

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Gambaran Umum Perusahaan

PT. Nilam Port Terminal Indonesia adalah sebuah perusahaan, yang bergerak dibidang penyediaan dan pelayanan jasa operator terminal bongkar muat barang dari peti kemas, yang merupakan konsorsium 6 perusahaan. Untuk saat ini PT. Nilam Port Terminal Indonesia menjalin kerja sama dengan PT. Pelabuhan Indonesia III, di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Untuk mengoperasikan pelabuhan peti kemas *Nilam Multipurpose* yang dioperasikan menggunakan alat bongkar muat 3 unit *Container Crane (CC)* , 5 unit *Rubber Tyred Gantry (RTG)* dan 30 unit *Head Truck dan Trailer*, dengan panjang dermaga 320 M dan luas area penumpukan ± 4 Ha.

Keberadaan konsorsium Perusahaan Bongkar Muat (PBM) yang mempunyai peranan penting bagi Terminal Nilam Timur, karena dengan adanya PT. NPTI kinerja bongkar muat di terminal tersebut menunjukkan perkembangan yang meningkat. Dapat dijelaskan bahwa selama ini kerja sama antara Terminal Operasi (TO), mitra kerja dan pengguna jasa cukup baik. Hal ini dapat dibuktikan ketika awal tahun 2013 manajemen PT. Pelindo III merancang *improvement* bongkar muat di Nilam Timur.

B. Visi dan Misi PT. Nilam Port Terminal Indonesia

1. Visi

Menjadi operator terminal pelabuhan yang memberikan pelayanan terbaik untuk mencapai kepuasan pelanggan.

2. Misi

- a. Menyediakan jasa terminal pelabuhan yang berkualitas dan mengoptimalkan sarana dan prasarana yang tersedia.
- b. Menjalankan proses bisnis yang efisien dan efektif dengan memperhatikan K3L (Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan)
- c. Memberikan nilai tambah kepada para stakeholder .

C. Tujuan PT. Nilam Port Terminal Indonesia

Tujuan Perusahaan PT. Nilam Port Terminal Indonesia

1. Mengusahakan penyediaan dan pelayanan jasa operator terminal bongkar muat barang dan peti kemas di pelabuhan.
2. Mengusahakan penyediaan dan pelayanan jasa kepelabuhan, dan jasa terkait dengan pelabuhan. Serta usaha jasa terkait dengan angkutan perairan.

D. Pengertian Crane

Crane adalah suatu alat pengangkat dan pemindah petikemas yang bekerja dengan prinsip kerja tali baja / sling , *crane* digunakan untuk mengangkat muatan secara vertikal dan gerak kearah horizontal. Bergerak secara bersamaan dan menurunkan muatan (*container*) , ke tempat yang telah ditentukan dengan mekanisme pergerakan *crane*. Dalam mengangkat dan memindahkan barang, *Crane* biasanya mempunyai beberapa type dalam pengaitnya. Perbedaan ini disesuaikan dengan kegunaan dan penggunaan *Crane* dalam industri.

Beberapa *Crane* dalam industri peti kemas atau pergudangan biasanya mempunyai pengait berupa hook yang masih membutuhkan bantuan manusia untuk mengaitkannya dengan material. Tapi dalam beberapa industri peti kemas juga terdapat *Crane* dengan lengan pengait otomatis, bisa berupa lengan pencengkram atau hanya magnet yang menarik material. *Crane* yang sudah menggunakan lengan pengait tidak membutuhkan bantuan manusia untuk mengangkat material karena operator yang ada bisa mengontrol turun dan naik material secara otomatis dari ruang kontrol.

E. Jenis – Jenis Utama Crane

1. Crane stasioner yang dapat diputar.

Crane stasioner yang dapat diputar atau *crane* putar yang diam ditempat, Umumnya merupakan *crane* yang tetap dengan tiang miring yang dapat berputar pada sumbu vertikal. *Crane* jenis ini yang sekarang populer adalah *tower crane*, didalam proyek konstruksi bangunan bertingkat, *tower crane* cocok dipakai untuk pelayanan bangunan bertingkat (*high risk building*). Untuk melayani daerah konstruksi sesuai luas lahan, *tower crane* menjadi pusat atau menjadi alat yang paling utama, karena dalam proyek gedung bertingkat *tower crane* digunakan untuk mengangkat muatan secara horisontal maupun vertikal. Menahannya apabila diperlukan, dan menurunkan muatan ke tempat lain yang ditentukan dengan mekanisme pendongkrak (*luffing*), pemutar (*slewing*), dan pejalan (*travelling*).

2. *Crane* yang bergerak pada rel

Crane yang bergerak pada rel umumnya terdiri dari *Crane monorel* (baik yang berupa yang berupa dapat diputar maupun tidak) yang bergerak lurus pada suatu jalur khusus.

3. *Crane* Tanpa Lintasan

Crane tanpa lintasan terdiri dari tiang yang dipasang diatas truk, mobil atau traktor agar dapat bergerak pada jalan berkapur, berbatu, dan beraspal.

4. *Crane* Jembatan

Crane jembatan terdiri dari *crane* yang berjalan pada jembatan rangka, dan yang bergerak pada jalur rel yang dibentang pada permukaan tanah. Untuk rel yang dibentang di permukaan tanah, jembatannya dilengkapi dengan kaki pendukung yang tinggi, yang dipasang pada kedua sisi jembatan (gantri dan jembatan pemindah muatan) atau hanya pada satu sisi jembatan (semi gantry). *Crane* tipe jembatan dikelompokkan menjadi beberapa jenis, yaitu:

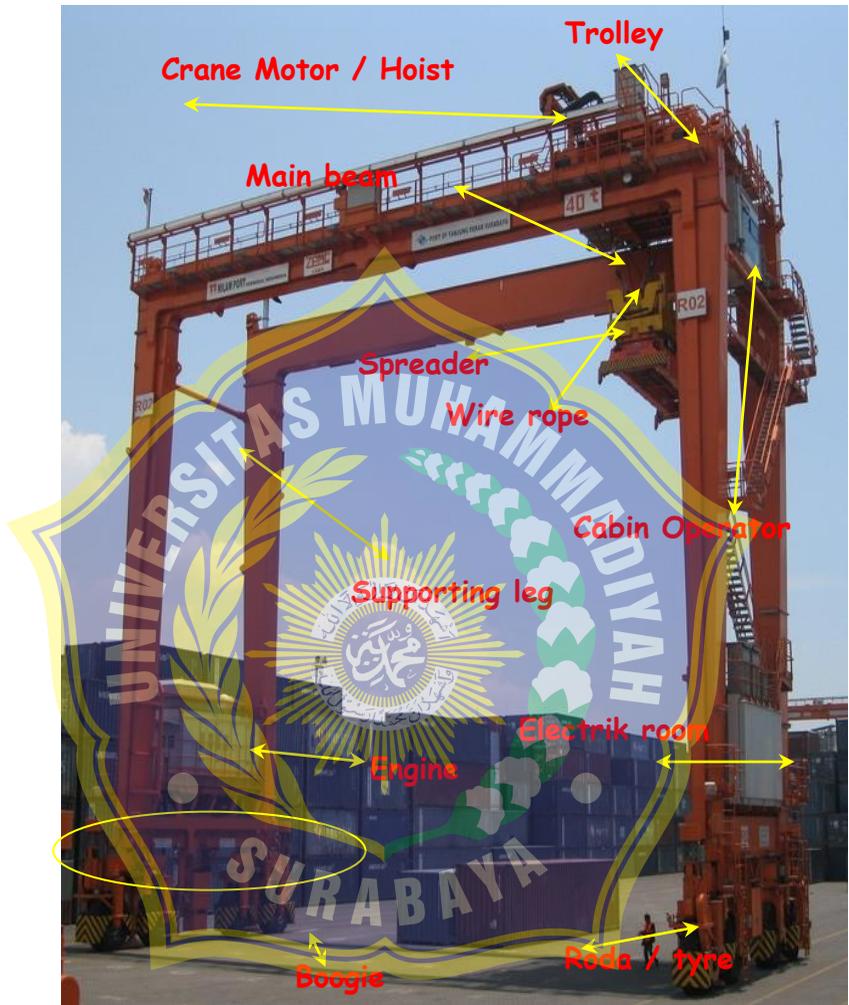
- a. *Crane* berpalang
- b. *Crane* berpalang tunggal untuk gerakan overhead.
- c. *Crane* berpalang ganda untuk gerakan overhead.
- d. *Gantry crane* dan semi *gantry*

F. Bagian – bagian *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane*

Bagian – bagian utama dari *Rubber Tyred Gantry (RTG) Crane*

1. *Engine*
2. *Ground Beam (Boogie)*
3. *Supporting Leg*
4. *Electric Room*
5. *Roda (Tyre)*
6. *Crane Motor*
7. *Main Beam (Girder)*
8. *Trolley*
9. *Spreader*
10. *Tali Baja (Wire rope)*
11. *Cabin Operator*





Gambar 2.1 Bagian – Bagian RTG

G. Cara Kerja *Rubber Tyred Gantry Crane*.

Dalam hal ini *gantry crane* mempunyai cara kerja sebagai berikut :

1. Gerakan *Hoist*.

Gerakan *Hoist* ini adalah gerakan naik dan turun untuk mengangkat dan menurunkan muatan yang telah dijepit oleh *spreader* yang diikat melalui tali baja (*wire rope*) yang digulung oleh drum, dimana drum ini digerakkan oleh *electromotor*. Apabila posisi pengangkatannya telah disesuaikan seperti yang telah dikehendaki, maka gerakan drum ini dapat dihentikan oleh rem (*brake*) yang dilakukan pada *handle* dan terdapat pada kabin operator.



Gambar 2.2 Gerakan *Hoist*

2. Gerakan *Transversal (Trolley)*

Gerakan *transversal* ini adalah gerakan yang dilakukan oleh *trolley* saat membawa muatan dengan maju atau mundurnya *spreader / cabin operator*, dan pergerakannya sejajar dengan *boom* dan *girder*, melalui

tali baja yang terlilit pada drum dengan penggerak awal adalah elektromotor, sehingga *trolley* akan bergerak pada rel yang terletak diatas *boom* dan *girder*. Gerakan ini akan berhenti jika arus listrik pada elektromotor diputuskan dan sekaligus rem akan berkerja.



Gambar 2.3 Gerakan Transversal (Trolley)

3. Gerakan Longitudinal

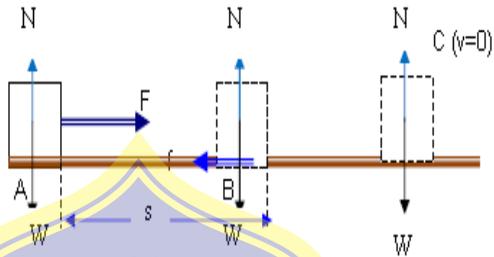
Gerakan *longitudinal* ini disebut juga gerakan yang dilakukan oleh *gantry*, yaitu gerakan memanjang pada rel besi yang terletak pada permukaan tanah yang dilakukan melalui roda gigi transmisi. Dalam hal ini elektromotor akan memutar roda *gantry* dan *gantry* akan bergerak secara maju mundur atau gerakan ke kanan atau kekiri pada roda gantry ke arah yang diinginkan, dan setelah jarak yang dicapai telah pada tempatnya maka arus listrik akan terputus dan rem sekaligus akan berkerja.



Gambar 2.4 Gerakan Longitudinal

H. Pengertian Gaya

Gaya adalah sesuatu yang menyebabkan benda diam menjadi bergerak atau sebaliknya, dari bergerak menjadi diam. Pengertian gaya yang paling mudah ialah kekuatan dari luar, berupa dorongan, tarikan yang dilakukan oleh otot-otot kita. Dengan dorongan atau tarikan pada benda, kita dapat mengubah kecepatannya, makin besar dorongan, perubahan makin besar menimbulkan percepatan. Jadi gaya adalah penyebab perubahan gerak atau perubahan kecepatan yang menyebabkan adanya percepatan. Gaya dapat digambarkan sebagai sebuah vektor yaitu besaran yang mempunyai besar dan arah. Gaya biasanya disimbolkan dengan huruf F.



Gambar 2.5 Perpindahan benda dari A ke B akibat gaya F

Gaya yang bekerja pada benda di atas antara lain : Gaya berat (W) yang selalu berpusat pada titik beratnya, dan arahnya selalu ke pusat gravitasi bumi. Gaya (F) dapat sejajar dengan permukaan benda atau membentuk sudut α dengan permukaan tumpuan. Gaya (F) dapat menyebabkan masa (m) dari diam menjadi bergerak hingga memiliki percepatan sebesar a (m/s^2), dapat dituliskan : **$F = m \text{ (Kg)} \cdot a \text{ (m/s}^2) = \text{Kg.m/s}^2 = \text{Newton (N)}$**

Bila gaya F dihilangkan benda (m) akan mengalami perlambatan hingga setelah waktu t detik benda akan berhenti, (kecepatan $v=0$). Hal ini karena benda melewati permukaan kasar kasar yang memiliki gaya gesek (f), yang arahnya selalu berlawanan dengan arah gerak benda. Besarnya f tergantung pada harga koefisien geseknya (μ). Semakin kasar permukaan benda, maka koefisien geseknya (μ) semakin besar. Bila gaya gesek lebih besar dari gaya tarik (F), maka benda akan

berhenti ($V=0$). Gaya gesek (f) berbanding lurus dengan gaya normal (N) benda atau dapat dituliskan :

$$f = \mu \cdot N \text{ (Newton)}$$

Dimana : N = Gaya normal yang selalu tegak lurus permukaan benda

μ = Koefisien gesek permukaan benda (tanpa satuan)

I. Hukum Newton

Sebuah hukum yang menggambarkan hubungan antara gaya yang bekerja, pada suatu benda dan gerak yang disebabkan. Hukum Newton ini disebut juga dengan tiga hukum gerak, hukum newton 1, 2 dan 3. Hukum Newton 3 adalah :
"Jika suatu benda memberikan gaya pada benda lain maka benda yang dikenai gaya akan memberikan gaya yang besarnya sama dengan gaya yang di terima dari benda pertama tetapi arahnya berlawanan"

Rumus Hukum Newton III :

a. Gaya Gesek

$$F_g = \mu \times N$$

Dimana :

F_g = Gaya gesek (N)

μ = Koefisien gesekan

N = Gaya Normal (N)

b. Gaya Berat

$$W = m \times g$$

Dimana :

w = Gaya Berat

m = Massa benda (kg)

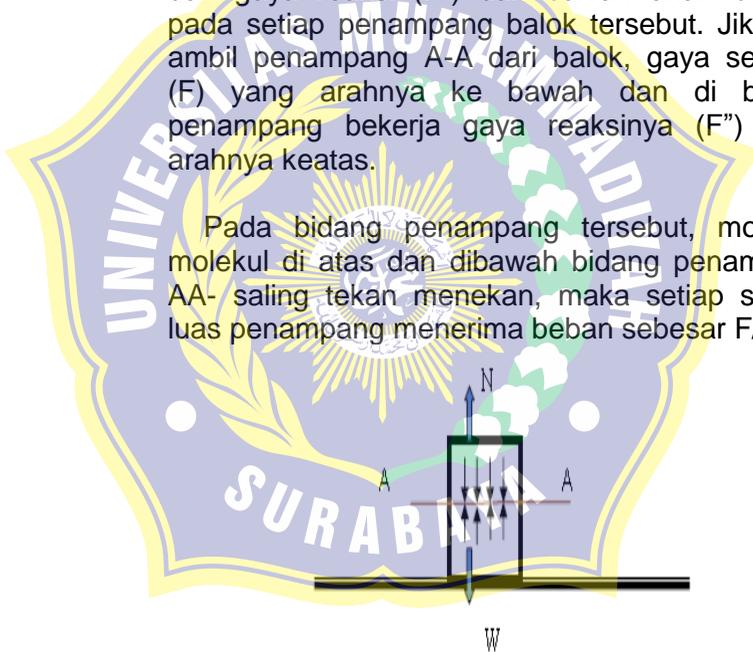
g = gravitasi bumi (m/s^2)

J. Tegangan

1. Pengertian Tegangan.

Hukum Newton menyatakan hubungan antara gaya, masa dan gerak benda. Hukum Newton pertama tentang aksi dan reaksi. Jika sebuah balok terletak di atas lantai, balok akan memberikan aksi pada lantai, demikian akan memberikan reaksi yang sama, sehingga benda dalam keadaan setimbang. Gaya aksi sepusat (F) dan gaya reaksi (F'') dari bawah akan bekerja pada setiap penampang balok tersebut. Jika kita ambil penampang A-A dari balok, gaya sepusat (F) yang arahnya ke bawah dan di bawah penampang bekerja gaya reaksinya (F'') yang arahnya keatas.

Pada bidang penampang tersebut, molekul-molekul di atas dan dibawah bidang penampang AA- saling tekan menekan, maka setiap satuan luas penampang menerima beban sebesar F/A



Gambar 2.6 Tegangan yang timbul pada penampang A-A

Beban yang diterima oleh molekul-molekul benda setiap satuan luas penampang disebut tegangan.

Tegangan biasanya dinyatakan dengan huruf Yunani σ (thau).

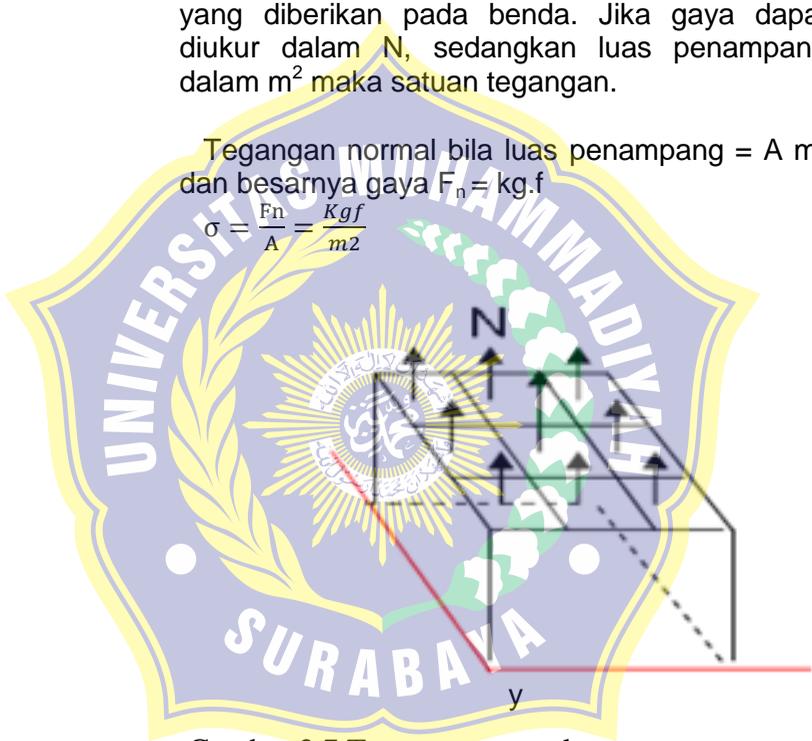
$$\sigma = \frac{F}{A}$$

2. Tegangan Normal.

Tegangan normal terjadi akibat adanya reaksi yang diberikan pada benda. Jika gaya dapat diukur dalam N, sedangkan luas penampang dalam m^2 maka satuan tegangan.

Tegangan normal bila luas penampang = $A \text{ m}^2$ dan besarnya gaya $F_n = \text{kg.f}$

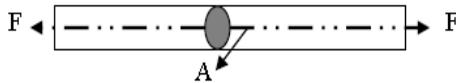
$$\sigma = \frac{F_n}{A} = \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$



Gambar 2.7 Tegangan normal

3. Tegangan Tarik.

Tegangan tarik pada umumnya terjadi pada rantai, tali, paku keling, dipasang dan lain-lain. Rantai yang diberi beban W akan mengalami tegangan tarik yang besarnya tergantung pada beratnya.



Gambar 2.8 Tegangan tarik pada batang penampang luas A

Persamaan tegangan tarik dapat dituliskan : $\sigma_t = \frac{F}{A}$ Dimana : F = Gaya Tarik , A = luas penampang

K. Tali Kawat

Ada 2 jenis tali yang dikenal pada saat ini, yaitu :

Tali baja (steel wire rope) yang terbuat dari serat-serat baja dan tali non metal, misalnya tali rami atau manila henep dan belakang tali plastik yang telah dikembangkan, kemudian yang akan kita bahas disini adalah tali baja berikut penjelasannya:

1. Tali Baja (Steel Wire rope)

Tali baja berfungsi untuk mengangkat dan menurunkan beban serta digunakan secara luas pada mesin-mesin pengangkut sebagai perabot pengangkat, tali baja adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja (steel wire) dengan kekuatan $\sigma_b = 130-200 \text{ kg/mm}^2$

Beberapa serat dipintal hingga menjadi satu jalinan (strand), kemudian beberapa strand dijalin pula pada suatu inti (core) sehingga membentuk tali. Tali baja banyak digunakan pada mesin pengangkat karena dibandingkan dengan rantai, tali baja memiliki keunggulan antara lain :

- a. Lebih ringan
- b. Lebih tahan terhadap sentakan karena beban terbagi rata pada semua strand

- c. Operasi yang tenang walaupun pada kecepatan operasi tinggi.
- d. Keandalan operasi yang lebih tinggi.

Pada tali kawat baja pada bagian luar akan mengalami keausan yang lebih parah dan putus lebih dahulu dibandingkan dengan bagian dalamnya. Sehingga bagian luar tali kawatnya mulai terputus jauh sebelum putus dan menandakan tali baja tersebut perlu diganti, sedangkan kerusakan pada rantai akan terjadi tiba-tiba. Tali baja lebih murah harganya dibandingkan dengan rantai, tetapi memerlukan diameter drum yang lebih besar sehingga mekanisme pengangkat lebih besar dan berat.



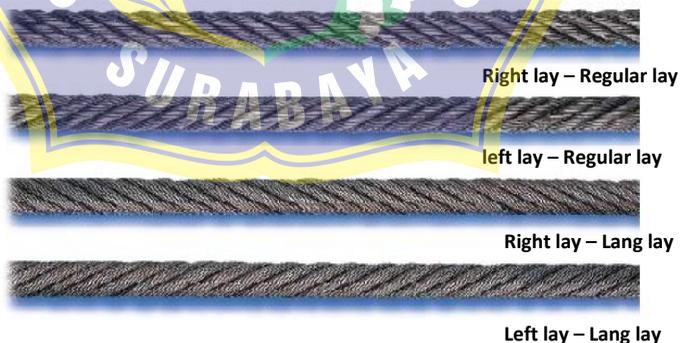
Gambar 2.9 Konstruksi Serat Pada Tali Baja
(Sumber : Rudenko, N. 1992)

Tali kawat yang terbentuk dari untaian dikenal sebagai tali berpintal dua, dan sering kali digunakan untuk mesin

pengangkat. Lapisan dalam tali mengelompokkan menjadi :

1. Tali pintal silang atau tali biasa
2. Tali pintal paralel atau jenis langsung
3. Tali komposit atau pintal balik

Tali komposit atau pintal balik yang paling luas, tali ini dikonstruksi sedemikian rupa sehingga arah anyaman kawat dalam untaian berlawanan dengan arah anyaman untaian pada tali. Pada tali paralel arah anyaman kawat dalam untaian sama dengan arah anyaman untaian pada tali, Tali ini mampu menahan gesekan lebih baik dan lebih fleksibel tetapi cenderung untuk terpuntir. Tali paralel di pakai pada lift dan pengangkat lainnya yang mempunyai jalur pandu dan sebagai tali penghela. Pada tali komposit kedua untaian yang berdekatan dianyam dengan arah yang berlawanan/terbalik.

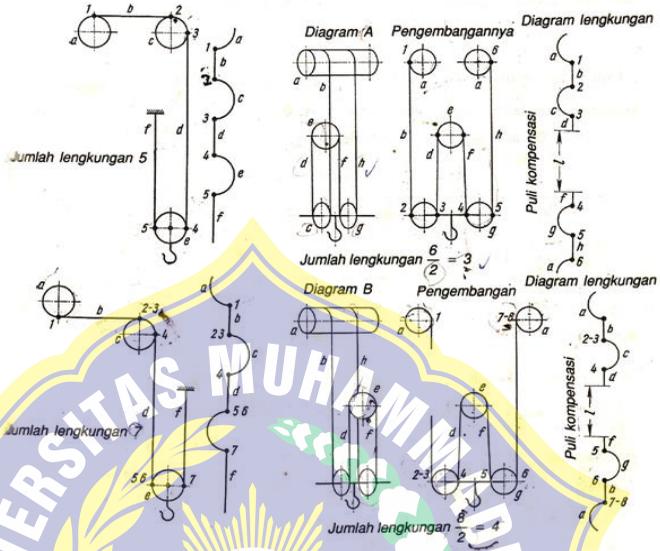


Gambar 2.10 Lapisan serat tali (Pilinan)

2. Tali Untuk Crane dan Pengangkat.

Pada umumnya setiap tali hanya dapat mengalami lengkungan tertentu sepanjang umur pakai, sejumlah lengkungan tertentu yang telah melewati batas ini akan rusak dengan cepat. Umur tali dapat ditentukan dengan memakai perbandingan $\frac{D_{min}}{d}$ (D_{min} adalah diameter minimum puli atau drum dan d adalah diameter tali) $\frac{D_{min}}{d}$ (σ adalah diameter kawat pada tali) .

Satu lengkungan diasumsikan sebagai perubahan tali dari kedudukan lurus, menjadi kedudukan melengkung, atau dari kedudukan lurus menjadi melengkung.. Jumlah lengkungan yang di tentukan oleh jumlah titik (puli atau drum) tempat tali lewat, lengkungan dalam satu arah pada titik tersebut setara dengan lengkungan tunggal dan lengkungan variabel setara dengan lengkungan ganda sistem puli yang banyak digunakan dan jumlah lengkungan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.11 Menentukan Jumlah Lengkungan Tali dengan satu puli bergerak dan Puly Majemuk

3. Tarikan kerja maksimum Tali.

Tarikan kerja maksimum pada tali ditentukan oleh sistem puli beban SW dihitung dengan rumus :

$$S = \frac{Q}{n \cdot \eta_p \cdot \eta_1}$$

dimana :

- Q = Berat muatan yang diangkat (kg)
- n = Jumlah puli penumpu n = 8
- η = Efisiensi puli = 0,873
- η_p = Efisiensi yang disebabkan kerugian tali akibat kekakuannya ketika menggulung pada drum yang diasumsikan 0,98

4. Jumlah lengkungan pada tali.

Untuk mendapatkan umur tali yang seragam, pengaruh jumlah lengkungan harus dikompensasikan dengan suatu perubahan pada perbandingan

$$\frac{D_{min}}{d}$$

Dimana :

D min = Diameter minimum puli atau drum (mm)

d = diameter tali (mm)

Dengan menyatakan diameter tali dengan rumus :

$$\delta = \sqrt{4 \cdot A / \pi \cdot i}$$

dimana :

δ = diameter satu kawat (mm)

i = jumlah kawat dalam tali

A = luas penampang.

Untuk memperoleh umur tali yang seragam pengaruh jumlah lengkungan harus dikompensasikan dengan satu perubahan pada perbandingan $\frac{D_{min}}{d}$.

Tabel 2.1 menunjukkan nilai $\frac{D_{min}}{d}$ sebagai fungsi jumlah lengkungan

NB	1	2	3	4	5	6	7	8
Dmin/d	16	20	23	25	26	28	30	31
NB	9	10	11	12	13	14	15	16
Dmin/d	32	33	34	35	36	37	37,5	38

Sumber : N. Rudenko. Mesin Pemindah Bahan 1992

5. Tegangan pada tali

Tegangan pada tali yang dibebani pada bagian melengkung karena tarikan dan lenturan adalah :

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{\sigma_b}{K} = \frac{S}{F_{\text{tali}}} + \frac{\delta E'}{D_{\text{min}}}$$

Dimana :

σ_b = Kekuatan putus bahan kawat tali (kg /cm)²

K = Faktor keamanan pada tali (lihat tabel)

S = Tarikan pada tali (kg)

F_{tali} = Penampang berguna tali (cm)²

E' = Modulus elastisitas yang dikoreksi ; $E' = 800.000$ kg / cm²

(Sumber : N. Rudenko, Mesin Pemindah Bahan, 1992)

Pada tali yang sering dipakai pada mesin pengangkat (kecuali tali pintalan kompon) misalnya tali dengan 114,222,324 buah kawat menjadi :

$$F_{114} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{\text{min}}}} \cdot 50000$$
$$F_{222} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{\text{min}}}} \cdot 36000$$
$$F_{342} = \frac{S}{\frac{\sigma_b}{K} - \frac{d}{D_{\text{min}}}} \cdot 29000$$

(Sumber : N. Rudenko, Mesin Pemindah Bahan 1992)

6. Perhitungan Daya Tahan (Kekuatan Batas Kelelahan Tali Kawat)

Bermula dari kenyataan bahwa kerusakan tali diakibatkan oleh kelelahan bahan, dan setiap tali hanya dapat mengalami lengkungan dalam jumlah tertentu. Metode perhitungan daya tahan tali kawat,

harus dilakukan secara ilmiah dan sesempurna mungkin. Prinsipnya harus berguna pada prakteknya.

Metode perhitungan daya tali kawat yang dijelaskan berikut dihasilkan oleh penelitian bertahun-tahun yang dilakukan di Hammer dan Sickle Works. Berbagai konstruksi tali yang berdiameter 3mm sampai 28mm, diuji dengan tiga mesin khusus untuk menentukan metalurgi, produksi desain dan operasi yang mempengaruhi kekuatan tali. Pada tahap pertama karakteristik umur tali dikumpulkan dari semua pengujian dalam bentuk grafik yang menghasilkan hubungan :

$$z = f_1(\sigma) \text{ dan } z = f_2\left(\frac{D}{a}\right)$$

Data ini kemudian dipakai untuk menggambarkan suatu diagram yang menunjukkan hubungan $f_3\left(\frac{D}{a}\right)$, dengan berbagai jumlah lengkungan tali dan untuk mendapatkan secara sistematis rumus desain :

$$A = \frac{D}{a} = m \cdot \sigma \cdot C \cdot C_1 \cdot C_2 + 8$$

Dengan :

$A = \frac{D}{a}$ = perbandingan diameter drum atau puli dengan diameter tali.

m = faktor yang tergantung pada jumlah lengkungan berulang dari tali z

selama periode keausannya sampai tali tersebut rusak.

σ = tegangan tarik sebenarnya pada tali dalam kg/mm^2

C = faktor yang member karakteristik konstruksi tali dan kekuatan tarik maximum bahan kawat.

C_1 = faktor yang bergantung pada tali

C_2 = faktor yang menentukan produksi dan operasi tambahan, yang tidak diperhitungkan oleh faktor C dan C_1

(Sumber : N. Rudenko, 1992)

Tegangan tali maximum yng diijinkan ;

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

Dimana :

P_b = Tegangan sebenarnya pada tali

K = Nilai factor keamann untuk crane (5,5)

(Sumber : N. Rudenko, 1992)

