

PERENCANAAN SISTEM START PADA MESIN DIESEL

Nama Mahasiswa : Dittantra Gusti nugraha
NRP : 4209 100 002
Jurusan : Teknik Sistem Perkapalan
Dosen Pembimbing : Ir. Indrajaya Gerianto, M.Sc
: DR. I Made Ariana, ST, MT

Abstrak

Perkembangan dibidang teknologi pada saat ini sudah semakin maju, khususnya pada sistem start mesin diesel. Sistem start diesel terbagi menjadi 3 (tiga)sistem utama, antara lain: sistem start elektrik, sistem start mekanik dan sistem start pneumatic. Tugas akhir ini menunjukan analisa starting motor pada mesin Cummins 4BTA3.9-M125. Tahap proses perencanaan adalah desain sistem start yang akan dipakai, perhitungan daya motor starter, pemilihan motor starter serta material yang akan digunakan. Maka akan didapatkan data-data yang diperlukan pada saat perencanaan sistem start pada mesin diesel.

Kata kunci: systems start, desain sistem start, motor starter.

PLANNING STARTING SYSTEM ON DIESEL ENGINE

Name : Dittantra Gusti nugraha
NRP : 4209 100 002
Department : Teknik Sistem Perkapalan
Lecturer advisor : Ir. Indraajaya Gerianto, M.Sc
: DR. I Made Ariana, ST, MT

Abstract

Technologi development at this time already more advancing particularly on a system starting a diesel engine. Start the diesel system is divided into 3 (three) the main system including: system starting mechanical, system starting electrically, system starting pneumatic. This final task analysis shows the starting motor on the engine Cummins 4BTA 3.9-M125. Stages of the planning process is to start the system design, the starter as well as the material used. Then it will get the necessary data required at the time of planning the start system on diesel engine.

Keyword: system starting diesel, start-up system design, a starter motor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mesin diesel



Gambar 2.1 mesin diesel

Pada dasarnya prinsip kerja mesin diesel adalah merubah energi kimia menjadi energi mekanis. Energi kimia di dapatkan melalui proses pembakaran dari bahan bakar (solar) dan oksidiser (udara) di dalam silinder (ruang bakar). Pada mesin diesel, terdapat ruangan yang dirancang khusus agar di ruangan itu dapat terjadi peningkatan suhu hingga mencapai titik nyala yang sanggup membakar bahan bakar. Ruangan ini “dimampatkan” sehingga memiliki tekanan dan suhu yang cukup tinggi.

Mesin ini tidak menggunakan busi seperti mesin bensin atau mesin gas. Mesin ini ditemukan pada tahun 1892 oleh Rudolf Diesel , yang menerima paten pada 23 Februari 1893. Diesel menginginkan sebuah mesin untuk dapat

digunakan dengan berbagai macam bahan bakar termasuk debu batu bara. Dia mempertunjukkannya pada Exposition Universelle (Pameran Dunia) tahun 1900 dengan menggunakan minyak kacang (lihat biodiesel). Mesin ini kemudian diperbaiki dan disempurnakan oleh Charles F. Kettering. Mesin diesel memiliki efisiensi termal terbaik dibandingkan dengan mesin pembakaran dalam maupun pembakaran luar lainnya, karena memiliki rasio kompresi yang sangat tinggi. Mesin diesel kecepatan rendah (seperti pada mesin kapal) dapat memiliki efisiensi termal lebih dari 50%. Mesin diesel dikembangkan dalam versi dua-tak dan empat-tak. Mesin ini awalnya digunakan sebagai pengganti mesin uap. Sejak tahun 1910-an, mesin ini mulai digunakan untuk kapal dan kapal selam, kemudian diikuti lokomotif, truk, pembangkit listrik, dan peralatan berat lainnya. Di tahun 1930-an, mesin diesel mulai digunakan untuk mobil. Sejak saat itu, penggunaan mesin diesel terus meningkat dan menurut *British Society of Motor Manufacturing and Traders*, 50% dari mobil baru yang terjual di Uni Eropa adalah mobil bermesin diesel, bahkan di Perancis mencapai 70%

2.2 STARTING ENGINE

Starting pada mesin diesel

Starting pada mesin diesel digunakan sebagai penggerak mula sebelum terjadinya pembakaran . setelah mesin terjadi pembakaran maka alat starting akan berhenti secara otomatis . alat yang digunakan untuk starting mesin diesel beragam seperti motor DC, engkol manual , dan juga dengan pneumatic.

- a) Sistem stater berfungsi sebagai penggerak mula agar mesin bisa bekerja., Ada beberapa jenis stater,

diantarannya :

Stater mekanik Adalah stater yang digerakkan dengan tenaga manusia, contohnya, kick stater (stater kaki), slenger (stater untuk mesin diesel, dan beberapa type mobil lama)

b) Stater elektrik

Adalah stater yang sumber tenaganya berasal dari arus listrik. Stater jenis ini banyak digunakan pada mesin dan saat ini banyak diaplikasikan

c) Stater Pneumatik

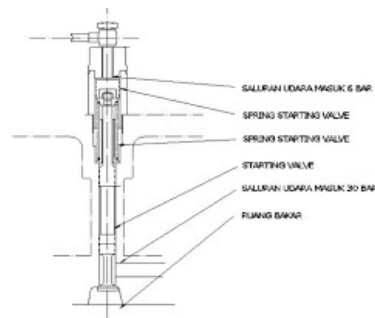
Adalah stater yang sumber tenagannya dari udara yang bertekanan. Banyak dipakai pada mesin-mesin kapal laut. Karena mesin kapal cukup besar, maka digunakan stater jenis ini.

Air starting atau yang sering disebut sebagai pneumatic starting adalah yang paling sesuai digunakan pada mesin diesel ukuran sedang dan besar. Mesin diesel dengan ukuran yang besar biasanya digunakan pada kapal ukuran besar. Pada prinsipnya adalah udara yang bertekanan dialirkan ke ruang bakar sehingga mendorong piston ke bawah secara bergantian sesuai dengan *firing order*. Ketika poros engkol pada mesin diesel mulai berputar dan menghasilkan pembakaran maka poros engkol telah digerakkan sendiri oleh tenaga mesin diesel dan pneumatic starting berhenti. Starting valve merupakan komponen yang berfungsi sebagai valve tempat keluarnya udara bertekanan 10 bar, sehingga udara dapat menggerakkan piston ke bawah. Starting valve membuka pada saat posisi TDC pada langkah ekspansi di silinder tersebut dan menutup pada sesaat sebelum BDC langkah ekspansi. Membuka dan menutupnya starting valve diatur oleh suatu alat yang disebut dengan air starting distributor. Air starting distributor mempunyai satu inputan udara bertekanan 6 bar

dengan satu valve otomatis yang disebut starting air control valve dan beberapa keluaran udara bertekanan tergantung pada jumlah silinder pada mesin diesel.

2.3 Starting Air System

Untuk mesin induk diatas kapal, baik diesel 4 tak maupun 2 tak digunakan udara untuk start engine, udara ini diproduksi dari air compressor dan ditampung di bejana udara (air reservoir). Tekanan kerja untuk udara start ini dimulai dari tekanan 7-10 bar. Menurut SOLAS, bahwa untuk mesin digerakkan langsung tanpa reduction gear (gear box) harus dapat distart 12 kali tanpa mengisi lagi, sedangkan untuk mesin -mesin dengan gear box dapat distart 6 kali.



Gambar 2.2 starting valve

Starting valve terdiri dari katup utama, piston, bushing dan spring yang merupakan komponen utama dari starting valve. Katup utama akan membuka jika udara kontrol menekan piston sehingga valve terbuka dan udara bertekanan 7-10 bar masuk ke ruang bakar menekan piston. Hal tersebut berlangsung berurutan sesuai dengan urutan firing order sampai terjadi pembakaran di ruang bakar. Setelah terjadi

pembakaran di ruang bakar maka starting air control valve akan berhenti bekerja dan semua starting valve akan menutup.

Bagian - bagian utama dari penataan udara start dan fungsinya masing-masing :

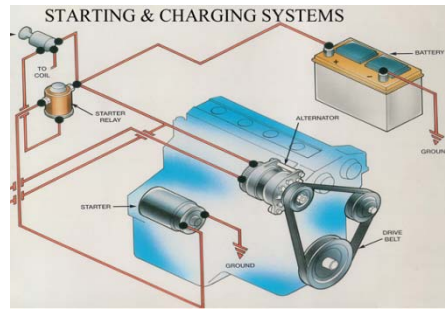
- a. Bejana udara (air reservoir) berfungsi sebagai tabung pengumpul udara.
- b. Main starting valve berfungsi sebagai katup penyalur untuk pembagi ke masing - masing cylinder head dan penyalur udara untuk start.
- c. Distributor valve berfungsi sebagai pembagi pada katup udara start (air starting valve) yang bekerja menggunakan plunger.
- d. Air starting valve berfungsi sebagai katup supply udara di cylinder head untuk menggerakkan piston kebawah pada saat langkah ekspansi (baik diesel 4 tak maupun 2 tak)

Prinsip kerjanya untuk start engine baik pada saat kapal berangkat ataupun saat olah gerak, dilaksanakan sebagai berikut :

- a. Udara dari bejana udara minimal 17 kg/cm² (17 bar) karena bila tekanan udara dibawahnya, maka udara tersebut tidak mampu menekan piston kebawah.
- b. Katup tekan di bejana udara dibuka penuh, maka udara akan keluar ke main starting valve. Setelah udara tersebut direduksi tekanannya hingga ± 10 bar.

- c. Bila handle start ditekan kebawah, maka udara keluar dari system sebagian masuk dulu ke distributor valve dan sebagian lagi ke cylinder head air starting valve. Udara start ini diatur oleh distributor valve dengan tekanan 10 bar mana yang bekerja pada proses ekspansi (hanya ada 1 silinder yang bekerja) melalui plunyer yang dihubungkan dengan firing ordernya (misalnya motor diesel 4 tak adalah (.1-3-4-2).
- d. Distributor valve mengatur plunyer yang bekerja dan udara ini langsung menggerakkan piston melalui air starting valve di cylinder head. Udara supply ini diperoleh dari bejana udara. Jadi udara tersebut melaksanakan kerja parallel, disamping mengatur ke distributor valve sekaligus untuk udara start mendorong piston kebawah pada tekanan minimal 7 bar sesuai tekanan dalam botol angin.

2.4 Electrical Starting System



Gambar 2.3 *electrical starting system*

Adalah starter yang sumber tenaganya berasal dari arus listrik. Starter jenis ini banyak digunakan pada mesin kecil dan sedang. Untuk mesin diesel dan bensin beroperasi pada prinsip yang sama sebagai motor listrik arus searah. Motor ini dirancang untuk membawa beban yang sangat berat tetapi, karena menarik arus tinggi (300-665 ampere), cenderung panas dengan cepat. Untuk menghindari overheating, tidak pernah memungkinkan motor untuk menjalankan lebih dari jumlah waktu tertentu, biasanya 30 detik pada suatu waktu. Kemudian biarkan hingga dingin selama 2 atau 3 menit sebelum menggunakannya lagi. Untuk memulai mesin diesel, Anda harus membalikinya dengan cepat untuk mendapatkan panas yang cukup untuk menyalakan bahan bakar.

Motor starter berlokasi dekat dari roda gila, dan dorongan gigi pada starter diatur sehingga dapat cocok dengan gigi pada roda gila ketika saklar mulai ditutup. Mekanisme drive harus berfungsi untuk (1) mengirimkan kekuatan beralih ke mesin saat motor mulai berjalan, (2) melepas motor mulai dari mesin segera setelah mesin telah menyala, dan (3) memberikan rasio gigi reduksi antara memulai motor dan mesin.

Mekanisme drive harus memisahkan pinion dari roda gila segera setelah mesin dijalankan. Setelah mesin menyala, kecepatannya bisa meningkat pesat menjadi sekitar 1.500 rpm. Jika drive pinion tetap menyatu dengan roda gila dan juga terkunci dengan poros dari motor mulai dari kecepatan mesin yang normal (1.500 rpm), poros akan berputar dengan kecepatan tinggi (22.500 sampai 30.000 rpm). Pada kecepatan tersebut, motor mulai akan rusak parah.

2.5 Motor Starter



Gambar 2.4 motor Starter

motor starter adalah penggerak utama untuk menyalakan mesin. Alat ini sebagai pemutar mesin pertama kali. Dinamo starter adalah mesin listrik (pembangkit tenaga listrik) pengubah energi listrik menjadi tenaga mekanik. Bila dinamo menghasilkan arus bolak-balik (AC), dinamakan alternator. Didalam dynamo, ada kumparan yg berada di ruangan bermedan magnet homogeny. Jika kumparan berputar, maka fluks magnet yang menembus kumparan itu selalu berubah-ubah setiap saat. Menurut hukum Faraday , hal ini mengakibatkan timbulnya arus listrik yg disebut arus imbas (induksi) arus bolak-balik (AC). Jika dilihat dengan osiloskop, grafik arus listrik ini berupa fungsi sinusoida.

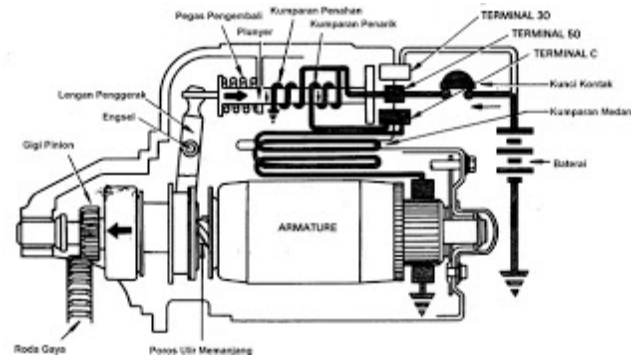
perubahan dari daya listrik menjadi daya gerak. Motor starter mobil /sepeda motor/genset/pesawat/kapal dll, ialah bagian untuk menggerakkan mesin pertama kali dengan bantuan aliran listrik (battery/Accu), dirubah menjadi tenaga/daya gerak.(putaran).yang terhubung dengan flywheel (roda gila).

- Pada motor starter terdapat 3 terminal, yaitu,
 - a) terminal 50,
 - b) terminal 30 dan
 - c) terminal C.

Terminal 50 mendapatkan suplai dari baterai (aki) pada saat kita memutar kunci kontak pada posisi starter. Kemudian, suplai listrik tersebut akan mengerakkan / mengaktifkan solenoid.

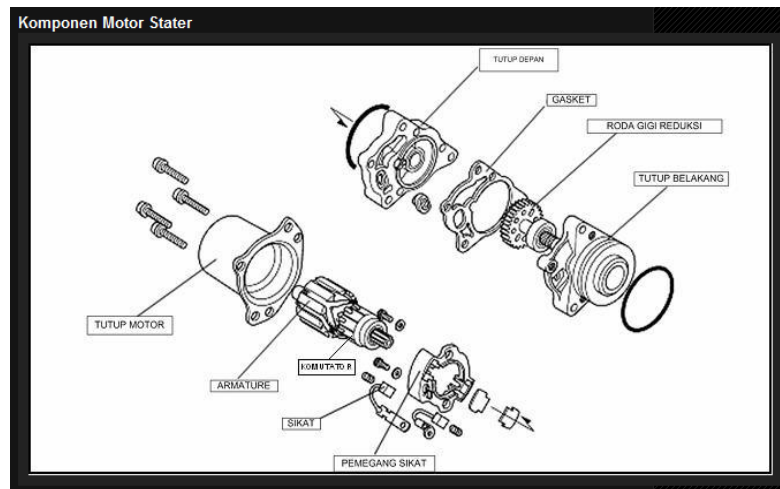
Selanjutnya solenoid menghubungkan kontak point/switch antara terminal 30 (yang langsung mendapatkan suplai arus (+) dari baterai) dengan terminal C. Sehingga suplai arus (+) dari baterai terhubung ke terminal C.

Dan terminal C mendapatkan suplai arus (+), lalu suplai positif tsb segera menggerakkan/ memutar motor starter. Putaran motor starter ini otomatis memutar mesin melalui fly wheel, yang memungkinkan komponen mesin dapat berputar hidup.



Gambar 2.5 motor starter dan terminal

- Komponen-komponen Motor Starter



Gambar 2.6 Komponen-komponen Motor Starter

Motor Starter terdiri atas beberapa bagian yang memungkinkan bekerja untuk mengubah energi listrik DC

dari baterai menjadi energi mekanik dalam bentuk gerak putar untuk memutarakan flywheel, sehingga mesin hidup.

Bagian-bagian komponen motor starter adalah sebagai berikut :

- *Yoke*
- *Field Coil*
- *Armature*
- *Brush*
- *Armature Brake*
- *Drive Lever*
- *Stater clutch*
- *Pinion Gear*
- *Magnetic Switch*

1. Yoke

Yoke berfungsi sebagai penompang dari core berbentuk silinder yang terbuat dari logam.

2. Field Coil

Kumparan medan atau field coil berfungsi untuk membangkitkan medan magnet.

3. Armature

Berfungsi untuk merubah energi listrik menjadi mekanik,

dalam bentuk gerak putar.

4. Brush Atau sikat dan pemegang sikat, sikat berfungsi untuk meneruskan arus dari field coil ke armature coil dan langsung ke massa melalui komutator.

5. Armature Brake

Berfungsi sebagai pengereman putaran armature setelah lepas dari perkaitan dengan roda penerus.

6. Drive Lever

Atau tuas penggerak, berfungsi untuk mendorong pinion gear ke arah posisi berkaitan dengan roda penerus. Dan melepas perkaitan pinion gear dari perkaitan roda penerus.

7. Starter Cluth

Berfungsi untuk memindahkan momen puntir dari armature shaft kepada roda penerus, sehingga dapat berputar. Starter clutch juga berfungsi sebagai pengaman dari armature coil bilamana roda penerus cenderung memutar pinion gear.

8. Pinion Gear

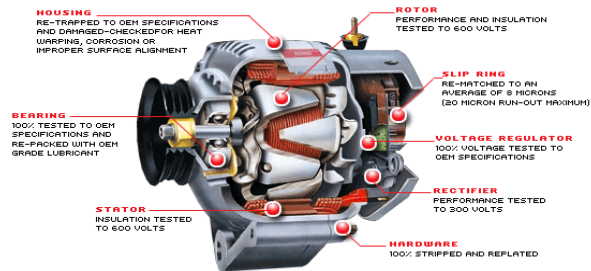
Pinion gear berfungsi untuk meneruskan momen puntir dari starter clutch ke roda penerus atau ring gear.

9. Magnetic Switch

Magnetic Switch atau sakelar magnet digunakan untuk menghubungkan dan melepaskan pinion gear ke/dari roda penerus, sekaligus mengalirkan arus listrik yang besar pada sirkuit motor starter melalui terminal utama.

2.6 Alternator

Alternator Cutaway



Gambar 2.7 Komponen-komponen Alternator

2.6.1 Alternator atau electrical generator

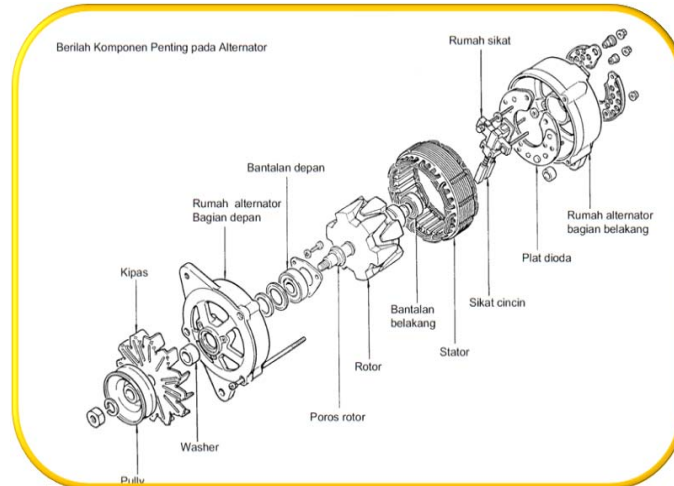
adalah sebagai pembangkit arus dan bersama sama dengan baterai untuk menghasilkan listrik ketika mesin dihidupkan. Tegangan yang dihasilkan oleh alternator adalah tegangan AC, kemudian dikonversi/diubah menjadi tegangan DC dengan menggunakan rectifier. Alternator memasok listrik ke sistem listrik dan mengisi kembali baterai Fungsi dari alternator adalah untuk merubah energi mekanis yang didapatkan dari mesin menjadi tenaga listrik. Sebuah konduktor bergerak relatif terhadap medan magnet mengembangkan gaya gerak listrik di dalamnya, (Hukum Faraday). membalikkan polaritas ketika bergerak di bawah kutub magnet polaritas berlawanan. Biasanya, sebuah magnet berputar, yang disebut rotor berubah dalam satu set stasioner konduktor luka dalam gulungan pada inti besi, disebut stator.

Pemotongan di konduktor, menghasilkan diinduksi (gaya gerak listrik), sebagai input mekanis menyebabkan rotor berputar. Medan magnet berputar menginduksi tegangan AC dalam gulungan stator. Karena arus dalam gulungan stator bervariasi sejalan dengan posisi rotor, alternator adalah

generator sinkron. Medan magnet rotor dapat dihasilkan oleh magnet permanen, atau oleh medan elektromagnet kumparan. Alternator menggunakan rotor gulungan yang memungkinkan kontrol yang dihasilkan tegangan alternator dengan memvariasikan saat ini di bidang rotor gulungan Mesin magnet permanen menghindari kerugian akibat arus magnetisasi pada rotor, tapi dibatasi dalam ukuran, karena biaya dari bahan magnet. Karena medan magnet permanen adalah konstan, tegangan terminal bervariasi secara langsung dengan kecepatan generator. Sikat AC generator umumnya mesin yang lebih besar daripada yang digunakan dalam aplikasi otomotif.

Alternator digunakan dalam pusat pembangkit listrik juga mengontrol arus lapangan untuk mengatur daya reaktif dan untuk membantu menstabilkan sistem tenaga terhadap pengaruh kesalahan yang sebentar. Sering ada tiga set belitan stator, fisik offset sehingga medan magnet berputar menghasilkan arus tiga fasa.

Pada sirkuit alternator tunggal, kekuasaan dibagi antara baterai mesin awal dan baterai domestik atau baterai dengan menggunakan dioda split-charge (isolator baterai) atau saklar mekanik. Karena alternator hanya menghasilkan tenaga ketika saat dijalankan, panel kontrol mesin biasanya makan langsung dari alternator dengan cara terminal tambahan.



Gambar 2.8 komponen pada alternator

Fungsi komponen dari alternator adalah sebagai berikut;

- **Puli (pulley)**, berfungsi sebagai tempat tali kipas penggerak rotor
- **Kipas (fan)**, berfungsi untuk mendinginkan diode dan kumparan-kumparan pada alternator
- **Rotor**, berfungsi untuk membangkitkan kemagnetan
- **Stator**, berfungsi untuk menghasilkan arus bolak-balik AC
- **Rectifier (diode)**, berfungsi untuk menyearahkan arus AC menjadi DC

BAB III

METODOLOGI

Metode yang digunakan untuk mengerjakan masalah dalam pengerjaan skripsi adalah dengan menggunakan perhitungan secara teoritis dengan perumusan yang telah ada. Untuk memulai perhitungan tersebut, harus dilakukan pengambilan data terlebih dahulu. Setelah data diambil, kemudian dilakukan analisa sehingga sesuai untuk Mesin Cummins 4BTA3.9-M125. Berikut rangkaian metode yang akan dilakukan, antara lain :

1. Penentuan Batasan Masalah
2. Pengambilan dan Pengumpulan Data
3. Studi Literatur
4. Analisa Data dan pemodelan alur starting
5. Kesimpulan, Saran dan Rekomendasi
6. Penyusunan Laporan

Detail pengerjaan adalah sebagai berikut :

4.1 Penentuan Batasan Masalah

Awal tahapan dalam pengerjaan skripsi ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Perlu juga perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan skripsi ini. Selain itu, juga terdapat batasan

masalah. Hal ini dimaksudkan agar topik bahasan lebih mendetail dan tidak terlalu meluas. Juga akan memudahkan penulis dalam melakukan analisa masalah.

4.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai referensi guna menunjang penulisan skripsi ini. Referensi yang diperlukan mengenai analisa pemilihan efisiensi pada performance mesin dapat dicari melalui berbagai media, antara lain:

- Buku
- Jurnal
- Artikel
- Paper
- Tugas akhir
- Internet

Untuk pencarian berbagai referensi dan literatur dilakukan di beberapa tempat, antara lain :

- ICENVL (Internal Combustion Engine and Vibration Laboratory)
- Perpustakaan Pusat ITS
- Ruang Baca FTK

Berbagai referensi dan literatur guna mendukung dalam pengerjaan skripsi ini. Utamanya berkaitan dengan

merencanakan sistem start yang tepat pada mesin 125HP , dan berbagai literatur yang saling mendukung.

1. Pengambilan dan Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan guna menunjang dalam pengerjaan skripsi ke depannya. Pengumpulan data-data yang diperlukan untuk menganalisa mesin Cummins 4BTA3.9-M125. Dalam pengambilan dan pengumpulan data nanti akan langsung dilakukan analisa. Untuk bisa dilakukan analisa melalui perhitungan yang akan dilakukan setelah ini.

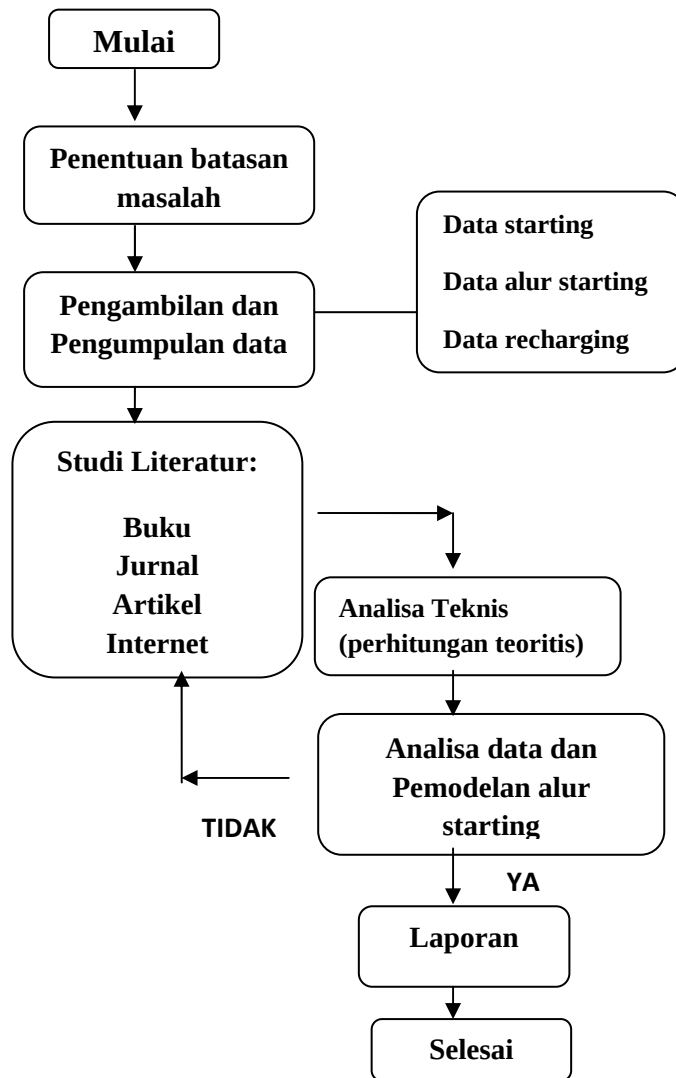
2. Analisa Data

Analisa data dilakukan setelah adanya pengambilan dan pengumpulan data yang diambil. Dalam hal ini akan dilakukan perhitungan sesuai dengan perumusan yang telah ada.

3. Kesimpulan dan saran

Diharapkan setelah semua langkah-langkah pengerjaan dilakukan dengan baik, maka jawaban dari masalah-masalah diatas bisa terjawab dengan bisa berguna untuk bersama.

Dari hasil pengerjaan penelitian ini bisa diberikan saran apabila ada kekurangan dari skripsi in, agar bisa diperbaiki bila ingin dilanjutkan menjadi skripsi yang lain, atau sekedar refrensi untuk menambah pengetahuan sebagai bantuan solusi bagi permasalahan yang ada.



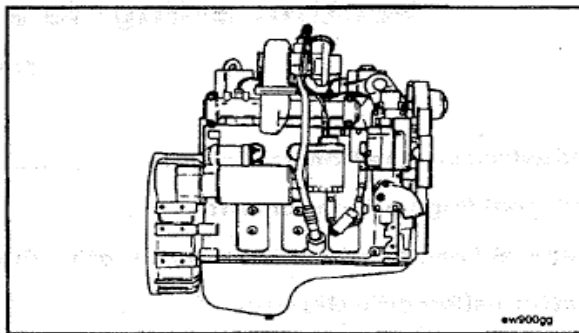
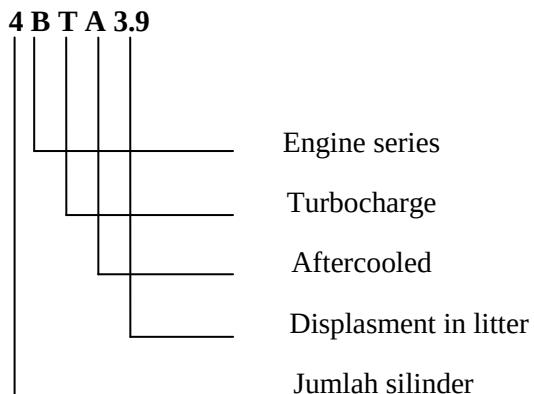
1.3 Diagram Flow Chart

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 PENGAMBILAN DATA

model untuk mesin industri berisi data mesin berikut:



Gambar 4.1 mesin cummins

Spesifikasi mesin diesel Cummins

General Specifications (Non-Automotive Engines)

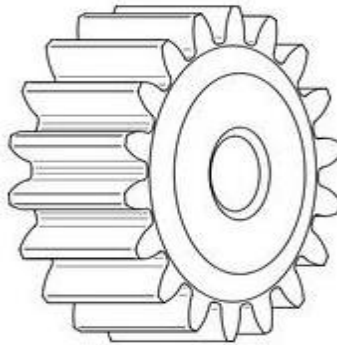
GENERAL ENGINE DATA	4B3.9	4BT3.9	4BTA3.9	6B5.9	6BT5.9	6BTA5.9
Bore-mm [in.].....			102 [4.02]			
Stroke-mm [in.].....			120 [4.72]			
Displacement-liter [in. ³]....		3.9 [239]		5.9 [359]		
Engine Weight (Dry) Less Flywheel and Electricskg [lbs.].....	308 [680]	320 [705]	329 [725]	388 [855]	399 [880]	411 [905]
Firing Order.....		1.3.4.2			1.5.3.6.2.4	
Valve Clearances						
-Intake-mm [in.].....			25 [0.010]			
-Exhaust-mm [in.].....			51 [0.020]			
Compression Ratio.....	18.5 : 1	17.5 : 1	16.5 : 1	18.5 : 1	17.5 : 1	16.5 : 1
Rotation, viewed from the Front of the Engine.....			Clockwise			
Aspiration	×			×		
-naturally Aspirated.....		×	×		×	×
-Turbocharged.....			×			×
-Aftercooled.....						
-Charge Air Cooled.....						

Gambar 4.2 spesifikasi mesin cummins

5.2 Pengukuran mesin

Proses pengukuran dilakukan untuk mendapatkan data yang akan diperlukan untuk inputan pada pemodelan. Pengukuran tersebut dilakukan dengan cara membongkar mesin dari Cummins dan dilakukan pengukuran *pinion gear* langsung dengan jangka sorong. Proses pengukuran ini harus dilakukan dengan teliti karena keakuratan data sangat mempengaruhi pada analisa dan pemodelan yang akan kita peroleh nantinya.

Adapun data yang diukur adalah:



Gambar 4.3 pinion gear

Dimensi dari pinion gear		
Diameter luar pinion gear	: 32	mm
Diameter dalam pinion gear	: 14	mm
Jarak antar gear	: 0.8	mm
Tebal pinion gear	: 23	mm
Tebal gear	: 0.20	mm
Tinggi gear	: 1.2	mm

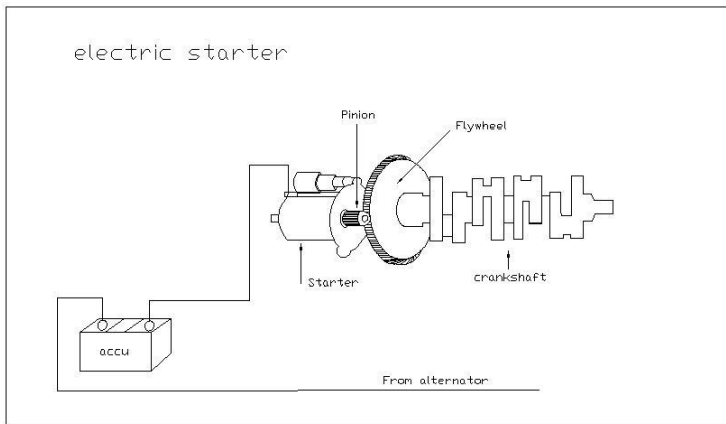
Gambar 4.4 dimensi gear

5.3 pemodelan pinion gear

Pemodelan pinion gear dibuat dengan menggunakan *software solidwork* .

Agar nanti nya hasil yang akan digunakan akan mendekati hasil yang diinginkan.

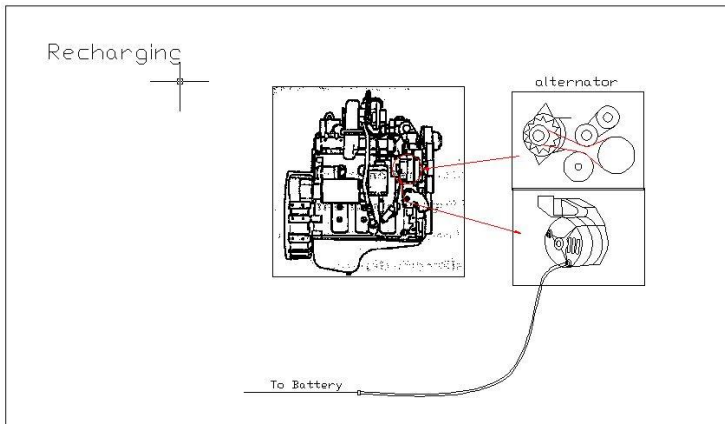
5.4 Pemodelan alur start dan charging



Gambar 4.5 alur electric starter pada mesin Cummins

Keterangan :

- Semula baterai, menyuplai motor starter yang mana untuk menggerakan fly wheel dengan memutar pinion gear. Pinion gear bisa berputar akibat dari energi listrik yang diubah menjadi energi mekanik melalui medan magnet . Saat solenoid mendapat tenaga listrik dari baterai, plunyer pada solenoid akan bergerak dan menghubungkan gigi pinion dengan roda gigi penyeimbang (fly wheel). Drive Lever Atau tuas penggerak yang berada di solenoid, berfungsi untuk mendorong pinion gear ke arah posisi berkaitan dengan flywheel. Dan melepas perkaitan pinion gear dari perkaitan flywheel.



Gambar 4.6 alur recharger pada mesin Cummins

- Ketika mesin sudah menyala akan memutar semua komponen tidak terkecuali dengan belt yang menyambung dengan alternator. Alternator sendiri memasok listrik ke sistem listrik dan mengisi kembali baterai. Fungsi dari alternator adalah untuk merubah energi mekanis yang didapatkan dari mesin menjadi tenaga listrik. Sebuah konduktor bergerak relatif terhadap medan magnet mengembangkan gaya gerak listrik di dalamnya, Sebuah konduktor bergerak relatif terhadap medan magnet mengembangkan gaya gerak listrik di dalamnya, (Hukum Faraday). membalikkan polaritas ketika bergerak di bawah kutub magnet polaritas berlawanan. Biasanya, sebuah magnet berputar, yang disebut rotor berubah dalam satu set stasioner konduktor gulungan pada inti besi, disebut stator. konduktor, menghasilkan diinduksi (gaya gerak listrik), sebagai input mekanis menyebabkan rotor berputar. Medan magnet berputar menginduksi

tegangan AC dalam gulungan stator. Dan kemudian menyearahkan arus AC menjadi DC dengan menggunakan rectifier agar bisa disalurkan ke baterai.

5.5 Perhitungan torsi

Perhitungan kebutuhan torsi pada flywheel . Setelah didapatkan data perhitungan dari kebutuhan torsi pada flywheel kemudian akan menghitung daya dari motor starter agar flywheel dapat berputar dan mesin menyala.

Data yang diperoleh dari perhitungan flywheel:

Koefisien Fluktuasi Energi

Koefisien fluktuasi energi (C_E) merupakan rasio dari fluktuasi energi maksimum dengan kerja yang terjadi selama satu siklus.

$$- C_E = \frac{\text{Fluktuasi Energi Maks}}{\text{Work}}$$

$$- W = T_{\text{Mean}} \times \theta$$

$$\text{Dimana: } T_{\text{Mean}} = \text{Torsi rata-rata}$$

$$\theta = 4\pi ; \text{ Untuk mesin 4 langlah}$$

$$P = 125 \text{ Hp}$$

$$= 93212 \text{ Watts}$$

kemudian

$$- P = \frac{2\pi \times N \times T_{\text{Mean}}}{60}$$

$$- T_{\text{Mean}} = \frac{P \times 60}{2\pi \times N} = \frac{P}{\omega} ; \omega = \frac{2\pi \times N}{60} \text{ rad/sec}$$

$$= \frac{93212 \times 60}{2 \pi \times 2200}$$

$$= \frac{5592720}{13816}$$

$$= 404.8 \text{ Nm}$$

Dan diketahui parameter dari rpm adalah berubah-ubah, maka diambil beberapa nilai torsi pada rpm tertentu sehingga:

$$N_1 = 2200 \text{ (100 \% rpm)}$$

$$N_2 = 660 \text{ (30 \% rpm)}$$

$$N_{2,1} = 600$$

$$N_{2,2} = 700$$

$$\begin{aligned} - T_1 &= \frac{P \times 60}{2 \pi \times N_1} \\ &= \frac{93212 \times 60}{2 \pi \times 2200} \\ &= \frac{5592720}{13816} \\ &= 404.8 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - T_{2,1} &= \frac{P \times 60}{2 \pi \times N_{2,1}} \\ &= \frac{93212 \times 60}{2 \pi \times 600} \\ &= \frac{5592720}{3768} \\ &= 1484.3 \text{ Nm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - T_{2,2} &= \frac{P \times 60}{2 \pi \times N_{2,2}} \\ &= \frac{93212 \times 60}{2 \pi \times 700} \end{aligned}$$

$$= \frac{5592720}{4396}$$

$$= 121.413 \text{ Nm}$$

Setelah didapatkan data perhitungan torsi dari flywheel, data itu sebagai acuan dari perhitungan ratio dari motor starter.
Pinion gear ratio 16:1

Perhitungan pada flywheel didapatkan data:

- ❖ Torsi pada 100% rpm = 404.711 N.m
- ❖ Torsi pada 30% rpm = 121.413 N.m

Setelah didapatkan torsi dari flywheel maka akan dilanjutkan perhitungan daya .

$$\begin{aligned} \text{Daya pada 100\% rpm} &= \text{Torsi} \times \text{rpm} \\ &= 404.711 \times 2200 \\ &= 890364 \quad \text{Hp} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Daya pada 30\% rpm} &= \text{Torsi} \times \text{rpm} \\ &= 121.413 \times 2200 \\ &= 267109 \quad \text{Hp} \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan hasil daya, kemudian hasil daya tersebut dirubah menjadi watt dengan koversi $1\text{Hp} = 0.735 \text{ Kw}$

$$\text{Pada 100\% rpm} \quad = 1211 \text{ watt} \quad = 1.2 \text{ Kw}$$

$$\text{Pada 30\% rpm} \quad = 221 \text{ watt}$$

Perhitungan daya putar pertama kali motor starter ke flywheel.

Rumus dari gaya sentrifugal

$$F = mv^2/r$$

F = gaya, Newton

m = massa benda (yang mengalami gerak melingkar), kg

v = kecepatan linier, m/s

r = jari-jari lingkaran, m

dimana : $F = mv^2/r$

$$M = 30 \text{ kg}$$

$$V = 20 \text{ m/s}$$

$$r = 0.2 \text{ m}$$

$$= 6000 \text{ N}$$

Jika v, tidak diketahui, hitung v dari persamaan :

$$v = \omega \cdot r$$

ω = kecepatan sudut, rad/s atau bisa juga derajat/s

$$T = F \times b \text{ (N.m)}$$

dimana:

$$T = \text{Torsi benda berputar (N.m)}$$

F = adalah gaya sentrifugal dari benda yang berputar (N)

b = adalah jarak benda ke pusat rotasi (m)

$$T = F \times b \text{ (N.m)}$$

$$= 6000n \times 0.2m$$

$$= 1200 \text{ (N.m)}$$

Jadi daya yang harus diputer oleh motor starter pada saat pertama kali adalah 1200 (N.m)

Kemudian setelah didapatkan hasil maka akan dibandingkan dengan motor starter mesin Cummins.

5.6 pemilihan motor starter

Pemilihan motor starter sendiri dilakukan agar bisa membandingkan antara motor starter asli Cummins dengan motor starter hasil perhitungan.

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan hasil yang lebih efisien dari motor starter asli Cummins. Maka spesifikasi yang didapat dari perhitungan diatas adalah sebagai berikut:

Specifications

Mitsubishi S4S starter motor M2T74371 M2TS0071

- 1.Model : VS1128
- 2.Volt : 24 V
- 3.teeth : 10
- 4.Power : 2.0 KW
- 5.Application : Engine

Spesifikasi lihat di lampiran

Material dari pinion gear dan bahan roda gigi transmisi yang ideal adalah. Komposisinya sebagai berikut:

Carbon	: 0,470-0,520 persen
Mangan	: 0,500-0,800 persen
Fosfor	: 0.040 maksimum persen
Belerang	: 0.045 persen
Kromium	: 0,800-1,100 persen.

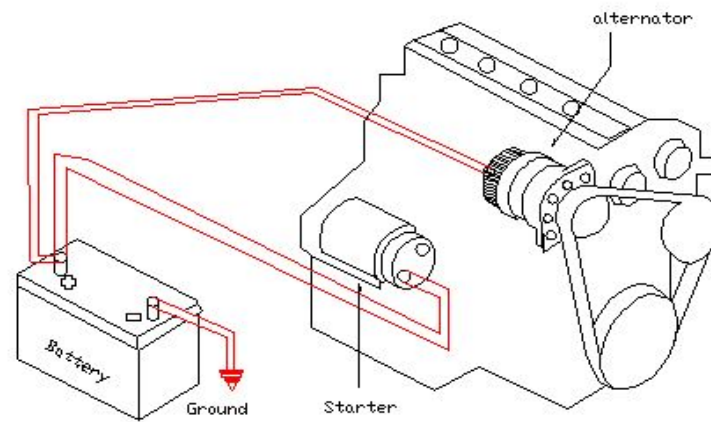
Untuk gigi dan pinions bahan kimia berikut
Komposisi dianjurkan:

Karbon	: 0,100-0,200 persen
Mangan	: 0,350-0,650 persen
Fosfor	: 0.040 maksimum persen
Sulfur	: 0,045 maksimal persen
Kromium	: 0,550-0,750 persen
Nikel	: 0,400-0,600 persen.

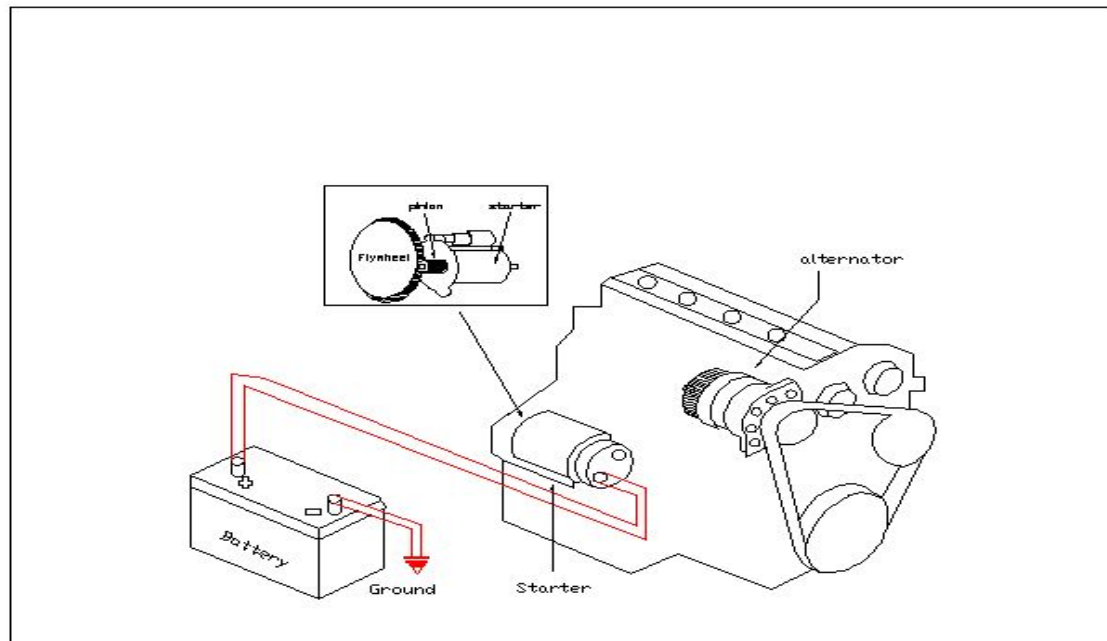
Tabel 4.1 Karakteristik dari bahan alternatif untuk pemilihan roda gigi

Materials	Material properties					ID
	Hardness		Surface fatigue limit (MPa)	Bending fatigue limit (MPa)	Rm (MPa)	
	Surface (HB)	Core (HB)				
Cast iron	200	200	330	100	380	I_1
Ductile iron	220	220	460	360	880	I_2
S.G. iron	180-300	180-300	480-620	240-440	590-950	I_3
Cast alloy steel	220-320	220-320	560-700	420-450	590-950	I_4
Through hardened alloy steel	220-320	220-320	600-740	500-580	800-1580	I_5
Surface hardened alloy steel	519-565	192-265	1160	680	1850	I_6
Carburised steel	601-692	256-337	1500	920	2300	I_7
Nitrided steel	647-738	256-337	1250	760	1250	I_8
Through hardened carbon steel	160-210	160-210	450-550	420-440	560-710	I_9

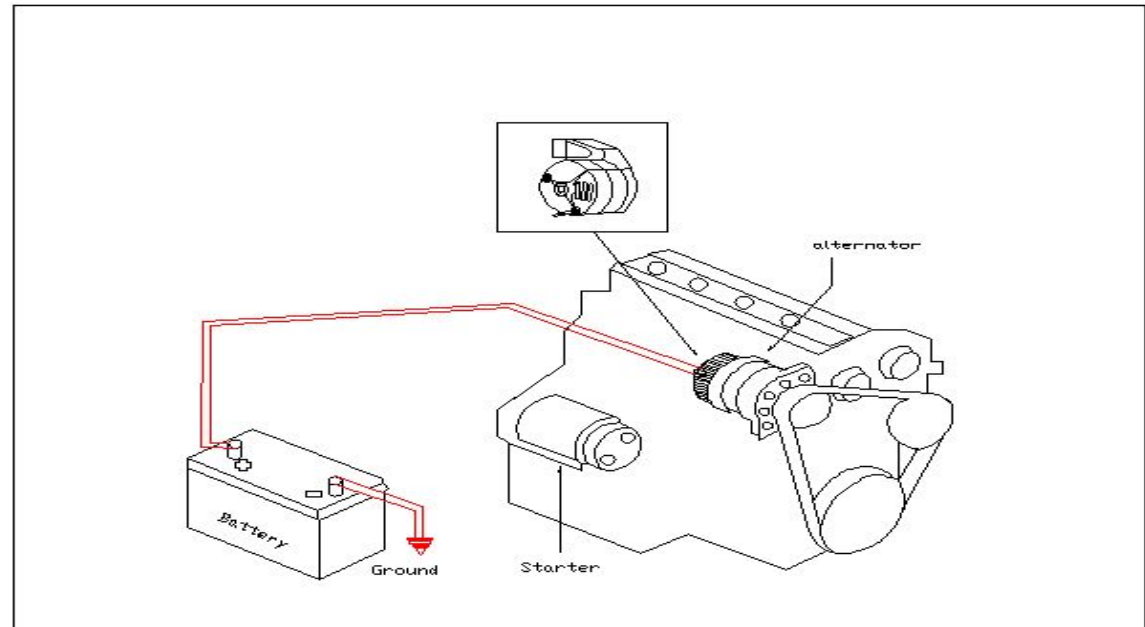
Desain sistem start



Gambar desain sistem start



gambar desain starting



gambar desain charging

Tabel daya motor stater

Tabel daya motor hasil perhitungan			
No	pada rpm	Daya motor hasil perhitungan	Pemilihan daya motor
1	100%	1.2 Kw	2 Kw
2	30%	0.5 Kw	2 Kw

Tabel diatas digunakan sebagai acuan pemilihan motor starter pada mesin diesel yang akan digunakan. Data yang didapatkan dari hasil perhitungan torsi dan daya.

Berikut spesifikasi motor starter setelah menghitung kebutuhan daya motor starter pada mesin diesel yang akan digunakan.



Spesifikasi

Mitsubishi S4S starter motor M2T4371 M2TS0071

Model	: VS128
Volt	: 24 V
Teeth	: 10
Power	: 2.0 KW
Application	: Engine

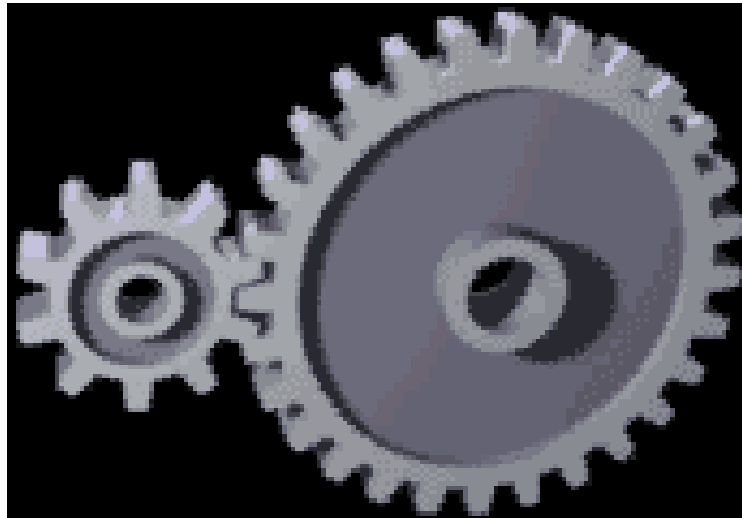
Berikut spesifikasi motor starter yang digunakan pada mesin Cummins 4BTA3.9L



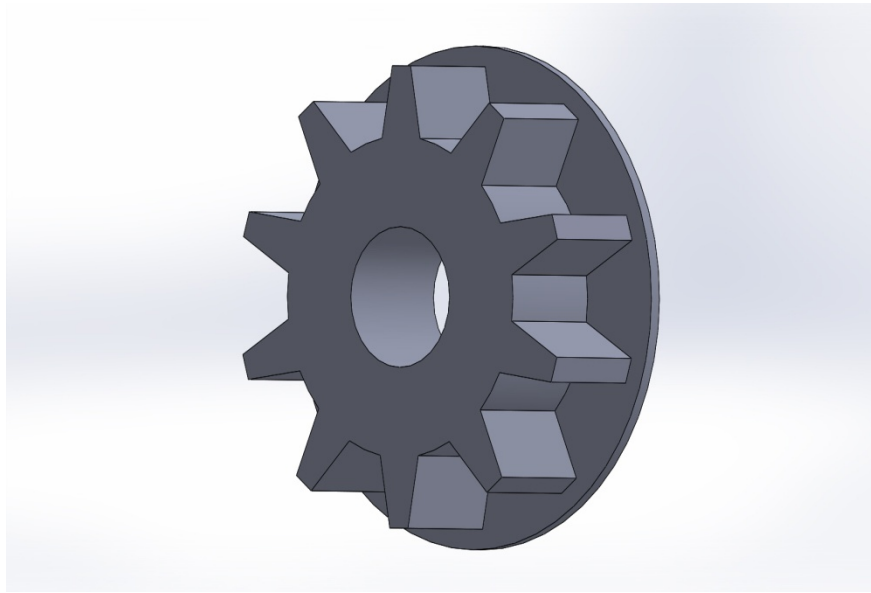
Spesifikasi

Cummins 4BTA/4BT Engine starter 5265710

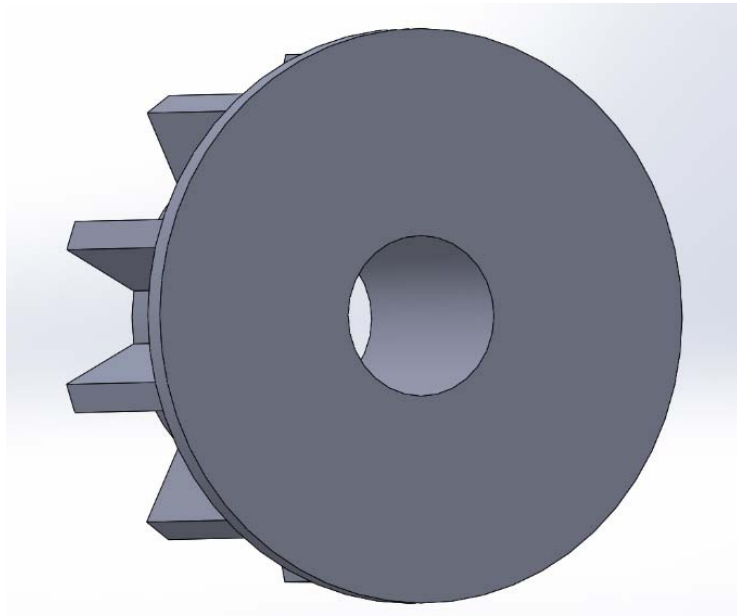
Brand	: Cummins
Model	: 4BT/4BTA
Volt	: 24 V
Teeth	: 10
Power	: 4.5 Kw
Application	: Engine



Gambar pinion gear dan flywheel



Gambar pinion dengan menggunakan software solidwork



Gambar pinion dengan menggunakan software solidwork

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Balikpapan, 3 oktober 1991. Merupakan anak ke-2 dari empat bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal SD Nasional KPS Balikpapan dan SDN wonocolo III sepanjang Sidoarjo, SMP Muhammadiyah 2 Taman, dan SMK Muhammadiyah 2 sukodono sidoarjo. Setelah lulus dari jenjang SMK penulis melanjutkan ke jenjang strata-1 dan diterima di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK – ITS pada tahun 2009. Penulis terdaftar dengan nomer registrasi pokok 4209100002. Di jurusan Teknik Sistem Perkapalan ini, penulis mengambil bidang studi Marine Power Plant (MPP). Penulis dalam kesehariannya aktif sebagai member Laboratorium Mesin Kapal dan Getaran. Penulis juga aktif di beberapa kegiatan kemahasiswaan intra kampus baik pada tingkat jurusan, fakultas, maupun institusi yang bersifat akademis maupun non-akademis.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari perhitungan torsi yang telah dihitung serta pemilihan motor stater dan material yang akan dipakai. Maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Dari hasil simulasi yang dilakukan didapatkan hasil bahwa elektrik motor starter bisa lebih efisien dari motor starter asli dari mesin Cummins.
- Perbandingan pemilihan motor starter didapat agar biaya yang dikeluarkan lebih sedikit.
- Perbandingan material juga didapat agar gear bisa bertahan sampai jangka waktu yang lama.

5.2 saran

Dalam pengerjaan Skripsi ini, masih ada beberapa hal yang harus dikembangkan untuk penelitian yang sejenis. Adapun saran-saran yang dapat diberikan penulis untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Diperlukan penelitian yang lebih lanjut untuk mendapatkan perhitungan torsi yang lebih lengkap dan akurat dari komponen yang bersangkutan pada sistem start elektrik.
- Diperlukan pemodelan elektrik starter yang lebih lengkap agar pembaca mengerti.