

**LOGGING DI HUTAN PEGUNUNGAN  
(MOUNTAIN LOGGING)**

**Oleh:  
Para Expert JICA dan Counterpart  
pada Proyek MLP Madiun.**

**Japan International Cooperation Agency**

JICA LIBRARY



1056430[0]

國際協力事業團	
船 558465.23	1080
船No. 06953	88.7 FDD

## PENGANTAR

Dengan rahmat Tuhan Y. M. E. maka tersusunlah diktat "Logging di hutan Pegunungan" ini.

Maksud penyusunan diktat ini adalah untuk memberikan pengetahuan dasar dan bimbingan praktek tentang sistem skyline logging, dalam rangka training para siswa pada Proyek Mountain Logging Practice di Madiun.

Diktat ini merupakan terjemahan sebagian dari Buku "Report on the Forest Inventory for Management and logging in Central-Java" yang diterbitkan oleh Japan International Cooperation Agency, April 1978 dan beberapa buku penunjang lain yang disusun oleh para Expert JICA pada Proyek M. L. P. di Madiun.

Penggunaan rumus dan tabel sederhana serta besaran standar terutama ditujukan kepada para pelaksana lapangan, karena itu pengujian/pembuktian rumus atau standar yang dipakai tidak dipermasalahkan disini.

Kemudian, menyadari bahwa diktat ini masih jauh dari sempurna, maka guna perbaikan dan penyempurnaannya penyusun mengharapkan koreksi atau saran dari pembaca.

Akhirnya, kepada semua pihak yang telah membantu terwujudnya diktat ini, penyusun menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya.-

Madiun, Desember 1979

Penyusun,

# I S I

Hal.

PENDAHULUAN .....	5
<b>I. PENGETAHUAN DASAR WIRE ROPE</b>	
<b>I-1 Pengenalan Mengenai Wire rope</b>	
1. Bagian-bagian dari wire rope .....	7
2. Arah lilitan (lay), sifat dan penggunaannya .....	8
3. Struktur, kode singkatan dan penggunaan .....	9
4. Beban maksimum dan standar berat .....	12
<b>I-2 Penggunaan dan Pemeliharaan Wire rope</b>	
1. Pengangkutan wire rope .....	15
2. Tempat menyimpan wire rope .....	15
3. Melepaskan wire rope dari gulungannya .....	16
4. Apa yang harus dilakukan pada ujung dari wire rope .....	18
<b>I-3 Hal-hal yang Perlu Diperhatikan pada       Penggunaan Wire rope</b>	
1. Persiapan operasi .....	18
2. Pada waktu mengendalikan yarder .....	19
3. Penggunaan sling .....	20
4. Pelumasan .....	20
<b>I-4 Penggunaan Nylon Rope</b>	
1. Komposisi dan sifat karakteristik nylon rope .....	20
2. Cara mempergunakan dan menangani nylon sebagai lead rope .....	21
<b>I-5 Menjalin (splice) Wire rope</b>	
1. Wire rope yang di "splice" dan kekuatannya .....	23
2. Short splice (sambungan pendek) .....	24
3. Eye splice .....	24
4. Seizing .....	25
5. Membuat splice pada nylon rope .....	26

## II. SKYLINE LOGGING

II-1	Pengenalan Sistem Skyline .....	29
II-2	Mesin dan Peralatan pada Sistem Skyline .....	31
	1. Kabel baja (wire rope) .....	31
	2. Kereta luncur (carriage) .....	33
	3. Katrol (blocks) .....	33
	4. Yarder .....	35
	5. Peralatan khusus .....	36
	6. Sistem komunikasi .....	38
II-3	Proses Mendirikan Sistem Skyline .....	39
II-4	Faktor Keselamatan .....	40
II-5	Metode Perhitungan Design Sistem Skyline .....	41
	1. Perhitungan kurve skyline .....	41
	2. Perhitungan koreksi .....	43
II-6	Pengujian Design Sistem Skyline .....	46
	1. Tegangan skyline dan faktor keselamatan .....	46
	2. Tegangan kabel operating dan faktor keselamatan .....	48
II-7	Proses Membuat Design Sistem Skyline .....	49
	1. Kondisi pokok .....	50
	2. Perhitungan faktor keselamatan skyline .....	51
	3. Perhitungan faktor keselamatan kabel operating .....	52
II-8	Design Untuk Sistem Skyline .....	62
	1. Spesifikasi yarder .....	62
	2. Design pokok .....	66
	3. Contoh perhitungan .....	68
III-A	KESELAMATAN KERJA (SKYLINE LOGGING)	
III-A-1	Komunikasi .....	89

III-A-2	Pakaian para Operator .....	90
III-A-3	Hal-hal yang Perlu Diperhatikan Pada Waktu Operasi .....	91
III-A-4	Kecepatan Jalannya Carriage .....	93
III-A-5	Keserasian dan Keteraturan Gulungan Kabel Operating pada Drum .....	93
III-A-6	Daerah Berbahaya pada waktu Operasi .....	93
III-A-7	Loading dan Unloading .....	95
III-A-8	Perhatian Pada Waktu Mempersiapkan Tail, Head atau Guide Tree .....	97
III-A-9	Peringatan akan adanya Bahaya .....	98
III-A-10	Harus mentaati Maksimum Muatan yang Ditentukan .....	98
III-A-11	Pemeriksaan untuk Keselamatan Kerja .....	99

### III-B KESELAMATAN KERJA (TRAKTOR LOGGING)

III-B-1	Jaringan Jalan Traktor .....	113
	1. Konstruksi jalan .....	113
	2. Permukaan jalan .....	113
	3. Lebar jalan .....	113
	4. Tanjakan .....	115
	5. Pembuatan platform .....	115
III-B-2	Lain-lain Persyaratan Keselamatan Kerja .....	115
	1. Pakaian kerja .....	115
	2. Pemeriksaan dan pemeliharaan .....	116
	3. Tanda/rambu di tempat berbahaya .....	116
	4. Penjagaan terhadap bahaya kebakaran .....	116
	5. Pengangkutan traktor .....	116

	Hal.
III-B-3	Menjalankan/mengendarai Traktor ..... 116
	1. Kualifikasi ..... 116
	2. Kecepatan ..... 117
	3. Jarak antara ..... 117
	4. Dua traktor yang berlawanan arah ..... 117
	5. Penumpang ..... 117
III-B-4	Pre-yarding, Loading dan Unloading ..... 118
	1. Kerja sama dalam operasi ..... 118
	2. Pre-yarder ..... 118
	3. Loading ..... 119
	4. Unloading ..... 120
III-B-5	Isyarat atau Signal ..... 120



## PENDAHULUAN

Pengangkutan kayu didaratan dari hutan ke tempat pemasaran pada dasarnya dapat dipisahkan dalam dua tahap yaitu: membawa kayu dari tempat penebangan ke jalan angkutan yang ada (penyaradan) dan pengangkutan melalui jalan angkutan ke tempat tujuan.

Hutan-hutan daerah pegunungan umumnya bertopografi berat, berintensitas pembukaan wilayah yang rendah serta sering jauh dari sumber tenaga kerja. Oleh karena itu pengangkutan kayu yang sebagian besar adalah persoalan penyaradan, merupakan problem utama didalam mengeksploitir hutan-hutan pegunungan.

Disamping itu, kesalahan didalam penentuan sistim penyaradan di daerah yang berbukit-bukit dan mempunyai curah hujan tinggi sepanjang tahun, akan mengakibatkan erosi dan merusak peranan hutan dalam pengaturan tata air.

Diantara bermacam-macam sistim kabel, skyline sistim merupakan alternatif cara yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan pengangkutan di hutan pegunungan. Kabel utama yang direntangkan diantara dua bukit atau melintasi jurang dapat mengurangi keperluan membuat jalan baru; serta kayu yang dibawa jauh diatas permukaan tanah tidak menimbulkan bahaya erosi.

Kecuali itu sistim skyline logging tidak dibatasi oleh beratnya topografi.

Penguasaan tehnik skyline meliputi pengetahuan dasar mengenai kabel baja (wire rope) yang dipergunakan, mesin diesel sebagai tenaga penggerak, berbagai jenis perlengkapan yang diperlukan serta proses pasang/bongkar dan operasi sistim skyline itu sendiri.

Sebelum membangun suatu unit sistim skyline diperlukan perhitungan atau design yang cermat berdasarkan kondisi lapangan setempat, berat beban yang akan diangkut dan kekuatan kabel yang dipergunakan.

Pada tempat-tempat yang tidak terlalu curam (kemiringan dibawah  $30^\circ$ ) sering juga dipergunakan traktor didalam logging operation. Pengetrapan sistim skyline dan traktor logging mengandung resiko yang berbahaya. Oleh karena itu ketaatan terhadap "keselamatan kerja" merupakan prinsip utama dalam kegiatan tersebut.

Untuk mendapatkan efisiensi kerja yang optimal dan selamat, diperlukan latihan yang intensif serta disiplin yang tinggi dari para petugas dan operator.

## I. PENGETAHUAN DASAR WIRE ROPE

## I-1 Pengenalan mengenai wire rope

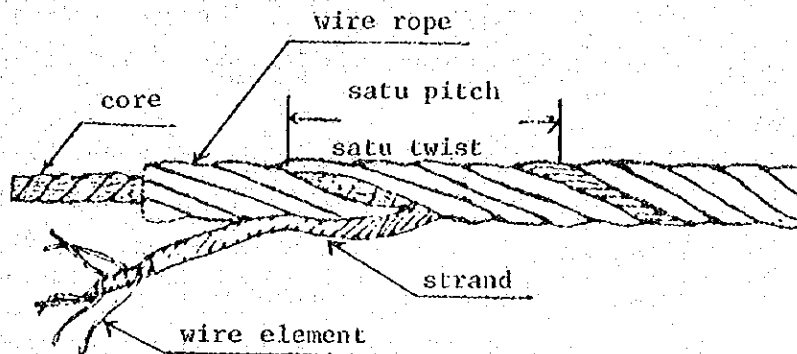
### 1. Bagian-bagian dari wire rope

Wire rope dan bagian-bagiannya keseluruhan dapat dilihat pada Gambar I-1; I-2. Core yaitu bagian yang ada ditengah-tengah (bagian dalam), wire rope dibuat dari bahan fiber (serat manila, juta dll.) - yang dilumasi oleh oli atau ada juga yang dibuat dari baja.

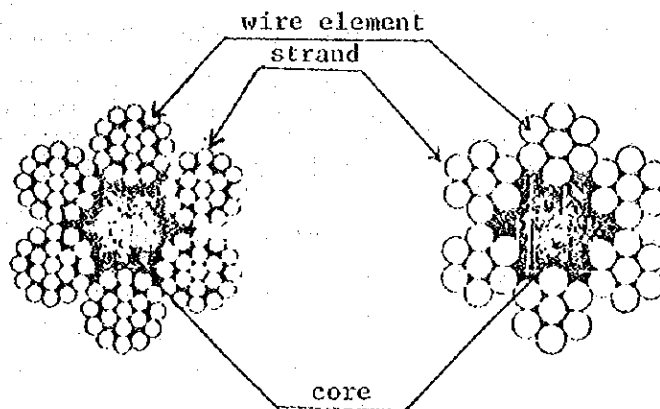
Struktur wire rope: terdiri atas enam berkas kabel kecil (disebut - STRAND), masing-masing berkas terdiri atas tujuh atau sembilan belas kawat baja kecil yang kuat (disebut WIRE ELEMENT) dijalin bersama-sama; dan strand-strand tersebut dijalin bersama-sama melilit pada CORE tersebut diatas.

PITCH; satu pitch artinya panjang satu kali melingkar dari strand.

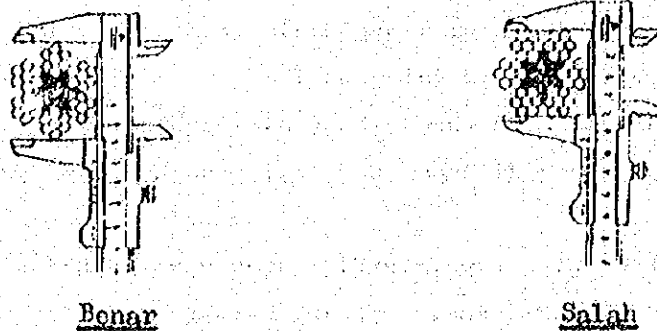
Gambar I-1 Nama dari masing-masing bagian wire rope



Gambar I-2 Penampang melintang dari wire rope



Gambar I-3 Cara mengukur diameter wire rope



## 2. Arah lilitan (LAY), sifat dan penggunaannya

Berdasarkan arah lilitan (twisting) maka macam wire rope dibagi menjadi dua yaitu: wire rope dengan arah lilitan ke-kanan, disebut Z-lay, sedangkan wire rope dengan arah lilitan ke-kiri disebut S-lay (Gambar I-4.)

Umumnya yang sering dipakai adalah wire rope jenis Z-lay, sedangkan jenis S-lay hanya dipergunakan dalam hal-hal yang khusus saja.

Jenis Z-lay sendiri terdiri atas dua macam yaitu: bilamana arah-lilitan wire element didalam setiap strand berlawanan dengan arah lilitan strand itu sendiri disebut ordinary lay. Sedangkan apabila arahnya searah disebut sebagai lang lay.

Kebaikan dan kekurangan lang lay dibanding dengan ordinary lay adalah sebagai berikut:

- (1) Lang lay lebih tahan dalam penggunaan dan tidak mudah aus karena wire elementnya bergesekan dengan roda (sheave) block pada permukaan yang lebih panjang/luas.
- (2) Dalam ukuran yang sama dan dalam jumlah wire element yang sama pula, maka lang lay bersifat lebih fleksibel.
- (3) Lang lay lebih mudah untuk menjadi untwist (lilitannya mudah lepas), oleh karena itu kurang baik apabila dipergunakan dengan ujungnya dibiarkan terbuka (tidak dililit dengan tali atau kawat).

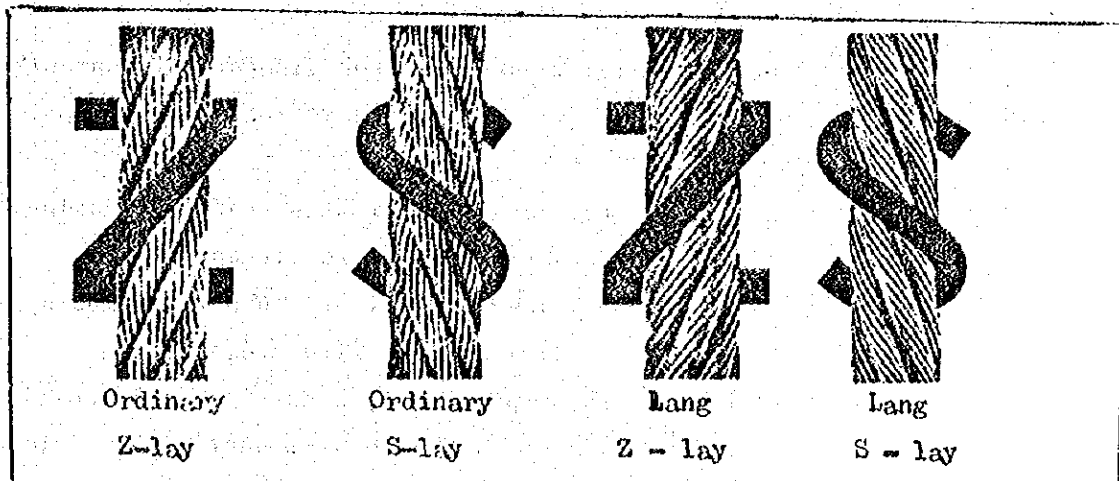
(4) Lang lay lebih mudah menjadi kink (tertekuk dengan sudut yang tajam).

Oleh karena itu didalam skyline logging kita harus memilih sesuai dengan sifat dan kegunaannya, seperti misalnya:

Untuk skyline (SKL) dan anchor line (ANL), yang harus menahan beban berat serta ujungnya dimatikan (tidak bergerak), dipergunakan langlay, terdiri atas enam strand yang masing-masing terdiri atas tujuh wire element ( $6 \times 7$ ).

Sedangkan untuk kabel operating seperti misalnya kabel lifting (LFL) dan kabel haul back (HBL), dipergunakan ordinary lay yang terdiri dari enam strand, masing-masing strand terdiri atas sembilan belas-wire element ( $6 \times 19$ ).





Gambar I-4 Arah (lay) dan sebutannya



### 3. Struktur, kode singkatan dan penggunaan

Ada bermacam-macam cara didalam menyusun strand yang membentuk wire rope dan bermacam-macam cara untuk menyusun wire element yang membentuk strand, akan tetapi pada umumnya yang dipergunakan untuk kegiatan kehutanan adalah lang lay yang terdiri atas enam strand masing-masing strand dibentuk oleh tujuh wire element (untuk skyline) dan ordinary lay dengan tujuh strand yang masing-masing terdiri atas 19 wire element serta ordinary lay dengan enam strand masing-masing dengan 24 wire element (untuk kabel operating dll), sebagaimana tertera dalam Gambar I-5.

Gambar I-5 Struktur dan penampang melintang wire rope

Irisan melintang				
Struktur	Lay terdiri atas 6 strand masing-masing 7 wire element  Fiber core	Lay terdiri atas 6 strand masing-masing 19 wire element  Fiber core	Lay terdiri atas 6 strand masing-masing 24 wire element  Fiber core ditengah dan setiap strand	Lay tipe Filler terdiri atas 6 strand masing-masing 25 wire element  Fiber core
Kode Struktur	6 x 7	6 x 19	6 x 24	6 x Fi(19+6)

Dibawah ini adalah beberapa contoh diantara singkatan/kode yang dipergunakan untuk mengindikasikan struktur wire rope.

Singkatan/kode

(6 x 7) ..... Lay yang terdiri atas 6 strand, masing-masing terdiri atas 7 wire element.

(6 x 19) ..... Lay yang terdiri atas 6 strand, masing-masing terdiri dari 19 wire element.

(6 x Fi(19+6)) ..... Lay-tipe Filler, terdiri atas 6 strand masing-masing terdiri dari 19 wire element.

atau dapat dirumuskan sebagai,

$$\left( \begin{array}{l} \text{Banyaknya strand yang} \\ \text{menyusun wire rope} \end{array} \right) \times \left( \begin{array}{l} \text{Banyaknya wire element} \\ \text{pada setiap strand} \end{array} \right)$$

Cara menyebutkan suatu jenis wire rope tergantung pada: struktur, lay, arah lilitan, tingkatan kekuatan, terbuka atau terselubung, jenis oli, diameter dan lain-lain, sebagaimana didiskripsikan dibawah ini (dengan mengambil contoh tersebut dalam tabel I-1).

Tabel I-1 Contoh singkatan/kode

kode/sing- katan	terbuka/ terselubung	Jenis olie	lilitan	arah lilitan
C/L	terbuka	hitam	lang lay	Z-lay
C/LS	"	"	"	S-lay
O/O	"	merah	ordinary lay	Z-lay
O/S	"	"	"	S-lay
G/O	terselubung	"	"	Z-lay
G/S	"	"	"	S-lay

Contoh 1:

"wire rope, 6 × 7 C/L, tingkat-A, 24mm, 1.000m."

adalah ordinary dan Z-lay terdiri atas 6 strand, masing-masing 19 wire element, terbuka, diberi olie merah, tingkat kekuatan-A, diameter = 20mm dan panjangnya 1.000m.

Contoh 2:

"wire rope, 6 × 7 C/L, tingkat-A, 24mm, 1.000m."

adalah lang dan Z-lay terdiri atas 6 strand masing-masing tujuh wire element, terbuka, diberi komposisi (olie hitam), tingkat kekuatan-A, diameter = 24mm dan panjangnya 1.000m.

Struktur dari wire rope diterangkan dalam katalog, dimana terdapat-beragai jenis/macam wire rope yang pembuatannya tergantung pada tujuan penggunaan wire rope.

Beberapa macam wire rope yang umumnya dipergunakan untuk kegiatan kehutanan adalah yang disebut dalam tabel I-2.

Tabel I-2 Jenis wire rope yang dipakai dalam kegiatan Kehutanan

Pemakaian	Struktur kabel/wire rope	Kode singkatan
Skyline	6 × 7 lang's, terbuka, A-grade dilumasi dengan komposisi (oli hitam)	6 × 7 C/L A-grade
	" " B-grade (tensil tinggi)	6 × 7 C/L B-grade
	Kabel khusus/special	
Kabel Operating, kabel	6 × 19 ordinary lay, terbuka, A-grade, dilumasi dengan oli merah	6 × 19 O/O A-grade
Kabel guy	6 × F1(19+6) Filler	6 × F1(19+6) O/O A-grade
Kabel block	6 × 19 ordinary lay, terbuka A-grade	6 × 19 O/O A-grade
	6 × 24 ordinary lay, terbuka	6 × 24 O/O A-grade
Sling	6 × F1(19+6) Filler, ditengah baja	6 × F1(19+6) IWRC O/O A-grade
Pengganti kabel/wire rope	Nylon rope	
	6 × 10 ordinary lay	6 × 10 O/O A-grade

#### 4. Beban maksimum dan standard berat

Beban maksimum atau titik putus adalah berat beban tertentu yang menyebabkan wire rope (mulai) putus. Pada umumnya titik putus ini disebutkan dalam katalog dan tabel standard bersama-sama juga standard berat dan diameter dari wire rope. Standard berat wire rope adalah, berat per meter wire rope yang bersangkutan.

Apabila pada suatu saat kita tidak mempunyai data yang menerangkan tentang titik putus dan standard berat dari suatu wire rope, maka dapat ditempuh jalan lain, yaitu dengan memperhitungkannya terhadap titik putus dan standard berat wire rope (diameter) 10mm, tingkat kekuatan-A-sebagai berikut dibawah ini. (Oleh karena itu dilapangan kita harus selalu ingat atau paling tidak harus mempunyai catatan mengenai titik putus dan standard berat dari wire rope ber-



diameter 10mm tersebut diatas).

(1) Menghitung titik putus/beban maksimum

Titik putus = titik putus wire rope 10mm, tingkat-A

$$\left( \frac{\text{diameter wire rope yang dicari}}{10} \right)^2 \dots\dots (a)$$

Apabila kita mengetahui dengan pasti bahwa wire rope yang kita hitung termasuk dalam tingkat-B, maka kita harus mengalikan hasil (a)  $\times \frac{180}{165}$ , demikian pula apabila ternyata wire rope tersebut adalah jenis terbuka, maka kita harus mengalikan hasil perhitungan (a)  $\times \frac{150}{165}$ .

(2) Menghitung standard berat

Standard berat = standard berat wire rope 10mm, tingkat-A

$$\times \left( \frac{\text{diameter wire rope yang dicari}}{10} \right)$$

Contoh:

Hitung titik putus dan standard berat dari wire rope

6 x 7 C/L 24mm tingkat-A

Titik putus dan standard berat wire rope 6 x 7, tingkat-A, 10mm adalah: 6,06 ton dan 0,371kg/m.

Maka,

- titik putus =  $6,06 \times \frac{24}{10} = 6,06 \times 2,4 = 34,9$  ton

- standard berat =  $0,371 \times \frac{24}{10} = 2,13$ kg/m.

Apabila kabel tersebut adalah jenis tingkat-B maka,

- titik putus =  $6,06 \times \frac{24}{10} \times \frac{180}{165} = 38,1$  ton.

Titik putus/beban maksimum dan standard berat wire rope yang terutama dipergunakan di hutan, dapat diikuti pada Tabel I-3 berikut ini.

Tabel I-3 Titik Putus dan Standard Berat  
(Untuk Skyline) 6 × 7

Diameter Wire rope (mm)	Titik putus (ton)			Berat per unit (kg/m)
	Ordinary Z-lay	Lang Z dan S-lay		
		Terselubung	Terbuka	
			A	
1	2	3	4	5
16	13,7	15,5	16,9	0,95
18	17,3	19,6	21,4	1,20
20	21,4	24,2	26,4	1,48
22	25,9	29,3	32,0	1,80
22.2	26,8	30,4	33,2	1,86
24	30,8	34,9	38,1	2,14
25	33,4	37,9	41,3	2,32
26	36,1	41,0	44,7	2,51
28	41,9	47,5	51,8	2,91
30	48,1	54,5	59,5	3,34

(Untuk kabel Operating) 6 × 19

Diameter wire rope (mm)	Titik putus (ton)			Berat per unit (kg/m)
	Ordinary Z-lay	Lang Z dan S-lay		
		Terselubung	Terbuka	
			A	
1	2	3	4	5
8	3,24	3,52	3,75	0,233
9	4,11	4,46	4,74	0,295
10	5,07	5,50	5,86	0,364
11.2	6,36	6,90	7,35	0,457

Diameter wire rope (mm)	Titik putus (ton)			Berat per unit (kg/m)
	Ordinary Z-lay	Lang Z dan S-lay		
		Terselubung	Terbuka	
			A	
1	2	3	4	5
12	7,30	7,92	8,43	0,524
12.5	7,92	8,59	9,15	0,569
14	9,93	10,8	11,5	0,713
16	13,0	14,1	15,0	0,932

## I-2 Penggunaan dan Pemeliharaan wire rope

### 1. Pengangkutan wire rope

Pada waktu menurunkan wire rope dari suatu tempat yang tinggi seperti misalnya pada waktu menurunkan dari truck, apabila di-jatuhkan begitu saja ada kemungkinan frame kayunya (bobbin kayu) rusak atau wire rope akan keluar dari gulungannya. Hal ini akan menyebabkan kesulitan pada waktu kita menggulung kembali wire rope tersebut dan apabila kita dengan paksa menggulungnya kembali, maka akan terjadi apa yang disebut "kink" yaitu keadaan dimana wire rope tertekuk (dengan sudut yang tajam) pada beberapa tempat. Oleh karena itu sebelumnya kita perlu mempersiapkan suatu pertolongan misalnya dengan membuat jembatan kayu, atau mempersiapkan crane, block dan lain sebagainya.

Pada waktu memindahkan bobbin yang berisi wire rope dengan cara menggelindingkannya diatas tanah, biasanya kita mempergunakan pengungkit (galah kayu dlsb), dalam hal ini perlu diperhatikan agar kitajangan sampai mendorongnya (dengan pengungkit) tepat pada bagianyang ada wire ropenya, tapi sebaiknya pada bagian tepi (edge) bobbin yang tidak ada wire rope-nya.

### 2. Tempat menyimpan wire rope.

Hal-hal yang perlu diperhatikan pada waktu kita akan menyimpan wire rope.

(1) Bersihkan dari kotoran pasir, juga bersihkan dari sisa-sisa

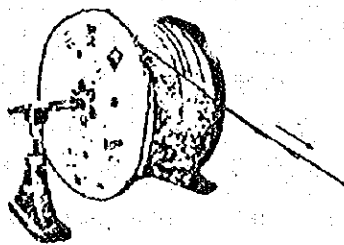
olie yang mengeras.

- (2) Simpan ditempat yang kering dan mendapatkan angin, hindarkan dari senyawa yang bersifat asam dan juga terhadap gas-gas yang menyebabkan karatan, juga hindarkan tempat-tempat yang ber-temperatur tinggi dan jauhkan dari api.
- (3) Jangan diletakkan ditempat yang terkena hujan dan sinar matahari secara langsung, dan jangan diletakkan langsung di atas tanah (beri alas dibawahnya).
- (4) Sedapat mungkin simpanlah didalam ruangan.
- (5) Apabila wire rope akan disimpan dalam waktu yang lama, periksa-lah sebelumnya keadaan oli yang melumasinya, apabila ternyata kurang, berilah oli (khusus untuk pelumasan wire rope) secukup-nya. Sebaiknya wire rope disimpan dalam keadaan tergulung pada wooden frame (boobin kayu).

Penjelasan-penjelasan pada butir-butir selanjutnya yaitu dari butir I-2-3; I-3-3 dan I-5, adalah penjelasan mengenai hal-hal yang berhubungan dengan praktek/latihan dilapangan.

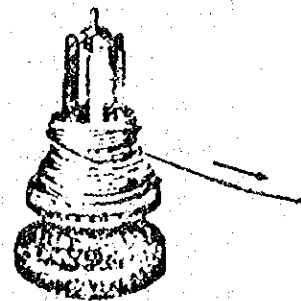
### 3. Melepaskan wire rope dari gulungannya

- (1) Cara melepas wire rope dari gulungannya (Gambar I-6, I-7)
  - a. Gambar I-6 Cara yang benar

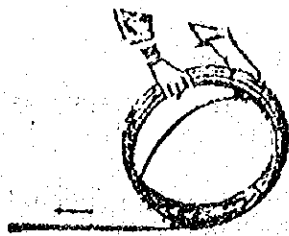


(1)

atau

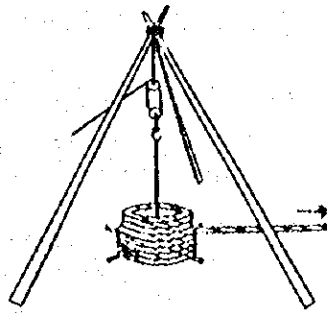


(2)



(3)

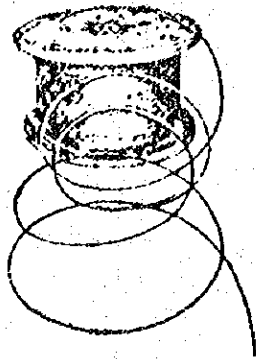
atau



(4)

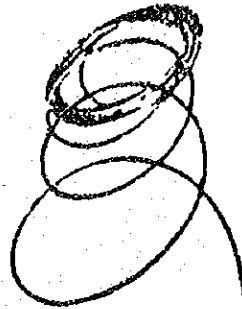
b. Gambar I-7

Cara yang keliru



(1)

atau



(2)

c. Gambar I-8

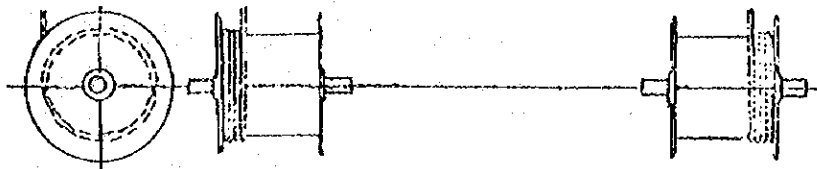
Cara menggulung wire rope pada drum

Dari boobin-dilepas-digulung pada drum

berlawanan arah

Z-lay dari kanan ke kiri

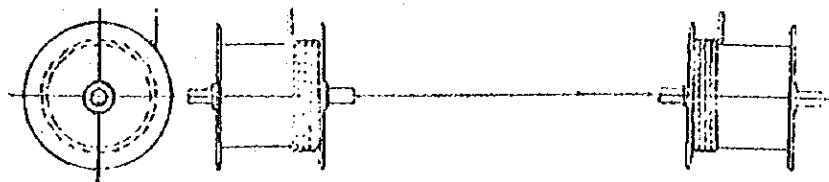
S-lay dari kiri ke kanan



berlawanan arah

Z-lay dari kanan ke kiri

S-lay dari kiri ke kanan



4. Apa yang harus dilakukan pada ujung/akhir dari wire rope

(1) Cara memamatkan ujung dari wire rope

dengan clamp, clip, eye splice, "IWASHI MUSUBI"

Tabel I-4 Standar penggunaan ukuran clip sesuai dengan besarnya wire rope

Diameter wire rope mm	Clip nomer .....	Diameter baut mm
6,3 ~ 8	4	10
9 ~ 10	4	12
11,2 ~ 14	4	14,5
16 ~ 18	4	16,5
20 ~ 22,4	5	21,5
24 ~ 25	5	23,5
26 ~ 28	5	25,5
30 ~ 32	6	25,5
23,5 ~ 38	6	31,5

(2) Cara membuat "seizing"

Ujung dari pada wire rope, agar tidak terlepas (berkas-berkas kabelnya), perlu diikat dengan kawat atau tali. Ikatan ini disebut "seizing".

I-3 Hal-hal yang Perlu Diperhatikan Pada Penggunaan Wire rope

1. Persiapan operasi

(1) Memotong kabel operating

Sebelum dipotong, bagian ujung yang akan dipotong harus diberi/dilakukan seizing.

(2) Cara menggulung kabel operating pada drum (Gambar I-8)

(3) Kink, puntiran yang ekstrim harus dihindarkan.

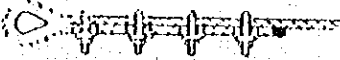
(4) Pemasangan/penggunaan clip secara benar.

a. Cara pemasangan clip.

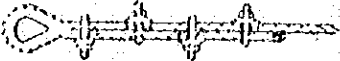
Cara yang benar



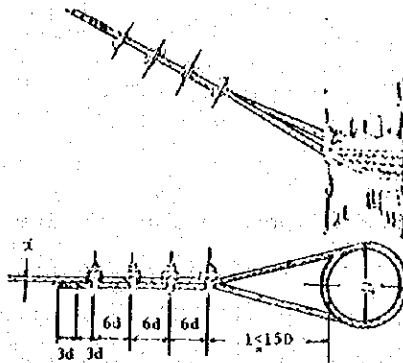
Cara yang salah



Cara yang salah



b. Pemasangan/mematikan ujung dari wire rope



(5) Pemeriksaan/checking terhadap wire rope

(6) Batas waktu pemakaian wire rope

Dalam keadaan yang disebut dibawah ini, kita harus tidak mempergunakan lagi bagian wire rope yang rusak atau kita harus memotong bagian-bagian yang rusak kemudian kedua ujung bekas potongan tersebut kita sambungkan lagi.

a. Apabila diameter kabel telah menyusut lebih dari 7% diameter normalnya/asalnya.

b. Apabila didalam satu pitch terdapat wire element yang rusak/putus lebih dari 4 ~ 6 pada wire rope 6 x 7 dan lebih dari 12 untuk wire rope 6 x 19.

2. Pada waktu Operasi/mengendalikan yarder

(1) Percobaan

(2) Muatan yang melebihi batas

(3) Kecepatan mengendarai/mengendalikan

3. Penggunaan sling

(1) Ketentuan-ketentuan pokok di dalam pembuatan "splice"

(2) Cara memasang/memuatkan log/kayu

(3) Batas maksimum banyaknya logs yang dimuat

4. Pelumasan: agar wire rope tidak rusak oleh karat

I-4 Penggunaan Nylon rope (tali nilon)

1. Komposisi dan sifat karakteristik nylon rope

(1) Penggunaan nylon rope

Dahulu, pada waktu pemasangan skyline orang mempergunakan wire rope yang berdiameter kecil sebagai lead rope. Jadi pertama kali kabel operating ditarik oleh wire rope kecil mengelilingi hampir setengah luas areal penembangan, baru kemudian operating line ini dipergunakan untuk menarik skyline.

Kemudian kabel operating yang lainpun direntangkan dengan cara yang sama. Kesulitan-kesulitan yang dialami ialah bahwa wire rope berdiameter kecil ini mudah kink dan berat membawanya/menariknya diatas permukaan tanah (terbuat dari baja). Oleh karena itu sebagai pengganti dari wire rope berdiameter kecil ini dipakailah nylon rope, yang sekarang banyak dipergunakan sebab nylon rope merupakan yang terkuat diantara fiber sintetis yang lain.

Maka dari itu saat ini untuk setting skyline dipergunakan nylon rope yang berdiameter 10mm sebagai lead rope.

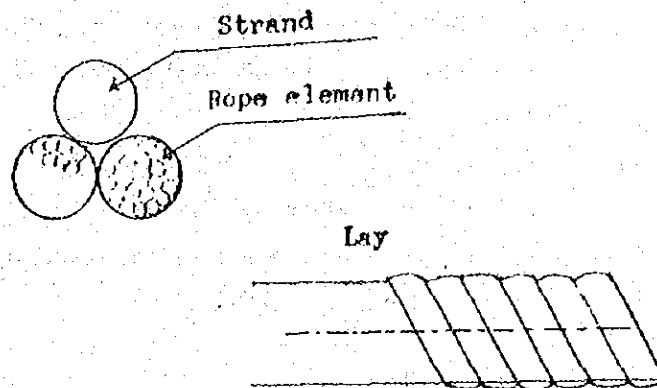
Pertama kali nylon rope dibawa/direntangkan sekeliling areal-tebangan dengan tenaga manusia, kemudian kabel haul back bisa ditarik dengan menggulung nylon rope pada yarder. Setelah itu kabel-kabel lain dan skyline ditarik dengan menggunakan haul back line.



## (2) Komposisi

Komposisi nylon rope pada prinsipnya sama dengan wire rope. Yaitu terdiri atas strand, dan setiap strand terdiri atas beberapa nylon strings (element) yang dijalin bersama. Tapi nylon rope tidak mempunyai core didalamnya (Gambar I-9).

Gambar I-9 Komposisi nylon rope



## (3) Karakteristik

- Berat nylon rope kurang lebih  $1/6$  dari berat wire rope, pada diameter yang sama.
- Hampir tidak menyerap air dan tidak berubah menjadi keras.
- Bisa ditinggalkan dalam keadaan basah karena tidak bisa berkarat.
- Sangat elastis (pada umumnya didalam penggunaan, bertambah panjang kira-kira  $20 \sim 30\%$ ), oleh karena itu apabila digulung/diikal pada drum maka drum tersebut akan menderita tekanan yang berat yang bisa menimbulkan kerusakan.
- Tidak tahan terhadap gesekan dengan benda-benda yang tajam dan keras (batu, karang dlsb) dan juga tidak tahan terhadap temperatur tinggi/api.

## 2. Cara mempergunakan dan menangani nylon rope sebagai Lead Rope

### (1) Bagaimana mempergunakan nylon rope

- Bila dipergunakan wire rope berdiameter  $10 \sim 14\text{mm}$  sebagai kabel operating, maka nylon rope yang sesuai dipergunakan sebagai lead rope adalah yang berdiameter  $9 \sim 10\text{mm}$ .

- b. Kemuluran/elastisitas maksimum adalah 140%, yaitu pada waktu penggunaan biasa. Kemuluran ini relatif tinggi dibandingkan dengan pada wire rope, tetapi hal ini tidak menjadikan problem sebab nylon rope akan kembali pada keadaan semula setelah beban dilepaskan.
- c. Pada waktu kita menarik nylon rope dengan tenaga yarder, kita harus menggulungnya 4 ~ 5 kali tidak pada drum tapi pada endless drum, serta kita harus mengusahakan agar nylon rope yang ditarik ini sebebaskan mungkin dari halangan dan jangan sampai ada bagian yang tertindih oleh benda lain.
- d. Cara splice pada nylon rope adalah sama dengan pada wire rope, yaitu sistem WARIZASHI-5 kali (pitches).
- e. Untuk menghubungkan/menggandengkan nylon rope dengan wire rope dipergunakan SOWA.

(2) Pada waktu operasi

- a. Pada waktu kita menarik nylon rope, jangan digulung langsung pada drum keseluruhannya, sebab hal ini akan merusakkan drum yang terjepit oleh daya elastisitas nylon rope.
- b. Bila dipergunakan yarder untuk menarik nylon rope, maka yarder harus dijalankan dengan kecepatan rendah.
- c. Baru setelah kita yakin bahwa nylon rope tidak bergesekan dengan batu, tanah atau tertindih pohon dsb, maka kita bisa menariknya dengan yarder.
- d. Operator yarder harus selalu memperhatikan keadaan nylon rope terutama dari tegangannya pada waktu menariknya dengan yarder. Apabila operator mengetahui sesuatu yang janggal pada tegangan nylon rope, maka ia harus segera menghentikan yardernya dan mengurangi tegangan nylon rope/lead rope. Setelah itu perlu diadakan pemeriksaan sepanjang lead rope seperti hal yang disebut dalam butir c. Apabila penarikan dilanjutkan setelah mengetahui ada kelainan pada tegangan lead rope tanpa pemeriksaan terlebih dahulu, maka nylon rope/lead rope akan putus.
- e. Harus diingat bahwa nylon rope sangat lemah terhadap gesekan dengan sisi-sisi tajam dan keras seperti batu

karang dsb.

- f. Untuk membawa/menarik salah satu ujung heel line ketempat heel block diletakkan, bisa juga dipergunakan nylon rope, akan tetapi perlu ditekankan disini bahwa kita tidak boleh terus mempergunakan nylon rope untuk menarik heel line setelah kabel-kabel tersebut melalui heel block. Nylon rope akan terkoyak atau bahkan putus apabila dipergunakan (untuk menarik) melalui heel block.
- g. Jangan mempergunakan nylon rope di dekat api sebab nylon rope tidak tahan terhadap suhu panas.

Tabel I-5 Kekuatan dan berat nylon rope/lead rope

Diameter (mm)	Berat (kg per 1.000m)	Titik putus (ton)
9	49,0	1,74
10	60,5	2,10
11	73,5	2,52
12	88,5	2,95

#### I-5 Menjalin (splice) Wire Rope

1. Wire rope yang di "splice" dan kekuatannya.

Dalam kenyataannya terdapat bermacam-macam sistim atau cara untuk menjalin/menyambung wire rope, namun terlebih dahulu kita pelajari dua cara yaitu, short splice (sambungan pendek) dan eye splice (kolongan).

Kekuatan sambungan atau kolongan wire rope ini tergantung pada cara menjalinnya. Adapun perbandingan kekuatan dari kedua cara tersebut diatas dapat diikuti pada uraian berikut dibawah ini.

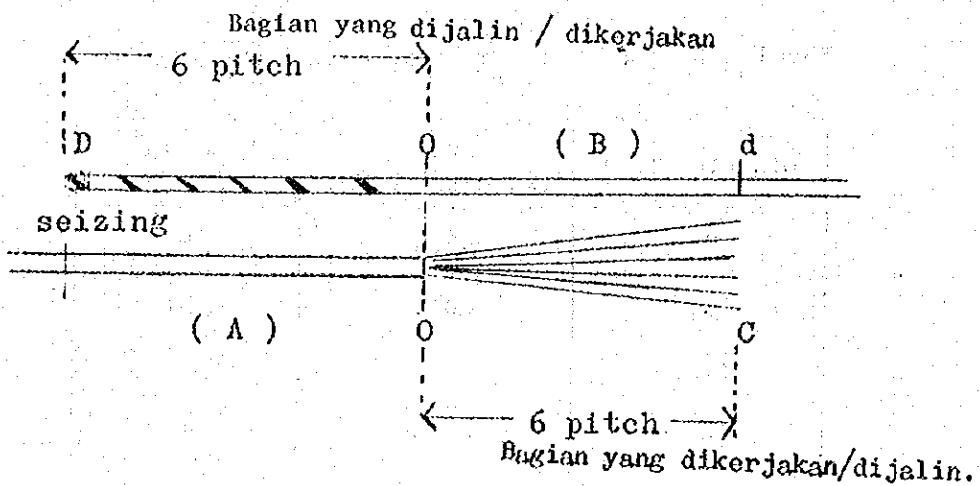
- Short splice ..... Apabila pembuatannya cukup baik, kekuatannya berkisar pada 75 ~ 90% dari kekuatan semula, kadang-kadang bahkan lebih dari 90%.
- Eye splice ..... Hasil proses yang baik, kedua-duanya yaitu sistem MAKIZASHI dan WARIZASHI berkekuatan

80 ~ 90% dari kekuatan semula.

2. Short splice (sambungan pendek)

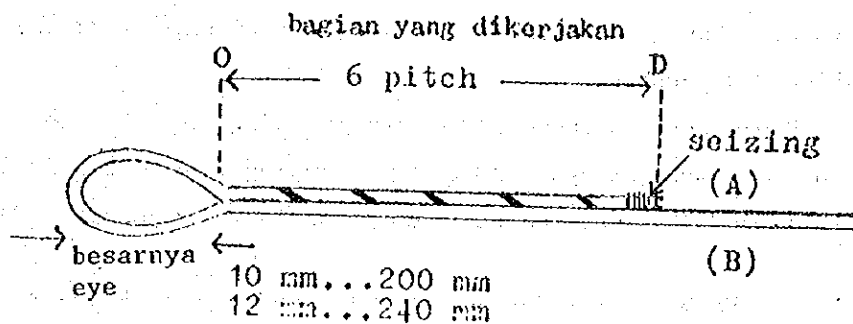
Apabila dua potong wire rope (A) dan (B) akan kita sambungkan, yaitu sepanjang OD dan OC, pertama-tama OC diletakkan pada (B) kemudian OD diletakkan pada wire rope (A). Jalinan ini kurang lebih sepanjang 5 ~ 6 pitch.

Gambar I-10 Short splice.



3. Eye splice

Gambar I-11 Eye splice



MAKIZASHI: dalam hal apabila dipergunakan untuk menggantung beban pada salah satu ujungnya, sistem ini mempunyai kecenderungan

terpuntir kearah yang berlawanan dengan arah lilitan pada waktu membuat kolongan, maka makin berat bebannya, makin banyak jalinan yang membuka. Akibatnya splice akan terlepas apabila mendapat tarikan yang lebih kuat.

Oleh karena itu untuk keperluan sebagai sling rope, seharusnya dipakai cara WARIZASHI dalam pembuatannya.

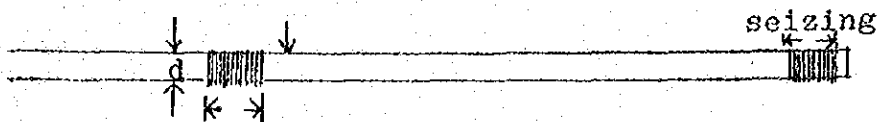
Pada bagian antara O dan D, wire rope (A) dijalin dengan Wire rope yang dibawahnya (b) maka terbentuklah mata kolongan (eye).

Didalam membuat mata kolongan (eye splice) ada dua macam cara yaitu, WARIZASHI (tiap strand dijalin sepanjang tiga setengah kali putaran) dan MAKIZASHI (setiap strand dijalin lebih dari empat setengah kali putaran).

#### 4. Seizing, pemotongan kabel dan SOWA

Seizing: adalah membebat/membalut ujung dari wire rope dengan kabel/kawat yang lebih kecil. Ini harus dikerjakan sebelum pemotongan kabel.

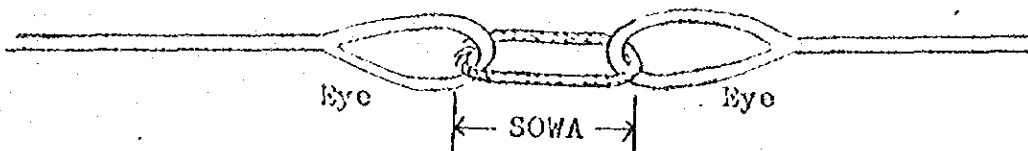
Gambar I-12 Seizing



Lebar seizing ..... standar -  $3 \times$  diameter kabel.

SOWA: adalah cara untuk menyambung dua potong wire rope yang masing-masing mempunyai kolongan, sementara, dengan menggunakan strand.

Gambar I-13 SOWA

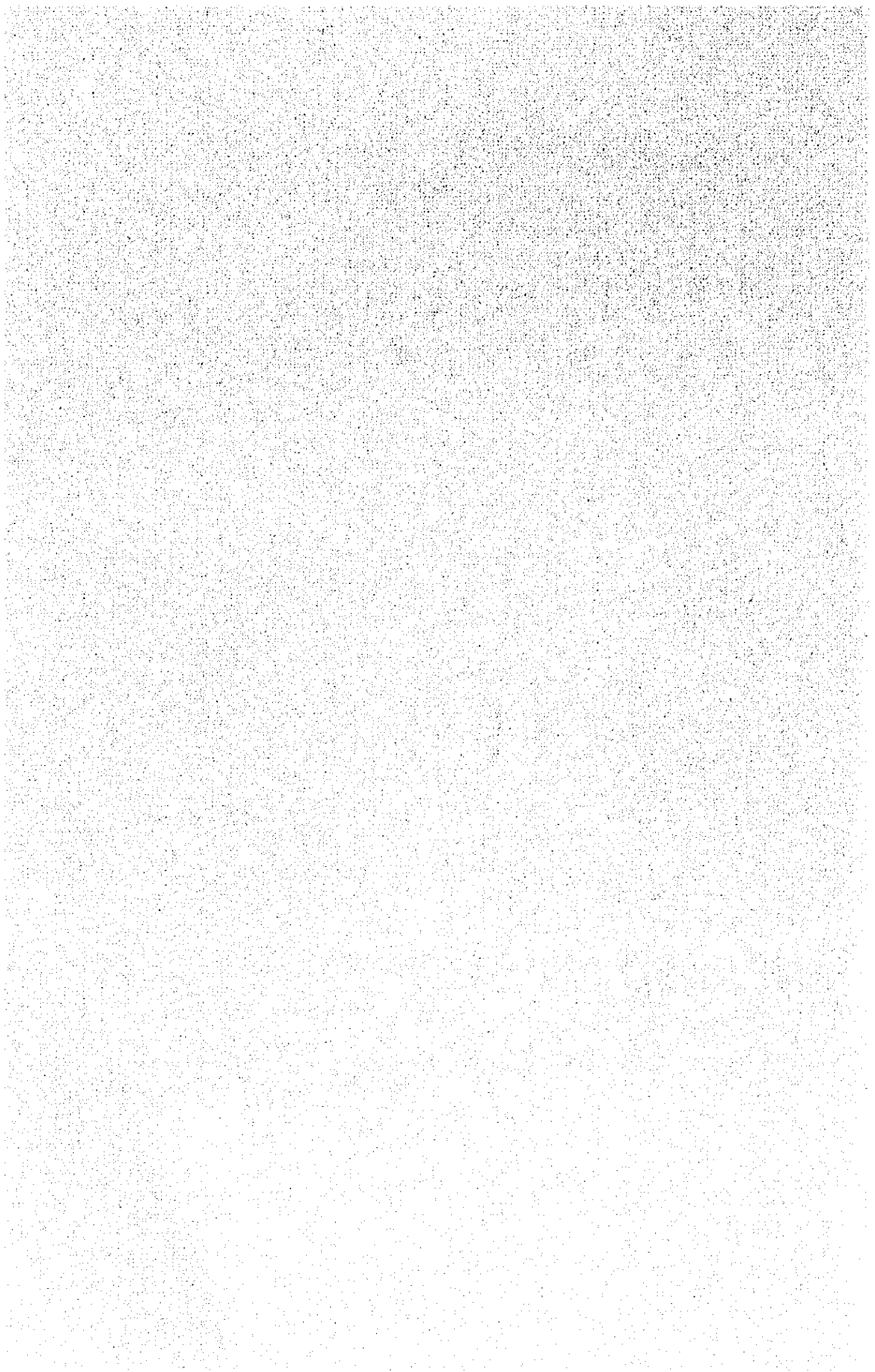


lilitan strand 6 kali

5. Membuat splice (jalinan) pada Nylon rope

Menjalin (splice) nylon rope pada prinsipnya adalah sama dengan pada wire rope (kabel baja).

## II. SKYLINE LOGGING





## II-1. Pengenalan Sistem Skyline

Sistem skyline logging adalah cara menyarad kayu melalui kabel baja yang terbentang diudara dengan menggunakan (tenaga) mesin stationer yang disebut yarder, kabel-kabel (baja) penarik dan peralatan lain seperti block, tiang penyangga dll. (Perhatikan gambar: II-1).

Sebagian besar penyaradan dilakukan tanpa menyentuh atau merusak permukaan tanah, karena itu sistem ini baik diterapkan, terutama di hutan pegunungan yang selain bertopografi berat juga curah hujannya tinggi dan bersifat vulkanik, dimana perhatian terhadap perlindungan erosi dan pengaturan tata air perlu sekali ditekankan.

Seperti di Jepang, sebagian besar hutannya ( $\pm$  67%) adalah hutan pegunungan dengan bentuk lapangan curam, curah hujan rata-rata setahun 3.000mm dan sering berdekatan atau dikelilingi oleh tanah pertanian. Karena itu rimbawan disana sebagian besar menggunakan skyline untuk mengeluarkan kayu dari hutan. Sistem ini sudah dikembangkan sejak  $\pm$ 65 tahun yang lalu di Jepang. Sebelum itu sistem skyline sudah dikenal pula di Amerika dan beberapa negara di Eropa.

Bentuk papangan hutan pegunungan di Jepang banyak miripnya dengan hutan-hutan pegunungan di Jawa.

Skyline sistem mempunyai banyak modifikasi dan mengalami penyempurnaan sejalan dengan kemajuan teknologi manusia. Diantara bermacam-macam sistem skyline. Endless Tyler System merupakan cara yang banyak diterapkan karena disamping sistem ini mudah dikendalikan juga bisa dipakai untuk segala arah kemiringan.

Proses penyaradan dengan skyline pada dasarnya dapat dipisahkan dalam empat tahap yaitu: membawa kayu ke dekat garis skyline, mengumpulkan kayu pada suatu tempat tertentu di bawah (sepanjang) garis skyline, membawa kayu dari tonggak ke tempat lain yang dikehendaki dan memuat/meletakkan kayu pada alat transport (truck dsb).

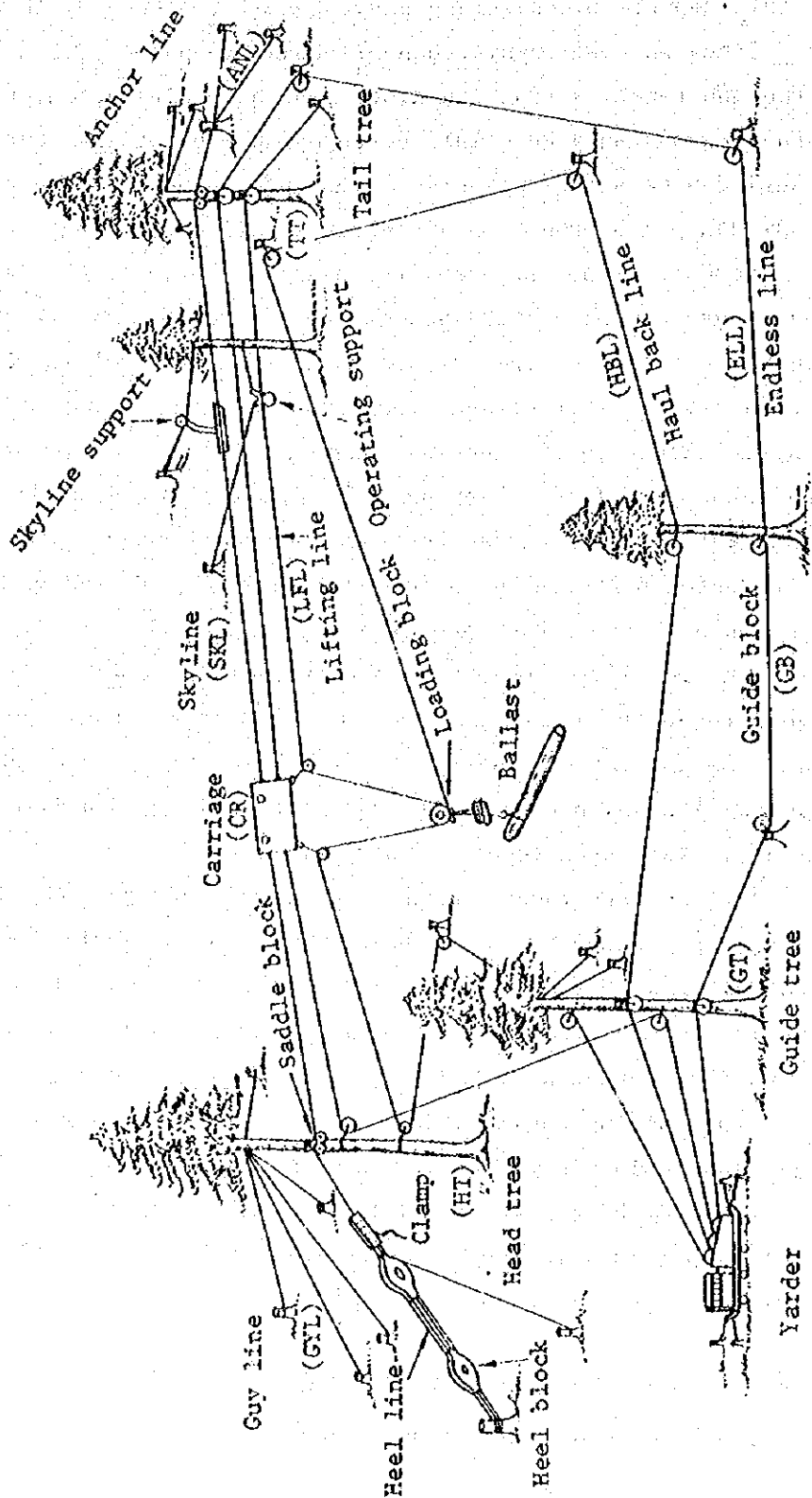
Yang sering terjadi, dua sampai tiga tahap langkah diatas dilakukan oleh mesin penggerak (yarder) yang sama.

Sebelum kita mencoba untuk mendirikan satu unit "model skyline" perlu dipelajari terlebih dahulu beberapa hal yang berhubungan dengan skyline yaitu antara lain mengenai:

- Jenis mesin dan peralatan apa saja yang diperlukan dan
- Bagaimana penggunaan dan pemasangan alat-alat tersebut.

Selanjutnya penjelasan dalam bab-bab berikut akan disertai dengan gambar agar mudah dimengerti.

Gambar II-1. Ilustrasi/gambaran dari suatu unit skyline.



## II-2 Mesin dan Peralatan Pada Sistem Skyline

Berdasarkan bentuk dan fungsinya, peralatan yang dipergunakan pada skyline sistem digolongkan dalam enam group, yaitu:

(1) kabel baja atau wire rope, (2) kereta luncur atau carriage, (3) katrol atau block, (4) yarder, (5) peralatan khusus dan (6) sistem/peralatan komunikasi.

### 1. Kabel baja (wire rope)

Ada beberapa macam dan ukuran kabel yang dipergunakan dalam sistem-skyline, antara lain menurut fungsinya:

- a. skyline (kabel utama)
- b. operating line, terdiri atas:
  - haul back line
  - lifting line
  - endless line
- c. heel line
- d. anchor line
- e. guy line

Skyline: Kabel utama yang kedua ujungnya disangga (terbentang antara) dua pohon, tunggak atau kadang-kadang dipakai artificial tower, berfungsi sebagai rel/jalan untuk carriage. Jadi sifatnya tidak bergerak. Kekuatan rentang (tensile strength) berkisar pada 165.180 sam pai 215 kg/mm . Umumnya dipakai kabel baja berdiameter 12, 16, 24 atau 28mm.

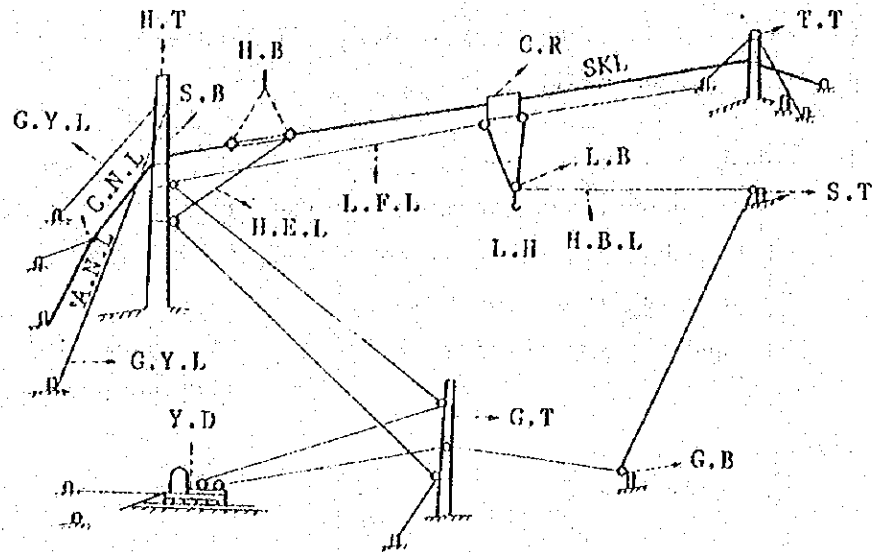
Anchor line: yaitu kabel yang menahan skyline pada tunggak atau pohon. Untuk ini dipakai kabel baja yang diameter dan strukturnya sama dengan skyline.

Operating line: kabel-kabel yang berfungsi untuk meneruskan tenaga (tarikan) yarder. Kabel-kabel ini sifatnya bergerak.

Yang disebut operating line yaitu:

- haul back line: untuk menarik kearah tail tree atau terutama untuk mengambil kayu yang terletak jauh diarah samping garis skyline.
- lifting line : untuk menaik-turunkan kayu.
- endless line : kabel ini kedua ujungnya berada pada carriage dan bergerak berlawanan arah. Fungsinya membawa carri sepanjang skyline kearah tail tree atau head tree.

Gambar II-2 Diagram sistem skyline



Tanda	Keterangan	Tanda	Keterangan
HT	Head Tree	HBL	Haul Back Line
TT	Tail Tree	CR	Carriage
GT	Guide Tree	LB	Loading Block
SKL	Sky Line	GB	Guide Block
HEL	Heel Line	HB	Heel Block
CNL	Connecting Line	SB	Saddle Block
ANL	Anchor Line	LH	Loading Hook
GYL	Guy Line	ST	Stump
LFL	Lifting Line	YD	Yarder

Masih ada beberapa kabel operating yang belum disebut disini seperti misalnya haul line pada sistem "three drums Tyler" yang berfungsi membawa carriage kembali kearah platform.

Dalam pekerjaan menyambung atau menjalin (splicing) kabel baja, dikenal berbagai cara menurut keperluannya.

Long splice adalah penyambungan antara dua potong skyline.

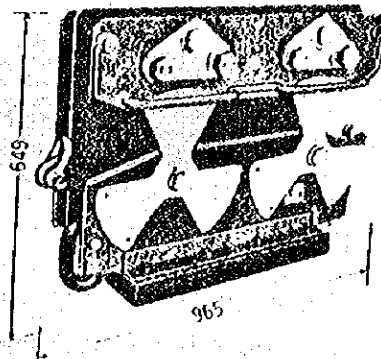
Short splice, penyambungan antara dua potong operating line.

Eye splice yaitu lingkaran/kolongan pada ujung kabel. Apabila pada sebuah kabel terdapat "eye" dikedua ujungnya, maka unit tersebut disebut disebut rigging rope.

## 2. Kereta luncur (carriage)

Terdapat bermacam-macam type carriage yang dipergunakan pada sistem skyline yang pemilihannya tergantung pada konfigurasi kabel, beban dan kekencangan (span) skyline. Yang sering dipakai adalah type terbuka pada satu sisi, maksudnya agar carriage dapat melewati/melalui penyangga (intermediate support) dengan mudah.

Gambar II-3 Carriage (type: BCD34)



## 3. Katrol (blocks)

Bermacam-macam bentuk dan type blocks yang dipergunakan pada sistem skyline antara lain: snatch block (guide block), heel block, loading block, saddle block dll.

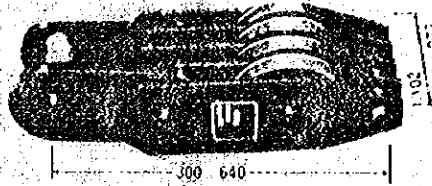
Snatch block atau guide block dilalui oleh operating line, mengarahkan atau agar kabel tidak bergesekan dengan pohon, tanah atau benda lainnya. Pemasangan dan pemilihan dilakukan sedemikian rupa sehingga kabel dapat berjalan dengan baik diantara shieve (roda) dan yoke (kerangka).

Gambar II-4 Snatch block (type: BS7A, BS9)



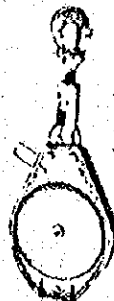
Heel block untuk menarik/mengencangkan skyline pada waktu pemasangannya. Heel block mempunyai roda 6 ~ 8 buah, sehingga tenaga tarik dari yarder menjadi berlipat ganda setelah melalui heel block.

Gambar II-5 Heel block (type: BH16, BH20, BH24)



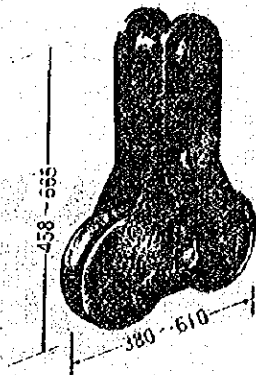
Loading block: suatu katrol besar yang menggantung dibawah carriage pada lifting line yang berguna untuk membawa atau menaik turunkan muatan/kayu.

Gambar II-6 Loading block (type: BLA21, BLA31B)



Saddle block, berfungsi sebagai penyangga skyline, dipasang/digantung pada trail tree dan head tree pada ketinggian tertentu, terdiri atas dua buah sheaves (roda) yang dirakit diantara dua kerangka (yoke) besi berbentuk segi tiga.

Gambar II-7 Saddle block (type: BD24, BD28)



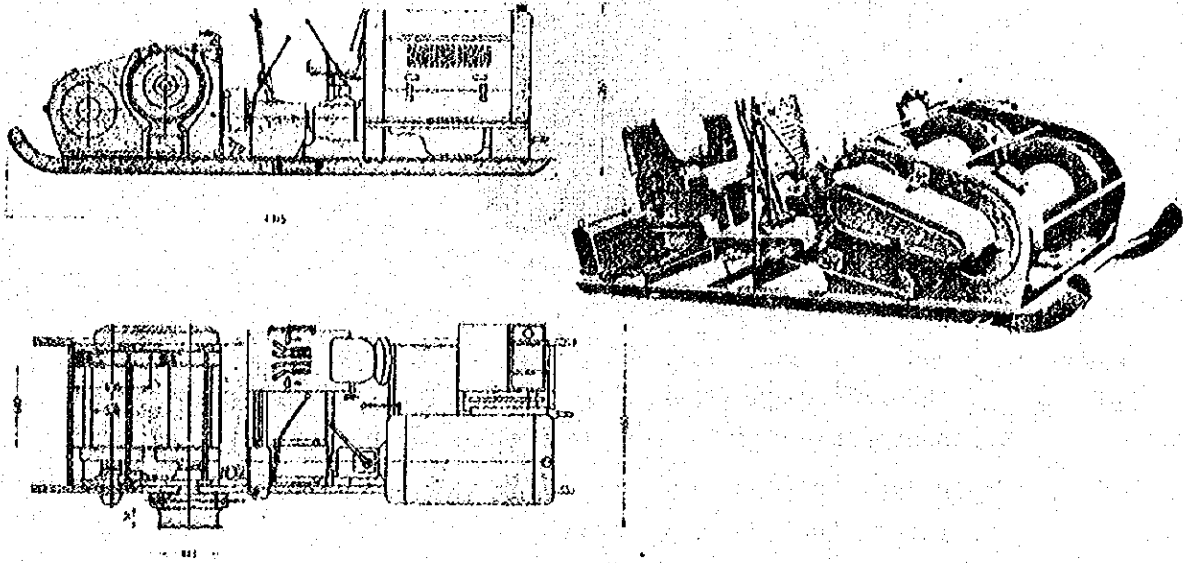
Special block, katrol kecil untuk pertolongan pada waktu pemasangan block atau alat lain yang lebih berat di atas pohon. Masih ada beberapa block yang tidak disebut disini yang pemilihannya tergantung pada kegunaannya.

#### 4. Yarder

Yarder adalah sejenis winch yang digerakkan oleh tenaga mesin (diesel). Tenaga (tarik) dari alat stationer ini disalurkan melalui kabel-kabel baja yang tergulung pada drum-drumnya. Yarder mempunyai perbedaan dengan winch pada umumnya seperti yang sering dipakai angkatan laut atau para pemborong jalan misalnya. Antara lain perbedaannya yaitu:

- a) berkecepatan tinggi.
- b) beratnya relatif ringan.
- c) bagian transmisi mempunyai kekhususan yaitu berukuran relatif kecil, selalu tergenang olie dan berada pada suatu tempat tertutup.
- d) mempunyai kemampuan menggulung/menarik besar.
- e) rem berkekuatan tinggi dan bisa diandalkan.
- f) mempunyai beberapa tingkat kecepatan dan untuk maju atau mundur mempunyai tingkat kecepatan yang sama.
- g) harus mudah dikendalikan, karena pada waktu operasi dibutuhkan kecepatan yang teratur dan serasi pada setiap drum-nya.

Gambar II-8 Yarder (type: Y-32E)

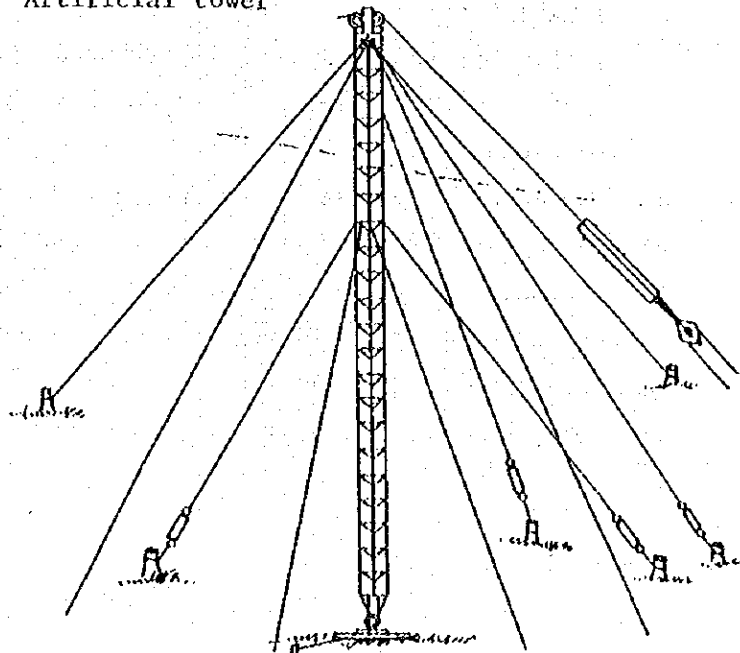


5. Peralatan khusus (special equipment)

Peralatan khusus yang dipakai dalam sistem skyline antara lain adalah: artificial tower (tiang buatan dari besi), skyline clamp, intermediate support, choker hook, carriage stops (apabila diperlukan) dll.

Artificial tower diperlukan sebagai pengganti, bila tidak ada pohon yang cukup kuat untuk head tree atau tail tree,

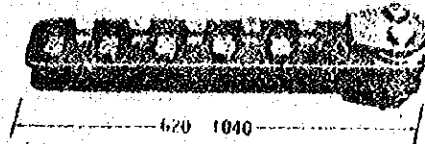
Gambar II-9 Artificial tower





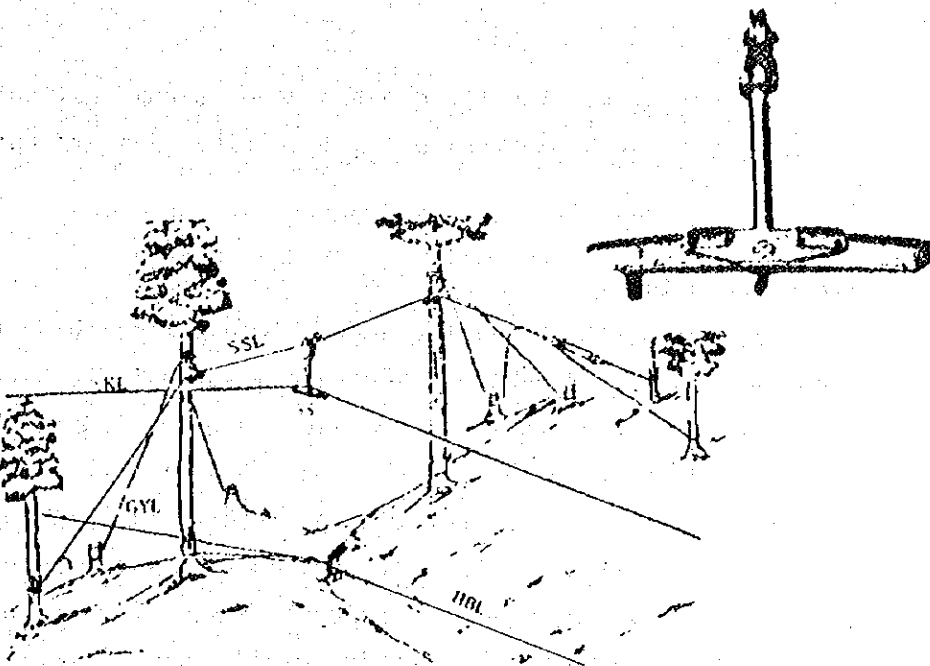
Skyline clamp adalah dua buah plat baja setebal 14 ~ 18mm yang dihubungkan oleh 10 ~ 12 baut, berguna untuk menjepit skyline dan menghubungkannya dengan heel block atau kadang-kadang langsung pada anchor line.

Gambar II-10 Skyline clamp (type: BG20, BG24, BG28)



Agar skyline tidak menyentuh tanah, terutama pada tempat-tempat yang agak datar atau untuk span yang panjang sekali diperlukan intermediate skyline support sebagai penyangga skyline diantara head tree dan taik tree (multi span skyline).

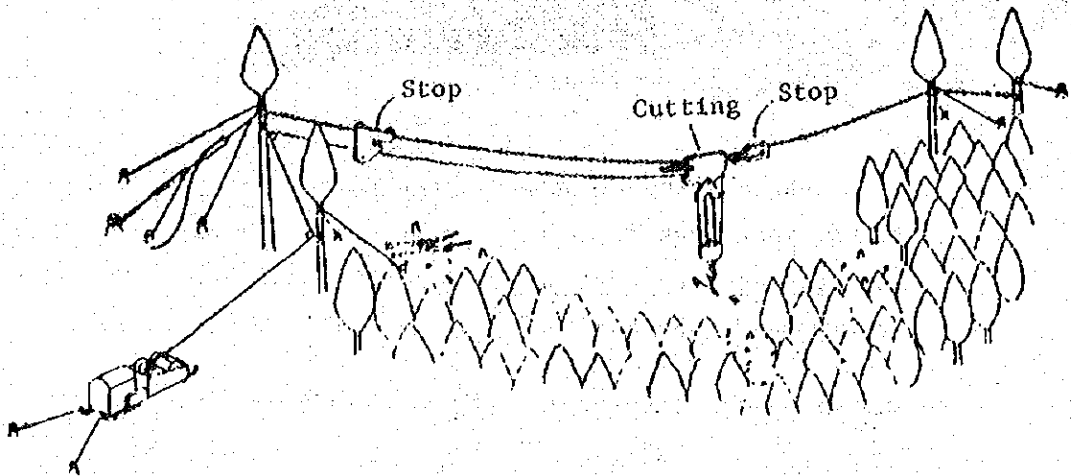
Gambar II-11 Intermediate skyline support (type: BN24C, BN28, BN32).



Gambar II-12 Penggunaan intermediate skyline support

Carriage stops dipergunakan pada beberapa sistem hoist yarding dan pada sistem aerial snubbing. Stops juga dipergunakan apabila sistem tebang yang diterapkan adalah sistem tebang pilih (selective cutting) seperti terlihat pada gambar: II-13.

Gambar II-13 Penggunaan carriage stops



Chocker hook, alat ini dipasang pada ujung dari kabel hoist (pengang kat) atau kabel skidding (penarik), gunanya untuk mengait kayu.

#### 6. Sistem komunikasi

Situasi ditempat loading secara detail tidak bisa terlihat oleh operator (bahkan kadang-kadang sama sekali tidak kelihatan), demikian pula diantara masing-masing pos pekerjaan (jauh, terhalang semak, bukit dlsb). Karena itu komunikasi diantara para crew logging terutama antara operator yarder dan pemasang choker (di loading spot) penting sekali artinya dalam skyline logging operation. Untuk itu dipergunakan telepon, interpon, klaxon atau menggunakan kode bendera. Juga perlu sekali adanya keseragaman isyarat atau kode yang dipergunakan dalam operasi. Semua isyarat atau kode yang telah disepakati harus diaati oleh semua pihak, karena sebagian besar keselamatan kerja tergantung pada baik buruknya komunikasi diantara crew.

## II-3 Proses Mendirikan Sistem Skyline

Untuk dapat dengan baik mendirikan sistem skyline, mengendarai yarder atau mengoperasikan skyline, diperlukan latihan/praktek lapangan sebanyak mungkin dengan disertai teori seperlunya.

Berdasarkan pada suatu teori yang kemudian diterapkan pada berbagai macam kondisi lapangan hutan, akhirnya akan didapat keahlian dan pengalaman yang diperlukan. Titik berat pelajaran mendirikan skyline dan mengoperasikan skyline adalah praktek di lapangan.

Berikut ini adalah uraian dari proses mendirikan sistem skyline. Sedangkan bagaimana pengoperasiannya akan diberikan di lapangan pada waktu praktek.

Hal-hal yang perlu dipersiapkan dan diperhatikan pada pembuatan skyline:

Yang harus dilakukan sebagai persiapan a.l.:

- (1) mempelajari teori dan membuat design dari sistem skyline yang akan didirikan.
- (2) mengadakan survey lapangan hutan yang akan dieksploiter:
  - menentukan tiang-tiang utama (head & tail tree atau towers) guide tree, stump-stump dan letak yarder.
  - menentukan letak platform (tempat pengumpulan).
  - menentukan peralatan yang diperlukan antara lain jumlah dan ukuran guide block, guy line, clips dlsb.
- (3) untuk keselamatan dan efisiensi kerja perlu dibuat suatu buku instruksi/petunjuk pelaksanaan (proses) pemasangan skyline.
- (4) sebelum dimulai sebaiknya tebangan (habis) pada areal yang bersangkutan diselesaikan terlebih dahulu.

Kemudian beberapa hal yang harus diperhatikan pada waktu mendirikan skyline antara lain adalah:

Pertama-tama yarder harus diletakkan pada kedudukan yang datar pada posisi yang memungkinkan pengemudinya untuk dapat melihat dengan baik keadaan di platform serta usahakan agar pengemudi dapat melihat daerah operasi seluas mungkin tanpa menengok kebelakang.

Yarder diletakkan diatas logs yang diatur melintang datar atau landasan yang lain apabila diperlukan. Kemudian dipasang patok-patok

dan anchor agar yarder dan landasannya tidak mudah bergerak.

Kemudian pemasangan alat-alat/persiapan pada head tree, tail tree dan guide tree. Pada keadaan tertentu, tepat dipuncak bukit misalnya dimana head atau tail tree tidak diperlukan, skyline bisa langsung dipasang pada anchor (tanpa melalui saddle block pada head tree atau tail tree).

Apabila dipergunakan pohon sebagai head atau tail tree, pemilihannya harus pada pohon yang cukup besar, kuat, berakar baik dan tidak mempunyai cacat batang yang berarti (koakan sadapan terlalu dalam dll). Pada head, tail dan guide tree atau stump, untuk melindungi kulit dan menambah kekuatannya, pada tempat-tempat yang akan dilingkari kabel harus dipasang potongan-potongan kayu kecil (lazim disebut: "Wooden protector").

Apabila tidak dapat dijumpai pohon yang cukup kuat sebagai head atau tail tree, sebagai pengganti didirikan tiang buatan (artificial tower). Dalam penggunaan artificial towers penting sekali diperhatikan bahwa landasan dari tiang tersebut harus kuat dan tidak mudah bergerak. Kemudian untuk menahan tower dipasang beberapa "guy line" kesegnap arah. Demikian juga pada pohon head, tail dan guide (tree) guy line selalu dipasang sebagai penguat.

Dalam buku "Mendirikan Sistem Skyline" akan dijelaskan secara terperinci proses mendirikan skyline.

#### II-4 Faktor Keselamatan

Pada pembuatan sistim skyline yang akan dipergunakan untuk menarad atau mengangkut kayu, penentuan dimensi dan kekuatan kabel yang akan dipergunakan dalam hubungannya dengan beban yang akan diangkut sangatlah penting. Harus diperhitungkan jangan sampai kabel-kabel tadi putus pada waktu unit skyline beroperasi. Perbandingan kekuatan kabel dan beban yang akan dipikul dinyatakan dengan angka yang disebut "faktor keselamatan" (safety factor).

Dari banyak pengamatan dan penelitian yang dilakukan, faktor keselamatan untuk masing-masing penggunaan kabel telah ditentukan sbb:

Penggunaan kabel	faktor keselamatan
skyline	2,7
Haul back line	4,0
Lifting line	6,0
Guy line	4,0

(Di Jepang angka-angka tersebut ditulis di dalam Undang-undang/peraturan keselamatan kerja).

Secara singkat, apabila kabel direntangkan (ditarik) semakin kuat, tegangannya makin tinggi, maka untuk tetap berada pada faktor keselamatan yang telah ditentukan diperlukan dimensi kabel yang lebih besar atau beban yang akan diangkut harus dikurangi.

Sebaliknya, bila kabel direntangkan terlalu kendur, maka lengkung (kebawah) kabel terlalu besar sehingga carriage tergantung rendah atau menyentuh permukaan tanah di beberapa tempat. Disamping itu skyline yang terlalu kendur akan menimbulkan ayunan kabel yang besar pada waktu carriage berjalan.

Besarnya (bentuk) lengkung skyline ditentukan oleh "Ratio central sag span" (ratio lengkungan kabel), yaitu perbandingan antara jarak lengkung kabel di-tengah-2 rentangan skyline dengan jarak datar antara dua penyangga skyline.

Perbedaan nilai perbandingan central sag span sangat mempengaruhi bentuk lengkungan dan tegangan kabel, oleh karena itu didalam penentuannya harus sangat berhati-hati.

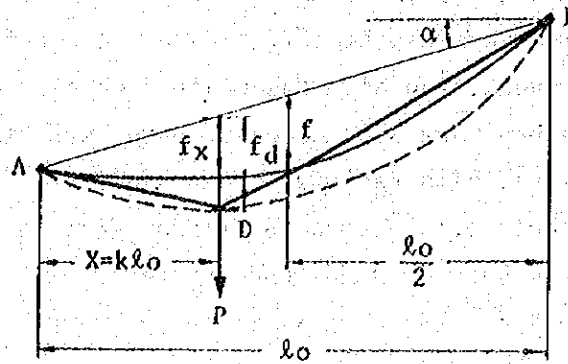
Sebagai standard, besarnya nilai perbandingan central sag span berkisar antara 0,02 ~ 0,06. Tapi dalam kenyataannya lebih sering dipergunakan angka 0,03 sampai 0,05. Karena itu, masih dalam batas yang aman, kita pergunakan saja didalam design angka 0,035. Apabila ternyata faktor keselamatan yang didapat masih terlalu rendah, maka angka tersebut kita naikkan menjadi 0,04 atau 0,045, hingga mencapai faktor keselamatan yang diinginkan.

## II-5 Metode Perhitungan Untuk Design Sistem Skyline

### 1. Perhitungan Kurve Skyline.

Kurve (asal) skyline dan kedudukan carriage.

Gambar II-14. Kurve asal skyline, kurve kedudukan carriage.



Besarnya lentur ditengah (central sag amount) dari kurve asal skyline adalah,  $f = S.l_0$

Besarnya lentur (sag) disetiap titik pada kurve AB (setiap jarak datar  $x$  dari A) adalah,

$$f_x = m.f \text{ , dimana } m = 4(k-k^2)$$

$m$  adalah koefisien yang ditentukan oleh jarak datar dari ujung terendah.

$K = \frac{x}{l_0}$  , dan  $k$  adalah koefisien jarak datar pada setiap titik yang dihitung dari A.

Lebih dahulu panjang 10 dibagi dalam 20 bagian yang sama, maka nilai  $k$  dan  $m$  adalah sebagai berikut;

$k$	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60	0,55	
$m$	0,19	0,36	0,51	0,64	0,75	0,84	0,91	0,96	0,99	1,00

Dengan mengetahui nilai-nilai tersebut, maka kita bisa menggambar kurve asal (lengkung asli) dari kabel utama.

Kemudian kita hitung kurve kedudukan carriage yang bergerak sepanjang skyline.

Apabila carriage tergantung (terletak pada suatu titik diantara A dan B, kabel akan turun sampai pada suatu titik D, dan mencapai keseimbangan disini.

Misalnya ditentukan jarak A ~ D adalah x, dan (besarnya) lentur asal kabel tanpa beban adalah fx, maka (besarnya) lentur kabel sekarang dengan muatan (fd) adalah:

$f_d = r \cdot f_x$  dimana r adalah koefisien perubahan lentur kabel sehubungan dengan posisi carriage.  
r. dihitung dengan rumus:

$$r = \frac{1+2n}{\sqrt{1+12(n+n^2)(k-k^2)}}$$

$k = \frac{x}{\ell_0}$  koefisien dari kedudukan beban.

$n = \frac{P}{W}$  ratio beban.

P = berat carriage.

W = berat kabel sepanjang (diantara) dua penyangga.

## 2. Perhitungan Koreksi

Apabila skyline ditarik dengan kuat dan direntangkan diantara 2 penyangga, maka ada beberapa kejadian yang mempengaruhi hasil perhitungan didalam membuat design skyline, yaitu:

- a) perubahan kedudukan penyangga (spar)
- b) perubahan temperatur.
- c) elastisitas kabel.

Ketiga faktor diatas harus diikut sertakan didalam perhitungan sehingga kita akan mendapatkan nilai yang lebih akurat.

- a) Koreksi karena perubahan kedudukan titik-titik penyangga (supporting points)

Pada waktu skyline ditarik dan dipasang diantara penyangga, maka jarak antara dua titik penyangga (bagian ujung spar tree) akan berubah. Perubahan letak ini cenderung kearah dalam, sehingga jarak rentangan kabel menjadi lebih pendek yang mengakibatkan penambahan pada lengkungan kabel.

Apabila ditentukan pergeseran/perubahan letak kedua titik penyangga adalah  $\Delta \ell$ .

Dan jarak antara kedua penyangga adalah  $\ell$ , maka ratio perpindahan titik penyangga ( $\Delta d$ ) menjadi:

$$\Delta d = \frac{\ell}{\ell}$$

Besarnya lengkung kabel sebelum ada perubahan letak titik penyangga ditentukan sebagai  $f_D$ , sedangkan apabila terjadi perubahan disebut sebagai  $f'_D$ . Maka  $f'_D = E_d \cdot f_D$

dimana

$$E_d = \sqrt{\frac{1 + \frac{3}{8s^2 \cos^4 \alpha} \Delta d}{1 - \Delta d}}$$

$S_0$  = ratio central sag span pada curve asal

$\alpha$  = inklinasi rentangan kabel.

b) Koreksi karena perubahan temperatur

Temperatur pada waktu pemasangan skyline dan waktu operasi kadang-kadang berbeda.

Pergantian temperatur ini diatas batas tertentu akan mempengaruhi panjang (muai/susut) dari kabel yang akibatnya akan mempengaruhi pula besarnya lengkung (sag) skyline.

Ratio pemuaian/penyusutan panjang kabel ( $W$ ) adalah:

$W = 11 \times 10^{-6}$ /derajat Celcius; ini adalah nilai yang relatif kecil.

Apabila besarnya lengkung kabel tanpa pemuaian/penyusutan panjang adalah  $f_x$ , dan lengkung kabel setelah ada pemuaian/penyusutan adalah  $f_x'$ , maka  $f_x' = E_t \cdot f_x$

dimana;

$$E_t = 1 \pm \frac{3}{16S^2 \cos^4 \alpha} W t^\circ$$

$E_t$ : Koefisien koreksi untuk besarnya lengkung kabel yang dipengaruhi oleh perubahan temperatur sebesar  $t^\circ$ .

Apabila  $E_t$  terjadi setelah skyline dibebani (carriage dlsb), maka besar lengkung skyline dengan beban yang tadinya sebesar  $f_D$  berubah menjadi  $f'_D$ , karena pengaruh suhu.

maka,

$$f'_D = E_t \cdot f_D$$

Lengkung kabel akan menjadi lebih besar dengan kenaikan temperatur, begitu juga sebaliknya bila temperatur turun.

Di Indonesia dan daerah tropis lainnya, fluktuasi temperatur ini berkisar pada angka2 yang relatif kecil perbedaannya dapat diabaikan.



c) Koreksi karena elastisitas kabel

Pada waktu ditarik dan dibebani ketegangan skyline akan bertambah. Terjadi perubahan panjang kabel karena sifat elastisitasnya, sehingga ini mempengaruhi pula besar lengkungan kabel.

Besarnya elastisitas kabel untuk berbagai jenis/ukuran dan ketegangan tertentu dapat diketahui berdasarkan hasil percobaan yang telah dilakukan.

Bila elastisitas kabel adalah  $\Delta L$  dan panjang kabel semula  $L$ , maka ratio elastisitasnya  $\Delta e$  adalah:

$$\Delta e = \frac{\Delta L}{L}$$

Bila besarnya lengkung kabel sebelum ada pengaruh elastisitas  $f_D$ , maka besar lengkung kabel sekarang  $f_D'$  adalah:

$$f_D' = E \cdot f_D$$

dimana;

$$E = \left[ \frac{1}{2} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{3}{8s^2 \cos^4 \alpha} \Delta e} \right) \right]$$

$E$ : Koefisien koreksi pada besarnya lengkungan yang disebabkan oleh elastisitas kabel dengan adanya penambahan tegangan oleh beban.

$$\Delta e = \lambda \cdot T_d \quad \Delta e = \text{ratio elastisitas}$$

$$\lambda = \frac{1}{A \cdot E}$$

$$T_d = T_{\max} - T_0$$

$A$  = luas penampang melintang kabel.

$E$  = Koefisien elastisitas kabel.

$T_{\max}$  = tegangan maximum dengan bebab sebelum dikoreksi.

$T_0$  = tegangan maximum tanpa beban.

d) Akumulasi koreksi

Apabila terjadi pengaruh perubahan letak titik penyangga, perbedaan temperatur dan elastisitas kabel, maka koefisien koreksi untuk seluruh pengaruh ( $E$ ) adalah:

$$E = E_D \cdot E_t \cdot E_e$$

Khususnya di Indonesia dan daerah tropis lainnya, pengaruh perbedaan temperatur dapat diabaikan, sehingga rumus diatas berubah menjadi:

$$E = E_D \cdot E_e$$

Maka jumlah (seluruh) koreksi untuk besarnya lengkung kabel  $f'D$  adalah:

$$fD' = E \cdot f_D = E_D \cdot E_t \cdot E_e \cdot f_D$$

atau untuk iklim tropis dan Indonesia

$$fD' = E \cdot f_D = E_D \cdot E_e \cdot f_D$$

Dengan diketahuinya jarak  $f'D$  dari garis AB pada masing-masing nilai  $k$ , maka akan didapat kurve lengkung yang telah dikoreksi. Dari gambar kurve yang terakhir ini dan hasil survey lapangan, akan diketahui ditempat-tempat mana skyline menyentuh atau terlalu dekat dengan permukaan tanah atau halangan-halangan yang lain.

## II-6 Pengujian Design Sistem Skyline

Apabila design pokok telah selesai diperhitungkan seperti pada bab terdahulu, maka langkah selanjutnya adalah (perhitungan) checking guna menghindarkan kesulitan-kesulitan antara lain seperti putusnya kabel atau sistem yang tidak bisa bekerja dengan baik pada waktu ada muatan disb.

Penggunaan kabel dengan dimensi yang lebih (terlalu) besar dari yang diperlukan karena pertimbangan keselamatan saja, didalam perencanaan tidak dibenarkan. Didalam design pokok, dalam batas yang diperkehankan, kita menggunakan wire rope dengan ukuran sekecil mungkin. Oleh karena itu kita harus mengadakan pengujian atas perhitungan yang terdahulu dengan memakai norma yang disebut sebagai "faktor keselamatan" (coefficient of safety).

### 1. Tegangan Skyline dan Faktor Keselamatan

Beban yang ada pada carriage selain berat carriage dan muatannya juga terhitung impact (pengaruh gerak) muatan dan perkiraan berat kabel operating yang tergantung pada carriage.

Impact muatan dinyatakan dengan koefisien impact (I) dan berat kabel operating ( $W'$ ) adalah berat kabel sepanjang setengah dari jarak antara dua titik penyangga (pada kedudukan carriage yang memungkinkan berat maksimum dari kabel yang tergantung padanya).

Jadi jumlah beban carriage P adalah:

$$P = (P_o + P_c) \times (1 + I) + W' \quad \text{dimana,}$$

$P_o$  = berat log/kayu

$P_c$  = berat (murni) carriage

$I$  = Koefisien impact, berkisar pada 0,2 ~ 0,3

$W'$  = berat kabel operating (maksimum) yang tergantung pada carriage.

Pada waktu carriage berada diatas kabel utama yang ditarik pada ketegangan tertentu, maka ketegangan kabel utama akan bertambah besar.

Intensitas tegangan tidak hanya tergantung pada berat beban, tapi juga oleh kedudukan dari pada carriage.

Tegangan maksimum pada titik penyangga teratas dicapai pada waktu carriage berada ditengah-tengah jarak rentangan kabel.

Tegangan maksimum ( $T_1$ ) yang ada pada titik penyangga teratas adalah,

$$T_1 = (W + P) \times \phi \quad \text{dimana,}$$

$W$  = berat kabel utama

$P$  = jumlah beban carriage

$\phi$  = koefisien tegangan maksimum

$$\phi = \frac{\sqrt{1 + (4s_1 + \tan\alpha)^2}}{8s_1}$$

$\alpha$  = sudut inklinasi skyline

$S_1$  = Equivalensi ratio sag span dimana  $s_1 = Z_1 \cdot s_0$

$S_0$  = Ratio central sag span (tanpa muatan)

$Z_1$  = Koefisien equivalency yang ditentukan dengan line-load ratio.

$$Z_1 = \frac{1}{\sqrt{1 + 3n + 3n^2}} \quad \text{dimana, } n = \frac{P}{W}$$

$n$  = ratio muatan

Apabila tegangan maksimum yang dihitung diatas adalah  $T_1$  dan kekuatan maksimum (guaranted breaking strenght) wire rope yang dipergunakan =  $B$ , maka faktor keselamatan  $N$  adalah

$$N = \frac{B}{T_1}$$

Untuk skyline nilai  $N$  paling tidak harus mencapai 2,7. Bila ternyata nilai  $N$  yang didapat lebih kecil dari 2,7, maka sistem skyline yang bersangkutan masih dianggap berbahaya atau tidak memenuhi syarat keselamatan.

Kemudian kita masukkan nilai koefisien koreksi ( $K$ ) didalam perhitungan. Apabila ternyata hasil  $N$  masih dibawah 2,7, maka

design sistem yang bersangkutan harus diperbaiki.

## 2. Tegangan kabel operating dan faktor keselamatan

### a) Kabel lifting

Tegangan maksimum pada kabel lifting didalam sistem endless Tyler dihitung sebagai berikut:

$$T'_1 = \frac{P}{N_o} + P'_1 \times h'$$

$P\ell$  = berat beban loading block, ballast, sling, logs dll).

$P'_1$  = berat kabel tiap unit satuan.

$h'$  = jarak/tinggi maksimum (jarak maksimum antara skyline dan tanah).

$N_o$  = banyaknya kabel yang menahan (menggantung) loading block.

Rumus tersebut diatas juga dapat diterapkan untuk menghitung  $T'_1$  pada sistem Tyler dan sistem falling block.

Selanjutnya apabila kekuatan maksimum (guaranted breaking strenght) kabel lifting yang dipakai adalah  $B'_1$ , maka faktor keselamatan kabel lifting ( $N'_1$ ) dihitung,

$$N_1 = \frac{B'_1}{T'_1}$$

Nilai  $N$  harus lebih besar dari 6,0.

### b) Kabel endless

Tegangan maksimum pada kabel endless ( $T'_2$ ) dihitung dengan rumus;

$$T'_2 = T'_o + T_p \quad \text{dimana,}$$

$T'_o$  = tegangan asal

$T_p$  = daya tarik (tracting force) terhadap muatan.

Kabel endless diterik/direntangkan sampai pada ratio sag-span ( $S'$ ). Besarnya  $S'$  untuk kabel endless berkisar antara 1,2 ~ 1,3 kali ratio sag span skyline, yaitu pada waktu carriage berimpit dengan salah satu titik penyangga.

$$T'_o = (P'_2 \times \ell) \times \phi \quad \text{dimana,}$$

$P'_2$  = berat kabel endless tiap satuan panjang

$\ell$  = panjang rentangan kabel.

$\phi$  = koefisien tegangan maksimum.

Daya tarik terhadap muatan ( $T_p$ ) diperhitungkan untuk setiap kedudukan carriage. Jadi  $T_{p1}$  untuk posisi carriage jauh dari titik penyangga dan  $T_{p2}$  apabila carriage berimpit dengan titik penyangga.

$$T_{p1} = P \times \sin \beta_1$$

$$T_{p2} = P \times \sin \beta_2 \quad \text{dimana,}$$

$P$  = beban carriage

$\beta_1$  = sudut inklinasi pada kurve kedudukan carriage (load), didekat titik penyangga.

$\beta_2$  = sudut inklinasi pada kurve kedudukan carriage (load), didekat titik penyangga.

Tegangan maksimum kabel endless pada saat carriage jauh dari titik penyangga adalah  $T_1$  dan pada saat carriage berada didekat titik penyangga  $T_2$ , maka

$$T_1 = T'_0 + T_{p1}$$

$$T_2 = T'_0 + T_{p2}$$

Bila kekuatan maksimum kabel endless adalah  $B_2^I$ , maka faktor keselamatan  $N_2$  dihitung sbb;

$$N_2 = \frac{B_2^I}{T_1} \quad \text{dan} \quad \frac{B_2^I}{T_2}$$

Kedua nilai  $N_2$  harus lebih dari 4,0

## II-7 Proses Membuat Design Sistem Skyline

Pemilihan tempat yarding, survey situasi lapangan terbang, dengan pengukuran profil lapangan dan cross section survey apabila diperlukan, mempergunakan "pocket compass". Hasil survey lapangan diproyeksikan kedalam gambar penampang vertikal.

Prinsip pokok didalam perencanaan penyaradan adalah kekuatan kabel, jangan sampai putus atau rusak pada waktu beroperasi.

Didalam membuat design sistem skyline dilakukan perhitungan-perhitungan untuk menyelaraskan kemampuan/kekuatan kabel dengan beban yang dipikul.

Selanjutnya, akan dibuat urutan sistematis dari proses perhitungan rencana sistem skyline untuk suatu operasi yang aman, dengan menggunakan rumus-rumus sederhana dan tabel.

1. Kondisi pokok

Sistem jaringan kabel: sistem Tyler, endless Tyler, falling block dsb.

Rentangan kabel:

1. jarak horisontal  $l_0 =$  m
2. sudut inklinasi  $\alpha =$  o
3. jarak sebenarnya  $l = (l_0/\cos\alpha) =$  m
4. jarak vertikal  $h = (l_0 \tan\alpha) =$  m
5. ratio sag span skyline  $S_0$

Kabel (wire rope).

Penggunaan kabel	konstruksi kabel	diameter kabel	(6) kekuatan maksimum kabel	(7) berat kabel per meter	(8) berat kabel seluruhnya (7) x (3)
skyline		mm	B = kg	P = kg/m	W = kg
kabel lifting		mm	B' =	P' = kg/m	W' = kg
kabel Haul back		mm	B' = kg	kg/m	W' = kg
kabel endless		mm			

- Beban: (9) Berat beban (logs)  $P_0 =$  kg.  
 (10) Berat carriage  $P =$  kg.

	Keterangan	Type/jenis	jumlah unit	berat per unit	jumlah berat
berat carriage tanpa beban.	Carriage	Pe			
	Guide block	Pe			
	Loading block	Pe			
	Ballast	Pe			
	Sling	Pe			

	Keterangan	Type/jenis	Jumlah unit	berat per unit	Jumlah berat
Berat kabel operating,	Kabel lifting	$W_1'$			
	Kabel haul	$W_2'$			
	Kabel haul-back	$W_2'$			
	Kabel endless	$W_2'$			
(9)	Berat beban (logs)	P0			
(10)	Jumlah	P			

## 2. Perhitungan faktor keselamatan skyline

(12) jumlah beban seluruhnya:

$$W + P = \text{kg}$$

(13) ratio muatan:

$$n = P / W$$

(14) koefisien equivalency yang ditentukan dengan line-load ratio:

$$Z_1 \text{ (Tabel II-2).}$$

(15) equivalency sag-span ratio:

$$S_1 = Z_1 \times S_0$$

(16) koefisien tegangan maksimum:

$$\phi_1 \text{ (Tabel II-3).}$$

(17) Tegangan maksimum:

$$T_1 = (W + P) \times \phi_1$$

(18) Faktor keselamatan:

$$B / T_1$$

3. Perhitungan faktor keselamatan kabel operating.

(A) Kabel lifting

(19) tinggi maksimum kabel lifting

$$h' = \quad \text{m}$$

(20) berat loading block, ballast dll.

$$P\ell = \quad \text{kg}$$

Bila kabel haul back dipasang pada loading block, tegangan dan beratnya termasuk didalam perhitungan diatas. Tetapi dalam hal ini kita harus menghitung tegangan kabel haul back terlebih dahulu seperti tersebut diatas, pada (b).

(21) banyaknya kabel lifting

$$n_0 =$$

(22) tegangan maksimum

$$T_1' = \frac{(20)}{n_0} + P_1' \cdot h' = \quad \text{kg}$$

(23) Faktor keselamatan

$$N = \frac{(6)}{T_1'}$$

(B) Kabel Haul back atau Endless

(i) Daya tarik beban  $T_p$

(5)

$$(24) S_B = 0,8 \times S_0$$

(25) Koefisien daya tarik beban.

$$\sin\beta \quad (\text{Tabel II-4})$$

(26) Kekuatan tarik beban

$$T_p = P \times \sin\beta \quad \dots \text{kg}$$

(ii) Tegangan (dasar) kabel Endless.  $T_0'$

(27) Tegangan dasar

$$T_0' = W_2' \times \phi_0' \quad (\text{Tabel II-3})$$

(28) Sistem Endless Tyler

$$\text{Tegangan maksimum } T_2' = T_p + T_0'$$



(29) Faktor keselamatan

$$N = B_2'/T_2'$$

Tabel berikut dibuat untuk mempermudah perhitungan dengan menggunakan rumus-2 dan tabel sederhana, berdasarkan petunjuk urut-2an/ nomer yang disebut dalam tanda ( ).

1. Kondisi pokok

Tentukan sistem (jaringan) kabel yang dipakai, pada kolom "sistem jaringan". Apakah itu sistem Tyler, Endless Tyler, Falling block dsb.

Rentangan kabel

(1)  $l_0$  jarak horisontal (m)

Hasil survey dilapangan. Didalam prakteknya kita mengukur sudut inklinasi  $\alpha$ . (2) dan jarak sebenarnya  $l$ . (3) dilapangan, kemudian kita hitung  $l_0$  dengan rumus dibawah,

$$l_0 = l \cos\alpha$$

nilai  $\cos\alpha$  dapat dicari dalam tabel II-1, yang dihitung berdasarkan azas segi tiga siku-siku.

(2)  $\alpha$  Sudut inklinasi ( $^\circ$ )

Didapat dengan mengukur sudut kemiringan dari head tree ketail tree dilapangan.

(3)  $l$  jarak sebenarnya (m)

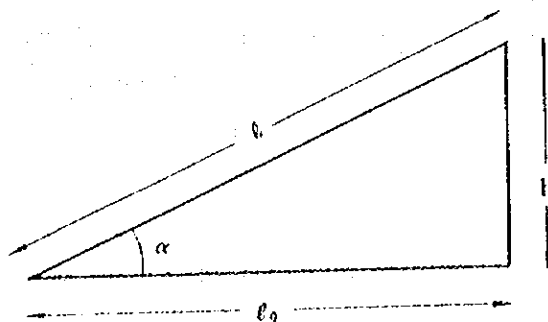
Hasil pengukuran dilapangan.

(4)  $h$  jarak vertikal (m)

Diketahui jarak horisontal  $l_0$  (1) dan sudut  $\alpha$  (2), maka  $h_0$  dihitung,  $h = l_0 \times \tan\alpha$

nilai  $\tan$  dapat dilihat pada Tabel II-1.

Hubungan antara besaran tersebut diatas dapat dilihat dalam diagram dibawah ini;



- (5) So. Ratio sag span (ratio lengkung rentangan) skyline  
 Dalam prakteknya, nilai So ditetapkan terlebih dahulu,  
 skyline dipasang/direntangkan sampai mencapai nilai So  
 atau fo yang diinginkan. Hubungan So dan fo adalah;

$$S_0 = \frac{f_0}{\ell_0}$$

Mengenai bentuk atau asal lengkung skyline, silahkan periksa kembali bab II-5-1.

#### Kabel (Wire Rope)

Konstruksi, jenis dan dimensi kabel yang dipergunakan bervariasi menurut kebutuhannya. Didalam katalog (biasa dibuat oleh pabrik yang bersangkutan) atau tabel wire rope, disebutkan kegunaan masing-masing kabel, jenis, konstruksi, ukuran, kekuatan disb.

- (6) B, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>.

Kekuatan maksimum kabel/guaranted breaking strenght)

- (7) P, P<sub>1</sub><sup>1</sup>, P<sub>2</sub><sup>1</sup>.

Berat kabel per meter.

- (8) W, W<sub>1</sub><sup>1</sup>, W<sub>2</sub><sup>1</sup>.

Berat kabel.

Perhitungan berat kabel disini ada kaitannya dengan perhitungan tegangan skyline. Nilai W, W<sub>1</sub><sup>1</sup> dan W<sub>2</sub><sup>1</sup> didapat dengan menghitung P, P<sub>1</sub><sup>1</sup>, P<sub>2</sub><sup>1</sup> berat per meter (7) dan ℓ jarak/panjang kabel sebenarnya (3);

$$W = P \times \ell$$

$$W_1^1 = P_1^1 \times \ell$$

$$W_2^1 = P_2^1 \times \ell$$

#### Beban.

Berat muatan, berat carriage kosong dan berat kabel operating dijumlahkan, merupakan berat dari muatan carriage.

- (9) Po. Berat beban (logs) disb.

Tentukan berat maksimum beban yang akan dibawa berdasarkan perkiraan. Kemudian apabila hasil perhitungan ternyata dibawah nilai faktor keselamatan yang dianjurkan, maka berat beban harus dikurangi dan buat perhitungan kembali.

- (10) P. Muatan carriage.

Dihitung dengan rumus,

$$P = P_o + P_c + W^1$$

Po : (9) berat beban maksimum.

$P_c$  : berat carriage (periksa katalog)

$W'$  : jumlah berat kabel operating.

Jumlah  $W'$  bervariasi tergantung pada sistem (jaringan) kabel yang diterapkan.

Pada sistem endless Tyler,  $W' = \frac{W_1}{2} + \frac{W_2}{2}$

## 2. Perhitungan Faktor Keselamatan Skyline

(12)  $W + P$ . Jumlah beban seluruhnya.

Didapat dari nilai  $W$ (8) dan  $P$ (10)

(13)  $n$ . Ratio muatan. (10) (8)

Dihitung dengan rumus,  $n = P / W$

(14)  $Z_1$ . Koefisien equivalency yang ditentukan dengan ratio line-load. Nilai  $Z_1$  didapat dari tabel equivalency (Tabel II-2) melalui nilai  $n$  (13).

(15)  $S_1$ . Equivalency sag span ratio, adalah hasil perkalian antara nilai  $Z_1$  (14) dan  $S_0$  (5).

$$S_1 = Z_1 \times S_0.$$

(16)  $\Phi_1$  Koefisien tegangan maksimum. Dihitung dari tabel II-3

Koefisien tegangan maksimum, melalui nilai  $\alpha$ (2) dan  $S_1$  (15).

(17)  $T_1$ . Tegangan maksimum. Dengan menggunakan nilai  $W + P$  (12) dan  $\Phi_1$  (16), dihitung dengan rumus,

$$T_1 = (W + P) \times \Phi_1$$

(18)  $N$ . Faktor Keselamatan. Dihitung melalui nilai  $B$  (6) dan  $T_1$  (17) dengan rumus,

$$N = \frac{B}{T_1} \geq 2,7$$

Bila ternyata nilai  $N$  dibawah 2,7 kita sesuaikan lagi perhitungan dengan menambah nilai  $S_0$  Ratio Sag span (curve asal) atau dengan mengurangi beban maksimum  $P_0$ .

Penggunaan diameter yang lebih besar untuk skyline juga bisa menaikkan nilai  $N$ , tetapi penggantian skyline adalah pekerjaan yang berat dan akan mempengaruhi yang lain didalam suatu sistem.

Penggantian skyline sebagai salah satu bagian utama dari sistem, didalam praktek tidak dapat dibenarkan.

### 3. Perhitungan Faktor Keselamatan Kabel Operaging

#### A. Kabel lifting

(19)  $h'$  Tinggi maksimum kabel lifting

Dari gambar (desain) kita bisa menghitung jarak (maksimum) vertikal antara skyline dan permukaan tanah.

(20)  $P\ell$  Berat loading block

Jumlah berat loading block, ballast, sling dan logs. Bila kabel haul back dipasang pada loading block, tambahkan gaya tarik yang ditimbulkannya dan juga tegangan kabel haulback.

Dalam keadaan demikian, perhitungan terhadap kabel haul back seperti tersebut dalam artikel (b) dibawah harus dilakukan terlebih dahulu.

(21)  $n_o$ . Banyaknya (ply) kabel lifting.

tergantung - V  $n_o = 2$

tergantung - W  $n_o = 4$

(22)  $T_1'$ . Tegangan maksimum

Dengan nilai  $P\ell$  (20),  $n_o$  (21),  $P_1'$  (7) dan  $h'$  (19)

dihitung dengan rumus,

$$T_1' = \frac{P\ell}{n_o} + P_1' \times h'$$

(23) N. Faktor Keselamatan

Dengan nilai  $B_1'$  (6) dan  $T_1'$  (22) dihitung melalui rumus,

$$N = \frac{B_1'}{T_1'} \geq 6,0$$

Bila ternyata N kurang dari 6,0, sesuaikan berat muatan, sehingga bisa dicapai  $N \geq 6,0$ .

#### B. Kabel haul back atau endless

Kabel haul back harus menarik (komponen) searah jalannya carriage. Kekuatan ini yang disebut daya menarik beban.

(24)  $S_B$ . (Nilai ini diperlukan untuk perhitungan).

Pada waktu carriage tidak bisa mendekat titik penyangga tertinggi (sejauh lebih dari 10% jarak antara kedua titik penyangga), maka  $S_B$  dihitung sbb;

$$S_B = 0,8 \times S_o \quad \text{dimana,}$$

$S_o$  adalah ratio sag span (asal) skyline.

Tapi apabila carriage dapat lebih dekat kepada titik penyangga tertinggi (kurang dari 10% panjang rentangan), dipakai rumus  $S_B$  sebagai berikut,

$$S_B = (1 + 2n) S_0 \quad \text{dimana,}$$

$n$  adalah ratio muatan (13).

- (25)  $\sin\beta$ , Koefisien daya menarik beban; nilai  $\sin\beta$  dari Tabel II-4

Dengan melalui nilai  $\alpha(2)$  dan  $S_B$  (24).

- (26)  $T_p$ . Daya menarik beban.

Dihitung melalui nilai  $P$  (11) dan  $\sin\beta$  (25), dengan rumus,

$$T_p = P \sin\beta$$

Tapi apabila  $\sin$  dipergunakan sebagai  $\sin\beta$  dan diperlukan suatu penambahan, maka,

$$T_p = (P \times \sin\alpha) \times 1,4$$

- (27)  $T_0$ . Tegangan dasar kabel endless.

Penggunaan nilai  $W_2^1$  (8) dan juga nilai dari  $\phi_0^1$  dari Tabel II-3

Perhitungan koefisien tegangan maksimum, dengan menggunakan nilai  $\alpha$  (2) dan  $S_0$  (5) dan perhitungkan angka-angka tsb. pada rumus dibawah;

$$T_0^1 = W_2^1 \times \phi_0^1$$

- (28)  $T_2^1$ . Tegangan maksimum

$$T_2^1 = T_p + T_0^1$$

- (29)  $N$ . Faktor Keselamatan.

$$N = \frac{B_2^1}{T_2^1} \geq 4,0 \sim 6,0$$

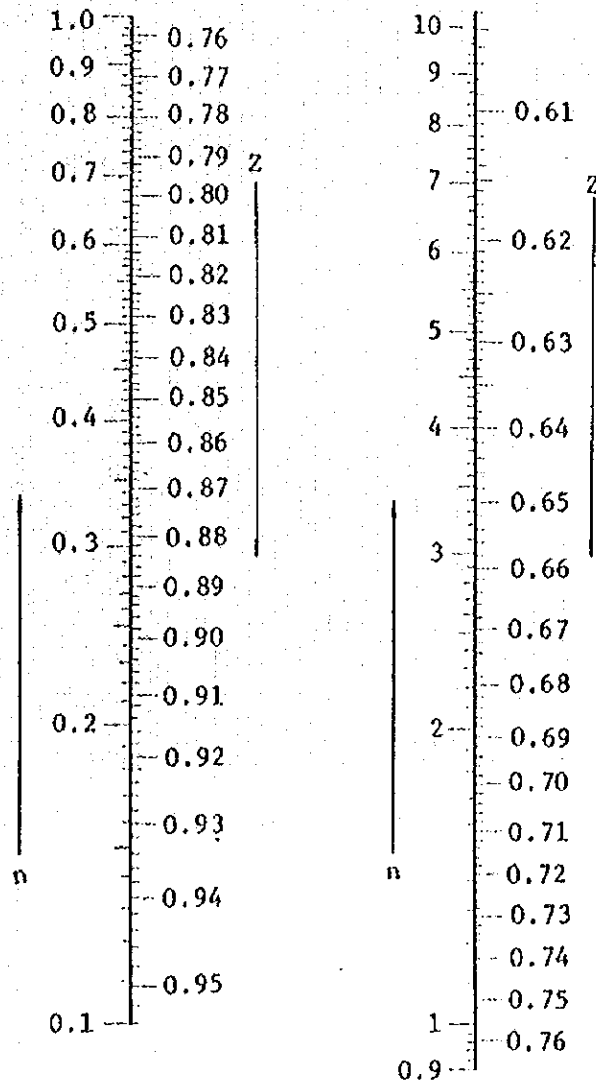
Standard 0,6 disini berlaku untuk kabel endless pada sistem Endless Tyler.

Tabel II-1 Fungsi trigoneometri  
( $\sin \alpha$ ,  $\cos \alpha$ ,  $\tan \alpha$ )

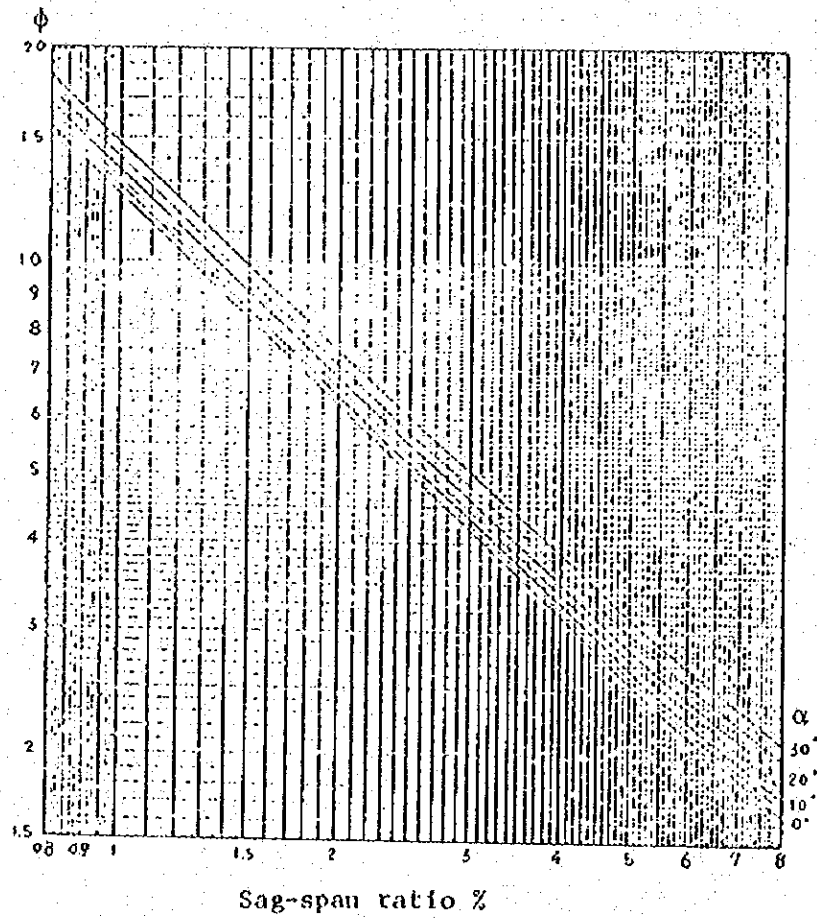
Derajat Menit	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\tan \alpha$	Derajat Menit	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\tan \alpha$
0.00	0.000	1.000	0.000	16.00	0.276	0.961	0.287
0.30	0.009	1.000	0.009	16.30	0.284	0.959	0.296
1.00	1.016	1.000	0.018	17.00	0.292	0.956	0.306
1.30	0.026	1.000	0.026	17.30	0.301	0.954	0.315
2.00	0.035	0.999	0.035	18.00	0.309	0.951	0.325
2.30	0.044	0.999	0.044	18.30	0.317	0.948	0.335
3.00	0.052	0.999	0.052	19.00	0.326	0.945	0.344
3.30	0.061	0.998	0.061	19.30	0.334	0.943	0.354
4.00	0.070	0.998	0.070	20.00	0.342	0.940	0.364
4.30	0.078	0.997	0.079	20.30	0.350	0.937	0.374
5.00	0.087	0.996	0.087	21.00	0.358	0.934	0.384
5.30	0.096	0.995	0.096	21.30	0.367	0.930	0.394
6.00	0.105	0.995	0.105	22.00	0.375	0.927	0.404
6.30	0.113	0.994	0.114	22.30	0.383	0.924	0.414
7.00	0.122	0.993	0.123	23.00	0.391	0.921	0.424
7.30	0.131	0.991	0.132	23.30	0.399	0.917	0.435
8.00	0.139	0.990	0.141	24.00	0.407	0.914	0.445
8.30	0.148	0.989	0.149	24.30	0.415	0.910	0.456
9.00	0.156	0.988	0.158	25.00	0.423	0.906	0.466
9.30	0.165	0.986	0.167	25.30	0.431	0.903	0.477
10.00	0.174	0.985	0.176	26.00	0.438	0.899	0.488
10.30	0.182	0.983	0.185	26.30	0.446	0.895	0.499
11.00	0.191	0.982	0.194	27.00	0.454	0.891	0.510
11.30	0.199	0.980	0.203	27.30	0.462	0.887	0.521
12.00	0.208	0.978	0.213	28.00	0.469	0.883	0.532
12.30	0.216	0.976	0.222	28.30	0.477	0.879	0.543
13.00	0.225	0.974	0.231	29.00	0.485	0.875	0.554
13.30	0.233	0.972	0.240	29.30	0.492	0.870	0.566
14.00	0.242	0.970	0.249	30.00	0.500	0.866	0.577
14.30	0.250	0.968	0.259	30.30	0.508	0.862	0.589
15.00	0.259	0.966	0.268				
15.30	0.267	0.964	0.277				

**Tabel II-2** Koefisien equivalensi yang ditentukan oleh ratio line-load. (Nomogram)

(A) Banyaknya beban adalah satu



Tabel II-3 Graphik perhitungan koefisien  
 tegangan maksimum.  
 Rasio sag-span %

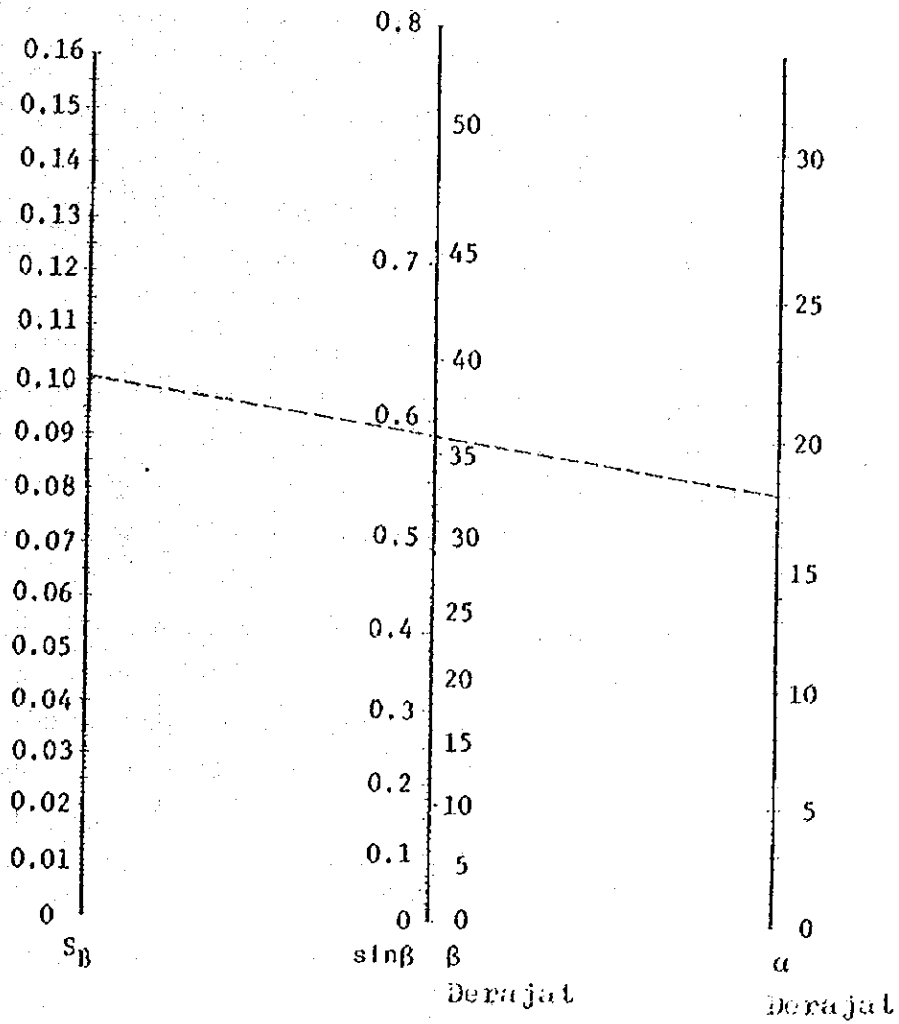




Tabel II-4 Nomogram koefisien penarikan beban.

Contoh:  $\alpha = 18^\circ$ ,  $S_B = 0,101$

$$\sin\beta = 0,589, \beta = 36^\circ$$



1. Spesifikasi Yarder

Yarder sebagai tenaga penggerak sistem skyline, pemilihan jenis dan ukurannya ditentukan oleh beberapa pertimbangan, antara lain:

- a) Mempunyai drum yang berkapasitas menggulung kabel besar, yang mampu melayani daerah operasi dalam radius kurang lebih 1.000 meter.
- b) Mempunyai rem yang berkemampuan tinggi, yang bisa bekerja dengan baik pada daerah operasi yang curam.
- c) Mempunyai mesin yang bertenaga besar dan beberapa tingkatan kecepatan, yang memungkinkan operasi dengan kecepatan tinggi disamping mempunyai tenaga tarik yang kuat.
- d) Sekecil dan seringan mungkin, sehingga memungkinkan untuk dibawa berpindah-pindah tempat di daerah pegunungan dengan mudah.
- e) Mempunyai susunan drum dan mekanisme pengendalian yang memungkinkan untuk dipergunakan pada bermacam-macam sistem skyline.
- f) Mudah dikendalikan meskipun dalam situasi lapangan yang sulit.

Dari pertimbangan diatas dan berdasarkan kondisi lapangan hutan pegunungan di Jawa (sebagai model adalah petak 69 BKPH Bumi Jawa, KPH Pekalongan Barat), maka dipilih Type Yarder "Y-32EA Three drum" (dua drum dan 1 endless drum). Jenis ini merupakan yang paling banyak dipergunakan di Jepang pada waktu sekarang karena sifatnya yang multi guna.

Kondisi lapangan hutan pegunungan di Jepang dalam beberapa hal banyak mempunyai persamaan dengan hutan pegunungan di Jawa.

Perincian lebih lanjut mengenai spesifikasi yarder dapat diikuti pada kolom-kolom daftar dibawah.

Disamping itu, dari bermacam-macam sistem skyline (setting sistem) yang ada, sistem "Endless Tyler" merupakan salah satu yang paling banyak diterapkan di Jepang. Sistem ini bisa diterapkan untuk semua arah kemiringan lapangan dan relatif sederhana didalam pembangunannya dibanding dengan sistem-sistem yang lain.

Oleh karena itu sebagai pengertian dasar sistem ini yang akan kita pelajari terlebih dahulu. Sistem ini mempunyai berbagai

variasi yang dibedakan menurut cara pemasangan kabel-kabel operating. Untuk permulaan, kita akan mempelajari prinsip dasar dari sistem Endless Tyler.

#### SPEKIFIKASI YARDER

		Y-32 EA tiga drum yarder
Jumlah drum		3 (dua drum dan satu Endless drum)
Mesin	Type	ISUZU DA 120 P 4 cycle Pendinginan air, 6 cylinder mesin diesel 6126 cc 105 PS/2400 r.p.m.
Dimensi	panjang selu ruhnya lebar selu tinggi selu	4315 mm - 1650 mm 1350 mm
Berat kotor		±2500 kg
Ukuran drum (pertama & kedua)	diameter (spool) lebar (spool) diameter kerangka	320 mm 640 mm 630 mm
Ukuran drum (endless)	diameter lebar	443 mm 158 mm
engine clutch		Kering, single plate, di kontrol dengan sistem hydraulic
Transmisi		4 tingkatan kecepatan
Reversing mission		type sliding mesh.
drum clutch	semua drum	bekerja dengan sistem mekanis
Rem untuk drum	pertama dan kedua	band, cam actuated, digerakkan secara manual
	endless	type post, mekanis, digerakkan secara manual.

kapasitas drum (pertama & kedua)	Diameter kabel (mm) kapasitas (m)	10		12		14		16	
		1370		950		710		535	
Gerakan		maju				mundur			
tenaga tarik maksimum (kg) rata2 diameter	drum pertama	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
	drum kedua	3370	1890	1000	520	2810	1570	830	430
	endless drum	3370	1890	1000	520	2810	1570	830	430
kecepatan maksimum (m/menit) (rata2 diameter)	drum pertama	(3000)	2020	1070	560	(3000)	1690	890	470
	drum kedua	115	205	285	(500)	135	245	460	(500)
	endless drum	115	205	285	(500)	135	245	460	(500)
drum	105	190	360	(500)	130	230	430	(500)	
Kapasitas tangki bahan bakar		37 liter							

#( ) nilai yang terendah.

Daftar peralatan

Name	Type	Number	Unit Weight	Weight
Carriage	BCD 34	1	113 kg	
Loading block	BLS31B	1	30	
Loading hook	BLHA3D	1	11	
Saddle block	BD28A	2	46	
Heel block	BH28	2	35	
Skyline champ	BG28	1	61	
Guide block	BS7A	8	7	
" "	BS9	7	10	
" "	BS12PE	2	15	
Skyline support	BN28	1	82	
Wire clip	RC12	60	0.22	
" "	RC16	10	0.365	
" "	RC24	5	1.16	
Shackle	10mm	15	0.075	
"	22mm	2	1.2	
Special shackle	RP16	2	0.52	
Sling rope	R1220	2	1.45	
" "	R1230	2	2.055	
" "	R1240	2	2.695	
Choker hook	RHSI	6	0.88	
Eye socket	RSII	6	1.01	

Kekuatan maksimum kabel (B) dan berat kabel (W)

Sort	Standard	Weight per meter	Guaranteed breaking strength B
Skyline	24 $\phi$ , 6x7 C/L	2.140 kg	34.9 t
Kabel endless	12 $\phi$ , 6x19 o/o	0.526	7.92
Kabel lifting	"	0.526	7.92

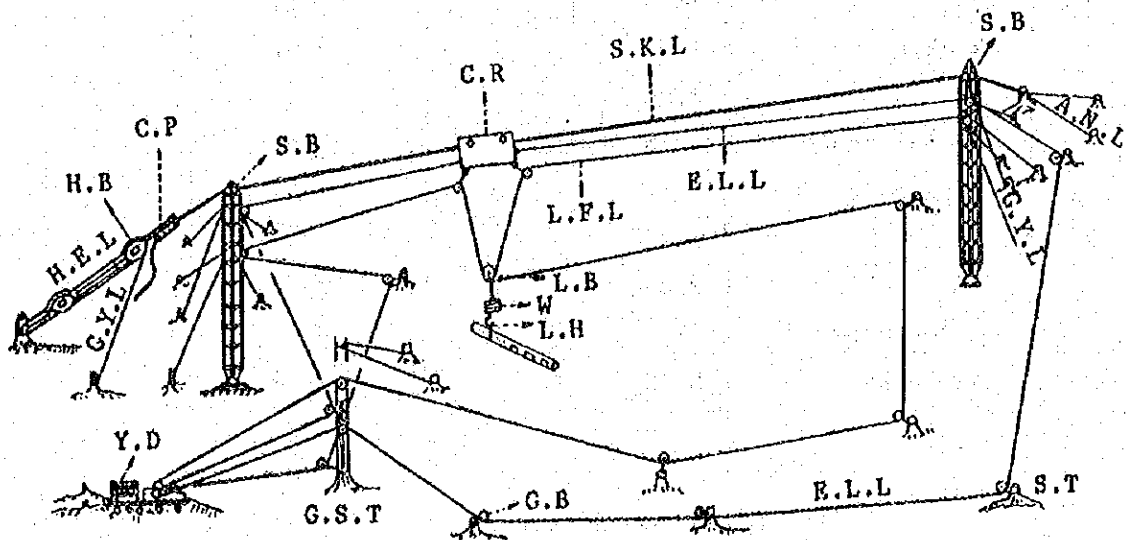
## 2. Design Pokok

Berdasarkan hasil survey, buatlah gambar (skets) dari pemasangan sistem skyline dan juga gambar penampang vertikal dari kabel utama pada lapangan ybs, seperti contoh dibawah.

Didalam contoh gambar penampang melintang, sebagai penyangga kabel utama dipergunakan artificial spar setinggi 16 meter.

Umumnya untuk penyangga dipergunakan pohon, akan tetapi disini kebanyakan pohon pinus mempunyai cacad dibagian pangkal batangnya yang terjadi pada waktu pengambilan getah. Apabila tidak terdapat pohon yang cukup kuat, maka dipakai artificial spar sebagai penyangga skyline.

Gambar II-15 Sketsa sistem skyline





### 3. Contoh Perhitungan

Dari model sistem skyline pada sub-bab yang terdahulu, akan kita buat perhitungan sebagai dibawah ini.

Kondisi pokok.

$$\text{Jarak sebenarnya} \quad \ell = 518,8 \text{ m}$$

$$\text{Jarak horisontal} \quad \ell_0 = 479,6 \text{ m}$$

$$\text{Jarak vertikal} \quad h = 167,3 \text{ m}$$

Sudut inklinasi rentangan kabel utama,

$$\cos \alpha = \frac{\ell_0}{\ell} \quad \cdot \text{ maka } \alpha = 22^\circ 25'$$

$$\text{Ratio sag span kabel utama } S_0 = 0,035$$

Dari tabel yang ada, kita dapatkan berat wire rope yang dipakai sbb,

$$\text{- Skyline} = 2,14 \text{ kg} \times 518,8 = 1.110 \text{ kg.}$$

(disini kita pergunakan nilai  $\ell$  untuk perhitungan, meskipun dalam kenyataannya sedikit lebih panjang).

$$\text{Kabel lifting} = 0,526 \text{ kg} \times 518,8 = 273 \text{ kg.}$$

$$\text{Kabel endless} = 0,526 \text{ kg} \times 518,8 = 273 \text{ kg.}$$

$$\text{Kabel haul back} = 0,364 \text{ kg} \times 518,8 = 189 \text{ kg.}$$

#### (a) Kurve (lengkung asal) kabel utama.

Pada gambar penampang vertikal kabel utama, jarak horisontal dibagi menjadi 20 bagian yang sama. Dalam hal ini tiap kedudukan titik mempunyai jarak 24 m.

Besar lentur ditengah (central sag).

$$f = s \cdot \ell_0, \text{ maka } f = 0,035 \times 479,6 \text{ m} = 16,79 \text{ m.}$$

Kemudian besarnya lentur (sag amount)  $f_x$  disetiap titik dihitung dengan nilai  $m$  (koefisien yang ditentukan oleh jarak datar dari ujung terendah) kali 16,79 m.

Gambarkan titik-titik tersebut dan hubungkan, maka akan didapat bentuk kurve lengkung asal kabel utama.

Kurve ini adalah curve pertama didalam gambar penampang vertikal.

#### (b) Tegangan maksimum skyline

$$\text{- Berat carriage kosong } P_c = 294 \text{ kg.}$$

$$\text{Carriage} \quad : 113 \text{ kg}$$

$$\text{Guide block} \quad : 20 \text{ kg}$$

$$\text{Loading block: } 30 \text{ kg}$$



- Loading hook : 11 kg
- Sling rope : 4,11 kg (2 × 2,055 kg)
- Chocker hook : 1,76 kg (2 × 0,88 kg)
- Eye socket : 2,02 kg (2 × 1,01 kg)

Catatan: Agar supaya loading block bisa turun dengan mudah, diperlukan pemberat (ballast) dengan berat minimum 112 kg.

-- Beban carriage

$$P = \{(P_o + P_c) \times (1 + I)\} + W'$$

Ditentukan disini koefisien impact muatan  $I = 0,2$ . Untuk sistem Endless Tyler dan berat kabel operating adalah  $\frac{1}{2}$  dari masing-masing berat, maka

$$P = (780 + 294) \times 1,2 + \left(\frac{273}{2} + \frac{273 + 189}{2}\right) = 1657 \text{ kg.}$$

Jumlah beban adalah berat kabel utama  $W = 1.110 \text{ kg}$  + beban carriage

$$P = 1.657 \text{ kg} = 2,767 \text{ kg}$$

- Koefisien tegangan maksimum

$$\text{Ratio beban } n = \frac{P}{W} = \frac{1.657}{1.110} = 1,5$$

Koefisien equivalency  $Z_1 = 0,714$  sedangkan

$$\text{Equivalency sag-span ratio } S_1 = Z_1 \times S_o =$$

$$0,714 \times 0,035 = 0,025 \text{ dan Sudut inklinasi } \alpha = 22^\circ 25'$$

Jadi  $\phi = 5,5$  (periksa tabel  $\phi$ ).

- Tegangan maksimum  $T_1$ .

$$T_1 = (P + W) \times \phi = (1.110 + 1.657) \times 5,5 = 15,219 \text{ kg.}$$

- Faktor keselamatan  $N$

$$N = \frac{B}{T_1} = \frac{34.900}{15.219} = 2,29.$$

Ternyata nilai  $N$  dibawah 2,7. Oleh karena itu perhitungan diatas harus dikoreksi.

(c) Kurve kedudukan beban.

Untuk menggambar penampang vertical (tampak samping) curve kedudukan beban pada waktu skyline telah dibebani oleh carriage dan muatannya, harus diketahui terlebih dahulu besarnya  $f_d$ . Nilai  $f_d$  ini dihitung dari besarnya lengkung kabel asal (tanpa muatan)  $f_x$  dikalikan dengan koefisien penambahan lengkung kabel menurut kedudukan carriage  $r$ .

Nilai  $f_d$  pada masing-masing kedudukan carriage ini di-

gambarkan dan dihubungkan, sehingga terbentuk kurve kedudukan beban yang dimaksud.

Nilai  $r$  didapat dari  $n$  ratio muatan dan  $k$  koefisien jarak horisontal setiap titik dihitung dari  $A$ .

(d) Koreksi:

- Koreksi untuk perpindahan titik penyangga. Misalnya jumlah/besar perpindahan tersebut adalah 40 cm, maka

$$d = \frac{0,4 \text{ m}}{518,8} = 0,00077$$

Ratio lengkung skyline ditengah  $S_0 = 0,035$  jadi

$$E_d = 1,15.$$

- Koreksi untuk perubahan temperatur.

$E_t = 1,06$  dimana temperatur rata-rata adalah  $28^\circ\text{C}$ .

(Di Indonesia pengaruh  $E_t$  ini bisa diabaikan).

- Koreksi untuk elastisitas, tegangan pada kabel tanpa muatan  $T_0$ .

$$T_0 = W \times \phi = 1,110 \times 5,5 = 6,105 \text{ kg.}$$

$$\text{Jumlah muatan} = \frac{1,657}{1,110} = 1,5, \text{ sehingga}$$

$$Z = 0,714, \text{ dan } S = 0,714 \times 0,035 = 0,025,$$

$$\phi = 5,5.$$

Tegangan pada kabel yang bermuatan  $T_{\text{max}}$

$$T_{\text{max}} = 2,767 \times 5,5 = 15,219 \text{ kg}$$

$$\lambda = 0,00042 \text{ dan } e = 0,00042 \times 9,11 = 0,0038$$

$$\text{Jadi } E_e = 1,28$$

- Akumulasi koreksi.

$$E = 1,15 \times 1,06 \times 1,28 = 1,56$$

Jadi perhitungan setelah dikoreksi;

- Ratio sagspan  $S' = 0,035 \times 1,56 = 0,055$

- Koefisien equivalensi yang ditentukan oleh ratio line-load

$$S_2 = 0,714 \times 0,055 = 0,039$$

- Koefisien tegangan maksimum  $\phi' = 3,6$  dimana

$$S_2 = 0,039 \text{ dan } \alpha = 22^\circ 25'$$

- Tegangan maksimum  $T_2 \text{ max}$ .

$$T_2 \text{ max} = 2,767 \times 3,6 = 9,961 \text{ kg.}$$

- Faktor keselamatan  $N$ .

$$N = \frac{34,900}{9,961} = 3,5 \text{ lebih besar dari } 2,7.$$

(e) Kurve kedudukan beban yang dikoreksi

Nilai  $f_d$  pada kurve kedudukan beban (2) dikoreksi menjadi  $f'd$  dengan mengalikannya terhadap koefisien akumulasi koreksi 1,56, maka kita dapatkan kurve yang telah dikoreksi (3) pada gambar penampang vertikal. Dengan kurve ini kita bisa mengetahui apabila ada bagian dari skyline yang menyentuh permukaan lapangan.

(f) Tegangan pada kabel lifting

Beban pada loading block = 941 kg

Loading block = 30 kg

Loading hook = 11 kg

Sling rope = 8 kg

Ballast/pemberat = 112 kg

Log/kayu = 780 kg

Berat kabel lifting per meter = 0,526 kg, tinggi gerak (mengangkat)

Berat kabel per meter = 0,526 kg, tinggi gerak (mengangkat) maksimum = 50 m dan kabel lifting pada loading block adalah dua kali, maka tegangan maksimum kabel lifting = 886 kg.

Maka factor keselamatan N adalah;

$$N = \frac{7,920}{886} = 8,9.$$

Nilai ini lebih besar dari 6 yang dipakai sebagai standard minimum.

(g) Tegangan pada kabel Endless

Sag ratio (asal)  $s'$

$$s' = s \times 1,2 = 0,055 \times 1,2 = 0,066$$

Jarak rentangan sebenarnya (miring) = 518,8 m, dan koefisien tegangan maksimum  $\phi = 2,2$ , jadi  $T' = 600$  kg.

- Tenaga tarikan beban pada saat carriage berada jauh dari titik penyangga,  $T_{p1} = 1,657 \times 0,47 = 779$  kg.

- Tenaga tarikan beban pada saat carriage berada didekat titik penyangga,  $T_{p1} = 1,657 \times 0,71 = 1,176$  kg.

- Maka tegangan maksimum pada waktu carriage jauh dari titik penyangga,  $T_1 = T_o' + T_{p1} = 1,379$  kg.

$$N = \frac{7,920}{1,379} = 5,7$$

- Tegangan maksimum pada saat carriage berada dekat dengan titik penyangga,

$$T_2 = T_0 + T_{p2} = 1,776 \text{ kg}$$

$$N = \frac{7,920}{1,776} = 4,5$$

Kedua nilai N berada diatas 4, maka penggunaan kabel endless pada sistem ybs, dari segi keamanan diperkenankan.

Berdasarkan perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan, sistem skyline yang akan dibangun dinyatakan memenuhi syarat dan pekerjaan setting dapat segera dilakukan sesuai dengan design yang telah dibuat.

Lampiran No. II-1

Tabel perhitungan koefisien tegangan maksimum

$$\phi = \sqrt{\frac{1 + (4S + \tan\alpha)^2}{8S}}$$

(No. 1)

$\alpha \backslash S$	0.02	0.021	0.022	0.023	0.024	0.025	0.026	0.027	0.028	0.029
0°00'	6.27	5.77	5.70	5.46	5.23	5.03	4.83	4.66	4.49	4.34
0°30'	6.27	5.90	5.71	5.46	5.24	5.03	4.84	4.66	4.50	4.34
1°00'	6.28	5.78	5.71	5.47	5.24	5.03	4.84	4.67	4.50	4.35
2°00'	6.29	5.99	5.72	5.48	5.25	5.05	4.85	4.68	4.51	4.36
3°00'	6.30	6.01	5.74	5.49	5.27	5.06	4.87	4.69	4.52	4.37
4°00'	6.32	6.02	5.75	5.51	5.28	5.07	4.88	4.70	4.54	4.38
5°00'	6.34	6.04	5.77	5.52	5.29	5.09	4.89	4.72	4.55	4.40
6°00'	6.36	6.06	5.79	5.54	5.31	5.10	4.91	4.73	4.57	4.41
7°00'	6.38	6.08	5.81	5.56	5.33	5.12	4.93	4.75	4.59	4.43
8°00'	6.40	6.10	5.83	5.58	5.35	5.14	4.95	4.77	4.60	4.45
9°00'	6.42	6.12	5.85	5.60	5.37	5.16	4.97	4.79	4.62	4.47
10°00'	6.46	6.15	5.88	5.63	5.40	5.19	4.99	4.81	4.65	4.49
11°00'	6.48	6.18	5.90	5.65	5.42	5.21	5.02	4.84	4.67	4.51
12°00'	6.51	6.21	5.93	5.68	5.45	5.24	5.04	4.86	4.69	4.54
13°00'	6.54	6.24	5.96	5.71	5.49	5.27	5.07	4.89	4.72	4.56
14°00'	6.58	6.27	6.00	5.74	5.51	5.30	5.09	4.92	4.75	4.59
15°00'	6.62	6.31	6.03	5.78	5.54	5.33	5.13	4.95	4.78	4.62
16°00'	6.66	6.35	6.07	5.81	5.58	5.36	5.16	4.98	4.80	4.65
17°00'	6.70	6.39	6.11	5.85	5.61	5.40	5.20	5.01	4.84	4.68
18°00'	6.74	6.43	6.15	5.89	5.65	5.43	5.23	5.04	4.87	4.71
19°00'	6.79	6.48	6.19	5.93	5.69	5.47	5.27	5.08	4.91	4.74
20°00'	6.84	6.52	6.23	5.97	5.73	5.51	5.31	5.12	4.94	4.78
21°00'	6.89	6.57	6.26	6.02	5.78	5.55	5.35	5.16	4.98	4.82
22°00'	7.94	6.62	6.33	6.07	5.82	5.60	5.39	5.20	5.02	4.86
23°00'	7.00	6.68	6.38	6.12	5.87	5.65	5.44	5.24	5.07	4.90
24°00'	7.06	6.75	6.44	6.17	5.92	5.70	5.49	5.29	5.11	4.94
25°00'	7.12	6.79	6.50	6.22	5.98	5.75	5.53	5.34	5.16	4.99

$$\phi = \sqrt{\frac{1 + (4S + \tan\alpha)^2}{8S}}$$

(No. 2)

$\alpha \backslash S$	0.03	0.031	0.032	0.033	0.034	0.035	0.036	0.037	0.038	0.039
0°00'	4.20	4.06	3.94	3.82	3.71	3.61	3.51	3.42	3.33	3.24
0°30'	4.20	4.07	3.94	3.83	3.71	3.61	3.51	3.42	3.33	3.25
1°00'	4.21	4.07	3.95	3.83	3.72	3.62	3.52	3.42	3.34	3.25
2°00'	4.22	4.08	3.96	3.84	3.73	3.63	3.53	3.43	3.35	3.26
3°00'	4.23	4.09	3.97	3.85	3.74	3.64	3.54	3.45	3.36	3.27
4°00'	4.24	4.11	3.98	3.86	3.75	3.65	3.55	3.46	3.37	3.29
5°00'	4.26	4.12	4.00	3.88	3.77	3.66	3.56	3.47	3.38	3.30
6°00'	4.27	4.14	4.01	3.89	3.78	3.68	3.58	3.48	3.40	3.31
7°00'	4.29	4.15	4.03	3.91	3.80	3.69	3.59	3.50	3.41	3.33
8°00'	4.31	4.17	4.04	3.93	3.81	3.71	3.61	3.52	3.43	3.34
9°00'	4.32	4.19	4.06	3.94	3.83	3.73	3.63	3.53	3.44	3.36
10°00'	4.33	4.21	4.08	3.96	3.85	3.75	3.65	3.55	3.46	3.38
11°00'	4.37	4.23	4.10	3.98	3.87	3.77	3.67	3.57	3.48	3.40
12°00'	4.39	4.25	4.13	4.01	3.89	3.79	3.69	3.59	3.50	3.42
13°00'	4.42	4.28	4.16	4.03	3.92	3.81	3.71	3.61	3.52	3.44
14°00'	4.44	4.30	4.18	4.05	3.94	3.83	3.73	3.64	3.54	3.46
15°00'	4.47	4.33	4.20	4.08	3.97	3.86	3.76	3.66	3.57	3.48
16°00'	4.50	4.36	4.23	4.10	3.99	3.88	3.78	3.68	3.59	3.51
17°00'	4.53	4.39	4.26	4.13	4.02	3.91	3.81	3.71	3.62	3.53
19°00'	4.56	4.42	4.29	4.16	4.05	3.94	3.84	3.74	3.64	3.56
19°00'	4.59	4.45	4.32	4.20	4.08	3.97	3.86	3.77	3.67	3.58
20°00'	4.63	4.49	4.35	4.23	4.11	4.00	3.89	3.80	3.70	3.61
21°00'	4.67	4.52	4.39	4.26	4.14	4.03	3.93	3.83	3.73	3.64
22°00'	4.70	4.56	4.42	4.30	4.18	4.07	3.96	3.86	3.76	3.67
23°00'	4.74	4.60	4.46	4.33	4.21	4.10	3.99	3.89	3.80	3.71
24°00'	4.79	4.64	4.50	4.37	4.25	4.14	4.03	3.93	3.83	3.74
25°00'	4.83	4.68	4.54	4.41	4.29	4.18	4.07	3.96	3.87	3.78

$$\phi = \sqrt{\frac{1 + (4S + \tan\alpha)^2}{8S}}$$

(No. 3)

$\alpha \backslash S$	0.04	0.041	0.042	0.043	0.044	0.045	0.046	0.047	0.048	0.049
0°00'	3.16	3.09	3.02	2.95	2.88	2.82	2.76	2.71	2.65	2.60
0°30'	3.17	3.09	3.02	2.95	2.89	2.83	2.77	2.71	2.66	2.60
1°00'	3.17	3.10	3.03	2.96	2.89	2.83	2.77	2.72	2.66	2.61
2°00'	3.18	3.11	3.04	2.97	2.90	2.84	2.78	2.72	2.67	2.62
3°00'	3.19	3.12	3.05	2.98	2.91	2.85	2.79	2.74	2.68	2.63
4°00'	3.21	3.13	3.06	2.99	2.93	2.86	2.80	2.75	2.69	2.64
5°00'	3.22	3.14	3.07	3.00	2.94	2.88	2.82	2.76	2.70	2.65
6°00'	3.23	3.16	3.09	3.02	2.95	2.89	2.83	2.77	2.72	2.66
7°00'	3.25	3.17	3.10	3.03	2.96	2.90	2.84	2.78	2.73	2.68
8°00'	3.26	3.19	3.11	3.05	2.98	2.92	2.86	2.80	2.74	2.69
9°00'	3.28	3.20	3.13	3.06	3.00	2.93	2.87	2.81	2.76	2.71
10°00'	3.30	3.22	3.15	3.08	3.01	2.95	2.89	2.83	2.78	2.72
11°00'	3.32	3.24	3.17	3.10	3.03	2.97	2.91	2.85	2.79	2.74
12°00'	3.33	3.26	3.18	3.11	3.05	2.98	2.92	2.86	2.81	2.75
13°00'	3.36	3.28	3.20	3.13	3.07	3.00	2.94	2.88	2.83	2.77
14°00'	3.38	3.30	3.23	3.15	3.09	3.02	2.96	2.90	2.85	2.79
15°00'	3.40	3.32	3.25	3.18	3.11	3.04	2.98	2.92	2.87	2.81
16°00'	3.42	3.34	3.27	3.20	3.13	3.07	3.00	2.94	2.89	2.83
17°00'	3.46	3.37	3.29	3.22	3.15	3.09	3.03	2.97	2.91	2.85
18°00'	3.47	3.39	3.32	3.25	3.18	3.11	3.05	2.99	2.93	2.89
19°00'	3.50	3.42	3.34	3.27	3.20	3.14	3.07	3.01	2.95	2.90
20°00'	3.53	3.45	3.37	3.30	3.23	3.16	3.10	3.04	2.98	2.92
21°00'	3.56	3.48	3.40	3.32	3.26	3.19	3.12	3.06	3.00	2.95
22°00'	3.59	3.51	3.43	3.35	3.28	3.22	3.15	3.09	3.03	2.98
23°00'	3.62	3.54	3.46	3.38	3.31	3.25	3.18	3.12	3.06	3.00
24°00'	3.65	3.57	3.49	3.42	3.34	3.28	3.21	3.15	3.09	3.03
25°00'	3.69	3.60	3.52	3.45	3.38	3.31	3.24	3.18	3.12	3.06

$$\phi = \sqrt{\frac{1 + (4S + \tan\alpha)^2}{8S}}$$

(No. 4)

$\alpha \backslash \theta$	0.050	0.051	0.052	0.053	0.054	0.055	0.056	0.057	0.058	0.059
0°00'	2.55	2.50	2.46	2.41	2.37	2.33	2.29	2.25	2.21	2.18
0°30'	2.55	2.51	2.46	2.42	2.37	2.33	2.29	2.25	2.22	2.18
1°00'	2.56	2.51	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.26	2.22	2.19
2°00'	2.57	2.52	2.47	2.43	2.39	2.35	2.31	2.27	2.23	2.20
3°00'	2.58	2.53	2.48	2.44	2.40	2.36	2.32	2.28	2.24	2.20
4°00'	2.59	2.54	2.49	2.45	2.41	2.37	2.33	2.29	2.25	2.22
5°00'	2.60	2.55	2.51	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.26	2.23
6°00'	2.61	2.57	2.52	2.47	2.43	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24
7°00'	2.63	2.58	2.53	2.49	2.44	2.40	2.36	2.32	2.29	2.25
8°00'	2.63	2.59	2.55	2.50	2.46	2.41	2.38	2.34	2.30	2.26
9°00'	2.66	2.61	2.56	2.51	2.47	2.43	2.39	2.35	2.31	2.28
10°00'	2.67	2.62	2.58	2.53	2.49	2.44	2.40	2.37	2.33	2.29
11°00'	2.69	2.64	2.59	2.55	2.50	2.46	2.42	2.38	2.24	2.31
12°00'	2.70	2.67	2.61	2.56	2.52	2.48	2.44	2.40	2.36	2.32
13°00'	2.72	2.68	2.64	2.58	2.54	2.49	2.46	2.41	2.37	2.34
14°00'	2.74	2.69	2.65	2.60	2.55	2.51	2.47	2.43	2.39	2.35
15°00'	2.76	2.71	2.66	2.62	2.57	2.53	2.49	2.45	2.41	2.37
16°00'	2.78	2.73	2.68	2.64	2.59	2.55	2.61	2.47	2.43	2.39
17°00'	2.80	2.75	2.70	2.66	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.41
18°00'	2.82	2.77	2.72	2.68	2.63	2.59	2.55	2.51	2.47	2.43
19°00'	2.85	2.80	2.75	2.70	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45
20°00'	2.87	2.82	2.77	2.72	2.68	2.63	2.59	2.55	2.51	2.47
21°00'	2.90	2.84	2.79	2.75	2.70	2.66	2.61	2.57	2.53	2.49
22°00'	2.92	2.87	2.82	2.77	2.72	2.68	2.64	2.59	2.55	2.52
23°00'	2.95	2.89	2.84	2.80	2.75	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54
24°00'	2.98	2.92	2.87	2.82	2.76	2.73	2.69	2.64	2.60	2.56
25°00'	3.00	2.95	2.90	2.85	2.80	2.76	2.71	2.67	2.63	2.59



Lampiran No. II-2

Tabel perhitungan koefisien equivalensi yang ditentukan oleh ratio line-load

$$Z = \frac{1 + n}{\sqrt{1 + 3n + 3n^2}}$$

n	Z1	n	Z1	n	Z1	n	Z1
0.02	0.990	0.72	0.792	1.42	0.7195	2.12	0.6834
0.04	0.980	0.74	0.789	1.44	0.7182	2.14	0.6826
0.06	0.970	0.76	0.786	1.46	0.7169	2.16	0.6819
0.08	0.960	0.78	0.783	1.48	0.7155	2.18	0.6810
0.10	0.950	0.80	0.780	1.50	0.7142	2.20	0.6804
0.12	0.945	0.82	0.778	1.52	0.7130	2.22	0.6796
0.14	0.938	0.84	0.775	1.54	0.7117	2.24	0.6789
0.16	0.929	0.86	0.772	1.56	0.7105	2.26	0.6781
0.18	0.922	0.88	0.770	1.58	0.7093	2.28	0.6775
0.20	0.915	0.90	0.767	1.60	0.7085	2.30	0.6769
0.22	0.908	0.92	0.765	1.62	0.7069	2.32	0.6761
0.24	0.901	0.94	0.763	1.64	0.7058	2.34	0.6755
0.26	0.895	0.96	0.760	1.66	0.7048	2.36	0.6748
0.28	0.888	0.98	0.758	1.68	0.7035	2.38	0.6742
0.30	0.885	1.00	0.756	1.70	0.7025	2.40	0.6735
0.32	0.876	1.02	0.754	1.72	0.7017	2.42	0.6729
0.34	0.871	1.04	0.752	1.74	0.7004	2.44	0.6722
0.36	0.866	1.06	0.750	1.76	0.6994	2.46	0.6717
0.38	0.860	1.08	0.748	1.78	0.6985	2.48	0.6710
0.40	0.855	1.10	0.746	1.80	0.6973	2.50	0.6704
0.42	0.850	1.12	0.744	1.82	0.6964	2.52	0.6698
0.44	0.846	1.14	0.742	1.84	0.6953	2.54	0.6693
0.46	0.841	1.16	0.740	1.86	0.6945	2.56	0.6686
0.48	0.836	1.18	0.738	1.88	0.6936	2.58	0.6681
0.50	0.832	1.20	0.7365	1.90	0.6926	2.60	0.6675
0.52	0.828	1.22	0.7348	1.92	0.6917	2.62	0.6670
0.54	0.824	1.24	0.7332	1.94	0.6907	2.64	0.6664
0.56	0.820	1.26	0.7316	1.96	0.6899	2.66	0.6659
0.58	0.816	1.28	0.730	1.98	0.6891	2.68	0.6653
0.60	0.812	1.30	0.728	2.00	0.6882	2.70	0.6648
0.62	0.809	1.32	0.7268	2.02	0.6874		
0.64	0.805	1.34	0.7253	2.04	0.6865		
0.66	0.802	1.36	0.7239	2.06	0.6857		
0.68	0.798	1.38	0.7225	2.08	0.6849		
0.70	0.795	1.40	0.7209	2.10	0.6841		

Lampiran No. II-3

Tabel ratio muai panjang per 1 ton tegangan (Berlaku untuk wire rope baru)

Diameter kabel (mm)	Ratio muai panjang per 1 ton tegangan $\lambda = \frac{1}{AE}$	Keterangan
8	0.00384	JIS 6 × 7 Lang Untuk wire rope yang telah lama dipergunakan, angka tersebut pada tabel ini dikalikan dengan 0,7
9	0.00303	
10	0.00250	
12	0.00180	
14	0.00135	
16	0.00094	
18	0.00076	
20	0.00063	
22	0.00053	
24	0.00042	
26	0.00036	
28	0.00032	
30	0.00028	
32	0.00025	
34	0.00021	
36	0.00019	

Lampiran No. II-4

Koefisien koreksi besarnya lengkung kabel (sag amount) yang disebabkan oleh adanya muai panjang kabel pada penambahan tegangan oleh beban.

$$Ee = \frac{1}{2} \left( 1 + \sqrt{1 + \left( 1 + \frac{3}{8S^2 \cos^4 \alpha} \Delta e \right)} \right)$$

$\alpha = 0^\circ$

(No.1)

$\Delta e$	$e$				
	0.02	0.03	0.035	0.04	0.05
0.0005	1.11	1.05	1.04	1.03	1.02
0.001	1.20	1.10	1.07	1.06	1.04
0.0015	1.28	1.14	1.10	1.08	1.05
0.002	1.35	1.18	1.14	1.11	1.07
0.0025	1.41	1.21	1.16	1.14	1.09
0.003	1.48	1.25	1.19	1.15	1.10
0.0035	1.54	1.28	1.22	1.18	1.12
0.004	1.59	1.32	1.25	1.20	1.13
0.0045	1.64	1.35	1.27	1.22	1.15
0.005	1.69	1.38	1.30	1.24	1.16
0.0055	1.74	1.41	1.32	1.26	1.18
0.006	1.79	1.44	1.34	1.28	1.19

$\alpha = 5^\circ$

$\Delta e$	$e$				
	0.02	0.03	0.035	0.04	0.05
0.0005	1.11	1.05	1.04	1.03	1.02
0.001	1.20	1.10	1.07	1.06	1.04
0.0015	1.28	1.14	1.11	1.08	1.05
0.002	1.35	1.18	1.14	1.11	1.07
0.0025	1.42	1.22	1.17	1.13	1.09
0.003	1.48	1.25	1.20	1.16	1.10
0.0035	1.54	1.29	1.22	1.18	1.12
0.004	1.60	1.32	1.25	1.20	1.14
0.0045	1.65	1.35	1.28	1.22	1.15
0.005	1.70	1.38	1.30	1.24	1.16
0.0055	1.75	1.41	1.32	1.26	1.18
0.006	1.80	1.44	1.35	1.28	1.18

$\alpha = 10^\circ$ 

(No. 2)

$d e$	$\epsilon e$				
	0.02	0.03	0.035	0.04	0.05
0.0005	1.11	1.05	1.04	1.03	1.02
0.001	1.21	1.10	1.08	1.06	1.04
0.0015	1.29	1.14	1.11	1.09	1.06
0.002	1.37	1.19	1.14	1.11	1.07
0.0025	1.44	1.23	1.17	1.14	1.09
0.003	1.50	1.26	1.20	1.16	1.11
0.0035	1.56	1.30	1.23	1.19	1.12
0.004	1.62	1.33	1.26	1.21	1.14
0.0045	1.67	1.36	1.29	1.23	1.16
0.005	1.73	1.40	1.31	1.25	1.17
0.0055	1.78	1.43	1.34	1.27	1.19
0.006	1.82	1.46	1.36	1.29	1.20

 $\alpha = 15^\circ$ 

$d e$	$\epsilon e$				
	0.02	0.03	0.035	0.04	0.05
0.0005	1.12	1.06	1.04	1.03	1.02
0.001	1.22	1.11	1.08	1.06	1.04
0.0015	1.31	1.16	1.12	1.09	1.06
0.002	1.39	1.20	1.15	1.12	1.08
0.0025	1.46	1.24	1.19	1.15	1.10
0.003	1.53	1.28	1.22	1.17	1.12
0.0035	1.59	1.32	1.25	1.20	1.13
0.004	1.65	1.35	1.28	1.22	1.15
0.0045	1.71	1.39	1.30	1.24	1.17
0.005	1.76	1.42	1.33	1.27	1.18
0.0055	1.82	1.45	1.36	1.29	1.20
0.006	1.87	1.48	1.38	1.31	1.21

$$\alpha \approx 20^\circ$$

$\Delta d$	$\epsilon$				
	0.02	0.03	0.035	0.04	0.05
0.0005	1.13	1.06	1.05	1.04	1.02
0.001	1.24	1.12	1.09	1.07	1.05
0.0015	1.34	1.17	1.13	1.10	1.07
0.002	1.42	1.22	1.17	1.13	1.09
0.0025	1.50	1.27	1.20	1.16	1.11
0.003	1.57	1.31	1.24	1.19	1.13
0.0035	1.64	1.35	1.27	1.22	1.15
0.004	1.70	1.39	1.30	1.24	1.17
0.0045	1.77	1.42	1.33	1.27	1.19
0.005	1.82	1.46	1.36	1.29	1.20
0.0055	1.88	1.49	1.39	1.31	1.22
0.006	1.93	1.53	1.42	1.34	1.23

La Lampiran No. II-5

Koefisien koreksi besarnya lengkung kabel (sag amount) yang disebabkan oleh adanya perpindahan titik-titik penyangga pada penambahan penambahan tegangan oleh beban.

$$Ed = \sqrt{\frac{1 + \frac{3}{8S^2 \cos^4 \alpha} \Delta d}{1 - d}}$$

$$\alpha = 0^\circ$$

(No.1)

$\Delta d$	$\epsilon$				
	0.02	0.03	0.035	0.04	0.05
0.0005	1.21	1.10	1.07	1.06	1.04
0.001	1.39	1.19	1.14	1.11	1.07
0.0015	1.55	1.28	1.21	1.16	1.11
0.002	1.70	1.36	1.27	1.21	1.14
0.0025	1.83	1.43	1.33	1.26	1.17
0.003	1.96	1.50	1.39	1.31	1.21
0.0035	2.07	1.57	1.44	1.35	1.24
0.004	2.18	1.64	1.50	1.39	1.27
0.0045	2.29	1.70	1.55	1.44	1.30
0.005	2.39	1.76	1.60	1.48	1.33

$\alpha = 5^\circ$

$d$	$r d$				
	0.02	0.03	0.035	0.04	0.05
0.0005	1.22	1.10	1.08	1.06	1.04
0.001	1.40	1.20	1.15	1.11	1.07
0.0015	1.56	1.28	1.21	1.17	1.11
0.002	1.71	1.36	1.28	1.22	1.14
0.0025	1.84	1.44	1.34	1.28	1.18
0.003	1.97	1.51	1.39	1.31	1.21
0.0035	2.09	1.58	1.45	1.36	1.24
0.004	2.20	1.65	1.50	1.40	1.27
0.0045	2.30	1.71	1.55	1.44	1.30
0.005	2.41	1.77	1.60	1.48	1.33

$$Ed = \sqrt{1 + \frac{3}{8S^2 \cos^4 \alpha} \Delta d}$$

$\alpha = 10^\circ$

(No. 2)

$d$	$r d$				
	0.02	0.03	0.035	0.04	0.05
0.0005	1.23	1.11	1.08	1.06	1.04
0.001	1.42	1.20	1.15	1.12	1.08
0.0015	1.58	1.29	1.22	1.17	1.11
0.002	1.73	1.37	1.29	1.23	1.15
0.0025	1.87	1.45	1.35	1.28	1.18
0.003	2.00	1.53	1.41	1.33	1.22
0.0035	2.13	1.60	1.47	1.37	1.25
0.004	2.24	1.67	1.52	1.42	1.28
0.0045	2.35	1.73	1.57	1.46	1.31
0.005	2.46	1.79	1.62	1.50	1.34

$\alpha = 15^\circ$

$\Delta d$	$e d$				
	0.02	0.03	0.035	0.04	0.06
0.0005	1.24	1.11	1.09	1.07	1.04
0.001	1.44	1.22	1.16	1.13	1.08
0.0015	1.62	1.31	1.24	1.19	1.12
0.002	1.78	1.40	1.31	1.24	1.16
0.0025	1.92	1.48	1.37	1.29	1.20
0.003	2.06	1.56	1.44	1.35	1.24
0.0035	2.19	1.64	1.50	1.40	1.27
0.004	2.31	1.71	1.55	1.44	1.30
0.0045	2.42	1.78	1.61	1.49	1.33
0.005	2.53	1.85	1.67	1.54	1.37

$\alpha = 20^\circ$

$\Delta d$	$e d$				
	0.02	0.03	0.035	0.04	0.06
0.0005	1.27	1.13	1.09	1.07	1.06
0.001	1.48	1.24	1.18	1.14	1.09
0.0015	1.67	1.34	1.26	1.20	1.14
0.002	1.85	1.44	1.34	1.27	1.18
0.0025	2.00	1.53	1.41	1.32	1.22
0.003	2.15	1.62	1.48	1.38	1.26
0.0035	2.28	1.70	1.54	1.43	1.30
0.004	2.41	1.78	1.61	1.49	1.35
0.0045	2.54	1.85	1.67	1.54	1.37
0.005	2.65	1.92	1.73	1.59	1.40

Lampiran No. II-6

Koefisien penambahan lengkung (sag) kabel sehubungan dengan kedudukan carriage.

$$r = \frac{1 + 2n}{\sqrt{1 + 12(n+n^2)(k-k^2)}}$$

(No.1)

$\frac{n}{k}$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
0.05	1.1640	1.3131	1.4472	1.5671	1.6739	1.7686	1.8526	1.9268	1.9926	2.0507
0.10	1.1345	1.2477	1.3422	1.4209	1.4865	1.5415	1.5876	1.6265	1.6596	1.6877
0.15	1.1102	1.1973	1.2662	1.3210	1.3648	1.4002	1.4290	1.4528	1.4724	1.4889
0.20	1.0904	1.1584	1.2099	1.2495	1.2804	1.3047	1.3242	1.3400	1.3529	1.3636
0.25	1.0744	1.1281	1.1677	1.1974	1.2200	1.2376	1.2515	1.2627	1.2717	1.2792
0.30	1.0619	1.1051	1.1363	1.1592	1.1765	1.1898	1.2002	1.2085	1.2152	1.2207
0.35	1.0524	1.0882	1.1135	1.1319	1.1459	1.1562	1.1644	1.1709	1.1761	1.1803
0.40	1.0458	1.0765	1.0981	1.1136	1.1251	1.1338	1.1406	1.1460	1.1503	1.1538
0.45	1.0418	1.0698	1.0891	1.1050	1.1173	1.1261	1.1327	1.1381	1.1424	1.1458
0.50	1.0405	1.0675	1.0861	1.0995	1.1094	1.1169	1.1226	1.1272	1.1309	1.1339

$\frac{n}{k}$	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0
0.05	2.1024	2.1482	2.1891	2.2256	2.2582	2.2875	2.3137	2.3375	2.3588	2.3782
0.10	1.7118	1.7326	1.7506	1.7662	1.7800	1.7920	1.8028	1.8122	1.8207	1.8282
0.15	1.5028	1.5146	1.5247	1.5334	1.5410	1.5476	1.5535	1.5585	1.5631	1.5671
0.20	1.3726	1.3802	1.3866	1.3921	1.3968	1.4010	1.4046	1.4078	1.4106	1.4131
0.25	1.2854	1.2906	1.2951	1.2988	1.3020	1.3049	1.3075	1.3096	1.3114	1.3131
0.30	1.2258	1.2290	1.2325	1.2355	1.2374	1.2394	1.2412	1.2427	1.2441	1.2453
0.35	1.1839	1.1868	1.1895	1.1914	1.1932	1.1948	1.1962	1.1974	1.1984	1.1994
0.40	1.1567	1.1592	1.1612	1.1630	1.1644	1.1657	1.1669	1.1678	1.1687	1.1695
0.45	1.1418	1.1435	1.1453	1.1468	1.1481	1.1493	1.1506	1.1511	1.1519	1.1526
0.50	1.1364	1.1384	1.1401	1.1416	1.1429	1.1439	1.1449	1.1457	1.1464	1.1471



$$r = \frac{1 + 2n}{\sqrt{1 + 12(n+1n^2)(k-k^2)}}$$

(No. 2)

$\frac{n}{k}$	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0
0.05	2.3959	2.4119	2.4264	2.4398	2.4521	2.4633	2.4736	2.4832	2.4919	2.5000
0.10	1.8350	1.8411	1.8466	1.8516	1.8561	1.8602	1.8640	1.8675	1.8706	1.8735
0.15	1.5707	1.5739	1.5768	1.5795	1.5819	1.5840	1.5860	1.5878	1.5894	1.5909
0.20	1.4153	1.4173	1.4191	1.4207	1.4221	1.4235	1.4247	1.4258	1.4268	1.4277
0.25	1.3146	1.3159	1.3171	1.3182	1.3192	1.3200	1.3209	1.3216	1.3223	1.3229
0.30	1.2464	1.2474	1.2483	1.2490	1.2497	1.2504	1.2510	1.2515	1.2520	1.2524
0.35	1.2002	1.2009	1.2016	1.2022	1.2027	1.2032	1.2036	1.2040	1.2044	1.2048
0.40	1.1701	1.1707	1.1713	1.1718	1.1722	1.1726	1.1730	1.1733	1.1736	1.1739
0.45	1.1531	1.1537	1.1542	1.1546	1.1550	1.1553	1.1557	1.1559	1.1562	1.1565
0.50	1.1476	1.1482	1.1486	1.1490	1.1494	1.1497	1.1500	1.1503	1.1506	1.1508

$\frac{n}{k}$	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0
0.05	2.6076	2.6145	2.6211	2.6271	2.6327	2.6380	2.6429	2.6475	2.6518	2.6559
0.10	1.8762	1.8787	1.8810	1.8831	1.8851	1.8870	1.8887	1.8903	1.8918	1.8932
0.15	1.5923	1.5936	1.5948	1.5959	1.5969	1.5978	1.5987	1.5996	1.6003	1.6011
0.20	1.4285	1.4293	1.4300	1.4307	1.4313	1.4319	1.4324	1.4329	1.4334	1.4338
0.25	1.3245	1.3249	1.3245	1.3249	1.3253	1.3257	1.3261	1.3264	1.3267	1.3270
0.30	1.2528	1.2532	1.2535	1.2539	1.2542	1.2544	1.2547	1.2549	1.2551	1.2554
0.35	1.2051	1.2053	1.2056	1.2059	1.2061	1.2063	1.2065	1.2067	1.2069	1.2070
0.40	1.1741	1.1744	1.1746	1.1748	1.1750	1.1751	1.1753	1.1754	1.1756	1.1757
0.45	1.1567	1.1569	1.1571	1.1572	1.1574	1.1575	1.1577	1.1578	1.1579	1.1580
0.50	1.1510	1.1512	1.1514	1.1516	1.1517	1.1519	1.1520	1.1521	1.1522	1.1523

$$r = \frac{1 + 2n}{\sqrt{1 + 12(n+n^2)(k-k^2)}}$$

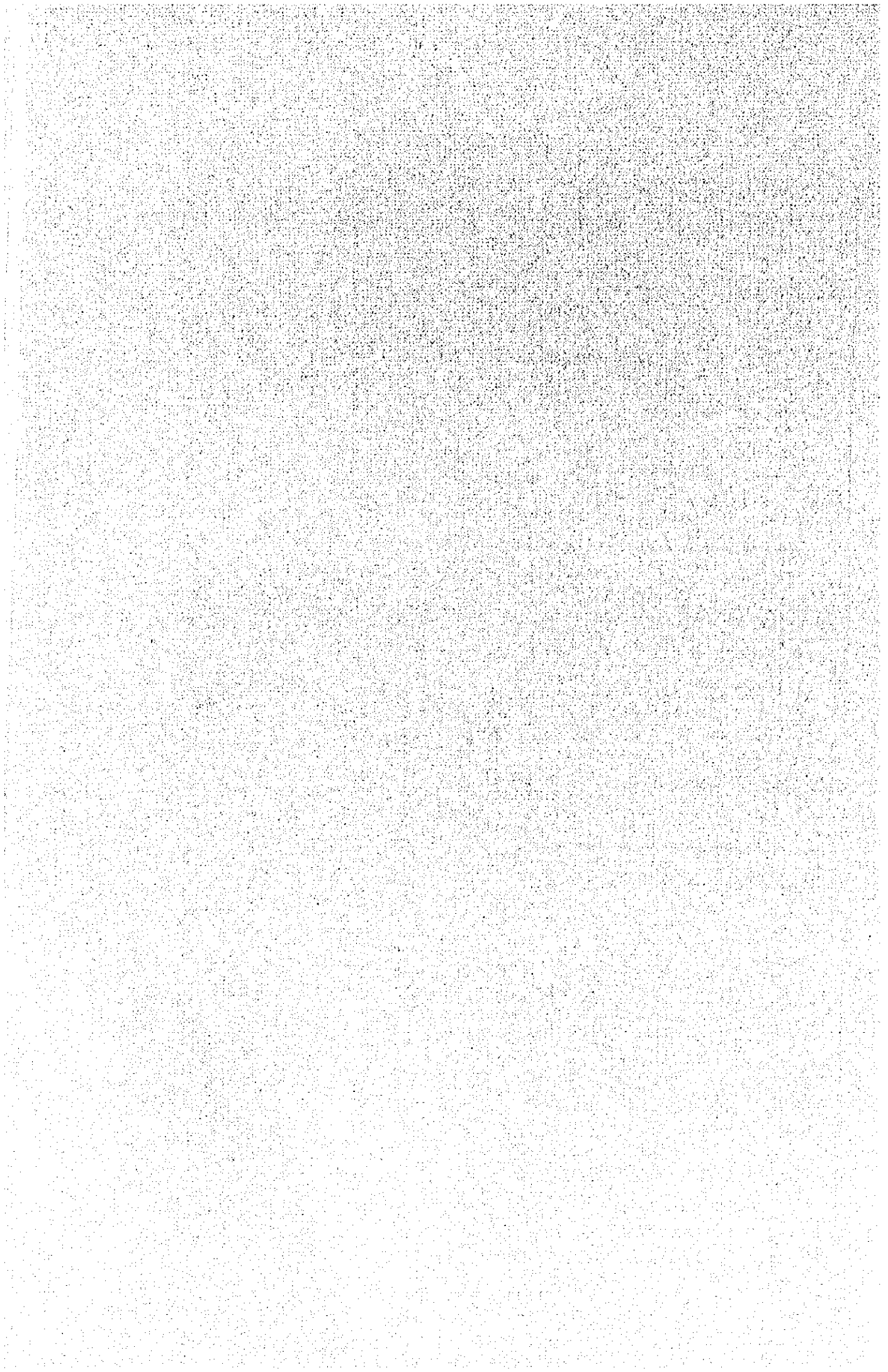
(No. 3)

$k \backslash n$	4. 1	4. 2	4. 3	4. 4	4. 5	4. 6	4. 7	4. 8	4. 9	5. 0
0.05	2.5596	2.5632	2.5666	2.5698	2.5728	2.5756	2.5783	2.5808	2.5832	2.5856
0.10	1.8945	1.8957	1.8969	1.8980	1.8990	1.9000	1.9009	1.9018	1.9026	1.9033
0.15	1.6017	1.6023	1.6029	1.6035	1.6040	1.6045	1.6050	1.6054	1.6058	1.6062
0.20	1.4342	1.4346	1.4350	1.4353	1.4356	1.4359	1.4362	1.4364	1.4367	1.4373
0.25	1.3273	1.3275	1.3277	1.3280	1.3282	1.3286	1.3286	1.3287	1.3289	1.3291
0.30	1.2555	1.2557	1.2559	1.2560	1.2562	1.2563	1.2565	1.2566	1.2567	1.2568
0.35	1.2071	1.2073	1.2074	1.2075	1.2078	1.2071	1.2079	1.2080	1.2081	1.2081
0.40	1.1758	1.1759	1.1760	1.1761	1.1762	1.1763	1.1764	1.1765	1.1765	1.1766
0.45	1.1582	1.1582	1.1583	1.1584	1.1585	1.1586	1.1587	1.1587	1.1588	1.1589
0.50	1.1524	1.1525	1.1526	1.1527	1.1528	1.1529	1.1529	1.1530	1.1531	1.1531

$k \backslash n$	5. 1	5. 2	5. 3	5. 4	5. 5	5. 6	5. 7	5. 8	5. 9	6. 0
0.05	2.5877	2.5898	2.5918	2.5936	2.5954	2.5971	2.5987	2.6002	2.6017	2.6031
0.10	1.9041	1.9048	1.9055	1.9061	1.9067	1.9073	1.9078	1.9083	1.9088	1.9093
0.15	1.6066	1.6069	1.6073	1.6076	1.6079	1.6082	1.6085	1.6087	1.6090	1.6092
0.20	1.4372	1.4374	1.4376	1.4378	1.4380	1.4382	1.4383	1.4385	1.4386	1.4388
0.25	1.3292	1.3294	1.3295	1.3296	1.3297	1.3299	1.3300	1.3301	1.3302	1.3303
0.30					1.2573					1.2577
0.35					1.2085					1.2088
0.40					1.1769					1.1772
0.45					1.1591					1.1593
0.50					1.1534					1.1536

$k \backslash n$	6. 1	6. 2	6. 3	6. 4	6. 5	6. 6	6. 7	6. 8	6. 9	7. 0
0.05	2.6045	2.6057	2.6070	2.6082	2.6093	2.6104	2.6114	2.6125	2.6134	2.6143
0.10	1.9097	1.9102	1.9106	1.9110	1.9114	1.9117	1.9121	1.9124	1.9127	1.9130
0.15	1.6095	1.6097	1.6099	1.6101	1.6103	1.6105	1.6106	1.6108	1.6110	1.6111
0.20	1.4389	1.4390	1.4392	1.4393	1.4394	1.4395	1.4396	1.4397	1.4398	1.4399
0.25	1.3304	1.3305	1.3305	1.3306	1.3307	1.3308	1.3309	1.3309	1.3310	1.3310
0.30					1.2580					1.2582
0.35					1.2090					1.2092
0.40					1.1773					1.1775
0.45					1.1595					1.1596
0.50					1.1537					1.1538

III-A KESELAMATAN KERJA (SKYLINE LOGGING)



### III-A-1 Komunikasi

1. Kode atau isyarat dan bel alarm yang telah ditentukan terlebih dahulu harus betul-betul diingat dan dikuasai oleh para pekerja dan operator. Setiap petugas harus menjalankan tahap/langkah operasi yang diisyaratkan setelah terlebih dahulu mengetahui betul-betul dan yakin akan maksud isyarat tersebut.

Kode atau isyarat yang dipergunakan harus diseragamkan dan ditentukan terlebih dahulu. Diharuskan juga agar setiap petugas dan operator baru melaksanakan langkah-langkah selanjutnya setelah masing-masing betul-betul meyakini maksud dari isyarat atau kode yang diterima ataupun yang dikirimkannya.

2. Petugas yang telah ditunjuk baru akan mengirimkan isyarat setelah mengecek dan betul-betul mengetahui bahwa keadaan di sekitarnya aman. Sedang si penerima isyarat harus mengulangi isyarat tersebut (termasuk untuk meyakinkan diri sendiri) dengan tanpa kesalahan.

Apabila beberapa petugas mengirimkan isyarat sesuka hatinya dan berbeda satu sama lain maka si penerima isyarat akan mengalami kesulitan di dalam menginterpretasikannya. Khususnya pada daerah platform (pada waktu menurunkan muatan) dimana terdapat banyak pekerja yang sedang memotong atau mengatur kayu; maka penting sekali bahwa petugas tertentu (yang telah ditunjuk) didalam mengirimkan isyarat harus sebelumnya melihat situasi di sekitarnya, situasi pekerjaan ditempat itu dan keselamatan para petugas/pekerja. Di pihak lain si penerima isyarat harus tahu benar apa maksud isyarat itu, oleh karena itu sangatlah penting artinya apabila masing-masing petugas mempunyai kebiasaan untuk mengulang dengan keras maksud isyarat yang diterimanya.

3. Petugas yang akan mengirimkan isyarat atau kode harus memperhatikan atau memilih tempat sedemikian rupa untuk berdiri sehingga bisa memenuhi persyaratan sebagai berikut:

(1) Dalam hal apabila dipergunakan telepon, walkie-talkie atau lainnya.

- a. tempat dimana pengirim isyarat dapat melihat dengan jelas situasi di daerah loading dan juga di daerah

- unloading (platform dsb).
  - b. tempat dimana si pengirim isyarat dapat dengan jelas melihat situasi perjalanan dari carriage.
  - c. tempat yang baik untuk berdiri.
  - d. tidak berada pada tempat yang merupakan/di dalam sudut tikungan operating line atau pada tempat-tempat yang berbahaya lainnya.
- (2) Dalam hal apabila dipergunakan isyarat bendera atau tangan
- a. tempat dimana disamping si pengirim isyarat dapat dengan jelas melihat situasi di tempat loading dan unloading, juga si pengirim isyarat tentu saja harus dapat terlihat dengan jelas oleh pengemudi yarder.
  - b. tempat yang baik untuk berdiri.
  - c. tidak berada pada tempat yang merupakan/di dalam sudut tikungan kabel operating atau tempat-tempat berbahaya lainnya.

Tempat-tempat atau pertimbangan-pertimbangan pemilihan tempat bagi si pengirim isyarat/kode yang disebut diatas adalah tempat-tempat yang baik untuk sipengirim isyarat, baik melalui telepon, menggunakan bendera ataupun tangan. Secara singkat dapat dikatakan bahwa tempat-tempat yang dipilih adalah tempat dimana atau yang memungkinkan untuk mengirim isyarat dan bisa melihat keadaan di tempat kegiatan/pekerjaan dengan jelas serta memenuhi syarat untuk keselamatan para crew.

## II-A-2 Pakaian Para Operator

1. Pakaian para pekerja/operator harus bebas dari bahaya terjerat oleh putaran mesin. Disamping itu memakai perlengkapan perlindungan sesuai dengan fungsinya serta tahu betul cara menggunakannya.

Cara berpakaian menunjukkan sifat dan kebiasaan didalam bekerja dari orang yang bersangkutan. Apabila orang luar melihat bahwa pakaian kita dipersiapkan dengan baik dan teliti, maka dengan mudah orang tersebut akan mengerti disiplin kerja ditempat yang bersangkutan, perhatian yang besar dari masing-masing operator terhadap keselamatan kerja serta hal-hal lain-

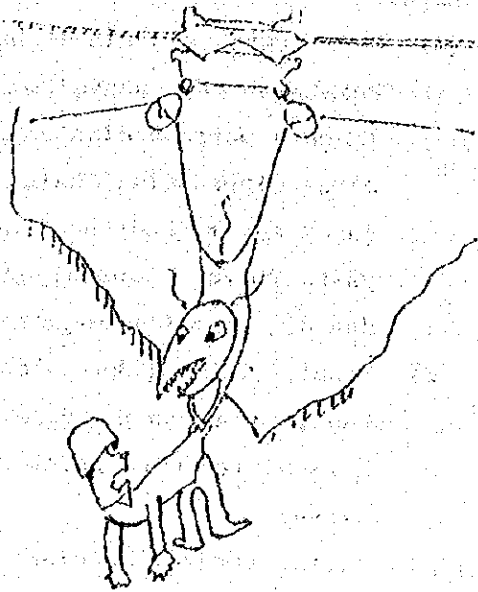
nya yang perlu diperhatikan pada waktu bekerja. Sehingga yang bersangkutan akan mempunyai kesan yang baik terhadap pekerjaan kita.

- (1) Helm (topi) penyelamat harus dipergunakan dengan benar. Pemakaian helm penyelamat secara benar adalah merupakan langkah pertama didalam menjaga keselamatan kerja. Yang harus diperhatikan dalam pemakaian helm penyelamat adalah jarak antara body-helm dengan net yang ada didalamnya, yaitu 25 mm. Kondisi dari helm harus sering diperiksa dan dijaga kebersihannya.
- (2) Sepatu yang dipakai oleh para petugas harus pas dan cukup kuat, tidak mudah terpeleset apabila dipakai serta pada hal-hal tertentu perlu dipasang peralatan anti slip pada alasnya.  
Sering terjadi kecelakaan yang disebabkan karena terpelesetnya kaki pekerja yang bersangkutan. Oleh karena itu untuk menghindarkan hal tersebut perlu dipilih sepatu yang pas ukurannya, kuat dan tidak mudah terpeleset. Khususnya pada hal-hal tertentu, seperti misalnya pada pekerjaan unloading yang sering harus berdiri diatas kayu/logs, diperlukan peralatan tambahan pada alas sepatu agar yang bersangkutan tidak jatuh terpeleset.
- (3) Peluit harus selalu dibawa/dipersiapkan, agar dapat segera dipergunakan pada waktu ada keperluan mendadak, seperti memberikan peringatan dan lain sebagainya.  
Di dalam kerja sama antara para operator/petugas diperlukan peluit untuk peringatan satu sama lain.

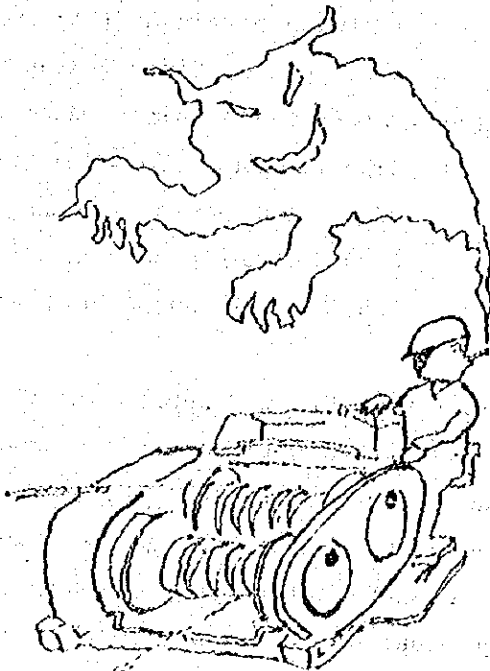
### III-A-3 Hal-hal yang Perlu Diperhatikan Pada Waktu operasi

Pada waktu operasi skyline logging ada beberapa ketentuan yang harus ditaati baik oleh pengemudi yarder maupun oleh para petugas lainnya, yang erat hubungannya dengan keselamatan kerja. Disamping ketentuan-ketentuan yang disebut dalam "Green Book" (text book) yang meskipun terutama ditujukan pada pengemudi yarder, tapi perlu juga ditaati oleh seluruh crew dari suatu unit skyline logging; di bawah ini diterangkan pula beberapa diantara larangan-larangan yang harus dipatuhi.

Gambar III-A-1 Dilarang naik atau duduk di atas carriage atau block.  
Jangan naik atau duduk di atas carriage atau block.

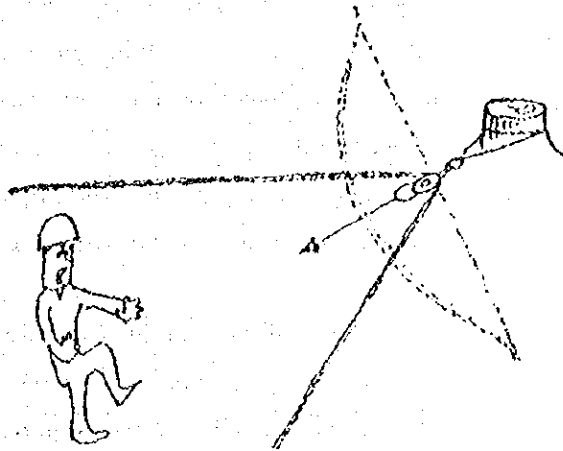


Gambar III-A-2 Dilarang merokok pada waktu mengendarai yarder.  
Jangan merokok pada waktu mengendarai yarder.





Gambar III-A-3 Jangan berdiri di dalam daerah sudut tikungan kabel operating.



Pada waktu akan menggerakkan drum yarder, pengemudi terlebih dahulu harus menegaskan kembali isyarat yang diterimanya seperti yg disebut dalam pasal I dan membunyikan bel/klakson.

#### III-A-4 Kecepatan Jalannya Carriage

Kecepatan jalannya carriage pada waktu operasi harus disesuaikan dengan situasi lapangan dan muatan yang dibawa, seperti yang diajarkan di dalam latihan/training di lapangan.

#### III-A-5 Keserasian dan Keteraturan Gulungan Kabel Operating pada Drum

Tergulungnya kabel operating pada masing-masing drum yarder harus teratur dan tidak boleh berlebihan. Untuk itu si pengemudi yarder harus bisa menserasikan antara kecepatan dan tergulungnya atau terlepasnya kabel operating pada/dari drum. Kemahiran ini akan didapat melalui latihan.

#### III-A-6 Daerah-daerah Berbahaya pada Waktu Operasi

1. Tempat-tempat yang disebut di bawah ini adalah daerah-daerah yang berbahaya pada waktu operasi.

(1) di bawah garis skyline/kabel utama

Daerah dibawah garis skyline, pada waktu beroperasi sangat berbahaya, oleh karena itu jangan sampai ada orang berada ditempat itu. Karena itu dalam unit skyline logging selalu diperlukan platform.

(2) Daerah yang dikelilingi oleh kabel operating dan sekitarnya (gambar III-A-3).

Dapat digambarkan betapa berbahayanya apabila seseorang berada di dalam daerah yang dikelilingi oleh kabel operating pada waktu kabel rigging (kabel yang memegang block) putus.

(4) disekitar tiang yang sedang didirikan/dikerjakan.

(5) ditempat-tempat lain yang dianggap berbahaya.

2. Seseorang yang perlu datang ketempat-tempat berbahaya tersebut di atas kecuali petugas yang bekerja dalam unit skyline, harus memberitahu terlebih dahulu kepada pengendara yarder, petugas pengirim isyarat dan para operator lainnya untuk mendapat ijin dan petunjuk seperlunya.

Di daerah skyline logging beroperasi, banyak dan bermacam-macam kabel direntangkan dalam areal yang luas, sehingga sangat sukar bagi orang luar untuk mengetahui letak dan posisi block beserta kabel-kabel tersebut. Oleh karena itu apabila seseorang akan datang ke daerah operasi, yang bersangkutan harus memberitahu kepada para petugas di tempat itu untuk selanjutnya mematuhi petunjuk dari petugas.

3. Di tempat yang miring atau lereng jangan sampai ada orang yang bekerja di bagian atas dan di bagian bawah dalam waktu yang bersamaan.

Areal kerja skyline logging sering berada pada lapangan yang miring, bahkan kadang-kadang berada pada lereng yang sangat curam. Dalam situasi yang demikian akan sangat berbahaya apabila petugas yang berada pada bagian atas lereng bekerja bersamaan waktunya dengan orang lain yang berada di bagian bawahnya. Yang dikhawatirkan adalah apabila tiba-tiba tanpa kita ketahui sebelumnya ada kayu/log atau batu, karena tersentuh (tidak sengaja) oleh gerakan orang yang bekerja di atas, bergerak turun (menggelinding) ke arah orang yang bekerja di bawahnya. Oleh karena itu bekerja secara tersebut di atas tidak diperbolehkan.

Karena itu sebelum kita mulai bekerja, terlebih dahulu kita harus memperhatikan juga situasi di sekitar bagian atas

tempat kita bekerja.

### III-A-7 Loading dan Unloading

Harus betul-betul diperhatikan mengenai yang telah disebutkan dalam "Green Book" (teks book), mengenai loading dan unloading. Disamping itu juga harus ditaati hal-hal sebagai berikut di bawah ini.

#### 1. Sling rope

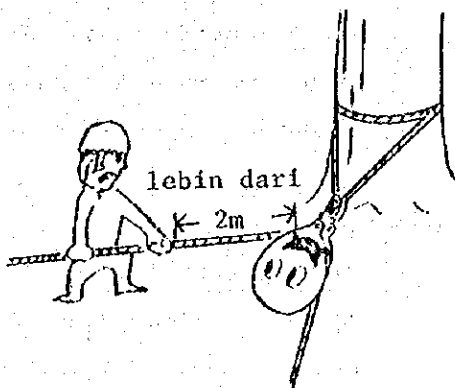
- (1) Eye-splice harus dibuat dengan sistem "WARIZASHI"  
Eye-splice yang dipergunakan untuk kegiatan ini harus bisa menahan beban yang berat, maka sistem eye-splice yang dianggap paling kuat adalah sistem warizashi.
- (2) Periksa sling rope sebelum muat kayu (loading)  
Petugas yang bersangkutan harus sering memeriksa keadaan dari eye-splice. Apabila terdapat kerusakan yang cukup berarti pada eye-splice, maka eye-splice tersebut harus segera diganti. Sedangkan eye-splice yang telah rusak harus dikumpulkan pada suatu tempat tersendiri, untuk menjaga kemungkinan dipergunakannya lagi eye-splice tersebut (jangan sampai keliru memakai eye-splice yang rusak).
- (3) Banyaknya kayu/logs yang dapat dibawa bersama-sama oleh satu/setiap sling rope, tidak boleh lebih dari tiga batang, sebab apabila lebih dari tiga batang kayu yang digantung bersama-sama dalam satu sling rope, dua atau satu diantaranya akan mudah terlepas dan ini akan sangat berbahaya.

#### 2. Loading

- (1) Para petugas loading harus mengetahui sebelumnya berat muatan maksimum yang diperkenankan serta tidak boleh melampaui batas tersebut didalam memuatkan kayu/logs. Batas maksimum muatan harus diketahui oleh para petugas loading.  
Ini bisa diketahui dari design/perhitungan yang telah dibuat sebelumnya. Melalui pengalaman yang berkali-kali para petugas akan mahir menentukan/memperkirakan berat kayu hanya dengan pandangan mata saja (tanpa menggunakan alat atau tabel).

- (2) Cara menggantungkan kayu/logs pada hook, dalam hal apabila kayu-kayu yang akan diangkut tergeletak saling bertindihan. Apabila pohon-pohon yang telah ditebang terletak saling bertindihan, maka yang diangkut terdahulu sedapat mungkin adalah pohon-pohon yang berada di atas.
- (3) Pilihan tempat yang aman untuk menjaga keselamatan diri sendiri.  
Setelah selesai memasang kayu pada hook, maka petugas harus segera pindah ketempat yang aman dan tidak boleh berada di dalam sudut yang dikelilingi oleh kabel operating.
- (4) Perhatian/peringatan pada waktu membetulkan letak block. Pada waktu petugas membetulkan letak, posisi atau arah loading block atau guide block, sering kali yang bersangkutan harus melaksanakannya dengan memegang operating line yang sedang berjalan. Dalam hal ini petugas harus memegang kabel sejauh paling tidak 2 meter dari block untuk menjaga jangan sampai tangannya terbawa oleh kabel yang berjalan dan masuk kedalam block.

Gambar III-A-4 Pegang kabel operating pada tempat sejauh 2 meter dari block.



### 3. Unloading

- (1) Periksa keadaan sling rope sebelum mengirimkannya kembali ketempat loading  
Setelah selesai menurunkan kayu (unloading), periksa kembali keadaan dari sling rope sebelum dikirim kembali

ke tempat loading.

Apabila terdapat kerusakan yang serius pada sling rope, maka sling rope yang rusak tadi harus segera diganti dengan yang baik keadaannya, sedang yang rusak harus dikumpulkan pada tempat tersendiri.

- (2) Harus dijaga jangan sampai kita terbentur oleh ayunan/gerakan dari loading block atau ballast (pemberat). Pada waktu melaksanakan unloading kita harus selalu waspada terhadap kemungkinan terbentur oleh loading block atau ballast. Hal ini bisa terjadi karena kita terlalu sibuk dengan pekerjaan unloading sehingga tidak waspada terhadap ayunan ballast atau loading block.
- (3) Setiap petugas di tempat unloading harus memperhatikan pula/waspada terhadap kegiatan para petugas yang lain. Di tempat unloading sering terdapat banyak orang yang bekerja yang berbeda-beda jenis kegiatannya. Oleh karena itu setiap petugas perlu terlebih dahulu mengetahui situasi kegiatan lain disekitarnya.

#### III-A-8 Perhatian pada Waktu Memanjat/mempersiapkan Tail, Head atau Guide Tree

Memanjat pohon atau tiang buatan dan pekerjaan mempersiapkan tail tree, head tree, guide tree atau lainnya, merupakan pekerjaan yang memerlukan ketenangan dan ketrampilan. Oleh karena itu dalam pelaksanaannya harus memperhatikan hal-hal yang disebut di bawah ini.

1. Harus mempergunakan peralatan untuk memanjat (sabuk penyelamat dan KANZIKI).
2. Periksa dengan teliti terlebih dahulu peralatan untuk memanjat yang akan dipergunakan. Jangan mempergunakan peralatan yang sudah tidak baik/memenuhi syarat.
3. Pekerjaan persiapan/pemasangan peralatan diatas pohon atau tiang buatan harus dilakukan dengan menggunakan sabuk pengaman dan memerlukan kemantapan tubuh dari si petugas.

4. Pada waktu turun, si petugas harus tetap menggunakan KANZIKI secara berhati-hati dan jangan sampai terpeleset. Tidak boleh meloncat sebelum sampai di tanah.
5. Jangan berada/berdiri di sekitar bawah pohon atau tiang buatan apabila di bagian atasnya sedang dilakukan pekerjaan pemasangan peralatan.

Hal ini untuk menjaga jangan sampai ada orang yang tertimpa oleh alat-alat yang mungkin terjatuh dari atas.

#### III-A-9 Peringatan akan Adanya Bahaya

Apabila terjadi sesuatu kesalahan/hal yang tidak diharapkan seperti misalnya carriage yang terlepas dan meluncur ke bawah secara tiba-tiba, maka pengemudi yarder harus segera memberikan peringatan bahaya kepada para petugas yang lain. Disamping itu petugas yang pertama kali mengetahui kejadiannya harus pula segera memberikan peringatan kepada teman-temannya yang lain (dengan meniup peluit tanda bahaya dan lain sebagainya). Kemudian pekerja yang lain setelah mendengar peringatan ini harus segera mencari perlindungan. Dalam hal ini mereka harus mencari perlindungan/ mencari tempat yang aman dengan segera dan dengan tenang tidak boleh panik, sehingga tidak justru menuju kearah yang salah atau terjatuh.

#### III-A-10 Harus Mentaati Batas Maksimum Muatan yang Ditentukan

Kecelakaan yang disebabkan oleh muatan yang berlebihan sering merupakan kecelakaan yang serius, oleh karena itu semua petugas harus mentaati batas maksimum muatan yang telah diperhitungkan sebelumnya.

Agar muatan maksimum (yang bisa di bawa melalui kabel utama) bisa betul-betul dipahami, maka setiap petugas harus mengingat dengan baik limit muatan (t) dan limit volume ( $m^3$ ). Untuk bisa menaksir volume atau berat (maksimum) suatu logs dilapangan dengan benar, hanya dengan menggunakan pandangan mata (subyektif) saja, diperlukan latihan yang berkali-kali.

Cara sederhana untuk menghitung volume kayu/logs.

Diketahui ada bermacam-macam cara untuk menghitung volume kayu/logs, tapi cara yang disebut berikut ini akan sangat menolong para

petugas di lapangan untuk memperhitungkan volume muatan dengan cara perhitungan di luar yang sederhana, yaitu sebagai berikut.

$$V = D^2 \times L \times 1/10.000$$

V : Volume (m<sup>3</sup>)

D : Diameter ujung yang terkecil (cm)

L : Panjang log (m)

Apabila D dihitung dengan satuan meter, maka rumus di atas akan menjadi sebagai berikut.

$$V = D^2 \times L$$

Di dalam perhitungan ini berlaku anggapan bahwa hasil yang diperoleh adalah volume kayu/log dalam keadaan bulat utuh, jarang dalam bentuk pipih atau lain sebagainya.

Contoh perhitungan: diameter ujung yang terkecil dari sebuah

log = 50 cm.

panjang log = 6,2 m.

volume log =  $50 \times 50 \times 6,2 \times 1/10.000$

= 1,55 m<sup>3</sup>. atau

volume log =  $0,5 \times 0,5 \times 6,2 = 1,55 \text{ m}^3$ .

### III-A-11 Pemeriksaan Untuk Keselamatan Kerja

Pertama kali kita harus mengadakan pemeriksaan terhadap Yarder dan peralatan skyline lainnya untuk menjamin dan menjaga keselamatan kita di dalam kegiatan Skyline logging.

Pemeriksaan dibagi dalam pemeriksaan yang dilakukan setiap hari dan pemeriksaan yang dilakukan setiap periode tertentu. Apabila kita menemui sesuatu hal yang janggal di dalam pemeriksaan, maka kelainan tersebut harus segera diperbaiki atau diadakan penggantian.

Untuk mendapatkan ketelitian di dalam pemeriksaan, kita perlu membuat suatu rencana pemeriksaan yang terperinci berdasarkan pada "Standar keselamatan kerja", proses pemasangan skyline yang telah kita pelajari baik di dalam kelas maupun di lapangan dan lain sebagainya, sebelum pemeriksaan dilakukan.

Kecuali itu kita perlu juga mengadakan kontrol terhadap cara dan kebiasaan kerja para petugas lain dan diri kita sendiri. Kecerobohan seseorang akan membawa akibat terhadap orang lain, oleh karena itu petugas yang bertanggung jawab harus pula mampu mengoreksi diri sendiri dan juga mengingatkan kalau mengetahui kesalahan petugas yang lain.

1. Pemeriksaan harian

- (1) Waktu dilakukannya pemeriksaan:  
Setiap hari sebelum dan sesudah bekerja.
- (2) Obyek pemeriksaan:  
Periksa lampiran No. III-A-1.

2. Pemeriksaan periodik

- (1) Waktu dilakukannya pemeriksaan:
- Pada waktu pemasangan sistem skyline
  - Pada waktu penggantian sistem skyline
  - Setelah operasi percobaan
  - Setelah ada hujan lebat, angin keras dan gempa bumi
  - Setelah berhenti operasi dalam waktu yang lama
  - Setiap 1 ~ 2 bulan
- (2) Obyek pemeriksaan:  
Periksa lampiran No. III-A-2.

Lampiran No. III-A-1 Obyek pemeriksaan (harian)

Waktu pemeriksaan	Obyek	Perincian obyek pemeriksaan
1	2	3
Pemeriksaan sebelum operasi/ bekerja	Yarder	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Bagian luar (body, dlsb) Hal-hal yang tidak normal seperti sekrup yang kendor, bagian yang putus/patah, bagian yang aus, kebocoran pada oli atau air, kabel-kabel dlsb.</li><li>2. Bahan bakar dan air Keadaannya bagaimana, cukup atau tidak.</li><li>3. Pelumasan dan lain-lain Periksa kualitas dan kuantitas oli pada mesin, group transmisi, group pengganti arah maju dan mundur dlsb. Periksa dan lumasi bagian-bagian yang merupakan persediaan/engsel.</li><li>4. Peralatan kontrol Periksa keadaan dari clutch, transmisi, rem dlsb. Khususnya periksa dengan teliti kerja dari pada rem, kelonggaran dari pada pedal rem dlsb.</li></ol>



Waktu pemeriksaan	Obyek	Perincian obyek pemeriksaan
1	2	3
Pemeriksaan sebelum operasi/bekerja	Yarder	<p>5. Peralatan alarm Periksa kerja dan volume suara klaxon</p> <p>6. Stasioner/idling Pada waktu start pertama kali kita harus membiarkan mesin dalam keadaan stasioner beberapa saat; untuk mengadakan pemeriksaan pada alat-alat indikator. Juga peredaran oli, air dan adanya suara-suara yang tidak normal.</p> <p>7. Lain-lain Periksa keadaan cairan pada battery dan juga ketegangan dari tali kipas (fanbelt).</p>
	Instalasi/peralatan skyline	<p>1. Keadaan dari pada sling rope (1) Penggantian sling rope yang telah rusak. (2) Periksa adanya wire element yang putus/rusak (3) Periksa pemasangan hook dan keadaan "eye" serta adanya wire rope yang rusak. (4) Periksa jumlah sling rope yang diperlukan.</p> <p>2. Kondisi dari peralatan telepon (1) Periksa kepekaan peralatan telepon (mencoba berkomunikasi dengan petugas di tempat lain, loading spot). (2) Periksa keadaan dari kabel telepon yg terbentang antara yarder dan tempat loading. (3) Bendera pengirim isyarat.</p> <p>3. Lain-lain (1) Periksa keadaan dan Bergeraknya carriage, keadaan loading block dan block-block yang terpasang pada guide tree serta head tree. (2) Periksa keadaan pada tempat-tempat dimana kabel haul back harus melalui snatch block dan pemasangan block pada carriage dlsb.</p>
Pemeriksaan setelah operasi	Yarder	<p>1. Kenampakan/bagian luar Periksa bila ada keadaan yang tidak normal seperti sekrup yang lepas, kabel-kabel bagian yang patah, air atau oli yang bocor serta bersihkan bagian yang kotor.</p>

Waktu pemeriksaan	Obyek	Perincian obyek pemeriksaan
1	2	3
Pemeriksaan setelah operasi	Yarder	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Bahan bakar Tanki bahan bakar harus dipenuhi kembali.</li> <li>3. Alat dan perlengkapan Kumpulkan kembali alat dan perlengkapan yang telah dipergunakan dan periksa kembali keadaan dan jumlahnya.</li> <li>4. Api Singkirkan jauh-jauh sumber api dari peralatan dan mesin.</li> </ol>

Lampiran No. III-A-2 Obyek pemeriksaan (periodik)

Obyek pemeriksaan	Perincian obyek	Baik atau rusak	Hasil pemeriksaan	
			macam kerusakan	tindakan selanjutnya
1	2	3	4	5
Yarder	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemasangan ujung wire rope pada drum</li> <li>2. Percobaan apakah dalam sistem tersebut sisa kabel operating pada drum masih bisa lebih dari satu lapisan atau tidak</li> <li>3. Berapa kali kabel endless tergulung pada drum endless</li> <li>4. Peralatan pemadam kebakaran.</li> </ol>			
Perlengkapan yarder	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apakah yarder sudah terletak dalam kedudukan datar (level) dengan diberi landasan log dsb.</li> <li>2. Ketegangan anchor line, arah rentangannya/tarikannya dan pemasangan clip apakah sudah baik.</li> <li>3. Kekuatan stump/tunggak.</li> <li>4. Pencegahan agar yarder tidak maju atau mundur pada waktu operasi.</li> <li>5. Fleet angle. Jarak yarder dan guide tree paling tidak harus 20 x lebar drumnya.</li> <li>6. Pengemudi yarder apakah dari tempatnya bisa melihat kearah platform dengan bebas dan jelas.</li> </ol>			

Obyek pemeriksaan	Perincian obyek	Baik atau rusak	Hasil pemeriksaan	
			macam kerusakan	tindakan selanjutnya
1	2	3	4	5
Wire rope	Apakah setiap kabel yang di pakai masih berada pada/ dalam batas (limit) penggunaan yang diijinkan. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Skyline</li> <li>2. Kabel operating</li> <li>3. Kabel guy</li> <li>4. Heel line</li> <li>5. Lain-lain</li> </ol>			
Peralatan/ perlengkapan lainnya	Kerja dan kondisi dari roda dan bila ada hal yang tidak normal. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Carriage</li> <li>2. Loading block</li> <li>3. Saddle block</li> <li>4. Heel block dan clamp</li> <li>5. Guide block</li> <li>6. Block kontrol</li> </ol>			
Tanda/rambu-rambu peringatan, dll	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adanya rambu peringatan yang jelas</li> <li>2. Adanya penjaga/petugas di tempat di mana skyline harus melintasi jalan, disb.</li> <li>3. Adanya (papan) penjelasan mengenai sistem skyline ybs. (nama sistem skyline panjang rentangan, sudut kemiringan, rasio sagspan, beban maksimum, nama yang bertanggung jawab dalam operasi system ybs, dll)</li> </ol>			
Di tempat unloading (plat form)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apakah cukup luas dan tidak berbahaya bagi para pekerja.</li> <li>2. Apakah platform yang dibuat cukup kuat.</li> </ol>			

Obyek pemeriksaan	Perincian obyek	Baik atau rusak	Hasil pemeriksaan	
			macam kerusakan	tindakan selanjutnya
1	2	3	4	5
Group kontrol (Control line)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ketegangan dari control line, kondisinya.</li> <li>2. Kekuatan dari stump.</li> <li>3. Kondisi block.</li> </ol>			
Guide tree	<p>Spar (tiang penyangga)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apakah berdirinya cukup kuat.</li> <li>2. Adanya wooden protector (kayu kecil pelindung)</li> </ol> <p>Guy line</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Banyaknya, arahnya.</li> <li>2. Besarnya sudut di antara tiang dan guy line.</li> <li>3. Adakah tekukan tajam pada pemasangan guy line di bagian atas tiang.</li> <li>4. Beberapa kali ujung guy line dililitkan pada stump.</li> <li>5. Apakah semua guy line untuk spar tersebut mempunyai ketegangan yang sama/seimbang.</li> <li>6. Kekuatan masing-masing stump.</li> <li>7. Bagaimana cara pemasangan slip. (cara memasang, jarak, keketatan bautnya, banyaknya dsb).</li> </ol>			

Obyek pemeriksaan	Perincian obyek	Baik atau rusak	Hasil pemeriksaan	
			macam kerusakan	tindakan selanjutnya
1	2	3	4	5
Guide tree	<p>Rigging rope</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cara pemasangan (kedudukan kedua eyes, cara melilitkan, susunan lilitan, dlsb).</li> <li>2. Kerusakan atau adanya wire element yang putus, kerusakan pada eye, dlsb.</li> </ol> <p>Block</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemasangan guide block (posisinya, adanya wire rope yang keluar dari roda).</li> </ol>			
Head tree	<p>Spar (tiang/pohon penyangga)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kekuatan berdirinya.</li> <li>2. Adanya wooden protector. (kayu kecil pelindung)</li> </ol> <p>Guy line</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jumlah dan arahnya</li> <li>2. Besarnya dudut antara tiang dan guy line.</li> <li>3. Adakah tekukan tajam pada pemasangan guy line di bagian atas tiang.</li> <li>4. Berapa kali ujung guy line dililitkan pada stump.</li> <li>5. Apakah semua guy line untuk spar tersebut mempunyai ketegangan yang seimbang.</li> <li>6. Kekuatan masing-masing stump.</li> </ol>			

Obyek pemeriksaan	Perincian obyek	Baik atau rusak	Hasil pemeriksaan	
			macam kerusakan	tindakan selanjutnya
1	2	3	4	5
Head tree	<p>7. Bagaimana cara pemasangan clip. (cara memasang, jarak, kekencangan bautnya, banyaknya, dlsb)</p> <p>Rigging rope</p> <p>1. Cara pemasangan (kedudukan kedua eyes, cara melilitkan, susunan lilitan, dlsb).</p> <p>2. Adanya kerusakan atau wire element yang putus, kerusakan pada eye, dlsb.</p> <p>Block</p> <p>1. Pemasangan guide block (posisi-nya, adanya wire rope yang keluar dari roda)</p> <p>2. Arah dan posisi pemasangan saddle block.</p>			
Group heel block	<p>1. Adanya peralatan (pembantu) untuk mencegah terjadinya twist.</p> <p>2. Adakah di antara heel line yang saling bergesekan bersilangan.</p> <p>3. Keadaan dan kondisi heel line pada heel block.</p> <p>4. Guide block dan rigging rope untuk heel line.</p>			

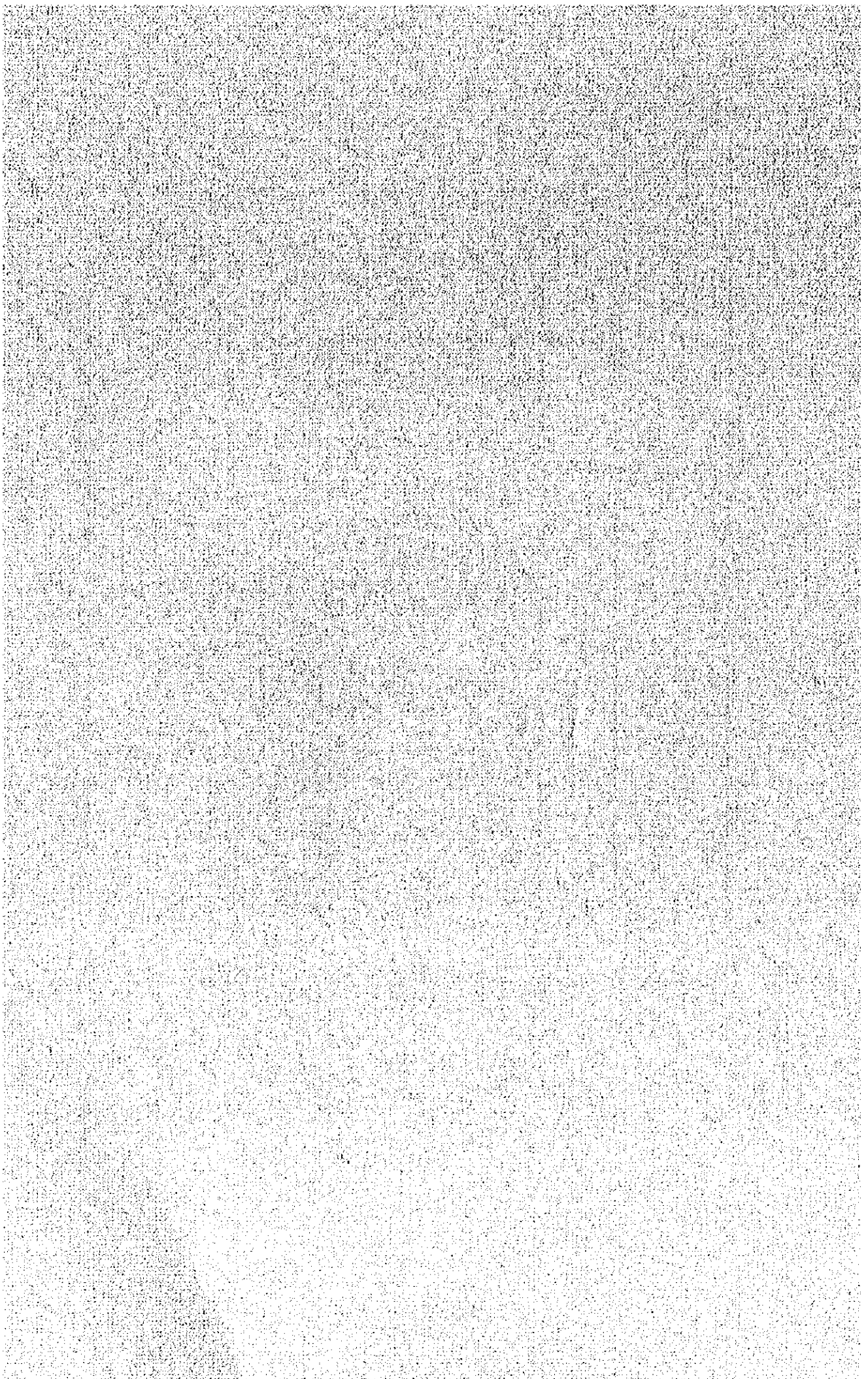
Obyek pemeriksaan	Perincian obyek	Baik atau rusak	Hasil pemeriksaan	
			macam kerusakan	tindakan selanjutnya
1	2	3	4	5
Pemasangan/ mematikan skyline (Head tree)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Apakah skyline clamp sudah terpasang dengan baik.</li> <li>2. Apakah skyline clamp sudah dikeraskan (mur dan bautnya) lagi setelah diadakan percobaan.</li> <li>3. Adanya hal-hal yang tidak normal pada baut dan pelat clamp.</li> <li>4. Adanya hal-hal yang tidak normal pada penggandeng (conector).</li> <li>5. Pemasangan skyline.</li> <li>6. Apabila ternyata kedudukan anchor tidak dalam garis lurus TT-HT, adakah kemungkinan untuk meluruskannya dengan menarik SKL antara HT-AN kearah yang benar. Demikian juga halnya di daerah TT.</li> <li>7. Kekuatan stump dan kondisi anchor line.</li> <li>8. Cara mematikan heel line.</li> <li>9. Adanya kerusakan atau keausan pada SKL di saddle block.</li> </ol>			
Tail tree	<p>Spar (tiang atau pohon penyangga)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kekuatan berdirinya.</li> <li>2. Adanya wooden protector (kayu kecil pelindung)</li> </ol>			



Obyek pemeriksaan	Perincian obyek	Baik atau rusak	Hasil pemeriksaan	
			macam kerusakan	tindakan selanjutnya
1	2	3	4	5
Tail tree	<p>Cara mematikan (ujung) guy line dan SKL.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Banyaknya dan arah guy line.</li> <li>2. Besarnya sudut di antara GYL dan tiang/spar.</li> <li>3. Adakah tekukan tajam pada pemasangan GYL di bagian atas tiang.</li> <li>4. Berapa kali ujung dari pada SKL dan GYL dililitkan pada anchor atau stump.</li> <li>5. Apakah semua GYL telah mempunyai ketegangan yang sama/seimbang.</li> <li>6. Kekuatan masing-masing stump.</li> <li>7. Bagaimana cara penggunaan clip (cara memasang, jarak, kekerasan bautnya, banyaknya, dlsb).</li> </ol> <p>Rigging rope</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cara pemasangan (kedudukan kedua eyes, cara melilitkan, susunan lilitan, dlsb)</li> <li>2. Adanya kerusakan atau wire element yang putus, kerusakan pada eye, dlsb.</li> </ol> <p>Block</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemasangan guide block (posisi, adanya wire rope yang meleset dari roda)</li> <li>2. Posisi dan arah pemasangan saddle block.</li> </ol>			

Obyek pemeriksaan	Perincian obyek	Baik atau rusak	Hasil pemeriksaan	
			macam kerusakan	tindakan selanjutnya
1	2	3	4	5
Kabel haul back dan endless	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adakah bagian-bagian yang bergesekan dengan tanah atau batu.</li> <li>2. Adakah bagian dari masing-masing kabel tersebut yang bergesekan/bersilangan.</li> <li>3. Pemasangan gude block.</li> <li>4. Cara pemasangan rigging rope. (kedudukan kedua eyes, berapa kali melingkar, adakah bagian yang melingkar, adakah bagian yang bersilang bertindihan).</li> <li>5. Adanya kerusakan atau sejumlah wire element yang putus, dsb.</li> </ol>			
Kabel lifting	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adakah bagian yang bergesekan dengan tanah atau batu.</li> <li>2. Adakah bagian yang bergesekan atau bersilangan dengan kabel lain.</li> </ol>			

### III-B KESELAMATAN KERJA (TRAKTOR LOGGING)



### III-B-1 Jaringan Jalan Traktor

#### 1. Konstruksi Jalan

Didalam kegiatan yarding dengan traktor, baik buruknya design jaringan jalan, tanjakan dan belokan jalan untuk traktor sangat besar pengaruhnya terhadap efisiensi penggunaan traktor dan juga terhadap keselamatan kerja.

Oleh karena itu pembuatan jaringan jalan harus didasarkan pada suatu rencana yang baik dan dipelajari betul-betul sebelumnya.

- (1) Untuk maksud diatas, maka jaringan jalan hendaknya dibuat berdasarkan suatu rencana yang bisa dipertanggung jawabkan.
- (2) Tanjakan pada jalan-jalan untuk transportasi sedapat mungkin dibuat rata (tidak bergelombang). Juga harus dihindari adanya tikungan yang terlalu tajam.
- (3) Untuk konstruksi jalan yang menyusuri lereng bukit, sedapat-mungkin harus dihindari terjadinya jalan timbunan. (jalan galian lebih tahan terhadap bahaya longsor).
- (4) Dalam pembuatan jembatan tentu saja harus diperhitungkan berat traktor itu sendiri dan bebannya.

#### 2. Permukaan jalan

- (1) Permukaan jalan traktor sebaiknya jangan miring, sebab getaran/goncangan traktor akan membuat pengemudinya kesakitan dan juga akan merusakkan peralatan pada traktor. Jalan yang miring kekiri atau kekanan kurang baik untuk traktor.
- (2) Apabila ada halangan-halangan seperti misalnya pohon berdiri atau sesuatu yang berbahaya seperti tunggak, batu besar atau pohon mati yang mungkin roboh atau jatuh kearah jalan, maka halangan-halangan tersebut harus dihindarkan atau kalau mungkin disingkirkan terlebih dahulu.

#### 3. Lebar jalan

- (1) Lebar jalan harus lebih dari 1.2 kali lebar roda/tapak traktor.
- (2) Pada setiap tikungan lebar jalan harus ditambah sedapat mungkin sesuai dengan (keperluan) panjang maksimum kayu

yang diangkut. Radius tikungan paling tidak harus lebih dari 1/2 kali panjang maksimum log.

Lebar jalan yang diperlukan adalah:

$$\frac{(\text{panjang logs})^2}{(\text{radius tikungan}) \times 8} \quad \text{atau} \quad \frac{L^2}{R \times 2}$$

apabila ujung logs tidak dapat bebas bergerak bebas

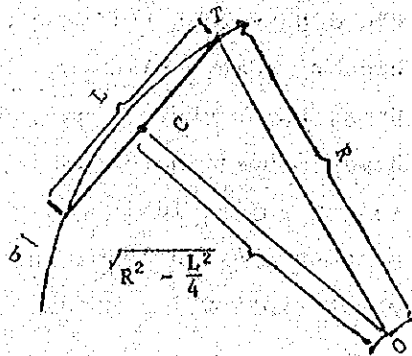
(Gambar III-B-1)

apabila ujung logs dapat bergerak bebas

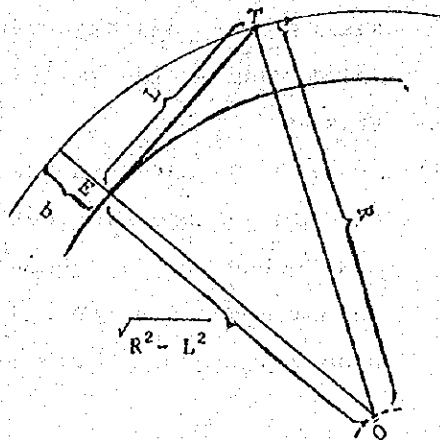
(Gambar III-B-2)

Perhitungan diatas adalah perhitungan rata-rata.

Gambar III-B-1 Bila ujung logs tidak bergerak bebas.



Gambar III-B-2 Bila ujung logs dapat bergerak bebas.



- (3) Beberapa pohon perlu ditinggalkan berdiri ditepi sepanjang jalan, terutama pada jalan di tepi jurang, maksudnya agar bisa menahan logs yang akan jatuh ke arah jurang pada waktu dibawa.

#### 4. Tanjakan

- (1) Meskipun ini tergantung pada kondisi lapangan, batas maksimum tanjakan untuk jalan angkutan kayu adalah 25° pada kondisi normal.
- (2) Tanjakan yang mendekati batas maksimum tidak boleh lebih panjang dari 50 meter.
- (3) Di depan/sebelum dan dibelakang/sesudah tanjakan yang mendekati limit (batas maksimum) harus dibuat jalan yang datar.
- (4) Ditempat-tempat sebelum dan sesudah tanjakan yang berat (mendekati limit) tidak boleh ada tikungan yang tajam.

#### 5. Pembuatan platform (tempat pengumpulan)

Didalam kegiatan traktor yarding, kemungkinan pemborosan waktu pada umumnya terjadi di platform. Di tempat tersebut traktor harus mengatur dan mengumpulkan kayu serta masih banyak kegiatan-kegiatan lainnya yang dilakukan di platform.

Oleh karena itu pada waktu merencanakan platform harus dipikirkan bentuk dan luasnya agar dapat dilakukan kerja yang efisien dan sistimatis.

Idealnya, jaringan jalan traktor dan platform harus dibuat dua arah (two-way traffic) dan traktor bisa datang dan meninggalkan platform tanpa harus berbalik arah atau berjalan mundur.

### III-B-2 Lain-lain Persyaratan Keselamatan Kerja

#### 1. Pakaian kerja

Pakaian kerja sebaiknya yang ringan dan jangan terlalu lebar atau kendor pada ujung dari lengan baju dan ujung celana.

Khususnya pengemudi, tidak dibenarkan untuk memakai sepatu yang bertelapak besi atau yang dilengkapi dengan paku pada alasnya.

## 2. Pemeriksaan dan pemeliharaan

Pengemudi dan operator/petugas lainnya harus selalu mengadakan pemeriksaan dan pemeliharaan terhadap traktor, panel tombol-tombol dan indikator, perlengkapan lainnya dan wire rope. Peralatan-peralatan tersebut harus tetap dalam keadaan dan bekerja dengan baik.

## 3. Tanda-tanda/rambu-rambu di tempat yang berbahaya

Harus dipasang tanda atau rambu peringatan pada tempat-tempat yg curam, tikungan tajam dan tempat-tempat berbahaya lainnya.

## 4. Penjagaan terhadap bahaya kebakaran

Traktor adalah peralatan yang menggunakan bahan bakar untuk menjalankan mesinnya serta merupakan peralatan yang mahal harganya. Oleh karena itu didalam mengoperasikannya kita harus menghindari kemungkinan adanya bahaya kebakaran.

## 5. Pengangkutan traktor

Traktor adalah peralatan yang berat, oleh karena itu pekerjaan menaikkan keatas alat pengangkut yang lain (truck), perjalanan pengangkutan dan pada waktu menurunkannya dari truck, selalu mengandung resiko yang berbahaya.

Oleh karena itu untuk keperluan menaikkan dan menurunkan traktor selalu dipergunakan checking pit (semacam jembatan antara loadbak truck dan permukaan tanah) sebagai perlengkapan pembantu.

Checking pit ini umumnya dibuat dari beton (yang permanen) dan ada pula yang dibuat dari timbunan tanah yang dipadatkan (sementara). Didalam perjalanan pengangkutan traktor harus dijaga/diusahakan agar jangan sampai bergerak atau miring letaknya.

### III-B-3 Menjalankan/mengendarai Traktor

#### 1. Kualifikasi

Pengendara traktor tidak cukup hanya bisa mengemudikan saja, tetapi harus pula mampu memimpin pada petugas yang lain



yang bekerja di dalam mempersiapkan yarding dengan traktor, yang melepas muatan dan petugas lain di platform. Oleh karena pengendara traktor mempunyai peranan penting di dalam menjaga keselamatan kerja dan juga menentukan efisiensi kerja, maka pengendara traktor harus mendapatkan kualifikasi yang seragam sebelumnya.

## 2. Kecepatan

Pada jalan yang menurun, traktor yang membawa/menarik beban tidak boleh berjalan dengan kecepatan melebihi 4 Km per jam.

## 3. Jarak antara

Menggunakan traktor lebih dari 1 ~ 2 buah didalam satu areal kerja tidak dibenarkan dari pandangan efisiensi kerja dan juga keselamatan kerja. Meskipun demikian apabila hal ini terpaksa harus dilakukan, maka dalam iring-iringan traktor yang bermuatan harus tetap di jaga jarak (antara satu traktor dengan yang lain) tertentu untuk mencegah terjadinya kecelakaan.

Jarak minimum antara satu traktor dengan traktor yang lain tergantung pada tanjakan/penurunan jalan, kecepatan, sistem kerja, jenis tanah dan besar serta beratnya muatan yang dibawa/ditarik. Kita harus memperkirakan jarak yang selamat berdasarkan keadaan faktor-faktor tersebut diatas.

## 4. Dua traktor yang berlawanan arah

Apabila dua traktor yang berlawanan arah bertemu di suatu jalan maka traktor yang membawa/menarik muatan adalah yang mendapatkan prioritas jalan terlebih dahulu, yang lain berhenti ditepi.

## 5. Penumpang

- (1) Jangan duduk ditempat lain kecuali di tempat duduk yang telah disediakan.
- (2) Jangan berada di atas mesin dan muatan/kayu pada waktu traktor berjalan.

### III-B-4 Pre-yarding, Loading dan Unloading

#### 1. Kerja sama dalam operasi

Traktor yarding dilayani oleh suatu kelompok kerja yang terdiri dari pengemudi dan beberapa petugas lainnya yang bekerja di preyarding, loading, unloading dan piling (menguliti kayu). Diantara mereka petugas pre-yarding, loading dan unloading mempunyai hubungan kerja yang erat dengan pengemudi traktor. Para petugas tersebut diatas mempersiapkan kayu yang akan diangkut selanjutnya pada waktu traktor sedang tidak ada disana, dan mereka memuatkan kayu serta melepas kayu (di platform) serta mengumpulkan kayu dari beberapa tempat dengan menggunakan winch didalam kerja samanya dengan pengemudi pada waktu traktor datang.

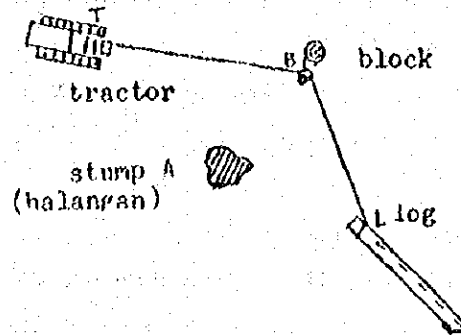
Oleh karena itu di dalam tugas-tugas seperti pre-yarding, loading, unloading dengan traktor, penting sekali arti kerja sama yang baik antara si pengemudi dengan para petugas yang lain.

#### 2. Pre-yarding

Pre-yarding adalah kegiatan mengumpulkan kayu dari beberapa tempat kedekat traktor, untuk selanjutnya akan ditarik/dibawa oleh traktor ketempat pengumpulan. Dalam kegiatan ini perlu diperhatikan beberapa hal penting sebagai berikut:

- (1) Pada waktu menarik kayu kedekat traktor jangan sampai terhalang oleh tunggak, batu besar dan lain sebagainya.
- (2) Apabila kayu tertumbuk oleh sesuatu halangan, penarikan jangan diteruskan. Kegiatan penarikan dilanjutkan lagi setelah halangan tersebut dipindahkan atau dapat dihindari. Dalam hal apabila kita mempergunakan block untuk merubah arah tarikan, maka jangan berada didalam sudut tikungan yang dibentuk oleh kabel. (Periksa Gambar III-B-3).

Gambar III-B-3 Cara menghindari halangan (merubah arah) dengan menggunakan block



- (3) Para petugas jangan sampai berada pada garis arah tarikan kayu dan jangan berada di bawah pohon yang kemungkinan ranting/dahannya jatuh pada waktu tertumbuk oleh kayu yang sedang di tarik.
- (4) Dalam hal pre-yarding dengan menggunakan sulky, perhatian arah tarikan jangan sampai menyebabkan sulky tersebut roboh.
- (5) Pemeliharaan dan penanganan block dan wire rope yang dipergunakan seperti yang dilakukan pada waktu skyline logging.

### 3. Loading

Pada waktu loading atau memuatkan kayu/memasang kayu pada traktor, perlu diperhatikan pula beberapa hal seperti dibawah ini:

- (1) Apabila kayu-kayu akan dibawa dengan sulky, maka usahakan agar titik berat dari muatan terletak pada posisi serendah mungkin dan kayu-kayu tersebut harus ditumpuk/dirakit secara teratur pada keseimbangan yang baik.
- (2) Perhatikan pada waktu mempergunakan sling pada sulky. Jangan membawa/merakit lebih dari 3 buah log dalam satu sling.  
Ikatan yang kurang ketat akan menyebabkan kayu/log lepas pada waktu diangkut.
- (3) Tinggi rakitan/tumpukan kayu jangan lebih dari 2 kali lebar roda sulky.

#### 4. Unloading

Pada waktu unloading atau menurunkan muatan, perlu diperhatikan beberapa hal tersebut dibawah ini.

- (1) Jangan bekerja atau berada pada tempat/dibawah arah log apabila jatuh.
- (2) Perhatikan betul-betul tempat kita berpijak dan jangan bekerja diatas log yang mudah bergerak.

#### III-B-5 Isyarat atau Signal

Seperti yang disebut terdahulu, dalam kegiatan yarding dengan traktor diperlukan sekali adanya kerja sama yang baik antara pengemudi dan para pekerja yang lain.

Oleh karena itu komunikasi atau isyarat sangat diperlukan sebagai sarana komunikasi di antara mereka.

1. Pengemudi traktor dan para petugas lain harus mempunyai komunikasi yang baik di antara mereka dan baru akan melakukan gerakan (menjalankan mesin dlsb) setelah masing-masing mengkonfirmasi dan mengerti akan isyarat yang diterima.
2. Isyarat sebaiknya dikerjakan dengan gerakan tangan atau bendera dari operator/petugas yang lain kepada pengemudi yarder, dan dari pengemudi kepada petugas lain dengan klaxon.
3. Pengemudi tidak boleh menjalankan winch atau traktornya sebelum mengkonfirmasi isyarat yang diterima dari petugas lain dan sebelum membunyikan klaxon terlebih dahulu.

JICA