

DESAIN RANGKA BOSCH PUMP TIPE IN – LINE 4 SILINDER

Hari Cahyono

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : haricahyono@mhs.unesa.ac.id

Iskandar

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : iskandar@unesa.ac.id

Abstrak

Pompa injeksi (*injection pump*) atau lebih dikenal sebagai *bosch pump* memiliki berbagai jenis tipe, namun tipe yang akan digunakan salah satunya adalah tipe *in-line* (segaris) pada mesin diesel putaran tinggi. Sistem kerjanya bahan bakar yang telah dikirim oleh *feed pump* diinjeksikan ke dalam ruang bahan bakar oleh pompa injeksi dan *nozzle* dengan cara ditekan oleh *plunger* yang bergerak ke atas. Pergerakan naik turunnya *plunger* tersebut diatur oleh *camshaft*. *Camshaft* yang terdapat pada pompa injeksi bahan bakar dihubungkan ke *timing gear*. Sehingga penyemprotan bahan bakarnya dapat diatur waktunya. *Control rack* yang dihubungkan dengan *governor* berfungsi untuk memutar *plunger* guna mengatur jumlah bahan bakar yang diinjeksikan. Dikarenakan *bosch pump* tipe *in-line* memiliki mesin diesel putaran tinggi, maka akan di desain sebuah rangka sebagai tempat *bosch pump* tipe *in-line*. Tujuan dalam tugas akhir ini untuk mengetahui kekuatan rangka yang akan digunakan pada *bosch pump* tipe *in-line*, agar bisa menompang kinerja *bosch pump* yang akan dijalankan. Hasil desain rangka didapatkan spesifikasi alat menggunakan rangka besi siku L ukuran 20mm x 20 mm x 3mm, *bosch pump* tipe *In-Line*, motor penggerak gerinda sebagai media *engine bosch pump* tipe *In-line*. Berdasarkan perhitungan kekuatan dari desain rangka *bosch pump* tipe *In-line* di dapat sebagai berikut : beban yang diterima 5,62 N/mm sedangkan kekuatan rangka 62,5 N/mm, maka rangka dinyatakan cukup kuat untuk menahan beban *bosch pump* . Dan perhitungan kekuatan rangka pada motor penggerak di dapat sebagai berikut : beban yang di terima 1,86 N/mm sedangkan kekuatan rangka 62,5 N/mm, maka rangka dinyatakan cukup kuat untuk menahan beban motor penggerak.

Kata kunci : *bosch pump* tipe *in-line*, desain rangka, tegangan rangka

Abstract

Injection pump usually known as *bosch pump* has various type, but one type that will be used is *inline* type on high speed diesel engines. The work flow is fuel sent by *feed pump* and then injected into the fuel chamber by the *injection pump* and *nozzle* by pressing the *plunger* that moves up. The up and down movement of the *plunger* is regulated by the *camshaft*. The *camshaft* on the fuel injection pump is connected to the *timing gear*. So that the fuel spraying can be arranged in time. The control rack that is connected to the governor has function to rotate the *plunger*, for regulate the amount of fuel injected. Because the *in-line* type *bosch pump* has a high-speed diesel engine, it will be designed as an *in-line* type *bosch pump*. The purpose of this final project is to determine the frame strength that will be used in the *in-line* type *bosch pump*, in order to support the performance of the *bosch pump* to be run. Frame design result obtained the specifications of the tool using a 20mm x 20mm x 3mm L frame iron elbow, *In-line* type *bosch pump*, grinding drive motor as the *In-line* type *bosch pump* media engine. Based on calculation of strength from the design of the frame *In-line* type *bosch pump* frame can be obtained : load received 5,62 N/mm while frame strength 62,5 N/mm, then the frame is declared strong enough to withstand the load of the *bosch pump*. And the calculation of frame strength on the drive motor can be obtained : load received 1,86 N/mm while frame strength 62,5 N/mm, then the frame is declared strong enough to hold the drive motor load.

Keywords: *in-line* type *bosch pump*, frame design, frame tension

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia semakin maju, sehingga semua hal yang mendukung kemajuan dunia ini dituntut untuk mengikuti perkembangan zaman. Dengan perkembangan

zaman ini diharapkan dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat sehingga kehidupan masyarakat lebih layak. Transportasi juga merupakan bagian dari perkembangan yang terjadi. Karena transportasi merupakan sarana pendukung berjalannya

perkembangan. Transportasi yang dibutuhkan pada perkembangan zaman ini yaitu bekerja tanpa henti, hemat, kuat, dan ramah lingkungan. Kriteria yang dibutuhkan sesuai dengan mesin diesel. Karena mesin diesel memiliki karakter kuat, tahan lama, hemat bahan bakar, ramah lingkungan. Maka untuk sekarang mesin diesel mengalami perkembangan yang sangat pesat, ini dilakukan untuk mengikuti perkembangan zaman.

Pompa injeksi (*injection pump*) atau lebih dikenal sebagai *bosch pump* memiliki berbagai jenis tipe, namun tipe yang akan digunakan salah satunya adalah tipe *in-line* (segaris) pada mesin diesel putaran tinggi. Sistem kerjanya bahan bakar yang telah dikirim oleh *feed pump* diinjeksikan ke dalam ruang bahan bakar oleh pompa injeksi dan *nozzle* dengan cara ditekan oleh *plunger* yang bergerak ke atas. Pergerakan naik turunnya *plunger* tersebut diatur oleh *camshaft*. *Camshaft* yang terdapat pada pompa injeksi bahan bakar dihubungkan ke *timing gear*. Sehingga penyemprotan bahan bakarnya dapat diatur waktunya. *Control rack* yang dihubungkan dengan *governor* berfungsi untuk memutar *plunger* guna mengatur jumlah bahan bakar yang diinjeksikan. Oleh karena itu, penulis akan mendesain sebuah rangka sebagai tempat *bosch pump* tipe *in-line* 4 silinder. Dengan rangka ini kita dapat mengetahui seberapa kuat dalam menahan kinerja *bosch pump* yang akan dijalankan.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mengetahui desain rangka mesin *bosch pump* tipe *in-line* 4 silinder dan mengetahui kekuatan rangka dari desain rangka mesin *bosch pump* tipe *in-line* 4 silinder.

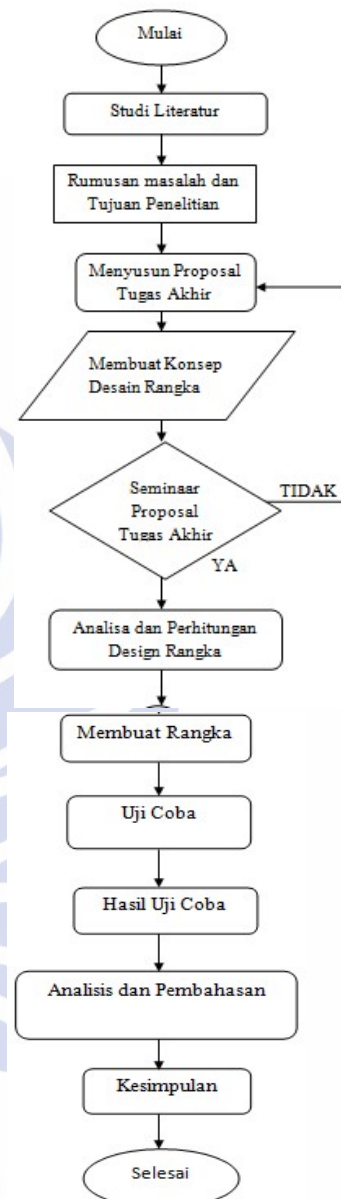
Rumusan masalah pada kesimpulan tentang permasalahan adalah bagaimana mendesain rangka mesin *bosch pump* tipe *in-line* 4 silinder dan analisis kekuatan desain rangka *bosch pump* tipe *in-line* 4 silinder.

Manfaat dari penulisan ini adalah bagi mahasiswa untuk menerapkan teori secara praktis, kalangan masyarakat untuk menambah wawasan, pengetahuan dan keterampilan yang kelak berguna untuk kedepan.

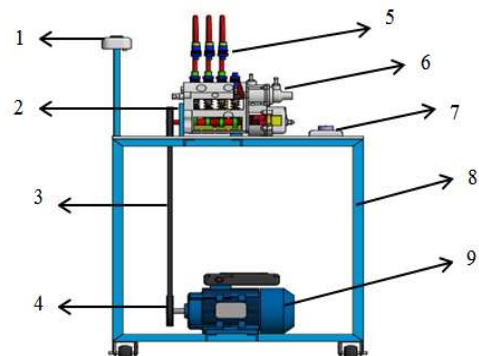
Untuk membatasi proses desain rangka *bosch pump* ini, terdapat beberapa hal yaitu Proses desain rangka dengan *software Autodesk Inventor Professional 2016*. Faktor keamanan di asumsikan 2 karena motor listrik mengakibatkan getaran pada konstruksi.

METODE

Alur Perancangan Desain Rangka



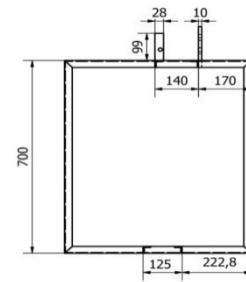
Gambar 1. Flowchart Desain Rangka



Gambar 2. Desain Rangka Bosch Pump Tipe In-Line 4 silinder

Keterangan gambar 2 :

1. Tangki solar
2. Bearing
3. V-Belt
4. *Pulley*
5. Nozzle
6. Bosch pump
7. Saklar On Off
8. Rangka
9. Motor Penggerak



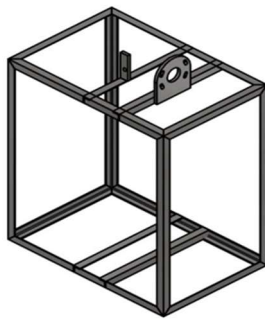
Gambar 6. Rangka Tampak Samping

Jenis-jenis komponen *engine cutting bosch pump* tipe *In-Line* 4 silinder berdasarkan fungsi dan kegunaannya dibagi menjadi 2 unit antara lain sebagai berikut:

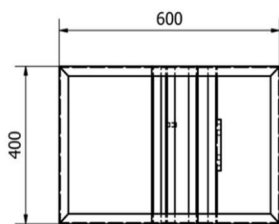
Unit Penyangga
Unit Penggerak

Unit Penyangga

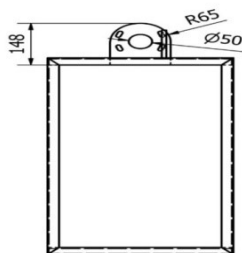
Pembuatan unit penyangga yang berupa rangka diperlukan mendesain terlebih dahulu, kemudian pemilihan bahan.



Gambar 3. Rangka *Bosch Pump* Tipe *In-Line* 4 Silinder



Gambar 4. Rangka Tampak Atas



Gambar 5. Rangka Tampak Depan

Desain Perhitungan

Perhitungan Bosch Pump pada rangka

Gaya yang bereaksi :

Beban (F) : Massa Total x Gaya Gravitasi = N
(Sularso, 1997)

- Kesetimbangan Gaya Luar :

$$\sum F_x = 0$$

$$\sum F_y = 0 \quad (\text{Sularso, 1997})$$

$$\sum M = 0$$

- Kesetimbangan Gaya Dalam :

$$M_a = 0$$

$$M_c = 0 \quad (\text{Sularso, 1997})$$

$$M_b = 0$$

Perhitungan Tegangan Rangka

- Momen Inersia

$$\text{Luas Penampang : } A = b \times h$$

$$\text{Momen inersia penampang : } I_x = 1/12 bh^3 \quad (\text{Sularso, 1997})$$

$$I_y = 1/12 b^3h$$

$$I_p = 1/12 (bh^3 + b^3h)$$

- Jarak Titik Berat

$$y = (b)^2 / 2 \cdot (1 + b) \quad (\text{Sularso, 1997})$$

- Tegangan Tarik

$$\text{Tegangan Tarik} = F / A \quad (\text{N/mm}^2) \quad (\text{Sularso, 1997})$$

- Faktor Keamanan

$$SF = F_u / F_i \quad (\text{R.S Khurmi dan J.K Gupta, 2005})$$

- Tegangan Ijin Bahan

$$\text{Tegangan Ijin} = \text{Tegangan leleh} / \text{Faktor Keamanan} \quad (\text{Sularso, 1997})$$

- Tegangan yang terjadi pada rangka

$$\text{Tegangan} = M_{\max} \cdot y / I \quad (\text{Sularso, 1997})$$

Dari spesifikasi diatas, diketahui Rpm *bosch pum*

Cara Kerja Mesin

Bosch pump tipe *in-line* ini akan bekerja ketika motor penggerak di hidupkan, kemudian putaran motor akan memutar *pulley* transmisi untuk menggerakkan *pulley* yang ada pada poros komponen *bosch pump*. Putaran atau kecepatan pada *pulley* dapat diatur menggunakan inverter sesuai dengan jenis rpm yang diinginkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan *Bosch Pump* pada Rangka

Menghitung berat *Bosch Pump*

Rangka mesin menggunakan dimensi Panjang 600 mm x Lebar 400 mm x Tinggi 700 mm. Rangka sebagai penopang memiliki pembebanan, yaitu beban yang ditanggung tiap titik oleh rangka, gambar bagian pada rangka yang menahan beban dari *bosch pump* pada gambar 7.



Gambar 7. Rangka *Bosch pump*

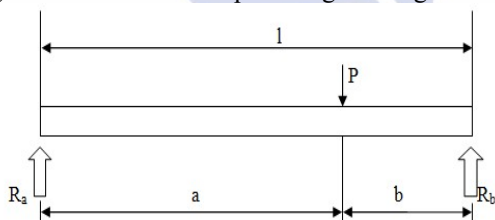
Total berat *bosch pump* : 5,5 kg + berat puli 0,5 kg

$$F = 6 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F = 58,86 \text{ N} \cdot 2$$

$$F = 117,72 \text{ N}$$

Maka di asumsikan putaran dan getaran motor mengakibatkan beban yang ditanggung plat menjadi 2 kali lebih besar. Karena titik berat *bosch pump* tidak di tengah maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:



Gambar 8. Pembebanan *Bosch pump* yang terjadi pada rangka

$$R_a = \frac{P \cdot b}{l}$$

$$R_a = \frac{117,72 \text{ N} \cdot 150 \text{ mm}}{400 \text{ mm}}$$

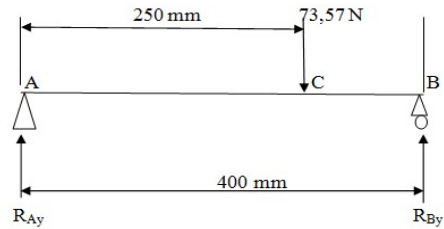
$$R_a = 44,145 \text{ N}$$

$$R_b = \frac{P \cdot a}{l}$$

$$R_b = \frac{117,72 \cdot 250 \text{ mm}}{400 \text{ mm}}$$

$$R_b = 73,575 \text{ N}$$

Dari perhitungan pembagian gaya pada masing – masing peyangga, gaya yang terbesar pada titik R_b . Maka beban maksimum yang ditopang oleh rangka pada titik R_b .



Gambar 9. Gaya yang terjadi pada batang yang menopang

- Ketimbangan Gaya Luar

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_{Ay} + R_{By} - 73,57 \text{ N} = 0$$

$$R_{Ay} + R_{By} = 73,57 \text{ N}$$

Diketahui bahwa jumlah dari R_{Ay} dan R_{By} adalah 73,57 N.

Mencari besarnya gaya reaksi pada tumpuan B (R_{By}) dan gaya reaksi yang terjadi pada tumpuan A (R_{Ay}) dengan cara memasukkan seluruh gaya yang terjadi pada batang beserta jarak yang ada.

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F \cdot L_{AC} + R_{By} \cdot L_{AB} = 0$$

$$73,575 \text{ N} \cdot 250 \text{ mm} + R_{By} \cdot 400 \text{ mm} = 0$$

$$18393,75 \text{ N mm} + 400 \text{ mm} = 0$$

$$18393,75 \text{ N mm} = R_{By} \cdot 400 \text{ mm}$$

$$R_{By} = 18393,75 \text{ N mm} / 400 \text{ mm}$$

$$R_{By} = 45,98 \text{ N}$$

$$R_{Ay} = 73,57 \text{ N} - R_{By}$$

$$R_{Ay} = 73,57 \text{ N} - 45,98 \text{ N}$$

$$R_{Ay} = 27,59 \text{ N}$$

- Kesetimbangan Gaya Dalam

Momen = beban yang terjadi pada batang x jarak titik tumpu ke titik beban

Mencari momen yang terjadi pada titik A.

$$\Sigma M_A = 0$$

Tidak ada momen yang terjadi pada titik A.

Mencari momen yang terjadi pada titik C. pada titik C terdapat gaya yang bekerja yaitu F sebesar 73,57 N dan terdapat jarak pada titik A menuju titik C sepanjang 250 mm.

$$\Sigma M_C = R_{By} \cdot L_{AC}$$

$$= 45,98 \text{ N} \cdot 250 \text{ mm}$$

$$= 11495 \text{ Nmm}$$

Jadi momen yang terjadi pada titik C adalah sebesar 11495 Nmm.

Mencari momen yang terjadi pada titik B. Memasukan semua gaya yang terjadi mulai dari A sampai pada titik B dan memasukan jarak yang terjadi pada gaya.

$$\Sigma M_B = R_{Ay} \cdot L_{AB} - F \cdot L_{CB}$$

$$= 27,59 \text{ N} \cdot 400 \text{ mm} - 73,57 \text{ N} \cdot 150 \text{ mm}$$

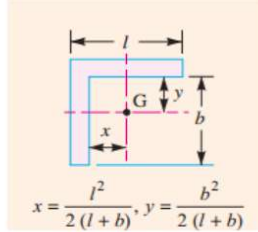
$$= 11036 \text{ Nmm} - 11036 \text{ Nmm}$$

$$= 0$$

Tidak ada momen yang terjadi pada titik B.

- Perhitungan Tegangan Rangka

Rangka yang ingin dipakai berupa besi profil L dengan dimensi 20 mm x 20 mm x 3 mm



Gambar 10. Inersia besi profil L

a. Momen Inersia (I) :

$$I = t \left[\frac{(b+l)^4 - 6(b)^2(l)^2}{12(l+b)} \right]$$

$$I = 3 \left[\frac{(17+20)^4 - 6(17)^2(20)^2}{12(20+17)} \right]$$

$$I = 3 \left[\frac{1874161 - 6(289)(400)}{444} \right]$$

$$I = 3 \left[\frac{1180561}{444} \right]$$

$$I = 3 \times 2658,92$$

$$I = 7976,76 \text{ mm}^4$$

b. Jarak titik berat (y)

$$y = \frac{b^2}{2(b+l)} = \frac{17^2}{2(17+20)} = \frac{289}{74} = 3,90 \text{ mm}$$

c. Beban maksimum ($M_{\max}$) = 11495 N

Tabel 1. Tegangan luluh besi profil L

MATERIAL	DENSITY (kg/m ³)	YOUNG'S MODULUS (GPa)	ULTIMATE STRENGTH (MPa)	YIELD STRENGTH (MPa)
Steel	7800	200	400	250
Aluminum	2710	70	110	95
Glass	2190	65	50	-
Concrete	2320	30	40	-
Wood	525	13	50	-
Bone	1900	9	170	-
Polystyrene	1050	3	48	-

d. Faktor keamanan (sf) = 4 (karena jenis beban statis diambil dari tabel Khurmi dan Gupta)

e. Tegangan *yield* pada besi profil L = 250 MPa = 250 N/mm²

Maka tegangan ijin bahan (σ_{ijin}) = $\frac{\sigma_u}{Fos} = \frac{250}{4} = 62,5 \text{ N/mm}^2$

f. Tegangan yang terjadi pada rangka

$$\sigma = \frac{M_{\max} \cdot y}{I}$$

$$\sigma = \frac{11495 \text{ Nmm} \cdot 3,90 \text{ mm}}{7976,76 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma = 5,62 \text{ N/mm}^2$$

Karena σ pada rangka < σ ijin bahan, maka pemilihan rangka besi profil L dengan dimensi 20

mm x 20 mm x 3 mm aman untuk menahan beban.

Perhitungan Motor Listrik pada Rangka

- Menghitung berat Motor Listrik



Gambar 11. Motor Listrik

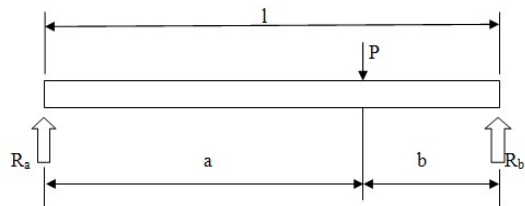
Total berat gerinda : 1,8 kg + berat puli 0,5 kg

$$P = 2,3 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$P = 17,7 \text{ N} \cdot 2$$

$$P = 22,56 \text{ N}$$

- Maka di asumsikan putaran dan getaran motor mengakibatkan beban yang ditanggung plat menjadi 2 kali lebih besar. Karena titik berat gerinda tidak ditengah maka W dilakukan perhitungan sebagai berikut:



Gambar 12. Pembebanan gerinda yang terjadi pada rangka

$$R_a = \frac{P \cdot b}{l}$$

$$R_a = \frac{22,56 \text{ N} \cdot 100 \text{ mm}}{400 \text{ mm}}$$

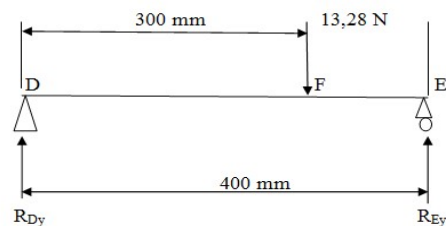
$$R_a = 5,64 \text{ N}$$

$$R_b = \frac{P \cdot a}{l}$$

$$R_b = \frac{22,56 \text{ N} \cdot 300 \text{ mm}}{400 \text{ mm}}$$

$$R_b = 16,92 \text{ N}$$

Dari perhitungan pembagian gaya pada masing – masing peyangga, gaya yang terbesar pada titik R_b. Maka beban maksimum yang ditopang oleh rangka pada titik R_b.



Gambar 13. Gaya yang bekerja pada batang

- Kesetimbangan Gaya Luar

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$R_{Dy} + R_{Ey} - 16,92 \text{ N} = 0$$

$$R_{Dy} + R_{Ey} = 16,92 \text{ N}$$

Diketahui bahwa jumlah dari R_{Dy} dan R_{Ey} adalah 16,92 N.

Mencari besarnya gaya reaksi pada tumpuan E (R_{Ey}) dan gaya reaksi yang terjadi pada tumpuan D (R_{Dy}) dengan cara memasukkan seluruh gaya yang terjadi pada batang beserta jarak yang ada.

$$\Sigma M_A = 0$$

$$F \cdot L_{DF} + R_{Ey} \cdot L_{DE} = 0$$

$$16,92 \text{ N} \cdot 300 \text{ mm} + R_{Ey} \cdot 400 \text{ mm} = 0$$

$$5076 \text{ N mm} + R_{Ey} \cdot 400 \text{ mm} = 0$$

$$5076 \text{ N mm} = R_{Ey} \cdot 400 \text{ mm}$$

$$R_{Ey} = \frac{5076 \text{ N mm}}{400 \text{ mm}}$$

$$R_{Ey} = 12,69 \text{ N}$$

$$R_{Dy} = 16,92 \text{ N} - R_{Ey}$$

$$R_{Dy} = 16,92 \text{ N} - 12,69 \text{ N}$$

$$R_{Dy} = 4,23 \text{ N}$$

- Kesetimbangan Gaya Dalam

$$M_D = 0$$

$$M_F = 0$$

$$= R_{Ey} \cdot 300 \text{ mm}$$

$$= 12,69 \text{ N} \cdot 300 \text{ mm}$$

$$= 3807 \text{ Nmm}$$

$$M_E = 0$$

$$= R_{Dy} \cdot 400 \text{ mm} - 16,92 \text{ N} \cdot 100 \text{ mm}$$

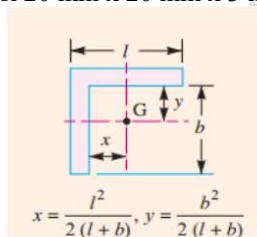
$$= 4,23 \text{ N} \cdot 400 \text{ mm} - 16,92 \text{ N} \cdot 100 \text{ mm}$$

$$= 1692 \text{ Nmm} - 1692 \text{ Nmm}$$

$$= 0$$

- Perhitungan Tegangan Rangka

Rangka yang ingin dipakai berupa besi profil L dengan dimensi 20 mm x 20 mm x 3 mm



Gambar 14. Inersia besi profil L

a. Momen Inersia (I) :

$$I = t \left[\frac{(b+l)^4 - 6(b)^2(l)^2}{12(l+b)} \right]$$

$$I = 3 \left[\frac{(17+20)^4 - 6(17)^2(20)^2}{12(20+17)} \right]$$

$$I = 3 \left[\frac{1874161 - 6(289)(400)}{444} \right]$$

$$I = 3 \left[\frac{1180561}{444} \right]$$

$$I = 3 \times 2658,92$$

$$I = 7976,76 \text{ mm}$$

b. Jarak titik berat (y)

$$y = \frac{b^2}{2(b+l)} = \frac{17^2}{2(17+20)} = \frac{289}{74} = 3,90 \text{ mm}$$

c. Beban maksimum ($M_{\max}$) = 3807 N

Tabel 2. Tegangan luluh besi profil L

MATERIAL	DENSITY (kg/m ³)	YOUNG'S MODULUS (GPa)	ULTIMATE STRENGTH (MPa)	YIELD STRENGTH (MPa)
Steel	7800	200	400	250
Aluminum	2710	70	110	95
Glass	2190	65	50	-
Concrete	2320	30	40	-
Wood	525	13	50	-
Bone	1900	9	170	-
Polystyrene	1050	3	48	-

d. Faktor keamanan (sf) = 4 (karena jenis beban statis diambil dari tabel Khurmi dan Gupta)

e. Tegangan *yield* pada besi profil L = 250 MPa = 250 N/mm²

Maka tegangan ijin bahan (σ_{ijin}) = $\frac{\sigma_u}{Fos} = \frac{250}{4} = 62,5 \text{ N/mm}^2$

f. Tegangan yang terjadi pada rangka

$$\sigma = \frac{M_{\max} \cdot y}{I}$$

$$\sigma = \frac{3807 \text{ Nmm} \cdot 3,90 \text{ mm}}{7976,76 \text{ mm}}$$

$$\sigma = 1,86 \text{ N/mm}^2$$

Karena σ pada rangka < σ ijin bahan, maka pemilihan rangka besi profil L dengan dimensi 20 mm x 20 mm x 3 mm aman untuk menahan beban.

PENUTUP

Simulan

Setelah dilakukan proses pembuatan “Desain Rangka Bosch pump Tipe In-Line 4 silinder” maka dapat diambil beberapa simpulan diantaranya sebagai berikut:

- Hasil dari Desain Rangka Bosch Pump Tipe In-Line 4 silinder sudah sesuai dengan apa yang ada pada gambar dan konsep awal yang dibentuk.
- Desain rangka bosch pump tipe In-Line 4 Silinder menggunakan besi siku profil L dengan spesifikasi 20 mm x 20 mm x 3 mm, Rangka mesin dengan dimesi Panjang 600 mm x Lebar 400 mm x Tinggi 700 mm.
- Kekuatan dari desain rangka bosch pump tipe In-Line 4 silinder dari hasil perhitungan dinyatakan cukup kuat. Beban yang di terima 5,62 Nmm dan beban motor penggerak 1,86 Nmm sedangkan kekuatan rangka 62,5 Nmm.

Saran

Dalam pembuatan alat dan laporan ini, tentulah terdapat kekurangan yang merupakan kewajiban sebagai seorang manusia, akan tetapi kekurangan tersebut hendaknya kita perbaiki sehingga kedepanya alat dapat di kembangkan.

Oleh karena itu Saran yang dapat penulis sampaikan dalam penyusunan Tugas Akhir Desain Rangka *Bosch pump* tipe *In-Line* 4 silinder ini adalah :

- Pemilihan komponen benda untuk desain harus sesuai karna waktu pembuatan ada komponen yang pecah karna bahan tidak sesuai.
- Setiap Mahasiswa yang melakukan kegiatan praktikum, harus menggunakan setandar operasional prosedur (SOP) agar tidak terjadi kecelakaan kerja maupun kesalahan dalam penggunaan alat.
- Disarankan untuk menjaga kebersihan alat dan untuk perawatan hanya di lap bagian yang berdebu supaya tetap bersih.

DAFTAR PUSTAKA

Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997. Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin. Jakarta : PT Pradnya Paramita.

Khurmi,R.S.,Gupta,J.K.2005.”Text Book Of Machine Desing”,New Delhi:Eurasia Languages Publishing House,Ltd.

Albert Gunadhi. 2002. *Perancangan dan Impementasi Alat Ukur Cahaya Sederhana*. Surabaya: Universitas Widya Mandala

Arindya, Radita. 2013. *Penggunaan dan Pengaturan Motor Listrik*. Yogyakarta:Graha ilmu.

Meggambar teknik mesin dengan standar ISO / Ohan Juhana, M.Suratman Cetl Bandung : Grafika, 2000.

Buku manual Izuzu, PT PANTJA MOTOR
SERVICE DEPARTMENT ISUZU TRAINING
CENTER, Training Manual

Wikipedia, 2013, Pengertian Mesin Diesel (dunia Otomotif), Diakses pada tanggal 30 januari 2019