

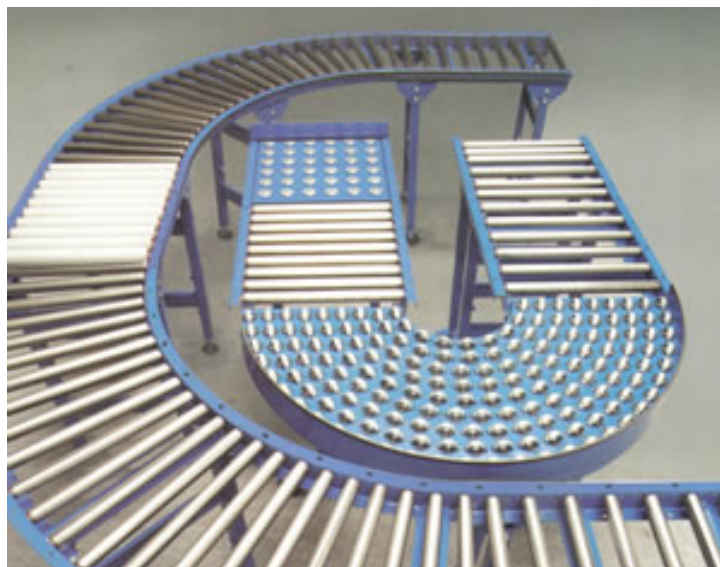
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik dan macam *conveyor*.

Banyak sekali macam jenis dan karakteristik *conveyor* untuk keperluan banyak macam proses produksi. Sebelum memutuskan untuk mendesain suatu *conveyor*, sebelumnya harus dipahami terlebih dahulu bagaimana alur proses produksi yang nantinya akan dilewati *conveyor*, serta tipe produk atau bentuk barang yang akan melewati *conveyor*. Macam-macam *conveyor* yang banyak digunakan di dalam industri yaitu antara lain:

2.1.1. *Roller Conveyor*

Conveyor ini adalah *conveyor* yang paling umum digunakan. Lintasan gerakannya tersusun dari beberapa tabung (*roll*) yang tegak lurus terhadap arah gerakannya. *Roller* ini mempunyai *frame* yang tetap mengikuti arah lintasannya dimana plat datar yang ditempatkan untuk menahan beban akan bergerak sesuai dengan arah putaran *roll*. *Conveyor* ini bisa digerakkan dengan rantai atau *belt*, ataupun dengan menggunakan gaya gravitasi tetapi harus juga diperhitungkan kemiringan maksimumnya.

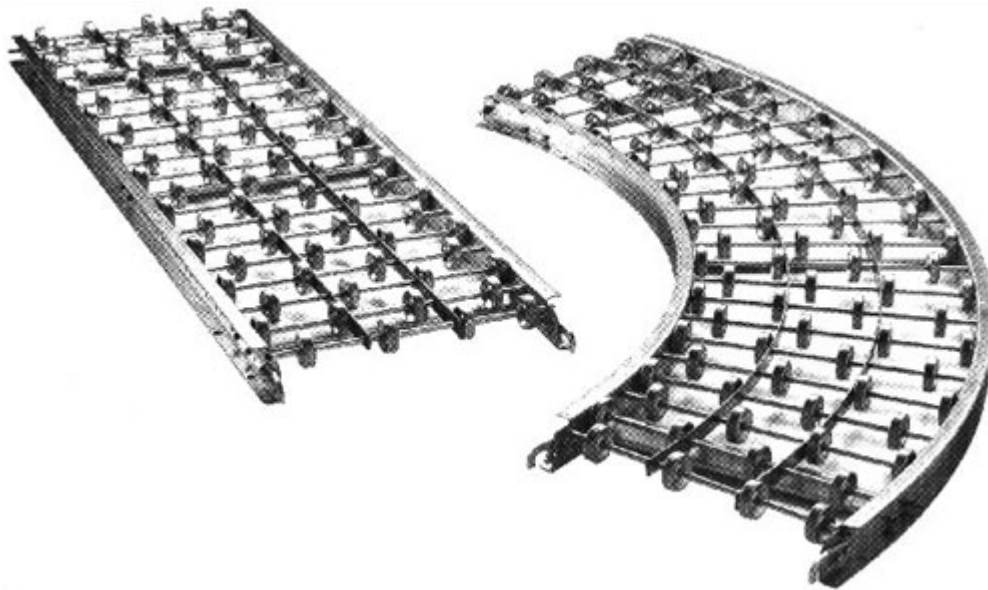


Gambar 2.1. *Roller Conveyor*

Sumber : <http://www.parts4conveyors.co.uk>

2.1.2. Skate Wheel Conveyor

Conveyor ini mempunyai prinsip operasi yang hampir sama dengan *roller conveyor*. Perbedaannya yaitu roda *skate*-nya berputar di atas poros yang berhubungan dengan *frame* yang digunakan untuk memindahkan beban. Aplikasinya sama dengan *roller conveyor*, hanya saja digunakan untuk beban yang lebih ringan.

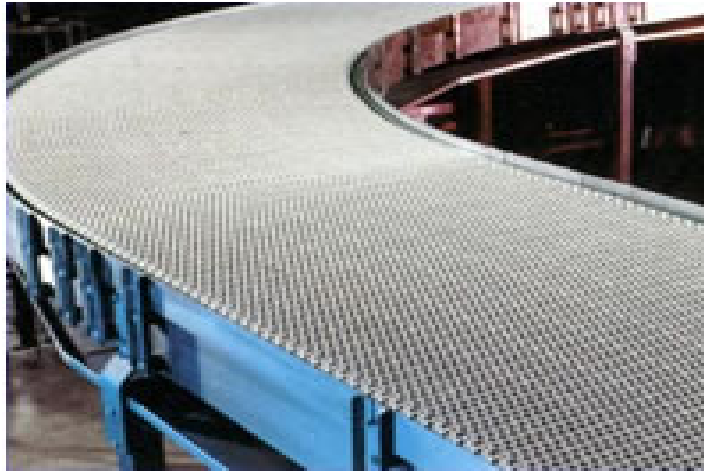


Gambar 2.2. *Skate Wheel Conveyor*

Sumber : <http://www.bilt-rite.com>

2.1.3. *Belt Conveyor*

Merupakan bentuk yang juga umum digunakan dalam suatu industri. Material yang akan dipindahkan diletakkan di atas permukaan *belt* dan diangkat sepanjang lintasannya. *Belt* yang digunakan harus kuat dan panjang dan tidak terputus (merupakan *loop* yang kontinu). *Belt*-nya didukung oleh *frame* yang juga didukung oleh *roll* atau *pulley*.

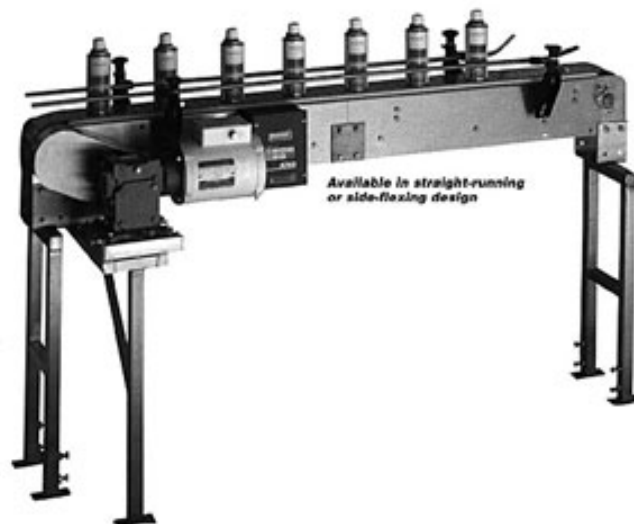


Gambar 2.3. *Belt Conveyor*

Sumber : <http://www.conveyor-belt-rollers.co.uk>

2.1.4. *Chain Conveyor*

Terbuat dari rantai yang berupa 1 rantai atau lebih dan dioperasikan secara paralel. Prinsip kerjanya hampir sama dengan *belt conveyor*, kecuali beban yang diangkut tentunya jauh lebih berat.



Gambar 2.4. *Chain Conveyor*

Sumber : <http://www.globalchain.com.sg>

2.1.5. *Overhead Trolley Conveyor*

Conveyor jenis ini berupa kereta pengangkut yang berjalan pada relnya yang terletak di atas dan material yang akan dipindahkan tergantung padanya. Sebuah *trolley conveyor* ini biasanya terdiri dari beberapa *trolley* yang seimbang sepanjang relnya. Rantai / kabel *power* biasanya terpasang pada roda kemudinya. Pada *trolley* ini terdapat *hook* (pengait), keranjang, atau benda lain yang bisa mengangkut atau mengait benda yang akan dipindahkan.

Dan masih banyak lagi macam *conveyor* yang lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu.



Gambar 2.5. *Overhead Trolley Conveyor*

Sumber : <http://www.ssiconveyors.com>

2.2. **Komponen dasar *conveyor*.**

Sebelum memasuki perencanaan pada *pressles combiner conveyor*, ada baiknya memperhatikan rancangan dasar *conveyor* terlebih dahulu.

Komponen yang digunakan dalam *basic conveyor* adalah sebagai berikut :

- *conveyor frame*
- *roller*
- *leg and support* (kaki *frame*)
- *articulated foot*

2.2.1. *Conveyor frame*.

sebelum mendesain suatu *conveyor*, hal pertama yang harus dilakukan adalah mengetahui jenis atau macam benda yang akan melewati jalur *conveyor* yang dibuat. Seperti contoh apakah bendanya berupa silinder dengan diameter dan berat tertentu, atau bentuk kubus/dus dengan berat tertentu juga.

Hal ini sangat penting sekali mengingat perancangan *conveyor* mengikuti kondisi benda yang akan dipakai. Setelah mengetahui beberapa kondisi yang diperlukan, maka hal selanjutnya adalah menentukan *frame* atau dudukan untuk pemasangan *roller*.

Pemilihan *frame* bisa sangat bervariasi. Mulai dari *frame* berbahan besi atau baja hingga bahan yang paling ringan yaitu aluminium. Namun kebanyakan perancangan *conveyor* memakai *frame* dari besi. Alasannya adalah besi cukup kuat untuk menopang beban yang cukup besar, dan harga yang dipatok juga tidak terlalu mahal. Bisa saja menggunakan *frame* berbahan baja, tetapi hanya untuk kondisi tertentu dan pengecualian saja seperti kondisi yang mengharuskan *conveyor* bisa diberi beban yang sangat besar.

Alternatif lain adalah menggunakan *frame* dengan bahan aluminium. Bahan ini memiliki beberapa keunggulan yaitu rigid dan ringan. Namun untuk biasanya *frame* berbahan aluminium tidak dijual bebas. Kebanyakan *frame* aluminium bisa didapatkan melalui orderan. Hal ini jelas tidak efisien mengingat harga yang cukup mahal serta penambahan waktu yang diperlukan dalam membuat *frame* aluminium. Mahalnya harga *frame* aluminium disebabkan karena bahan aluminium lebih susah dibentuk dari pada besi.

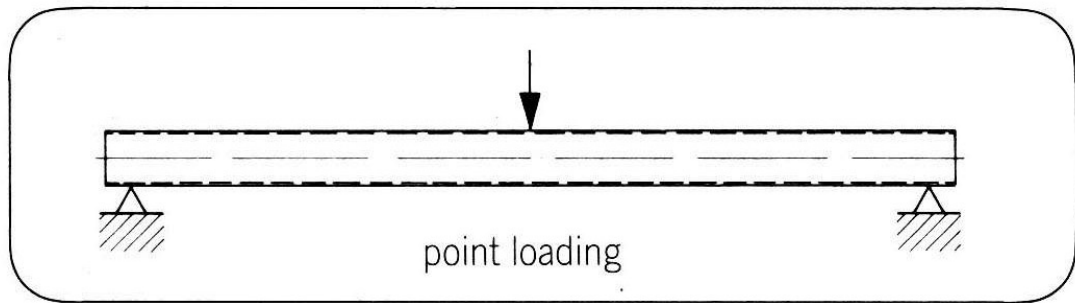
Kemudian bentuk dari *frame* pun ada bermacam-macam. Dalam perancangan kali ini digunakan *frame* bentuk C berbahan besi dengan struktur tinggi 150mm dan lebar 50mm, dan ketebalan plat besi 2 mm serta panjang 8 m.

2.2.2. *Roller*.

Menentukan kapasitas *roller*.

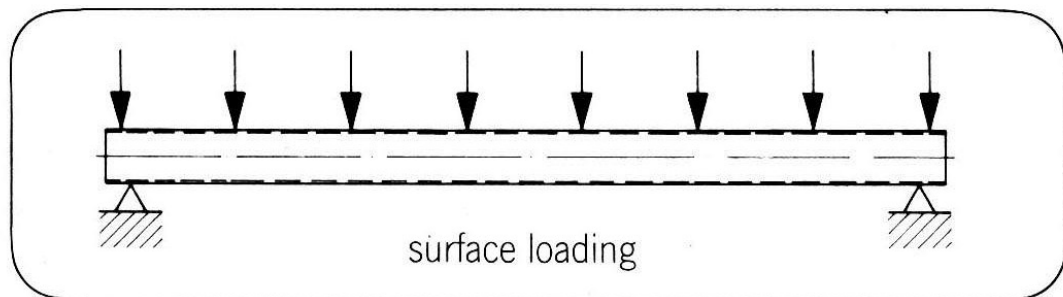
Untuk menentukan tipe *roller* yang akan dipakai, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- titik beban (apakah di center) atau beban terdistribusi merata. .



Gambar 2.6. Beban terpusat

Sumber : *Interroll Meca handbook*



Gambar 2.7. Beban merata

Sumber : *Interroll Meca handbook*

Kapasitas beban dari pada jenis *point loading* pada pemusatan beban di tengah jauh lebih kecil jika dibandingkan dengan beban yang terdistribusi merata pada seluruh panjang *frame*.

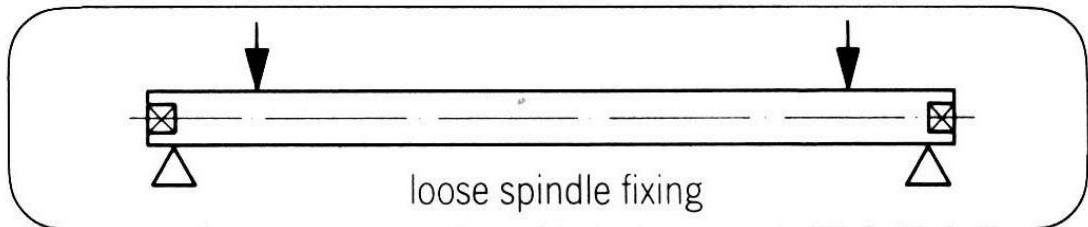
Kapasitas beban dari pada *roller* besi jika dibandingkan dengan *roller* plastik pada diameter yang sama, *roller* plastik memiliki kapasitas beban yang lebih besar. Ini dapat dilakukan perbandingan dengan keunggulan lainnya seperti :

- *noise damping*
- tahan terhadap getaran
- massa ringan
- tahan terhadap korosi

2.2.2.1. Kapasitas beban untuk *roller spindle*.

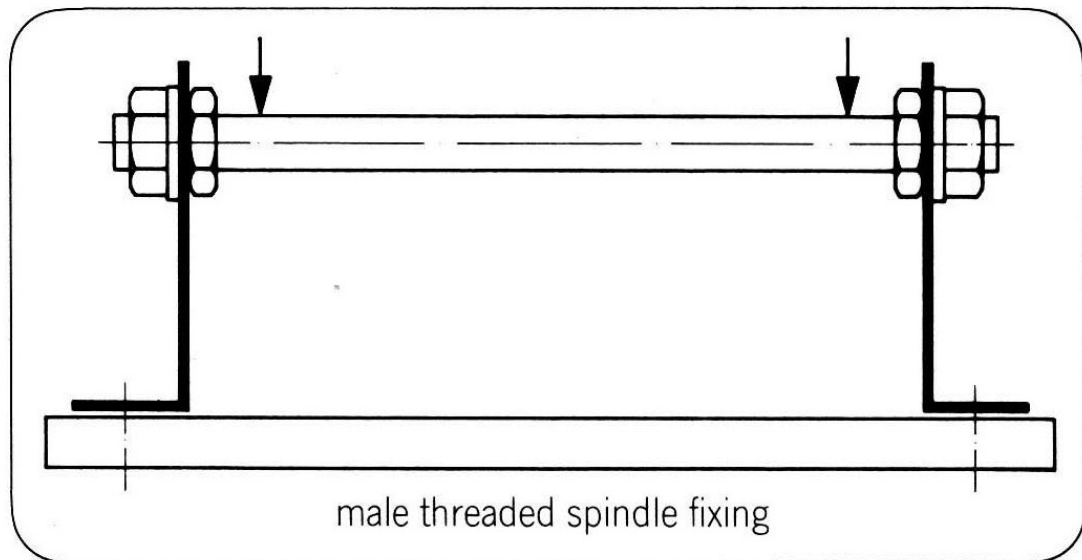
Pada saat memilih *roller spindle* yang akan dipakai, perlu diperhatikan beberapa kondisi sebagai berikut.

- apakah *roller fixed in* pada *conveyor* atau hanya *loose fixing*



Gambar 2.8. *Roller loose fixing*

Sumber : *Interroll Meca handbook*



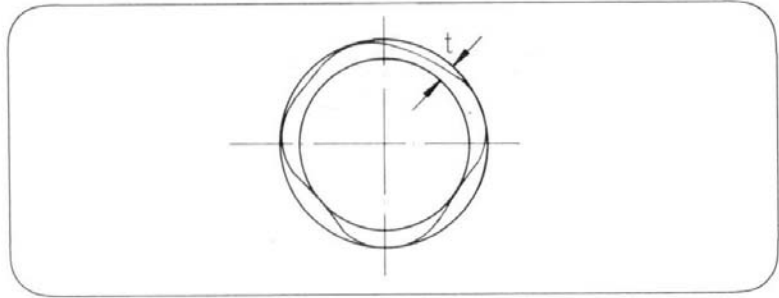
Gambar 2.9. *Roller dengan frame*

Sumber : *Interroll Meca handbook*

roller tipe ini memberi kemudahan pemasangan baik dalam menggunakan *frame C / M*. *roller ini* dirancang agar mudah dipasang secara cepat.

2.2.2.2. Konsentrasi tekanan *roller*.

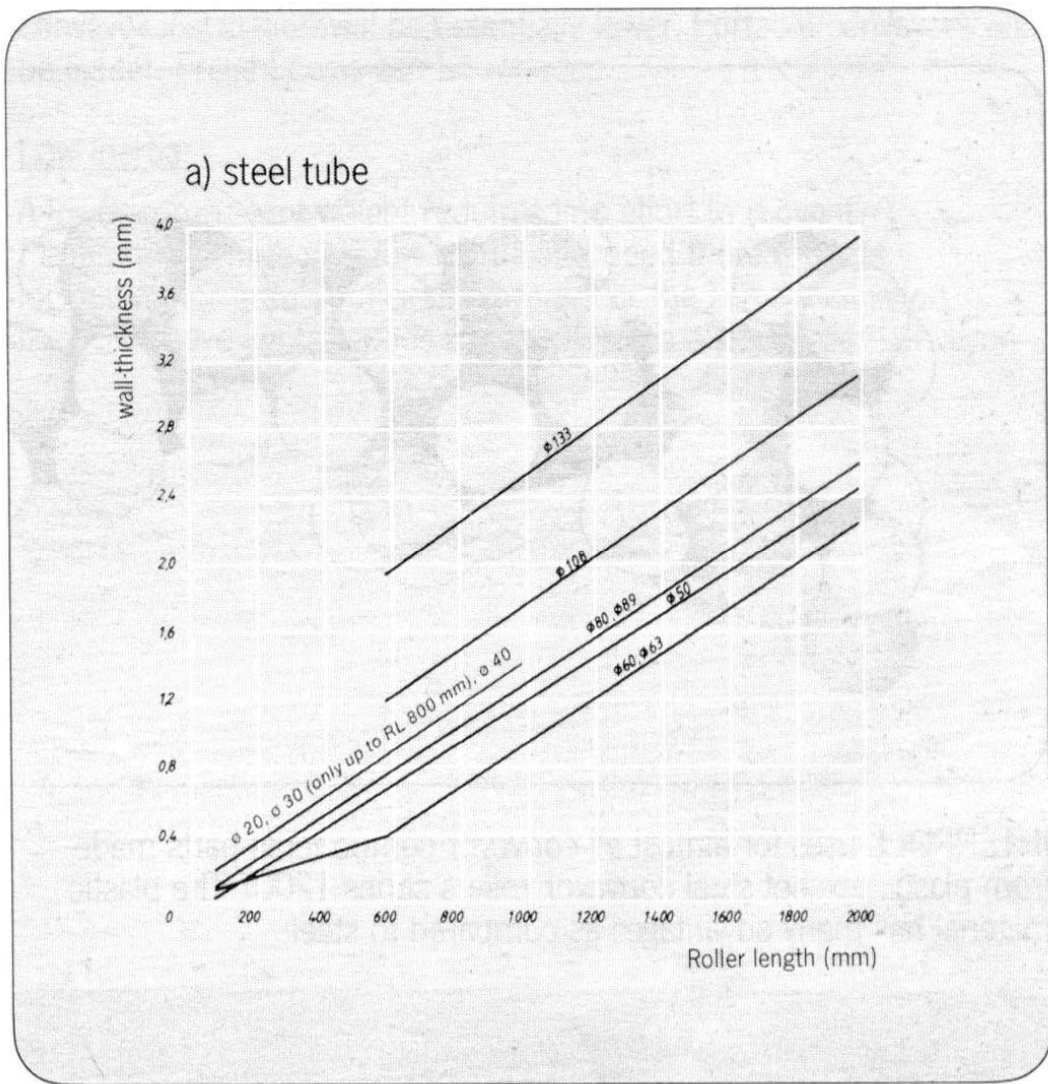
Konsentrasi tekanan pada *roller* setiap titik haruslah berada diantara 2 lingkaran konsentris.



Gambar 2.10. Konsentrasi *roller interroll*

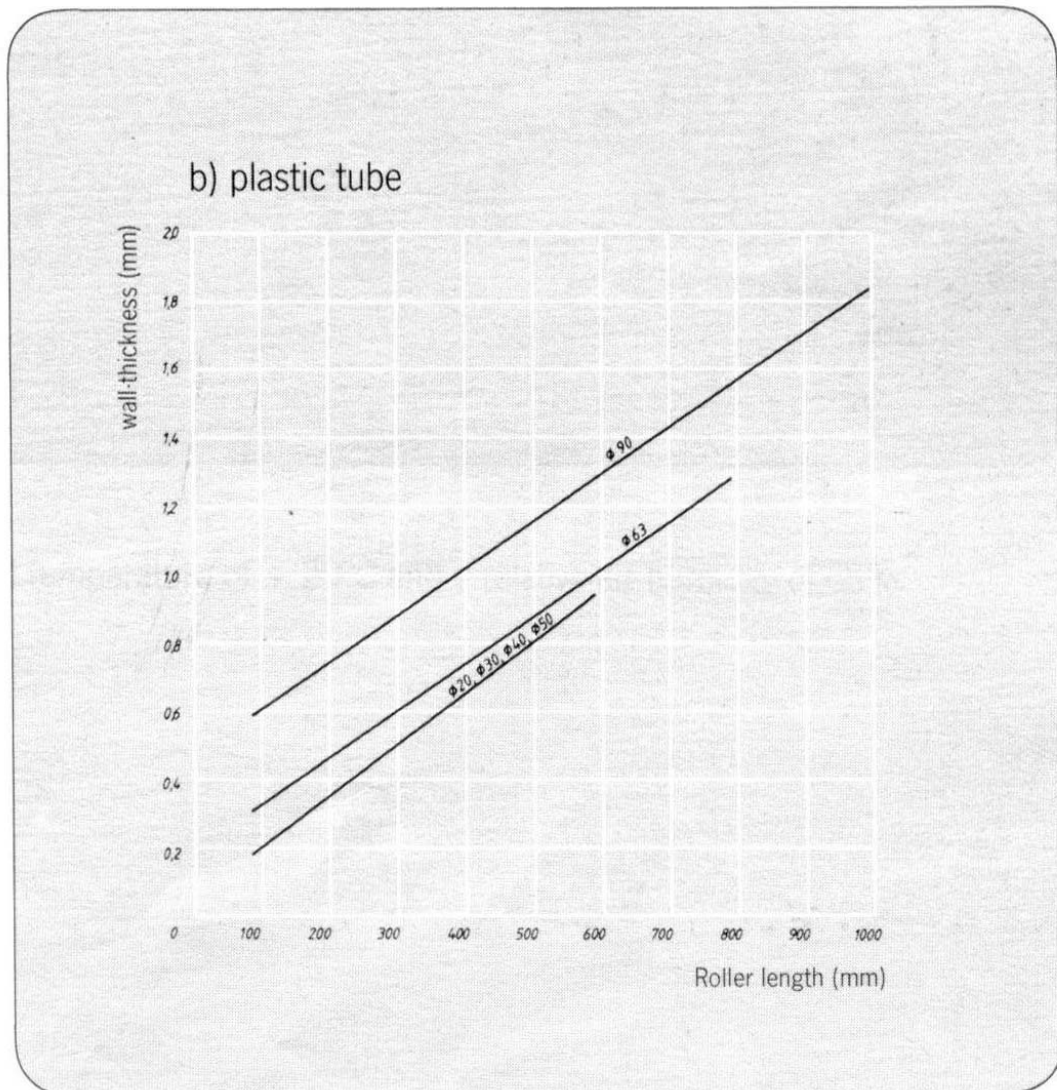
Sumber : *Interroll Meca handbook*

sebagai contoh jika diberikan angka konsentrasi deviasi sebesar 0.3 mm, maka pengukuran titik tekanan saat *roller* berputar hanya maksimum sebesar 0.3 mm. Diagram untuk konsentrasi deviasi untuk kedua bahan plastik dan besi dapat dilihat pada halaman berikut.



Gambar 2.11. Perbandingan tebal dengan panjang *roller* besi.

Sumber : *Interroll Meca handbook*



Gambar 2.12. Perbandingan tebal dengan panjang *roller* plastik

Sumber : *Interroll Meca handbook*

Untuk *roller* plastik , panjang *roller* sangat terbatas pada:

20 mm → diameter= 400 mm

30 mm → diameter= 500 mm

40/50 mm → diameter= 600 mm

53 mm → diameter= 800 mm

90 mm → diameter= 1000 mm

jika melebihi angka-angka ini maka deviasi akan semakin besar.

2.2.3. *Leg and support.*

Komponen *leg and support* pada *conveyor* mempunyai peranan yang penting. Sebagai penyangga beban *conveyor* yang rata-rata cukup berat, desain dari kaki-kaki harus memiliki struktur desain yang kuat serta material penunjang yang baik.

2.2.4. *Articulated foot.*

Komponen ini berbahan teflon dengan bentuk dimensi menyerupai corong terompet. Komponen ini dipasang pada kaki-kaki *conveyor* dengan tujuan sebagai penyeimbang. Berdiameter sekitar 60 mm, komponen ini tidak perlu dibuat, melainkan dapat dipesan melalui orderan. Dan sesuai dengan data yang ada komponen ini dapat menyangga beban sebesar 15 kg tiap satu komponennya.

2.2.5. *Wear strips.*

Wear strips secara umum berfungsi sebagai berikut :

- Untuk perlindungan rantai terhadap gesekan dengan *frame conveyor*.
- Pengurangan gesekan dan reduksi pada *drive motor*.
- Reduksi pada *plate wear*.

Ada banyak sekali material-material yang cocok sebagai bahan *wear strips*. Namun tidak semua material tersebut dapat berfungsi dengan layak pada semua tipe rantai. Untuk menentukan keefektifan suatu *wear strips*, apakah pada suatu lingkungan yang berdebu, atau diperlukan cairan lubrikasi, berkorosi atau panas, kondisi pengoperasian juga merupakan salah satu faktor penentu yang penting. *Wear strips* secara khusus dapat digunakan pada setiap aplikasi individual, dan pada semua faktor relevant yang diperhitungkan.

Wear strips berbahan plastik cenderung memiliki efisiensi yang sangat besar. *Wear strips* berbahan plastik sebaiknya digunakan pada jarak yang pendek. Ini menyebabkan *wear strips* tersebut dapat berekspansi jika terdapat efek panas atau lembab.

2.2.5.1. Pemilihan Material *Wear Strips* Yang Baik.

Apabila rantai yang benar telah dipilih untuk aplikasi tertentu, rantai tersebut akan habis terpakai sebelum rusak akibat 'kelelahan'. Dengan *conveyor* yang berjalan lurus, kegagalan *wear out* akan timbul pada bagian sisi atas dan sisi bawah serta pada engsel rantai.

Pemilihan kombinasi antara rantai dan *wear strips* dapat meningkatkan jangka waktu pemakaian yang maksimum. Namun gesekan dan *wear* resistansi adalah dua faktor penting dalam menentukan material *wear strips*.

- Semakin rendah koefisien gesekan yang timbul antara rantai dan *wear strips*, semakin lama umur pemakaian rantai tersebut.
- Semakin besar resistansi penggunaan dalam rantai dan *wear strips*, semakin lama umur pemakaian kedua komponen tersebut.

2.2.5.2. *Metal Wear Strips*.

Wear strips yang terbuat dari metal memiliki koefisien gesekan yang besar jika dibandingkan dengan material plastik, namun menawarkan kekerasan yang lebih tinggi. Maka *metal wear strips* ini sangat cocok untuk pemakaian yang banyak terjadi pengikisan.

- *Steel*.

Cold rolled carbon steel sangat direkomendasikan. Kekerasan permukaan yang dimiliki berkisar antara 1.6 μm dan 3.2 μm .

- *Stainless Steel*.

Austenitic steel memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi. Penggunaan *wear strips* yang lebih lembut (material plastik) akan mengakibatkan timbulnya warna hitam pada *wear strips* akibat gesekan dengan material besi. Akibat kasus ini, penggunaan material *wear strips* sangat diperhitungkan dalam transportasi produk yang membutuhkan tingkat kebersihan yang tinggi.

Martensitic steel memiliki kekerasan dan resistansi pemakaian yang sama seperti *austenitic steel*. Namun ketahanannya terhadap korosi tidak begitu bagus.

- Aluminium.

Dikarenakan rendahnya resistansi pemakaian, material ini tidak seharusnya digunakan.

- *Plastic Wear Strips*.

Plastic wear strips memiliki koefisien gesek yang kecil jika dibandingkan dengan *metal wear strips*. *Plastic wear strips* sangat mudah untuk dipasang dan cenderung tidak berisik. Material yang bisa digunakan adalah sebagai berikut :

- *Acetal*.

Kontak yang terjadi antara dua material yang sama harus dihindari. Tidak disarankan untuk dipakai pada kombinasi *acetal chains*.

- *Nylatron*.

Nylatron (*polyamide* dengan *molybdenum di-sulphide*) adalah material wear strips yang terbaik untuk aplikasi pada lingkungan yang kering karena memiliki koefisien gesek yang kecil.

- *Marbett Ram-Extruded UHMWPE*.

Ultra High Molecular Weight Polyethylene ini sangat disarankan untuk penggunaan kondisi kering dan operasi dengan pelumasan. UHMWPE memiliki skala pemakaian untuk kondisi kering yang menyerupai *nylatron*, namun material ini tidak memiliki efek pada bahan kimia dan pelumas.

2.2.6. *Tabletop chains.*

Komponen *tabletop chain* adalah komponen utama dalam perancangan dan pembuatan *conveyor* berbasis tabletop. Komponen ini memiliki banyak karakteristik serta material yang berbeda-beda. Sebagian besar *conveyor* berbasis *tabletop* banyak digunakan pada *conveyor-conveyor* untuk *food and beverage* dan *packaging* yang rata-rata kebanyakan berada didalam ruangan (*indoor conveyor*).

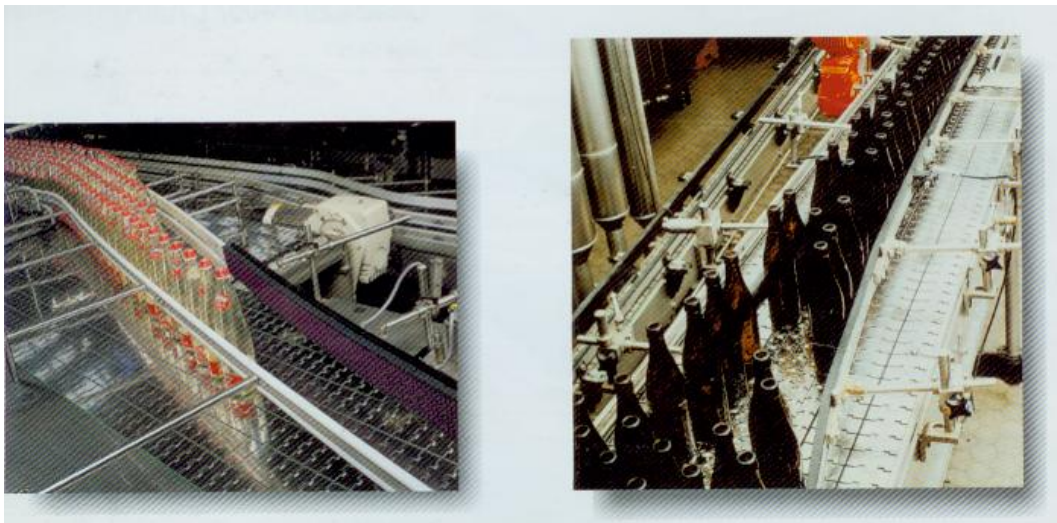
Berdasarkan bahan materialnya, *tabletop chain* dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

2.2.6.1. *Steel tabletop chains.*

Steel tabletop chains spesial untuk digunakan pada :

- Transportasi botol (segala bentuk botol dan dimensi).
- *Parts handling* seperti *bearings* dan roda gigi.

Keunggulannya terletak pada kekuatan dan tahan aus.



Gambar 2.13. *Steel tabletop chains.*

Sumber : *Rex Tabletop handbook*

2.2.6.2. *Thermoplastic Tabletop chains.*

Thermoplastic tabletop chains lebih cenderung digunakan untuk transportasi produk-produk yang sensitif seperti kaleng dan karton. Rantai-rantai ini dikhususkan pada kemampuannya memiliki level suara yang rendah dikarenakan tidak adanya kontak antar logam.



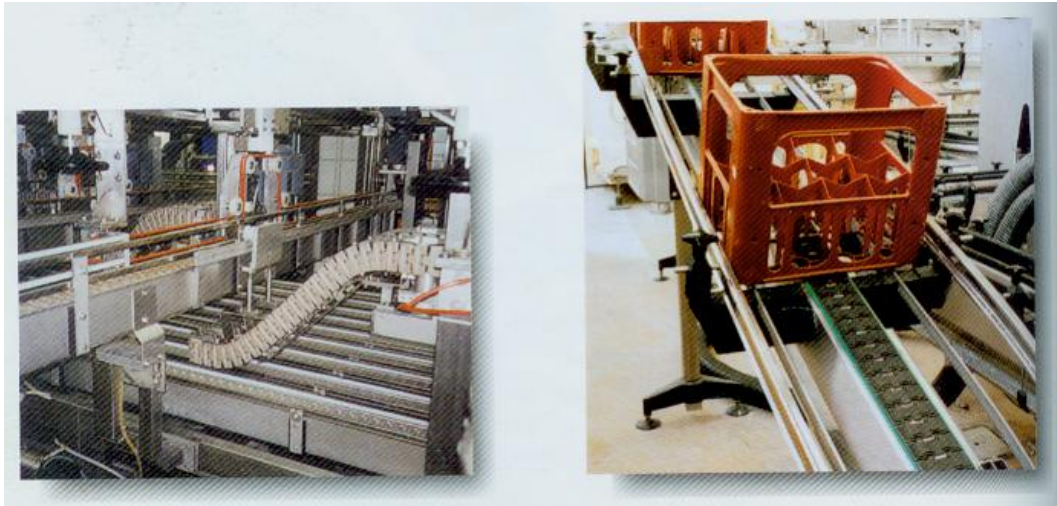
Gambar 2.14. *Thermoplastic tabletop chains.*

Sumber : *Rex Tabletop handbook*

Berdasarkan fungsinya, *tabletop chains* dapat dibedakan menjadi beberapa karakteristik sebagai berikut :

2.2.6.3. *Chains for incline conveying.*

Suatu *steel tabletop chains* yang didesain dengan *vulcanized rubber coating*, sehingga memiliki kemampuan untuk mentransport produk yang cenderung mempunyai permukaan licin.

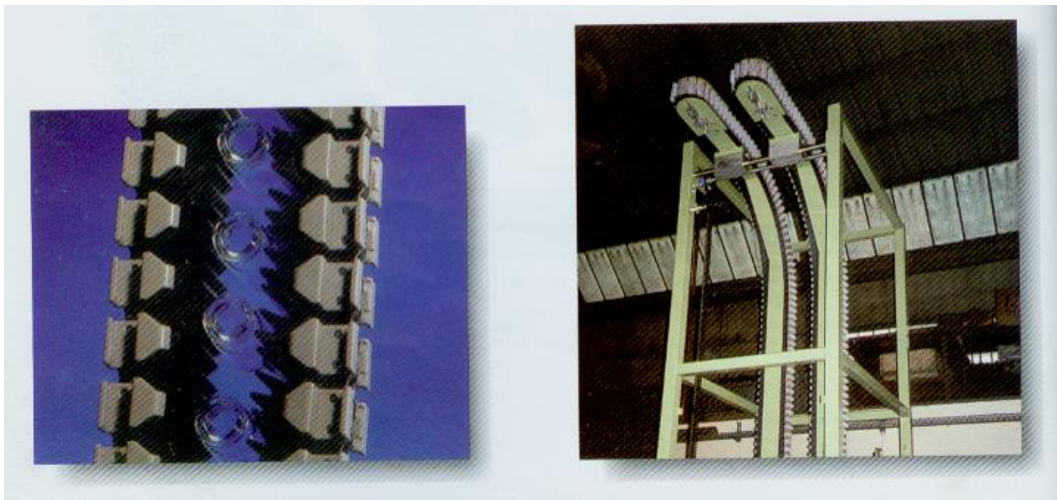


Gambar 2.15. *Chains for incline.*

Sumber : *Rex Tabletop handbook*

2.2.6.4. *Gripper chains.*

Rantai ini didesain khusus agar dapat mencengkram produk. Desainnya yang khusus memungkinkan rantai ini untuk mentransport produk baik secara *vertical* maupun *turn over*.



Gambar 2.16. *Gripper chains.*

Sumber : *Rex Tabletop handbook*

2.2.6.5. *Low backline pressure chains.*

Salah satu produk *tabletop chains* dimana penggunaannya dikhususkan pada sistem *conveyor* yang memiliki sistem *accumulate conveying*. Dengan koefisien gesek yang kecil (0.07), rantai ini dapat bekerja pada tingkat level suara yang rendah.

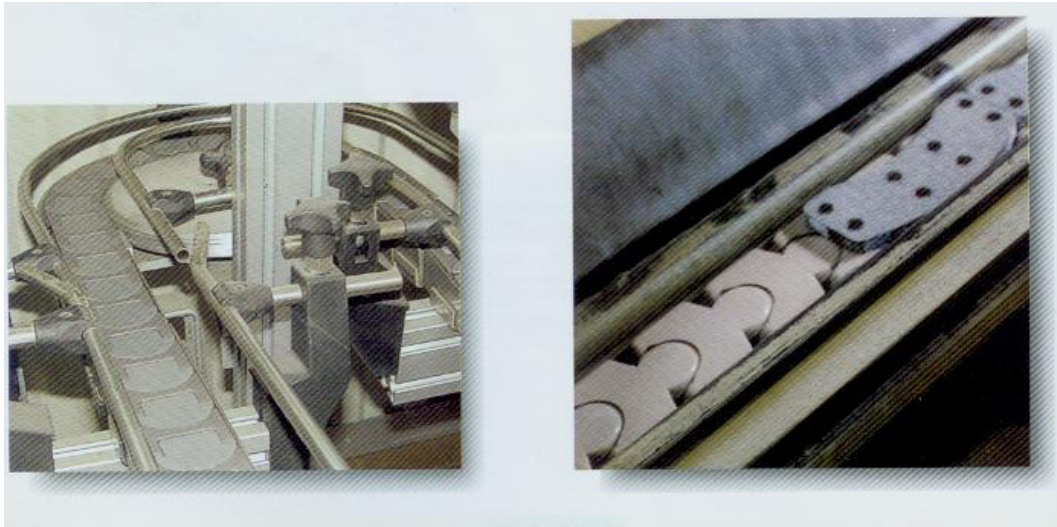


Gambar 2.17. *Low backline pressure chains.*

Sumber : *Rex Tabletop handbook*

2.2.6.6. *Multiflex chains.*

Tabletop chains yang didesain untuk mengatasi masalah terbatasnya tempat yang tersedia untuk perancangan suatu sistem *conveying*. Rantai ini unggul pada desainnya yang unik sehingga dapat berbelok dan menghasilkan radius putar yang kecil.



Gambar 2.18. *Multiflex chains.*

Sumber : *Rex Tabletop handbook*

2.3. Kapasitas *conveyor*.

Pada *conveyor* yang melakukan gerakan terus menerus, kapasitasnya dihitung berdasarkan pada berat beban per-satuan panjang arah pembawa beban dan kecepatan rata-rata.

$$Q = 3,6.q.v[\text{ton} / \text{jam}] \text{ [Referensi 4]} \quad (2.1)$$

Apabila material yang dipindahkan mempunyai berat beban γ (ton/m^3) dengan penampang A (m^2), maka

$$q = 1000.A.\gamma[\text{kg} / \text{m}] \text{ [Referensi 4]} \quad (2.2)$$

Sehingga kapasitas

$$Q = 3600.A.v[\text{ton} / \text{jam}] \text{ [Referensi 4]} \quad (2.3)$$

Untuk material curah yang diangkut melalui pipa dengan diameter A_o , efisiensi untuk pengangkatan = θ , maka penampang tumpukan material = $A = A_o.\theta$

Jadi kapasitas *conveyor*

$$q = 1000.A_o.\eta.\gamma[\text{kg} / \text{jam}] \text{ [Referensi 4]} \quad (2.4)$$

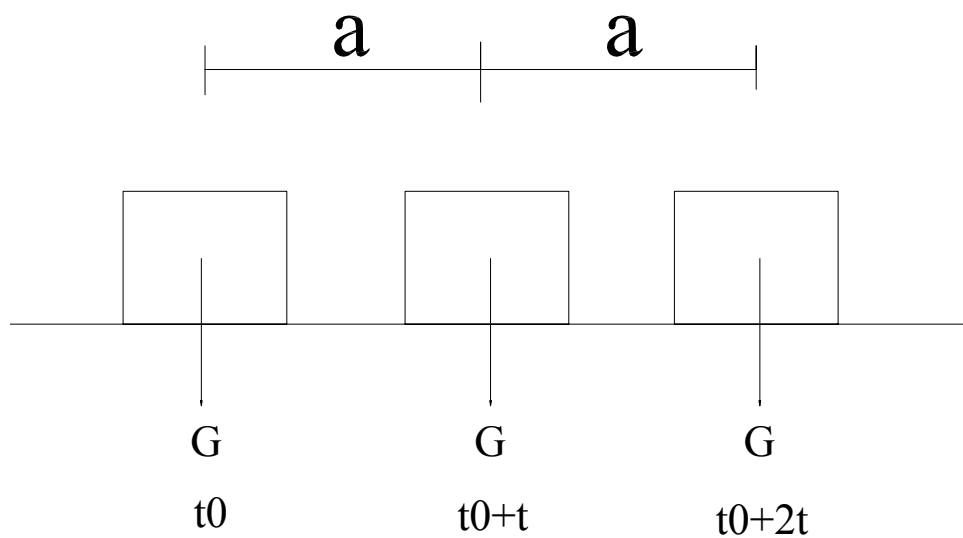
Atau

$$Q = 3600.Ao.\eta.\gamma.v[\text{ton} / \text{jam}] \quad [\text{Referensi 4}] \quad (2.5)$$

Untuk beban unit yang masing-masing memiliki berat Q [kg] dengan jarak tiap beban a [m], maka kapasitas *conveyor* adalah :

$$q = \frac{G}{a}[\text{kg} / \text{m}] \quad [\text{Referensi 4}] \quad (2.6)$$

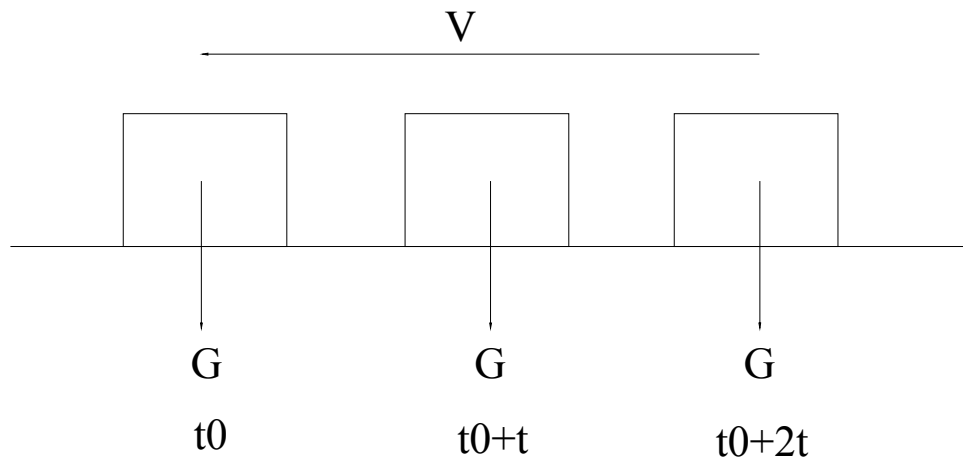
$$Q = 3,6. \frac{G}{a}.v[\text{ton} / \text{jam}] \quad [\text{Referensi 4}] \quad (2.7)$$



Gambar 2.19. Beban dengan jarak a [m].

Bila pemuatan beban pada conveyor memiliki interval waktu sebesar t , maka kapasitas *conveyor* :

$$Q = 3,6. \frac{G}{t}[\text{ton} / \text{jam}] \quad [\text{Referensi 4}] \quad (2.8)$$



Gambar 2.20. Beban dengan interval t .

Untuk *conveyor* yang bekerja secara kontinyu dan yang diangkat adalah material curah, kapasitasnya adalah :

$$Q = V \cdot \gamma [\text{ton} / \text{jam}] \quad [\text{Referensi 4}] \quad (2.9)$$

$$V = 3600 \cdot v \cdot A \cdot \eta [m^3 / \text{jam}] \quad [\text{Referensi 4}] \quad (2.10)$$

Q = Kapasitas dalam satuan berat [ton/jam]

V = Kapasitas dalam satuan volume [m^3 /jam]

Dari rumus-rumus diatas akan terlihat bahwa kapasitas *conveyor* dengan pengangkutan secara kontinyu akan bertambah dengan bertambahnya luas penampang tumpukan atau luas penampang pipa, bertambahnya efisiensi dan atau bertambahnya kecepatan.

Untuk beban unit kapasitas akan bertambah dengan menambah beban per unit, menambah kecepatan dan atau memperkecil jarak/interval waktu tiap unit.

Kapasitas menurut perhitungan diatas disebut juga kapasitas terencana. Dalam realisasinya, rata-rata kapasitas maksimum sama atau lebih kecil dari pada kapasitas terencana.

2.4. Daya conveyor.

Daya yang diperlukan untuk pengangkatan secara vertikal dengan kapasitas Q [ton] dan ketinggian H [meter], daya efektif yang dibutuhkan adalah :

$$N_{eff} = \frac{Q.H}{270} [HP] \text{ [Referensi 4]} \quad (2.11)$$

Atau

$$N_{eff} = \frac{Q.H}{367} [KW] \text{ [Referensi 4]} \quad (2.12)$$

N_{eff} = daya efektif.

Dengan efisiensi penggerak yang ada sebesar η , maka daya yang dibutuhkan :

$$N = \frac{N_{eff}}{\eta} \text{ [Referensi 4]}$$

$$N = \frac{Q.H}{270.\eta} [HP] \text{ [Referensi 4]} \quad (2.13)$$

Atau

$$N = \frac{Q.H}{367.\eta} [KW] \text{ [Referensi 4]} \quad (2.14)$$

Beberapa conveyor memindahkan beban secara horisontal, dalam hal ini $H=0$, maka secara perhitungan daya=0. Hal ini berarti bahwa tidak ada pemindahan secara vertikal dan berarti juga perhitungan diatas tidak berlaku untuk pemindahan secara horisontal.

Untuk conveyor yang memindahkan beban secara horisontal.

$$N_{fric} = \frac{Q.L.W}{75.3,6} [HP] \text{ [Referensi 4]} \quad (2.15)$$

$$N_{fric} = \frac{Q.L.W}{75.3,6.1,36} [KW] \text{ [Referensi 4]} \quad (2.16)$$

Dengan,

$$W_{fric} = q.L.W \text{ [Referensi 4]} \quad (2.17)$$

W_{fric} = tahanan gesek

W = koefisien gesek.

q = beban persatuan panjang.

Daya yang dibutuhkan untuk *conveyor* pada pemindahan beban secara miring

$$N = N_{eff} + N_{fric} \text{ [Referensi 4]} \quad (2.18)$$

Perhitungan daya pada poros *conveyor* harus dibedakan dengan perhitungan pada daya motor, karena pada perhitungan daya di poros motor semua tahanan-tahanan pada mekanisme *conveyor* harus diperhitungkan, biasanya ditulis dengan adanya efisiensi transmisi yaitu θ .