

Perancangan Dan Kajian Ekonomis Alat Pendorong Hidrolik Untuk Peluncuran Bangunan Baru Kapal Ikan Tradisional

Oleh : Aditya Rio Prabowo
Pembimbing I : Ir. Kiryanto, MT
Pembimbing II: Ir. Sarjito Jokosisworo, MSi

Abstrak

Kapal ikan tradisional merupakan sarana yang paling diminati nelayan dalam bekerja menangkap ikan, oleh karenanya industri perkapalan ikan tradisional berkembang pesat di Indonesia. Pembangunan kapal tradisional dilakukan seperti halnya kapal modern dan kedua jenis kapal ini tentu akan mengalami proses peluncuran dalam setelah pembangunan lambung kapal selesai. Dalam hal peluncuran, peluncuran kapal tradisional berbeda dengan kapal modern dimana peluncuran tidak menggunakan bidang miring dan kapal di dorong dengan dongkrak serta di tarik oleh sling. Dengan metode ini, proses peluncuran kapal berjalan lambat dan tidak efisien. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah alat dorong yang memudahkan proses peluncuran. Tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan alat pendorong hidrolik untuk peluncuran bangunan baru kapal ikan tradisional.

Pembuatan alat pendorong ini merencanakan berat beban yang akan didorong, waktu peluncuran saat menggunakan alat pendorong dan kapasitas gaya dorong alat. Kemudian menentukan spesifikasi komponen alat pendorong yaitu: silinder hidrolik, pompa, mesin diesel dan tanki reservoir.

Dari hasil survey lapangan dan perhitungan untuk perencanaan alat pendorong hidrolik diperoleh kesimpulan bahwa: hasil dari perencanaan alat pendorong hidrolik diperoleh kapasitas gaya dorong maksimum alat pendorong hidrolik sebesar 315000 N dan kecepatan gerak tongkat piston alat pendorong hidrolik 40 cm / menit. Dan komponen sistem hidrolik yang dibutuhkan berupa: pompa dengan jenis gear pump yang mempunyai maximum pressure 250 kgf/cm², silinder hidrolik ditentukan memiliki inner diameter 160 mm, mesin penggerak digunakan mesin diesel yang memiliki daya 16 HP dan putaran mesin 2200 rpm. Dan tanki fluida dengan daya tampung 66066 cm³ dengan dimensi panjang 50 cm, lebar 37 cm, dan tinggi 36 cm. Biaya investasi yang diperlukan untuk membangun alat pendorong hidrolik adalah sebesar Rp 49.928.918,00. Dan dari hasil analisa Break Even Point (BEP), pengembalian biaya investasi dengan sumber biaya investasi pinjaman lunak (loan) terjadi pada tahun ke-3 dan untuk pengembalian biaya investasi dengan sumber biaya pinjaman komersial terjadi pada tahun ke-4.

Kata kunci: peluncuran kapal tradisional, sistem hidrolik, alat pendorong hidrolik

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki garis pantai terpanjang kedua setelah Kanada memiliki keanekaragaman hayati maritim yang beraneka ragam, baik jenis dan jumlahnya. Oleh karenanya profesi nelayan di negara ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari kehidupan sehari-hari penduduknya, khususnya

penduduk yang berdomisili di wilayah pesisir. Dalam melakukan tugasnya, nelayan tentu membutuhkan alat transportasi untuk menangkap ikan, yaitu kapal ikan. Karena mayoritas nelayan ikan negara kita merupakan nelayan tradisional maka kapal ikan yang digunakan adalah kapal tradisional yang terbuat dari kayu.

Dalam proses pembuatan kapal yang terbuat kayu tentu berbeda dengan kapal

yang dibuat dari baja pada umumnya, baik dari segi bahan maupun proses pembuatannya.

Tempat pembuatan kapal kayu sendiri berlangsung di daratan yang datar, sehingga saat kapal sudah selesai dibangun dan akan dilakukan *launching* ke daerah perairan, pekerja mengalami kesulitan karena kapal berada di tempat yang datar dan cukup jauh dari perairan. Terlebih lagi tanah pada tempat pembangunan kapal tidak dikeraskan seperti *building berth* kapal baja yang biasanya di beton.

Saat ini bangunan baru kapal tradisional yang sudah selesai dibangun akan ditarik menggunakan *sling* dan kontrol serta didorong oleh dongkrak yang digerakkan dengan tenaga manusia saat akan melakukan peluncuran. Metode ini membutuhkan tenaga manusia yang banyak dan membutuhkan waktu yang lama.

Seharusnya proses *launching* dapat dilakukan dengan lebih mudah, dan pada situasi diatas dapat disimpulkan bahwa pembuat kapal membutuhkan alat khusus yang berfungsi membantu mendorong kapal saat *launching* bangunan baru kapal ikan tradisional dilakukan.

Berdasarkan hal tersebut diatas, penulis mengambil judul rancang bangun alat pendorong hidrolik untuk peluncuran bangunan baru kapal ikan tradisional.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan memperhatikan pokok permasalahan yang terdapat pada latar belakang maka diambil beberapa rumusan masalah pada Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Bagaimana menghitung dan merencanakan alat pendorong hidrolik yang dapat mempercepat proses peluncuran

kapal ikan tradisional ?

2. Bagaimana menghitung perkiraan biaya investasi pembuatan alat pendorong hidrolik?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini permasalahan akan dibatasi sebagai berikut :

1. Penelitian dibatasi seputar perhitungan beban yang akan didorong dan perhitungan komponen yang dibutuhkan alat pendorong hidrolik, yaitu silinder hidrolik, pompa, mesin penggerak dan tanki *reservoir*
2. Perhitungan berat kapal menggunakan data kebutuhan kayu dari rancangan dan anggaran biaya kapal yang akan dihitung beratnya
3. Spesifikasi alat pendorong hidrolik dibatasi seputar silinder hidrolik, pompa, mesin penggerak dan dimensi tanki *reservoir*
4. Mesin penggerak menggunakan mesin diesel
5. Beban kapal yang dihitung menggunakan kapal dengan ukuran 30 GT

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian berguna sebagai acuan hasil yang diharapkan diraih oleh peneliti. Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menghitung komponen sistem hidrolik pada alat pendorong yaitu: pompa, mesin diesel, silinder aktuator dan tanki fluida hidrolik
2. Menghitung biaya investasi yang dibutuhkan untuk pembuatan alat pendorong hidrolik

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Hidrolik

Hidrolik adalah ilmu yang mempelajari dan menerapkan pergerakan fluida pada alat - alat yang bertujuan mempermudah pekerjaan manusia. Sistem kerja hidrolik sudah dikenal sejak zaman Yunani Kuno, dimana kata hidrolik berasal dari bahasa Yunani *hydraulikos*, yang merupakan gabungan *hydro* yang berarti air dan *aulos* yang berarti pipa. Topik bahasan hidrolika mencakup pergerakan fluida pada ruang tertutup seperti pipa perancangan bendungan, pompa, dan pergerakan fluida pada ruangan terbuka seperti sungai.

Perkembangan ini berlanjut pada sekitar tahun 1800 oleh Joseph Bramah, yang melakukan kegiatan di London dengan kempa hidrolik. Sekitar pada pertengahan abad ke-19 bangunan kapal pun orang memanfaatkan hidrolik , terutama untuk menggerakkan kemudi. Setelah tahun 1900, yang paling banyak digunakan adalah minyak sebagai medium sistem hidrolik. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan minyak memiliki kemampuan untuk melumasi lebih baik dibandingkan dengan air dan minyak memiliki kemampuan proteksi terhadap korosi yang lebih baik.

Sistem hidrolik banyak memiliki keuntungan. Keuntungan sistem hidrolik antara lain:

1. Gaya yang dihasilkan besar
2. Mudah dalam pemasangan
3. Sedikit perawatan

2.2 Komponen Sistem Hidrolik

Pada alat pendorong hidrolik terdapat beberapa komponen, yaitu: pompa, mesin penggerak, silinder hidrolik, katup, *relief valve*, selang hidrolik, pipa, tanki fluida dan *filter*.

2.3 Peluncuran Kapal

Pada peluncuran bangunan baru kapal ikan tradisional, media peluncuran tidak menggunakan bidang miring seperti peluncuran kapal baja. Peluncuran dilakukan dengan di dorong oleh dongkrak dan di tarik oleh katrol. Posisi kapal saat peluncuran pun bergerak maju, tidak seperti kapal baja modern yang apabila diluncurkan secara memanjang bergerak mundur. Peluncuran bangunan baru kapal ikan tradisional terhambat terutama oleh tanah yang datar dan tidak rata. Peluncuran pada tanah yang landai tentu lebih berat daripada peluncuran pada bidang miring. dan tanag yang tidak rata seringkali menghambat proses penyusunan rel yang menopang kapal ketika hendak di luncurkan.

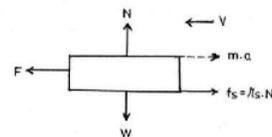
2.4 Berat Kapal

Berat kapal disini adalah berat yang tidak termasuk berat muatan dan awak kapal. Perhitungan berat kapal disini berfungsi untuk mengetahui besarnya beban yang akan didorong oleh alat pendorong hidrolik. Berikut rumus perhitungan berat yang digunakan:

$$W_{kapal} = W_{badan\ kapal} + W_{permesinan}$$

2.5 Gerak Partikel Benda

Untuk dapat menggerakkan partikel dalam kurun waktu tertentu dan kecepatan tertentu, maka dibutuhkan gaya yang besarnya dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:



Gambar 2.1 Skema gaya yang bekerja saat partikel bergerak

$$\begin{aligned} \text{Rumus : } +\uparrow \Sigma F_y &= 0 \\ N - W &= 0 \\ N &= W \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + \rightarrow \Sigma F_x &= 0 \\ F_s + m \cdot a &= 0 \\ F &= f_s + m \cdot a \\ F &= \mu_s \cdot N + m \cdot a \end{aligned}$$

Dimana : W = berat benda (N)
 N = gaya lawan alas terhadap benda (N)
 f_s = gaya gesek (N)
 m = massa benda (kg)
 a = percepatan (m/s²)
 μ_s = koefisien gesek
 F = gaya dorong (N)

2.6 Metode *Hydraulic System Calculation Method* (HSCM)

Filosofi yang sering digunakan dalam perencanaan sistem hidrolik adalah perencanaan spesifikasi komponen sistem hidrolik berdasarkan *Hydraulic System Calculation Method* atau yang disingkat (HSCM). Metode ini di temukan oleh orang yang menemukan alat hidrolik yaitu ilmuwan asal Inggris Joseph Bramah. Perhitungan sistem hidrolik mencakup kedalam empat komponen utama sistem utama sistem, yaitu: silinder hidrolik, pompa, mesin penggerak dan tanki *reservoir*. Dewasa ini, metode perencanaan sistem hidrolik ini sudah banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pada pengangkat mobil pada bengkel dan mesin *press*.

2.7 Perhitungan Silinder

Perhitungan silinder hidrolik dilakukan untuk memperhitungkan diameter silinder hidrolik yang dibutuhkan. Berikut formula Hukum Pascal yang digunakan dalam perhitungan ini:

$$\text{Tekanan} = \frac{\text{Gaya}}{\text{Luas Penampang}}$$

2.8 Perhitungan Pompa

Perhitungan pompa berguna untuk memperhitungkan spesifikasi pompa yang digunakan. Perhitungan pompa dilakukan setelah perhitungan silinder hidrolik di lakukan. Perhitungan pompa terdiri dari perhitungan tekanan kerja dan perhitungan debit aliran yang kemudian digunakan untuk perhitungan *head* pompa guna memperhitungkan daya pompa. Berikut formula Hukum Bernoulli untuk memperhitungkan *head* pompa:

$$H_e = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \left(\frac{v^2}{2 \cdot g} \right) + (h) + h_{lt}$$

P = tekanan permukaan *reservoir* (Pa)

V = kecepatan fluida pada saluran pemasukan (m/s)

ρ = berat jenis minyak (kg/m³)

g = percepatan gravitasi bumi (m/s²)

h = ketinggian fluida pada *reservoir* ke saluran pemasukan (m)

h_{lt} = *head loss* pada *suction* dan *discharge* (m)

2.9 Perhitungan Mesin Penggerak

Setelah dilakukan perhitungan pompa, didapat daya dibutuhkan untuk menggerakkan pompa tersebut. Maka selanjutnya dilakukan perhitungan daya mesin penggerak. Hal ini dilakukan untuk menentukan mesin penggerak yang dipakai. Pertimbangan utama dalam perhitungan ini adalah penentuan nilai efisiensi mesin. Mesin rata-rata memiliki efisiensi 80%-85%, namun demi menjaga keawetan dan performa mesin terjaga, dalam perhitungan mesin penggerak, efisiensi diturunkan menjadi 50%-80%. Berikut formula Hukum Watt untuk menghitung daya mesin penggerak:

$$P_{\text{mesin}} = (P_{\text{sh}} + P_{\text{p}}) : \eta_{\text{mesin}}$$

dimana :

P_{mesin} = daya mesin (Kw)

P_{sh} = daya pompa kondisi *loss*

P_{p} = daya pompa

η_{mesin} = efisiensi mesin

2.10 Perhitungan Tanki *Reservoir*

Volume *reservoir* ditentukan dari 3 kali debit aliran yang dibutuhkan ditambah dengan volume ruangan untuk pemuain sebesar 10%.

Rumus: $V = (3 \times Q) + (3 \times Q \times 0,1)$

dimana: V = volume reservoir

Q = debit aliran pompa hidrolik

3. METODE PENELITIAN

3.1 Studi Literature

1. Mempelajari karakteristik sistem hidrolik yang telah ada baik cara kerja sistem maupun keunggulan dan kelemahannya
2. Metode pengumpulan data yang diperoleh dari buku-buku dan majalah di perpustakaan serta artikel dan jurnal melalui internet.

3.2 Metode Interview

Metode ini dilakukan dengan langsung melajukan wawancara dengan pakar atau narasumber, diantaranya:

1. Pemilik perusahaan PT Masnika Demori Tunggalantis, dalam proses perhitungan rancangan komponen alat pendorong hidrolik dan sinkronisasi ketersediaan komponen di lapangan
2. Pengawas pembangunan kapal, untuk mendapatkan data galangan dan mekanisme peluncuran bangunan baru kapal ikan tradisional

3. Teknisi Perusahaan MITRA Flo-Tech mengenai sistem dan komponen hidrolik
4. Dosen yang menguasai permasalahan yang ada didalam penelitian ini

3.3 Perencanaan Alat Pendorong Hidrolik

Dari data awal yang telah diambil, kemudian dilakukan perencanaan alat pendorong hidrolik dengan menggunakan prosedur yaitu:

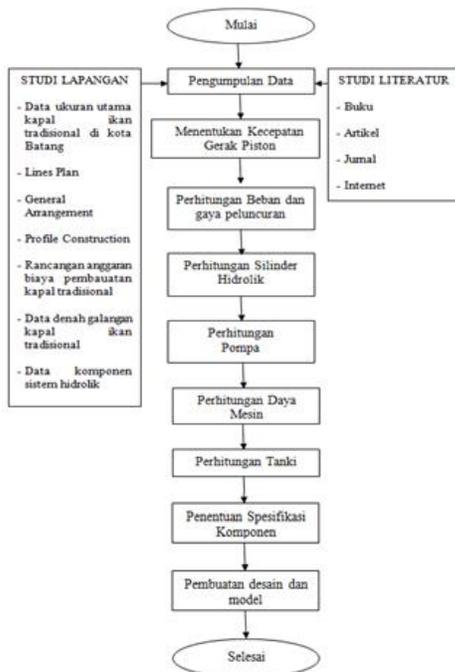
1. Menghitung beban dan gaya peluncuran
2. Menghitung dan menentukan komponen sistem hidrolik
 - a) Menentukan dimensi silinder aktuator
 - b) Menghitung tekanan kerja
 - c) Menghitung debit aliran fluida
 - d) Menentukan pompa
 - e) Menentukan pipa saluran
 - f) Menentukan *directional control valve*
 - g) Menghitung dimensi tanki fluida
 - h) Menghitung *head pompa*
 - i) Menghitung daya mesin penggerak
 - j) Menentukan mesin penggerak
3. Membuat desain dan model alat pendorong
4. Menghitung biaya investasi pembangunan alat pendorong

3.4 Penyajian Data Hasil Perhitungan

Hasil dari pengolahan data Pengumpulan data penelitian meliputi data utama dan data pendukung. Data utama penelitian yang dikumpulkan meliputi ukuran utama kapal *lines plan, general arrangement, dan profile construction*. Dan data pendukung penelitian yang dikumpulkan meliputi *layout galangan kapal* dan data komponen sistem hidrolik

yang umum dipakai, diperoleh gambar desain dan model perencanaan alat pendorong hidrolik, skema kerja alat pendorong hidrolik, diagram kerja alat pendorong hidrolik, dan perhitungan biaya investasi pembangunan alat pendorong hidrolik.

3.5 Diagram Alir Penelitian



4. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perhitungan Beban

4.1.1 Ukuran Kapal

Untuk mengetahui beban yang akan didorong oleh alat, digunakan kapal kayu dengan kapasitas 30 GT dengan data sebagai berikut:

$$LOA = 17,63 \text{ m}$$

$$B = 4,80 \text{ m}$$

$$H = 2,50 \text{ m}$$

$$T = 1,75 \text{ m}$$

4.1.2 Perhitungan Berat Badan Kapal

Perhitungan berat badan kapal diperoleh dari perhitungan kebutuhan kayu yang

dibutuhkan untuk pembangunan badan kapal beserta kerangka-kerangkanya (gading dan wrang). Perhitungan dilakukan dengan menghitung volume objek kemudian di kalikan sebanyak jumlah objek tersebut. Dalam perhitungan berat, daftar komponen badan kapal yang dihitung didapat dari rancangan anggaran dan biaya pembangunan kapal.

Setelah mendapatkan volume total badan kapal, kemudian jumlah tersebut dikalikan dengan berat jenis kayu yang digunakan. Dan didapat berat badan kapal sebesar 32,44 ton.

4.1.3 Perhitungan Berat Mesin

Perhitungan berat mesin dilakukan untuk mengetahui berat dari permesinan kapal dengan formula:

$$W_{\text{Permesinan}} = Cm \left(\frac{MCR}{RPM} \right)^{0,75}$$

Dimana:

$$Cm \text{ (coefficient of machinery)} =$$

20 untuk MCR < 1000 HP

$$Cm \text{ (coefficient of machinery)} =$$

30 untuk MCR > 1000 HP

MCR : *Maximum Continuous Rating (HP)*

RPM : *Radian per Minute*

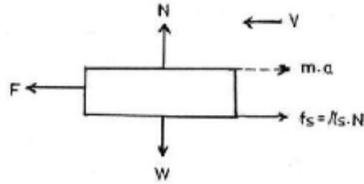
Dari formula tersebut didapatkan berat permesinan sebesar 2,16 ton.

4.1.4 Perhitungan Berat Total Kapal

Berat total kapal sama dengan berat badan kapal ditambah berat mesin. Sehingga didapat berat total kapal adalah 32,44 ton + 2,16 ton = 34,60 ton.

Dengan ditambahkan safety factor sebesar 15% dari hasil perhitungan, maka didapat berat kapal sekarang adalah 40 ton.

4.2 Perhitungan Gaya



Gambar 4.1 Skema gaya yang bekerja saat partikel bergerak

$$\begin{aligned}
 +\uparrow \Sigma F_y &= 0 \\
 N - W &= 0 \\
 N &= W \\
 &= m \cdot g \\
 &= 40000 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/detik}^2 \\
 &= 392400 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 + \rightarrow \Sigma F_x &= 0 \\
 F_s + m \cdot a &= 0 \\
 F &= f_s + m \cdot a \\
 F &= \mu_s \cdot N + m \cdot a \\
 &= \mu_s \cdot N + m \cdot (v/t) \\
 &= 0,4 \cdot 4392400 \text{ N} + \\
 &\quad 40000 \text{ kg} \cdot \left(\frac{0,0067 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} \right) \\
 &= 156960 \text{ N} + 268 \text{ N} \\
 &= 157228 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Dimana : W = berat benda (N)
 N = gaya normal (N)
 f_s = gaya gesek (N)
 m = massa (kg)
 a = percepatan (m/detik²)
 μ_s = koefisien gesek
 F = gaya dorong (N)
 g = gravitasi (m/detik²)
 v = kecepatan (m/detik)
 t = waktu tempuh (detik)

Dari perhitungan diatas didapatkan bahwa untuk mendorong kapal dengan berat 40 ton sejauh 80 meter dengan kecepatan 0,4 meter/menit dibutuhkan gaya sebesar 157228 N. Besarnya gaya

didorong yang didesain pada alat pendorong hidrolik yaitu:

$$\begin{aligned}
 F_{\text{alat pendorong}} &= 2 \times F_{\text{perhitungan}} \\
 &= 2 \times 157228 \text{ N} \\
 &= 314456 \text{ N} \\
 &\approx 315000 \text{ N}
 \end{aligned}$$

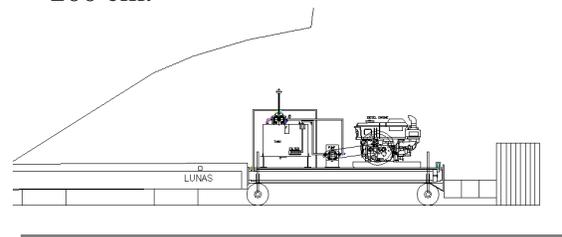
4.3 Penentuan Kecepatan Piston

Penentuan kecepatan penggerak piston didesain berdasarkan lama target pengerjaan peluncuran, panjang tongkat piston yang keluar dari tabung, lama kerja harian di galangan, dan estimasi lama waktu *setting* alat. Dan diketahui bahwa biasanya kecepatan aman gerak piston adalah 0,5 meter/menit.

Dari parameter tersebut di desain kecepatan gerak piston 40 cm/menit.

4.4 Perhitungan Perencanaan Silinder

- $F_{\text{dorong kapal}} = 315000 \text{ N}$
- Dengan mempertimbangkan ketinggian pondasi silinder yang didesain setinggi 14 cm dan ketinggian lunas kapal saat akan meluncur maka direncanakan silinder hidrolik memiliki ukuran diameter 16 cm dan jari-jari 8 cm dengan panjang 200 cm.



Gambar 4.2 Perencanaan diameter silinder berdasarkan pondasi dan letak lunas

Tekukan batang piston akan terjadi jika langkah torak dalam hubungannya dengan diameter batang torak pada hasil gaya yang diperlukan keluar dari perbandingan (keamanan). Tekukan batang piston dihitung menurut rumus *Euler*, dimana batang torak dianggap

sebagai kelompok yang menimbulkan tekukan.

$$\text{Rumus Euler : } K = \frac{\pi^2 \times E \times I}{S_k^2}$$

Catatan : dibawah kondisi ini batang torak mengalami tekukan

Beban operasi maksimum dalam kondisi aman adalah:

$$F = \frac{K}{S}$$

dimana:

K = beban kritis (N)

Sk = panjang yang menekuk bebas (2 x panjang langkah)

$$= 2 \times 2 \text{ m} = 4 \text{ meter}$$

S = faktor keamanan = 3,5

E = modulus elastisitas 2×10^9 KPa

F = pembebanan aman

I = momen inersia = $(\pi/64) \cdot d^4$

Maka :

$$K = \frac{\pi^2 \times E \times I}{S_k^2}$$

$$K = \frac{\pi^2 \times 2,05 \times 10^{11} \times \pi \times 0,12^4}{4^2 \times 64}$$

$$= 1287148,061 \text{ N} \rightarrow$$

batang torak melengkung

Pembebanan aman :

$$F = \frac{K}{S} \Rightarrow F = \frac{K}{3,5}$$

$$F = \frac{1287148,061 \text{ N}}{3,5}$$

$$= 367756,5888 \text{ N}$$

Jadi batang torak aman dari tekukan karena gaya pembebanan aman lebih besar daripada gaya kerja atau $367756,5888 \text{ N} > 215000 \text{ N}$.

4.5 Penentuan Silinder Hidrolik

Dari perhitungan diatas, digunakan silinder hidrolik dengan diameter 16 cm dan jari-jari 8 cm dengan panjang 200

cm. Dengan pertimbangan ketinggian perencanaan pondasi silinder dan posisi lunas kapal saat hendak diluncurkan. Serta hasil perhitungan keamanan untuk silinder dengan diameter 16 cm dan panjang 200 cm untuk mendorong beban 321000 N, silinder dalam kondisi aman atau memiliki kapasitas beban yang lebih besar dari beban kerja.

4.6 Perhitungan Tekanan Kerja

Tekanan kerja pada saat mendorong

$$\begin{aligned} P &= F/A \\ &= \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 8^2 \text{ cm} \\ &= 201,06 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= F/A \\ &= 315000 \text{ N}/201,06 \text{ cm}^2 \\ &= 31500 \text{ kg}/201,06 \text{ cm}^2 \\ &= 159,70 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 159,70 \text{ bar} \end{aligned}$$

Tekanan pada saluran kembali

$$\begin{aligned} P_{\text{saluran kembali}} &= P_{\text{atm}} - (\rho_{\text{oil}} \cdot g \cdot h) \\ &= 101,3 \times 10^3 - (879,12 \cdot 9,81 \cdot 0,45) \\ &= 101,3 \times 10^3 \text{ Pa} - 3880,875 \text{ Pa} \\ &= 97444,12 \text{ Pa} \\ &= 0,9744412 \text{ bar} \approx 0,97 \text{ bar} \end{aligned}$$

4.7 Perhitungan Debit Aliran

Debit aliran pada saluran 1 dan 2 untuk gerakan maju

$$\text{Rumus : } Q = V \times L$$

dimana :

Q = debit aliran pada waktu maju (m^3/s)

V = kecepatan torak maju dan mundur
= 0,4 m/menit = $6,67 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

$$\begin{aligned} L_1 &= \text{luas penampang torak saat maju} \\ &= \pi \cdot r_{\text{maju}}^2 \\ &= \pi \cdot 8^2 \\ &= 201,06 \text{ cm}^2 = 0,0201 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

L₂=luas penampang torak saat mundur

$$\begin{aligned} &= L_{\text{maju}} - L_{\text{mundur}} \\ &= \pi \cdot r_{\text{maju}}^2 - \pi \cdot r_{\text{mundur}}^2 \\ &= \pi \cdot 8^2 - \pi \cdot 5^2 \end{aligned}$$

$$= 122,52 \text{ cm}^2 = 0,0123 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi: } Q_1 &= 6,67 \times 10^{-3} \times 0,0201 \\ &= 1,34067 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 8,04402 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 8,04 \text{ liter/menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_2 &= 6,67 \times 10^{-3} \times 0,0123 \\ &= 8,158082 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 4,9008492 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{menit} \\ &= 4,90 \text{ liter/menit} \end{aligned}$$

4.8 Penentuan Pompa

Pompa hidrolik yang digunakan ditentukan berdasarkan: tekanan kerja yang dibutuhkan dan debit aliran yang dibutuhkan. Dari hasil perhitungan sebelumnya didapatkan tekanan kerja yang dibutuhkan adalah 159,70 bar dan debit terbesar terjadi pada waktu batang torak bergerak maju sebesar 8,04 liter/menit.

Sehingga dari hasil perhitungan ini maka pompa hidrolik yang digunakan pada alat pendorong hidrolik yaitu: pompa roda gigi merek kompass dengan model nomer P109.

4.9 Perhitungan Head Pompa

Perhitungan *head* pompa dilakukan pada saluran 1 dimana saluran yang mentransfer oli saat torak bergerak maju dan saluran 2 dimana saluran yang mentransfer oli saat torak mundur. Masing-masing saluran dihitung *head loss* pada saluran *suction* dan *discharge*.

Perhitungan *head loss suction* pada saluran 1 dan 2

$$\Delta h_s = \left(f \cdot \frac{L}{D} + K + f (\text{Coeff}_{\text{valve}} + 2 \cdot \text{Coeff}_{\text{elbow}} + 1 \cdot \text{Coeff}_{\text{tee}}) \right) \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

dimana:

$$f_1 = \text{faktor kerugian 1} = 0,218689644$$

$$\begin{aligned} f_2 &= \text{faktor kerugian 2} = 0,438206094 \\ L &= \text{panjang saluran selang dari pompa ke katup} = 1,12 \text{ m} \\ D &= \text{diameter selang yang digunakan} = 0,5 \text{ inchi} = 0,0127 \text{ m} \\ v_1 &= \text{kecepatan aliran saluran 1 } \textit{suction} = 1,06 \text{ m/s} \\ v_2 &= \text{kecepatan aliran saluran 2 } \textit{suction} = 0,46 \text{ m/s} \\ g &= \text{percepatan gravitasi} = 9,81 \text{ m/s}^2 \\ K &= \text{koefisien } \textit{minor loss} \text{ pipa} = 0,5 \\ \text{Coeff}_{\text{elbow}} &= \text{koefisien } \textit{loss elbow} = 30 \\ \text{Coeff}_{\text{tee}} &= \text{koefisien } \textit{loss tee} = 20 \\ \text{Coeff}_{\text{valve}} &= \text{koefisien } \textit{loss valve} = 150 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\Delta h_{s1} = 4,013613 \text{ m}$$

$$\Delta h_{s2} = 1,503766 \text{ m}$$

Perhitungan *head loss discharge* pada saluran 1 dan 2

$$\Delta h_{d1} = \left(f \cdot \frac{L}{D} + f (4 \cdot \text{Coeff}_{\text{elbow}}) \right) \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

$$\Delta h_{d2} = \left(f \cdot \frac{L}{D} + f (2 \cdot \text{Coeff}_{\text{elbow}}) \right) \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

dimana:

$$\begin{aligned} f_1 &= \text{faktor kerugian 1} = 0,218689644 \\ f_2 &= \text{faktor kerugian 2} = 0,438206093 \\ L_1 &= \text{panjang saluran selang dari katup ke lubang pemasukan 1} = 2,68 \text{ m} \\ L_2 &= \text{panjang saluran selang dari katup ke lubang pemasukan 2} = 0,97 \text{ m} \\ D &= \text{diameter selang yang digunakan} = 0,5 \text{ inchi} = 0,0127 \text{ m} \\ v_1 &= \text{kecepatan aliran saluran 1 } \textit{suction} = 1,06 \text{ m/s} \\ v_2 &= \text{kecepatan aliran saluran 2 } \textit{suction} = 0,46 \text{ m/s} \\ g &= \text{percepatan gravitasi} = 9,81 \text{ m/s}^2 \\ \text{Coeff}_{\text{elbow}} &= \text{koefisien } \textit{loss elbow} = 30 \end{aligned}$$

Sehingga:

$$\Delta h_{d1} = 4,145720 \text{ m}$$

$$\Delta h_{d2} = 0,644524 \text{ m}$$

Sehingga *head* pompa total yang menuju saluran pemasukan 1 dan 2 adalah sebagai berikut:

$$He = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + \left(\frac{V^2}{2 \cdot g} \right) + (h) + hlt$$

P_1 = tekanan permukaan *reservoir*
= $101,3 \times 10^3$ Pa

P_2 = tekanan pada saluran 1 dan 2
= 159,70 bar (pada sal. 1)
= 1 bar (pada sal. 2)

V = kecepatan fluida pada saluran pemasukan
= 1,06 m/s (pada sal. 1)
= 0,46 m/s (pada sal. 2)

ρ = berat jenis minyak
= $879,12 \text{ kg/m}^3$

g = percepatan gravitasi bumi
= 10 m/detik^2

h = ketinggian fluida pada *reservoir* ke saluran pemasukan (m)

hlt = *head loss* pada *suction* dan *discharge* (m)

Sehingga:

$He_1 = 1848,691$ meter

$He_2 = 2,458$ meter

4.10 Perhitungan Daya Pompa

Daya mesin yang digunakan adalah jumlah daya yang digunakan pompa pada kondisi *loss* dengan pompa yang digunakan. Untuk menghitung daya yang digunakan untuk menggerakkan pompa, maka:

Daya pompa untuk mengatasi kondisi *loss*

Rumus : $P_{sh} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot He$

dimana : P_{sh} = daya pompa saluran pemasukan

ρ = berat jenis minyak = $879,12 \text{ kg/m}^3$

g = percepatan gravitasi = $9,81 \text{ m/s}^2$

Q = debit aliran saat batang torak maju = $1,34067 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{detik}$

He_1 = head pompa total slrn 1
= 1848,691 meter

He_2 = head pompa total slrn 2
= 2,458 meter

$P_{sh1} = 2137,486527$ watt
= 2,137486527 kW

$P_{sh2} = 1,244190367$ watt
= $1,244 \times 10^{-3}$ kW

Daya pompa dalam kondisi *loss* diambil daya pompa yang terbesar diantara saluran pemasukan 1 dan 2. Sehingga daya pompa untuk mengatasi kondisi *loss* yang digunakan pada alat pendorong hidrolik adalah sebesar 2,137486527 kW.

4.11 Perhitungan Daya Mesin

Besarnya daya mesin yang dibutuhkan adalah:

$P_{mesin} = (P_{sh} + P_p) : \eta_{mesin}$

dimana :

P_{mesin} = daya mesin (kW)

P_{sh} = daya pompa kondisi *loss*

P_p = daya pompa

η_{mesin} = efisiensi mesin = (50%-80%)

Daya pompa yang digunakan

$P_p = (Q \times p) : 600$

dimana :

P_p = power yang dibutuhkan untuk menggerakkan pompa (kW)

Q = debit yang dihasilkan pompa

p = tekanan kerja

$P_p = (20,02 \times 159,70) : 600$
= 5,328656667 kW

Jadi besarnya daya mesin yang dibutuhkan adalah:

$P_{mesin} = (P_{sh} + P_p) : \eta_{mesin}$

$P_{mesin} = (2,137486527 + 5,328656667) : 0,7$
= 10,66571429 kW

= 14.29720414212804 HP \approx 14 HP

Range pemilihan efisiensi mesin yang digunakan saat perhitungan yang sedikit rendah bertujuan untuk menjaga performa mesin sehingga dapat digunakan dalam jangka waktu yang lebih lama (lebih awet). Hal ini dikarenakan mesin tidak dipaksa untuk melakukan kerja yang mendekati kapasitas optimumnya, sehingga ketahanan mesin pun terjaga.

4.12 Perhitungan Tanki Reservoir

Volume *reservoir* ditentukan dari 3 kali debit aliran yang dibutuhkan ditambah dengan volume ruangan untuk pemuain sebesar 10%.

$$\text{Rumus: } V = (3 \times Q) + (3 \times Q \times 0,1)$$

dimana: V = volume reservoir (liter)

$$Q = \text{debit aliran pompa hidrolis} \\ = 20,02 \text{ liter/menit}$$

$$\text{Jadi: } V = (3 \times 20,02) + (3 \times 20,02 \times 0,1) \\ = 60,06 + 6,006 \\ = 66,066 \text{ liter} = 66066 \text{ cm}^3$$

Dari hasil perhitungan volume reservoir sebesar 66066 cm^3 maka dimensi reservoir dapat ditentukan. Dimensi reservoir yaitu : panjang 50 cm, lebar 37 cm, dan tinggi 36 cm.

4.13 Penentuan Spesifikasi Komponen

Dengan gaya dorong maksimum yang di rancang pada mesin sebesar 315000 N dan kecepatan gerak tongkat piston 40 cm/menit, didapatkan komponen sistem hidrolis dengan spesifikasi:

1. Silinder hidrolis

- Tabung silinder

$$\text{ID x OD} = 160 \text{ mm x } 190 \text{ mm}$$

$$\text{Apply to pressure} = 195 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Length} = 2215 \text{ mm}$$

- Tongkat Piston

$$\text{Diameter} = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Length} = 2097 \text{ mm}$$

2. Pompa

Merek : Kompas

Model : P109

Delivery : 9,1 cc/rev

Max Pressure : 250 kgf/cm²

Cont. Op. Press: 210 kgf/cm²

Speed Range : 600 rpm (min)
and 4000 rpm (max)

3. Mesin Penggerak

Type : Diesel Engine

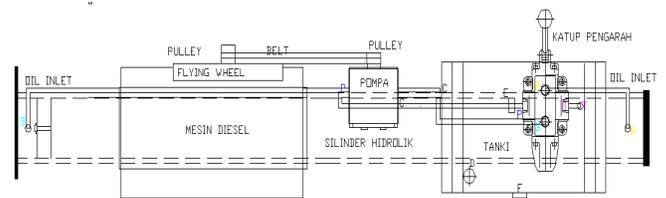
Merek : Dongfeng

Max. Ouput : 16HP / 2200 rpm

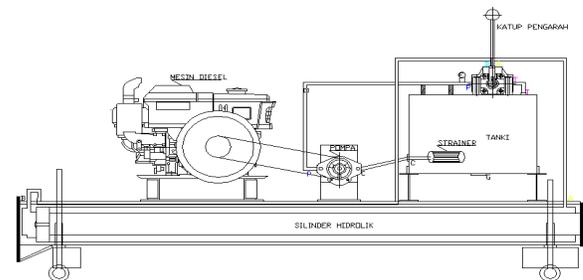
4. Tanki Reservoir

Dimensi (p x l x t) : 50 cm x 37 cm x
36 cm

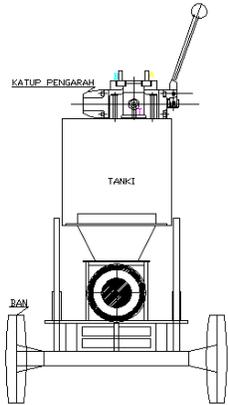
4.14 Rancangan Alat Pendorong



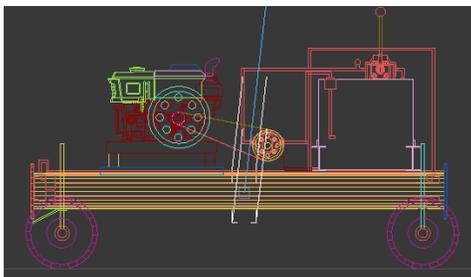
Gambar 4.2 Tampak atas alat pendorong hidrolis



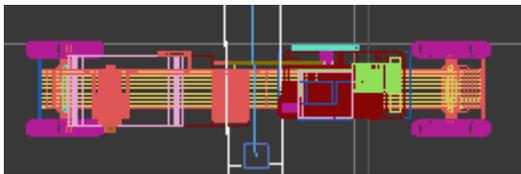
Gambar 4.3 Tampak samping alat pendorong hidrolis



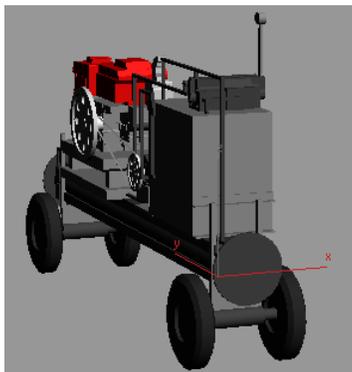
Gambar 4.4 Tampak depan alat pendorong hidrolik



Gambar 4.5 Tampak samping model alat pendorong hidrolik



Gambar 4.6 Tampak atas model alat pendorong hidrolik



Gambar 4.7 Model alat pendorong hidrolik

4.15 Kajian Ekonomis

Dari estimasi pendapatan pertahun, akan dipergunakan untuk merencanakan pembuatan alat pendorong hidrolik. Maka untuk melihat analisa titik impas (*Break Even Point*), digunakan perhitungan jangka waktu investasi kembali yaitu NPV (*Net Present Value*). NPV adalah suatu perhitungan untuk mengevaluasi kelayakan investasi suatu proyek. Analisa perhitungannya adalah sebagai berikut :

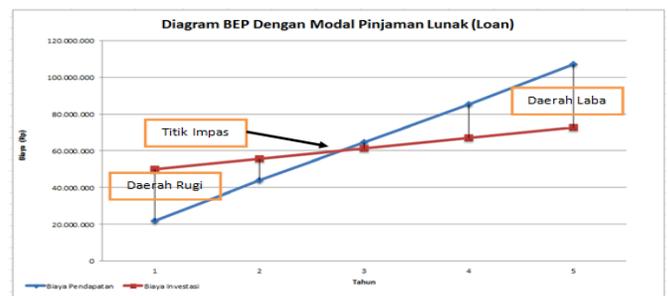
- a. Jika $NPV > 0$ berarti investasi menguntungkan
- b. Jika $NPV < 0$ berarti investasi tidak menguntungkan

Perhitungan dengan menggunakan tabulasi untuk membuat analisa titik impas (*Break Even Point*) dan menganalisa *pay back periode* dengan menggunakan perhitungan *Net Present Value* (NPV), diasumsikan menggunakan 2 alternatif pembiayaan yaitu :

- 100% modal pinjaman lunak (*loan*)
- 100% modal pinjaman komersial

Tabel 4.1 NPV dengan modal pinjaman lunak

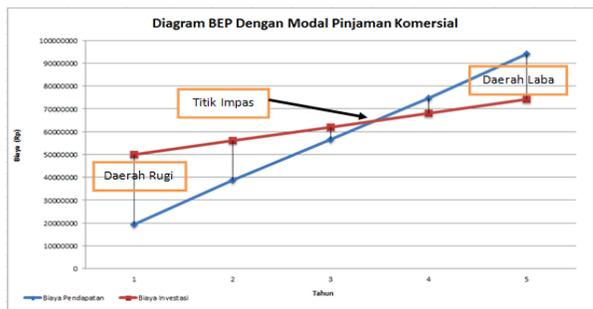
Tahun	Pendapatan (Rp)	Pengeluaran (Rp)	Pajak (Rp)	Angsuran Pinjaman (Rp)	Pendapatan Bersih (Rp)	NPV (Rp)
1	146.325.000	93.716.000	14.632.500	15.977.254	21.999.246	-30.286.735
2	146.325.000	93.716.000	14.632.500	15.977.254	21.999.246	-10.644.551
3	146.325.000	95.216.000	14.632.500	15.977.254	20.499.246	7.658.347
4	146.325.000	95.116.000	14.632.500	15.977.254	20.599.246	26.050.531
5	146.325.000	93.716.000	14.632.500	15.977.254	21.999.246	45.692.714



Gambar 4.8 Diagram BEP dengan modal pinjaman lunak

Tabel 4.2 NPV dengan modal pinjaman komersial

Tahun	Pendapatan (Rp)	Pengeluaran (Rp)	Pajak (Rp)	Angsuran Pinjaman (Rp)	Pendapatan Bersih (Rp)	NPV (Rp)
1	146.325.000	93.716.000	14.632.500	18.598.522	19.377.978	-33.401.858
2	146.325.000	93.716.000	14.632.500	18.598.522	19.377.978	-16.874.798
3	146.325.000	95.216.000	14.632.500	18.598.522	17.877.978	-1.627.056
4	146.325.000	95.116.000	14.632.500	18.598.522	17.977.978	13.705.974
5	146.325.000	93.716.000	14.632.500	18.598.522	19.377.978	30.233.034



Gambar 4.9 Diagram BEP dengan modal pinjaman komersial

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil survey lapangan dan perhitungan untuk perencanaan alat pendorong hidrolik diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Hasil dari perencanaan alat pendorong hidrolik diperoleh kapasitas gaya dorong maksimum alat pendorong hidrolik sebesar 315000 N dan kecepatan gerak tongkat piston alat pendorong hidrolik 40 cm / menit dan komponen sistem hidrolik yang butuhkan berupa: Pompa dengan jenis *gear pump* yang mempunyai *maximum pressure* 250 kgf/cm², silinder ditentukan memiliki dimensi *inner diameter* 160 mm dan diameter tongkat piston 120 mm dengan panjang langkah 2000 mm, mesin penggerak digunakan mesin diesel yang memiliki daya 16 HP dan putaran mesin 2200 rpm, dan

tanki *reservoir* dengan dimensi panjang 500 mm, lebar 370 mm, dan tinggi 360 mm.

2. Biaya investasi yang dibutuhkan untuk pembuatan alat pendorong hidrolik adalah sebesar Rp 49.928.918,00. Dan dari hasil analisa *Break Even Point (BEP)*, pengembalian biaya investasi dengan sumber biaya investasi pinjaman lunak (*loan*) terjadi pada tahun ke-3 dan untuk pengembalian biaya investasi dengan sumber biaya pinjaman komersial terjadi pada tahun ke-4.

5.2 Saran

Tugas akhir yang disusun penulis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan tugas akhir ini dapat dilakukan kajian yang lebih mendalam mengenai kekuatan konstruksi alat pendorong dan efisiensi aliran pada saluran sistem hidrolik. Dengan mengetahui kekuatan konstruksi alat pendorong diharapkan adanya pengembangan desain dan bentuk yang lebih baik lagi. Dan efisiensi pada saluran sistem hidrolik dapat bermanfaat untuk memilih spesifikasi komponen yang lebih detail agar sistem bekerja dengan lebih optimum.

Adapun maksud dari saran penulis ini agar alat pendorong hidrolik memiliki spesifikasi yang lebih baik untuk memenuhi fungsi kerjanya dengan lebih efektif dan efisien.

DAFTAR PUSTAKA

- Asbari, Masduki. 13 Desember 2012. *Mendesain Sistem Hidrolik*, <http://masdukiasbari.wordpress.com/2011/04/11>
- Benny Multi Hidayat dan Haryanto. 1999. *TEKNIK DASAR PNEUMATIK DAN HIDROLIK*. Jakarta : CV. AL HAMAN
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2006. “*Petunjuk Pelaksanaan (Juklak) Prosedur Pengukuran dan Pengujian Kapal Perikanan*”
- Djarmiko, S, A.M. Soedijono, Soedarsono. 1983. *Teknik galangan kapal dan dok*. Depdikbud. Direktorat Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Derret, D.R. 1990. *Ship stability for master and mates*. 4th ed. Part of Reed International Book. Oxford.
- Lusimira, 2010. *HUKUM PASCAL DAN PENERAPANNYA DALAM SISTEM FLUIDA STATIS*, [URL:http://lusimira.blogspot.com/2010/01/hukum-pascal-dan-penerapannya-dalam.html](http://lusimira.blogspot.com/2010/01/hukum-pascal-dan-penerapannya-dalam.html)
- Kris, Thomas dan Dines Ginting. 1991. *Hidrolika Ringkas dan Jelas*. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Mulyanto, RB dan Syahasta. 2005. *Petunjuk Teknis Identifikasi Sarana Perikanan Tangkap - Kapal Perikanan (Fishing Vessel)*. Balai Pengembangan Perikanan Tangkap - Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap - Departemen Kelautan dan Perikanan. Semarang.
- Nur, Muhammad. 2004. *KAJIAN NUMERIK PELUNCURAN KAPAL JARING CUMI DI GALANGAN KAPAL MARUNDA DAN MUARA ANGKE, JAKARTA UTARA*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Widjaya Soesila, Chandra. 1997. *PERANCANGAN MESIN PRESS GENTENG BETON OTOMATIS*. Universitas Kristen Petra. Surabaya