

# BEBERAPA ASPEK MEKANIKAL DALAM PERENCANAAN BAN BERJALAN LINTAS DARATAN

Juanda Toha

## 1. PENGANTAR

Sebagaimana kita ketahui ban berjalan lintas daratan telah banyak digunakan untuk mengangkut material. Terutama material curah (bulk material), misalnya : batubara, pasir, batu dll, dikarenakan biaya pemeliharaan dan operasinya yang relatif murah terutama untuk jarak angkut 5 - 50 km dapat diandalkan lebih aman (terutama dari segi keselamatan dan lingkungan) dan sederhana dalam pengoperasiannya.

Salah satu contoh penggunaan ban berjalan lintas daratan untuk mengangkut material curah adalah yang digunakan oleh PT. Kaltim Prima Coal, sebuah perusahaan penanaman modal asing yang bergerak di bidang penambangan batubara yang berlokasi di Kaltim. Pengoperasian ban berjalan lintas daratan tersebut, diperkirakan dimulai pada pertengahan tahun 1991.

Ban berjalan lintas daratan tersebut dipasang di daerah penambangan PT. KPC di Sangatta - Kalimantan Timur dan digunakan untuk mengangkut material batubara dari daerah penambangan dan tempat pencucian batubara ke tempat pengapalan batubara sepanjang kira-kira 13 km dengan gerbang tunggal (single flight) yang merupakan salah satu jalur ban berjalan terpanjang di dunia untuk gerbang tunggal. Kapasitas angkut rata-rata 1350 tph atau 7 juta ton batubara per tahun dengan kecepatan angkut 5,35 m/s, lebar ban (belt) 1000 mm jenis ST2500 dan digerakkan oleh motor penggerak kapasitas 2 x 1000 kW.

Untuk perencanaan jalur ban berjalan yang begitu panjang, banyak sekali aspek-aspek teknis yang perlu diperhitungkan. Tulisan berikut mencoba untuk menguraikan secara ringkas aspek-aspek teknis, terutama aspek-aspek mekanikal dalam perencanaan ban berjalan lintas daratan.

## 2. Profil Ban Berjalan Lintas Daratan

Penentuan profil ban berjalan sangat dipengaruhi oleh bentuk topografi dari lahannya, batasan kemiringan yang diijinkan untuk ban berjalan, batasan kelengkungan ban (cembung atau cekung) yang diijinkan, tegangan yang terjadi pada ban dan jenis dan type idler yang digunakan. Disamping itu juga dipengaruhi oleh kondisi disekitarnya. (misalnya : adanya pelintasan jalan dll) dan juga oleh pertimbangan-pertimbangan

struktural lainnya (misalnya : struktur untuk pelintasan sungai dan rawa-rawa).

Faktor-faktor tersebut di atas harus diperhitungkan sedemikian rupa sehingga didapat profil ban berjalan yang paling ekonomis ditinjau dari segi biaya pembuatan, perawatan dan operasi dan masih dimungkinkan berdasarkan kaidah-kaidah kerekayasaan. Idealnya jalur ban berjalan adalah lurus dan menggunakan sesedikit mungkin jumlah titik perpindahan atau gerbang tunggal (single flight). Akan tetapi kondisi seperti ini sangat jarang dijumpai pada perencanaan ban berjalan, kecuali untuk jarak yang relatif pendek ( $< 2$  km).

Bila ban berjalan yang kita rencanakan, terpaksa harus menggunakan titik perpindahan (transfer point) (gerbang banyak), maka komponen-komponen utama untuk masing-masing gerbang sedapat mungkin harus distandarisasikan. Hal ini disamping untuk mengurangi jenis suku cadang, juga dimaksudkan untuk mengurangi waktu tunda (down time) untuk pergantian suku cadang.

Komponen-komponen utama yang direkomendasikan untuk distandarisasikan adalah :

- Unit penggerak, yang terdiri dari motor penggerak, roda gigi reduksi dan kopling.
- Puli, lengkap dengan drum puli, poros dan bantalan.
- Ban
- Idler, idler pembawa (carry idler) dan idler pembalik (return idler).

## 3. Gerbang Ban Berjalan Lintas Daratan

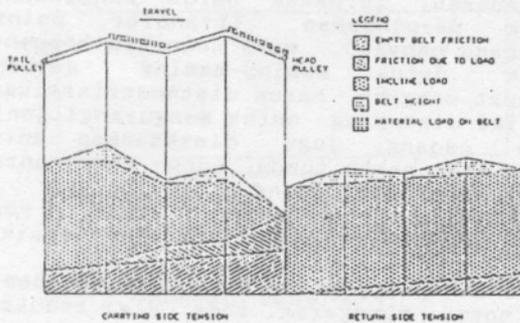
Seperti telah disebutkan di atas jumlah gerbang ban berjalan yang sangat dipengaruhi oleh bentuk topografi lahannya dan perubahan arah jalur ban berjalan harus diusahakan seminimum mungkin, karena pada titik perpindahan jalur ban berjalan merupakan tempat timbulnya berbagai masalah yang berkaitan dengan tumpahnya material yang terangkut dan juga masalah debu dari material yang diangkut (masalah lingkungan).

Penentuan panjangnya ban berjalan untuk tiap gerbang, pemilihan komponen-komponen dan profil akhir ban berjalan akan dipengaruhi oleh tegangan yang terjadi pada ban. Sebaliknya juga, tegangan yang terjadi pada ban dipengaruhi oleh panjang jalur ban berjalan, komponen-komponen yang dipilih dan profil jalur ban berjalan. Disamping itu dalam menghitung tegangan yang

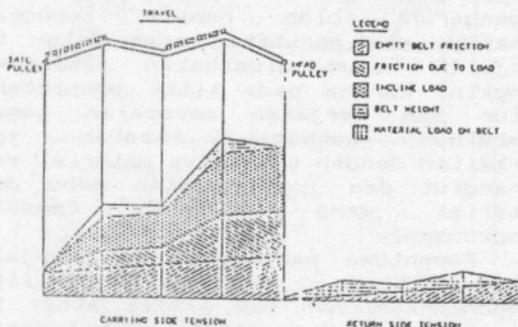
\* PT BITA Engineering

terjadi pada ban berjalan, juga perlu diperhatikan metoda pemuatan material angkut ke dalam jalur ban berjalan, karena hal ini akan sangat mempengaruhi analisa beban dalam tegangan yang terjadi pada ban.

Jika pengisian ke dalam jalur ban berjalan dilaksanakan secara tidak terus menerus (intermittan), misalnya : pengisian dengan fasilitas "dump truck" maka ada kemungkinan pada saat yang bersamaan material angkut hanya terisi pada bagian yang menurun atau mendaki saja. Kemungkinan salah satu dari kedua kasus di atas akan menghasilkan tegangan ban yang lebih besar dibandingkan jika semua material angkut terisi sepanjang ban berjalan. Gambar 1 dan gambar 2 berikut, memberikan gambaran terhadap situasi ini.

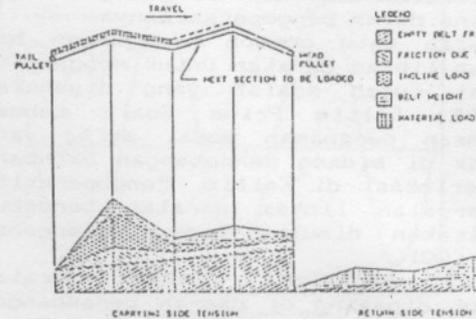


Gambar 1 : Diagram ban, jika material hanya mengisi bagian yang menurun saja

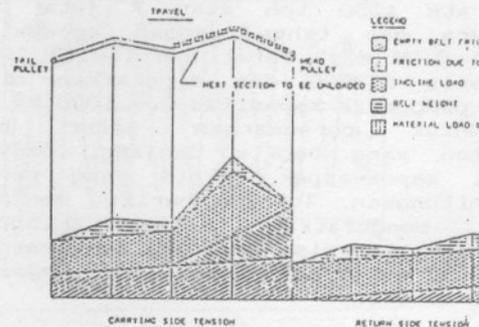


Gambar 2 : Diagram tegangan ban, jika material hanya mengisi bagian yang mendaki saja

Cara pengisian yang lain pengisian yang dilakukan secara menerus melalui suatu tempat penyuatan batubara. Dengan cara pengisian ini material angkut akan mengisi berjalan mulai dalam keadaan sampai semua bagian ban berjalan oleh material angkut. Sebaliknya saat pengosongan, berangsur-angsur dari keadaan ban berjalan terisi sampai ke keadaan kosong. Kemungkinan kondisi pembebanan pada ban berjalan harus dianalisa perencanaan ban berjalan. Gambar 3 dan gambar 4 berikut memberikan gambaran tentang kondisi tegangan yang terjadi pada ban untuk pengisian yang dilakukan secara terus menerus.



Gambar 3 : Diagram tegangan ban, sebagian ban terisi material pada saat pengisian



Gambar 4 : Diagram tegangan ban, sebagian ban terisi material pada saat pengosongan

Penentuan tegangan untuk berbagai kondisi pembebanan sangat penting dilakukan, karena besarnya tegangan yang terjadi pada ban juga akan mempengaruhi kelengkungan ban (cekung atau cembung) yang diperlukan. Semakin besar tegangan yang terjadi pada ban, maka makin besar pula kelengkungan ban yang diperlukan.

Kelengkungan ban yang berbentuk cekung harus dibuat besar untuk menghindari terangkatnya ban pada semua kondisi pembebanan, termasuk juga pada saat dimulainya operasi, saat pengereman. Disamping itu juga untuk menghindari terjadinya pelenturan pada bagian pinggir ban yang disebabkan oleh bertambahnya tegangan pada bagian tengah ban dan berkurangnya tegangan pada bagian pinggir ban.

Kelengkungan ban yang berbentuk cembung, juga harus cukup besar untuk mencegah terjadinya tegangan lebih (over stress) pada bagian pinggir ban. Disamping itu juga untuk mencegah rendahnya tegangan pada bagian tengah ban yang dapat mengakibatkan tertekuknya ban dan tumpahnya material angkut. Faktor yang lain adalah untuk mencegah gaya yang besar yang bekerja pada idler. Karena itu, idler pada daerah kelengkungan ban yang berbentuk cembung harus diperhitungkan dengan kondisi ini. Hal ini berlaku untuk idler pembawa dan juga idler pambalik.

Banyak formula yang dapat digunakan untuk menghitung tegangan yang terjadi pada ban, maupun untuk menghitung besarnya kelengkungan ban, baik cekung maupun cembung. Beberapa formula yang dapat digunakan terdapat pada CEMA (Conveyor Equipment Manufacturer Association), DN 22101, ISO 5048. Informasi teknik yang dikeluarkan oleh pemasok ban dan pada buku-buku literatur lainnya.

#### 4. Ban Berjalan dengan Lengkungan Mendatar

Untuk mengurangi jumlah titik perpindahan jalur ban, saat ini telah dikembangkan sistem ban berjalan dengan lengkungan mendatar. Menghilangkan titik perpindahan jalur (transfer point) dapat mengurangi biaya secara keseluruhan sebesar 15% disamping itu dapat menambah keandalan sistem (mengurangi waktu perawatan dan perbaikan) sebesar 5%.

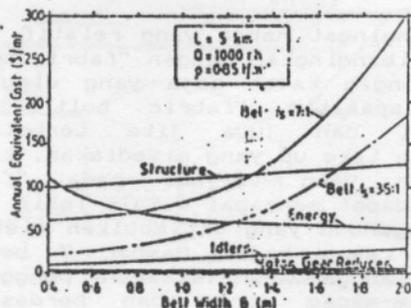
Penggunaan ban berjalan dengan lengkungan mendatar, juga dapat meniadakan hambatan-hambatan dikarenakan kondisi yang ada di sekitar jalur, misalnya jika kita menggunakan titik perpindahan dengan jalur ban berjalan lurus, kemungkinan bagian tersebut merupakan bagian pelintasan jalan atau yang lainnya.

Uraian yang lebih lengkap mengenai analisa ban berjalan dengan kelengkungan dapat dilihat pada referensi 11.

#### 5. Kecepatan Ban Berjalan Lintas Daratan

Kecepatan ban berjalan yang kita pilih, secara langsung akan mempengaruhi lebar ban yang akan kita gunakan. Untuk kapasitas yang sama, maka semakin besar kecepatan ban yang kita pilih semakin kecil lebar ban yang akan kita gunakan, demikian juga sebaliknya. Hal ini akan secara langsung mempengaruhi besarnya biaya untuk ban dan juga untuk struktur ban. Karena itu penentuan kecepatan merupakan bagian yang penting dalam perencanaan ban berjalan lintas daratan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Dr. A.W. Robert (ref.2) maka untuk kapasitas angkut yang sama, semakin besar lebar ban yang kita pilih (ban berjalan dengan kecepatan rendah), akan semakin besar pula biaya yang diperlukan. Demikian juga sebaliknya. Gambar 6 berikut memberikan gambaran perbedaan biaya untuk kapasitas angkut yang sama dengan menggunakan bermacam-macam lebar ban.



Gambar 6 : Annual Equivalent Cost komponen per satuan panjang untuk  $Q = 1000 \text{ t/h}$ ,  $L = 5 \text{ km}$  dan  $\rho = 0.85 \text{ t/m}^3$ .

Kenyataan di atas, menyebabkan saat ini lebih banyak digunakan ban berjalan lintas daratan dengan kecepatan tinggi dan lebar ban yang relatif kecil. Akan tetapi perencanaan ban berjalan dengan kecepatan tinggi memerlukan analisa yang lebih rinci. Terutama perhitungan karakteristik ban berjalan lintas daratan pada saat mulai dioperasikan. Pada saat berhenti dan pada saat pengereman. Analisa pada kondisi ini akan sangat menentukan jenis sistem penggerak dan juga sistem take-up yang digunakan. Uraian yang lebih lengkap mengenai hal ini dapat dilihat pada referensi 3.

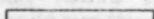
## 6. Pemilihan Ban

Banyak jenis ban yang dapat digunakan pada perencanaan ban berjalan. Disamping pertimbangan ekonomis, penentuan jenis ban yang dipilih sangat bergantung kepada tegangan yang terjadi pada ban. Selain itu jenis material angkut akan mempengaruhi pemilihan jenis karet penutup ban (rubber cover) dan tebalnya karet penutup atas.

"Multi ply fabric belt" telah mulai banyak digunakan pada pertengahan tahun 1960. Kecenderungan saat ini, dikarenakan kemajuan teknologi dan berkembangnya teknologi pembuatan rangka dari bahan sintesis yang lebih kuat, maka saat ini untuk kekuatan yang sama jumlah susunan rangka dapat dikurangi yang menghasilkan ban yang lebih tipis.

Dengan bertambahnya kapasitas angkut dan panjangnya jarak angkut yang mengakibatkan besarnya tegangan yang terjadi pada ban maka telah digunakan ban berjalan dengan susunan kawat baja (steel cord belt). Kawat baja disusun secara paralel dan diikat dengan menggunakan pelapis atas dan pelapis bawah. Kawat tersebut merupakan elemen penerima tegangan yang terjadi pada ban. Diameternya bermacam-macam tergantung dari kapasitas tegangan yang kita inginkan.

Mengingat harga yang relatif lebih mahal dibandingkan dengan "fabric belt", maka dengan kawat baja yang digunakan jika kapasitas "fabric belt" tidak memenuhi dan juga jika terbatasnya lintasan take up yang disediakan, karena regangan yang terjadi pada "fabric belt" dapat mencapai 6 kali lebih besar dari regangan yang ditimbulkan oleh ban dengan kawat baja. Gambar 7 berikut memberikan gambaran kisaran penggunaan bermacam-macam jenis ban berdasarkan panjang jalur ban berjalan.

ST Belt		25.000 m
Nylon Belt		4.500 m
Vinyilon Belt		3.300 m
Cotton Belt		600 m

Gambar 7 : Kisaran penggunaan bermacam-macam jenis ban berdasarkan panjang jalur ban

Keuntungan lain dari menggunakan ban dengan kawat baja adalah mudah untuk dituntun. Rol sayap pada idler pembawa akan selalu menjaga agar ban selalu

terletak pada pusatnya. Hal disebabkan oleh distribusi beban merata pada kawat baja. Pada balikan untuk menjaga ban selalu pada pusatnya, disarankan mengidler balikan berbentuk "V".

## 7. Take-up

Lokasi yang paling mengur untuk take-up horizontal terletak pada daerah "tail end" tetapi jika jalur ban berjalan panjang maka waktu reaksi terjadinya tegangan juga diperhitungkan. Karenanya untuk ban berjalan yang sangat panjang tersebut sedapat mungkin dite pada daerah yang dekat dengan penggerak. Hal ini untuk menjaga puli penggerak selalu menerima t yang terletak pada batas ijinnya dapat menghindari terjadinya slip puli. Sebagaimana perhitungan t ban, maka take-up juga harus c untuk semua kondisi pembebanan.

## 8. Puli

Jika tegangan maksimum yang pada ban sangat besar atau menggunakan ban dengan kawat tegangan tinggi kemungkinan dip suatu puli khusus, baik untuk penggerak maupun untuk puli l yang mampu untuk menerima beban t ban tersebut.

Dalam perencanaan puli "end" dan "hub" merupakan bagian yang diperhatikan secara khusus, pengelasan antara "end disk" dan Pada umumnya daerah tersebut me daerah yang sangat kritis dan mengalami kegagalan (failure). l disebabkan tegangan yang terjadi diakibatkan oleh tegangan pada l juga tambahan beban akibat tekan "hub".

Lendutan yang terjadi pada daerah "hub" juga harus dibatasi, hal ini akan menyebabkan ter momen lentur pada "end disk" dan Lendutan poros maksimum pada daerah yang diperbolehkan adalah 0,015 r

Konsentrisitas antara bantalan, "end disk" dan "shell" harus dijaga dalam daerah toleran diijinkan. Untuk menjaga ke bentuk drum. Batas maksimum to konsentrisitas yang diijinkan 0,013" TIR (Total Indicator Reado

Untuk mencegah kesalahan pem di lapangan maka pengangkutan p lapangan harus merupakan bagian terpadu lengkap dengan poros "end hub", bantalan dan drum. Masalah yang juga sangat penting diperhatikan adalah pemilihan jer

bentuk karet pelapis puli, terutama untuk puli penggerak. Karena hal ini menentukan minimum tegangan ban pada puli penggerak untuk mencegah terjadinya slip.

### 9. Idler

Sebagaimana telah disebutkan di muka, penentuan kelengkungan yang berbentuk cembung dari profil ban berjalan lintas daratan akan mempengaruhi dalam pemilihan idler. Demikian juga sebaliknya.

Sebagai akibat dari adanya kelengkungan yang berbentuk cembung, maka idler disamping menahan beban ban, beban material angkut, beban rol idler, juga mendapat tambahan beban yang diakibatkan oleh terjadinya tegangan tambahan akibat adanya kelengkungan yang berbentuk cembung. Beban - beban tersebut, disamping kecepatan ban berjalan merupakan faktor-faktor yang penting dalam pemilihan idler, termasuk juga pemilihan bantalan dan seal yang digunakan pada idler. Perlu diperhatikan bahwa pemilihan bantalan dan seal yang digunakan pada idler, secara langsung akan mempengaruhi faktor gesekan idler, yang pada akhirnya akan mempengaruhi perhitungan kebutuhan daya dan tegangan yang terjadi pada ban.

Penentuan jarak idler ditentukan oleh batas lendutan yang diijinkan yang terjadi pada ban. Pengalaman menunjukkan bahwa lendutan ban yang melebihi 3% akan berakibat tumpahnya material yang diangkut. Lendutan normal ban yang diijinkan berkisar antara 1 sampai 2%. Perhitungan lendutan ban biasanya ditentukan pada titik dimana tegangan ban yang terjadi paling rendah.

Menambah jarak idler, berarti menambah beban yang diterima idler dan perlu diperhatikan untuk mencegah beban yang diterima idler melebihi batas beban hidup yang diijinkan.

Jarak idler pembalik dapat diperbesar jika kita menggunakan idler pembalik berbentuk "V". Sudut "V" berkisar antara 10 sampai 15 derajat. Jarak normal idler balikan berkisar antara 2,5 sampai 3 m, sedangkan jarak normal untuk idler pembawa berkisar antara 1 m sampai 1,5 m. Jarak normal untuk idler untuk bermacam-macam lebar ban dan berat jenis material angkut ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

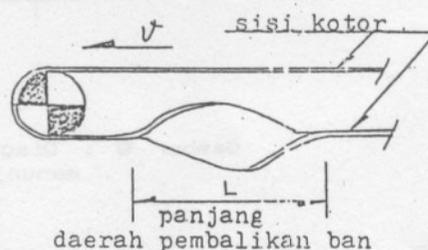
Diameter rol idler bervariasi tergantung kepada kecepatan ban berjalan dan besar butir material angkut. Rol idler dengan diameter besar biasanya digunakan angkut yang relatif besar.

Tabel 1 : Jarak Normal Idler pembawa dan Idler pembalik (sumber : Referensi. 5)

LEBAR BAN (mm)	JARAK IDLER PEMBAWA					JARAK IDLER BALIKAN (mm)
	BERAT JENIS MATERIAL (kg/m <sup>3</sup> )					
	480	800	1200	1600	2400	
450	1600	1500	1570	1500	1350	3000
600	1500	1350	1350	1200	1200	3000
750	1500	1350	1350	1200	1200	3000
900	1500	1350	1200	1200	1000	3000
1050	1350	1350	1200	1000	900	3000
1200	1350	1200	1200	1000	900	3000
1350	1350	1200	1000	1000	900	3000
1500	1200	1200	1000	900	900	3000
1800	1200	1000	1000	900	750	2500
2100	1000	1000	500	750	750	2500
2400	1000	1000	500	750	600	2500

### 10. Pembalik Ban (Turnover Belt)

Pembalik ban dimaksudkan untuk mencegah menumpuknya sisa material yang melekat pada bagian ban yang bersentuhan dengan material angkut pada idler balikan, juga mencegah jatuhnya sisa material sepanjang jalur ban berjalan lintas daratan. Hal ini dapat dilakukan dengan jalan memutar ban 180 derajat setelah titik penumpahan material atau daerah "head end" dan kemudian membalikkannya lagi sebesar 180 derajat sebelum mencapai puli balikan pada daerah "tail end". Gambaran kasar mengenai bentuk peralatan pembalik ban dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 : Peralatan pembalik ban

Panjangnya daerah pembalikan akan mempengaruhi rancangan ban. Jika daerah pembalikan ban tidak cukup panjang, maka ada kemungkinan terjadinya tekuk pada ban. Hal ini disebabkan bertambahnya tegangan ban pada bagian pinggir ban dan mengecilnya tegangan ban pada bagian tengah ban. Sebuah puli atau lebih, mungkin perlu ditambahkan pada daerah pembalikan ban untuk menghindari terjadinya tekuk pada ban yang dapat berfungsi sebagai penuntun ban.

Distribusi tegangan pada ban pada daerah pembalikan ban berbentuk parabola. Bentuk tegangan tersebut didapat berdasarkan perpanjangan kabel pada daerah balikan yang membentuk susunan heliks.

Gambar 8, 9 dan 10 berikut memberikan gambaran kondisi tegangan pada ban pada saat terjadinya "over stress", "ideal" dan "under stress".

bentuk karet pelapis puli, terutama untuk puli penggerak. Karena hal ini menentukan minimum tegangan ban pada puli penggerak untuk mencegah terjadinya slip.

### 9. Idler

Sebagaimana telah disebutkan di muka, penentuan kelengkungan yang berbentuk cembung dari profil ban berjalan lintas daratan akan mempengaruhi dalam pemilihan idler. Demikian juga sebaliknya.

Sebagai akibat dari adanya kelengkungan yang berbentuk cembung, maka idler disamping menahan beban ban, beban material angkut, beban rol idler, juga mendapat tambahan beban yang diakibatkan oleh terjadinya tegangan tambahan akibat adanya kelengkungan yang berbentuk cembung. Beban - beban tersebut, disamping kecepatan ban berjalan merupakan faktor-faktor yang penting dalam pemilihan idler, termasuk juga pemilihan bantalan dan seal yang digunakan pada idler. Perlu diperhatikan bahwa pemilihan bantalan dan seal yang digunakan pada idler, secara langsung akan mempengaruhi faktor gesekan idler, yang pada akhirnya akan mempengaruhi perhitungan kebutuhan daya dan tegangan yang terjadi pada ban.

Penentuan jarak idler ditentukan oleh batas lendutan yang diijinkan yang terjadi pada ban. Pengalaman menunjukkan bahwa lendutan ban yang melebihi 3% akan berakibat tumpahnya material yang diangkut. Lendutan normal ban yang diijinkan berkisar antara 1 sampai 2%. Perhitungan lendutan ban biasanya ditentukan pada titik dimana tegangan ban yang terjadi paling rendah.

Menambah jarak idler, berarti menambah beban yang diterima idler dan perlu diperhatikan untuk mencegah beban yang diterima idler melebihi batas beban hidup yang diijinkan.

Jarak idler pembalik dapat diperbesar jika kita menggunakan idler pembalik berbentuk "V". Sudut "V" berkisar antara 10 sampai 15 derajat. Jarak normal idler balikan berkisar antara 2,5 sampai 3 m, sedangkan jarak normal untuk idler pembawa berkisar antara 1 m sampai 1,5 m. Jarak normal untuk idler untuk bermacam-macam lebar ban dan berat jenis material angkut ditunjukkan pada tabel 1 berikut.

Diameter rol idler bervariasi tergantung kepada kecepatan ban berjalan dan besar butir material angkut. Rol idler dengan diameter besar biasanya digunakan angkut yang relatif besar.

Tabel 1 : Jarak Normal Idler pembawa dan Idler pembalik (sumber : Referensi. 5)

LEBAR BAN (mm)	JARAK IDLER PENJAJA					JARAK IDLER BALIKAN (mm)
	BERAT JENIS MATERIAL (kg/m <sup>3</sup> )					
	450	800	1200	1600	2400	
450	1600	1500	1570	1500	1350	3000
600	1500	1350	1350	1200	1200	3000
750	1500	1350	1350	1200	1200	3000
900	1500	1350	1200	1200	1000	3000
1050	1350	1350	1200	1000	900	3000
1200	1350	1200	1200	1000	900	3000
1350	1350	1200	1000	1000	900	3000
1500	1200	1200	1000	900	900	3000
1800	1200	1000	1000	900	750	2500
2100	1000	1000	500	750	750	2500
2400	1000	1000	500	750	600	2500

### 10. Pembalik Ban (Turnover Belt)

Pembalik ban dimaksudkan untuk mencegah menumpuknya sisa material yang melekat pada bagian ban yang bersentuhan dengan material angkut pada idler balikan, juga mencegah jatuhnya sisa material sepanjang jalur ban berjalan lintas daratan. Hal ini dapat dilakukan dengan jalan memutar ban 180 derajat setelah titik penumpahan material atau daerah "head end" dan kemudian membalikkannya lagi sebesar 180 derajat sebelum mencapai puli balikan pada daerah "tail end". Gambaran kasar mengenai bentuk peralatan pembalik ban dapat dilihat pada gambar 7.

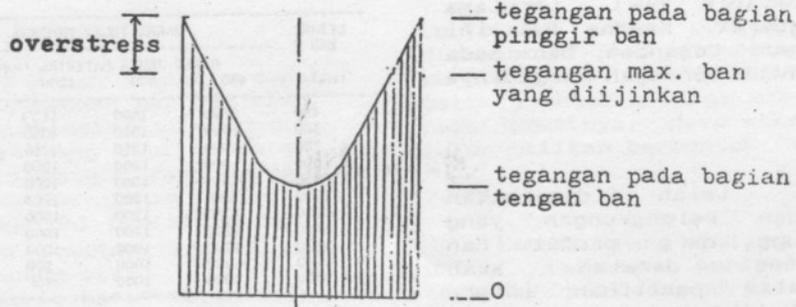


Gambar 7 : Peralatan pembalik ban

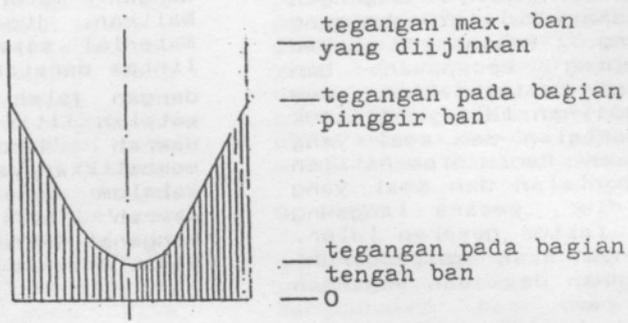
Panjangnya daerah pembalikan akan mempengaruhi rancangan ban. Jika daerah pembalikan ban tidak cukup panjang, maka ada kemungkinan terjadinya tekuk pada ban. Hal ini disebabkan bertambahnya tegangan ban pada bagian pinggir ban dan mengecilnya tegangan ban pada bagian tengah ban. Sebuah puli atau lebih, mungkin perlu ditambahkan pada daerah pembalikan ban untuk menghindari terjadinya tekuk pada ban yang dapat berfungsi sebagai penuntun ban.

Distribusi tegangan pada ban pada daerah pembalikan ban berbentuk parabola. Bentuk tegangan tersebut didapat berdasarkan perpanjangan kabel pada daerah balikan yang membentuk susunan heliks.

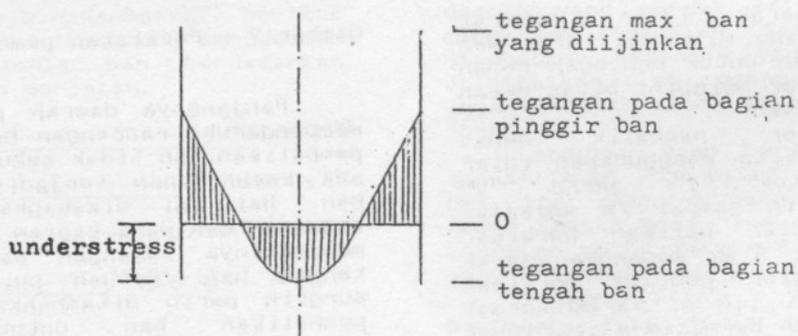
Gambar 8, 9 dan 10 berikut memberikan gambaran kondisi tegangan pada ban pada saat terjadinya "over stress", "ideal" dan "under stress".



Gambar 8 : Diagram tegangan ban yang menunjukkan kondisi "Overstres"



Gambar 9 : Diagram tegangan ban yang menunjukkan kondisi "Ideal"



Gambar 10 : Diagram tegangan ban yang menunjukkan kondisi "Understress"

### 11. Umur Rancangan Komponen

Penentuan umur rancangan komponen merupakan faktor yang sangat penting, dalam pemilihan dan penentuan jenis komponen yang akan digunakan. Penentuan umur komponen juga harus dikaitkan dengan umur ekonomis dari sistem yang dibuat, terutama untuk sistem yang mempunyai umur ekonomis yang relatif pendek. Biasanya umur komponen lebih kecil dibandingkan dengan umur fisik sistem, sedangkan umur fisik sistem lebih besar daripada umur ekonomis sistem. Sebagai acuan dalam menentukan umur komponen ditunjukkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2 : Umur rancangan komponen

Komponen	Umur	
	Tahun	Jam
Ban (belt)	5 - 8	30000
Roda gigi reduksi	12 - 15	60000
Bantalan	12 - 15	60000
Puli	12 - 15	60000
Komponen penggerak	12 - 15	60000
Motot	12 - 15	60000
Idler	12 - 15	60000

### 12. Penutup

Penulis berharap semoga aspek-aspek yang diuraikan di atas dapat membantu perencana dalam merancang ban berjalan lintas daratan.

### 13. Referensi

1. Spilker. E. C., Albers, J. J., Iordt, A. C. : Technical Aspects of Overland Belts Conveyors ; Bulk Solid Handling, Volume 3 number 2, June 1983.
2. Robert. A. W., Harrison. A., Hayes. J. W., " Economic Factor to the Design of Belt Conveyors for Long Distance Transportation of Bulk Solids ; Bulk Solid Handling, Volume 5, number 6, December 1985.
3. Robert. A. W., Harrison. A., : Technical Requirements for Operating Conveyor Belts as High Speed ; Bulk Solid Handling, Volume 4 Number 1, March 1984.
4. Yokohama Steel Cord Conveyor Belts ; Technical information ; Catalog No. AAOS.01E.
5. Goodwin. P. J., Ramos, C. M. ; Design of Belt Conveyors in Bulk Terminal. Part I : Bulk Solid Handling, Volume 6, number 2, April 1986.

6. Yokohama Conveyor Belts, Technical Information, Catalog No. YTB01.
7. CEMA : Belt Conveyor for Bulk Materials, 2nd.ed. : CBI Publishing Company Inc. : Boston, Mass, 1979.
8. ISO 5048 : Continuous Mechanical Handling Equipment. 1st.ed, 1979.
9. Bridgestone : Conveyor Belt Design Manual ; Technical Information.
10. Taeryuk Rubber Belt Co. Ltd. : Continental Conveyor Belt, Technical Information.
12. Tooker. G. E., Using Horizontal Curve to Optimize the Alignment of Belt Conveyors ; Bulk Solid Handling, Volume 4, number 4, December 1984.