BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan teknologi dan ilmu pengetahuan yang mempunyai peranan penting dalam mengisi berbagai sektor yang ada dan selalu mengandalkan teknologi yang baru.

Kebutuhan alat berat dalam proses pembangunan membawa dampak positif karena digunakan sebagai sarana untuk mempermudah dan menjadikan proses tersebut menjadi lebih efesien. Jalur perlintasan kereta itu sendiri dibangun dengan menggunakan speader yang diangkat dengan menggunakan alat berat gantry crane yang dianggap sangat membantu dikarenakan tidak harus menggunakan area yang luas dan sistem pengangkatan ini menggunakan tali baja. Tali baja dipilih karena memiliki keunggulan dibandingkan denganrantai antara lain lebih ringan, tahan terhadap sentakan, operasi yang tentang walaupun pada kecepatan operasi yang tinggi,lebih flexsible sehingga dapat dilengkungkan ke segalah arah.

Tali baja harus dipilih yang sangat sesuai dengan kebutuhan sehingga dapat menghemat biaya. Menurut Saya tegangan tarik yang bekerja pada tali baja untuk berat speader masih dalam kondisi aman. Sehingga menurut penulis masih bisa dicomprasikan dengan menggunakan tali baja yang lebih efesien.

Dari uraian penulis tertarik untuk meneliti tentang "***Analisis Kekuatan Tali Baja".***

1.2. Identifikasi Masalah

Kegiatan alat angkat Container Crane untuk mengangkat Speader pada PT. Pelabuhan Indonesia 1 (*PERSERO)* Cabang TPK Belawan – Terminal B menyebabkan adanya gaya yang bekerja pada bagian sistem pengangkatan yaitu pada bagian tali baja. Gaya yang bekerja pada tali baja menyebabkan putusnya tali baja tersebut. Dengan menganalisis tegangan serta rengangan maka akan mendapatkan daerah yang sangat rentan terjadinya masalah akibat terjadinya tegangan, serta rengangan yang menumpuk disuatu daerah. Pada tahap menganalisis kekuatan tali baja secara analitis didapati tegangan izin bahan. Berdasarkan latar belakang dan masalah diatas dapat dirumuskan masalah, yaitu menganalisis kekuatan tali baja.

Pemilihan tali baja ini di dasarakan pada perhitungan teknis dan analisa praktis pada pemilihannya. Maka sebab itu di sini akan mencari serta mendapatkan informasi tentang kualitas serta umur tali baja yang baik untuk digunakan.

1.3. Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas, maka perlu dibatasi ruang lingkup dengan tidak menghitung puli atau penyangga.dalam penelitian penulis membuat batasan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana nilai kekuatan wire rope pada PT. Prima Multi Peralatan.

2. Bagaimana keamanan wirerope yang digunakan pada PT. Prima Multi Peralatan?
3. Bagaimana umur pakai dari wirerope yang digunakan di PT. Prima Multi Peralatan?

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penilitian ini adalah sebagai berikut

1. Untuk mengetahui nilai kekuatan wire rope pada PT. Prima Multi Peralatan.
2. Untuk mengetahui keamanan wirerope yang digunakan pada PT. Prima Multi Peralatan?
3. Untuk mengetahui umur pakai dari wirerope yang digunakan di PT. Prima Multi Peralatan?

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

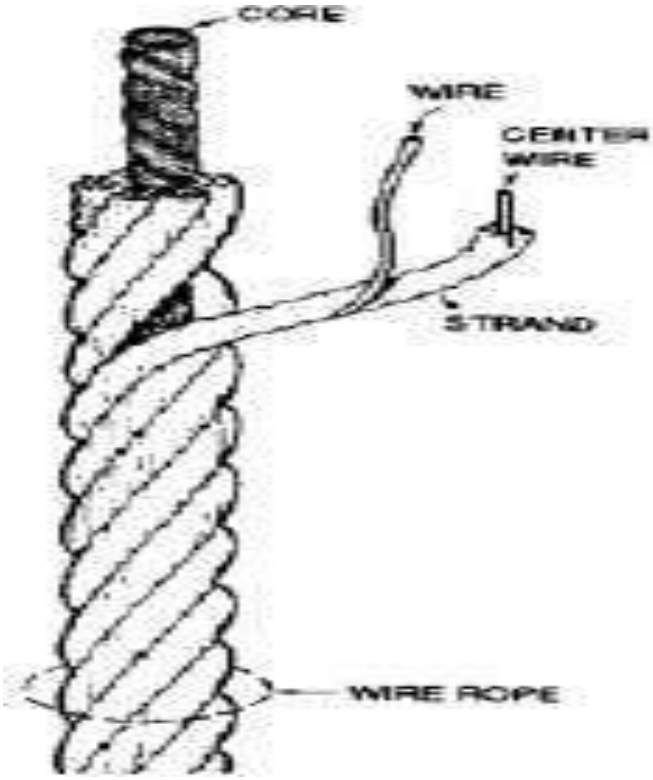
2.1 Wire Rope

Wire rope adalah elemen penting dalam menahan gaya tarik dalam mengangkat dan memindahkan beban. Asumsi wire rope sebagai mesin dapat diterima karena wire rope memiliki beberapa bagian bergerak yang menahan beban dan secara dinamis mendistribusikannya untuk dapat melakukan pekerjaan. Salah satu kelebihan wire rope adalah mampu menahan beban yang berat dan di saat yang sama tetap fleksibel. Wire rope dapat menahan beban tekuk dari berbagai arah yang tidak mampu dilakukan oleh alat angkat lain sejenis seperti rantai (chain). Chain yang digunakan sebagai alat bantu angkat menggunakan rangkaian seri dari setiap bagiannya. Apabila satu bagian dari rangkaian tersebut putus, maka seluruh rangkaian alat bantu angkat tersebut akan jatuh. Sementara wire rope terangkai secara pararel dalam menahan beban sehingga masih dapat digunakan secara aman apabila satu atau beberapa wire putus. Penggunaan wire rope biasanya terbagi menjadi 2 kategori yaitu statik dan dinamik. Penerapan statik contohnya pada tower supports, guy wires, suspension bridge supports, dan jaringan transmisi listrik. Penerapan dinamik pada umumnya untuk menarik atau mengangkat yang terdapat pada peralatan elevators, cranes, hoists, dredges, and control cables. Tegangan dinamis membutuhkan fleksibilitas untuk dapat melewati sheaves and drums.

2.2 Komponen Wire Rope

Wire rope terdiri dari 3 buah komponen yaitu :

1. Inti tali (Core)
2. Kumpulan pilinan kawat – kawat (strand)
3. Kawat – kawat (wires)



Gambar 2.1 Elemen *Wire Rope*

2.3 Cara Membaca Kode Wire Rope

Contoh Penulisan *Wire Rope* adalah sebagai berikut :

1000 1/8" Diameter 6x36 Class-Preformed-IPSIWRC- Left Lang Lay.

Yang berarti:

1. 1000 menunjukkan panjang yang diperlukan.
2. 1/8'' menunjukkan diameter nominal.
3. 6 x 36 Filler – angka pertama (6) nenunjukkan jumlah *strand*, angka kedua (36) menunjukkan jumlah *Wire* setiap strand dan Filler menunjukkan konstruksi penyusunan *Wire* dalam *strand*.
4. Preformed menunjukkan cara pembuatan, dimana masing- masing *Wire* talah dipreformed sebelum diuntai menjadi *strand.*
5. IPS singkatan dari *Improved Plow Steel* yang menunjukkan sifat kekuatan, *grade* atau *strength* dari *Wire.*
6. IWRC singkatan dari Independent *Wire Rope Core* yang menunjukkan tipe dari *core*.
7. Left Lang Lay menunjukkan arah pilinan *Wire* dalam *strand* dan *strand* dalam keseluruhan *wire rope*. *Left* menunjukkan pilinan *strand* ke arah kiri, sedang *Lang Lay* menunjukkan bahwa arah pilinan *wire* dalam *strand* sama dengan arah pilinan strand dalam *Wire Rope.*

2.4 Kategori *Wire Rope*

1. Standing Rope

   Adalah *wire rope* yang digunakan untuk menghubungkan 2 buah bagian

crane dengan jarak bentang yang relatip tetap dan diam. Contoh: pendant line yang menghubungkan antara *boom tip* dan *floating harness*.

2. Running Rope

   Adalah wire rope yang dalam operasinya melewati *sheave* atau drum. Contoh: *load line, auxiliary line* dan *boom line*

2.5 Klasifikasi Pilihan Kawat-Kawat (*Stand Clasification*)

Ada beberapa klasifikasi dari strand pada *wire rope* :

1. Round Strand

   Jenis strand ini adalah yang paling umum, dimana strand adalah berbentuk bagian lingkaran.

2. Flatened Strand

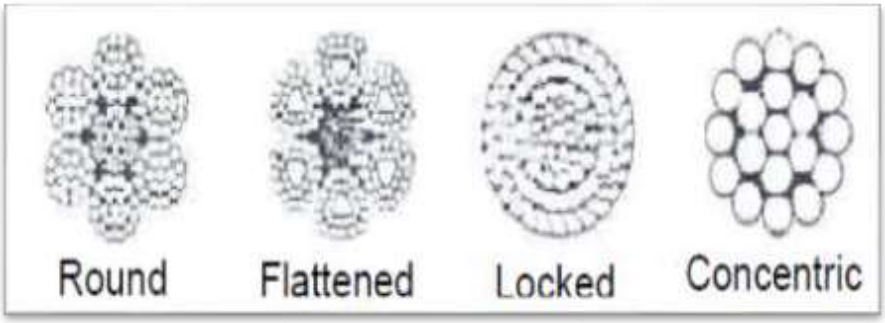
   Jenis strand ini memiliki sisi muka yang rata.

3. Locked Coil

   Jenis strand ini memiliki coil pengunci strand pada sisi luarnya.

4. Concentric Strand

   Jenis *strand* ini memiliki susunan *wire* yang concentric terhadap titik pusat.

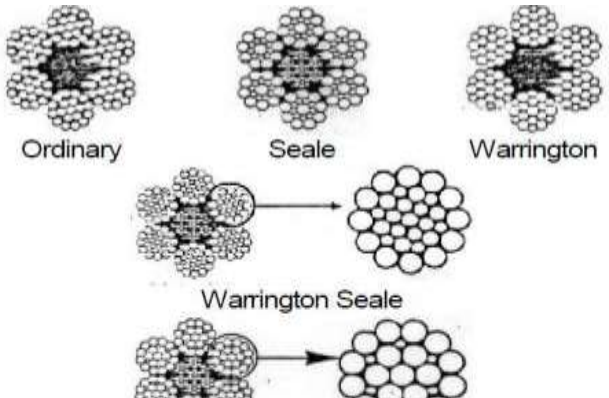


Gambar 2.2 Klasifikasi Pilihan Kawat

2.6 Konstruksi Pilihan Kawat (Strand Contruction)

Konstruksi strand adalah sebagai berikut :

1. ***Ordinary*** *Wire rope* jenis ini memiliki diameter *wire* yang sama pada susunan *strand*nya.
2. ***Seale*** *Wire rope* jenis ini memiliki diameter *wire* yang lebiuh besar pada sisi luarnya, sehingga akan dapat menambah ketahanan aus.
3. ***Warrington.*** *Wire rope* jenis ini memiliki diameter *wire* kombinasi antara diameter besar dan kecil, sehingga menambah fleksibilitas dengan sifat *abrasion resistance* yang tetap tinggi.
4. ***Warrington Seale.*** *Wire rope* jenis ini memiliki diameter wire yang besar pada bagian luar sedang pada bagian dalam kombinasi antara diameter besar dan kecil, sehingga menambah fleksibilitas dengan sifat *abrasion resistance* yang tetap tinggi. Konstruksi ini direkomendasikan untuk *wire rope* diamater besar dengan fleksibilitas sedang.
5. ***Filler Seale.*** *wire rope* jenis ini memiliki diameter *wire* yang besar pada bagian luar, lebih kecil pada bagian dan pada sela di antara *wire* bagian dalam diisi lagi dengan *wire* yang lebih kecil lagi (*filler*). Konstruksi ini paling ideal untuk *wire* ukuran besar dengan maksimum fleksibilitas.



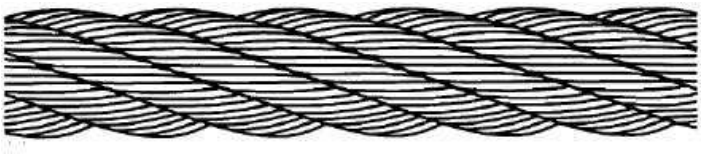
Gambar 2.3 Konstruksi Pilihan Kawat

2.7 Arah Pilinan Wire Rope (*Wire Rope Lay*)

Berdasarkan pola arah *lay*, terdapat 6 jenis *wire rope* yaitu :

1. Right Regular Lay

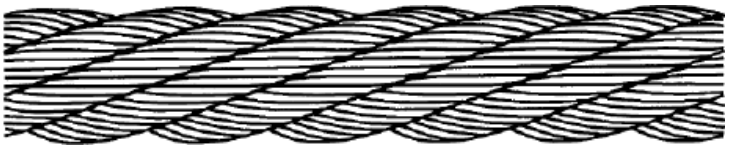
   Pada jenis ini, *strand* memilin ke arah kanan sementara *wire* pada *strand* memilin ke arah sebaliknya yaitu ke arah kiri.



Gambar 2.4 *Right Regular Lay*

2. Left Regular Lay

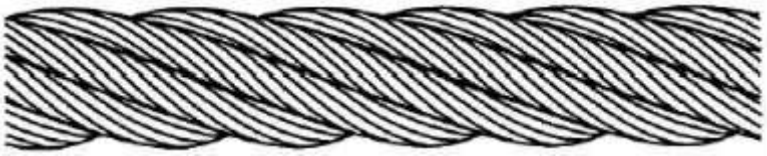
Pada jenis ini, *strand* memilin ke arah kiri sementara *wire* pada *strand* memilin ke arah sebaliknya yaitu ke arah kanan.



Gambar 2.5 *Right Regular Lay*

3. Right Lang Lay

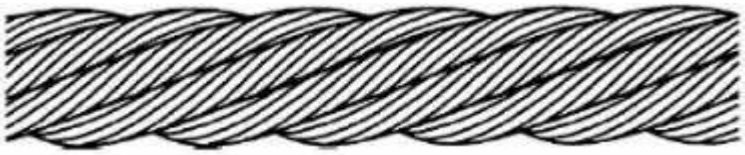
Pada jenis ini, baik *strand* maupun *wire* pada *strand* memilin ke arah kanan.



Gambar 2.6 *Right Lang Lay*

4. Left Lang Lay

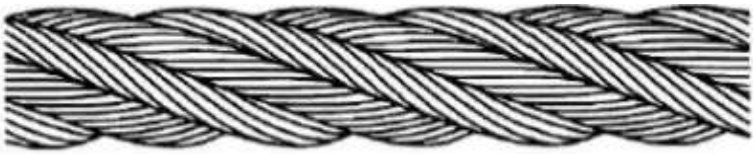
Pada jenis ini, baik *strand* maupun *wire* pada *strand* memilin ke arah kiri.



Gambar 2.7 *Left Lang Lay*

5. Right Alternate Lay

   Pada jenis ini, *strand* memilin ke arah kanan sementara *wire* pada *strand* memilin ke arah kanan dan kiri secara bergantian.



Gambar 2.8 *Right Alternate Lay*

6. Herring Bone Lay

   Pada jenis ini, *strand* memilin ke arah kanan sementara *wire* pada 2 *strand* memilin ke arah kanan kemudian diikuti 1 *strand* yang memilin ke arah kiri.

Gambar 2.9 *Herring Bone Lay*

2.8 Wire Rope Grade

Kekuatan *wire rope* tergantung dari grade *wire* penyusunnya.Beberapa gradeyang dikenal antara lain:

1. Grade 120/130 Special Improved Plow Steel Type II.

   Jenis ini memiliki kekuatan tarik 120 hingga 130 long ton (2240 lbs) setiap inch luas penampang. *Wire rope* jenis ini dipergunakan untuk kepentingan khusus di mana strength terbesar diharapkan dari sebuah *wire rope.*

2. Grade 115/125 Special Improved Plow Steel Type I.

   Jenis ini memiliki kekuatan tarik 115 hingga 125 long ton setiap inch luas penampang.*Wire rope* jenis ini memiliki tensile strength yang cukup tinggi dan dapat dipergunakan asalkan kondisi drum dan *sheave* sesuai untuk fleksibilitasnya.

3. Grade 110/120 Improved Plow Steel.

   Jenis ini memiliki kekuatan tarik 110 hingga 120 long ton setiap inch luas penampang. *Wire rope* jenis ini memiliki aplikasi yang luas pada crane, dimana memiliki *tensile strength* yang baik sedangkan sifatsifat lain seperti fleksibilitas dan wearing resistancenya masih cukup baik.

4. Grade 100/110 Plow Steel.

   Jenis ini memiliki kekuatan tarik 100 hingga 110 *long* ton setiap inch luas penampang. *Wire rope* jenis ini memiliki strength yang lebih rendah, namun memiliki fleksibilitas yang lebih baik dari Grade 110/120 *Improved Plow*

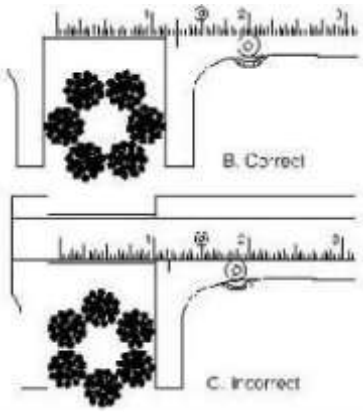
Steel.

2.9 Pengukuran Wire Rope

Pengukuran wire rope umumnya dilakukan sebagai berikut :

1. Pengukuran Diameter

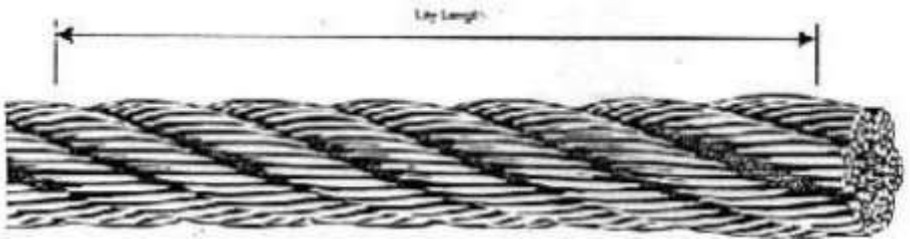
   Diameter diukur dari jarak terjauh dari sisi terluar pilinan.



Gambar 2.10 Pengukuran Diameter *Wire Rope*

2. Pengukuran panjang (*Lay Length*)

   Jarak memanjang dimana sebuah pilinan membentuk satu putaran penuh.



Gambar 2.11 Pengukuran Panjang *Wire Rope*

2.10 Kemampuan *Wire Rope*

Wire rope dibuat dari kawat baja dengan tegangan tarik maksimum 130 s.d. 200 kg/mm2. Dalam pembuatannya kawat mengalami *special heat treatment* dan *cold working* guna meningkatkan sifat mekanisnya. Kawat baja untuk *crane* yang beroperasi di daerah yang kering tidak perlu dilapisi (*uncoated*), sedangkan pada udara yang lembab dapat dilakukan galvanisasi (*zinc coated*) untuk melindungi *wire rope* dari korosi. Akibat proses *tempering effect* dari *hot zinc coating*, maka kapasitas angkat beban kawat akan berkurang sekitar 10%.

Sifat-sifat mekanis yang diinginkan oleh *wire rope* antara lain:

1. Kekuatan (*Strength*)

   Wire rope harus kuat dan mampu menjamin keamanan pemindahan beban. Hal ini tergantung pada spesifikasi dan tingkat bahan material baik untuk *core* maupun *wire*, diameter *wire rope*, banyaknya *wire* dalam *strand*, dan jenis *lay*.

2. Fleksibel Dan Ketahanan Terhadap Beban Penekukan

   Wire rope harus mampu menekuk melintasi puli berdiameter kecil tanpa

terputusnya kawat akibat kelelahan beban terhadap penekukan. Hal ini bergantung pada diameter kawat, jenis *lay*, proses pembentukan *strand* menjadi *wire rope*.

3. Ketahanan Terhadap Abrasive

   Wire rope harus tahan terhadap abrasi sewaktu melintasi alur-alur puli akibat operasi tekanan besar atau kontak terhadap benda-benda diam. Hal ini tergantung pada diameter kawat pada deretan terluar *strand*, jenis *lay*, kandungan karbon dan mangan serta kualitas bahan maupun perlakuan panas pada *wire rope*.

4. Ketahanan Terhadap Perubahan Bentuk

   Wire rope harus tahan terhadap perubahan bentuk akibat beban terlalu besar pada alur puli atau penggulungan *wire rope* pada *drum* yang lebih dari satu lapisan. Hal ini tergantung pada jenis *core*. Ketahanan terhadap puntiran *Wire rope* harus tahan terhadap puntiran agar tali tidak terbongkar dari pilinannya dan beban tidak stabil. Hal ini tergantung pada jenis *lay* dan jenis core

5. Ketahanan Terhadap Korosi

   Wire rope harus tahan terhadap korosi agar mampu mempertahankan masa pakainya. Hal ini tergantung pada jenis bahan, pelapisan, dan pelumasan.

2.11 Jenis – Jenis Kerusakan Pada Wire Rope

Ada banyak kerusakan yang terjadi pada *wire rope*, diantaranya adalah :

1. Broken Wire

   Penyebab *brokenwire* dapat antara lain beban melebihi kapasitas,beban kejut, dan getaran berlebih.

Gambar 2.12 *Wire* dan *Strand* Putus

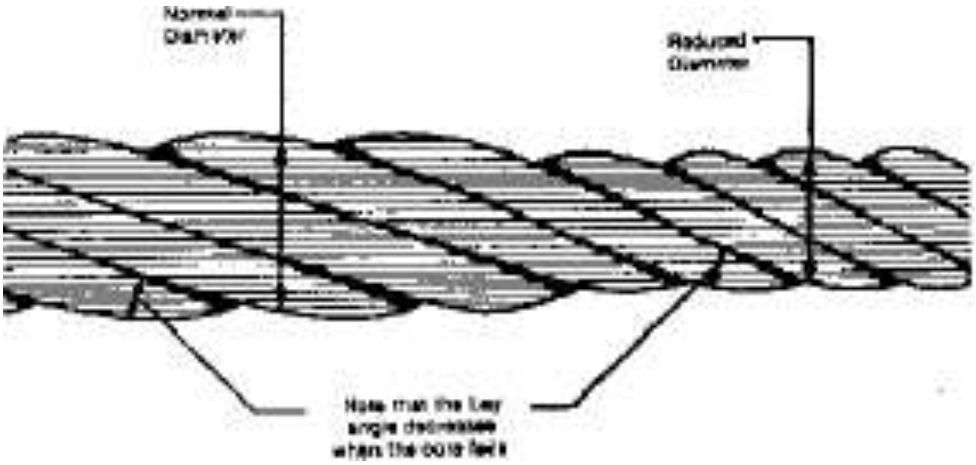
2. Pengurangan Diameter

   Pengurangan diameter dapat disebabkan oleh abrasi, korosi, atau putusnya *core* pada *wire rope*. Berdasarkan standar ASME B30.2, B30.3, B30.4, dan B30.5, terdapat batas maksimum untuk pengurangan diameter *wire rope* sebagaimana tercantum pada Tabel.2.1.

Tabel 2.1 Tabel Batas Maksimum Pengurangan Diameter

Rope Diameter	Maximum Alloweblle Reduction From Nominal Diameter
Up to 5/16 in. (8)	1/64 in. (0.4 mm)

Over 5/16 in. to ½ in. (13mm)	1/32 in. (0.8 mm)
Over ½ in. to ¾ in. (19 mm)	3/64 in. (1.2 mm)
Over ¾ in. to 1 1/8 in (29 mm).	1/16 in. (1.6 mm)
Over 1 1/8 in. to 1 1.2 in. (38 mm)	3/32 in. (2.4 mm)

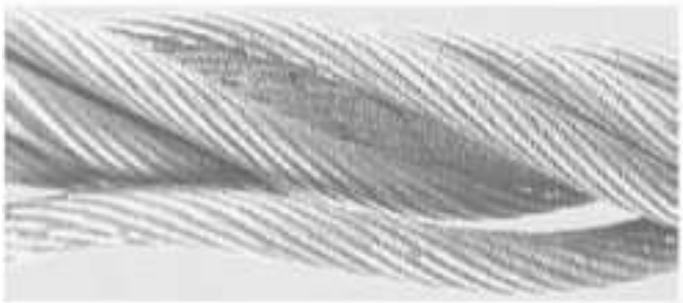


Gambar 2.13 Pengurangan Diameter *Wire Rope*

3. Korosi

Korosi pada *wire rope* dapat terjadi akibat tidak cukupnya pelumasan, teknik penyimpanan yang tidak tepat, dan akibat terpapar oleh asam dan alkali. Berdasarkan British Standard 6570, *wire rope* harus diganti apabila korosi telah menyebabkan kekasaran dan bintik-bintik yang sangat parah.

Gambar 2.14 *External Corrosion*



Gambar 2.15 *Internal Corrosion*

4. Nodes

Gambar 2.16 Nodes

5. Thinning Of The Rope

Gambar 2.17 Thinning of the Rope

6. Kink

Gambar 2.18 *Kink*

7. Flat Area

Gambar 2.19 *Flat Area*

2.12 Mesin Pemindah Bahan

Mesin pemindah bahan merupakan salah satu peralatan mesin yang digunakan untuk memindahkan muatan dilokasi pabrik, konstruksi, tempat penyimpanan, pembongkaran muatan dan sebagainya.

Pemilihan mesin pemindah bahan yang tepat pada tiap-tiap aktivitas diatas, akan meningkatkan effesiensi dan daya saing dari aktivitas tersebut.

Mesin pemindah bahan dalam operasinya dapat diklasifikasikan atas :

1. Pesawat Pengangkat

   Pesawat pengangkat dimaksudkan untuk keperluan mengangkat dan memindahkan barang dari suatu tempat ketempat yang lain yang jangkauannya relatif terbatas. Contohnya; *Crane, elevator, lift, excalator* dll.

2. Pesawat Pengangkut

   Pesawat pengangkut dapat memindahkan muatan secara berkesinambungan tanpa berhenti dan dapat juga mengangkut muatan dalam jarak yang relatif jauh. Contohnya; *Conveyor*. Karena yang direncanakan adalah alat pengangkat peti kemas maka pembahasan teorinya lebih di titik beratkan pada pesawat pengangkat.

2.13 Klasifikasi Pesawat Pengangkat

Menurut dasar rancangannya, pesawat pengangkat dikelompokkan atas tiga jenis yaitu :

1. Mesin Pengangkat *(Hoisting Machine)*, yaitu mesin yang bekerja secara periodik yang digunakan untuk mengangkat dan memindahkanbeban.
2. *Crane*, yaitu kombinasi dari mesin pengangkat dan rangka yang bekerja secara bersama-sama untuk mengangkat dan memindahkanbeban.
3. *Elevator*, yaitu kelompok mesin yang bekerja secara periodik untuk mengangkat beban pada jalur padutertentu.

Sedangkan jenis-jnis utama *Crane* dapat dikelompokkan lagi menjadi :

1. *Crane* putar diam
2. *Crane* yang bergerak padarel
3. *Crane* tanpalintasan
4. *Crane* yang dipasang diatas traktor rantai
5. *Crane* tipe jembatan

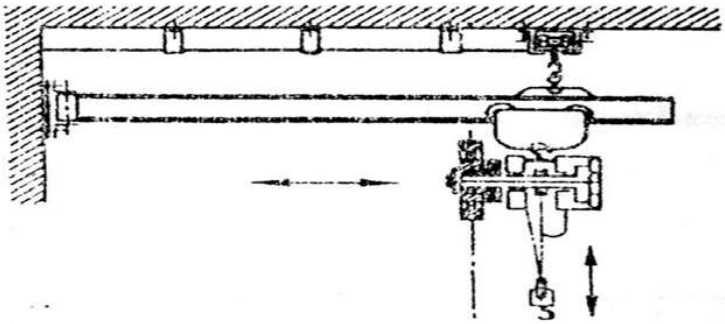
Crane tipe jembatan dapat dikelompokkan lagi menjadi :

1. *Crane* berpalang
2. *Crane* berpalang tunggal untuk gerakan *overhead*
3. *Crane* berpalang ganda untuk gerakan *overhead*
4. *Gantry Crane* dan semi *Gantry*

2.14 Dasar-dasar Pemilihan Pesawat Pengangkat

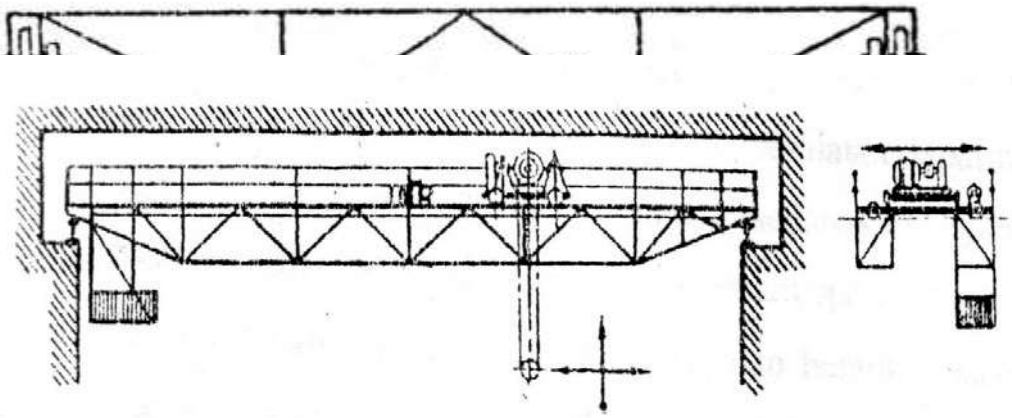
Dalam pemilihan pesawat pengangkat perlu diperhatikan beberapa faktor antara lain:

1. jenis dan ukuran dari beban yang akan diangkat, misalnya untuk beban terpadu; bentuk, berat, volume, sifat rapuh dan liat, suhu dan sebagainya. Untuk beban tumpahan; ukuran gumpalan, kemungkinan lengket, sifat-sifat kimia, sifat mudah remuk dsb.
2. Kapasitas perjam. Crane jembatan dan truk dapat beroperasi secara efektif bila mempunyai kapasitas angkat dan kecepatan yang cukup tinggi dalam kondisi kerja yang berat.
3. Arah dan panjang lintasan. Berbagai jenis alat dapat mengangkat beban dalam arah vertikal dan arah horizontal. Panjang jarak lintasan, lokasi dari tempat pengambilan muatan juga sangat penting dalam menentukan pemilihan pesawat pengangkat yang tepat.
4. Metode penumpukan muatan. Beberapa jenis peralatan dapat memuat atau membongkar muatan secara mekanis sedangkan yang lainnya membutuhkan alat tambahan khusus atau bantuan operator.
5. Kondisi lokal yang spesifik termasuk luas dan bentuk lokasi, jenis dan rancangan gedung, susunan yang mungkin untuk unit pemerosesan, debu, keadaan lingkungan sekitarnya dsb.

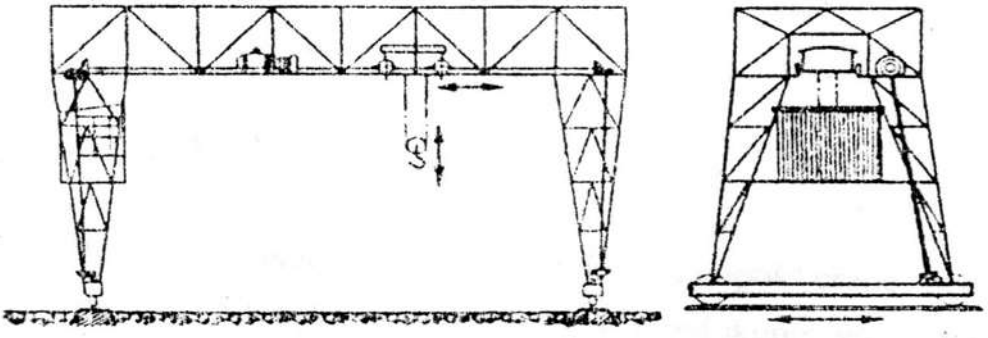


Gambar 2.20 Crane Berpalang

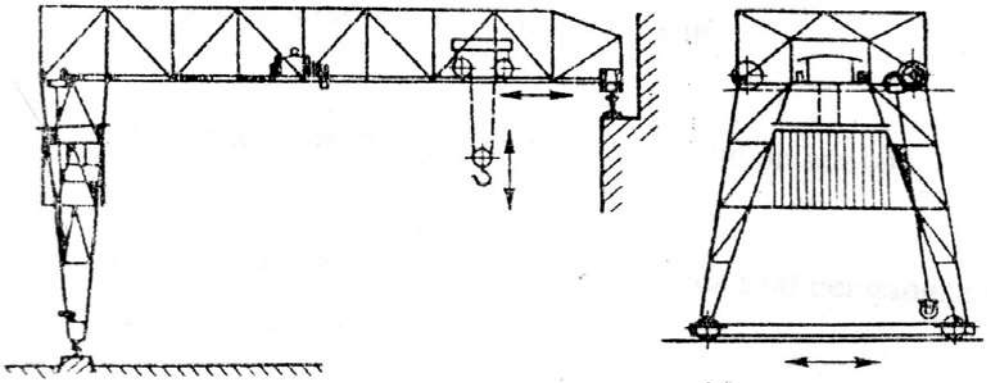
Gambar 2.21 Crane girder tunggal overhead



Gambar 2.22 Crane girder ganda overhead



Gambar 2.23 Crane gantry



Gambar 2.24 Crane semi gantry

Pemilihan pesawat pengangkat juga ditentukan oleh pertimbangan dari segi ekonominya, misalnya biaya pemasangan, operasi, perawatan, dan juga penyusutan dari harga muka pesawat tersebut.

2.15 Gantry Crane

Gantry crane adalah termasuk dalam kelompok *crane* tipe jembatan dimana jembatannya dilengkapi dengan kaki pendukung yang tinggi dapat bergerak pada jalur rel yang dibentang diatas permukaan tanah. *Crane* ini umumnya dioperasikan dilapangan terbuka, dan pada perencanaan ini *gantry crane* direncanakan dioperasikan pada sebuah pelabuhan laut untuk mengangkat peti kemas. Dalam mengoperasikan Crane.

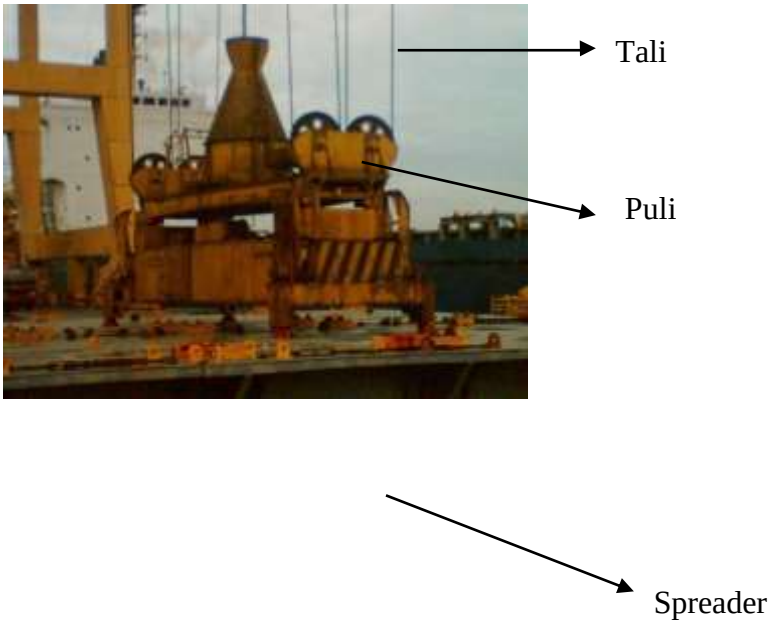
Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan operator sebelum menjalankan Crane:

1. Radius Beban
2. Tahanan Gelinding
3. Tahanan Kemiringan Benda Kerja
4. Koefisien Traksi
5. Gaya Traks (Rimpull)
6. Ketinggian Daerah Kerja (Altitude)

Adapun komponen utama *gantry crane* ini adalah :

1. Spreader

   Spreader berfungsi untuk menjepit peti kemas pada saat pengangkatan atau penurunan dari atau ke kapal.



Gambar 2.25 *Spreader*

2. Trolley

Trolley berfungsi sebagai tempat bergantungnya *spreader* dan juga untuk menggerakkan spreader pada saat mengangkat dan menurunkan peti kemas. *Trolley* terletak pada konstruksi *girder dan boom*. Pada trolley ini juga kabin operator untuk mengoperasikan *crane*.

Gambar 2.26 *Trolley* Yang Digerakkan Motor

3. Gantry

   Gantry bergerak sepanjang rel yang ditentukan untuk memudahkan menaikkan atau menurunkan peti kemas. Pada Gantry terdapat rel yang memiliki panjang rel ±1.000 meter. Dalam satu lintasan terdapat 6 gantry yang dimana ada 4 gantry yang melayani internasional dan 2 gantry yang melayani.

4. Peti Kemas

   Peti kemas adalah Alat yang berfungsi sebagai penyimpan bahan baku produksi ataupun bahan jadi. Peti kemas biasanya terbuat dari paduan logam tertentu. Peti kemas biasanya terdiri dari ukuran yang berbeda-beda, untuk memudahkan pengumpulan/ penyusunan peti kemas dibantu oleh mobil crane yang dimana mobil crane dapat memindahkan peti kemas dari tempat satu ketempat lainnya yang sudah ditentukan dari UTPK untuk menjaga keamanan dari kinerja GantryCrane.

Gambar 2.27 Mobil Crane

5. Mobil Crane

Hanya berfungsi untuk menyusun dan memindahkan peti kemas dari mobil container, selanjutnya mobil container membawa peti kemas tersebut ke Gantry Crane untuk dimuat kedalam kapal.

Gambar 2.28 Gambar Kontainer

2.16 Cara Kerja Gantry Crane

Gantry crane mempunyai tiga kabin untuk mengoperasikannya yaitu :

1. Kabin utama (kabin operator)
2. Kabin *boom hoist*
3. Kabin pemeriksaan

2.17 Karakteristik Umum Mesin Pengangkat

Secara teknis parameter utama mesin pengangkat adalah :

1. Kapasitas angkat
2. Tinggi angkat dan ukuran geometris mesin
3. Bentangan
4. Panjang dan lebar
5. Kecepatan gerakan
6. Berat

Semua mesin pengangkat termasuk dalam kelompok kerja periodik dan kapasitas perjamnya dapat dirumuskan sbb :

Qhr = Q .n ...…….....(2.1)

dimana :

n = Jumlah Siklus Mesin / Jam

Q = Berat Muatan, (N)

Semua jenis crane dan mesin pengangkat dibagi menjadi 4 kelompok sesuai dengan kondisi operasi dan gabungan faktor berikut :

1. Beban Pada Mesin
2. Penggunaan Mesin (Harian Dan Tahunan)
3. Faktor Kebutuhan (DF %)
4. Temperatur Sekitar (˚C)

Empat kelas kondisi operasi yang dimaksud adalah :

1. Ringan (L)
2. Sedang (M)
3. Berat (H)
4. Sangat berat (VH)

Tabel 2.2. Karakteristik Kerja

Kondisi Operasi	Penggunaan Mesin Rata – Rata (Mean)			
	Beban	Waktu	Faktor	Temperatur

				Kerja	
	K_{beban}	K_{tahun}	K_{hari}	Df%	Sekitar (°C)
Ringan (L)	0.5	0.25	0.33 (Shift Satu)	15	25
Sedang (M)	0.5	0.5	0.67 (Shift Satu)	25	25
Berat (H)	0.75	0.75	0.67 (Shift Satu)	40	25
Sangat Berat (Vh)	1.0	1.0	1.0 (Shift Satu)	40	45

Dengan notasi diatas sebagai berikut :

Kbeban = (Qm beban) / (Qn beban ...…… ……... (2.5)

dimana :

Qm beban = nilai beban rata-rata

Qn beban = beban nominal

Ktahun = (h hari) / 365 hari ...…….....…… (2.6)

Khari = (h jam) / (24 jam ...……...…….....……...… (2.7)

DF $=\tau_{op}/(\tau_{op}+\tau_{idle})x100\%$ …….....… (2.8)

top = waktu operasi mekanisme mesin

tidle = waktu periode tak berbeban

2.18 Tali Baja (*Steel Wire Rope*)

Tali baja (steel wire rope) adalah tali yang dikonstruksikan dari kumpulan jalinan serat-serat baja (steel wire). Mula-mula beberapa serat (steel wire) dipintal hingga jadi satu jalinan (strand), kemudian beberapa strand dijalin pada suatu inti (core) sehingga membentuk tali dar tipe-tipe tali baja berikut: 19 1) 6 x 19 +1 fibre core, hoisting ropes, elevator rope, dan lain-lain, yang artinya, sebuah tali baja dengan konstruksi yang terdiri dari 6 strand dan tiap strand terdiri dari 19 steel wire dengan 1 inti serat (fiber core). 2) 6 x 19 seal I.W.R.C (Independent Wire Rope Center), Steel wire Core, dengan inti logam lunak 3) 6 x 37 + 1 fc; 6 x 36; 6 x 41 dan lain-lain

2.19 Susunan Tali Baja

Tali baja harus dibuat dari kawat baja yang sangat kuat. Tetapi cukuplentur dan tahan tekukan dimana tali tersebut bergerak bolak-balik melalui roda. Tali baja merupakan sarana pengangkutan dan mempunyai sifat yang berbeda dengan tali rantai, diantara sifat-sifat tali baja yaitu :

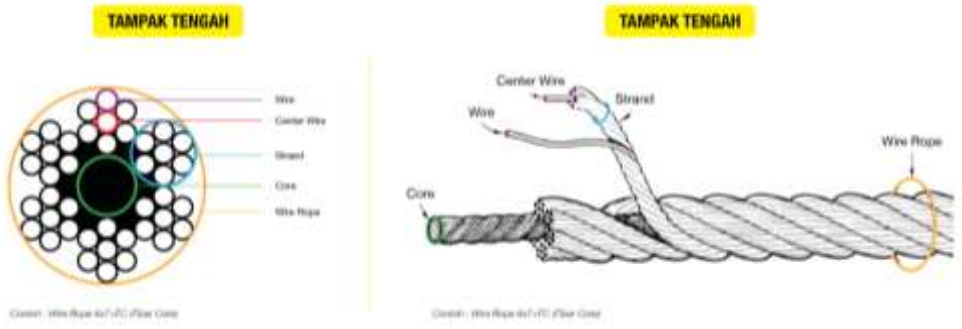
Kebaikannya :

1. Tahan terhadap beban kejut
2. Bila akan putus memperlihatkan tanda-tanda
3. Berat persatuan panjang relatif kecil
4. Tidak berisik bila digunakan
5. Dapat digunakan pada kecepatan angkat yang tinggi

Keburukannya :

1. Tidak tahan terhadap korosi
2. Sukar untuk ditekuk sehingga memerlukan tromol yang besar
3. Dapat memulur
4. Cenderung memutar

Tali baja merupakan tali yang dikontruksikan dari kumpulan jalinan serat serat baja (*steel wire*). Mula-mula beberapa serat atau kawat (*steel wire*) dipintal hingga menjadi satu pintalan (*strand*), kemudian beberapa pintalan (*strand*) di pilih pula pada suatu inti (*core*) hingga membentuk tali. Inti dari tali terdiri dari serat henep (*hemp*), asbes atau serat logam lunak (wire *of softer steel*). Inti (*wire core*) yang terbuat dari asbes biasanya di pakai pada pekerjaan yang berhubungan dengan radiasi panas. Adapun fungsi atau kegunaan dari serat inti tali baja (*steel wire core*) agar tali baja dapat lebih fleksibel atau tidak kaku



Gambar 2.29 Cara Penyusunan Tali Baja

Arah pintalan kawat atau serat baja maupun pilinan-pilinannya ada yang kekanan dan kekiri tidak terlalu berpengaruh. Dan perbedaan ini sering disebut *Regular Lay* dan *Lang Lay*. *Regular Lay* adalah merupakan kawat (*wire*) dipintal dalam arah yang berlawanan dengan pilinan strand, atau disebut juga *Cross Lay*.Sedangkan *Lang Lay* adalah kawat (*wire*) dan strand dipintal dalam arah yang sama atau sering disebut *Pararel Lay*. Tali *lang lay* berkemungkinan besar untuk melawan arah pilinan dibandingkan dengan *regular lay*. Disamping itu ada juga jenis tali yang disebut *composite* atau *reverse lay rope* (gambar 2.3) yaitu strand terbagi dalam dua bagian dengan arah jalinan yang berlawanan.

Berdasarkan kontruksi tali baja dibedakan menjadi :

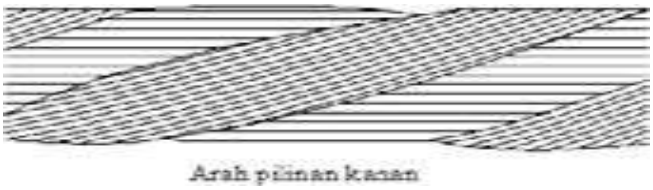
1. Tali biasa (*ordinary wire rope*) yaitu tali baja yang ukuran diameter seratnyaseragam. Dan tali biasa ini dibedakan lagi menjadi :
2. Tali yang arah pilinan serat/kawat didalam untaian berlawanandengan arah

pilinan/anyaman untaian didalam tali (*cross lay*).

3. Tali yang arah anyaman kawat didalam untaian searah dengan arah anyaman untaian didalam tali (*lang lay*).

Gambar 2.30. Tali Baja *Lang Lay*

4. Tali komposit yaitu kedua untaian yang berdekatan dianyamdengan arah berlawanan.



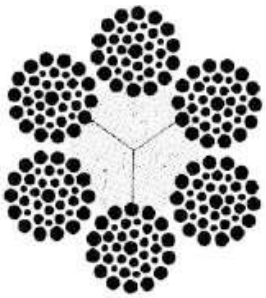
Gambar 2.31. Tali Baja Komposit

5. Tali kontruksi *Warington*, dan tali ini dibedakan menjadi :

   Tali *Kompon Warrington* yaitu tali kompon yang mempunyai diameter kawat yang berbeda pada lapisan anyaman yang sama dalam untaian.

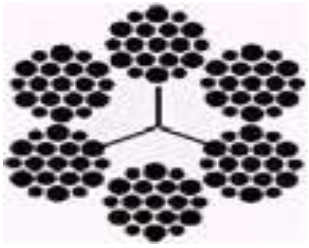
Gambar 2.32. Tali Tipe *Kompon Warington*

Tali *Kompon scale* yaitu tali kompon yang mempunyai diameter kawat yang sama pada lapisan anyaman yangsama didalam untaian.



Gambar 2.33. Tali Tipe *Kompon Scale*

6. Tali *Warrington* yaitu tali baja yang ukuran diameternya kawat atau serat (*wire*) berbeda.



Gambar 2.34. Tali Tipe *Warington*

2.20 Tipe dan Jenis Tali Baja

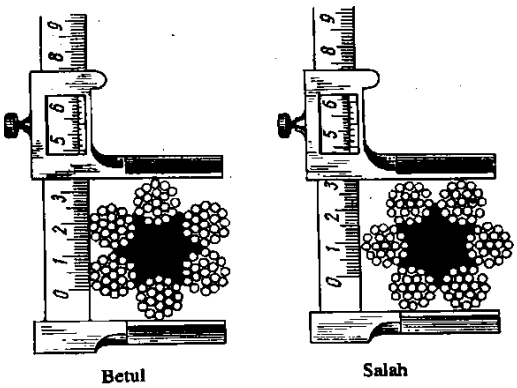
Pada setiap tali baja memiliki standart penomoran yang telah ditentukan sehingga para pengguna dapat dengan mudah mengetahui karakteristik maupun susunan dari tali baja. Adapun penomorannya sebagai berikut :

6 x 19 + 1 fc artinya sebuah tali baja dengan kontruksi yang terdiri dari 6 strand dan tiap strand terdiri dari 19 kawat atau serat baja dengan 1 inti serat (*fiber core*).

Gambar.2.35. Jenis Tipe Tali Baja

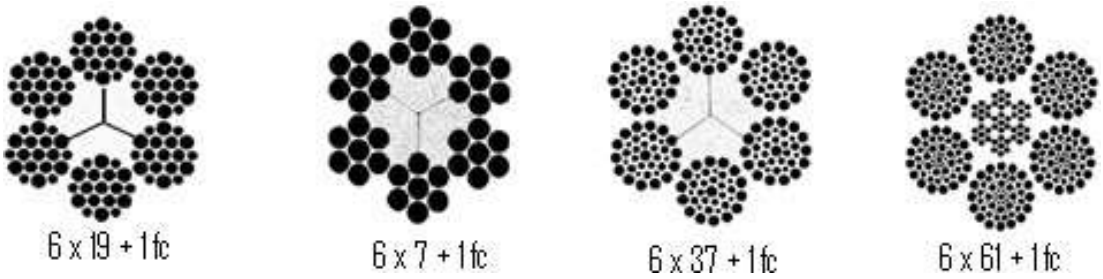
2.21 Mengukur Diameter Tali Baja

Cara mengukur diameter tali dapat dilihat pada gambar 2.36, yaitu dengan mengukur dua untaian yang berlawanan letaknya. Penggantian tali harus dilakukan bila sejumlah kawat terputus pada sepanjang suatu lapisan atau kisar.



Gambar 2.36. Cara Mengukur Diameter Tali Baja

Dewasa ini beberapa konstruksi tali di desain dengan satu kawat yang berwarna cerah untuk sejumlah kawat yang berwarna gelap, sehingga akan mempermudah penghitungan jumlah kawat yang putus. Pada tali tersebut sejumlah kawat yang putus mengisaratkan penggantian tali dapat dilakukan dengan mudah,walaupun bentuk penampang yang berbeda-beda, seperti pada gambar 2.37 dibawah ini.



Gambar 2.37. Tali Yang Terdiri Dari Serat Berwarna Cerah

2.22 Daya Angkut Tali Baja (*Steel Wire Rope*)

Tali baja (*steel Wire Rope*) adalah tali baja yang dikontruksikan dari kumpulan jalinan serat baja (*steel Wire*). Mula - mula beberapa serat dipintal hingga jadi satu jalinan (wayar), kemudian wayar dijalin pula menjadi satu kesatuan (*strand*), setelah itu beberapa strand dijalin pula pada suatu inti (core = kern), sehingga

membentuk tali baja dari tipe-tipe berikut:

1. 6 x 19 + 1 fibre core, artinya sebuah tali baja sengan kontruksi yang terdiri dari 6 strand dan mempunyai 1 inti serat (fibre core).
2. 6 x 19 seal L.W.R.C (Independent Wire Rope Centre), Steel Wire Core, dengan inti logam lunak.
3. 6 x 37 + 1 fc; 6 x 36; 6 x 41 dan lain-lain

Keuntungan dari steel wire rope dibandingkan dengan rantai adalah sebagai berikut ini :

1. Ringan - Tali baru lebih baik terhadap tegangan, bila beban terbagi rata pada semua jalinan (strand).
2. Lebih fleksibel sementara beban bengkok tidak perlu mengatasi internal stess. - Kurang mempunyai tendensi untuk berbelit, peletakan yang tenang pada drum dan cakra, penyambungan yang lebih cepat, mudah dijepit (clip) atau dilekuk (socket).
3. Wire(wayar) yang patah susedah pemakaian yang lama tidak menonjol, berarti lebih aman dalam pengangkatan, juga tidak akan merusak wire yang berdekatan. Tali baja dibuat dari kawat baja (steel wire) dengan ultimate strenght : $\Sigma b = 130$ kg/mm²

2.23 Perhitungan

1. Tegangan Pada Tali Baja

   Tegangan tali (rope) pada roda penarik / *traction heave*, dimana tali

bajatersebut duduk pada alur bulat (round seating dengan under – cut), sangat menentukanumur daripada tali baja.

Adapun rumus mencari tegangan sebagai berikut :

$\boldsymbol{\sigma = F/A}$ ..... (2.9)

Dimana :

σ = Tegangan tali sebenarnya (N/mm²)

F = Gaya yang bekerja (N)

A = Luas penampang tali (mm²)

Adapun gaya yang bekerja atau tarikan pada tali :

$F = Q / (n \times \pi)$ ..... (2.10)

Dimana :

Q = Beban (N)

n = Jumlah bagian tali

π = Efisiensi puli (Tabel.2.2)

Tabel 2.3. Efisiensi Puli

Puli Tunggal	Puli Ganda	Efesiensi

Jumlah alur	Jumlah Puli Yang Beputar	Jumlah Alur	Jumlah Puli Yang Beputar	Gesekan Pada Permukaan Puli (Sliding)	Gesekan Anguler Pada Permukaan Puli (Rolling)
2	1	4	2	0.951	0.971
3	2	6	4	0.906	0.945
4	3	8	6	0.861	0.918
5	4	10	8	0.823	0.892
6	5	12	10	0.784	0.873

Sedangkan untuk mencari diameter tali dan diameter kawat adalah sebagai berikut**:**

$D = 1{,}5\ \delta\ i$ ……..……..(2.11)

$\delta = \sqrt{4A/(\pi\ x\ i)}$.. .....(2.12)

Dimana :

δ = diameter kawat (mm)

d = diameter tali (mm)

i = jumalah kawat dalam tali

Adapun tegangan pada tali yang dibebani pada bagian yang melengkung

karena tarikan dan lenturan adalah :

$\sigma\Sigma = \sigma b/k = F/A + \delta E/$ .....…… N. Rudenko, Mesin Pembindah Bahan, 1992 hal. 39

Dari rumus diatas kita akan mendapatkan rumus mencari luas panampang berguna tali sebagai berikut :

$F = \frac{S}{\frac{\sigma b}{K} - \frac{\delta}{D} x E}$ …… N. Rudenko, Mesin Pembindah Bahan, 1992 hal. 39

$F = \frac{S}{\frac{\sigma b}{K} - \frac{d}{D} x \frac{\delta}{d} E}$ …… N. Rudenko, Mesin Pembindah Bahan, 1992 hal. 39

$F = \frac{S}{\frac{\sigma b}{K} - \frac{d}{D} x \frac{E}{1.5\sqrt{i}}}$ ..... N. Rudenko, Mesin Pembindah Bahan, 1992 hal. 39

Dengan :

S : Gaya / Tarikan Pada Tali (N)

F : Penampang Berguna Tali (mm²)

σb : Tegangan Putus Bahan (N/mm²)

K : Factor Keamanan Tali

$\frac{d}{D}$: Perbandingan Diameter Tali Dan Puli

E : Modulus elastis yang = 80.000 N/mm²

i : Jumlah Kawat Dalam Tali

Tabel .2.4 Factor Lengkungan

Jumlah Lengkungan	$\frac{d}{D}$	Jumlah Lengkungan	$\frac{d}{D}$	Jumlah Lengkungan	$\frac{d}{D}$	Jumlah Lengkungan	$\frac{d}{D}$
1	16	5	26.5	9	32	13	36
2	20	6	28	10	33	14	37
3	23	7	30	11	34	15	37.5
4	25	8	31	12	35	16	38

Perhitungan Pemuluran Tali Baja, Tali mengalami pemuluran tiap tahunnya sebesar :

$\Delta\ell = \frac{\ell^0 x\, \sigma}{E}$ ..... N. Rudenko, Mesin Pembindah Bahan, 1992 hal. 40

Dimana :

ℓ_0 = Panjang Awal Tali (mm)

$\Delta\ell$ = Kemuluran Absolut (mm)

σ = Tegangan (N/mm²)

E = Modulus Elastis (80.000 N/mm²)

2.24 Diameter Puli

Diameter puli dapat ditentukan apabila sudah dipilih tali baja yang akan dipakai.Dimana diameter puli minimum didapat dari rumus :

Dmin = e1 x e2 x d… .....……..(2.19)

Tabel.2.5. Faktor Kontruksi Tali Baja e2

Kontruksi Tali Baja	Faktor e^2
Ordinary 6x36	
Cros Lay	1.00
Lang Lay	0.90

Tabel.2.6.Nilai Faktor Keamanan dan Nilai e1

Tipe Alat Pengangkat	Digerakan Oleh	Kondisi Operasional	K	e_1
Lokomotif, caterpillar, mounted traktor, truk	Tangan	Ringan	4	16
	Daya	Ringan	5	16

yang mempunyai crane pilar.	Daya	Medium	5.5	18
	Daya	Berat	6	20
Semua tipe lain dari crane dan pengangkat mekanis.	Tangan	Ringan	4.5	18
	Daya	Ringan	5	20
	Daya	Medium	5.5	25
	Daya	Berat	6	30
Derek yang dioperasikan dengan tangan kapasitas 1 ton	-	-	4	12
Pengangkat dengan troli	-	-	5.5	20
Penjepit mekanis	-	-	5	20

2.25 Umur Tali

Sebelum menetukan umur dari suatu tali baja terlebih dahulu menentukan factor myaitu factor yang tergantung pada jumlah lengkungan berulang, adapun matematis rumusnya dapat ditulis :

$$\frac{D}{d} = m\,\sigma C\,C_1\;\;C_2 \quad \text{.....} \quad (2.20)$$

$$m = \frac{\frac{D}{d}}{\sigma\,C\,C_1C_2} \quad \text{.....} \quad (2.21)$$

Dimana :

D = diameter puli (mm)

d = diameter tali baja (mm)

σ = tegangan tali (N/mm²)

C = faktor kontruksi tali baja (lihat Tabel 2.7)

C1 = faktor diameter tali baja (lihat Tabel 2.8)

C2 = faktor bahan tali baja (lihat Tabel 2.9)

M = faktor yang tergantung pada jumlah lengkungan berulang dari tali selama periode keausannya sampai tali tersebut rusak (lihat Tabel 2.10)

Tabel 2.7. Harga- Harga Faktor C

σb N/mm^2	Konstruksi Tali Baja	
	6 x 36	
	Cross Lay	Lang Lay
1400	1.12	0.99
1600	1.06	0.93
1800	1.02	0.89

Tabel .2.8. Harga Faktor C1

Ukuran Diameter Tali (mm)	Nilai C_1
5.5 - 8 mm	0.85
8.5 – 10 mm	0.89
11 – 14 mm	0.93
15 – 17.5 mm	0.97
18 – 19 mm	1.00
19.5 – 24 mm	1.04
25 – 28 mm	1.09
30 – 34 mm	1.1
33.7 – 43.5 mm	1.24

Tabel 2.9. Harga Factor C2

Bahan Serabut Tali	C_2
Baja Karbon : 0,55% ;0,57% Mn ;0,25% Si ;0,09% Ni ;0,08% Cr ;0,02% S dan 0,02% P	1
Baja Karbon : 0,7% C ;0,61% Mn ;0,25% Si ;0,21% S dan 0,028% P	0.9

Baja Pearlitic : 0,4% C ;0,52% Mn ;0,25% Si ;0,20% Ni ;1,1% Cr ;0,025% S dan 0,025% P	1.37
Baja Stainless : 0,09% C ;0,35% Mn ;0,3% Si ;0,02% S ;0,02% P ;17,4% Cr dan 8,7% Ni	0.67
Baja Open hearth biasa	1
Baja Open hearth yang dilebur dengan arang besi dan dibersihkan dengan skrap	0.63
Serat yang terbuat dari batang logam seluruhnya	1
Serat yang terbuat dari batang logam sebagian	0.92

Tabel .2.10. Harga Faktor m

Z (ribu) M	30 0.29	50 0.41	70 0.56	90 0.70	110 0.83	130 0.95	150 1.07	
Z (ribu) M	170 1.18	190 1.29	210 1.40	230 1.50	255 1.50	280 1.74	310 1.87	340 2.00
Z	370	410	450	500	550	600	650	700
(ribu) m	2,12	2,27	2,42	2,60	2,27	2,94	3,10	3,17

Adapun untuk menentukan jumlah lengkungan yang diperbolehkan z1 rtdengan umus :

$Z^1 = aZ_2N\beta$ .....(2.22)

Sedangkan untuk menentukan jumlah lengkungan yang berulang yang mengakibatkan kerusakan tali adalah sebagai berikut :

$z_1 = Z_1 \ \varphi = aZ_2N\beta$ .....(2.23)

Adapun hubungan antara jumlah lengkungan kerusakan dengan jumlah lengkungan yang diperbolehkan dapat ditulis :

$$\varphi = \frac{z}{z_1} \quad \text{..... (2.24)}$$

Sehingga umur tali baja dapat ditentukan sebagai berikut :

$$N = \frac{z}{aZ_2\varphi\beta} \quad \text{.....(2.25)}$$

Dimana :

N = Umur tali baja (bulan)

a = jumlah siklus perbulan (lihat Tabel 2.11)

Z = jumlah lengkungan keausan

z2 = jumlah lengkungan sistem puli (lihat Tabel 2.11)

φ = faktor pembebanan (lihat Tabel 2.11)

β = konstanta = 2,5

Tabel 2.11. Nilai a, z2, dan β

Kondisi Operasional		Operasi Harian jam	Hari kerja per bulan	Jumlah siklus kerja per bulan	a	Metode suspensi beban	Z2	Tinggi h (m)	b
Penggerak daya	Kerja Ringan	8	25	16	400	Suspensi Sederhana	2	-	0.7
	Kerja Sedang								
	Kerja Berat								
Penggerak tangan									