.

4.2. Sistematika Penulisan

Adapun sistematikan penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Bab I PENDAHULUAN

Pada bab pendahuluan berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penulisan, manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

Bab II DASAR TEORI

Bab ini memuat tentang dasar dasar teori maupun hasil penelitian dari orang lain

Bab III METODOLOGI RANCANG BANGUN

Bab ini berisi tentang waktu dan tempat pelaksanaan penelitian, gambar desain, komponen dan prinsip kerja alat.

Bab IV PERENCANAAN DAN PERHITUNGAN

Bab ini memuat tentang perhitungan-perhitungan daya, efisiensi flywheel, efisiensi total, spesifikasi belt dan umur belt.

Bab V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran.

LAMPIRAN

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Hukum Kekekalan Energi

Hukum Kekekalan Energi (Hukum I termodinamika) berbunyi: “Energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain tapi tidak bisa diciptakan ataupun dimusnahkan (konversi energi)”. Karena energi bersifat kekal, maka energi yang ada di alam semesta ini jumlahnya tidak pernah berubah, tidak bertambah dan berkurang. Yang ada hanyalah perubahan energi dari satu bentuk ke bentuk yang lain.

2.1.1 Hukum kekekalan energy mekanik

Hukum kekekalan energi mekanik menyatakan bahwa besar energy mekanik pada benda yang bergerak selalu tetap.

$$Em_1 = Em_2$$

$$Ek_1 + Ep_1 = Ek_2 + Ep_2$$

Keterangan:

Em_1, Em_2 : energi mekanik awal dan energi mekanik akhir (J).

Ek_1, Ek_2 : energi kinetik awal dan energi kinetik akhir (J).

Ep_1, Ep_2 : energi potensial awal dan energi potensial akhir (J).

2.1.2 Energi potensial

Energi potensial adalah energy yang dimiliki benda karena kedudukannya. Energi potensial gravitasi yang dimiliki benda disebabkan oleh ketinggian terhadap suatu titik acuan tertentu. Besar energi potensial gravitasi sebanding dengan massa, percepatan gravitasi serta ketinggian.

$$Ep = m g h \quad (2-2)$$

Dimana : m = massa (kg)
 g = percepatan gravitasi (m/s^2)
 h = ketinggian (m)

Gaya gravitasi akan menggerakkan tuas penggerak flywheel. Gerakan inilah yang menghasilkan energy kinetic akibat rotasi benda tegar, untuk mengetahui berapa besarnya energy kinetic yang dihasilkan digunakan persamaan besarnya energy kinetic pada flywheel.

2.1.3 Gerak Translasi dan Rotasi Benda Tegar

Energy kinetik translasi adalah energi kinetik benda saat bergerak secara translasi (lurus, tidak berputar) sedangkan Gerak rotasi merupakan gerak suatu benda yang berputar terhadap sumbu putarnya, gerak rotasi ini dibagi menjadi 2 jenis. Yang pertama adalah gerak rotasi benda tegar sekitar sumbu tetap dan yang kedua adalah gerak rotasi benda tegar sekitar sumbu bergerak. Pada gerak rotasi benda tegar pada sumbu tetap memiliki besaran fisika sebagai berikut.

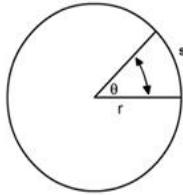
Persaman energy kinetrik translasi :

$$Ek_{Trans} = \frac{1}{2} m v^2$$

Dimana :

m = massa (kg)
 v = Kecepatan (m/s)

Persaman energy gerak rotasi :



$$S = r \theta$$

Gambar 2.1 Rotasi benda tegar

Posisi sudut (θ) dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$\theta = \frac{s}{r} \text{ (radian)}$$

Di mana s adalah panjang segmen lingkaran yang disapu jari-jari r .

kecepatan sudut rata-rata dapat dinyatakan oleh persamaan :

$$\omega = \frac{\theta}{t} \text{ (radian/detik)}$$

Untuk flywheel $I = \frac{1}{2} m R^2$ maka persamaan energy kinetiknya menjadi seperti berikut :

$$\text{Flywheel} \quad Ek_{Rot} = \frac{1}{2} m R^2 \omega^2$$

Dimana :

- I = momen inersia benda tegar (kg m²)
- ω = kecepatan sudut rata-rata (rad/detik)
- m = massa benda tegar (kg)
- r = jarak dari sumbu rotasi (m)
- R = jari-jari flywheel (m)

2.1.4 Efisiensi Mekanik Flywheel

Efisiensi mekanik flywheel adalah hasil bagi dari energy kinetic dan energy potensial dengan rumus dapat dituliskan sebagai berikut. (Tiara Bunga Kirana, 2014 : 14-15)

$$\eta = \frac{\text{Energi kinetik flywheel}}{\text{Energi potensial}} \times 100\%$$

2.2 Energy listrik

Energi listrik adalah energi utama yang dibutuhkan bagi peralatan listrik/energi yang tersimpan dalam arus listrik dengan satuan ampere (A) dan tegangan listrik dengan satuan volt (V) dengan ketentuan kebutuhan konsumsi daya listrik dengan satuan Watt (W) untuk menggerakkan motor, lampu penerangan, memanaskan, mendinginkan atau menggerakkan kembali suatu peralatan mekanik untuk menghasilkan bentuk energi yang lain.

Tabel 2.1 Persamaan energy listrik

Rumus energy listrik	Hubungan energy dan daya	Rumus daya listrik
$W = V.I.t$	$W = p.t$	$P = V.I$
$W = \frac{V^2}{R} t$		$P = \frac{V^2}{R}$
$W = I^2. R. t$		$P = I^2. R$

Dimana :

- W = energy listrik (joule)
- P = Daya listrik (watt)
- V = tegangan listrik (volt)
- I = kuat arus listrik (ampere)
- T = selang waktu (secon)
- R = hambatan listrik (ohm)

2.3 Alternator

peralatan elektromekanis yang mengkonversikan energi potensial mekanik menjadi energi listrik arus bolak-balik. Pada prinsipnya, generator listrik arus bolak-balik disebut dengan alternator, tetapi pengertian yang berlaku umum adalah generator listrik pada mesin kendaraan. Generator pada pembangkit listrik yang digerakan dengan turbin uap disebut turbo generator.



Gambar 2.2 Alternator

Menghitung torsi motor (alternator) yaitu sebagai berikut :

$$HP = \frac{T \times n}{5250} \qquad T = \frac{5250 \cdot HP}{n} \qquad n = \frac{5250 \cdot HP}{T}$$

Dimana :

- T = Torsi motor (Ibft)
- n = kecepatan putar motor (rpm)
- HP = Daya kuda motor (HP = 746 watt)

2.4 Konverter

Modul converter akan mengolah hasil keluaran dari alternator untuk digabungkan lalu disimpan pada akumulator. Ada dua bagian konversi voltase AC menjadi DC dan DC ke DC.



Gambar 2.3 konverter AC menjadi DC

2.5 Penyimpanan Energy

Energy listrik yang telah disearahkan dan nilai tegangannya sesuai akan disimpan ke akumulator. Akumulator yang digunakan menggunakan akumulatorBaterai Panasonic tegangan nominal 12 V Kapasitas 100 Ah seperti ditunjukkan oleh Gambar 2.4.

Untuk mencegah adanya tegangan balik dari akumulator yang menuju ke modul converter, digunakan diode yang dipasang seri dengan akumulator.



Gambar 2.4 akumulator 12 v kapasitas 100Ah

2.6 Efisiensi

Efisiensi alat adalah hasil bagi dari daya keluaran dan daya masukan dengan rumus dapat dituliskan sebagai berikut.

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\%$$

Dalam tabel di bawah dapat dilihat efisiensi untuk beberapa jenis pembangkitan tenaga listrik

Conversion technology	Efficiency
Geothermal power plant	10 – 14 %
Photovoltaic plant	10 – 17 %
Hydro power plant	~ 90 %
Lignite power plant	< 44 %
Hard coal power plant	< 46 %
Nuclear power plant	(35 %)
Gas turbine	< 40 %
Combined cycle (CC) gas power plant	< 60 %
Combined heat and power unit (CHP)	70 – 80 %
CC CHP plant	> 80 %

[Ströbele et al. 2010]

(sumber *Fundamentals of Energy Economics* by Prof. Dr. Anke Weidlich
(Hochschule Offenburg))

Gambar 2.5 Efisiensi beberapa jenis pembangkit

2.7 Pneumatic Cylinders

Silinder pneumatik adalah aktuator atau perangkat mekanis yang menggunakan kekuatan udara bertekanan (udara yang terkompresi) untuk menghasilkan kekuatan dalam gerakan bolak – balik piston secara linier (gerakan keluar – masuk). Yang berfungsi mengkonversi tekanan udara atau energi potensial

udara menjadi energi gerak atau kinetik Jenis silinder ini merupakan Silinder kerja ganda (double acting cylinder), merupakan silinder yang memiliki dua port untuk instroke dan outstroke. Silinder jenis ini menggunakan kekuatan udara bertekanan untuk mendorong piston keluar dan mendorong piston untuk kembali pada posisi awal (menarik kedalam). Sehingga silinder ini membutuhkan lebih banyak udara dan katup pengontrol arah yang lebih kompleks bila dibandingkan dengan silinder kerja tunggal. Silinder pneumatik merupakan alat atau perangkat yang sering kita jumpai pada mesin – mesin industri, baik itu dalam industri otomotif, industri kemasan, elektronik, dan berbagai industri maupun instansi – instansi yang lain.



Gambar 2.6 Pneumatic Cylinders

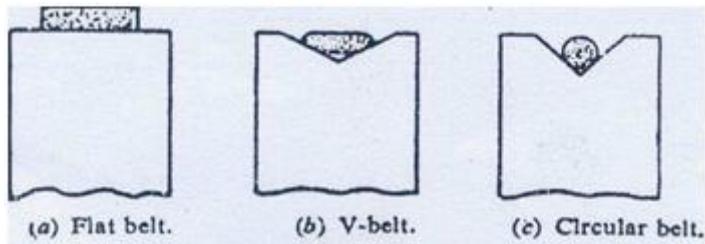
2.8 Belt dan Pulley

Belt termasuk alat pemindah daya yang cukup sederhana dibandingkan dengan rantai dan roda gigi. Belt terpasang pada dua buah pulley (pule) atau lebih, pule pertama sebagai penggerak sedangkan pule kedua sebagai pule yang digerakkan



Gambar 2.7 Bentuk transmisi pulley and belt

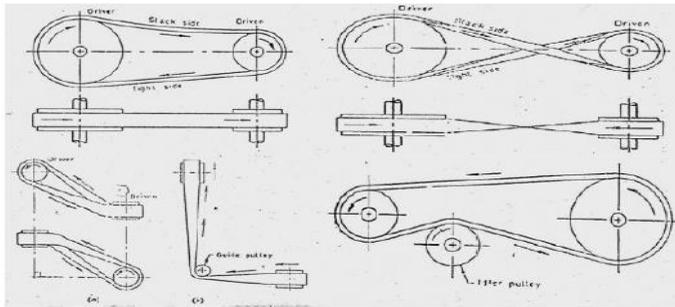
Belt mempunyai sifat fleksibel sehingga memungkinkan penempatan poros pule penggerak dengan poros pule yang digerakkan dalam beberapa posisi, seperti : open-belt drive, Twistbelt drive, Quarter-twist belt drive, dan juga memungkinkan sekaligus memutar beberapa pule dengan hanya menggunakan satu pule panggerak belt (belt drive many pulleys).



Gambar 2.8 Bentuk penampang pulley and belt

Bila dilihat dari bentuk penampangnya, secara umum belt dibedakan menjadi 2 macam, yaitu : Belt datar atau Flat belt dan Belt-V atau V-belt, namun ada juga jenis belt yang berpenampang lingkaran misalnya starrope dan super starrope, juga ada yang permukaannya bergerigi atau gilir, misalnya timing belt. Sebagian besar belt yang digunakan adalah V-belt karena mudah penanganannya dan harganya murah. Kecepatan belt dapat direncanakan 10 s/d 20 m/s (pada umumnya) , dan maksimum bisa 25 m/s. Daya maksimum yang dapat ditransmisikan bisa mencapai 500 kW. atau 670 HP. Belt memiliki beberapa bahan

antara lain terbuat dari kulit, anyaman benang dan karet, dalam hal ini cara penyambungan belt dapat menggunakan lem, kaitan, jahitan dan streples.

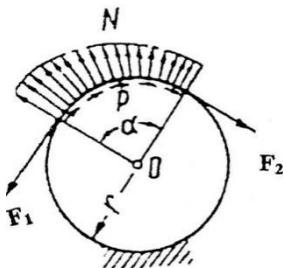


2.9 Jenis-jenis konfigurasi pada belt

Dalam transmisi dengan belt mempunyai beberapa keunggulan diantaranya adalah kemampuan cakupan daya yang baik sampai daya besar, memiliki ukuran yang bervariasi, mudah dalam pemasangan dan memiliki harga yang relatif murah.

2.8.1 Tarikan pada Belt

Ketika belt sedang bekerja, belt mengalami tarikan, yang paling besar terjadi pada posisi belt yang sedang melingkar pada pule penggerak. Distribusi tarikannya dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Keterangan gambar :

α = sudut kontak antara belt dengan pule

F_1 = gaya tarik pada bagian yang kencang

F_2 = gaya tarik pada bagian yang kendur

P = distribusi tarikan /
 gaya
 N = gaya normal
 r = jari-jari pule

Gambar 2.10. Distribusi tarikan atau gaya pada belt

Hubungan antara F_1 , F_2 , koefisien gesek (f) dan sudut-kontak (α) secara analitis fleksibilitas belt yang melingkar pada pule, dapat dinyatakan dengan persamaan di bawah ini (*Dobrovolsky, 1985 :204*)

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{f \cdot \alpha} = m$$

$$F_e = F_1 - F_2$$

Dimana : F_e = Gaya efektif, selisih antara F_1 dan F_2

f = koefisien gesek, nilainya dipengaruhi oleh temperatur kerja dan creep, diasumsikan konstan, secara eksperimen dapat dilihat pada Table 2.2.

m = hanya sebagai lambang saja untuk menyingkat.

F_1 = gaya tarik belt pada bagian yang kencang (besar)

F_2 = gaya tarik belt pada bagian yang kendur (kecil)

Tabel 2.2. Koefisien gesek antara belt dan pule

Type of belt	Pule material			
	Compressed paper	wood	steel	Cast iron
<u>Leather</u> :				
Tanned with vegetable compound	0.35			
	0.50	0.30	0.25	0.25
Tanned with mineral compound		0.45	0.40	0.40
<u>Cotton</u> :	0.28			
Solid woven	0.25	0.25	0.22	0.22
Stitched	0.45	0.23	0.20	0.20
<u>Woolen</u>	0.35	0.40	0.35	0.35
<u>Rubber</u>		0.32	0.30	0.30

Tabel 2.3 Diameter pulley yang dianjurkan dan diizinkan (mm)

penampang	A	B	C	D	E
Diameter min, yang diizinkan	65	115	175	300	450
Diameter min, yang dianjurkan	95	145	225	350	550

2.8.2 Putaran Pulley

Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung putaran pulley dan transmisinya, yaitu :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Keterangan :

- I = Velocity ratio
- D₁ = Diameter pulley penggerak (mm)
- D₂ = Diameter pulley yang digerakkan (mm)
- n₁ = Putaran pulley penggerak (rpm)
- n₂ = Putaran pulley yang digerakkan (rpm)

2.8.4 Kecepatan Keliling Belt

Berikut rumus yang dapat digunakan untuk perhitungan kecepatan keliling belt, yaitu :

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60 \cdot 1000}$$

Dengan keterangan :

- V = kecepatan keliling belt (m/s)
- D = diameter pulley (mm)
- n = putaran motor (rpm)

2.8.5 Faktor Tarikan (*Pull Factor*)

Pada saat beroperasi, panjang belt adalah tetap, jadi bila satu sisi dalam keadaan tegang karena tarikan, maka sisi yang lain dalam kendur namun total tarikan dari kedua sisi adalah sama. Kondisi ini, oleh Poncelet's dirumuskan : (*Dobrovolsky, 1985: 207*)

$$F_1 + F_2 = 2F_0$$

Dimana : F₀ = tarikan awal (*initial tension*), besarnya antara F₁ dan F₂

Sebenarnya, dalam kenyataan, jumlah tarikan pada saat beroperasi tidak selalu sama dengan dua tarikan awal, karena tarikan kerja akan dapat lebih besar dari dua kali tarikan awal, apalagi bila kecepatan belt itu naik, maka jumlah tarikan kerja juga akan naik. Selain itu tarikan kerja F_1 dan F_2 juga mempunyai hubungan dengan daya yang dipindahkan :

$$F_1 - F_2 = F_e$$

Bila belt bekerja tanpa beban maka dapat dikatakan, tarikan pada ujung – ujung belt sama dengan F_o . Bila kemudian diberi beban, sehingga timbul gaya keliling F_e (akibat gesekan dan akibat beban) maka tarikan akan didistribusikan, yaitu pada bagian belt yang tegang, tarikanya bertambah $0,5F_e$ dan pada bagian yang kendor akan berkurang dengan $0,5F_e$.

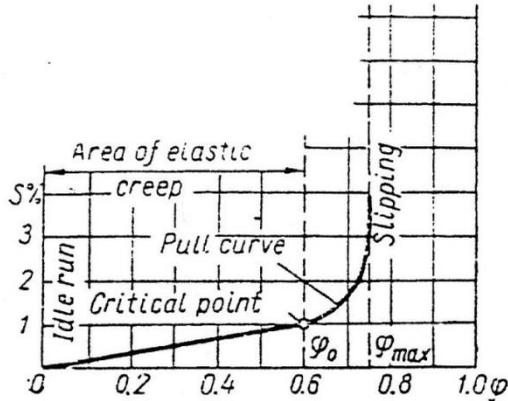
$$F_1 = F_o + 0,5 F_e \text{ dan } F_2 = F_o - 0,5 F_e$$

Perbandingan antara tarikan efektif dan jumlah tarikan awal disebut "factor tarikan" yang dilambangkan " ϕ "

$$\phi = \frac{F_e}{2F_o} = \frac{F_1 - F_2}{F_1 + F_2} = \frac{\frac{F_1}{F_2} - 1}{\frac{F_1}{F_2} + 1} = \frac{m - 1}{m + 1}$$

Dari percobaan – percobaan yang telah dilakukan, diperoleh hubungan antara factor tarikan dengan rangkakan belt, seperti terlihat pada Gambar 2.11. Titik O menggambarkan belt bekerja tanpa beban, dan bila kemudian diberi beban yang lebih besar dari F_o , maka harga ζ dan ϕ akan mengalami kenaikan yang

besarnya berbanding lurus. Bila beban terus bertambah, maka pada suatu saat akan terjadi slip, karena perubahan harga ζ dan φ tidak lagi berbanding lurus namun membentuk suatu kurva.



Gambar 2.11. Koefisien rangkakan (ζ) terhadap Faktor tarikan (φ)

Kurva dalam grafik tersebut dibedakan atas dua bagian, yaitu :

1. Bagian, dimana penambahan φ masih berbanding lurus dengan penambahan ζ , daerah ini disebut daerah kerja normal (*Area of Elastic Creep*)
2. Bagian, dimana pertambahan ζ dan φ sudah tidak berbanding lurus lagi, pada daerah ini kerja belt tidak lagi stabil, sedikit saja terjadi penambahan beban akan mengakibatkan terjadinya slip antara belt dengan pule.

Titik dimana mulai terjadinya perubahan kurva dari keadaan stabil ke keadaan tidak stabil disebut titik kritis (*Critical Point*), yaitu φ_0 .

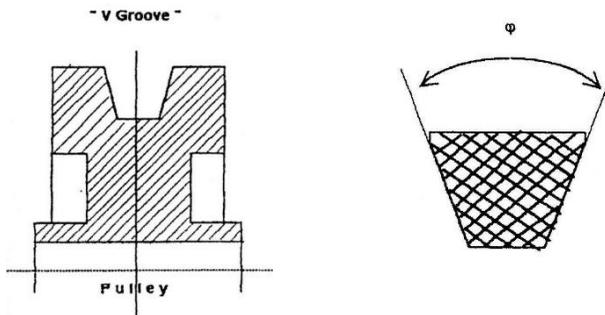
Untuk belt datar : $\phi_0 = 0,5 - 0,6$

Untuk V-belt : $\phi_0 = 0,7 - 0,9$

Semuanya rumus yang dihasilkan didepan adalah untuk belt datar, rumus-rumus tersebut dapat pula diterapkan pada V-belt, tetapi sedikit ada perubahan. Misalnya pada Rumus Euler's, koefisien gesek "f" diganti menjadi "f'" (*Dobrovolsky, 1985: 214*)

$$f' = \frac{f}{\sin(0,5\beta)}$$

Dimana : ϕ = sudut " groove-V " pada pule-nya, untuk selanjutnya diberi lambang " β "



Gambar 2.18 Bentuk penampang dan sudut groove dari pule

Rumus Euler sekarang menjadi : (*Dobrovolsky, 1985: 214*)

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{f' \cdot \alpha} = e^{\frac{f \cdot \alpha}{\sin(0,5\beta)}} = m'$$

Untuk menjaga agar tidak terjadi jepitan belt pada pulenya, maka sudut groove β mempunyai syarat, yang besarnya dapat dinyatakan :

$$\beta = 2 \tan^{-1} \cdot f$$

Misalnya : koefisien gesek, $f = 0,3$, maka : $\beta = 2 \tan^{-1} 0,3 = 34^\circ$

Untuk pule dengan bermacam – macam diameter, sudut groove ini (β) besarnya antara : $34^\circ - 40^\circ$. Dengan pembatasan tersebut, maka bila $\beta = 37^\circ$, didapat :

$$f' = \frac{f}{\sin 0,5\beta} = \frac{f}{\sin 18,5} \approx 3f$$

Dengan hasil $f' \approx 3f$ untuk $\beta = 37^\circ$, dapat diartikan bahwa dengan kondisi yang sama, maka setiap busur dari V-belt mampu memindahkan daya sebesar 3 kali kemampuan belt datar, ini adalah keuntungan utama dari V-belt. Keuntungan ini diikuti

oleh kelemahan, yaitu bertambahnya unit pressure (tekanan per satuan luas) dengan bertambahnya unit pressure ini akan menyebabkan gesekan bertambah besar sehingga lebih cepat aus.

2.8.6 Menghitung Gaya Tarik

Diantara tiga gaya yaitu : F_1 , F_2 dan F_e , biasanya yang lebih dahulu diketahui adalah F_e dengan menggunakan rumus :

$$F_e = \frac{T_1}{r_1} \quad \text{atau} \quad F_e = \frac{T_2}{r_2}$$

Tabel 2.4 Dimensi dan bahan untuk belt

	Leather	Rubber canvas	Solid-woven cotton	Woven woolen	Interstitch rubber	Woven semi-linen
Width b in mm	20-300	20-500	30-250	50-300	20-137	15-53
Thickness h in mm	Single 3-5.5 Double 7.5-10	2.5-13.5	4.5-6.5-8.5	6-9-11	1.75-2.5-3.3	1.75
UTS in kg/cm^2	200	4-10 (without layers), 370 (with layers)	350-405	300	300	500
Max elongation	10% at 100kg/cm ²	18% at rupture	20-25% at rupture	60% at rupture	16% at rupture	10% at rupture
Ratio D_{min}/h recommended	35	40	30-40	30	40	30
Allowable	25	30	25-35	25	30	25
Recommended max velocity max in m/sec	40	20-30	25	30	50	50
Specific weight in kg/dm^3	0.98	1.25-1.50	0.75-1.05	0.90-1.24	≈ 1.2	≈ 1.0
Constanta a	29	25	21	18	23	21
w (formula 3-25)	300	100	150	150	200	150
Modulus of Elastisitas, E_b in kg/cm^2	1.000-1.500	800-1.200	300-600	-	1.000-1.200	-

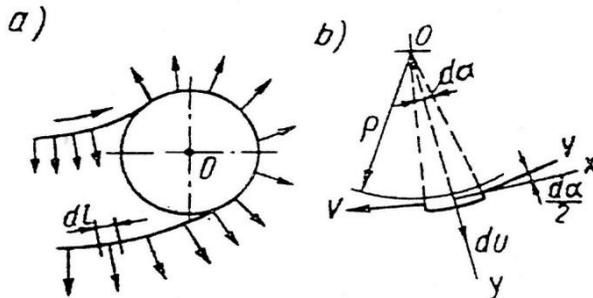
Sumber : (Dobrovolsky, 1985: 214)

2.8.7 Tarikan karena Gaya Sentrifugal

Pada saat belt beroperasi, disamping gaya F_o dan F_e juga ada gaya sentrifugal (F_g) akibat adanya massa belt dan kecepatan keliling. Besarnya tarikan pada belt akibat gaya sentrifugal dapat dinyatakan dengan persamaan : (Dobrovolsky, 1985: 209)

$$F_g = q \frac{v^2}{g}$$

Dimana : g = percepatan gravitasi bumi ($9,81 \text{ m/s}^2$)



Gambar 2.19 Gaya sentrifugal pada belt

Dapat dilihat bahwa akibat gaya sentrifugal pada belt timbul tarikan (gaya) yang besarnya tidak tergantung dari kelengkungan belt, dan besarnya sama disetiap bagian dari belt. Arahnya selalu sesuai dengan arah kelengkungan belt, serta tidak akan merubah ukuran belt karena terdapat tarikan dua arah yang sama besar dan berlawanan arah. Tarikan karena gaya sentrifugal ini juga tidak berpengaruh terhadap tekanan pada pule, hanya

berpengaruh memberikan tegangan pada penampang belt, dan dapat mempercepat kerusakan belt.

2.8.8 Tegangan-tegangan pada Belt

Tegangan yang timbul pada belt ketika belt sedang bekerja terdiri dari empat, yaitu :

1. Tegangan tarik akibat tarikan awal, σ_o
2. Tegangan akibat adanya daya yang ditransmisikan, σ_d
3. Tegangan akibat gaya sentrifugal, σ_v
4. Tegangan bending pada bagian-bagian dari belt yang melingkar pada pulle, σ_b

2.8.9 Tegangan pada belt datar

Besarnya tegangan-tegangan yang terjadi pada belt datar adalah :

1. Tegangan awal

Karena adanya gaya awal, maka timbul tegangan awal.

$$\sigma_o = \frac{F_o}{A}, \text{ dimana : } A = \text{luas penampang belt,}$$

$$= b.h \text{ (} b = \text{ lebar belt dan } h = \text{ tebal}$$

belt)

2. Tegangan karena daya

Karena adanya daya yang ditransmisikan oleh belt, maka timbul tegangan untuk mentransmisikan daya (σ_d) atau dilambangkan “ k “

$$\sigma_d = \frac{F_e}{A}$$

3. Tegangan karena gaya sentrifugal (*Dobrovolsky, 1985: 209*)

$$\sigma_v = \frac{F_g}{A} = \frac{q}{A} \times \frac{v^2}{g} = \frac{\gamma \cdot v^2}{10 \cdot g}$$

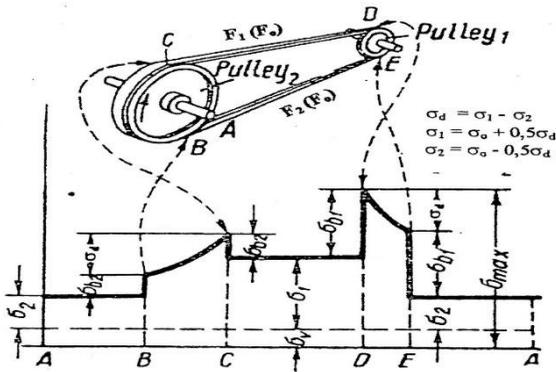
Dimana : γ = berat spesifik (specific weight), kg/dm³

4. Tegangan bending (*Dobrovolsky, 1985: 209*)

$$\sigma_b = E_b \frac{h}{D}$$

Dimana : E_b = modulus elastisitas bahan belt

D = diameter pule yang kecil



Gambar 2.20 Diagram tegangan pada bagian – bagian belt.

Tegangan maksimum (σ_{max}) terjadi pada saat belt mulai menyentuh pule penggerak (titik D pada Gambar 2.20) atau di titik awal belt memasuki pule penggerak. Besarnya tegangan maksimum merupakan penjumlahan dari ke empat tegangan- tegangan tersebut. Besarnya tegangan total dapat dirumuskan sebagai berikut : (*Dobrovolsky, 1985: 210*)

$$\sigma_{\max} = \sigma_v + \sigma_1 + \sigma_{b1} \quad \text{atau}$$

$$\sigma_{\max} = \sigma_v + \sigma_o - \frac{\sigma_d}{2} + \sigma_{b1} + \sigma_d$$

Dua persamaan tersebut dapat dipilih salah satu untuk menghitung besarnya tegangan maksimum, misalnya dipilih persamaan yang pertama.

$$\sigma_{\max} = \sigma_v + \sigma_o + \frac{\sigma_d}{2} + \sigma_{b1}$$

Tegangan Bending dipilih yang terbesar yaitu σ_b , selanjutnya diberi lambang “ σ_b “, sehingga persamaan tersebut menjadi :

$$\sigma_{\max} = \sigma_o + \frac{\sigma_d}{2} + \sigma_v + \sigma_b$$

$$\sigma_{\max} = \frac{F_o}{A} + \frac{F_e}{2.A} + \frac{\gamma.v^2}{10.g} + E_b \frac{h}{D_{\min}}$$

2.8.10 Tegangan Maksimum Belt

Pemilihan penampang belt dengan tegangan yang ditimbulkan akibat beban mula, dari pengamatan kondisi operasinya, tarikan akan mencapai titik maximum pada belt di bagian yang tegang dan hal ini akan terjadi pada titik awal belt ketika memasuki pulley penggerak, sehingga tegangan maksimum akan terjadi. Dengan demikian dapat menggunakan rumus berikut :

$$\sigma_{\max} = \sigma_0 + \frac{F}{2A} + \frac{\gamma v^2}{10.g} + Eb \frac{h}{D_{\min}}$$

Keterangan :

σ_{\max} = tegangan yang timbul pada belt (kgf/cm²)

σ_0 = tegangan awal pada belt (kgf/cm²)

γ = berat jenis (kg/dm³), g = gravitasi (9,8 m/s²)

Eb = modulus elastistas bahan belt (kgf/cm²)

h = tebal belt (mm)

D_{\min} = diameter pulley yang terkecil (mm)

2.8.11 Sudut Kontak

Pada besar sudut kontak antara pulley dan belt dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\alpha = 180 - \frac{D_2 - D_1}{a} 60^0$$

Dimana :

α = sudut kontak (°)

D_2 = diameter pulley yang digerakan (mm)

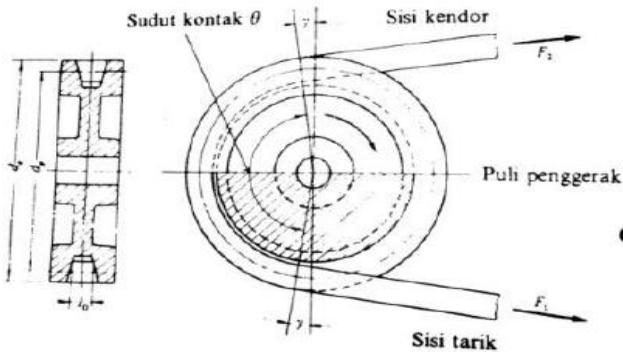
D_1 = diameter pulley penggerak (mm)

a = jarak antar poros (mm)

Tabel 2.5 Sudut kontak panjang belt

Sketch				
Arc of contact between the belt and the smaller pulley	$\alpha \approx 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{A} 60^\circ$	$\alpha \approx 180^\circ - \frac{D_2 + D_1}{A} 60^\circ$	$\alpha \approx 180^\circ + \frac{D_1}{A} 60^\circ$	$\alpha \approx 180^\circ - \frac{D_2 - D_1}{A} 60^\circ + \frac{(D_1 + D_2 - 2E)}{2A_p}$
Geometrical length of belt (disregarding tension and sag)	$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4A}$	$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 + D_1)^2}{4A}$	$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{D_2^2 + D_1^2}{4A}$	$L = (A + A_p + C) + \frac{\pi}{2}(D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{8A} + \frac{(D_2 + D_2)^2}{8A} + \frac{(D_1 + D_p)^2}{8C} - \frac{E}{2} \frac{(D_1 + D_p)}{A_p} - \frac{E}{C} \frac{(D_2 + D_p)}{2}$

(Sumber: Dobrovolsky, 1985: 232-233)



Gambar 2.21 Sudut kontak

2.8.12 Menghitung Panjang Belt

Dalam menghitung panjang belt dapat merupakan rumus berikut :

$$L = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot a}$$

Dimana :

- L = Panjang belt (mm)
- a = Jarak antar poros (mm)
- D₂ = Diameter pulley yang digerakan (mm)
- D₁ = Diameter pulley penggerak (mm)

Tabel 2.6 Dimensi V-belt

Type of belt	Cross-sectional			Design length of belt, L mm
	b mm	h mm	A mm ²	
O	10	ϕ	0,47	400; 450; 560; 630; 710; 800; 900 1000; 1120; 1250; 1400; 1600 1800; 2000; 2240; 2500
A	13	8	0,81	560; 630; 710; 800; 900; 1000; 1120 1250; 1400; 1600; 1800; 2000 2240; 2500; 2800; 3150; 3550; 4000
B	17	10,5	1,38	800; 900; 1000; 1120; 1250; 1400 1600; 1800; 2000; 2240; 2500 2800; 3150; 3550; 4000; 4500 5000; 5600; 6300
C	22	13,5	2,3	1800; 2000; 2240; 2500; 2800 3150; 3550; 4000; 4500; 5000 5600; 6300; 7100; 8000; 9000; 10.000
D	32	19	4,75	3150; 3550; 4000; 4500; 5000 5600; 6300; 7100; 8000; 9000 10.000; 11.000; 12.500; 14.000
E	38	23,5	6,95	4500; 5000; 5600; 7100 8000; 9000; 10.000; 11.200; 12.500 14.000; 16.000; 18.000
F	50	30	11,7	6300; 7100; 8000; 9000; 10.000 11.200; 12.500; 14.000; 16.000; 18.000

2.8.13 Jumlah Putaran Belt

Rumus yang digunakan untuk mengetahui jumlah putaran belt adalah sebagai berikut :

$$u = \frac{V}{L}$$

Dimana :

- U = Putaran Belt (rpm)
- V = Kecepatan keliling pulley (m/s)
- L = Panjang belt (m)

2.8.14 Umur Belt

Umur dari belt adalah salah satu faktor yang sangat penting untuk perencanaan transmisi dengan menggunakan belt. Berikut ini merupakan rumus yang digunakan untuk mengetahui berapa umur yaitu :

$$H = \frac{N_{base}}{3600 \cdot u \cdot X} \left[\frac{\sigma_{fat}}{\sigma_{max}} \right]^m$$

Keterangan :

- H = umur belt (jam)
- Nbase = basis dari tegangan kelelahan yaitu 107 cycle
- U = Jumlah putaran belt persatuan panjang
- X = Jumlah belt
- σ_{fat} = fatigue limit 90 kg/cm² untuk V-Belt dan 70 kg/cm² untuk flat belt
- σ_{max} = Tegangan yang timbul karena V-Belt (kg/cm²)
- m = Konstanta V-Belt = 8 dan Flat-Belt = 5

2.8.15 Daya dan Momen Perencanaan

Supaya hasil perencanaan aman, maka besarnya daya dan momen untuk perencanaan dinaikkan sedikit dari daya yang ditransmisikan (P), yang disebut dengan daya perencanaan atau daya desain (P_d) yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$P_d = f_c \cdot P$$

Dimana : f_c = faktor koreksi (Tabel 2.7)

Hubungan antara daya dan torsi dapat dilihat pada rumus-rumus di bawah ini :

1. Torsi satuannya kg.cm dan Daya satuannya HP
(*Dobrovolsky, 1985 : 401*)

$$T = 71.620 \frac{P}{n}$$

Dimana : T = Torsi, kg.cm

N = daya, HP

N = putaran poros, rpm

2. Torsi satuannya kgf.mm dan Daya satuannya kW
(*Sularso, 2000 : 7*)

$$T = 9,74 \cdot 10^5 \frac{P}{n}$$

Dimana : T = Torsi , kg.mm

P_d = Daya, kW

3. Torsi satuannya lbf.in dan Daya satuannya HP (*Collins Jack A, 2003 : 180*)

$$T = 63.025 \frac{P}{n}$$

Dimana : T = Torsi, lbf.in

N = Daya, HP

$$T = 63.000 \frac{P}{n} \text{ (Deutschman, 1983 : 334)}$$

3. Torsi satuannya N.m dan Daya satuannya HP

$$T = 9549 \frac{P}{n} \quad (3-54)$$

Dimana : T = torsi , N.m

N = kW

Persamaan diatas menyatakan hubungan antara torsi dan daya dengan berbagai macam satuan, bila yang diinginkan torsi-perencanaan T_d , maka daya yang dipakai adalah daya perencanaan (P_d)

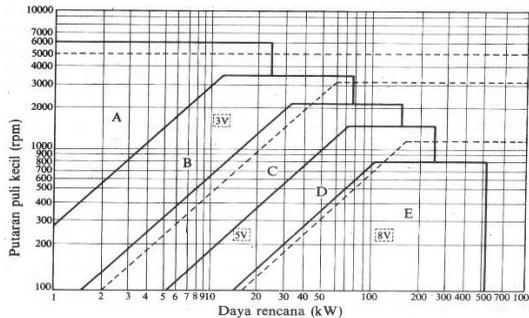
Tabel 2.7 Faktor koreksi Belt.

Mesin yg digerakkan	Penggerak					
	Momen puntir puncak 200%			Momen puntir puncak>100%		
	Motor AC(momen normal, sangkar bajing sinkron) motor arus searah (lilitan shunt)			Motor AC balik (momen tinggi, fase tunggal, lilitan seri) motor arus searah (lilitan kompon, lilitan seri), mesin torak, kopling tak tetap		
	Jumlah jam kerja per hari			Jumlah jam kerja per hari		
	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam	3-5 jam	8-10 jam	16-24 jam
<i>Variasi beban sangat kecil</i>						
Pengaduk zat cair, kipas angin, blower (sampai 7,5 kw), pompa sentrifugal, konveyor tugas ringan	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4
<i>Variasi beban kecil</i>						
Konveyor sabuk(pasir, batu bara) pengaduk, kipas angin(lebih dari 7,5 kW), mesin torak , peluncur, mesin perkakas, mesin percetakan	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
<i>Variasi beban sedang</i>						
Konveyor (ember, sekrup), pompa torak, kompresor, gilingan palu, pengocok, roots-blower, mesin tekstil, mesin kayu	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
<i>Variasi beban besar</i>						
Penghancur, gilingan bola atau batang, pengangkat, mesin pabrikkaret (rol karet, lender)	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

(Sumber : Sularso, 2004 : 165)

Belt dipilih berdasarkan daya desain (Pd) dan putaran pule yang kecil (n_{\min}), dengan menggunakan Gambar 2.22 maka jenis belt yang sesuai akan diperoleh. Cara seperti ini bukan satu-satunya cara, cara lain bisa dilakukan dengan menghitung dulu luas penampang belt (A) yang diperlukan, selanjutnya akan diketahui jenis belt (O,A, B, C, D, E atau F).

Misalnya digunakan cara pertama yaitu dengan menggunakan Gambar 2.22 , maka setelah diperoleh jenis beltnya, tulis data-data belt tersebut, misalnya lebar (b), tebal (h) dan luas (A), data data ini akan dipakai untuk perhitungan selanjutnya. Panjang belt belum bisa dihitung, karena harus menunggu perhitungan / pemilihan diameter pule.

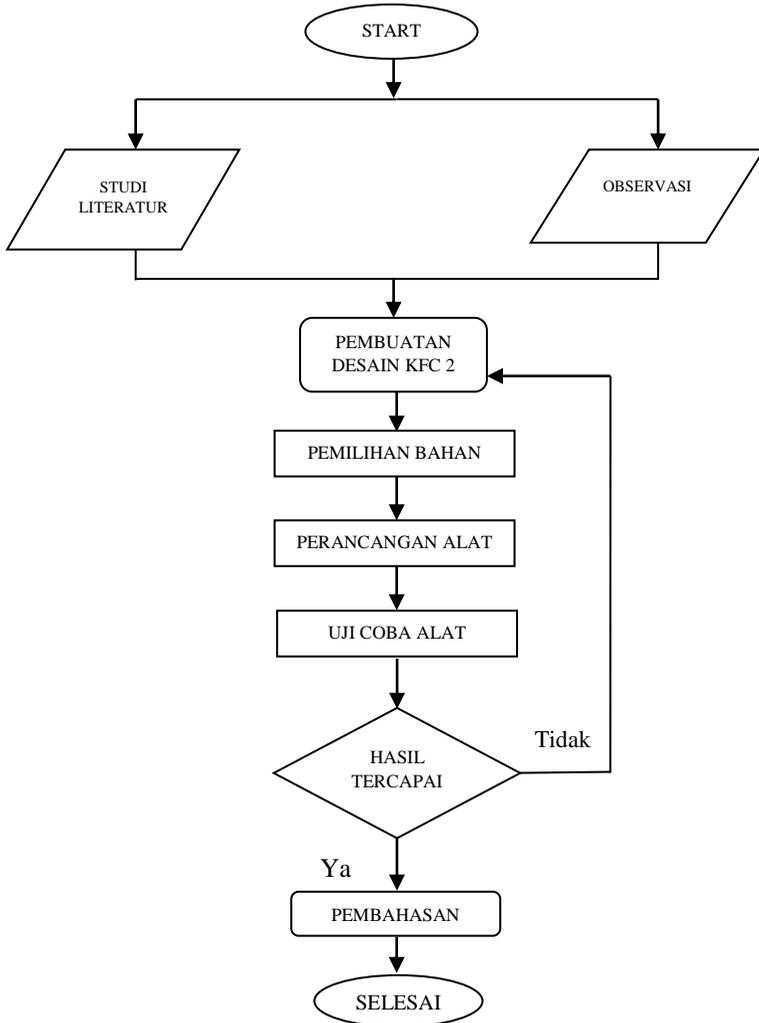


Gbr. 5.3 Diagram pemilihan sabuk-V.

Gambar 2.22 Diagram pemilihan V-belt

BAB III METODOLOGI

3.1 Diagram Alir Perencanaan



Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan

Dibawah ini merupakan beberapa metode penelitian pada proses pengerjaan mesin ini, antara lain meliputi :

1. Studi Literatur: Pada studi literatur meliputi mencari dan mempelajari bahan pustaka untuk mencari informasi mengenai alat yang telah dibuat atau direncanakan terdahulu melalui buku-buku di perpustakaan, jurnal-jurnal penelitian dan melalui internet dimana tujuan dari metode ini adalah pengetahuan mengenai komponen - komponen apa saja yang digunakan pada mesin dan agar perencanaan alat yang dibuat dapat memiliki kelebihan dan juga ada pengembangan dari generasi sebelumnya, supaya penggunaannya lebih maksimal bagi pengguna alat..

2. Observasi : Observasi merupakan tahap yang bertujuan melakukan survei alat-alat sebelum uji coba, sejauh mana kelayakan dan keselamatan dari alat tersebut serta mengambil data percobaan alat yang telah dilakukan

3. Pembuatan Desain Alat : Gambar sket mesin sangat diperlukan penggambaran bentuk mesin tersebut. Karena dengan gambar sket mesin dapat mempermudah dalam proses pembangunan mesin dan pembuatan mekanisme sistem pengadukan dalam mesin tersebut.

4. Pemilihan bahan : agar kita dapat menentukan jenis bahan apa saja yang cocok untuk digunakan sebagai komponen dari kinetic flywheel conversion ini yang ditinjau dari beberapa aspek seperti dari segi kekuatan, keuletan, dan kualitas bahan yang bagus.

5. Perancangan Alat : Perancangan alat dilakukan setelah memperoleh desain dan bahan yang dibutuhkan, perancangan dilakukan dalam waktu kurang lebih 2 bulan.

6. Pengujian Alat : Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui seberapa tahan/tangguh alat tersebut untuk dioperasikan sehingga kita dapat mengetahui mana yang sekiranya kurang cocok dan semisal ada kendala kita dapat mengganti bahan atau komponen pada alat tersebut agar seperti yang kita harapkan, yaitu mendapat hasil outputan lebih baik dari alat yang sebelumnya (KFC 1).

6. **Pembahasan** : Pada bab pembahasan ini dilakukan pembahasan tentang mesin dan perhitungan secara detail.

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Tempat dan waktu dilaksanakannya kerja praktek yaitu:

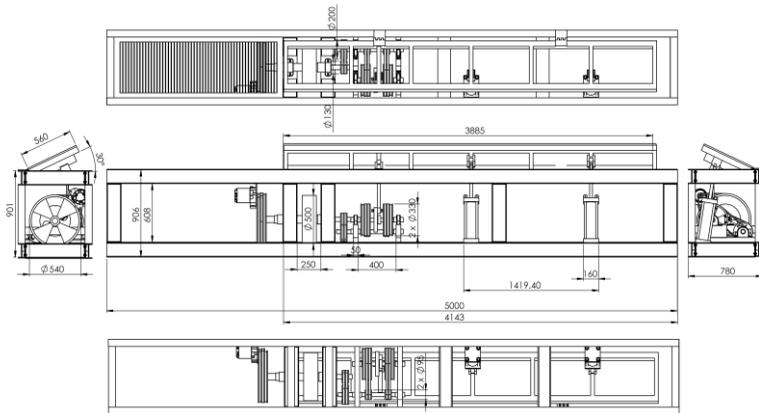
- Tempat: PT. PERTAMINA Supply & Distribution Region III Terminal BBM Surabaya Group. Jalan Perak Barat No.277 Surabaya
- Waktu: 10 Februari - 20 Mei 2018 / Senin-Kamis (Pukul 08.00-14.00)

Tabel 3.1 Tahap kegiatan penelitian

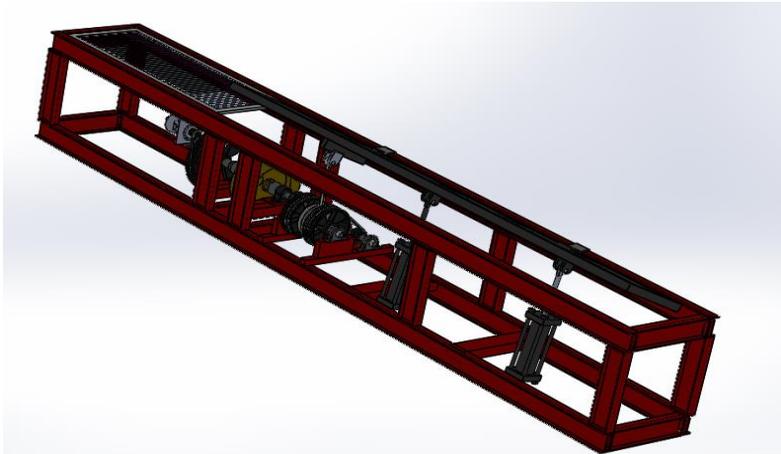
TAHAP KEGIATAN	Feb 2018				Maret 2018				April 2018				Mei 2018			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Pengenalan Alat	Rencana Kerja															
	Realisasi															
Pengukuran Dimensi Alat					Rencana Kerja											
					Realisasi											
Pengambilan Data RPM									Rencana Kerja							
											Realisasi					
Pengambilan Data Elektrik													Rencana Kerja			
													Realisasi			
Evaluasi dan himbauan perusahaan	Rencana Kerja															
	Realisasi															

Keterangan  Rencana Kerja  Realisasi

3.3 Desain KFC 2



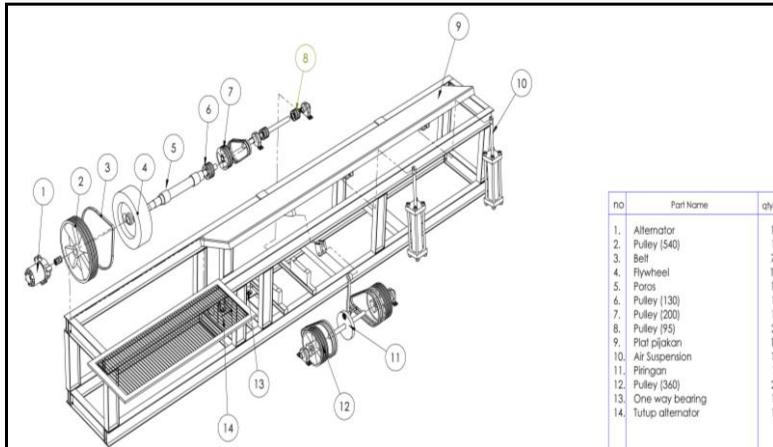
Gambar 3.2 KFC 2 2D



Gambar 3.3 KFC 2 3D

3.4 Komponen KFC 2

Komponen komponen dari alat KFC 2 yang terdiri dari sistem transmisi, flywheel dan alternator dijabarkan dengan gambar sebagai berikut.



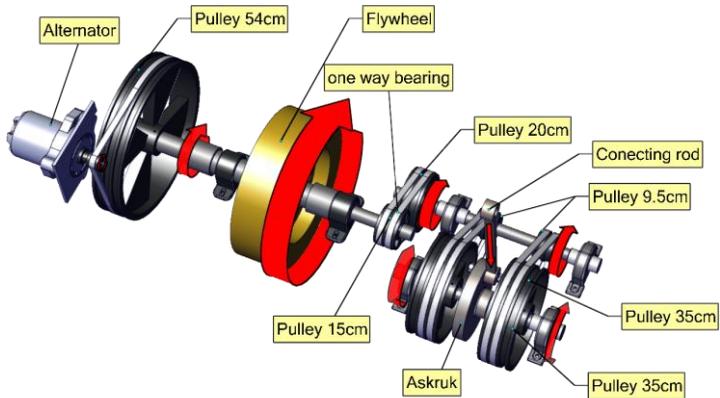
Gambar 3.4 Bagian-bagian KFC 2

Keterangan :

1. Alternator
2. Pulley (54cm)
3. Belt
4. Flywheel
5. Poros
6. pulley (15cm)
7. pulley (20cm)
8. pulley (9,5cm)
9. Plat pijakan
10. Air suspension
11. Askruk
12. Pulley (36cm)
13. One way bearing
14. Tutup Alternator

3.5 Prinsip kerja alat

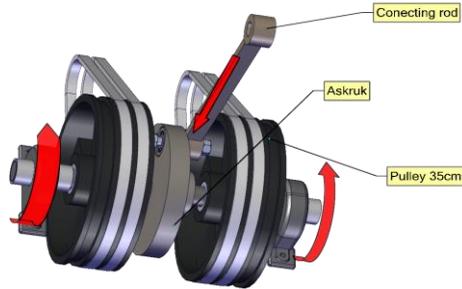
KFC 2 adalah suatu alat yang memanfaatkan energy potensial pada pijakan mobil tangki pertamina yang melewati KFC dengan kecepatan maksimal 10 km/jam. Sehingga askruk akan bergerak dan memutar sistem transmisi berupa belt dan pulley, lalu keluaran putaran dari sistem transmisi tersebut digunakan untuk memutar poros yang terhubung dengan flywheel. Dan diteruskan untuk memutar alternator. Dari alternator tersebut menghasilkan arus listrik bolak-balik (AC) yang kemudian diubah menggunakan inverter menjadi arus listrik searah (DC) lalu kemudian disimpan ke accumulator (baterai) dan digunakan untuk penerangan lampu di area terminal bahan bakar pertamina.



Gambar 3.5 Sistem Transmisi KFC 2

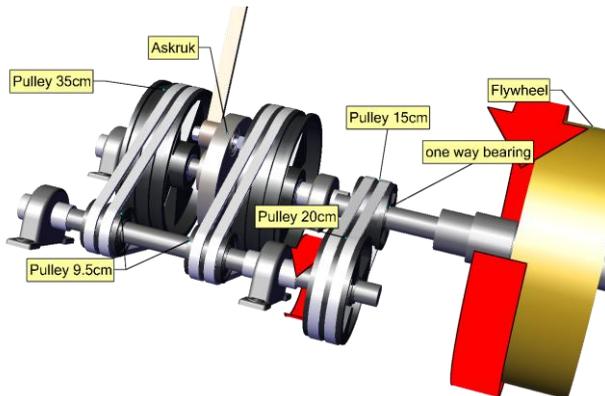
Tahap tahap cara kerja dari KFC 2 dari energi potensial truck tangki pertamina menjadi energy listrik dijelaskan sebagai berikut.

1. Askruk berputar akibat tekanan dari conecting rod yang terhubung dengan pelat pijakan yang dilalui truck tangki dan ikut memutar pulley 35cm yang terhubung 1 poros dengan askruk sejauh 90°



Gambar 3.6 Cara Kerja KFC 2 (1)

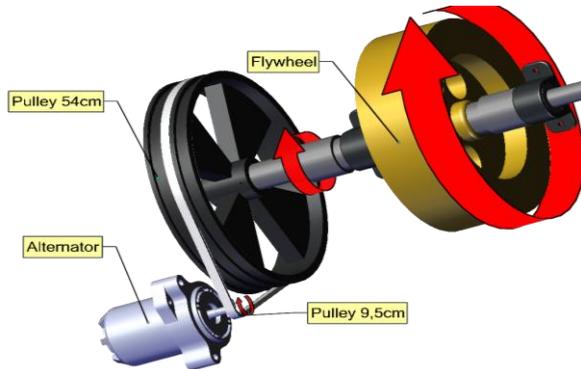
2. Setelah pulley 35cm berputar, putaran selanjutnya akan diteruskan ke pulley 9,5cm yang berada tepat di belakangnya, pulley tersebut terhubung satu poros dengan pulley 20cm yang kemudian memutar pulley 15cm yang juga terpasang bearing one way di dalamnya. Dalam hal ini flywheel ikut berputar dan mempertahankan putaran



Gambar 3.7 Cara Kerja KFC 2 (2)

3. Putaran yang diterima oleh pulley 15cm tersebut diteruskan ke flywheel untuk dipertahankan. Lalu putaran

dari flywheel tersebut akan diteruskan oleh pulley 54cm yang terhubung satu poros dengan flywheel. Putaran pulley 54cm tersebut menggerakkan pulley 9,5cm yang langsung terhubung dengan alternator



Gambar 3.8 Cara Kerja KFC 2 (3)

4. Terakhir, dari alternator tersebut menghasilkan arus listrik bolak-balik (AC) yang kemudian diubah menggunakan inverter menjadi arus listrik searah (DC) lalu kemudian disimpan ke accumulator (baterai) setelah baterai terisi penuh baru nanti mampu untuk digunakan untuk penerangan lampu di area terminal bahan bakar Pertamina.

dari survei maka bisa dihitung daya input output, torsi, jenis belt, panjang belt, gaya gaya pada belt, umur belt dan efisiensi alat.

4.2 Kondisi Alat Dilapangan

Alat KFC 2 diimplementasikan dan di pasang di areal pengisian tangki bbm dengan tujuan penerangan di rest area daerah pengisian BBM. Jumlah armada Mobil Tangki per September 205 Armada dengan rutinitas pengisian 2-3 kali sehari dengan operasional 24 jam.



Gambar 4.2 Lokasi Alat

Proses perbaikan dari alat sebelumnya KFC 1 dilakukan selama dua bulan dan proses perbaikan dilakukan dengan penambahan sistem transmisi belt dan pulley agar putaran yang diterima oleh alternator bertambah sehingga menghasilkan tegangan dan arus yang lebih tinggi dari sebelumnya, serta efisiensi alat juga meningkat.



Gambar 4.3 Alat Sebelum Dilakukan Perbaikan



Gambar 4.4 Proses Perbaikan Alat

Setelah mengalami perbaikan dan penyempurnaan di bagian sistem transmisi maka gambar alat dari jarak dekat dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 4.5 Penampang Luar Alat

Adapun bagian dalam KFC 2 yang ditanam di dalam tanah berupa sistem transmisi belt dan pulley serta komponen lainnya yang berada tepat dibawah pelat pijakan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 4.6 Sistem Transmisi Alat

Alternator dan flywheel yang juga berada dibawah pelat pijakan dapat dilihat di gambar berikut ini.

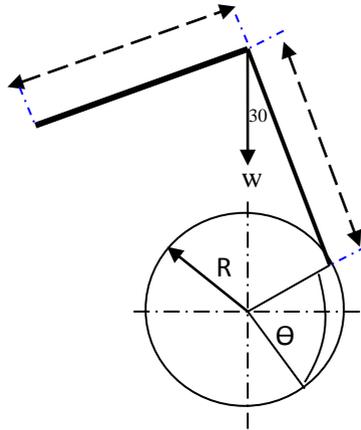


Gambar 4.7 Alternator dan Flywheel



Gambar 4.8 Pengujian alat

4.3 Perhitungan Torsi pada Askruk



Gambar 4.9 Free Body Diagram

Diketahui :

$m : 8.510 \text{ kg}$

$\alpha : 30^\circ$

$r : 0,1 \text{ m}$

$$\begin{aligned} W &= m \times g \\ &= 8.510 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 = 83.398 \text{ N} \\ &= \frac{1}{3} \times 83.398 = 27.799,33 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= W \times \text{Cos } 30^\circ \\ &= 27.799,33 \text{ N} \times 0,866 \\ &= 24074,22 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T &= F \times r && (4-1) \\ &= 13.899,67 \times 0,10 \end{aligned}$$

- = 2407,42 Nm
- = 245,40 Kgf.m
- = 21299,77 Ibf.in

4.4 Daya yang Dihasilkan Berdasarkan Putaran Alternator di Lapangan

Hasil percobaan mobil tangki kapasitas 24kl yang melewati pijakan diukur menggunakan tachometer untuk rpm, pengukuran dilakukan di pulley tempat alternator berputar tegangan dan arus dapat dipantau di ruang panel elektrik yang berjarak sekitar 150 meter dari lokasi alat. Maka diperoleh data lama waktu putaran alternator, rpm, tegangan dan arus, sedangkan daya diperoleh dari hasil perkalian antara tegangan dan arus.



Gambar 4.10 Pengujian Menggunakan Tachometer

Dengan bantuan pegawai yang bertugas mengawasi ruang elektrik maka data tegangan dan arus dapat dilihat di display monitor pada panel elektrik tersebut.



Gambar 4.11 Panel Indikator Elektrik

Tabel 4.1 Hasil percobaan KFC 2 dilewati mobil tangki 24KL

percobaan	Waktu putar (t)	Putaran alternator (rpm)	Tegangan (v)	Arus (A)	Daya output V.I (Watt)
1	10	160	12.7	3.8	48.26
2	13	186	13	3.9	50.70
3	12	167	12.6	3.8	47.88
4	12	170	12.3	3.7	45.51
5	12	179	12.8	3.7	47.36
Rata rata	11.8	172.4	12.68	3.78	47.94

Dari data putaran yang terjadi di alternator pada tabel 4.1 maka dapat ditentukan putaran pulley 35cm yang berada di awal sistem transmisi kfc 2 tersebut, tujuan menemukan putaran pada

pulley tersebut adalah untuk mengetahui besarnya daya yang dihasilkan oleh mobil tangki ukuran 24kl (daya input) dengan torsi yang telah diketahui di perhitungan (4-1).

Diketahui :

$d_{al} = 9,5 \text{ cm}$	$n_{al} = 172,4 \text{ rpm}$
$d_{54} = 54 \text{ cm}$	$n_{20} = n_{9,5}$
$d_{15} = 15 \text{ cm}$	$n_{15} = n_{54}$
$d_{20} = 20 \text{ cm}$	
$d_{9,5} = 9,5 \text{ cm}$	
$d_{35} = 35 \text{ cm}$	

Ditanya : n_{35}

$$\frac{d_{al}}{d_{54}} = \frac{n_{54}}{n_{al}}$$

$$\frac{9,5}{54} = \frac{n_{54}}{172,4}$$

$$n_{54} = \frac{9,5 \times 172,4}{54}$$

$$n_{54} = 30,33 \text{ rpm} \tag{4-2}$$

$$\frac{d_{15}}{d_{20}} = \frac{n_{20}}{n_{15}}$$

$$\frac{15}{20} = \frac{n_{20}}{30,33}$$

$$n_{20} = \frac{15 \times 30,33}{20}$$

$$n_{20} = 22,75 \text{ rpm} \tag{4-3}$$

$$n_{35} = \frac{d_{9,5} \times n_{9,5}}{d_{35}}$$

$$n_{35} = \frac{9,5 \times 22,75}{35}$$

$$n_{35} = 6,17 \text{ rpm} \quad (4-4)$$

Data yang lain dihitung dengan cara yang sama, hasilnya dapat dilihat di tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Putaran Alternator dan Putaran Pulley 35

Tipe mobil tangki	Percobaan	Putaran alternator (rpm)	Putaran pulley 35 (rpm)
24 kl	1	160	5,73
	2	186	6,66
	3	167	5,98
	4	170	6,09
	5	179	6,41
Rata rata		172	6,17

Dari putaran rata rata alternator sebesar 172 rpm didapatkan juga putaran rata rata pada pulley 35 sebesar 6,17 rpm. Maka, daya yang dihasilkan dari mobil tangki 24kl pada setiap baris ban adalah sebagai berikut :

$$T = 63.025 \times \frac{P}{n} \quad (4-5)$$

$$P = \frac{T \times n}{63.025}$$

$$P = \frac{21.299,77 \text{ lbf. in} \times 6,17 \text{ rpm}}{63.025}$$

$$P = 2,09 \text{ HP}$$

$$P = 1558,51 \text{ Watt}$$

Dari perhitungan (4-5) maka daya yang terjadi (daya input) pada 5 kali percobaan mobil tangki 24kl dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut.

Tabel 4.3 Daya input

Tipe mobil tangki	Percobaan	Putaran pulley 35 (rpm)	Daya output (watt)	Daya input (watt)
24 kl	1	5,73	48.26	1443,97
	2	6,66	50.70	1678,67
	3	5,98	47.88	1507,18
	4	6,09	45.51	1534,27
	5	6,41	47.36	1615,49

4.5 Efisiensi alat

Efisiensi alat KFC 2 dapat dihitung berdasarkan data yang telah dikumpulkan diatas. Mengacu pada percobaan 1 maka perhitunganya adalah

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad (4-6)$$

$$\eta = \frac{48,26}{1443,9701} \times 100\%$$

$$\eta = 3,3422\%$$

Dengan cara yang sama seperti perhitungan (4-6) maka didapat data efisiensi alat sesuai dengan tabel 4.4 sebagai berikut.

Tabel 4.4 efisiensi alat

Percobaan	Putaran alternator (rpm)	Daya input (watt)	Daya output (watt)	efisiensi (%)
1	160	1444,02	48,26	3,34
2	186	1678,67	50,70	3,02

3	167	1507,17	47,88	3,18
4	170	1534,26	45,51	2,97
5	179	1615,49	47,36	2,93
Rata rata				3,09

Jadi efisiensi rata-rata alat tersebut adalah 3,09%

4.6 Perencanaan Belt Pertama

Perencanaan belt yang dilakukan adalah belt yang menghubungkan pulley 35 dan 9,5 (sistem transmisi yang pertama), dengan keadaan dimana diameter pulley telah diketahui saat pengambilan data lapangan dan data putaran pulley 35 yang digunakan pada tabel 4.4 adalah yang terbesar. Perencanaan belt meliputi pemilihan belt, panjang belt, gaya gaya yang bekerja pada belt, dan umur belt

4.6.1 Pemilihan Belt

V-belt yang akan dipakai maka diperlukan daya perencanaan (P_d) dan putaran pulley 9,5 (n_2) adalah :

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui : } P &= 1,56 \text{ KW} && (4-5) \\
 d_1 &= 35 \text{ cm} && (d_{35}) \\
 d_2 &= 9,5 \text{ cm} && (d_{9,5}) \\
 n_1 &= 6,66 \text{ rpm} && (\text{Tabel 4.4})
 \end{aligned}$$

Untuk mencari putaran pada pulley kecil (n_2) sehingga hasilnya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \frac{n_1}{n_2} &= \frac{d_2}{d_1} \\
 n_2 &= \frac{n_1 \times d_1}{d_2}
 \end{aligned}$$

$$n_2 = \frac{6,66 \text{ rpm} \times 35 \text{ cm}}{9,5 \text{ cm}}$$

$$n_2 = 24,54 \text{ rpm}$$

Selanjutnya, untuk menentukan Daya rencana (P_d) sesuai tabel 2.6 maka, factor koreksi (f_c) dapat ditentukan dengan nilai 1,7.

$$P_d = f_c \times P \quad (4-7)$$

$$P_d = 1,7 \times 1,56 \text{ KW}$$

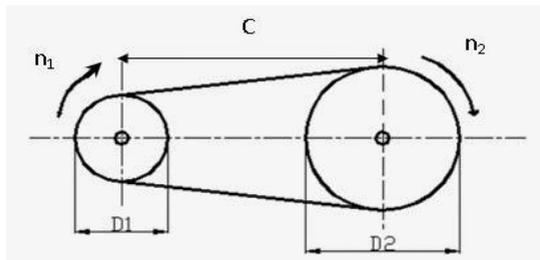
$$P_d = 2,65 \text{ KW}$$

Dari perhitungan (4-7) maka diperoleh daya rencana (P_d) sebesar 2,65 KW dan putaran pada pulley 9,5 (n_2) sebesar 24,54 rpm maka sesuai gambar 2.22 , diperoleh

- V-belt tipe C.
- Lebar (b) = 22 mm
- Tinggi (h) = 13,5 mm
- Luas (A) = 2,3 cm²

4.6.2 Panjang belt

Panjang belt yang dibutuhkan untuk menghubungkan dua pulley dengan jarak antar kedua pulley 530mm adalah :



Gambar 4.12 panjang belt

$$\begin{aligned}
L &= 2.C + \frac{\pi}{2} (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4.C} \\
&= 2.530 + \frac{3,14}{2} (350 + 95) + \frac{(350 - 95)^2}{4.342} \\
&= 684 + 699 + 47,53 \\
&= 1806,50 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Belt yang tersedia dipasaran L = 1800 mm

4.6.3 Gaya yang Bekerja pada Belt

Untuk menghitung besarnya gaya yang bekerja maka perlu untuk mengetahui sudut kontak pulley dengan belt menggunakan rumus yaitu :

Keterangan :

$$d_2 = 350 \text{ mm} \quad (d_{35})$$

$$d_1 = 95 \text{ mm} \quad (d_{9,5})$$

$$a/C = 342 \text{ mm}$$

Didapatkan :

$$\alpha = 180 - \frac{D_2 - D_1}{a} 60^0 \quad (4-8)$$

$$= 180 - \frac{350 - 95}{342} 60^0$$

$$= 180 - 45$$

$$= 135^0$$

Dengan diketahui : $\alpha = 135^0$

$$= 2,356 \text{ rad}$$

$$T_1 = 2407,42 \text{ Nm} \quad (\text{perhitungan 4-1})$$

$$r_1 = 0,175 \text{ m} \quad (0,5.d_{35})$$

$$f = 0,30 \quad (\text{tabel 2.2})$$

bahan belt rubber dan pulley adalah cast iron. Untuk v-belt koefisien gesek “f” diubah menjadi “f’” sementara nilai β adalah $34^\circ - 40^\circ$ (dobrovolsky, 1985:214).

$$f' = \frac{f}{\sin(0,5\beta)} \quad (4-9)$$

$$f' = \frac{0,30}{\sin(20)}$$

$$f' = 0,88$$

Maka:

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\alpha \cdot f}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{2,356 \cdot 0,88}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{2,07}$$

$$F_1 = 7,92 \times F_2$$

$$F_e = \frac{T_1}{r_1}$$

$$F_e = \frac{2407,42 \text{ Nm}}{0,175 \text{ m}}$$

$$F_e = 13.756,686 \text{ N}$$

$$F_e = 1402,792 \text{ kgf} \quad (4-10)$$

$$F_e = F_1 - F_2$$

$$F_e = 7,92.F_2 - F_2$$

$$1402,792 \text{ kgf} = 6,92.F_2$$

$$F_2 = \frac{1402,792 \text{ kgf}}{6,92}$$

$$F_2 = 202,72 \text{ kgf}$$

$$F_e = F_1 - F_2$$

$$F_1 = F_e + F_2$$

$$F_1 = 1402,792 \text{ kgf} + 202,72 \text{ kgf}$$

$$F_1 = 1605,51 \text{ kgf}$$

4.6.4 Umur Belt

Untuk dapat mengetahui umur belt, maka diperlukan tegangan maksimum pada belt dan kecepatan linier belt, untuk tegangan maksimal dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

Untuk menentukan umur diperlukan kecepatan belt ketika ban pertama mobil tangki yang melewati pijakan menyebabkan pulley 35 berputar sejauh 90° atau $\Theta = 1,57$ radian dan memerlukan waktu 2 detik untuk berputar sejauh Θ . Sehingga didapatkan kecepatan belt berdasarkan pulley 35cm sebagai berikut.

$$v = \omega \times r$$

$$= \frac{\Theta}{t} \times r$$

$$= \frac{1,57 \text{ rad}}{2 \text{ detik}} \times \frac{0,35 \text{ m}}{2}$$

$$= 0,14 \text{ m/s}$$

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \frac{F_e}{2.A} + \frac{\gamma.v^2}{10.g} + Eb \frac{h}{D_{min}} \quad (4-11)$$

Keterangan :

σ_0 : Tegangan awal V-Belt (12 kgf/cm²)

γ : Berat Spesifikasi untuk bahan belt “ rubber”

1,25 s/d 1,5 Kg/dm³ (tabel 2.4)

Eb : Modulus elastisitas “rubber” 40 kgf/cm²

$$\sigma_{max} = \frac{12 \text{ kgf}}{\text{cm}^2} + \frac{1402,79 \text{ kgf}}{2.4.2,3 \text{ cm}^2} + \frac{1,3 \text{ kg/dm}^3 \cdot (0,14 \text{ m/s})^2}{10,9,8 \text{ m/s}^2} + 40 \frac{13,5 \text{ mm}}{95 \text{ mm}}$$

$$\sigma_{max} = 12 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 76,24 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 0,00026 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 5,68 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{max} = 93,92 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Maka, umur belt dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$H = \frac{N_{base}}{3600.u.X} \left(\frac{\sigma_{fat}}{\sigma_{max}} \right)^m \quad (4-12)$$

Keterangan :

H = umur belt

N_{base} = basis dari fatigue test

σ_{fat} = fatigue limit, untuk v-belt $\sigma_{fat} = 90 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

σ_{max} = tegangan maksimum yang timbul

u = jumlah putaran per detik atau sama dengan (v/L)

X = jumlah pulley yang berputar

$$H = \frac{10^7}{3600 \cdot \frac{0,14 \text{ m/s}}{1,8 \text{ m}} \cdot 2} \left(\frac{90 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{93,92 \text{ kgf/cm}^2} \right)^8$$

$$H = 12696,60 \text{ jam}$$

4.7 Perencanaan Belt kedua

Perencanaan belt yang dilakukan adalah belt yang menghubungkan pulley 20 (terhubung satu poros dengan pulley 9,5) dan pulley 15 atau sistem transmisi yang kedua, dengan keadaan dimana diameter pulley dan jarak kedua pulley telah diketahui saat pengambilan data dilapangan. Perencanaan belt meliputi pemilihan belt, panjang belt, gaya gaya yang bekerja pada belt, dan umur belt

4.7.1 Pemilihan Belt

V-belt yang akan dipakai maka diperlukan daya perencanaan (P_d) dan putaran pulley 15 (n_2) dengan kondisi $n_{15} = n_2$ maka.

Diketahui : $P = 1,56 \text{ KW}$ (perhitungan 4-5)

$P = 2,25 \text{ HP}$

$P_d = 2,65 \text{ KW}$ (perhitungan 4-7)

$d_1 = 20 \text{ cm}$

$d_2 = 15 \text{ cm}$

$n_1 = 21,11 \text{ rpm}$ (perhitungan 4-3)

$n_2 = 28,15 \text{ rpm}$ (perhitungan 4-2)

Dari data yang diketahui diatas maka diperoleh daya rencana (P_d) sebesar $2,65 \text{ KW}$ dan putaran pada pulley 15 (n_2) sebesar $28,15 \text{ rpm}$ maka sesuai gambar 2.22 , diperoleh

- V-belt tipe C.
- Lebar (b) = 22 mm
- Tinggi (h) = 13,5 mm
- Luas (A) = $2,3 \text{ cm}^2$

4.7.2 Panjang belt

Panjang belt yang dibutuhkan untuk menghubungkan dua pulley dengan jarak antar 2 pulley (C) adalah 625 mm :

$$\begin{aligned}
L &= 2.C + \frac{\pi}{2} (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4.C} \\
&= 2.625 + \frac{3,14}{2} (200 + 150) + \frac{(200 - 150)^2}{4.225} \\
&= 450 + 549,5 + 2,8 \\
&= 1802,30 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Belt yang tersedia dipasaran adalah 1800

4.7.3 Gaya yang Bekerja pada Belt

Untuk menghitung besarnya gaya yang bekerja maka perlu untuk mengetahui sudut kontak pulley dengan belt.

Keterangan :

$$d_2 = 150 \text{ mm} \quad (d_{15})$$

$$d_1 = 200 \text{ mm} \quad (d_{20})$$

$$a/C = 225 \text{ mm}$$

Dengan rumus (4-8) Didapatkan :

$$\alpha = 166,70^\circ$$

Lalu, torsi yang dihasilkan adalah

$$T = 63.025 \times \frac{P}{n}$$

$$T = 63.025 \times \frac{2,25 \text{ HP}}{22,73}$$

$$T = 6238,73 \text{ lbf. in}$$

$$T = 71877,94 \text{ kgf. mm} \quad (4-13)$$

Dengan diketahui : $\alpha = 166,70^\circ$

$$= 2,91 \text{ rad}$$

$$T_1 = 71877,94 \text{ kgf} \cdot \text{mm} \quad (\text{perhitungan 4-13})$$

$$r_1 = 100 \text{ mm} \quad (0,5.d_{20})$$

$$f = 0,30 \quad (\text{table 2-2})$$

Dengan perhitungan (4-9) maka ditemukan $f' = 0,88$

Maka:

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\alpha \cdot f}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{2,91 \cdot 0,88}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{2,56}$$

$$F_1 = 12,94 \times F_2$$

$$F_e = \frac{T_1}{r_1}$$

$$F_e = \frac{71877,94 \text{ kgf} \cdot \text{mm}}{100 \text{ mm}}$$

$$F_e = 718,79 \text{ kgf}$$

$$F_e = F_1 - F_2$$

$$F_e = 12,94 \cdot F_2 - F_2$$

$$718,79 \text{ kgf} = 11,94 \cdot F_2$$

$$F_2 = \frac{718,79 \text{ kgf}}{11,94}$$

$$F_2 = 60,20 \text{ kgf}$$

$$F_e = F_1 - F_2$$

$$F_1 = F_e + F_2$$

$$F_1 = 718,79 \text{ kgf} + 60,20 \text{ kgf}$$

$$F_1 = 778,99 \text{ kgf}$$

4.7.4 Umur Belt

Untuk dapat mengetahui umur belt, maka diperlukan tegangan maksimum pada belt dan kecepatan linier belt, untuk tegangan maksimal dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

Kecepatan linier belt yang menggabungkan pulley 20 dan 15 dapat dihitung dengan rumus kecepatan linier sebagai berikut.

$$v = \frac{\pi \cdot n \cdot d}{60 \cdot 1000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 22,73 \text{ rpm} \cdot 200 \text{ mm}}{60 \cdot 1000} = 0,24 \text{ m/s}$$

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \frac{F_e}{2 \cdot A} + \frac{\gamma \cdot v^2}{10 \cdot g} + Eb \frac{h}{D_{min}}$$

Keterangan :

σ_0 : Tegangan awal V-Belt (12 kgf/cm²)

γ : Berat Spesifikasi untuk bahan belt “ rubber”
1,25 s/d 1,5 Kg/dm³ (table 2.4)

Eb : Modulus elastisitas “rubber” 40 kgf/cm²

$$\sigma_{max} = \frac{12 \text{ kgf}}{\text{cm}^2} + \frac{718,79 \text{ kgf}}{2.2.2,3 \text{ cm}^2} + \frac{1,5 \text{ kg/dm}^3 \cdot (0,24 \text{ m/s})^2}{10.9,8 \text{ m/s}^2} + 40 \frac{13,5 \text{ mm}}{150 \text{ mm}}$$

$$\sigma_{max} = 12 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 78,13 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 0,00074 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 3,6 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{max} = 93,73 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Maka, umur belt dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$H = \frac{N_{base}}{3600 \cdot u \cdot X} \left(\frac{\sigma_{fat}}{\sigma_{max}} \right)^m$$

Keterangan :

H = umur belt

N_{base} = basis dari fatigue test

σ_{fat} = fatigue limit, untuk v-belt $\sigma_{fat} = 90 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

σ_{max} = tegangan maksimum yang timbul

u = jumlah putaran per detik atau sama dengan (v/L)

X = jumlah pulley yang berputar

$$H = \frac{10^7}{3600 \cdot \frac{0,24 \text{ m/s}}{1,8 \text{ m}} \cdot 2} \left(\frac{90 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}{93,73 \text{ kgf/cm}^2} \right)^8$$

$$H = 7527,31 \text{ jam}$$

4.8 Perencanaan Belt ketiga

Perencanaan belt yang dilakukan adalah belt yang menghubungkan pulley 54 (terhubung satu poros dengan pulley 15) dan pulley 15 atau sistem transmisi yang ketiga, dengan keadaan dimana diameter pulley dan jarak kedua pulley telah

diketahui saat pengambilan data dilapangan. Perencanaan belt meliputi pemilihan belt, panjang belt, gaya gaya yang bekerja pada belt, dan umur belt

4.8.1 Pemilihan Belt

V-belt yang akan dipakai maka diperlukan daya perencanaan (P_d) dan putaran pulley 9,5 / pulley alternator (n_2) dari perhitungan (4-2). $n_{54} = n_{15}$ telah ditemukan :

Diketahui : $P = 1,68 \text{ KW}$
 $P = 2,25 \text{ HP}$
 $P_d = 2,82 \text{ KW}$
 $d_1 = 54 \text{ cm}$
 $d_2 = 9,5 \text{ cm}$
 $n_1 = 28,15 \text{ rpm}$
 $n_2 = 160 \text{ rpm}$

Dari data yang diketahui diatas maka diperoleh daya rencana (P_d) sebesar $2,82 \text{ KW}$ dan putaran pada pulley 9,5 (n_2) sebesar 160 rpm maka sesuai gambar 2.22 , diperoleh

- V-belt tipe C.
- Lebar (b) = 22 mm
- Tinggi (h) = 13,5 mm
- Luas (A) = 2,3 cm²

4.8.2 Panjang belt

Panjang belt yang dibutuhkan untuk menghubungkan dua pulley dengan jarak antar 2 pulley (C) adalah 363,96 mm :

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4.C}$$

$$= 2.362,96 + \frac{3,14}{2} (95 + 540) + \frac{(540 - 95)^2}{4.362,96}$$

$$= 725,92 + 996,95 + 136,4$$

$$= 1859,27 \text{ mm}$$

Belt yang tersedia dipasaran adalah 1800

4.8.3 Gaya yang Bekerja pada Belt

Untuk menghitung besarnya gaya yang bekerja maka perlu untuk mengetahui sudut kontak pulley dengan belt menggunakan rumus yaitu :

Keterangan :

$$d_2 = 95 \text{ mm}$$

$$d_1 = 540 \text{ mm}$$

$$a/C = 363,96 \text{ mm}$$

Dari perhitungan (4-8) didapatkan :

$$\alpha = 106,64^\circ$$

$$T = 63.025 \times \frac{P}{n}$$

$$T = 63.025 \times \frac{2,25 \text{ HP}}{30,33}$$

$$T = 4675,45 \text{ lbf. in}$$

$$T = 53867,01 \text{ kgf. mm}$$

Dengan diketahui : $\alpha = 106,64^\circ$

$$= 1,86 \text{ rad}$$

$$T_1 = 53867,01 \text{ kgf. mm}$$

$$r_1 = 270 \text{ mm} \quad (d_{54.0,5})$$

$$f = 0,30 \quad (\text{tabel 2-2})$$

Dengan perhitungan (4-9) maka ditemukan $f' = 0,88$

Maka:

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\alpha \cdot f}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{1,86 \cdot 0,88}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{1,64}$$

$$F_1 = 5,16 \times F_2$$

$$F_e = \frac{T_1}{r_1}$$

$$F_e = \frac{53867,01 \text{ kgf} \cdot \text{mm}}{270 \text{ mm}}$$

$$F_e = 199,50 \text{ kgf}$$

$$F_e = F_1 - F_2$$

$$F_e = 5,16 \cdot F_2 - F_2$$

$$199,50 \text{ kgf} = 4,16 \cdot F_2$$

$$F_2 = \frac{199,50 \text{ kgf}}{4,16}$$

$$F_2 = 47,95 \text{ kgf}$$

$$F_e = F_1 - F_2$$

$$F_1 = F_e + F_2$$

$$F_1 = 199,50 \text{ kgf} + 47,95 \text{ kgf}$$

$$F_1 = 247,45 \text{ kgf}$$

4.8.4 Umur Belt

Untuk dapat mengetahui umur belt, maka diperlukan tegangan maksimum pada belt dan kecepatan linier belt, untuk tegangan maksimal dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

4.8.4.1 Kecepatan linier belt

Kecepatan linier belt yang menggabungkan pulley 54 dan pulley 9,5 (alternator) dapat dihitung dengan rumus kecepatan linier sebagai berikut.

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60000}$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 540 \cdot 30,33}{60000}$$

$$v = 0,86 \text{ m/s}$$

$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \frac{F_e}{2 \cdot A} + \frac{\gamma \cdot v^2}{10 \cdot g} + Eb \frac{h}{D_{min}}$$

Keterangan :

σ_0 : Tegangan awal V-Belt (12 kgf/cm²)

γ : Berat Spesifikasi untuk bahan belt “rubber”
1,25 s/d 1,5 Kg/dm³ (table 2.4)

Eb : Modulus elastisitas “rubber” 40 kgf/cm²

$$\sigma_{max} = \frac{12 \text{ kgf}}{\text{cm}^2} + \frac{214,96 \text{ kgf}}{2,2,3 \text{ cm}^2} + \frac{1,5 \text{ kg/dm}^3 \cdot (0,86 \text{ m/s})^2}{10 \cdot 9,8 \text{ m/s}^2} + 40 \frac{94 \text{ mm}}{540 \text{ mm}}$$

$$\sigma_{max} = 12 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 46,73 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 0,0098 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} + 6,96 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{max} = 65,70 \frac{kgf}{cm^2}$$

Maka, umur belt dapat dihitung dengan rumus berikut.

$$H = \frac{N_{base}}{3600 \cdot u \cdot X} \left(\frac{\sigma_{fat}}{\sigma_{max}} \right)^m$$

Keterangan :

H = umur belt

N_{base} = basis dari fatigue test

σ_{fat} = fatigue limit, untuk v-belt $\sigma_{fat} = 90 \frac{kg}{cm^2}$

σ_{max} = tegangan maksimum yang timbul

u = jumlah putaran per detik atau sama dengan (v/L)

X = jumlah pulley yang berputar

$$H = \frac{10^7}{3600 \cdot \frac{0,86m/s}{1,8m} \cdot 2} \left(\frac{90 \frac{kgf}{cm^2}}{65,70 \frac{kgf}{cm^2}} \right)^8$$

$$H = 38749,6 \text{ jam}$$

4.9 Efisiensi mekanik flywheel

Untuk mengetahui efisiensi mekanik dapat diketahui dengan cara perbandingan energy kinetic yang dihasilkan flywheel dan energy potensial yang dihasilkan saat mobil tangki 24KL melewati pijakan.

$$\text{Diketahui } m_{mobil} = \frac{1}{3} \cdot 8500kg = 2833 \text{ kg}$$

$$h = 0,2 \text{ m}$$

$$m_{flywheel} = 250 \text{ kg}$$

$$d_{flywheel} = 500 \text{ mm}$$

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 2833 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,2 \text{ m}$$

$$E_p = 5552,68 \text{ joule}$$

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 30,33 \text{ rpm}}{60} = 2,95 \text{ rad/s}$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2 \cdot \omega^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 250 \text{ kg} \cdot (0,25 \text{ m})^2 \cdot (2,95 \text{ rad/s})^2$$

$$E_k = 68 \text{ joule}$$

$$\eta = \frac{E_k}{E_p} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{68 \text{ joule}}{5552,68 \text{ joule}} \times 100\%$$

$$\eta = 1,22 \%$$

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan perhitungan yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan terkait dengan hasil pengujian alat KFC 2, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari pengujian alat diperoleh rata-rata putaran alternator, tegangan, arus berturut turut adalah 172,4 , 12,68 , 3,78. Sehingga alternator menghasilkan daya sebesar 47,94 watt
2. Efisiensi mekanik flywheel sebesar diperoleh 1,22%
3. Efisiensi kfc 2 dari perhitungan dan pengujian diperoleh efisiensi 3,09%.
4. Tipe belt yang direncanakan sudah sesuai dengan yang dilapangan yaitu diperoleh tipe C. Panjang belt pertama, kedua, dan ketiga berturut turut adalah 1800mm. Prediksi umur belt pertama, kedua dan ketiga berturut turut adalah 12696,60 jam, 7527,31 jam dan 38749,6jam

Dilihat dari hasil analisa alat ini (KFC 2), daya yang dihasilkan meningkat dari alat sebelumnya (KFC 1). Hal ini disebabkan karena penambahan pada sistem transmisi yang menyebabkan naiknya putaran alternator. Namun, untuk efisiensi masih kurang dan dapat ditingkatkan lagi.

5.2 Saran

Dari perencanaan dan kontruksi untuk kedepannya jika ingin dilakukan perbaikan alat maka alternator dapat diganti dengan alternator yang torsinya tinggi dan rpmnya rendah atau ditambahkan lagi kontruksi pada sistem transmisi agar dapat

menambah putaran yang masuk ke alternator. Untuk menambah prediksi umur belt maka disarankan untuk menambah belt pada rangkaian belt pertama dan kedua maupun ketiga.

DAFTAR PUSTAKA

1. Aaron Deuschment : *Machine Design Theory*, Collier Macmillan International Edition, London, 1985.
2. Dobrovolsky : *Machine Elements*, second edition, peace publisher, Moskow, 1988.
3. Sularso, Kiyokatsu Suga : *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Mesin*, cetakan ke-10, PTPradnya Paramita, Jakarta, 2002
4. Alan Budi Putra : *pemanfaatan kinetic flywheel conversion di tbbm perak Surabaya*, Departemen Teknik mesin Industri, Fakultas vokasi ITS, 2018.
5. Tiara Bunga Kirana, 2014, *Pemanfaatan Energi Kinetik Menjadi Energi Listrik Menggunakan Multi Generator Pada Anak Tangga*. Skripsi Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Satya Wacana.

Lampiran

Lampiran 5.1 Konversi Satuan

TABLE A.1 Conversion Factors	
Area	
1 mm ² = 1.0 × 10 ⁻⁶ m ²	1 ft ² = 144 in. ²
1 cm ² = 1.0 × 10 ⁻⁴ m ² = 0.1550 in. ²	1 in. ² = 6.4516 cm ² = 6.4516 × 10 ⁻⁴ m ²
1 m ² = 10.7639 ft ²	1 ft ² = 0.092 903 m ²
Conductivity	
1 W/m-K = 1 J/s-m-K = 0.577 789 Btu/h-ft-R	1 Btu/h-ft-R = 1.730 735 W/m-K
Density	
1 kg/m ³ = 0.06242797 lbm/ft ³	1 lbm/ft ³ = 16.018 46 kg/m ³
1 g/cm ³ = 1000 kg/m ³	
1 g/cm ³ = 1 kg/L	
Energy	
1 J = 1 N-m = 1 kg-m ² /s ²	
1 J = 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft = 1.355 818 J
1 cal (Int.) = 4.1868 J	= 1.28507 × 10 ⁻³ Btu
	1 Btu (Int.) = 1.055 056 kJ
1 erg = 1.0 × 10 ⁻⁷ J	= 778.1693 lbf-ft
1 eV = 1.602 177 33 × 10 ⁻¹⁹ J	
Force	
1 N = 0.224809 lbf	1 lbf = 4.448 222 N
1 kp = 9.80665 N (1 kgf)	
Gravitation	
g = 9.80665 m/s ²	g = 32.17405 ft/s ²
Heat capacity, specific entropy	
1 kJ/kg-K = 0.238 846 Btu/lbm-R	1 Btu/lbm-R = 4.1868 kJ/kg-K
Heat flux (per unit area)	
1 W/m ² = 0.316 998 Btu/h-ft ²	1 Btu/h-ft ² = 3.15459 W/m ²
Heat transfer coefficient	
1 W/m ² -K = 0.176 11 Btu/h-ft ² -R	1 Btu/h-ft ² -R = 5.67826 W/m ² -K
Length	
1 mm = 0.001 m = 0.1 cm	1 ft = 12 in.
1 cm = 0.01 m = 10 mm = 0.3970 in.	1 in. = 2.54 cm = 0.0254 m
1 m = 3.28084 ft = 39.370 in.	1 ft = 0.3048 m
1 km = 0.621 371 mi	1 mi = 1.609344 km
1 mi = 1609.3 m (US statute)	1 yd = 0.9144 m

TABLE A.1 (Continued) *Conversion Factors*

Mass

1 kg	= 2.204 623 lbm	1 lbm	= 0.453 592 kg
1 tonne	= 1000 kg	1 slug	= 14.5939 kg
1 grain	= 6.47989×10^{-5} kg	1 ton	= 2000 lbm

Moment (torque)

1 N-m	= 0.737 562 lbf-ft	1 lbf-ft	= 1.355 818 N-m
-------	--------------------	----------	-----------------

Momentum (mV)

1 kg-m/s	= 7.232 94 lbm-ft/s	1 lbm-ft/s	= 0.138 256 kg-m/s
	= 0.224809 lbf-s		

Power

1 W	= 1 J/s = 1 N-m/s	1 lbf-ft/s	= 1.355 818 W
	= 0.737 562 lbf-ft/s		= 4.626 24 Btu/ft
1 kW	= 3412.14 Btu/h	1 Btu/s	= 1.055 056 kW
1 hp (metric)	= 0.735 499 kW	1 hp (UK)	= 0.7457 kW
			= 550 lbf-ft/s
			= 2544.43 Btu/h
1 ton of refrigeration	= 3.516 85 kW	1 ton of refrigeration	= 12 000 Btu/h

Pressure

1 Pa	= 1 N/m ² = 1 kg/m-s ²	1 lbf/in. ²	= 6.894 757 kPa
1 bar	= 1.0×10^5 Pa = 100 kPa		
1 atm	= 101.325 kPa	1 atm	= 14.695 94 lbf/in. ²
	= 1.01325 bar		= 29.921 in. Hg [32 F]
	= 760 mm Hg [0°C]		= 33.899 5 ft H ₂ O [4°C]
	= 10.332 56 m H ₂ O [4°C]		
1 torr	= 1 mm Hg [0°C]	1 in. Hg [0°C]	= 0.49115 lbf/in. ²
1 mm Hg [0°C]	= 0.133 322 kPa	1 in. H ₂ O [4°C]	= 0.036126 lbf/in. ²
1 m H ₂ O [4°C]	= 9.806 38 kPa		

Specific energy

1 kJ/kg	= 0.42992 Btu/lbm	1 Btu/lbm	= 2.326 kJ/kg
	= 334.55 lbf-ft/lbm	1 lbf-ft/lbm	= 2.98907×10^{-3} kJ/kg
			= 1.28507×10^{-3} Btu/lbm

TABLE A.1 (Continued) Conversion Factors

Specific kinetic energy (V^2)

$1 \text{ m}^2/\text{s}^2 = 0.001 \text{ kJ/kg}$

$1 \text{ kJ/kg} = 1000 \text{ m}^2/\text{s}^2$

$1 \text{ ft}^2/\text{s}^2 = 3.9941 \times 10^{-5} \text{ Btu/lbm}$

$1 \text{ Btu/lbm} = 25037 \text{ ft}^2/\text{s}^2$

Specific potential energy (Zg)

$1 \text{ m-g}_{\text{std}} = 9.80665 \times 10^{-3} \text{ kJ/kg}$

$= 4.21607 \times 10^{-3} \text{ Btu/lbm}$

$1 \text{ ft-g}_{\text{std}} = 1.0 \text{ lbf-ft/lbm}$

$= 0.001285 \text{ Btu/lbm}$

$= 0.002989 \text{ kJ/kg}$

Specific volume

$1 \text{ cm}^3/\text{g} = 0.001 \text{ m}^3/\text{kg}$

$1 \text{ cm}^3/\text{g} = 1 \text{ L/kg}$

$1 \text{ m}^3/\text{kg} = 16.01846 \text{ ft}^3/\text{lbm}$

$1 \text{ ft}^3/\text{lbm} = 0.062428 \text{ m}^3/\text{kg}$

Temperature

$1 \text{ K} = 1^\circ\text{C} = 1.8 \text{ R} = 1.8 \text{ F}$

$\text{TC} = \text{TK} - 273.15$

$= (\text{TF} - 32)/1.8$

$\text{TK} = \text{TR}/1.8$

$1 \text{ R} = (5/9) \text{ K}$

$\text{TF} = \text{TR} - 459.67$

$= 1.8 \text{ TC} + 32$

$\text{TR} = 1.8 \text{ TK}$

Universal Gas Constant

$R = N_0 k = 8.31451 \text{ kJ/kmol-K}$

$= 1.98589 \text{ kcal/kmol-K}$

$= 82.0578 \text{ atm-L/kmol-K}$

$R = 1.98589 \text{ Btu/lbmol-R}$

$= 1545.36 \text{ lbf-ft/lbmol-R}$

$= 0.73024 \text{ atm-ft}^3/\text{lbmol-R}$

$= 10.7317 \text{ (lbf/in.}^2\text{)-ft}^3/\text{lbmol-R}$

Velocity

$1 \text{ m/s} = 3.6 \text{ km/h}$

$= 3.28084 \text{ ft/s}$

$= 2.23694 \text{ mi/h}$

$1 \text{ km/h} = 0.27778 \text{ m/s}$

$= 0.91134 \text{ ft/s}$

$= 0.62137 \text{ mi/h}$

$1 \text{ ft/s} = 0.681818 \text{ mi/h}$

$= 0.3048 \text{ m/s}$

$= 1.09728 \text{ km/h}$

$1 \text{ mi/h} = 1.46667 \text{ ft/s}$

$= 0.44704 \text{ m/s}$

$= 1.609344 \text{ km/h}$

Volume

$1 \text{ m}^3 = 35.3147 \text{ ft}^3$

$1 \text{ L} = 1 \text{ dm}^3 = 0.001 \text{ m}^3$

$1 \text{ Gal (US)} = 3.785412 \text{ L}$

$= 3.785412 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

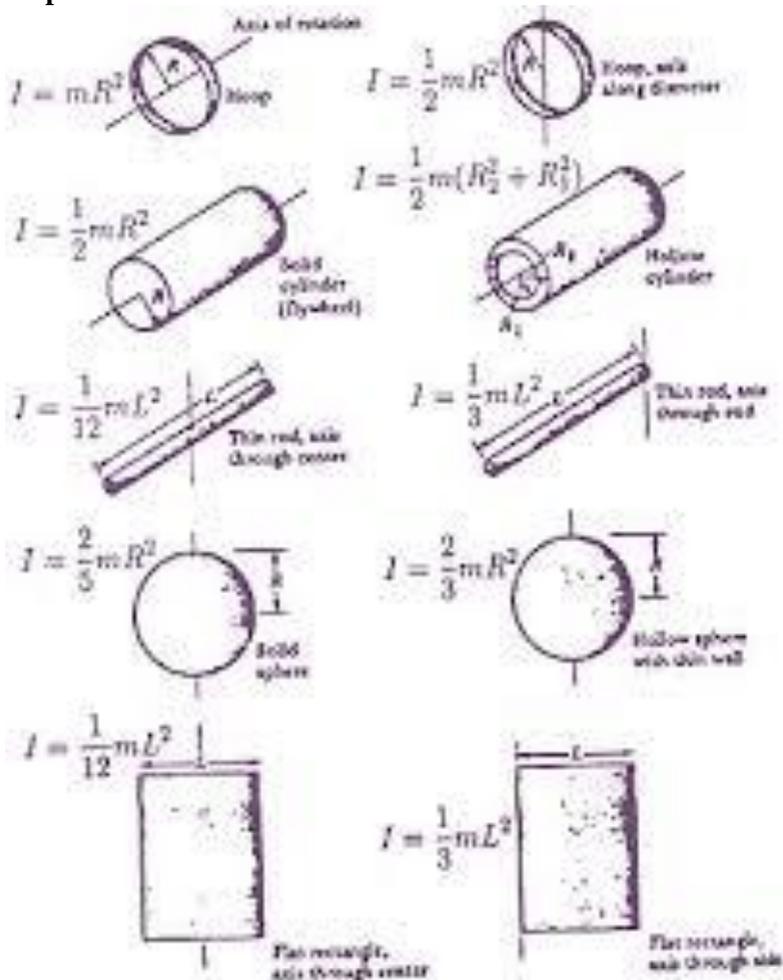
$1 \text{ ft}^3 = 2.831685 \times 10^{-2} \text{ m}^3$

$1 \text{ in.}^3 = 1.6387 \times 10^{-5} \text{ m}^3$

$1 \text{ Gal (UK)} = 4.546090 \text{ L}$

$1 \text{ Gal (US)} = 231.00 \text{ in.}^3$

Lampiran 5.2 Inersia



Lampiran 5.3 berat mobil tangki

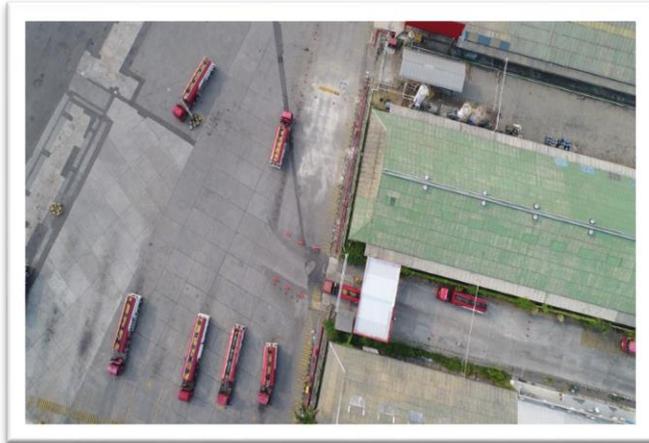
KAPASITAS	HEAD TRUCK / ENGKEL					TRAILER / KERETA TEMPEL					Jumlah Ban
	Panjang	Lebar	Tinggi	Berat Kosong	Berat Beban	Panjang	Lebar	Tinggi	Berat Kosong	Berat Beban	Pcs
	mm	mm	mm	kg	kg	mm	mm	mm	kg	kg	
8 KL	8.430	2.500	3.300	6.480	6.160						6
16 KL	8.480	2.500	3.550	5.980	12.190						10
24 KL	5.315	2.500	2.950	8.510	21.000	7.700	2.500	3.290	7.780	25.780	14
32 KL	6.780	2.500	2.950	10.700	23.180	9.980	2.590	3.347	7.700	31.880	18
40 KL	6.615	2.500	2.815	11.040	23.310	12.537	2.500	3.366	8.360	38.360	22

Lampiran 5.4 Modulus Elastisitas

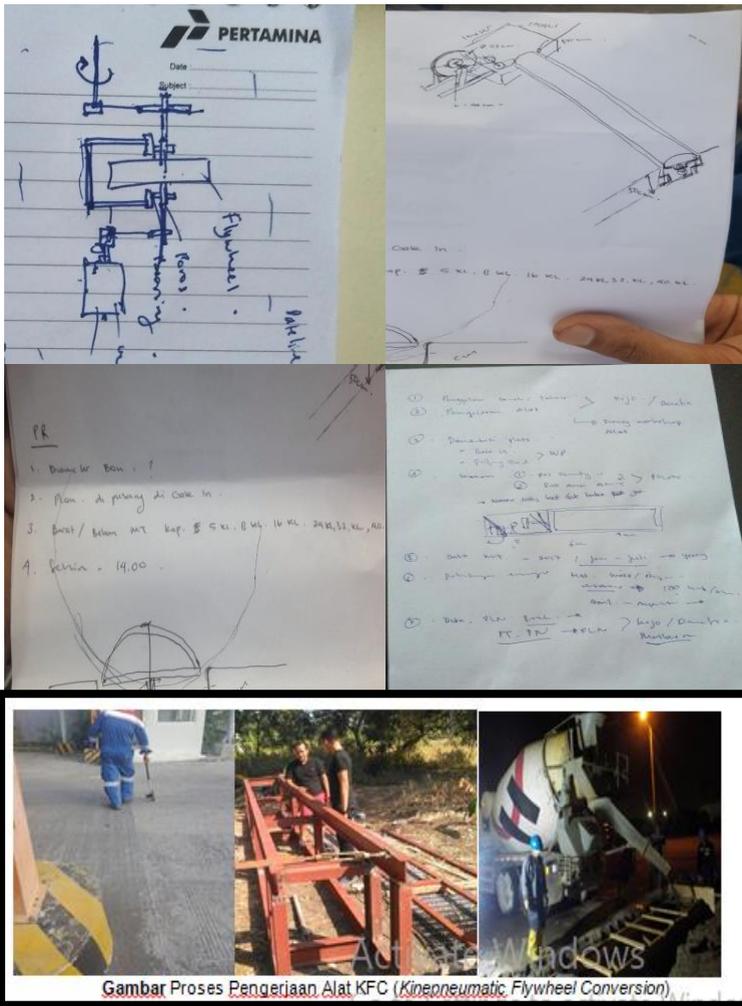
Material	Modulus of Elasticity, E	
	GPa	Mpsi
Metals		
Aluminum	62	9.0
Aluminum alloys ^a	70	10.2
Aluminum tin	63	9.1
Babbitt, lead-based white metal	26	4.2
Babbitt, tin-based white metal	32	7.5
Brasses	100	14.5
Bronze, aluminum	117	17.0
Bronze, leaded	97	14.1
Bronze, phosphor (cast) ^b	110	16.0
Bronze, porous	60	8.7
Copper	124	18.0
Iron, gray cast	109	15.8
Iron, malleable cast	170	24.7
Iron, spheroidal graphite ^b	154	22.1
Iron, porous	80	11.6
Iron, wrought	173	24.7
Magnesium alloys	41	5.9
Steel, low alloys	196	28.4
Steel, medium and high alloys	191	27.6
Steel, stainless ^c	193	28.0
Steel, high speed	248	35.7
Zinc alloys ^d	90	13.0
Polymers		
Acetal (polyformaldehyde)	0.7	0.101
Nylons (polyamides)	0.9	0.128
Polyethylene, high density	0.9	0.128
Phenol formaldehyde	0.9	0.127
Rubber, natural ^e	0.04	0.006
Ceramics		
Alumina (Al ₂ O ₃)	390	56.6
Graphite	27	3.9
Cemented carbides	650	93.8
Silicon carbide (SiC)	450	65.1
Silicon nitride (Si ₃ N ₄)	314	45.5

^aStructural alloys.
^bFor bearings.
^cPrecipitation-hardened alloys up to 211 GPa (30 Mpsi).
^dSome alloys up to 96 GPa (14 Mpsi).
^eFilled.
^f25% carbon-black "mechanical" rubber.

Lampiran 5.5 Peta Lokasi TBBM Surabaya



Lampiran 5.6 Proses Pengerjaan alat KFC

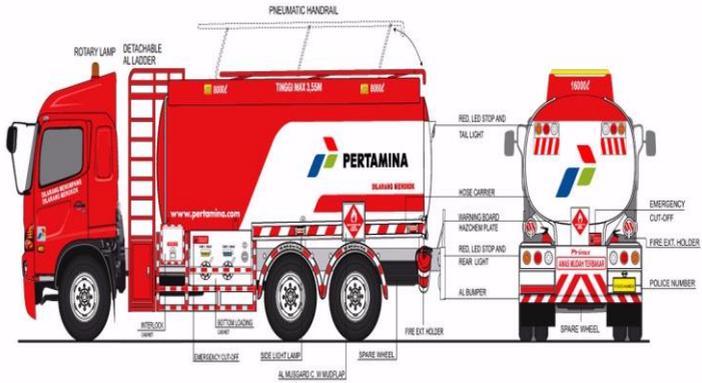


Gambar Proses Pengerjaan Alat KFC (Kinematic Flywheel Conversion)

Lampiran 5.7 Sosialisasi Alat KFC ke pekerja TBBM Surabaya



Lampiran 5.8 Spesifikasi Mobil Tangki BBM



Lampiran 5.9 foto bersama pekerja pertamina



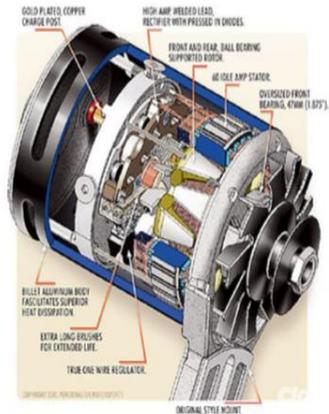
Lampiran 5.10 Spesifikasi Alternator



Alternator

IVECO Alternator waterproof set BOSCH

Alternator Cutaway



Our Services

Why choose us

1. Various types and different car series can meet your demands.
2. Under ISO/TS 16949 quality system certificates.
4. Warranty: 1 year
5. Good raw material and advanced technology guarantee good car safety

Company Information

Ruian TAHTI located in Ruian "The hub city of Automobile". We can supply all kinds of auto parts for different cars. We have a team of technical experts, strong product development abilities, advanced test machines, scientific management system, which makes sure that we can supply excellent quality products and good service to our clients.

For many years, we have adhered to the principles of customer oriented, quality based, excellence pursuing, mutual benefit sharing. We always stick to the TS 16949 and put good quality and service as the key to keep a company in the long run.

We hope, with great sincerity and good will, to have the honor to help you with your further market.



Advantage

1. Firm Frame and Good Raw Materials.
2. Stable and Durable Performance.
3. Fine Workmanship.
4. Competitive Price.
5. High Equipments and skill for sensor.
6. All the products under the ISO/TS 16949.
7. In-time & Professional After Sales Services.



Shipping & Payment

MOQ:20pce

Sample lead time: 3-5 days, sample and freight should be paid by buyers.

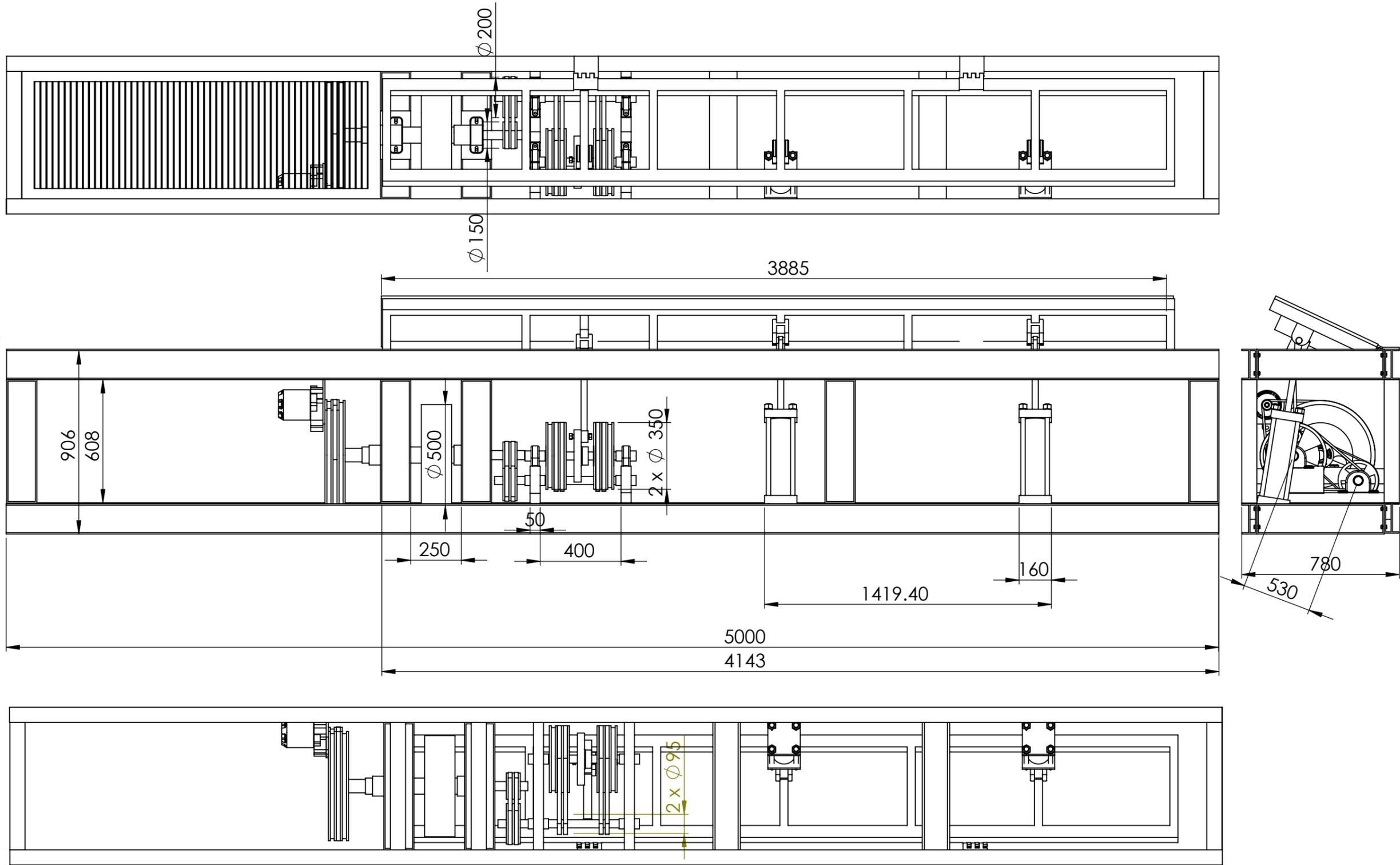
Packaging Detail: Neutral packaging or Customers requirements.

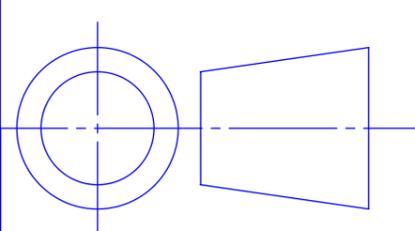
Port of Loading: Ningbo/Shanghai

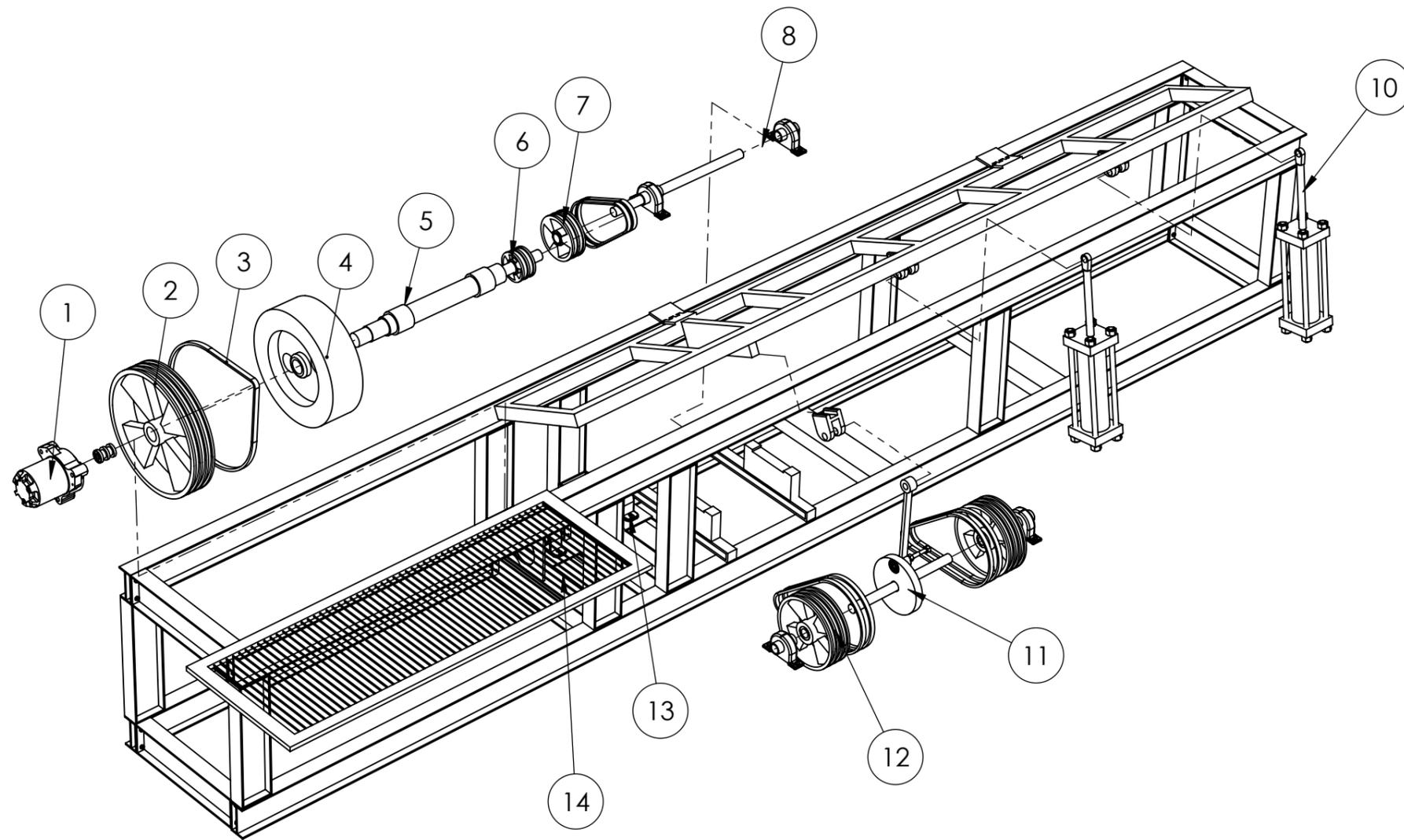
Terms of Price: Ningbo/Shanghai

Terms of payments: T/T and Paypal. T/T with 30% deposit in advance, 70% before shipment

Certificate

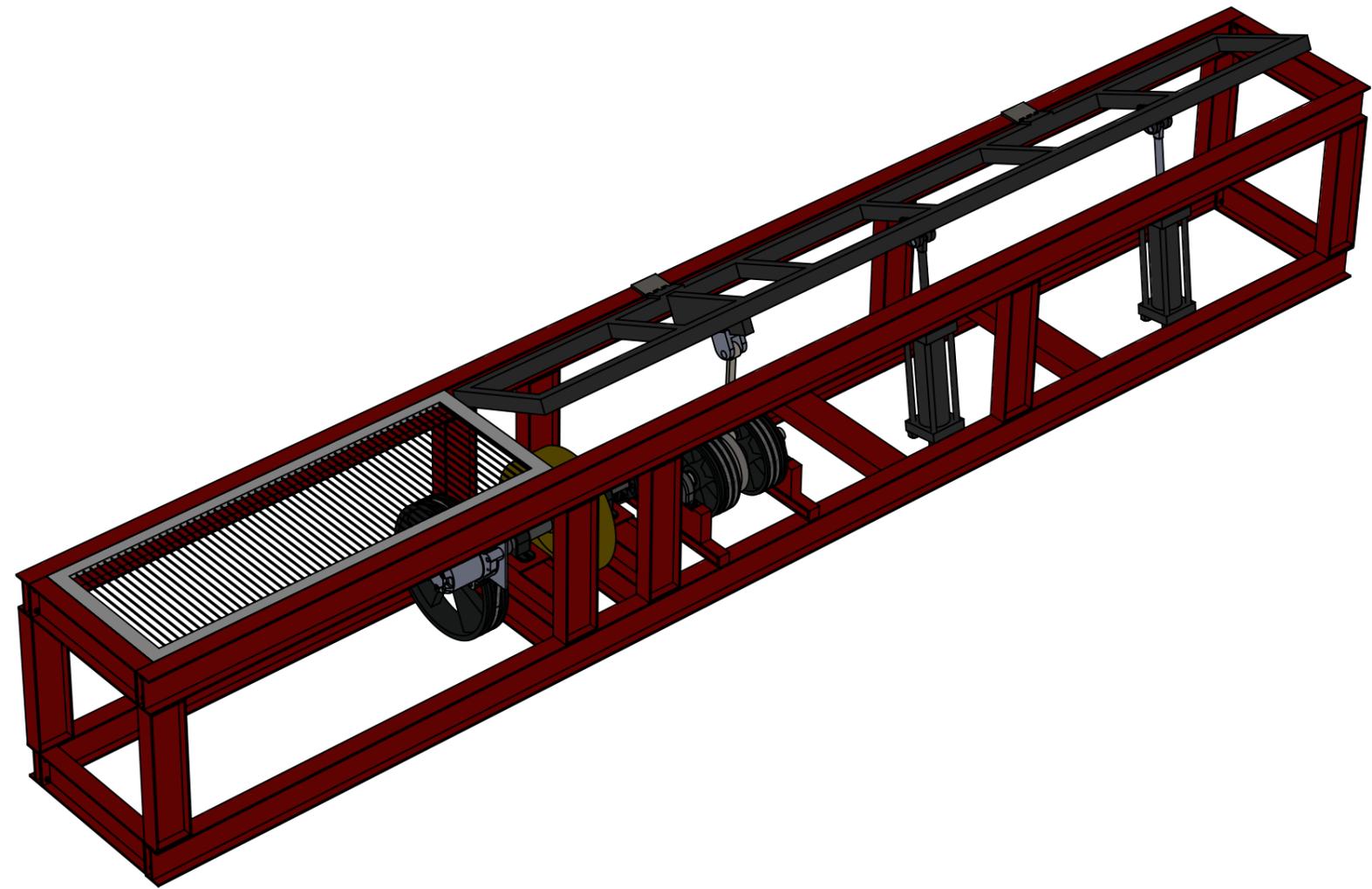


	SCALE : 1 : 20	DRAWN : ILHAM KUNCORO A.	REVISION :	
	UNIT : mm	DEPT :		
	DATE :	CHECK : WAHYU N.,S.T.		
 PERTAMINA	TIL	DEPARTEMEN TEKNIK MESIN INDUSTRI ITS	KINETIC FLYWHEEL CONVERSION 2	A4



no	Part Name	qty
1.	Alternator	1
2.	Pulley (540)	1
3.	Belt	7
4.	Flywheel	1
5.	Poros	1
6.	Pulley (130)	1
7.	Pulley (200)	1
8.	Pulley (95)	2
9.	Plat pijakan	1
10.	Air Suspension	1
11.	Piringan	1
12.	Pulley (360)	2
13.	One way bearing	1
14.	Tutup alternator	1

	SCALE : 1:20	DRAWN : ILHAM KUNCORO A.	REVISION
	SATUAN : mm	DEPT :	
	TANGGAL :	CHECK : WAHYU N.,S.T.	



BIODATA PENULIS



Penulis lahir di Nganjuk pada tanggal 20 Oktober 1995, merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Pendidikan formal yang pernah penulis tempuh adalah, SDN Sombron Nganjuk, SMPN 1 Nganjuk, dan SMAN 2 Nganjuk. Pada tahun 2014 Penulis diterima di Jurusan D3 Teknik Mesin FTI – ITS dan terdaftar sebagai mahasiswa dengan NRP 2114030110. Penulis mengambil konsentrasi dalam bidang ilmu

Manufaktur.

Selama berada di bangku kuliah, penulis aktif mengikuti banyak pelatihan, organisasi, serta kepanitian yang diadakan di tingkat jurusan maupun tingkat institut. Pelatihan yang telah penulis ikuti antara lain adalah LKMM Pra-TD pada tahun 2014, Pelatihan Motor Bakar pada tahun 2015, PKTI pada tahun 2015, PJ TD pada tahun 2015, dan Pelatihan Kepemimpinan pada tahun 2016. Penulis pernah magang sebagai staf pada tahun 2015 di BSO Bengkel HMDM, menjabat sebagai staf pada tahun 2015 di BSO Bengkel HMDM, dan mngemban jabatan sebagai wakil di BSO Bengkel HMDM pada tahun 2016.

Penulis aktif menulis tulisan di blog yang penulis miliki, sebagai sarana pengembangan *softskill* dari teknik penulisan yang pernah penulis dapatkan. Penulis juga aktif mengasah skill di bidang musik, berfokus pada permainan gitar, yang penulis geluti sejak berada di bangku SMP. Motto hidup penulis adalah jujur, berani dan bertanggung jawab. Dan akhir kata, penulis berharap buku ini bisa menjadi referensi untuk adik-adik di D3 Teknik Mesin ITS yang akan meneruskan penelitian tentang pemanas air energi matahari. Sehingga kedepannya, penelitian ini benar-benar mampu diterapkan di masyarakat secara luas.