

# PERANCANGAN SISTEM HIDROLIK SPREADER CONTAINER CRANE UNTUK PETI KEMAS

## TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan  
Ujian Sarjana

Oleh :

SUBHAN LENGGAWA

NIM : 03.813. 0009



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MEDAN AREA  
MEDAN**

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

## RINGKASAN

Sistem hidrolik sebagai teknologi yang diciptakan dan terus dikembangkan oleh manusia mempunyai tujuan untuk membantu kita dalam menyelesaikan suatu masalah pekerjaan. Didasari oleh tuntutan kebutuhan pasar yang menginginkan kenyamanan, maka banyak sekali factor- factor yang harus diperhatikan, dari factor yang memiliki tingkat kesulitan yang kecil sampai factor yang memiliki tingkat kesulitan yang besar, baik itu dari aplikasi ilmu pengetahuan dan teknologi yang menyangkut perancangan itu sendiri maupun teknologi pendukung.

Didalam system hidrolik pada *container crane* ini hanya mengerakkan 3 mekanisme antara lain : *Flipper* (lengan pengarah) yang berfungsi untuk mempermudah menangkap/ merangkul peti kemas, *Telescopie* 20- 40 *feet* berfungsi untuk memanjangkan/ memendekkan atau *spreader* yang dapat diposisikan pada panjang 20 *feet*- 40 *feet*, dan *lock- un lock* berfungsi untuk mengunci peti kemas sedangkan *unlock* melepaskan penguncian.

Adapun tujuan dalam rancangan system hidrolik *spreader container crane* ini adalah untuk mengetahui gaya, percepatan yang dialami silinder *twislock* dan kapasitas aliran, tegangan tali yang dialami tali baja, tekanan pompa serta penggunaan jenis oli hidrolik yang sesuai untuk jenis pompa hidrolik dimana aliran *fluida* yang telah dipompa dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga dan menggerakkan bagian- bagian dari peralatan tersebut.

Hasil dari perancangan ini adalah kita dapat mengetahui komponen- komponen apa saja yang digunakan dalam perancangan system hidrolik *spreader container crane*.

Kata- kata kunci : *hidrolik, container crane, spreader*

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

## ABSTRACT

Hydraulic system as technology which created and continuously developed by man have a purpose to assist us in finishing an problem of work. Constituted by demand of requirement of market wishing comfort, hence a lot of factorfactor to be paying attention, from factor having level of small obstacle until factor having big level of obstacle, the good from the application of technology and science concerning scheme of itself and also technological of supporter.

In system is hydraulic at container this crane only cake of 3 inter alia mechanism : Flipper ( director boom) functioning to water down to huddle up container, Telescopie 20 - 40 feet function to lengthen or spreader available for positioned at length of 20 feet40 feet, and lockun lock function for locking container while unlock discharge locking.

As for purpose of in device system is hydraulic spreader container this crane is for menegetahui force, acceleration which experienced siinder twislock and flow capacity, experienced by cord strain is steel cord, accentual pumped and also usage of type oli appropriate is hydraulic for type pumping is hydraulic where fluid flow which have been pumped exploited for yield energy and move a part of from the equipments.

Result from this scheme is we can know components any kind of which applied in scheme of system is hydraulic spreader container crane.

Key words is : hydraulic, container crane, spreader.

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR NOTASI .....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Batasan masalah.....	2
1.3. Tujuan perancangan .....	3
1.4. Manfaat perancangan .....	3
<b>BAB II KERANGKA TEORI .....</b>	<b>4</b>
<b>2.I. Container Crane.....</b>	<b>4</b>
2.I.1. Hidrolik .....	5
2.I.2. Prinsip kerja pada sebuah instalasi hidrolik .....	7
2.I.3. Jenis- jenis rangkaian system hidrolik .....	9
2.I.4. Komponen hidrolik.....	12
<b>2.II. Sistem hidrolik pada container crane.....</b>	<b>25</b>
2.II.1. Cara kerja peralatan .....	25
2.II.3. Batasan masalah analisa beban .....	27
<b>2.III. Komponen hidrolik.....</b>	<b>35</b>
2.III.1. Silinder hidrolik .....	38
2.III.2. Fluida hidrolik.....	40
2.III.3. Pompa hidrolik yang dibutuhkan .....	41

2.III.4. Motor listrik yang dibutuhkan.....	46
2.III.5. Motor hidrolik yang dibutuhkan .....	47
2.III.6. Pemipaan pada system hidrolik.....	49
2.III.7. Katup (Valve).....	51
2.III.8. Perhitungan tali baja.....	53
2.III.9. Ukuran puli dan drum.....	59
<b>BAB III PEMBAHASAN MASALAH.....</b>	<b>64</b>
<b>BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>67</b>
4.1. Kesimpulan.....	67
4.2. Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>69</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>70</b>
<b>GAMBAR KERJA .....</b>	<b>76</b>



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Sebagaimana di ketahui bersama bahwa kemajuan dunia teknologi semakin pesat dan cepat. Seiring perkembangan zaman maka teknologi juga semakin canggih dan modern, sehingga dapat memudahkan segala sesuatunya. Misalnya saja untuk memindahkan dan menurunkan beban, dari tempat yang lebih rendah ketempat yang lebih tinggi ataupun sebaliknya, dari suatu tempat ke tempat yang lainnya dengan jarak pemindahan yang terbatas, maka dibuatlah suatu alat yang mampu mengangkat beban yang berat dengan tenaga relative kecil yang disebut pesawat angkat.

Peralatan pemindah bahan adalah suatu alat yang digunakan untuk memindahkan bahan atau muatan dari suatu tempat ketempat penyimpanan dan bongkar muata. Untuk operasi bongkar muat tertentu mekanisme penanganan bahan dilengkapi dengan alat pencekam khusus yang dioperasikan melalui system hidrolik.

Pelabuhan Indonesia I menyediakan jasa kepelabuhan termasuk pembangunan sarana- sarana yang dibutuhkan demi kelancaran berlangsungnya perpindahan barang dan penumpang. Salah satu usaha jasa kepelabuhan adalah Unit Usaha Terminal Peti Kemas (UTPK). Unit ini bergerak dibidang pelayanan bongkar muat peti kemas dari dermaga ke kapal maupun dari kapal ke dermaga,

alat ini sangat meringankan pekerjaan dalam bongkar muatan peti kemas. Alat yang digunakan adalah *Gantry Crane* atau yang biasa disebut *Container Crane*, alat ini menggunakan *spreader* yang berfungsi untuk mecekam peti kemas saat mau diangkat. Apabila peti kemas sudah berada pada posisi yang diinginkan maka *spreader* akan melepas peti kemas sesuai pengoperasian operator kabin.

Pada perancangan ini penulis akan merancang suatu system hidrolik pada *spreader* yang terdapat pada suatu pesawat angkat yaitu *Container Crane* sesuai dengan riset yang dilakukan penulis di UTPK (Unit Terminal Peti Kemas) Jln. Gabion Belawan.

## 1.2. Batasan Masalah

Perancangan ini dilakukan secara umum berhubung keterbatasan penulis dan minimnya data- data yang diperoleh dalam perencanaan ini, oleh karena itu perencanaan ini hanya meliputi :

1. Perancangan silinder
2. Katup (valve)
3. Pemipaan
4. Fluida hidrolik
5. Pompa hidrolik
6. Motor Hidrolik
7. Reservoir
8. Perhitungan tali dan ukuran tali baja.

### 1.3. Tujuan Perancangan

Perancangan ini bertujuan untuk merancang system hidrolik *spreader* pada Container crane yang berfungsi sebagai alat penjepit peti kemas yang menggunakan system *lock- un lock*. Kemampuan dan kelebihan system hidrolik ini dinilai mampu untuk menangani segala kebutuhan angkat dan mobilisasi alat ini.

### 1.4. Manfaat Perancangan

Dalam perancangan ini bermanfaat bagi pengguna untuk memilih komponen- komponen yang tepat sesuai dengan kebutuhan mesin pemindah bahan, dan juga bermanfaat sebagai dasar dalam perancangan *container crane* yang lebih baik kepada para perancang, baik praktisi maupun akademis.

## BAB II

### KERANGKA TEORI

#### 2.1. *Container crane* (Gantry Crane)

Pada prinsipnya gerakan mesin pemindahan bahan adalah menaikkan dan menurunkan muatan/ barang. Beberapa mesin pengangkat dapat bergerak secara horizontal, berputar dan bergerak secara radial. *Container crane* merupakan salah satu alat yang dapat bergerak secara horizontal. *Container crane* termasuk dalam suatu jenis crane tipe jembatan seperti, gambar 2.1.



Gambar 2.1. *Container crane*

Selain system hidrolik *spreader* berfungsi untuk mengecam peti kemas pada container crane seperti, gambar 2.2, ada juga bagian system yang sangat mendukung dalam terlaksananya bongkar muat peti kemas antara lain :

1. System *Hoist*, berfungsi untuk menaikkan atau menurunkan spreader sesuai dengan operasi operator dari kabin.
2. Sistem *Trolley*, berfungsi melakukan gerakan ke kanan ke kiri pada bagian trolley sepanjang girder.
3. Sistem *Gantri*, berfungsi untuk mengerakan seluruh Container crane maju mundur sepanjang rail.



Gambar 2.2. *Spreader*

### 2.1.1. Hidrolik

*Hydraulics* atau hidrolik adalah suatu ilmu pengetahuan mengenai bagaimana *fluida* atau zat cair dapat dimanfaatkan untuk memindahkan suatu gaya dan gerakan.

Hidrolik merupakan suatu pengembangan teknologi yang menyangkut perubahan cara operasi dari manual menjadi kerja hidrolik. Sebagian besar

alat- alat berat ataupun pesawat angkat memanfaatkan system hidrolik yang beragam.

Dalam pengertian dibidang teknik, hidrolik berarti : pengerakkan, pengaturan dan pengendalian, dimana berbagai gaya dan gerakan kita peroleh dengan bantuan tekanan suatu zat cair (air, minyak atau *gliserin*).

Pada dasarnya *fluida* atau zat cair sebagai media perantara yang memiliki sifat- sifat sebagai berikut :

1. Zat cair tidak mempunyai bentuk sendiri
2. Zat cair bersifat *incompressible* (tidak dapat di kompresi)
3. Zat cair memberikan tekanan ke segala arah
4. Zat cair memberikan pertambahan yang sangat besar dalam hal gaya dan kerja.

Bila kita bandingkan hidrolik dengan kemungkinan- kemungkinan lain untuk memindahkan gaya dan berbagai daya (mekanik atau elektrik) kita akan menemukan serangkaian keuntungan yang ada kalanya sangat penting. Penggerakan seperti itu dapat membantu meningkatkan daya prestasi dari berbagai perkakas atau sarana transportasi.

Tentu saja disamping memiliki hal- hal yang menguntungkan, hidrolik juga memiliki hal- hal yang merugikan.

Keuntungan system hidrolik ini antara lain :

1. Bentuk bangunan dari system hidrolik sangat sederhana, hanya terdiri dari sejumlah komponen yang berbentuk sambungan- sambungan mekanik

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
dengan bagian yang bergerak.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

2. Dalam pemindahan, gaya- gaya dan daya hidrolik yang sangat besar.
3. Sistem kontrolnya mudah dioperasikan.

Kerugian system hidrolik ini antara lain adalah :

1. Daya dari system hidrolik ini berasal dari motor listrik, jika motor tidak bekerja dengan sendirinya system hidrolik tidak berfungsi.
2. Panas yang ditimbulkan sebagai akibat dari gesekan didalam system hidrolik tidak berfungsi.
3. Sistem hidrolik harus selalu terjaga kebersihannya. Alat- alat hidrolik harus dilindungi dari karata dan kotoran serta kontaminasi oleh oli hal ini dapat mempengaruhi system hidrolik tersebut.

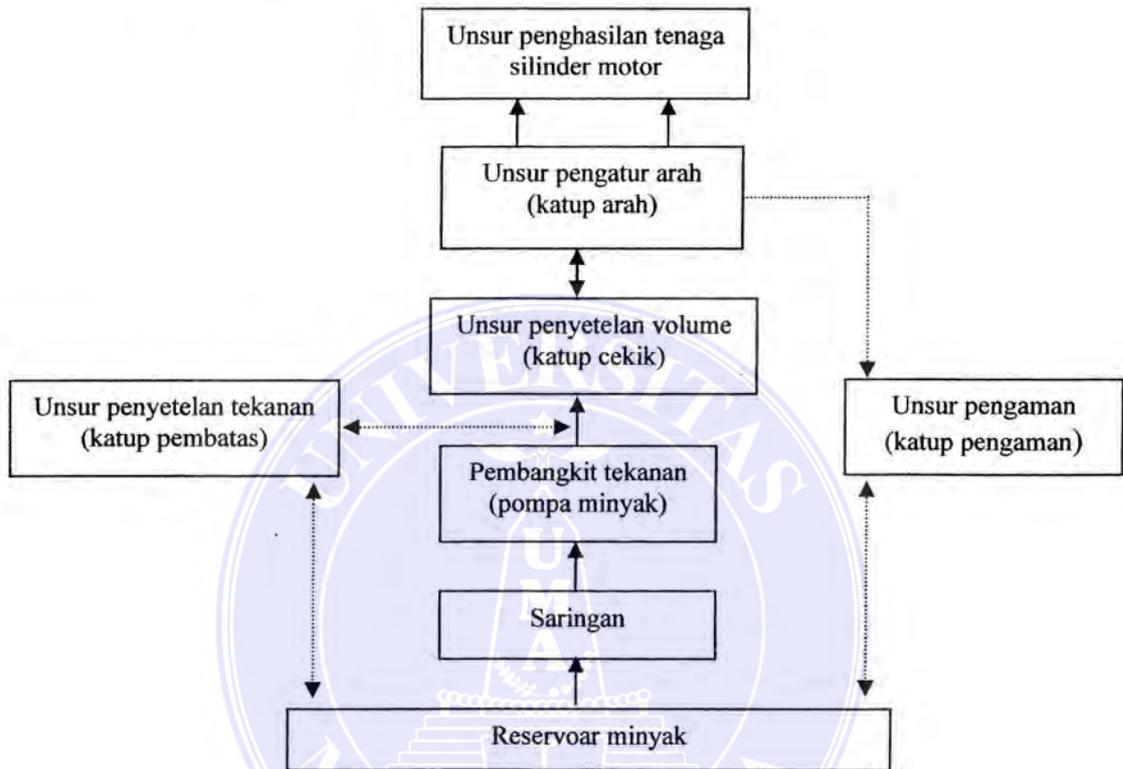
### 2.1.2. Prinsip Kerja Pada Sebuah Instalasi Hidrolik

Pada dasarnya instalasi hidrolik terdiri dari pompa hidrolik, hidromotor, peralatan kendali dan peralatan pengatur. Secara umum instalasi hidrolik membentuk perubahan energi atau penukar kalor.

Aliran energi yang melaju melalui sebuah instalasi hidrolik, berlangsung sebagai berikut, Gambar 2.3 [1]

1. Penukaran energi mekanis menjadi energi hidrolik melalui pompa hidrolik (pembangkit minyak tekanan). Energi hidrolik dapat diartikan sebagai energi potensial ataupun sebagai energi kinetic dari suatu medium (minyak hidrolik).
2. Pemindahan energi hidrolik oleh arus minyak tekan dari pompa melalui unsure- unsure pengatur dan unsure- unsure kendali (katup- katup) ke silinder kerja yang bergerak bolak- balik atau ke *hidromotor* berputar.

3. Perubahan energi hidrolik menjadi energi mekanis melalui silinder atau *hidromotor* (pemakaian minyak tekanan)



Gambar 2.3. Skema Sebuah Instalasi Hidrolik

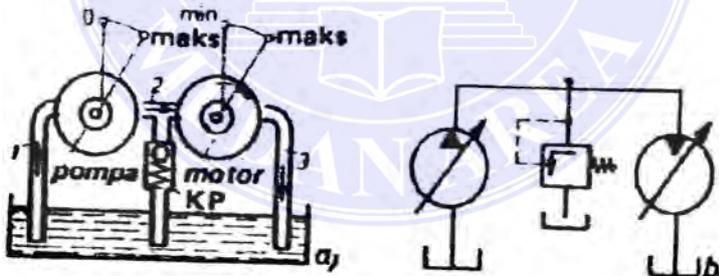
Secara singkat dapat dilaksanakan instalasi- instalasi dari system hidrolik antara lain pompa- pompa hidrolik, *hidromotor*, unsure- unsure untuk memindahkan tekanan atau zat cair (pipa- pipa), unsure- unsure untuk pengendalian dan mengatur kerja yang menghasilkan system yang bersangkutan (katup- katup, keran- keran, alat- alat sorong kemudi, akumulator- akumulator) dan peralatan pembantu (saringan- saringan, reservoir, dan lain sebagainya).

### 2.1.3. Jenis- Jenis Rangkaian Sistem Hidrolik

Rangkaian system hidrolik secara umum dibagi atas tiga macam yaitu rangkaian terbuka, rangkaian tertutup, dan rangkaian tertutup dengan pompa pengisi.

#### 2.1.3.1. Rangkaian terbuka

Pada rangkaian terbuka ini sering disebut rangkaian sederhana. Pompa hidrolik melakukan isapan langsung dari *reservoir* minyak dan mengarahkan arus tekanan yang diinginkan *kehidromotor*. Setelah melakukan kegiatan, minyak yang telah digunakan masuk kembali kedalam *hidromotor* dan dapat diisap kembali oleh pompa. Antara pompa dan motor dipasang dalam pipa sebuah katup pengaman sebagai pelindung tekanan yang terlampaui tinggi seperti, Gambar 2.4 [1].



Gambar 2.4. Prinsip rangkaian Terbuka dengan Pompa Hidrolik dan Motor

a. skema, b. symbol

1

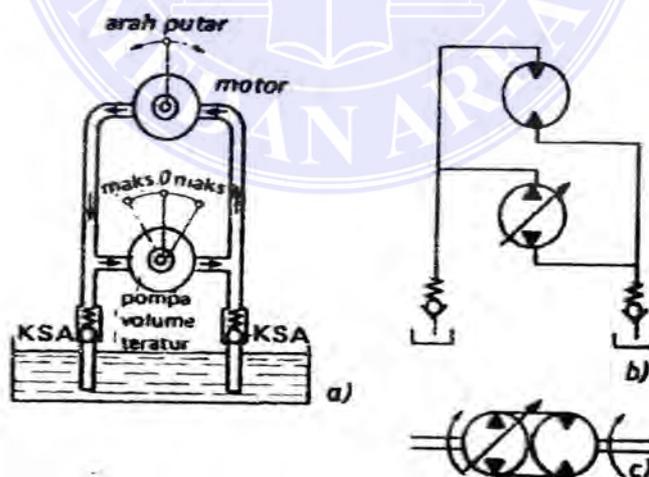
Rangkaian terbuka sangat *fleksibel* dan sederhana, dan digunakan secara luas untuk permesinan, pengepresan, mesin pengangkat dan kendaraan lainnya.

Keuntungan system ini adalah minyak yang masuk system akan selalu segar sehingga mendapat pendinginan yang baik, pemasangan yang sederhana pada system, kotoran pada minyak dapat dipisahkan pada *reservoir* dengan memasang dinding pemisah (saringan).

Sedangkan kerugiannya adalah sejumlah besar minyak dalam keadaan bergerak, efisiensi volume yang kecil, motor akan berjalan beraturan bila kita pasang sebuah katup yang membatasi debit minyak, selain itu juga dibutuhkan sebuah reservoir yang besar.

### 2.1.3.2 Rangkaian tertutup

Sinyal keluaran digunakan untuk mengkoreksi sinyal *input*, hal ini akan berulang mencapai kondisi yang diinginkan. Disini minyak akan mengalir dengan sedikit tekanan dan lebih kepompa, sehingga daya yang hilang dalam pipa isap akan lebih kecil dibandingkan sebuah rangkaian terbuka seperti, Gambar 2.5 [1].



Gambar 2.5. Rangkaian Tertutup

a.skema, b. simbol

Dalam rangkaian seperti ini minyak yang terpakai segera diisap kembali oleh pompa tanpa terlebih dahulu melalui *reservoir*. Untuk ini di dalam pompa penyedot dipasang katup searah yang berfungsi untuk mencegah minyak yang berasal dari motor mengalir kembali kedalam *reservoir*. Sehingga *reservoir* berfungsi hanya untuk mengisi instalasi, begitu mesin dijalankan pompa akan menghisap minyak sebanyak minyak yang hilang dalam system.

Keuntungan system ini adalah, pada instalasi tidak membutuhkan ruangan yang besar, tidak bising, karena hanya sedikit saja minyak yang dipompakan pada sistem tersebut, serta memiliki jangkauan pengaturan yang besar.

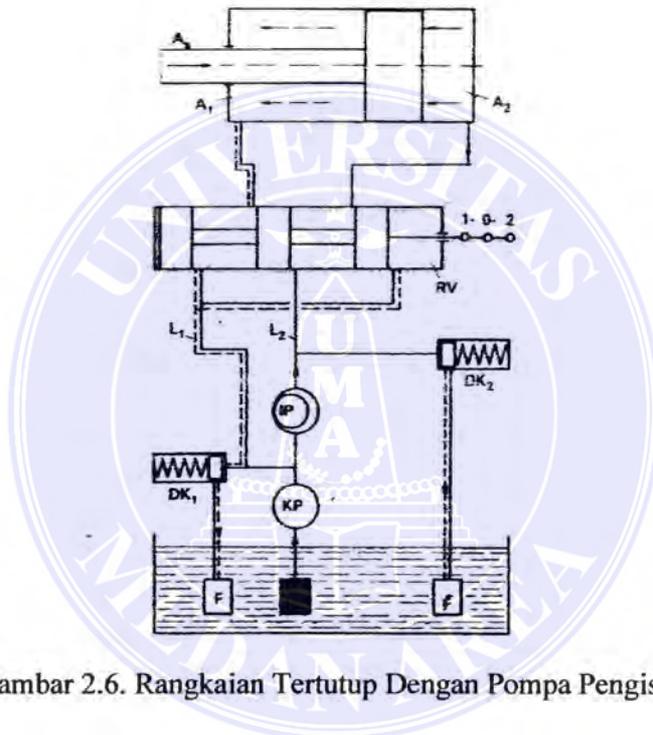
Adapun kerugiannya, karena hanya sedikit minyak yang dipompakan dan mengalami penyegaran minyak hanya sedikit, maka minyak ini akan mengalami kenaikan temperature yang tinggi.

#### 2.1.3.3. Rangkaian tertutup dengan pompa pengisi

Disini sebuah pompa pengisi dan pompa penguras tambahan terus menerus dipompakan berkeliling untuk menyediakan minyak segar didalam pipa isap. Dengan demikian minyak yang bersikulasi didalam rangkaian tertutup akan selalu diperbaharui. Kelebihan dapat dengan lancer meninggalkan system melalui sebuah katup aliran dan akan mengalir kembali kedalam *reservoir*, Disini juga dipasang sebuah katup sebagai pengaman pembebanan yang berlebihan.

Keuntungan system ini adalah pemasukan minyak segar secara terus menerus kedalam rangkaian, terdapat suatu kemungkinan bagi suatu jarak yang lebih antara *reservoir* dengan instalasi, system ini mempunyai jangkauan putaran yang lebih besar.

Adapun kerugiannya ialah disini dibutuhkan pompa pengisi tambahan dan sebuah katup aliran, operasi motor secara beraturan hanya dimungkinkan oleh sebuah katup luberan aliran yang disetel rendah seperti, Gambar 2.I.4.3 [1].



Gambar 2.6. Rangkaian Tertutup Dengan Pompa Pengisi

#### 2.I.4. Komponen Hidrolik

Dalam memanfaatkan tenaga *fluida* pada system hidrolik dibutuhkan bebrapa komponen- komponen tersebut adalah *Reservoir*, pompa, Motor hidrolik, Silinder, *Valve* (katup), *Filter*, Pipa/ saluran, berikut ini merupakan pemaparan singkat mengenai komponen hidrolik.

### 2.1.4.1. *Reservoir* (Tangki)

Pada suatu kondisi tertentu dimana pompa dirancang untuk memberikan suplai *fluida* hidrolik dengan aliran konstan dan stabil, namun kadang kala permintaan dari system bersifat *variabel*. Untuk dapat memenuhi permintaan dari system dan menyuplai dengan konstan harus ada *extra* simpanan *fluida* yang ditempatkan pada sebuah tempat yang disebut *reservoir* atau tangki. Meskipun *reservoir* secara sepintas kelihatan tidak memegang suatu peran penting, namun tanpa adanya *reservoir* didalam system hidrolik maka system tidak akan berfungsi dengan baik dan efisien. *Reservoir* untuk *fluida* hidrolik memiliki suatu peran penting, adapun dapat kita lihat beberapa nilai positif yang dimilikinya :

1. Bersifat *accumulate* (kumpulan) dimana dapat mengirim atau mensuplai pada *fluida* hidrolik untuk dapat memenuhi permintaan dari system.
2. memiliki kemampuan memecahkan atau mengurangi busa yang terdapat didalam system serta memisahkan udara dari *fluida*.
3. menempatkan partikel dalam bentuk kotoran dan endapan lumpur serta air dari *fluida*.
4. membantu mendinginkan *fluida* dan menjaga temperature operasi untuk tetap pada 38- 54 °C.

Ukuran dari *reservoir* tidak merupakan suatu klasifikasi dari ukuran fisik system tetapi hanya merupakan suatu kapasitas yang tersimpan. *Oil level* yang terdapat pada *reservoir* harus selalu dalam batas yang dianjurkan, jika terjadi *low level* maka akan mengakibatkan terjadinya *Whirpool* atau *vortek* sebagai dampak dari daya isap yang berasal dari pompa.

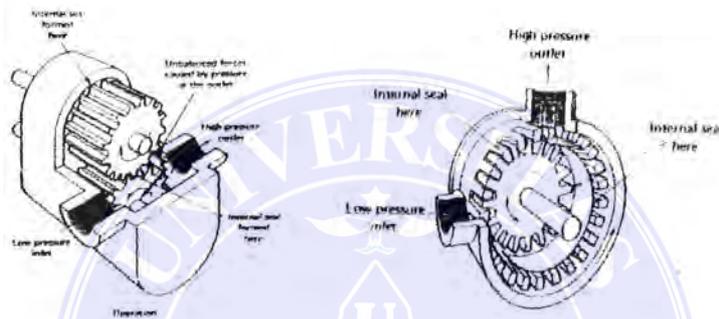
#### 2.1.4.2. Pompa

Pompa yang dipergunakan untuk membangkitkan tekanan *fluida*. Dalam system ini hidrolik diusahakan mempergunakan komponen berkemampuan besar dengan dimensi yang relative kecil. Secara garis besar pompa dibagi menjadi dua bagian berdasarkan masukan energi yang diberikan oleh pompa antara lain, pompa pindah non positif, pada pompa ini, *fluida* akan mendapat gaya *sentrifugal*, sehingga *fluida* mengalami kenaikan kecepatan, sehingga menurunkan tekanan dari *fluida*, bila tekanan sebesar 1 atm maka *fluida* akan mengalir menuju pompa. Pompa pindahan non positif diklasifikasikan berdasarkan arah aliran *fluida* yang keluar, pompa aksial menghasilkan arah *fluida* keluar sejajar dengan arah masuk, pompa radial akan membentuk sudut  $90^0$  antara aliran *fluida* masuk dengan *fluida* keluarnya, sedangkan pompa campuran akan menghasilkan sudut lebih dari  $90^0$  antara aliran keluar dan aliran masuknya.

*Fluida* masuk pada saluran inlet menuju impeller, dari impeller *fluida* akan mengalami kenaikan kecepatan, selanjutnya *fluida* akan menghantam rumah pompa, karena rumah pompa memiliki bentuk yang sedemikian rupa maka aliran *fluida* ini akan keluar melalui saluran keluar atau outlet dengan memiliki kecepatan yang meningkat.

Dan pompa pindahan positif, pompa ini bekerja berdasarkan perubahan tekanan yang ditimbulkan akibat perubahan volume, Pompa roda gigi yang merupakan salah satu pompa pindahan positif yang paling umum digunakan, karena dimensi pompa ini relative kecil dan pengoperasiannya sederhana, Pompa ini bekerja dengan secara jumlah *fluida* masuk pada sisi isap kedalam rongga-

rongga roda gigi kemudian dipindahkan kesisi tekan. Pada daerah ini fluida dicengkram dan didesak keluar pompa, besarnya kapasitas fluida yang terpompa tergantung dari besarnya rongga- rongga gigi pada pompa tersebut seperti, Gambar 2.I.5.2. [2].



Gambar 2.7. Pompa roda gigi luar dan Pompa roda gigi dalam

Beberapa factor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan pompa diantaranya adalah :

1. Menentukan kapasitas aliran fluida
2. Memilih kecepatan arah, putaran, yang mendekati criteria kebutuhan
3. memperhitungkan akan biaya pengoperasional dan factor lain seperti tingkat kebisingan, getaran, karakteristik keausan dan jadwal pemeliharaan yang dapat menentukan umur pompa.

Pada umumnya pompa yang dipakai dalm system hidrolik ialah pompa roda gigi, dimana untuk menghitung daya pompa hidrolik digunakan rumus sebagai berikut [1]:

$$P_d = \frac{Q \times P_p}{\eta_{tot}} \text{ (KW)}$$

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

(Doc) ment Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

Dimana :

$P_{dp}$  = Daya pompa (KW)

$P_p$  = Tekanan kebutuhan pompa (Kpa)

$\eta_{tot}$  = Efisiensi total pompa

$Q$  = Kapasitas aliran  $\left(\frac{m^3}{s}\right)$

#### 2.1.4.3. Motor hidrolik

Defenisi dari motor hidrolik adalah suatu perubahan dari energi kinetic (pengerakan) dan energi potensial (pressure) yang terdapat pada aliran fluida hidrolik, menjadi gerakan berputar (rotating) yang berkesinambungan pada sebuah shaft (poros motor). Proses ini berupa suatu output pada shaft yang akan dihubungkan dengan motor untuk kemudian dimanfaatkan dalam mengoperasikan suatu peralatan. Dengan kata lain tekanan yang berasal fluida mengaktifkan motor untuk memberikan gaya sebagai output.

Secara umum kontruksi yang terdapat pada motor hidrolik memiliki kemiripan dengan kontruksi pompa hidrolik. Secara prinsip pompa hidrolik memiliki perbedaan dibandingkan dengan motor hidrolik dengan cara pengoperasiannya. Dalam mengoperasikan motor hidrolik membutuhkan torsi yang cukup besar untuk mulai pengerakan. Untuk menghitung daya motor hidrolik memulai pengerakan digunakan rumus sebagai berikut [3]:

$$N_{mh} = \frac{W \times v}{75 \times \eta} \text{ (hp)} \quad (2-2)$$

Dimana :

$N_{mh}$  = Daya motor yang dihasilkan (hp)

$W$  = Tahanan terhadap gerak (kg)

$\eta$  = Efisiensi total mekanis

$v$  = Kecepatan  $\left( \frac{m}{dtk} \right)$

#### 2.1.5.4. Silinder

Komponen ini berfungsi mengubah tekanan dan penerak fluida hidrolik menjadi suatu gaya mekanika dalam suatu wadah berbentuk silinder, (gerak berputar dihasilkan oleh motor hidrolik), aliran fluida yang bergerak menuju silinder berakibat pada Bergeraknya piston, dimana tekanan dari fluida memberikan suatu gaya mekanikal pada piston, gaya yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan tekanan sehingga didapat persamaan sebagai berikut :

$$F = P \times A \text{ (N)} \quad (2-3)$$

Dimana :

$F$  = Gaya yang dihasilkan (N)

$P$  = Tekanan (Pa)

$A$  = Luas penampang piston ( $m^2$ )

Silinder hidrolik dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu silinder gaya tunggal dan silinder gaya ganda. Silinder gaya tunggal adalah hanya memiliki satu arah gaya atau gaya lainnya dimanfaatkan untuk langkah pengembalian pada piston

ke posisi semula. Sedangkan silinder gaya ganda adalah dapat menghasilkan dua arah gerakan.

Silinder hidrolik terdiri atas silinder, piston, batang piston, saluran dan perapat seperti Gambar 2.9 [2]. Akibat adanya perapat maka akan terjadi gaya gesekan pada dinding dalam piston, sehingga didapat gaya gesekan yang terjadi pada persamaan, sebagai berikut [4]:

$$F_r = F_s \times 0,03 \text{ (N)} \quad (2- 4)$$

Dimana :

$F_r$  = Gaya gesek silinder akibat adanya perapat (N)

$F_s$  = Gaya gesek statis (N)

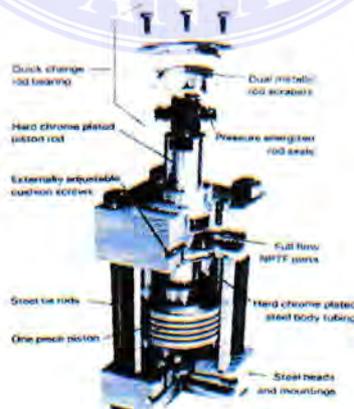
Untuk menghitung gaya gesek statis dapat menggunakan rumus sebagai berikut[4]

$$F_s = \mu_s \times F_a \text{ (N)} \quad (2- 5)$$

Dimana :

$\mu_{statis}$  = Koefisien gaya gesek pada logam- logam (0,15- 0,60)

$F_a$  = Gaya piston untuk mulai bergerak (N)



Gambar 2.8. Silinder Hidrolik

Piston memiliki luasan yang akan melawan tekanan fluida, luasan ini terpasang pada ujung batang piston, sedangkan ujung batang lainnya digunakan untuk melawan gaya dari beban. Lubang silinder, perapat dan saluran berfungsi untuk menjaga fluida agar tetap berada pada system.

Beberapa factor yang diperhatikan dalam pemilihan silinder hidrolik yaitu

1. Fungsi silinder
2. Kontruksi silinder
3. Gaya yang dibutuhkan
4. Temperatur
5. Beban
6. Percepatan dan perlambatan gaya

Untuk menghitung gaya yang dibutuhkan piston memulai pergerakan digunakan rumus, sebagai berikut [5]:

$$F_a = m \times a \text{ (N)} \quad (2-6)$$

Dimana :

$F_a$  = Gaya piston mulai bergerak (N)

$m$  = Massa (kg)

$a$  = Percepatan  $\left(\frac{m}{s^2}\right)$

Perapat memiliki peranan yang sangat penting dalam pemanfaatan energi fluida. Dengan demikian maka system ini dapat digunakan pada tekanan kerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum untuk berbagai kondisi

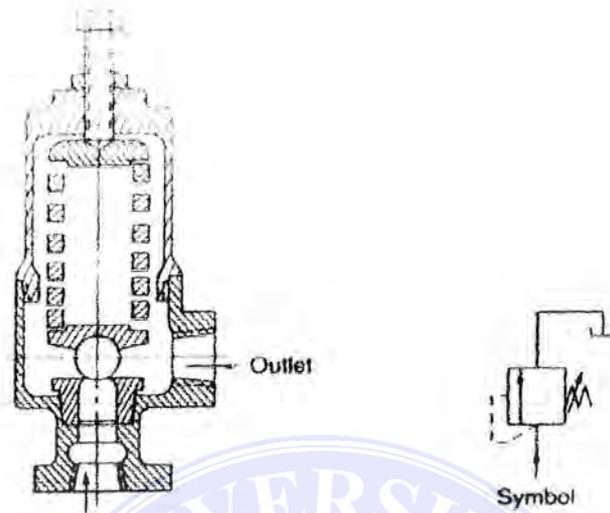
Perapat berfungsi untuk menjaga dan mengisolasi antara dua bagian atau lebih dan untuk mencegah kebocoran pada piston. Oleh karena itu perapat menjadi kebutuhan yang sangat penting dalam perencanaan system hidrolik. Perapat merupakan bagaian kecil dari sebuah system yang besar, namun sangat mempengaruhi dari system itu sendiri.

Pemilihan perapat tergantung dari :

1. Suhu kerja
2. Jenis gerakan
3. Tekanan
4. Fluida yang dipergunakan

#### 2.I.4.5. Katup (valve)

Katup hidrolik dalam sebuah system berfungsi untuk mengendalikan tekanan, aliran dan mengarahkan arah aliran fluida. Katup ini dapat dikendalikan oleh manusia, oleh gaya mekanik tekanan dari fluida maupun secara elektrik. Katup pengendali tekanan berfungsi untuk menjaga system dari kelebihan tekanan, ia juga dapat berfungsi sebagai katup pengaman dalam system, bila tekanan yang timbul melebihi tekanan dari system, hal ini akan berdampak pada rusaknya komponen lain yang tidak mampu menahan beban tekanan yang berlebihan. Fluida yang bertekanan lebih ini akan mengalir keluar system, dan biasanya ia akan kembali ke reservoir, Gambar 2.10 [2].



Gambar 2.9. Katup Pengatur Tekanan

Katup ini bekerja apabila fluida yang masuk pada saluran masuk (inlet) memiliki tekanan yang dapat melawan pegas, sehingga katup terbuka maka aliran akan menuju ke reservoir, dan untuk menghitung tekanan yang hilang setelah melewati katup dapat dipergunakan rumus, sebagai berikut [1]:

$$\Delta p = \zeta \times Q \times \frac{v^2}{2} \text{ (Pa)} \quad (2-7)$$

Dimana :

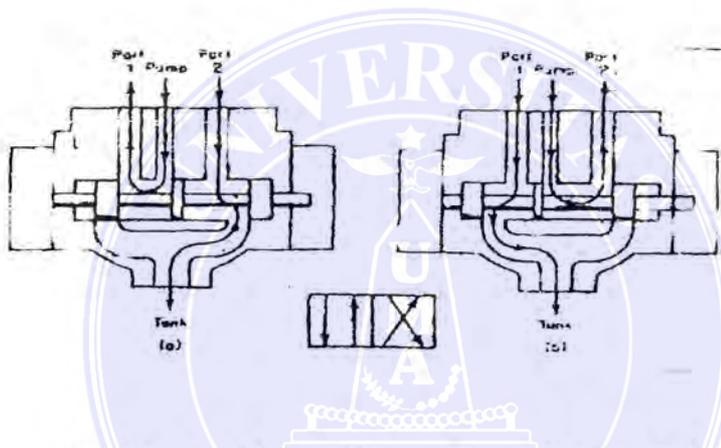
$\Delta p$  = Kehilangan tekanan

$Q$  = Kapasitas aliran  $\frac{m^3}{s}$

$\zeta$  = Faktor kehilangan

Katup pengendali arah aliran, katup ini berfungsi untuk mengarahkan aliran, menutup arah aliran ataupun juga untuk memulai sebuah kerja dari system.

Dalam sebuah aplikasi yang bersifat bergerak katup pengendali ini digerakkan oleh sebuah gaya yang diperoleh dari seorang operator, sedangkan dalam dunia industri penggerak dan pengatur dari katup ini dilakukan oleh solenoid dan elektrik. Penggunaan katup biasanya digunakan untuk mengatur kapasitas aliran fluida pada system hidrolik, Gambar 2.11 [6] yang menunjukkan tentang katup pengatur arah.



Gambar 2.10. Katup Pengatur Arah dan Symbol

Katup diatas memiliki 2 posisi dan 4 arah artinya 2 posisi menunjukkan bahwa katup tersebut memiliki 2 macam posisi yang dapat diatur oleh pengaturan, dan 4 arah artinya fluida masuk dan keluar melalui 4 arah, pada contoh ini arah tersebut adalah dari pompa menuju reservoir, saluran 1 dan 2, kedua saluran ini merupakan saluran arah aliran.

Katup pengatur aliran, katup ini berfungsi membatasi jumlah aliran fluida dari pompa kesilinder, katup ini juga mengatur kecepatan aliran fluida menuju motor hidrolik. Karena kemampuan katup ini membatasi aliran fluida maka ia juga dapat berfungsi membagi fluida menjadi beberapa aliran, sehingga sebuah

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
urutan dari pekerjaan dapat diselesaikan oleh katup ini.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

#### 2.1.4.6. Filter (saringan)

Penyaringan digunakan untuk melakukan penyaringan fluida sehingga fluida tetap dalam keadaan bersih, kotoran yang dihasilkan biasanya terjadi karena adanya serpihan yang ditimbulkan akibat gesekan- gesekan pada system maupun pada tiap- tiap komponen, penyaringan ini dilakukan dengan cara memisahkan partikel atau serpihan dari minyak dari sebuah media yang memiliki ukuran lubang atau laluan lebih kecil dari serpihan yang terbentuk sehingga bila dialirkan melewati saringan partikel tadi akan tinggal dan terpisah dari minyak, sehingga minyak yang dialirkan akan terbebas dari kotoran, maupun partikel- partikel yang bersifat mengganggu.

Agar fluida tetap dalam keadaan bersih maka dipakai dua macam penyaringan yaitu filter dan strainer. Filter digunakan untuk menyaring kotoran yang lebih besar dibandingkan dengan yang disaring oleh filter, strainer juga dilengkapi dengan gaya magnet sehingga kotoran yang biasanya terjadi akibat gesekan komponen akan disaring dan ditarik oleh gaya magnet ini.

Mengingat kerja pompa lebih berat pada sisi masuknya maka untuk memperoleh kerja maksimal dari pompa, pemasangan filter sesudah pompa, sedangkan strainer dipasang pada titik sebelum pemasangan pompa.

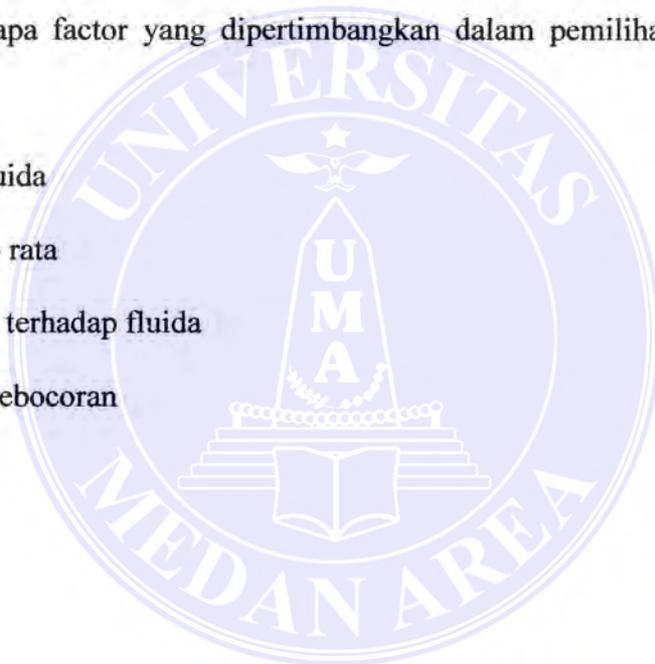
#### 2.1.4.7. Pipa Saluran

Pemipaan merupakan bagian yang sangat penting dalam sebuah system hidrolik, pipa ataupun selang serta tabung fluida menghubungkan berbagai komponen hidrolik dan menghantarkan fluida ke seluruh system.

Saluran konduktor (penghantar) harus mampu menahan tidak hanya tekanan maksimum berdasarkan perhitungan, tetapi juga kejutan- kejutan yang timbul dalam system. Selain untuk mengalirkan fluida, terkadang unit pipa juga sangatlah penting untuk dapat digerakkan, dipindahkan sepanjang garis aliran fluida, oleh karena itu untuk beberapa kebutuhan tertentu dipergunakan pipa fleksibel.

Ada beberapa factor yang dipertimbangkan dalam pemilihan konduktor antara lain :

1. Tekanan fluida
2. Aliran rata- rata
3. Kesesuaian terhadap fluida
4. Kekuatan kebocoran





## 2.II. Sistem Hidrolik Pada Container Crane

### 2.II.1. Cara Kerja Peralatan

Didalam pelabuhan internasional yang berada di Belawan banyak kegiatan bongkar muatan barang terutama peti kemas dengan menggunakan beberapa jenis pesawat angkat salah satunya yaitu *container crane*.

Adapun criteria dari *container crane* ini adalah mampu menyusun 4- 5 tingkat lapisan peti kemas dengan jenis peti kemas standar ISO, maximum berat pengangkatan total 40 ton dengan ukuran panjang 20- 40 feet (6- 12 m), tinggi 8- 9 feet (2,4- 2,7m) dan lebar 6 feet (1,8m), ditinjau dari fungsinya maka peti kemas yang digunakan mengisi bahan makanan yang mempunyai ketahanan tertentu biasanya dilengkapi dengan alat pendingin.

Cara pengoperasian system hidrolik *spreader Container crane* pada dasarnya menggunakan system energi listrik yang dipasok oleh PT.PLN (Persero) sebesar 500 Volt dimana operator kabin mengerakkan dengan system elektronika dan mengerakkan motor listrik kemudian mengerakkan pompa hidrolik yang terletak pada *spreader*, komponen yang ada pada system hidrolik *spreader* antara lain motor listrik, pompa hidrolik, katup (valve), solenoid, motor hidrolik. Didalam *spreader* system hidrolik hanya menggerakkan tiga mekanisme antara lain :

#### 1. Telescopie 20- 40 feet

Suatu system yang berfungsi untuk memanjangkan/ memendekkan atau *spreader* yang dapat diposisikan pada panjang 20 feet dan 40 feet.

Pada system ini tidak menggunakan silinder, tetapi elektro motor yang menggerakkan kopling kegear box diteruskan kerantai dilanjutkan pada holbar untuk menggerakkan 20 feet ke 40 feet atau sebaliknya yang menggunakan lampu-lampu monitor.

## 2. Flipper (lengan pengarah)

Suatu system yang berfungsi untuk mempermudah manangkap/ merangkul peti kemas.

Pada system ini dari motor listrik menggerakkan pompa hidrolik melalui katup kemudian diteruskan ke monitor hidrolik (flipper) dengan memberikan posisi naik atau turun sesuai dengan operator kabin untuk merangkul sudut- sudut dari peti kemas.

## 3. Lock- Un lock

Gerakan *spreader* untuk mengunci peti kemas sedangkan un lock gerakan *spreader* melepas penguncian pada peti kemas.

Pada system ini menggunakan 4 silinder, dari motor listrik menggerakkan pompa hidrolik dilanjutkan kkatup kemudian kesistem dimana dalam system ini menggunakan piston yang terdapat pada silinder twislock kemudian ujung batang torak disambung dengan memakai pen yang dihubungkan pada twislock melalui shaf atau poros untuk memutar pen twislock.

Didalam pengoperasian *spreader* ini untuk mengunci atau membuka peti kemas dilengkapi lampu sinyal antara lain : lampu hijau, lampu putih, lampu merah.

Dalam pengertian pada saat lampu hijau *Container crane* dalam posisi on atau siap dioperasikan, setelah *spreader landing* (duduk) diatas peti kemas maka lampu putih menyala dan dengan sendirinya lampu hijau akan mati, setelah itu operator merubah posisi *twislock* dari posisi *unlock*, dengan terjadinya pembebanan (*spreader* dalam posisi ada beban) lampu merah menyala dan dengan sendirinya lampu putih mati.

#### 4. Un lock

Pada saat operator ingin merubah posisi *lock* menjadi *unlock* dengan adanya beban disilinder *twislock* (lampu merah menyala), setelah itu silinder *twislock* berputar dari posisi *lock* menjadi *un lock* dan *spreader* sekarang tanpa beban dengan sendirinya lampu merah mati serta lampu putih menyala *spreader* siap mengangkat peti kemas lainnya dengan posisi lampu hijau menyala.

### 2.II.2. Batasan Masalah Analisa Beban

Dalam perencanaan sebuah system haruslah dimulai dengan analisa yang cermat terhadap fungsi dari system tersebut. Dengan kata lain, hal pertama dalam sebuah perencanaan system harus ditentukan adalah beban dan siklus beban yang terjadi sehingga akan diperoleh kebutuhan akan beban.

Secara umum dalam merancang system hidrolik, dilakukan analisa pembebanan lebih dari satu, diantaranya analisa beban statis, analisa beban dinamis, dan analisa kinematis (gerak). Sehingga diharapkan hasil perencanaan nantinya dapat memenuhi segala kebutuhan pembebanan.

Namun demikian, pada system hidrolik *Container crane*, analisa pembebanan yang dilakukan hanya analisa beban dinamis, dikarenakan

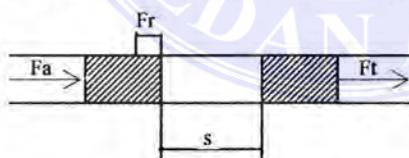
pembebanan statis dan kinematis sangatlah kecil, sehingga salam perancangan ini diabaikan. Analisa dilakukan pada silinder twislock.

### 2.II.2.1. Analisa dinamis

Pada bagian ini beban dianalisa pada kondisi dinamis, hal ini terpaut oleh percepatan yang terjadi pada silinder. Saat silinder tersebut mau bergerak dan perlambatan ayang terjadi saat akan berhenti dalam sebuah system, pada awal pergerakan silinder akan mengalami beban tinggi karena akan perlawanan terhadap gaya gesek statis dan akhirnya beban ini akan turun kembali.

Silinder twislock ini melayani jarak perpindahan (langkah) sejauh = 120mm dan dilakukan selama 2,4 detik.

Dalam perencanaan ini di rencanakan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan percepatan saat mulai bergerak ( $t_1$ ) = 0,6 detik, sedangkan pada saat mencapai kecepatan konstan waktu ( $t_2$ ) direncanakan 1,2 detik, sedangkan pada saat akan mau berhenti waktu direncanakan ( $t_3$ ) = 0,6 detik.



Gambar 3.1. Skema jarak tempuh piston

Kondisi ini dapat dianalogikan dengan persamaan berikut :

Jarak yang ditempuh oleh piston ( $S$ ),

$$S = S_1 + S_2 + S_3 \text{ (m)} \quad (3-1)$$

Dimana :

$S_1$  = jarak tempuh saat percepatan terjadi (m)

$S_2$  = jarak tempuh saat kecepatan konstan terjadi ( $a = 0$ ). (m)

$S_3 =$  jarak tempuh saat perlambatan terjadi (m)

Pada kondisi percepatan dan perlambatan berlaku persamaan jarak :

$$S = s \frac{1}{2} a t^2 \quad (3-2)$$

$$S = \frac{1}{2} \left( \frac{v_2 - v_1}{t_1} \right) t_1 \quad (3-3)$$

Dengan kecepatan awal  $V = 0$  m/s maka diperoleh persamaan :

$$S_1 = \frac{1}{2} v_2 t_1 \quad (3-4)$$

Pada kondisi ini diasumsikan percepatan dan perlambatan mengalami waktu yang sama,  $t_1 = t_3$ , sehingga  $S_1 = S_3$

Sedangkan pada kondisi kecepatan konstan ( $a = 0$ ), jarak yang ditempuh

$$S_2 = v_2 \cdot t_2 \quad (3-5)$$

Maka kecepatan 2 ( $V_2$ ) diperoleh :

$$S = 2S_1 + S_2 \quad (3-6)$$

Substitusikan persamaan (3-3) ke persamaan (3-5) maka diperoleh :

$$S = 2 \left( \frac{1}{2} V_2 t_1 \right) + V_2 t_2 \quad (3-7)$$

$$S = V_2 (t_1 + t_2) \quad (3-8)$$

$$V_2 = \frac{S}{(t_1 + t_2)} \quad (3-9)$$

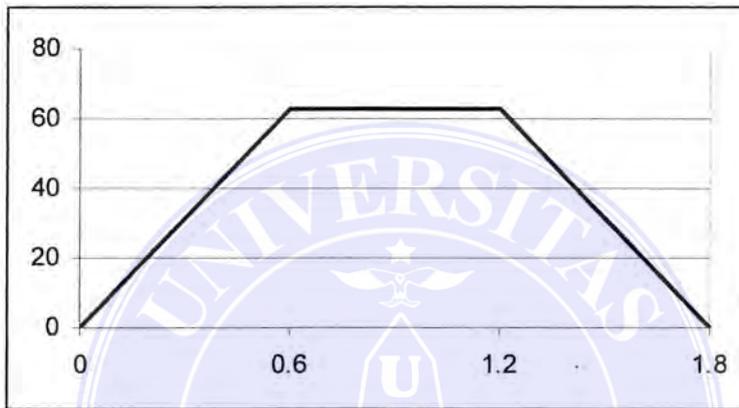
Dari persamaan (3-9) maka kecepatan 2 diperoleh sebagai berikut:

$$V_2 = \frac{120}{(0,6 + 1,2)}$$

$$V_2 = 66,67 \frac{mm}{s}$$

$$V_2 = 0,06667 \frac{m}{s}$$

Dapat dilihat seperti grafik dibawah ini :



Gambar 3.2. Kecepatan Vs Waktu silinder

Kecendrungan garis yang menaik menunjukkan mengalami percepatan, garis mendatar menunjukkan kecepatan konstan dan menurun menunjukkan piston mengalami perlambatan.

Sehingga jarak  $S_1$  dapat dihitung dari persamaan (3- 4) yaitu:

$$S_1 = \frac{1}{2} V_2 t_1$$

$$S_1 = \frac{1}{2} 66,67 \cdot 0,6$$

$$S_1 = 20 \text{ mm}$$

$$S_1 = 0,02 \text{ m}$$

Dan jarak  $S_2$  dapat diperoleh dari persamaan (3- 5) sebagai berikut yaitu :

$$S_2 = V_2 \cdot t_2$$

$$S_2 = 66,67 \cdot 1,2$$

$$S_2 = 80 \text{ mm}$$

$$S_2 = 0,08 \text{ m}$$

Direncanakan percepatan yang terjadi adalah sama dengan perlambatan yang terjadi sehingga :

$$a = \frac{V_2 - V_1}{t_1}$$

$$a = \frac{66,67 - 0}{0,6} \frac{\text{mm}}{\text{s}^2}$$

$$a = 111,12 \frac{\text{mm}}{\text{s}^2}$$

Adapun besarnya gaya yang dibutuhkan piston untuk mulai bergerak dihitung mengikut persamaan (2- 6) sebagai berikut :

$$F_a = m \cdot a \text{ (N)}$$

Dimana :

$F_a$  = Gaya piston untuk mulai bergerak (N)

$m$  = Massa yang dipindahkan piston (beban maksimal)

$$= 40.000 \text{ kg}$$

$$a = \text{Percepatan yang terjadi} \left( 0,11112 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

sehingga :

$$F_a = m \times a \text{ (N)}$$

$$F_a = 40.000 \text{ kg} \cdot 0,11112$$

$$F_a = 4444,8 \text{ N}$$

Selain itu akibat adanya perapat maka akan terjadi gaya gesekan pada dinding dalam piston. Besarnya gaya gesek terjadi dapat dihitung mengikut persamaan (2- 4) sebagai berikut :

$$F_r = F_s \cdot 0,03 \text{ (N)}$$

Dimana :

$F_r$  = Gaya gesek silinder akibat adanya perapat (N)

$F_s$  = Gaya gesek statis (N)

Dalam hal ini gaya gesek statis dihitung mengikut persamaan (2- 5) sebagai berikut :

$$F_s = \mu_s \cdot F_a \text{ (N)}$$

Dimana :

$\mu_{statis}$  = koefisien gesekan pada logam- logam (0,15- 0,60)  
= 0,15 (diambil)

Maka didapat gaya gesek statis :

$$F_s = 0,15 \cdot 4444,8 \text{ N}$$

$$F_s = 666,72 \text{ N}$$

Sehingga gaya yang ditimbulkan akibat gesekan pada dinding piston dapat diperoleh sebagai berikut :

$$F_r = 666,72 \cdot 0,03$$

$$F_r = 20,001 \text{ N}$$

Adapun yang total yang dibutuhkan untuk mulai melakukan gerakan  $F_t$  adalah

penjumlahan keseluruhan gaya yang terjadi, dihitung mengikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang  $F_t = F_a + F_s + F_r \text{ (N)}$

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

$$F_t = 4444,8 + 2222,4 + 20,001$$

$$F_t = 6687,201 \text{ N}$$

Selama kecepatan konstan dibutuhkan gaya untuk melawan gaya gesek dinamis

( $F_{\text{dinamis}}$ ), dihitung mengikuti :

$$F_d = \mu_d \cdot F_a \text{ (N)}$$

Dimana :

$\mu_{\text{dinamis}}$  = Koefisien gesek pada logam- logam

$$= 0,75$$

Maka didapat :

$$F_d = 0,75 \cdot 0,5 \cdot 4444,8$$

$$F_d = 1666,8 \text{ N}$$

Selanjutnya tekanan kerja yang diperlukan dihitung mengikuti persamaan (2- 3)

sebagai berikut :

$$P_{\text{kerja}} = \frac{F_t}{A}$$

Dimana :

$F_t$  = Gaya total untuk menggerakkan piston

$$= 6733,872 \text{ N}$$

$P$  = Tekanan kerja (Mpa)

$$A = \text{Luas piston} = \frac{1}{4} \pi \cdot D^2, D = 0,05 \text{ m (dirancang)}$$

$$= \frac{1}{4} \pi \cdot 0,05^2$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

00019395 m<sup>2</sup> Mpa

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

Maka :

$$\begin{aligned}
 P_{\text{kerja}} &= \frac{6733,872}{0,0019395} \\
 &= 3249533,561 \text{ Pa} \\
 &= 3,43 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan maka didapat ditentukan kapasitas aliran yang dibutuhkan untuk kerja adalah :

$$Q = A \cdot V \left( \frac{m^3 s}{s} \right) \quad (3-9)$$

Dimana :

Q = Kapasitas aliran fluida hidrolik  $\left( \frac{m^3}{s} \right)$

A = Luas permukaan piston ( $m^2$ )

V = Kecepatan piston  $\left( \frac{m}{s} \right) = V_2 = 0,06667 \left( \frac{m}{s} \right)$

Sehingga :

$$Q = A \cdot V$$

$$Q = 0,00196395 \times 0,06667$$

$$Q = 0,000131 \left( \frac{m^3}{s} \right)$$

## 2.III. Komponen Hidrolik

Keunggulan system hidrolik ini tidak tergantung pada desain system, tapi juga tergantung dari beberapa factor seperti perencanaan, dan pemilihan komponen yang benar. Oleh krena itu diperlukan pertimbangan yang akurat dalam pemilihan komponen- komponen hidrolik.

Berikut ini adalah beberapa komponen hidrolik yang penting yang termasuk dalam perencanaan :

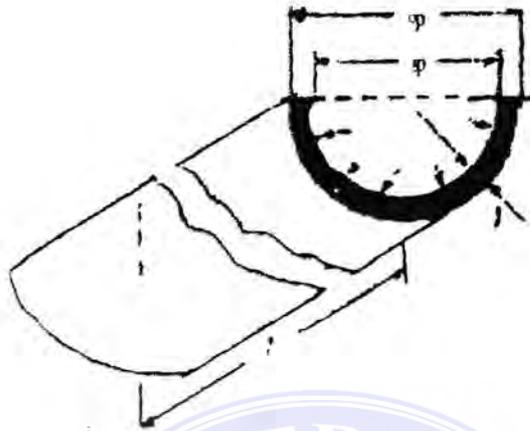
### 2.III.1. Silinder Hidrolik

Silinder hidrolik yang direncanakan termasuk dalam tipe silinder dengan dua arah kerja, serta berdasarkan fungsi perencanaannya dipilih tipe silinder twislock. Sistem ini bekerja dengan 2 arah dalam waktu relative singkat.

Dalam perencanaan silinder ini akan memperhatikan pembebanan yang terjadi pada silinder, dalam hal ini dilakukan analisa Tegangan Cincin (Hoop Stress), pada dinding silinder dan analisa Buckling, pada batang piston (rod).

#### 2.III.1.1. Analisa tegangan cincin

Analisa perencanaan silinder ini berkaitan langsung dengan tekanan yang ditimbulkan oleh fluida hidrolik, arah tekanan yang ditimbulkan oleh fluida kesegala arah akan merupakan factor kajian dalam perencanaan ini. Kondisi dari silinder tersebut akan digambarkan pada, Gambar 4.1 [4].



Gambar 4.1. Tekanan Yang Terjadi Pada Permukaan Dalam Silinder

Material dan ketebalan dari dinding silinder harus mampu menahan tegangan cincin (Hoop Stres) yang dihasilkan oleh tekanan fluida.

Untuk mengetahui kekuatan silinder maka ketebalan dinding silinder merupakan factor yang sangat penting, maka ketebalan dinding dapat dihitung :

$$\sigma = p \frac{d_o^2 + d_i^2}{d_o^2 - d_i^2} \text{ (Mpa)} \quad (4-1)$$

Dimana :

$\sigma$  = Tegangan cincin (Mpa)

$d_o$  = Diameter luar silinder (mm)

$d_i$  = Diameter dalam silinder (mm)

$P$  = Tekanan kerja (pa)

Dalam perencanaan ditentukan diameter dalam silinder,  $d_i = 50 \text{ mm} = 0,05 \text{ m}$

sehingga tebal silinder yang dibutuhkan dengan menggunakan :

$$\sigma = 2300 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} = \frac{2300 \times 9,81}{10^{-4}} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

Sf = factor keamanan (6)

$$\sigma = \frac{\sigma}{Sf} = \frac{225630000}{6} = 37605000 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$\sigma = 37,61 \text{ Mpa}$$

Sehingga dari persamaan (4- 1) diperoleh :

$$\sigma = p \frac{d_o^2 + d_i^2}{d_o^2 - d_i^2}$$

$$37,61 = 3,43 \frac{d_o^2 + 0,05^2}{d_o^2 - 0,05^2}$$

$$10,29 = \frac{d_o^2 + 0,05^2}{d_o^2 - 0,05^2}$$

$$d_o = 0,055 \text{ m}$$

$$d_o = 55 \text{ mm}$$

maka tebal silinder yang diperlukan (t):

$$t = \frac{d_o - d_i}{2} \quad (4- 2)$$

$$t = \frac{0,055 - 0,05}{2}$$

$$t = 0,0025 \text{ m}$$

$$t = 2,5 \text{ mm}$$

diambil tebal silinder = 2,5 mm

### 2.III.1.2. Analisa buckling

Beban yang terjadi juga akan berakibat langsung dengan batang piston, beban yang ditanggung akan menghasilkan sebuah fenomena buckling, berbagai arah serta kondisi beban akan menghasilkan pembebanan buckling yang berbeda pula.

Nilai buckling yang diperoleh harus lebih kecil dari gaya maksimum yang terjadi sehingga batang piston tidak akan mengalami buckling.

Pada kondisi ini persamaan Euler sebagai berikut :

$$F_{\text{buckling}} = \frac{\pi^2 EI}{4(2l)^2} (N) \quad (4-3)$$

Batang piston berbentuk lingkaran sehingga moment inersia :

$$I = \frac{\pi d^4}{64} \quad (4-4a)$$

$$I = \frac{\pi^2 E \pi d^4}{16 l^2 \times 64} \quad (4-4b)$$

$$I = \frac{\pi^3 E d^4}{1024 l^2} \quad (4-4c)$$

Dimana :

E = Modulus elastisitas bahan batang piston

$$= 207 \times 10^9 \text{ Pa}$$

d = Diameter batang piston

$$= (0,5- 0,7)$$

$$= 0,6 \text{ (diambil)}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

$l$  = Panjang batang piston

= 0,3 m (dirancang)

Sehingga gaya buckling yang ditimbulkan dapat diketahui melalui persamaan (4-4c) sebagai berikut :

$$F_{\text{buckling}} = \frac{\pi^3 (207 \times 10^9) (0,6 \times d_1)^4}{1024 l^2}$$

$$= \frac{\pi^3 (207 \times 10^9) (0,6 \times 0,05)^4}{1024 (0,3)^2}$$

$$F_{\text{buckling}} = 56325,8 \text{ N}$$

Sedangkan gaya maximum yang bekerja pada batang piston bucket

$$F_t = 6687,201 \text{ N}$$

Dapat disimpulkan batang silinder twislock aman karena :

$$F_{\text{buckling}} > F_{t\text{bucket}}$$

### 2.III.1.3. Pemilihan perapat

Perapat memiliki peran yang sangat penting dalam pemanfaatan energi fluida. Dengan pemakaian perapat maka system dapat digunakan pada tekanan kerja yang lebih tinggi dibandingkan dengan sebelumnya untuk berbagai kondisi pemakaian.

Oleh karena itu perapat menjadi kebutuhan yang sangat penting dalam perencanaan system hidrolik. Perapat merupakan bagian terkecil dari sebuah system yang besar, namun sangat mempengaruhi kinerja dari sebuah system itu sendiri, perapat juga berfungsi untuk mencegah kebocoran pada piston.

Berdasarkan tabel dibawah ini maka jumlah perapat digunakan pada silinder ditentukan oleh tekanan kerjanya.

Jumlah ring perapat	Tekanan (bar)
2	10
3	30
4	100
5	200
6	350

Gambar 4.2. Tabel jumlah perapat dan jangkauan yang bekerja

Berdasarkan tabel diatas maka pemilihan jumlah perapat berdasarkan tekanan yang bekerja pada silinder yaitu sebesar 3,43 Mpa (34,3 bar) dipakai perapat sebanyak 4 buah.

### 2.III.2. Fluida Hidrolik

Kekuatan fluida hidrolik didefinisikan sebagai kemampuan transmisi dimana fluida inkompresible digunakan sebagai media transmisi. Fluida hidrolik memegang peranan yang sangat penting dalam system hidrolik dimana fungsinya meneruskan energi dari satu lokasi lainnya dan mengkonversikannya kedalam kerja yang lebih berguna.

Transmisi energi terjadi karena adanya pergerakan fluida melalui pipa yang dikendalikan oleh katup.

Beberapa fungsi dari fluida hidrolik adalah :

#### 1. Mentransfer energi hidrolik

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

#### 2. Memahami seluruh bagian system hidrolik

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

3. Mencegah korosi
4. Memindahkan ketidak murnian dan abrasi
5. Mengurangi/ mencegah timbulnya panas

Oleh karena itu perlu diperhatikan beberapa criteria yang disarankan untuk fluida hidrolik dari sebuah system, sehingga system memiliki performance yang baik. Pemilihan sifat fluida dan penentuan karakteristik dilakukan percobaan yang dilakukan secara berulang- ulang dan berdasarkan pengalaman, sehingga diperoleh performance yang baik dari system hidrolik.

Maka minyak hidrolik yang dipakai adalah standart SAE 10, berikut spesifikasinya :

Merek	: Turalic
Produk	: PT. Pertamina
Massa jenis $\left(\frac{kg}{dm^3}\right)$	: 0,9
Viskositas dinamik $\left(\frac{cm^2}{s}\right) 50^0$	: 0,15
Titik beku	: - 52 °C
Titik nyala	: 160 °C

### 2.III.3. Pompa Hidrolik yang dibutuhkan

Sebelum merancang pompa yang dibutuhkan, maka terlebih dahulu adalah memperhitungkan kebutuhan akan tekanan dan debit, sehingga daya perencanaan pompa akan cukup untuk memenuhi kebutuhan, kehilangan tekanan yang terjadi

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
sangat berpengaruh kepada tekanan kerja pompa.

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

Pompa yang dipilih merupakan pompa roda gigi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7, dimana pompa ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan jenis pompa yaitu antara lain :

1. Konstruksinya sederhana
2. Memiliki sifat pengisapan yang baik pada putaran konstan
3. Memiliki jangkauan putaran yang tinggi ( $n = 1400- 2800$  rpm)
4. Relatif tidak peka terhadap kotoran.

Daya perencanaan pompa dihitung mengikut persamaan (2- 1) sebagai berikut:

$$Pd_p = \frac{Q \times pp}{\eta_{tot}} (KW)$$

Dimana :

$Pd_p$  = Daya rancang pompa (Kw)

$Pp$  = Tekanan kebutuhan pompa  
= 3,5 Mpa

$\eta_{tot}$  = Efisiensi total pompa

$$= \eta_{tot} \times \eta_{mek}$$

$$= 0,95 \times 0,95$$

$$= 0,9025$$

$Q$  = Kapasitas maksimal pengoperasian twislock

$$Q = 0,000131 \frac{m^3}{s}$$

Maka daya perencanaan pompa

$$Pd_p = \frac{0,000131 \times 3,5 \times 10^6}{0,902}$$

$$= 508,31 \text{ watt}$$

$$= 0,508 \text{ Kw}$$

Penentuan dimensi utama pompa, hubungan kapasitas pompa dengan dimensi utama pompa roda gigi lurus adalah :

$$Q = 1,57 \times 10^{-6} \times (D_o^2 - C^2) F \times n \quad (4-5)$$

Dimana :

Q = Kapasitas aliran pompa

$$= Q_{\text{silinder Twislock}}$$

$$= 0,000131 \frac{m^3}{s}$$

$$= 7,86 \frac{1}{\text{menit}}$$

D<sub>o</sub> = Diameter roda gigi

$$= D_o \times F$$

$$= 8 \times F \text{ (direncanakan)}$$

C = Jarak sumbu

$$= C \times F$$

$$= 7,5 \times F \text{ (direncanakan)}$$

F = Lebar gigi (mm)

$$n = \text{putaran pompa} = 750 \text{ rpm}$$

Sehingga kapasitas pompa roda gigi lurus dapat dihitung dengan persamaan (4- 5)

sebagai berikut :  $Q = 1,57 \times 10^{-6} \times \{(8F)^2 - (7,5)^2\} F \times N$

$$Q = 1,57 \times 10^{-6} \times \{(64 F^2 - 56,25 F^2)\} F \times N$$

$$7,86 = 1,57 \times 10^{-6} \times 7,75 F^3 \times 750$$

$$F^3 = \frac{7,86}{1,57 \times 10^{-6} \times 7,75 \times 750}$$

$$F^3 = \sqrt[3]{861,310}$$

$$F = 9,52 \text{ mm}$$

Dipakai  $F = 10 \text{ mm}$

Dengan menggunakan persamaan (4- 6) maka diameter luar roda gigi dapat dihitung yaitu :

$$\text{Diameter luar roda gigi} = D_o \times F$$

$$= 8 \times 10$$

$$= 80 \text{ mm}$$

Sedangkan untuk menghitung jarak sumbu dapat mempergunakan persamaan

(4- 7) yaitu sebagai berikut :

$$\text{Jarak sumbu} = C \times F$$

$$= 7,5 \times 10$$

$$= 75 \text{ mm}$$

Model gigi (M)

$$M = 0,5 (D_o - C) \text{ mm} \quad (4- 8)$$

$$M = 0,5 (80 - 75) \text{ mm}$$

$$M = 2,5 \text{ mm}$$

Jumlah gigi (Z)

$$Z = \frac{C}{M} = \frac{75}{2,5} = 30 \text{ gigi} \quad (4- 9)$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23



Gambar 4.3. Bagian- bagian roda gigi

Pemeriksaan kapasitas pompa yang dihasilkan setelah dilakukan penentuan dimensi, kapasitas pompa yang dihasilkan pompa dapat dihitung pada persamaan

(4- 5) yaitu :

$$Q = 1,57 \times 10^{-6} \times (D_o - C^2) F \times n$$

$$Q = 1,57 \times 10^{-6} \times (80^2 - 75^2) 10 \times 750$$

$$Q = 9,126 \frac{1}{m}$$

Sedangkan kebutuhan hanya  $7,86 \frac{1}{m}$  maka pompa ini mampu melayani kebutuhan kapasitas kerja system tersebut.

Dari hasil perhitungan maka didapat tekanan yang dihasilkan pompa hidrolik sebagai berikut :

$$Pd_p = \frac{Pph \times Q}{600} Kw \quad (4- 10)$$

Dimana :

$Pd_p$  = Daya pompa (Kw)

$Pp_h$  = Tekanan yang dihasilkan pompa (Bar)

$Q$  = Laju aliran  $\frac{m^3}{s}$

Sehingga :

$$0,508 = \frac{Pp_h \times 9,126}{600}$$

$$Pp_h = \frac{304,8}{9,126}$$

$$Pp_h = 33,39 \text{ Bar}$$

#### 2.III.4. Motor Listrik yang Dibutuhkan

Motor listrik ini sebagai alat penggerak mula terjadinya gerakan berputar yang diteruskan ke pompa hidrolik, dimana keuntungan dan kerugian dari motor listrik ini antara lain :

Keuntungan :

1. Jika tenaga listrik dari PLN atau sumber lain tersedia dengan tegangan yang sesuai disekitar tempat tersebut, maka penggunaan motor listrik dapat memberi ongkos yang murah
2. Pengoperasiannya lebih mudah
3. Ringan dan hampir tidak menimbulkan getaran
4. Pemeliharaan dan pengaturan mudah

Kerugian :

1. Jika listrik padam, pompa tidak dapat bekerja sama sekali
2. Jika pompa jarang dipakai, biaya operasinya akan tinggi karena biaya beban harus tetap dibayar
3. Jika lokasi pompa jauh dari jaringan distribusi listrik yang ada, maka biaya penyambungan tenaga listrik akan mahal.

Daya nominal dari penggerak mulai dipakai untuk menggerakkan pompa ditetapkan dengan menggunakan rumus :

$$P_{motor} = \frac{P_{dp} \times (1 \times \alpha)}{\eta t} \text{ (watt)} \quad (4- 11)$$

Dimana :

$P_{motor}$  = Daya nominal penggerak pompa (watt)

$P_{dp}$  = Daya pompa hidrolik (Kw)

$\alpha$  = Faktor sadangan (0,1- 0,2) diambil 0,2

$\eta t$  = Efisiensi transmisi (0,95- 0,97) diambil 0,95

Sehingga daya nominal penggerak pompa dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (4- 11) berikut ini :

$$P_{motor} = \frac{508,3 \text{ watt} \times (1 \times 0,2)}{0,95}$$

$$= 642,06 \text{ watt}$$

Dari hasil data lapangan didapat penggerak awal ini sebesar 700 watt maka daya penggerak pompa ini mampu memenuhi kebutuhan pompa hidrolik.

### 2.III.5. Motor Hidrolik yang Dibutuhkan

Pada umumnya hidromotor (motor hidrolik) dapat dinyatakan sebagai pengguna (pemakai) minyak tekan dan pompa hidrolik sebagai pembangkit minyak tekan. Pada hakekatnya hidromotor dapat kita bagi dalam :

1. Motor zat cair untuk suatu gerak putar : mengalihkan energi hidrolik menjadi gerak putar
2. Motor zat cair untuk gerak lurus : mengalihkan energi hidrolik menjadi gerak bolak- balik.

Didalam system hidrolik ini motor hidrolik dipakai untuk menggerakkan telescopie 20- 40 untuk memanjangkan atau memendekkan spreader sesuai dengan ukuran peti kemas yang dihubungkan ke kopling yang memiliki diameter poros 60 mm kemudian di teruskan ke gear box setelah itu kerantai. Maka daya yang dibutuhkan motor hidrolik untuk melakukan pergerakan dengan menggunakan persamaan (2- 2) sebagai berikut :

$$N_{mh} = \frac{W \times v}{75 \times \eta} \text{ (hp)}$$

Dimana :

$N_{mh}$  = Daya motor yang dihasilkan (hp)

$W$  = Tahanan terhadap gerak (70 kg) (3)

$\eta$  = Efisiensi total mekanis (diasumsikan 0,97)

$v$  = Kecepatan  $\left( \frac{m}{dtk} \right) = 0,37 \frac{m}{dtk}$  (dari data teknis)

Sehingga :

$$N = \frac{70 \times 0,37}{75 \times 0,97}$$

$$N = \frac{25,97}{72,75}$$

$$N = 0,35 \text{ hp}$$

Sehingga daya yang dibutuhkan motor hidrolik untuk menggerakkan telescopie 20- 40 sebesar 0,35 hp.

### 2.III.6. Pemipaan pada Sistem Hidrolik

Pemilihan pipa yang tepat akan membuat performance system menjadi baik, factor yang menjadi perhatian dalam pemilihan pipa adalah ketahanan akan tekanan fluida yang bekerja dalam suatu system hidrolik.

Jika meneliti kehilangan tekanan dalam sebuah pipa, kita akan membedakan 2 macam aliran yang akan ditimbulkan antara lain :

1. Aliran Laminar, aliran ini akan terbentuk bila fluida mengalir pada kecepatan rendah, zat cair tersebut akan mengalir dalam lapisan sejajar, dan lapisan- lapisan zat cair yang berbeda- beda akan melaju beraturan bersama- sama
2. Aliran Turbulet, aliran ini terbentuk bila laju aliran fluida besar, pada aliran yang beraturan dan akan menciptakan pusaran- pusaran yang tidak beraturan.

Sehingga sudah menjadi tuntutan agar aliran yang tercipta berupa aliran

Berdasarkan keterangan diatas maka kita akan merancang diameter pipa yang akan menyebabkan aliran bersifat laminar, agar fluida ditransfer akan sampai pada silinder sehingga energi tekanan yang dibawa fluida tersebut mampu melawan beban, syarat aliran fluida dalam pipa menjadi laminar adalah :  $Re < 1200$

Bilangan Reynolds untuk pipa- pipa bulat berlaku hubungan sebagai berikut (1):

$$Re = \frac{V_m \times d}{\rho} \quad (4- 12)$$

Dimana :

Re = Bilangan Reynolds

= 1150 (agar laminar)

d = Diameter pipa (mm)

$V_m$  = Kecepatan rata- rata aliran dalam sebuah pipa

=  $3 \frac{m}{s}$  (kecepatan aliran secara umum pada sebuah pipa hidrolik)

$\rho$  = Viskositas  $\left( \frac{m^2}{s} \right)$

=  $43,5 \times 10^{-6} \frac{m^2}{s}$

Maka diameter yang dibutuhkan dapat dihitung melalui persamaan (4- 12) sebagai berikut yaitu :

$$Re = \frac{V_m \times d}{\rho}$$

$$1150 = \frac{3 \text{ m/s} \times d}{43,5 \times 10^{-6}}$$

$$d = \frac{43,5 \times 10^{-6} \times 1150}{3}$$

$$= 0,016675$$

$$= 16 \text{ mm}$$

### 2.III.7. Katup (Valve)

Katup adalah suatu perlengkapan (alat) yang menerima komando (sinyal) dari luar untuk melepas (menghentikan), atau mengalirkan kembali yang mengalir melalui pipa.

Katup juga merupakan perantara untuk mengatur atau mengontrol mulai berhenti, dan arah, demikian juga dengan tekanan atau aliran dari suatu medium tekanan yang dibawa oleh pompa hidrolik atau disimpan dalam suatu tabung atau wadah.

Istilah pergerakan dalam hubungannya dengan berbagai metode untuk menggerakkan mekanik katup. Katup dapat digerakkan oleh lima dasar metode pergerakan yaitu dengan manusia, secara mekanik, secara elektrik, secara hidrolik atau secara pneumatic.

Dalam system hidrolik pada Container crane dipergunakan katup pengarah 3 posisi dengan pergerakan secara elektrik yaitu dengan memakai solenoid, solenoid ini bias menggerakkan mekanik katup secara langsung atau memberi sinyal pemandu sebagai balasannya mengoperasikan mekanik katup.

Setelah melewati katup, disini akan mengalami kehilangan tekanan yang kecil

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
 Unnao Dayak and Arung dengan menggunakan persamaan (2- 7) yaitu :

$$\Delta p = \zeta \times Q \times \frac{V^2}{2} \text{ (Pa)}$$

Dimana :

$\Delta p$  = Kehilangan tekanan (Pa)

Q = Kapasitas aliran

$$= 0,000131 \frac{m^3}{s}$$

V = Kecepatan silinder twislock

$$= 0,06667 \frac{m}{s}$$

$\zeta$  = Faktor kehilangan

$$\zeta = 2,65 - 0,8 \left( \frac{h}{d_i} \right) + 0,14 \left( \frac{h}{d_i} \right)^2 \quad (4- 13)$$

Dimana :

h = Tinggi penyetulan (m)

$d_i$  = Diameter lubang aliran masuk (m)

$$\frac{h}{d_i} = 0,1 - 0,25 \text{ Konstanta}$$

$$= 0,15 \text{ (diambil)}$$

Maka factor kehilangan dapat diperoleh melalui persamaan (4- 13) berikut ini :

$$\begin{aligned} \zeta &= 2,65 - 0,8 (0,15) + 0,14 (0,15)^2 \\ &= 2,53 \end{aligned}$$

Sehingga kehilangan tekann setelah melewati katup dapat dicari dengan menggunakan rumus persamaan (2- 7) sebagai berikut :

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

$$\Delta p = \zeta \times Q \times \frac{V^2}{2}$$

$$\Delta p = 2,53 \times Q \times \frac{V^2}{2}$$

$$\begin{aligned} \Delta p &= 2,53 \times 0,000131 \times \frac{0,06667^2}{2} \\ &= 7,36 \times 10^{-7} \text{ Pa} \end{aligned}$$

Maka kehilangan tekanan dari katup ini sangat kecil yaitu  $7,36 \times 10^{-7}$  Pa

### 2.III.8. Perhitungan Tali Baja

Tali baja digunakan untuk mengangkat dan menurunkan peti kemas, ada beberapa pertimbangan mengapa digunakan tali baja pada system pengangkat dalam perencanaan ini antara lain :

1. Lebih ringan dari pada rantai (persatuan panjang pada diameter yang sama)
2. Lebih tahan terhadap sentakan
3. Operasi yang tenang (tidak menimbulkan suara berisik) walaupun pada kecepatan operasi yang tinggi.
4. Memberikan dan menunjukkan tanda- tanda bila tali akan putus pada bagian luar.

Dari kenyataan yang terjadi bahwa kerusakan tali diakibatkan oleh kelelahan bahan, dan setiap tali hanya dapat mengalami beberapa kelengkungan dalam jumlah tertentu.

Adapun beberapa hal yang harus diperhatikan dalam pemilihan tali baja

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang  
dalam perencanaan ini adalah :

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah
3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area

Document Accepted 22/9/23

Access From (repository.uma.ac.id)22/9/23

1. Konstruksi tali baja
2. Ukuran puli dan drum
3. Umur pakai tali baja.

Faktor mula-mula dari keamanan tali terhadap tegangan	KONSTRUKSI TALI							
	6 x 19 = 114 +1c		6 x 37 + 222 +1c		6 x 61 = 366+1c		18 x 19 = 342 +1c	
	posisi berpo-tongan	Posisi sejajar	posisi berpo-tongan	Posisi sejajar	posisi berpo-tongan	Posisi sejajar	posisi berpo-tongan	Posisi sejajar
	Jumlah serat yang patah pada panjang tertentu setelah tali dibuang							
Kurang	12	6	22	11	36	18	36	18
6-7	14	7	26	13	38	19	38	19
Diatas 7	16	8	30	15	40	20	40	20

Gambar 4.4. Tali untuk crane dan pengangkat. [7]

Diasumsikan bahwa tali baja yang digunakan adalah tali baja dengan konstruksi

$6 \times 37 + 1$  inti =  $222 + 1$  inti.

#### 2.III.8.1. Tarikan yang dialami tali baja

Dari data spesifikasi teknis diperoleh bahwa :

1. Berat spreader ( $W_s$ ) = 8,1 ton
2. Berat head blok ( $W_{hb}$ ) = 3,1 ton
3. Berat peti kemas ( $W_c$ ) = 40 ton (kapasitas maksimum yang diangkat)

Untuk menghitung total beban ( $Q$ ) yang diangkat dapat ditulis pada rumus sebagai berikut :

$$Q = W_s + W_{hb} + W_c \quad (4- 14)$$



Dimana :

$$W_s = \text{Berat spreader} = 8,1 \text{ ton}$$

$$W_{hb} = \text{Berat head blok} = 3,1 \text{ ton}$$

$$W_c = \text{Berat peti kemas} = 40 \text{ ton (kapasitas maksimum yang diangkat)}$$

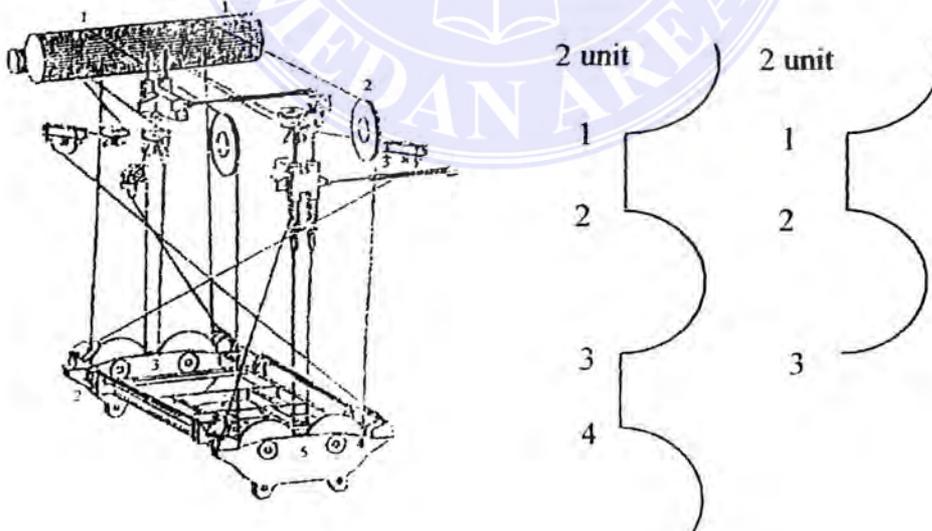
Maka total beban yang terjadi dapat di ketahui dengan memasukkan rumus pada persamaan (4-16) yaitu sebagai berikut :

$$Q = W_s + W_{hb} + W_c$$

$$Q = 8,1 \text{ ton} + 3,1 \text{ ton} + 40 \text{ ton}$$

$$Q = 51,2 \text{ ton}$$

Beban di gantung dengan 4 bagian tali baja, dengan system puli seperti pada gambar 4.5 [6] di bawah ini :



a. konstruksi system puli

b. diagram lengkung

Untuk menghitung tegangan yang dialami tali baja dapat menggunakan rumus (3):

$$S = \frac{Q}{n\eta\eta_1} \quad (4 - 15)$$

Dimana :

S = Tarikan maksimum pada tali baja dari sistem puli (kg)

Q = Total berat muatan yang di angkat (kg)

N = Jumlah muatan puli (tali penggantung) yang menyangga muatan

$\eta$  = Efisiensi puli

$\eta_1$  = Efisiensi yang disebabkan karugian tali akibat kekakuannya ketika menggulung pada drum, diasumsikan = 0,98

Sehingga :

$$S = \frac{51200}{8 \times 0,970,98}$$

$$S = 6732 \text{ kg}$$

Maka dari siagram lengkung tali didapat Number of bend (NB) adalah 16

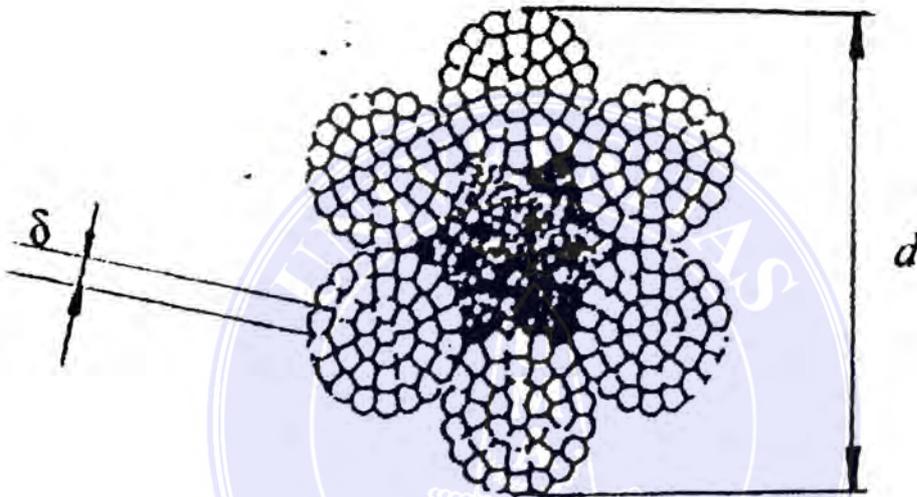
lengkungan. Sehingga dari table didapat harga  $\frac{d}{D_{\min}}$  yang memiliki 16

lengkungan [6] adalah  $\frac{d}{D_{\min}} = 38$ .

#### 4.8.2. Diameter tali baja

Untuk menghitung diameter tali baja, dapat menggunakan persamaan [3] berikut

$$F_{222} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{\min}}} 3600 \quad (4-16)$$



Gambar 4.6. Tali Baja

Dimana :

$F_{222}$  = luas penampang berguna tali baja ( $\text{cm}^2$ ) dengan jumlah serat 222

$S$  = Tsriksn mskdimum pada tali baja dari sistem puli (kg)

$\sigma_b$  = Tegangan tarik baja yang mengakibatkan putus

$$\sigma_b = 24600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$K$  = Faktor keamanan[6]

$d$  = Diameter tali baja

$D_{\min}$  = Diameter minimum atau puli

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber  
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

$$F_{222} = \frac{6732}{24600 \frac{\text{kg}}{\frac{\text{cm}^2}{6} - \frac{1}{8} \times 36000}}$$

$$F_{222} = 2,1 \text{ cm}^2$$

Diameter kawat tali baja dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$F(i) = \frac{\pi}{4} \times \delta^2 \times i \quad (4-17)$$

Dimana :

$$F(i) = \text{luas penampang tali baja} = 2,1 \text{ cm}^2$$

$\delta$  = Diameter kawat tali baja

$i$  = Jumlah kawat tali baja

Sehingga :

$$\delta = \sqrt{\frac{4 F(i)}{\pi \times i}} \quad (4-18)$$

$$\delta = \sqrt{\frac{4 \times 2,1}{3,14 \times 222}}$$

$$\delta = 0,10 \text{ cm}$$

$$\delta = 1,0 \text{ mm}$$

Maka diameter tali baja adalah :

$$d = 1,5 \delta \sqrt{i} \quad (4-19)$$

$$d = 1,5 \times 1 \times \sqrt{222}$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA  
© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

$$d = 22 \text{ mm}$$

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

dari data spesifikasi diperoleh, bahwa  $d = 22 \text{ mm}$ ,  $\sigma = 1770 \frac{N}{mm^2} = 177 \frac{kg}{cm^2}$ ,

beban putus  $P_b = 446,5 \text{ KN}$ .

Tarikan tali baja yang diijinkan ( $S$ ) adalah

$$S_i = \frac{P_b}{K} \quad (4-20)$$

$$S_i = \frac{44650 \text{ kg}}{6}$$

$$S_i = 7441,6 \text{ kg}$$

Jadi  $\sigma$  yang timbul  $< \sigma$  yang diijinkan yaitu  $\sigma = 6732 \text{ kg} < \sigma = 7441,6 \text{ kg}$ , jadi tali baja bekerja dalam keadaan aman.

### 2.III.9. Ukuran Puli dan Drum

Puli berfungsi untuk mengubah arah tali baja (lurus- lengkung- lurus), atau dengan kata lain sebagai penuntun tali baja. Pada perencanaan puli yang akan diperhitungkan adalah diameter puli dan poros puli.

#### 2.III.9.1. Diameter Puli dan Drum

Diameter puli dan drum dapat diketahui pada persamaan rumus [3] :

$$A = \frac{D}{d} \quad (4-21)$$

Dimana :

A = Perbandingan diameter puli atau drum dengan diameter tali baja

D = Diameter puli dan drum minimal

$$D_{\min} \geq e_1 e_2 d \quad (4-22)$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber
2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

Dimana :

$e_1$  = Faktor yang tergantung pada alat pengangkat dan kondisi operasinya

$$e_1 = 30$$

$e_2$  = factor yang tergantung pada kontruksi tali baja [3]

$$e_2 = 0,90$$

$$D_{\min} \geq 30 \times 0,90 \times 22 \text{ mm}$$

$$D_{\min} \geq 550 \text{ mm}$$

Diambil 630 mm untuk drum dan 710 mm untuk puli.

### 2.III.9.2. Diameter poros puli

Untuk menghitung diameter poros puli, digunakan rumus sebagai berikut [3]:

$$P = \frac{Q}{ld_p} \left( \frac{kg}{cm^2} \right) \quad (4-23)$$

Dimana :

$P$  = Tekanan pada puli tergantung pada kecepatan keliling permukaan lubang nap roda puli dan tekanan ini tidak boleh melebihi dari table.

$l$  = Panjang bush (1,8)

$d_p$  = Diameter gander (poros) puli

$Q$  = Beban ( tarikan maksimum tali dari sistem)

Dengan kecepatan angkat  $22,4 \frac{m}{menit} = 0,37 \frac{m}{dtk}$  dengan beban penuh, dengan

cara interpolasi diperoleh :

$$P = \frac{(0,37 - 0,3)}{(0,4 - 0,3)} (66 - 62) + 62$$

UNIVERSITAS MEDAN AREA

© Hak Cipta Di Lindungi Undang-Undang  $P = 64,8 \frac{kg}{cm^2}$

Document Accepted 22/9/23

1. Dilarang Mengutip sebagian atau seluruh dokumen ini tanpa mencantumkan sumber

2. Pengutipan hanya untuk keperluan pendidikan, penelitian dan penulisan karya ilmiah

3. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh karya ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Medan Area (repository.uma.ac.id)22/9/23

Sehingga :

$$d_p^2 = \frac{Q}{Pl}$$

$$d_p^2 = \frac{6732 \text{ kg}}{64,8 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \times 1,8}$$

$$d_p^2 = 57,7 \text{ cm}^2$$

$$d_p = 8,31 \text{ cm}$$

$$d_p = 83,1 \text{ mm}$$

### 2.III.9.3. Umur tali baja

Umur tali baja dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut [3]

$$\sigma_{\text{maks}} = \frac{S}{F} \quad (4- 24)$$

Dimana :

$\sigma_{\text{maks}}$  = Tegangan tarik maksimum dari tali baja

S = Tegangan tarik yang dialami baja  
= 6732 kg (perhitungan sebelumnya)

F = Luas tali baja  
= 2,1 cm<sup>2</sup>

Sehingga :

$$\sigma = \frac{6732 \text{ kg}}{2,1}$$

$$\sigma = 3250 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma = 32 \frac{kg}{mm^2}$$

$$A = \frac{D}{d} = m \sigma C C_1 C_2 \quad (4-25)$$

Dimana :

$m$  = factor yang tergantung pada jumlah lengkungan berulang dari tali baja

$Z$  selama periode keausannya sampai tali tersebut rusak [3]

$\sigma$  = tegangan tarik sebenarnya pada tali baja  $\left( \frac{kg}{mm^2} \right)$

$C$  = Faktor yang memberi karakteristik kontruksi tali baja dan kekuatan tarik maksimum bahwa kawat (tali baja) [3]

$C = 177 \frac{kg}{mm^2}$ , data teknis

$C_1$  = Faktor yang tergantung tali baja [3]

$C_2$  = Faktor yang menentukan factor produksi dan operasi tambahan, yang tidak diperhitungkan oleh factor  $C$  dan  $C_1$

$$m = \frac{D}{\frac{d}{\sigma C C_1 C_2}} \quad (4-26)$$

$$m = \frac{38}{30 \times 1,02 \times 1,04 \times 1}$$

$$m = 1,19$$

dengan menggunakan tabel [7] maka  $m = 1,19$  dan  $z = 170.000$

Dimana :

$N$  = Umur tali

$Z_1$  = Jumlah kelengkungan berulang yang mengakibatkan kerusakan tali

$Z_2$  = Jumlah kelengkungan berulang persiklus kerja (mengangkat dan menurunkan) pada tinggi pengangkutan penuh dan lengkungan satu sisi.

$\beta$  = Faktor perubahan daya tahan tali baja akibat mengangkat muatan lebih rendah dari tinggi total dan lebih ringan dari muatan penuh.

$$N = \frac{z_1}{a z_2 \beta \varphi} \quad (4- 28)$$

Dimana :

$A$ ,  $z_2$ , dan  $\beta$  [3]

$$\frac{z_1}{z_2} = \varphi = 2,5 \text{ konstanta [3]}$$

Sehingga :

$$N = \frac{170000}{9600 \times 8 \times 0,25 \times 2,5}$$

$$N = 3,54 \text{ bulan (dengan pemakaian 24 jam/ hari)}$$

## BAB IV

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 4.1. Kesimpulan

Untuk pelayanan bongkar muat peti kemas di Pelabuhan Belawan dari dan kekapal dengan kapasitas 40.000 kg digunakan Container crane yang menggunakan spreader untuk mencekam peti kemas saat mau diangkat ataupun dipindahkan dengan jarak yang terbatas.

Container crane menggunakan system hidrolik sebagai system pesawat angkat, sehingga mampu menangani segala kebutuhan pembebanan yang diinginkan.

Dari hasil perancangan dan analisa terhadap factor- factor yang bekerja pada system hidrolik pada *Container crane*, dapat disimpulkan beberapa hal antara lain

1. Sistem hidrolik pada *Container crane* ini hanya mengerakkan 3 mekanisme antara lain : flipper (lengan pengarah), telescopie 20- 40, lock unlock
2. Sistem pergerakan mekanik katup menggunakan system elektrik dengan memakai solenoid yang mempermudah pengontrolan katup.
3. Pada pipa terjadi aliran laminar, karena aliran ini adalah aliran yang beraturan yang sangat baik untuk meneruskan tekanan fluida.

4. Dalam system hidrolik sebaliknya dipakai minyak hidrolik yang memiliki viskositas rendah agar memudahkan fluida untuk mengalir, disini dipakai minyak hidrolik standart yaitu SAE 10.

#### 4.2. Saran

1. Sebaliknya system hidrolik *spreader Container crane* yang akan digunakan disesuaikan dengan beban yang akan mau diangkat.
2. Sebelum melakukan pengangkatan, ada baiknya diperiksa lokasi meupun kondisi daerah tempat pengangkatan.
3. Jangan melakukan pengangkatan bila berat beban melebihi kapasitas maksimum dari *crane* yang digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Krist. Thomas, dan Danies Ginting, 1991 "HIDROLIKA". Erlangga , Jakarta
- [2]. Sullivan. James A, 1998 "Fluid Power Theory and Application, 4<sup>th</sup> edition",  
Prentice Hall Internationel USA.
- [3]. N. Rudenko, 1992. "Mesin Pindah Bahan", Erlangga, Jakarta
- [4]. Majumdar, SR. 2001. "Oil Hydraulic System Principle and Maintenance",  
Tata Mc Graw- Hill Singapura
- [5]. Parr Andrew, 2003. "Hidrolika dan Pneumatika", Erlangga, Jakarta
- [6] Preussag Noell, 1998 "Operation Manual Bokk" 1- 2".
- [7]. Industrial Training Center (ITC) "Basic Hydrolic", PT. Freepot Indonesia  
Company.
- [8]. Sularso, Tahara harua 2000 "Pompa dan Kompreser", Pt. Pradnya Paramita,  
Jakarta.