

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem gerak *Excavator* menggunakan sistem hidrolik, dengan motor hidrolik sebagai penggerak yang dihubungkan dengan sproket untuk menggerakkan roda serta untuk menghitung daya yang dihasilkan oleh *excavator*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

1) Tempat pelaksanaan penelitian :

Laboratorium otomotif Teknik Mesin Universitas Negeri Jakarta

2) Waktu Penelitian :

Waktu penelitian dimulai dari bulan September 2013 sampai dengan bulan Mei 2014.

3.3 Instrumen Penelitian

Berikut beberapa instrumen yang digunakan dalam penelitian :

1) Program *AutoCad*

Dalam penelitian ini peneliti membuat rancangan sistem penggerak traksi menggunakan program *AutoCad* karena dinilai mudah untuk menggambarkan rancangan sistem penggerak yang peneliti buat dalam suatu media gambar 3 dimensi maupun 2 dimensi

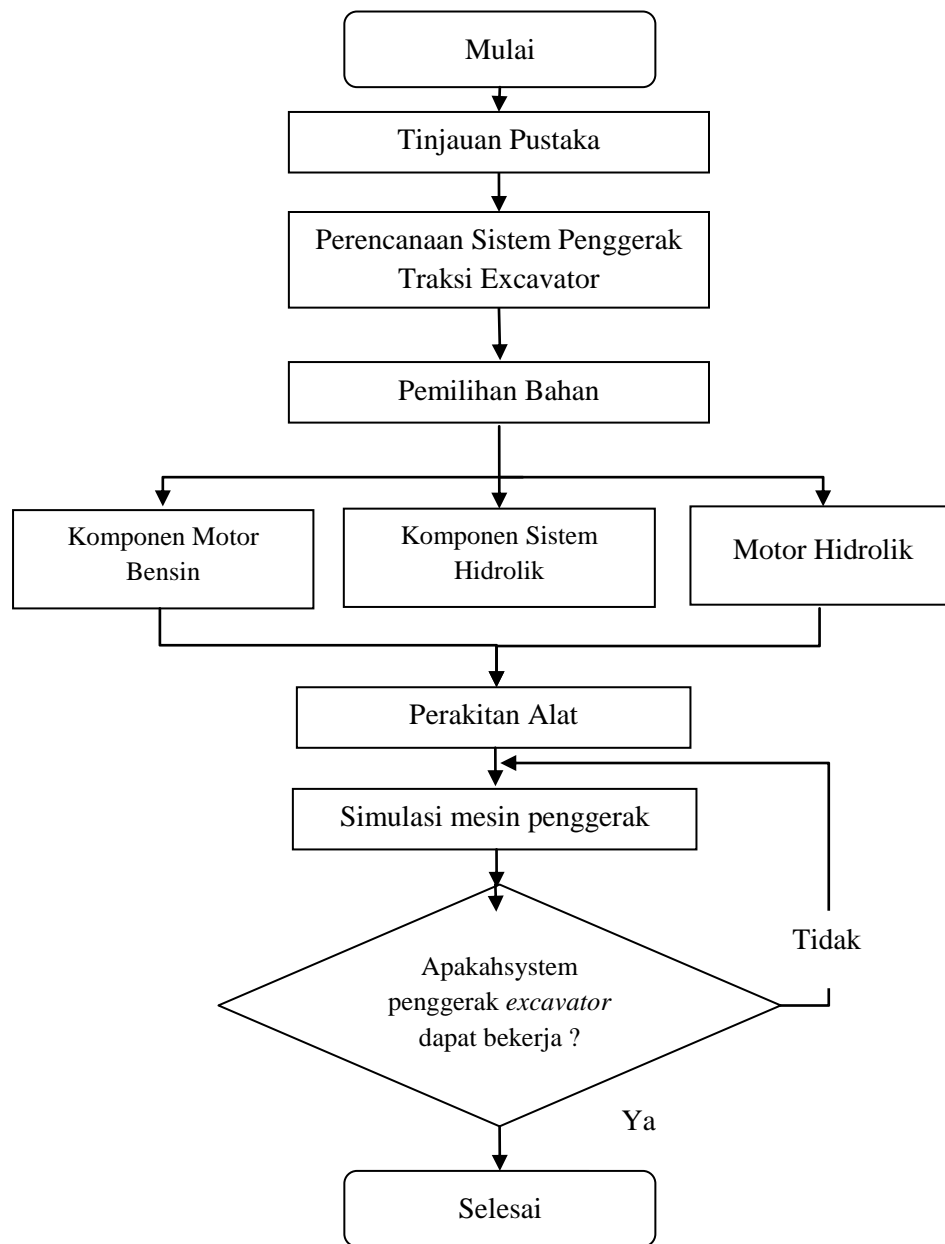
2) Program FluidSIM H

Dalam penelitian ini penulis menggunakan program FluidSIM-H sebagai simulasi sistem kontrol hidrolik yang penulis gunakan sebagai alat penggerak utama *excavator*.

3) Peralatan *Pembuatandan* perakitan Komponen Sistem penggerak Excavator

3.4 Proses Perencanaan

Proses perencanaan ini dilakukan untuk memudahkan dalam pembuatan alat. Alur perencanaan dapat digambarkan dalam bentuk *flow chart* proses perencanaan seperti yang terdapat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 *Flow chart* proses perencanaan

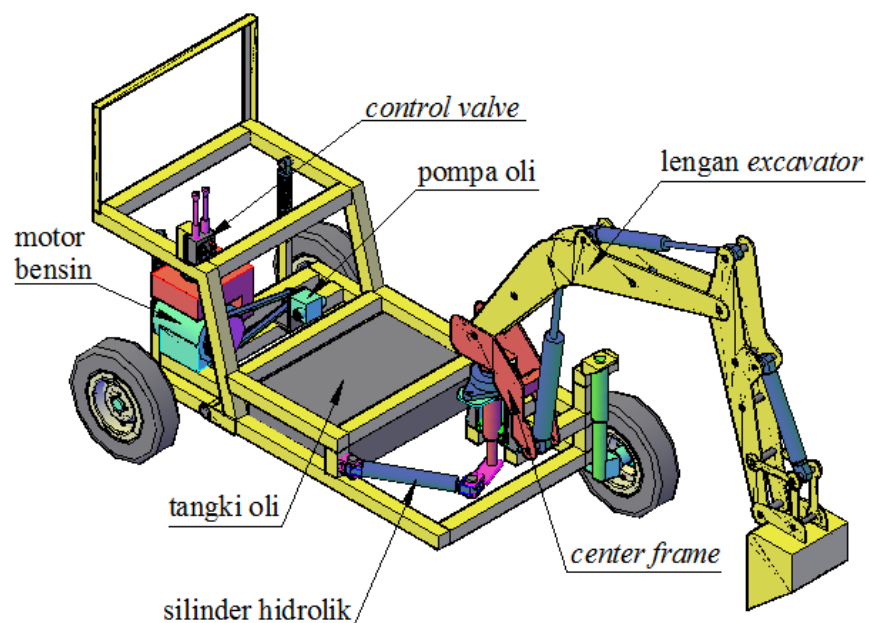
Pada gambar diatas dijelaskan *flow chart* sebagai acuan dalam penelitian dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- Tinjauan Pustaka.

Tinjauan pustaka merupakan tahap awal dari penelitian yang bertujuan untuk mengkaji teori-teori yang berhubungan dengan sistem Penggerak traksi, sistem hidrolik, dan Motor Bensin, dari berbagai sumber seperti buku, skripsi, dan jurnal yang berhubungan dengan penelitian ini.

- Perancangan Desain Sistem Penggerak *Excavator*

Perancangan desain ini berdasarkan bagian dan komponen-komponen dari system penggerak *excavator* , adapun desain yang dibuat sebagai berikut :



Gambar 3.2 Rancangan Bangun *Excavator*

Gambar berikut adalah rancangan bangun *excavator* tipe *backhoe*. Sedangkan yang akan dibuat penulis adalah dengan menggunakan sistem hidrolik yang terdiri dari tangki oli, motor bensin, pompa hidrolik, *control*

valve, motor hidrolik, kemudian diteruskan ke roda dengan menggunakan sproket untuk menggerakkan roda.

- Pemilihan Bahan

Setelah Perancangan desain telah dilaksanakan, maka langkah selanjutya adalah menentukan bahan atau komponen yang digunakan, proses pemilihan bahan ini meliputi pemiihan motor bensin, sistem hidrolik serta komponen lain seperti mur dan baut serta besi yang akan digunakan.

- Perakitan Alat

Perakitan alat merupakan proses utama dalam pembuatan sistem penggerak *excavator*, karena pada proses inilah sistem penggerak yng telah kita rencanakan dirakit menjadi sistem yang sebenarnya.

- Simulasi Mesin Penggerak *excavator*

Proses ini merupakan proses akhir yang penulis lakukan, dimana pada proses ini penulis menguji sistem penggerak yang telah dirakit tadi apakah bisa berfungsi dengan baik atau tidak.

3.5.Perhitungan Dalam Rancang Bangun Sistem Penggerak *Excavator*.

Dalam sebuah rancang bangun sebuah alat uji ada sebuah perencanaan dan perhitungan dalam menentukan sebuah komponen dalam alat yang akan dibuat agar mempermudah dalam proses pembuatan alat tersebut.

Adapun komponen-komponen yang membutuhkan perencanaan dan perhitungan dalam proses pembuatannya seperti ; Motor, Poros, Pulley, V-Belt, Spesimen dan lainnya.

3.5.1 Perencanaan dan Perhitungan Transmisi

Transmisi pada alat uji pelumas ini terdiri dari 2 bagian :

1. Transmisi Antara Motor Bensin dengan Pompa Hidrolik.

Transmisi antara motor bensin dengan pompa hidrolik menggunakan dua buah puli dan satu buah sabuk-V. Sedangkan motor penggerak mengeluarkan daya 2,5 Hp dan memiliki putaran 3600 rpm.

- Daya Rencana

Daya rencana dihitung dengan mengalikan antara daya yang keluaran dari motor penggerak dengan faktor koreksi yang di iijinkan. Pemilihan faktor koreksi berdasarkan pada tabel faktor koreksi dalam lampiran 1.

$$Pd = P \times fc \quad (3.1)$$

Keterangan :

Pd = Daya rencana (kw)

fc = Faktor koreksi

Sehingga :

$$Pd = 1,86 \times 1,5$$

$$Pd = 2,79Kw$$

- Rasio Kecepatan

Rasio kecepatan merupakan perbandingan kecepatan antara motor penggerak dengan kecepatan putaran yang dibutuhkan untuk memutar pompa hidrolik.

$$i = \frac{n_1}{n_2} \quad (3.2)$$

Keterangan :

n_1 = Putaran motor penggerak

n_2 = Putaran pompa hidrolik

Sehingga :

$$i = \frac{3600}{1400}$$

$$i = 2,57$$

- Diameter Puli

Dikarenakan membutuhkan putaran poros pada putaran 1400 rpm maka perbandingan puli yang digunakan adalah 1 : 2,5. Sehingga ukuran puli yang digunakan adalah 2 inch = 50,5 mm dan 5 inch = 127 mm.

- Jarak sumbu

Jarak sumbu harus kurang dari tiga kali jumlah diameter puli besar dan diameter puli kecil, maka jarak sumbu yang direncanakan adalah 165,5 mm.

- Panjang sabuk

Panjang sabuk dapat diperoleh dengan persamaan :

$$L = 2C + 1,57 (D_p + d_l) + \frac{(D_p - d_p)^2}{4C} \quad (3.3)$$

Keterangan :

L = Panjang sabuk (mm)

D_p = Diameter puli besar (mm)

d_l = Diameter puli kecil (mm)

C = Jarak antar sumbu poros (mm)

$$L = 2.165,5 + 1,57 (127 + 50,5) + \frac{(127 - 50,5)^2}{4.165,5}$$

$$L = 618,47 \text{ mm} \rightarrow 24 \text{ inch}$$

Sabuk yang digunakan adalah sabuk-V tipe A no.24

2. Transmisi Antara Motor Hidrolik Dengan Poros Roda.

Transmisi antara motor hidrolik dengan poros roda adalah dengan menggunakan sproket. sproket dan rantai yang akan digunakan telah ditentukan terlebih dahulu :

Untuk Z gear : 14

Untuk Z pinion : 50

Jarak bagi (P) : 12,7 mm

Putaran mesin (n) : 1400 rpm

- Diameter luar sproket belakang :

$$dk = \left\{ 0,6 + \cot \left(\frac{180}{50} \right)^2 \right\} \cdot 12,7 \quad (3.4)$$

$$= 209 \text{ mm}$$

- Diameter luar sproket depan :

$$dk = \left\{ 0,6 + \cot \left(\frac{180}{14} \right)^2 \right\} \cdot 12,7$$

$$= 47,6 \text{ mm}$$

- Kecepatan rantai : (3.5)

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{P \cdot Z1 \cdot np}{1000 \cdot 60} \\
 &= \frac{12,7 \cdot 14 \cdot 1400}{1000 \cdot 60} \\
 &= 4,14 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Daerah kecepatan rantai rol : 4 – 10 m/s, jadi kecepatan rantai masih dalam daerah aman yaitu 4,14 m/s.

3.5.2. Perencanaan dan Perhitungan Poros

Pada Perencanaan Sistem penggerak *Excavator*, poros sebagai penerus daya dan putaran motor hidrolis dengan penghubung sproket , sehingga putaran poros adalah 1400 rpm dan daya yang di transmisikan adalah 1,86 kw. Bahan yang direncanakan adalah S45C (kekuatan tarik $\sigma_b = 55 \text{ kg/mm}^2$).

Adapun perhitungan mencari diameter poros adalah sebagai berikut :

- Menentukan daya rencana

Daya rencana adalah hasil perkalian antara faktor koreksi (f_c) dengan daya nominal output (P dalam kw) yang berasal dari output motor yang telah ditransmisikan oleh sproket seperti persamaan dibawah ini :

$$Pd = P \times f_c \quad (3.6)$$

Sehingga :

$$Pd = 1,86 \times 1,5$$

$$Pd = 2,79 \text{ kw}$$

- Momen rencana

Momen rencana dapat dihitung dengan persamaan :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n_1} \quad (3.7)$$

Keterangan : T = momen rencana (kgf)

n = putaran (rpm)

Sehingga :

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{2,79}{1400} = 1941,1 \text{ (kg.mm)}$$

- Tegangan geser yang di ijinakan

Tegangan yang diijinkan pada poros dapat diperoleh dengan persamaan dibawah ini :

$$\tau_a = \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \quad (3.8)$$

Keterangan : τ_a = Tegangan geser yang diijinkan (kgf/mm²)

σ_B = Kekuatan tarik (kgf/mm²)

Sf_1 = Faktor keamanan (untuk bahan S.Cn $Sf_1 = 6,0$)

Sf_2 = Faktor keamanan (karena pengerjaan,poros sedikit diberi tangga pada tempat puli

$Sf_2 = 2,0$)

Sehingga :

$$\tau_a = 55 / (6,0 \times 2,0)$$

$$\tau_a = 4,58 \text{ (kg. mm)}^2$$

- Diameter poros

Diameter poros yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan

$$d_s \geq \left[\left(\frac{5,1}{\tau_a} \right) \sqrt{(K_m M)^2 + (K_t T)^2} \right]^{1/3} \quad (3.9)$$

Keterangan :

d_s = Diameter poros

τ_a = Tegangan geser yang diijinkan (kg/mm²)

K_m = Faktor koreksi momen lentur (poros berputardengan tumbukan ringan $K_m = 1,5$)

K_t = Faktor koreksi momen puntir faktor koreksi dengan sedikit kejutan ($K_t = 1,5$).

M = Momen lentur

T = Momen rencana

Sehingga :

$$d_s = \left[\left(\frac{5,1}{4,58} \right) \sqrt{(1,5 \times 1765,5)^2 + (1,5 \times 1941,1)^2} \right]^{1/3}$$

$$d_s = 16,37 \text{ (mm)} \rightarrow 20 \text{ mm}$$

3.6. Proses Pembuatan Sistem Penggerak *Excavator*

Pada proses pembuatan *excavator* ini terdapat beberapa prosedur yang harus diikuti agar pelaksanaan pembuatan akan menjadi lebih baik dan lancar. Prosedur tersebut meliputi langkah-langkah pengerjaan komponen serta perakitan komponen menjadi satu kesatuan alat yang dapat dioperasikan sesuai tujuan yang hendak dicapai.

3.6.1. Alat yang Digunakan

Beberapa peralatan yang akan digunakan dalam proses pembuatana alat ini adalah sebagai berikut :

1) Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan untuk membubut poros dan dudukan komponen.



Gambar 3.3 Mesin Bubut

2) Mesin Las Listrik

Mesin las listrik digunakan untuk menyambung ataupun menyatukan tempat duduk dengan rangka.



Gambar 3.4 Mesin Las Listrik

3) Mesin Gerinda

Mesin gerinda digunakan untuk menghaluskan ataupun meratakan permukaan setelah selesai dilakukan proses pengelasan.



Gambar 3.5 Mesin Gerinda

4) Mesin Milling

Mesin milling digunakan untuk membuat lubang pada dudukan komponen *excavator*.



Gambar 3.6 Mesin Milling

5) Gergaji Besi

Gergaji besi digunakan untuk pemotongan logam atau bahan lainnya.



Gambar 3.7 Gergaji Besi

- 6) Peralatan dan perlengkapan kerja bangku dan pelat seperti : Palu, kikir, penggores, mistar, siku dll.



Gambar 3.8 Peralatan Kerja Bangku

3.6.2. Bahan yang digunakan

Rancang bangun system penggerak *excavator* ini dibuat dari berbagai jenis bahan , diantaranya adalah sebagai berikut :

1) Motor Bensin

Motor Bensin merupakan komponen utama dalam pembuatan sistem penggerak *excavator*. Berfungsi menggerakkan pompa hidrolis memompa cairan untuk menyalurkannya menuju katup dan motor hidrolis.



Gambar. 3.9 . Motor Bensin

Spesifikasi Motor Bensin yang digunakan pada rancang bangun sistem penggerak *Excavator* adalah

Merk : Tenar

Daya (P) : 2,5 Hp

Putaran Mesn (N) : 3600 Rpm

Berat : 17 Kg

2) Pompa Hidrolik

Pompa oli hidrolik berguna untuk mengalirkan oli dari tangki menuju komponen hidrolik yang membutuhkan seperti motor hidrolik silinder hidrolik. Pompa digunakan untuk mengkonversi tenaga mesin menjadi tenaga fluida.



Gambar 3.10. Pompa Hidrolik

Spesifikasi pompa hidrolik yang digunakan dalam rancang bangun sistem penggerak traksi excavator adalah

Tipe	: Pompa Roda gigi luar
Tekanan (P)	: $10 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$
Volume Perpindahan (C)	: 8 cc/rev
efisiensi volumetric (η_{vol})	: 0,85

3) Motor Hidrolik

Motor Hidrolik adalah bentuk lain *actuator*. Kalau *cylinder* menghasilkan gerakan bolak balik, maka hidrolik motor menghasilkan putaran (rpm). Dalam rancang bangun sistem penggerak *excavator*, motor hidrolik berfungsi untuk menggerakkan poros utama roda belakang yang dihubungkan dengan sproket.

4) Katup pengatur arah aliran (*control valve*)

Katup pengatur arah aliran berfungsi untuk mengatur jalan atau lintasan aliran fluida. Aliran fluida hidrolik dapat dikontrol dengan menggunakan *valve* yang hanya memberikan satu arah aliran.



Gambar 3.11. *Control valve tipe multiple*

5) Saringan Oli (*Oil Filter*)

Saringan oli berfungsi menyaring kotoran–kotoran dari minyak hidrolik yang ikut mengalir bersama oli agar tidak masuk ke dalam komponen sistem dan menyebabkan penyumbatan. *Oil filter* ditempatkan dalam tangki pada saluran masuk pada pompa. Dengan adanya *oil filter* diharapkan efisiensi peralatan hidrolik dapat ditinggikan dan umur pemakaian lebih lama.



Gambar 3.12. Saringan Oli (*oil filter*)

6) Tangki oli

Tangki oli berfungsi sebagai tempat cairan hidrolik.



Gambar. 3.13. Gambar Tangki Oli

7) Selang Hidrolik

Selang hidrolik merupakan tempat untuk mengalirnya cairan hidrolik dari pompa hidrolik menuju ke komponen hidrolik lainnya seperti katup dan motor hidrolik .



Gambar 3.14. Selang Hidrolik

- 8) Baja S 45 C dengan kekuatan tarik 55 kg/mm² dengan diameter 50 mm yang digunakan untuk poros utama.
- 9) *Pillow Block* dengan ukuran bantalan 25 mm berfungsi sebagai sebagai tempat dudukan poros.



Gambar 3.15 Pillow Block

- 10) *Pulley* dan sabuk-V tipe A digunakan untuk mentransmisikan daya dan putaran



Gambar 3.16 Pulley dan Sabuk-V

- 11) Sproket digunakan untuk mentransmisikan daya motor hidrolis ke poros roda
- 12) Baut dan Mur berfungsi sebagai alat pengikat komponen alat.
- 13) Elektroda digunakan sebagai bahan dalam proses pengelasan.

3.6.3 Langkah-Langkah Pembuatan

Langkah pembuatan dilakukan dengan beberapa tahap. Adapun tahapan pekerjaannya adalah sebagai berikut :

1) Proses Pembuatan Dudukan Motor Bensin

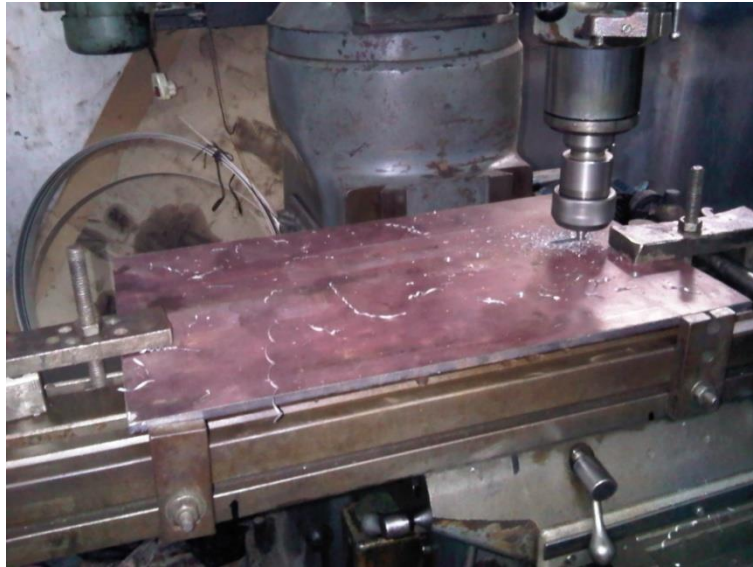
Rangka mesin yang telah jadi berfungsi sebagai tempat dudukan komponen mesin. Rangka terbuat dari baja profil hollow, kemudian diberikan lubang sebagai tempat untuk meletakkan motor bensin



Gambar 3.17. Lubang Tempat Dudukan Motor Bensin

2) Proses Pembuatan Dudukan Pompa Hidrolik dan Puli

Proses pembuatan dudukan puli dilakukan dengan mesin milling, Plat ukuran 500 x 300 x 8 mm dilubangi .dengan ukuran lubang berdiamet 10 mm.



Gambar 3.18 Proses Pembuatan Plat Dudukan Puli

3) Proses Pembuatan Dudukan Motor Hidrolik

Sama seperti pembuatan dudukan pompa hidrolik, Proses pembuatan dudukan motor hidrolik juga dilakukan dengan mesin milling, Plat baja ukuran 100 x 100 x 10 mm dilubangi dengan ukuran lubang berdiameter 10 mm



Gambar 3.19 Proses Pembuatan Dudukan Motor hidrolik

3.6.4 Proses Perakitan (*assembly*)

Pada proses perakitan ini, semua komponen yang telah dibuat digabungkan menjadi satu kesatuan sehingga membentuk sistem penggerak pada *excavator*. Adapun prosedur perakitannya adalah sebagai berikut :

- 1) Motor bensin dipasang pada dudukan yang telah dibuat tadi dengan menggunakan M10.



Gambar 3.20 Proses Pemasangan Motor Bensin

- 2) Puli dipasang pada dudukan yang telah dibuat tadi, kemudian Puli dan sabuk-V dipasang pada motor bensin dan pada pompa hidrolis.



Gambar.3.21. Proses Perakitan Puli dan Pompa Hidrolis

- 3) Motor hidrolis dipasangkan dengan dudukan yang telah menempel pada rangka *excavator* dengan menggunakan M10.



Gambar 3.22.Motor Hidrolik yang Telah Dirakit

- 4) Pasang katup pengatur arah aliran pada bagian atas rangka sebagai pengatur *excavator* untuk bergerak.
- 5) Merakit selang hidrolik yang menghubungkan pompa hidrolik, katup pengatur arah aliran dan motor hidrolik.



Gambar. 3.23. Selang Hidrolik Telah Terpasang