

## **PENGARUH PERUBAHAN SUDUT KEMIRINGAN (*INKLINASI*) TERHADAP KAPASITAS ANGKUT MATERIAL PADA PERALATAN CONVEYOR(*INCLINE SCREEN CONVEYOR*)**

**Zyamsir Rusli<sup>(1)</sup>, Faisal Habib<sup>(2)</sup>, Muhammad Halim Asiri <sup>(2)</sup>**

<sup>1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

<sup>2)</sup> Dosen Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muslim Indonesia

### **Abstrak**

Dalam perkembangan dunia Industri dilihat dari zaman yang semakin berkembang, dimana dunia Industri sekarang ini terutama peralatan yang digunakan sudah sangat canggih dan modern, teknologi yang digunakan hampir sangat lengkap untuk kebutuhan Industri, sehingga mempermudah sistem kerja dari manusia sendiri. Berkembangnya teknologi yang semakin canggih dan modern ini, kita dapat membuat sesuatu yang manual menjadi otomatis, sehingga akan mempermudah atau meringankan setiap pekerjaan. Di dunia teknologi yang modern ini, terdapat sebuah alat pemindah bahan yang biasa dinamakan *conveyor*, mungkin sebagian orang terutama masyarakat belum sepenuhnya mengetahui tentang alat ini, tetapi bagi orang yang bergerak di dunia Industri pasti sangat familiar dengan alat ini. *Conveyor* sendiri sangat berguna dalam membantu pekerjaan manusia terutama dalam hal pemindahan barang, dan mengurangi terjadinya kecelakaan kerja apalagi di Industri yang tidak menutup kemungkinan banyak terjadinya kecelakaan kerja saat pemindahan barang yang dilakukan oleh manusia.

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa Hasil penelitian diperoleh perubahan sudut inklinasi berpengaruh terhadap kapasitas angkut material. Kapasitas angkut pada sudut inklinasi 0° sebesar 2.835,938 Ton/jam, sudut inklinasi 5,6° kapasitas angkut sebesar 2.784,892 Ton/Jam sedangkan pada sudut inklinasi 15° sebesar 2.552, 345 Ton/Jam. Sudut inklinasi 0° besarnya kapasitas daya motor dalam mengangkut material limestone sebesar 12,729 kW, sudut inklinasi 5,6° kapasitas daya motor sebesar 112,086 kW sedangkan pada sudut inklinasi 15° besarnya kapasitas daya motor 119,845 kW.

### **1. PENDAHULUAN**

Dalam perkembangan dunia Industri dilihat dari zaman yang semakin berkembang, dimana dunia Industri sekarang ini terutama peralatan yang digunakan sudah sangat canggih dan modern, teknologi yang digunakan hampir sangat lengkap untuk kebutuhan Industri, sehingga mempermudah sistem kerja dari manusia sendiri.

Berkembangnya teknologi yang semakin canggih dan modern ini, kita dapat membuat sesuatu yang manual menjadi otomatis, sehingga akan mempermudah atau meringankan setiap pekerjaan. Di dunia teknologi yang modern ini, terdapat sebuah alat pemindah bahan yang biasa dinamakan

*conveyor*, mungkin sebagian orang terutama masyarakat belum sepenuhnya mengetahui tentang alat ini, tetapi bagi orang yang bergerak di dunia Industri pasti sangat familiar dengan alat ini. *Conveyor* sendiri sangat berguna dalam membantu pekerjaan manusia terutama dalam hal pemindahan barang, dan mengurangi terjadinya kecelakaan kerja apalagi di Industri yang tidak menutup kemungkinan banyak terjadinya kecelakaan kerja saat pemindahan barang yang dilakukan oleh manusia.

Untuk beberapa jenis *conveyor* sudah banyak penambahan mekanisme kerja yang dikembangkan dari system kerja

manual ke otomatis, dan beberapa item lainnya, tetapi untuk mempermudah ditambahkan sesuatu yang berbeda yaitu pemilihan Produk dari *conveyor* berdasarkan berat Produk itu sendiri, dan juga menganalisa kecepatan *conveyor* dalam pemindahan benda menggunakan alat ini. sehingga mempermudah proses pemilihan benda atau biasa disebut juga penyortiran agar proses dari *conveyor* berlangsung dengan cepat dalam sekali beroperasi.

Peralatan pemindah material berfungsi untuk memindahkan material pada area tertentu, pada suatu departemen, pabrik dan pembangkit, site konstruksi, tempat penyimpanan dan pemuatan. Pengelompokan peralatan pemindah material berdasarkan bentuk desainnya adalah *hoisting equipment*, *conveying equipment* dan *surface and overhead equipment*. *Conveying equipment* terdiri dari banyak macam peralatan pemindah, dimana dalam pemilihan *conveyor* atau peralatan pemindah lainnya dipengaruhi oleh jenis material yang akan diangkut, kapasitas yang dibutuhkan dalam waktu tertentu, arah dan panjang pemindahan, sehingga selain faktor *engineering*, faktor nilai ekonomis juga perlu diperhatikan dalam pemilihan peralatan pemindah material.

*Belt conveyor* merupakan salah satu alat angkut *raw material* yang paling banyak dipakai di industri. Selain jarak yang bisa ditempuh cukup jauh alat ini juga mempunyai kapasitas angkut yang cukup besar. Aplikasi *belt conveyor* diantaranya adalah alat angkut pada pabrik semen, batubara dan pabrik pupuk. Alat ini bisa mengangkut material *bulk* dari bongkahan yang kecil sampai ukuran sedang (misalnya batubara). Kapasitas angkut *belt conveyor* bisa berbeda-beda antara satu dengan yang lain, tergantung pada jenis material yang diangkut, lebar *belt*, penentuan sudut lintasan, daya motor yang digunakan yang akan mempengaruhi kecepatan angkut *belt* dan jarak pemindahan.

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian **“Pengaruh Perubahan Sudut Kemiringan (Inklinasi) Terhadap Kapasitas Angkut Material Pada Peralatan Conveyor (Incline Screen Conveyor)”**. Kemiringan *belt conveyor*, kecepatan alir dan jarak lintasan

serta karakteristik material yang akan dipindahkan sangat berperan untuk mendapatkan kapasitas material yang dibutuhkan.

## 2. TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Conveyor

*Conveyor* adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari tempat yang lain. *Conveyor* banyak dipakai di industri untuk transportasi barang yang jumlahnya sangat banyak dan berkelanjutan. Dalam kondisi tertentu, *conveyor* banyak dipakai karena mempunyai nilai ekonomis dibanding transportasi berat seperti, truk dan mobil pengangkut. Jenis *conveyor* membuat penanganan alat berat tersebut/produk lebih mudah dan lebih efektif. Banyak *conveyor* dapat bergerak secepat 75 kaki / menit. *Conveyor* dapat memobilisasi barang dalam jumlah banyak dan kontinyu dari satu tempat ke tempat lain. Perpindahan tempat tersebut harus mempunyai lokasi yang tetap agar sistem *conveyor* mempunyai nilai ekonomis. Kelemahan sistem ini adalah tidak mempunyai fleksibilitas saat lokasi barang yang dimobilisasi tidak tetap dan jumlah barang yang masuk tidak kontinyu.

Mesin pemindah bahan (*material handling equipment*) merupakan salah satu peralatan yang digunakan untuk memindahkan muatan dari suatu tempat ke tempat lain dalam jarak yang tidak jauh misalnya pada bagian-bagian departemen atau pabrik, lokasi konstruksi, tempat penumpukan bahan, tempat penyimpanan, dan pembongkaran muatan. Mesin pemindah bahan pada prakteknya hanya memindahkan muatan dalam jumlah dan besar serta jarak tertentu dengan perpindahan bahan ke arah vertikal, horizontal, atau kombinasi keduanya. Jarak ribuan meter hanya dilakukan untuk perpindahan yang konstan antara dua lokasi atau lebih yang dihubungkan oleh kegiatan produksi yang sama.

Mesin pemindah bahan merupakan bagian terpadu perlengkapan mekanis dalam setiap industri modern. Desain mesin

pemindah bahan yang beragam disebabkan oleh banyaknya jenis dan sifat muatan yang dipindahkan serta banyaknya operasi pemindahan yang akan mendukung produksi. Dalam setiap perusahaan, proses produksi secara keseluruhan sangat ditentukan oleh pemilihan jenis mesin pemindah bahan yang tepat pemilihan parameter utama yang tepat dan efisiensi operasinya. Jadi, pengetahuan yang sempurna tentang ciri operasi dan desain mesin ini dan metode desainnya serta penerapan praktisnya sangat diperlukan.

## **2.2. Belt Conveyor**

Salah satu jenis alat pengangkut yang sering digunakan adalah *belt conveyor* yang berfungsi untuk mengangkut bahan-bahan industri yang berbentuk padat. Pemilihan alat transportasi (*conveying equipment*) material padatan antara lain tergantung pada :

1. Kapasitas material yang ditangani
2. Jarak perpindahan material
3. Kondisi pengangkutan : horizontal, vertikal atau inklinasi
4. Ukuran (*size*), bentuk (*shape*) dan sifat material (*properties*)

Pada kecepatan dan kapasitas *belt conveyor* tergantung dari jenis material yang dipindahkan serta dimensi sabuk yang dipergunakan. Bahan-bahan yang tidak mudah rusak dan memiliki berat jenis yang relatif besar dapat diangkut dengan kecepatan tinggi. Untuk kapasitas pengangkutan tertentu dipilih kecepatan dan lebar sabuk yang tepat. Semakin lebar sabuk, semakin besar kapasitasnya. Pada perencanaan *conveyor*, biasanya dipilih kecepatan rendah dengan lebar sabuk yang lebih besar, mengingat faktor dinamis yang timbul pada kecepatan tinggi yang mengakibatkan impact dan gaya inersia terhadap muatan yang dapat merusak bahan. Pembawaan muatan *belt conveyor* dapat membawa muatan dalam arah *horizontal* atau *vertical*, kemiringan pengangkutan pada sudut vertical tergantung pada gaya gesek *belt* (sabuk) dan muatannya, semakin besar gaya geseknya maka semakin tinggi sudut kemiringannya

*Belt Conveyor* pada dasarnya merupakan peralatan yang cukup sederhana. Alat tersebut terdiri dari sabuk yang tahan

terhadap pengangkutan benda padat. Sabuk yang digunakan pada *belt conveyor* ini dapat dibuat dari berbagai jenis bahan misalnya dari karet, plastik, kulit maupun logam yang tergantung dari jenis dan sifat bahan yang akan diangkut. Untuk mengangkut bahan-bahan panas, sabuk yang digunakan terbuat dari logam yang tahan terhadap panas.

Karakteristik dari *belt conveyor* antara lain :

1. Dapat beroperasi secara mendatar maupun miring dengan sudut maksimum  $45^{\circ}$
2. Sabuk disanggah oleh *plat roller* untuk membawa bahan
3. Kapasitas pengangkutan tinggi
4. Dapat beroperasi secara kontinyu.
5. Kapasitas dapat diatur.
6. Kecepatan maksimum sampai dengan 600 ft/m.
7. Perawatan mudah.

Kelemahan dari konstruksi *belt conveyor* adalah :

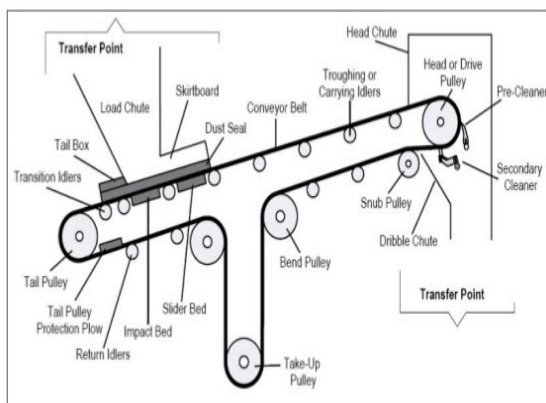
1. Biaya perencanaan yang relative mahal
2. Sudut *inklinasi* terbatas

Dalam perencanaan *belt conveyor* yang perlu diperhatikan adalah Situasi medan ukuran dan dimensi fisik , jarak tempuh, ketinggian, luas areal dan kapasitas *belt conveyor* serta jenis material yang dipindahkan. Menurut M. satrio Bimasakti dkk (2019) , Hasil evaluasi kinerja *belt conveyor* Pada PT. Semen Baturaja (Persero) Tbk dengan berbagai sudut inklinasi/ kemiringan *belt conveyor*  $10^{\circ}$  pada pengiriman batu kapur memiliki kapasitas 1.084,50346 Ton/jam, kemiringan *belt conveyor*  $7^{\circ}$  kapasitas sebesar 1.108,758727 Ton/jam sedangkan pada kemiringan *belt*  $0^{\circ}$  kapasitas 1.594,601731 Ton/jam. Menurut Simon dkk (2015), Evaluasi produktivitas *Belt Conveyor* dalam peningkatan target produksi pengapalan Batu Bara di Pelabuhan Khusus PT. Mitratama Perkasa. Berdasarkan hasil penelitian bahwa pada *belt conveyor* dengan kemiringan rangkaian (*inklinasi*)  $10^{\circ}$  produktivitas teoritis sebesar 2.466,555 Ton/jam dengan kecepatan belt 3,3 m/s sedangkan pada *belt conveyor* dengan kemiringan rangkaian (*inklinasi*)  $12^{\circ}$  dengan kecepatan belt 3,3 m/s maka produktivitas teoritis *belt conveyor* sebesar 2.414,627 Ton/jam. Berdasarkan

penelitian diatas kami mengetahui bahwa sudut inklinasi berpengaruh terhadap kapasitas angkut material.

*Belt conveyor* merupakan mesin pemindah material sepanjang arah horizontal atau dengan kemiringan tertentu secara kontinu. *Belt conveyor* secara luas digunakan pada berbagai industri. Sebagai contoh : Penyalur hasil produksi ke gudang penyimpanan dan sebagainya.

*Belt Conveyor* menggunakan motor listrik sebagai penggerak yang dihubungkan ke *coupling* dan *gearbox*, yang kemudian memutar *head pulley*. Dalam sistem operasi *belt* dibantu dengan *carry roller*, *return roller*, *bend pulley*, *take up pulley*, *ben pulley*, *tail pulley and head pulley* . Skema konstruksi utama *belt conveyor* terlihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Skema konstruksi utama *belt conveyor*

Berdasarkan standar dari *Conveyor Association Equipment Manufacturers Association (CEMA)* konstruksi dasar *conveyor* secara umum terdiri :

- a. *Tail Pulley*  
*Tail pulley* merupakan *pulley* terakhir (ujung) *belt* dan bergerak mengikuti *head pulley* yang berfungsi sebagai tempat berputarnya *belt conveyor* menuju *return roll*. *Tail pulley* biasanya merupakan titik ujung dari pemindahan material. Berikut ini adalah gambar dari *tail pulley* yang ditinjau.
- b. *Return roll*  
*Return roll* berfungsi sebagai *roll* penumpu *belt* agar tidak melendut saat berputar kembali tanpa muatan menuju ke *head pulley*. Pada

penggunaannya *Return roll* selalu digunakan satu buah pada satu titik tumpuan dengan panjang yang hampir sama dengan lebar *belt*

- c. *Carrying roll*  
*Carrying Roll* merupakan *roll* yang menumpu *belt conveyor* yang berisi material angkut di atasnya. Berbeda dengan *return roll*, *carrying roll* terdiri dari tiga buah *roll* pada satu titik tumpuan, dimana *roll* tengah diposisikan datar dan *roll* sebelah luar diposisikan miring untuk menjaga agar material yang dibawa tidak tumpah. Selain hal tersebut, jarak antara titik tumpu *carrying roll* lebih pendek dari pada *return roll* agar tidak terjadi lendutan *belt* akibat pengaruh berat material yang diangkut.
- d. *Bent Pulley*  
*Bent Pulley* merupakan *pulley* penghubung atau pembelok *belt* menuju *take up pulley* atau *pulley* pemberat. Dimana *Bent Pulley* bekerja mengatur keseimbangan *belt* pada pemberat. *Belt conveyor* pada perusahaan ini menggunakan dua buah *bent pulley* untuk membelokkan *belt* menuju *take up pulley* (yang berada di posisi lebih rendah).
- e. *Head Pulley*  
*Head Pulley* merupakan *pulley* yang berhubungan langsung dengan *gearbox* sehingga langsung terhubung dengan penggerak. *Head pulley* berfungsi sebagai penggerak awal dari suatu sistem *belt conveyor*
- f. *Take Up Pulley*  
*Take up pulley* berfungsi sebagai pengencang *belt*, menjaga agar kekencangan *belt* sama antara sisi yang bermuatan dan sisi yang tidak bermuatan, yang seolah-olah menambah jarak antara *head pulley* dan *tail pulley*  
*Take up pulley* dibedakan menjadi dua jenis:
  1. *Screw Take-up*  
*Screw take-up* merupakan pengencang *belt* dengan memberi gaya tarik pada *belt* dengan menggunakan ulir pada dudukan *pulley* dan biasanya di gunakan untuk *belt* dengan panjang posisi angkut sekitar 50 – 100 m.

2. Gravity Take-up

Gravity Take-up merupakan pengencang belt horizontal dan vertical yang cara kerjanya adalah dengan memberi gaya tarik pada belt menggunakan gaya gravitasi bumi, dan dipakai untuk sistem yang panjangnya lebih dari 100 m

g. Take up unit

Take up unit merupakan unit pemberat yang digunakan sebagai penyeimbang pada kelonggaran belt saat beroperasi pada muatan dan tanpa muatan. Agar belt conveyor tetap kencang, take up unit akan turun kalau tidak ada material yang dibawa dan naik kalau ada material angkut pada belt conveyor.

h. Impact roll

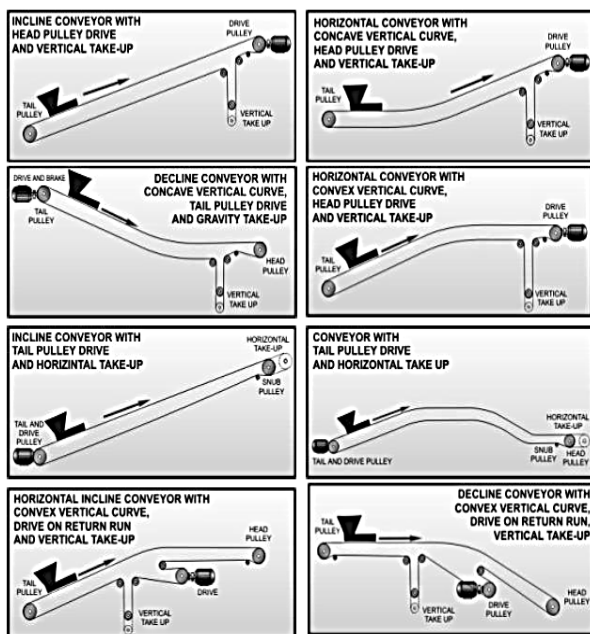
Impact roll merupakan roll dengan karet di bagian luar yang biasanya di pasang di bagian jatuhnya material sehingga ada gaya dorong kembali.

i. Belt

Belt adalah salah satu elemen utama dari conveyor. Belt terbuat dari bermacam-macam bahan, seperti: steel, nylon, katun, karet dan lain lain. Belt yang baik harus memiliki sifat ringan, fleksibel, kekuatan tinggi dan tahan lama.

2.3. Profil Belt conveyor

Profil dasar Secara umum pada belt conveyor



Gambar 2.2. Profil belt conveyor

2.4. Karakteristik Material Angkut

Belt conveyor digunakan untuk menghantarkan material angkut. Material angkut dikiriskan Bersama dengan material lain yang tercampur selama proses pengiriman. Material angkut memiliki karakteristik yang berbeda, Sebagian diantaranya berbentuk halus dan Sebagian lainnya berbentuk kasar, dan lain-lainnya. Bentuk luar dari material tersebut memiliki pengaruh yang besar dalam mendesain conveyor. Oleh sebab itu, awalnya sangat dibutuhkan pemahaman dan pengertian tentang sifat-sifat dari material angkut yang akan dikirim. Pengetahuan ini dapat membantu dalam mendesain conveyor yang tepat, ekonomis dan optimal dengan minimal masalah dalam pengoperasian.

Beberapa informasi penting tentang material angkut yang perlu diketahui dalam perhitungan desain conveyor antara lain :

- a. Ukuran limp, grain dan powder
- b. Distribusi lump, grain dan powder (%)
- c. Densitas material angkut (berat volume) (ton/m<sup>3</sup>)
- d. Angle of repose (keadaan standstill) material selah penjatuhan
- e. Angle of surchase (sudut Ketika material pada keadaan istirahat selama pergerakan conveyor)
- f. Moisture content (%)
- g. Temperatur (°C)

Belt conveyor digunakan untuk memindahkan material angkut memiliki karakteristik yang berbeda-beda baik dilihat dari ukuran, bentuk dan massa jenisnya. Bentuk dan ukuran dari material tersebut mempengaruhi dalam kerja belt conveyor, yaitu berpengaruh terhadap luas area yang terpakai oleh material angkut pada belt conveyor dan berpengaruh terhadap kapasitas yang dihasilkan. Sudut segitiga sama kaki yang terbentuk karena tumpukan material angkut di atas belt akan berbeda untuk jenis material gumpalan besar dan halus, karena ukuran panjang atau lebar dari suatu partikel (dilambangkan dengan a dalam satuan mm) berbeda-beda. Tabel berikut adalah pengelompokan material menurut ukuran partikel

Tabel 2.1. Pengelompokan Material Berdasarkan Ukuran Partikel (Spivakovsky A. And Dyachkov V.,1928)

Jenis Material	Size of Largest Characteristic particle a (mm)
Gumpalan Besar	Over 160
Gumpalan Sedang	60 – 160
Gumpalan Kecil	10 – 60
Butiran	0,5- 10
Halus	Below 0,5

Selain itu, material angkut juga dikelompokkan berdasarkan berat jenisnya, batu bara dikelompokkan ke dalam kelompok material sedang yang mempunyai density berbeda dengan biji besi yang tergolong kelompok yang sangat berat. Berikut ini adalah tabel pengelompokan material berdasarkan berat jenisnya

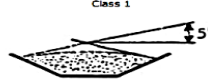
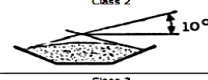
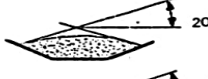
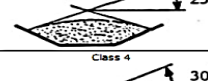

Tabel 2.2 Material Density Spivakovsky A. And Dyachkov V.,1928

Berat	Berat, ton/m <sup>3</sup>	Material
Ringan	Sampai 0,6	Saw Dust,
Sedang	0,6 – 1,1	Peat, Coke
Berat	1,2 – 2,0	Wheat,
Sangat Berat	Lebih 2,0	Coal, Slag
		Sand,
		Gravel,
		Core, Raw mix
		Iron core,
		Cobbe
		Stone

Dari ukuran karakteristik material, akan membentuk sudut *surcharge* atau sudut tumpukan material pada bagian atas *belt conveyor*. Sudut ini menentukan luas area angkutnya. Jika ukuran material berupa butiran kecil, maka akan mengalami abrasi dan membentuk sudut *surcharge* yang kecil sedangkan jika ukuran material angkut

berupa gumpalan besar tidak akan terjadi abrasi sehingga akan membentuk sudut *surcharge* yang besar.

Tabel 2.3. Sudut–sudut yang dibentuk dari ukuran karakteristik material (Conveyor Equipment Manufacturers Association.1979)

 <p>Class 1</p>	<p>ANGLE OF SURCHARGE: 5 degrees ANGLE OF REPOSE: 0 - 20 degrees FLOWABILITY: Very free flowing</p> <p>MATERIALS: Very small rounded particles, very wet or very dry, such as dry silica sand, cement, wet concrete, etc.</p>
 <p>Class 2</p>	<p>ANGLE OF SURCHARGE: 10 degrees ANGLE OF REPOSE: 20 - 30 degrees FLOWABILITY: Free flowing</p> <p>MATERIALS: Rounded dry polished particles of medium density such as whole grain, beans, salt, sugar, etc.</p>
 <p>Class 3</p>	<p>ANGLE OF SURCHARGE: 20 degrees ANGLE OF REPOSE: 30 - 35 degrees FLOWABILITY: Average</p> <p>MATERIALS: Irregular, granular or lumpy materials of medium density, such as anthracite coal, clay, certain mineral ores, etc.</p>
 <p>Class 3</p>	<p>ANGLE OF SURCHARGE: 25 degrees ANGLE OF REPOSE: 35 - 40 degrees FLOWABILITY: Average</p> <p>MATERIALS: Common materials such as bituminous coal, stone, rock, most ores, etc.</p>
 <p>Class 4</p>	<p>ANGLE OF SURCHARGE: 30 degrees ANGLE OF REPOSE: Over 40 degrees FLOWABILITY: Sluggish</p> <p>MATERIALS: Irregular, stringy, fibrous, interlocking materials, such as bagasse, wood chips, wet earth, tempered foundry sand, etc.</p>

## 2.5. Kapasitas Belt Conveyor

Kapasitas merupakan hal utama dalam kerja dari suatu *belt conveyor*. Menurut Danang (2018) kapasitas *belt conveyor* dapat dihitung dengan persamaan 2.1.

$$Q = A \cdot V \cdot \gamma \cdot 3600 \quad (\text{horizontal}) \quad (2.1)$$

$$Q = k \cdot A \cdot V \cdot \gamma \cdot 3600 \quad (\text{inklinasi})$$

Dengan :

A = Total Cross-sectional area yang terbentuk pada *belt* akibat penopangan idler dan *angle of surcharge* (m<sup>2</sup>)

v = Kecepatan *belt* (m/s)

γ = Densitas material (ton/m<sup>3</sup>)

k = Faktor pengaruh inklinasi

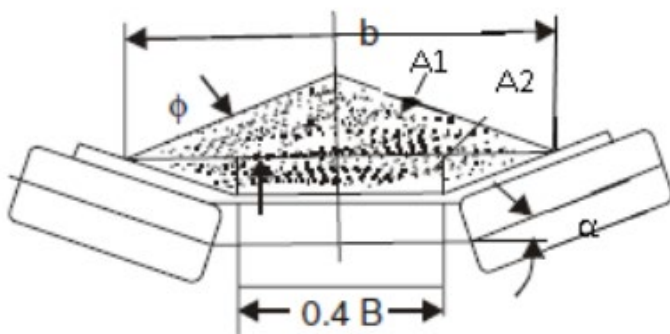
Q = Kapasitas angkut (tph)

Tabel 2.4. *Inclination Reduction Factor (k)*  
(Bhavan, Manak. 2010)

Inclination angle	2	4	6	8	10	12	14	16	18
Reduction rate	1	0.99	0.98	0.97	0.95	0.93	0.91	0.89	0.85
Inclination angle	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Reduction rate	0.78	0.76	0.73	0.71	0.68	0.66	0.64	0.61	0.59

## 2.6. Luas penampang (A)

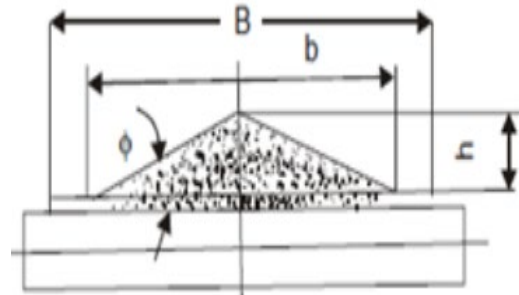
Luas penampang keseluruhan dari suatu *belt conveyor* yang berisi material angkut di atasnya adalah penjumlahan dari segitiga sama kaki yang terjadi akibat penumpukan material (dilambangkan dengan  $A_1$ ) pada sisi sebelah atas dan luas trapesium dibawahnya yang terjadi akibat posisi dudukan *carrying roll* (dilambangkan dengan  $A_2$ )



Gambar 2.3. Luas penampang total *conveyor*

Pada *belt conveyor*, material angkut dapat mengalir bebas dan dianggap

membentuk segitiga sama kaki pada bagian atasnya dan membentuk trapesium pada bagian bawahnya. Pada luas area dipengaruhi oleh lebar *belt*, sudut tumpukan material (*surcharge*) dan sudut *repose* (sudut dari kemiringan dari *carrying roll*).

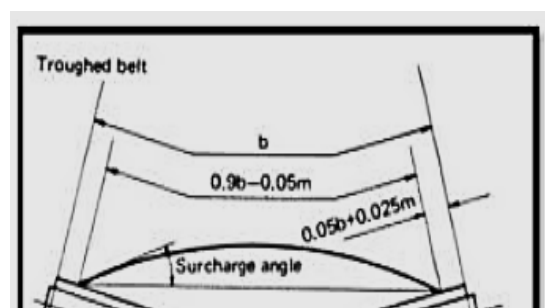


Gambar 2.4. Luas penampang bagian atas

Untuk menghindari tumpahan, lebar sabuk ( $B$ ) diambil pada sedikitnya 25% dari dasar segitiga ( $b$ ). Jadi  $b = 0.8B$ . Pada ketentuan tertentu  $b = 0.9B - 0,05$  meter, untuk  $B \leq 2$  meter. Oleh karena itu, asumsi  $b = 0.8B$  lebih konservatif untuk  $B > 500$  mm. Dimana  $B$  adalah lebar *belt* pada kondisi terpasang.

*Idler* berfungsi sebagai bagian untuk menyangga *Belt* dalam operasi memindahkan material. Pemilihan sudut *Idler* juga berpengaruh terhadap luas penampang material pada *Belt Conveyor* serta berpengaruh juga pada kapasitas angkut dari *Belt Conveyor* itu sendiri.

Untuk mencapai kapasitas yang diinginkan dari material yang akan dipindahkan tanpa adanya tumpahan material, *Belt Conveyor* dioperasikan dengan menggunakan 3 buah *Idler*. Nilai sudut *Idler* yang biasa digunakan berkisar antara  $20^\circ - 45^\circ$  hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.5 (*Association for Rubber Product Manufactures US, 2011*).



Tabel 2.6. Kecepatan maksimum *belt conveyor* (Conveyor Equipment Manufactures Assosation, 1979)

Material being conveyed	Belt Speeds (fpm)	Belt Width (Inches)
Grain or other free-flowing. Nonabrasive material	500	18
	700	24-30
	800	36-42
	1000	48-96
Coal, damp clay, soft ores, overburden and earth, finecrushed stone.	400	18
	600	24-36
	800	42-60
	1000	72-96
Heavy, hard, sharp-edged ore, coarse-crushed stone	350	18
	500	24-36
	600	Over 36
Foundry sand, prepared or damp; shakeout sand with small cores, with or without small castings (not hot enough to harm belt)	350	Any Width
Prepared foundry sand and similar damp (or dry abrasive) materials discharged from belt	200	Any Width
Prepared foundry sand and similar damp (or dry abrasive) materials discharged from belt by rubber edged plows	200	Any Width
Nonabrasive material discharged from belt by means or plows.	200	Any Width
Feeder belt, flat or troughed for feeding fine, nonabrasive or mildly abrasive materials from hopper and bins.	50-100	Any Width

Gambar 2.5. *Belt conveyor* dengan 3 roller idler (Anonim, 2011)

Tabel 2.5 Luas penampang maksimum pada *belt conveyor* dengan 3 idler ukuran yang sama (Bhavan, 2010)

Lebar Belt (mm)	Surcharge Angle	Angle of Idler		
		25°	30°	35°
1000	10°	0,077	0,085	0,093
	15°	0,096	0,104	0,111
	20°	0,117	0,134	0,129
1200	10°	0,113	0,126	0,137
	15°	0,142	0,153	0,163
	20°	0,172	0,182	0,191
1400	10°	0,158	0,175	0,193
	15°	0,197	0,213	0,221
	20°	0,238	0,253	0,264
1600	10°	0,209	0,233	0,253
	15°	0,261	0,282	0,302
	20°	0,315	0,334	0,349

Sumber : Bhavan, 2010

Pada umumnya *Belt Conveyor* yang digunakan sebagai transportasi pemindah material yang bersifat abrasif seperti *Coal, Ore* dan *Concentrate* menggunakan 3 *Idler*. Adapun luas penampang material *Belt Conveyor* menggunakan 3 *Idler* dapat dihitung dengan memakai persamaan sebagai berikut, (Bhavan, 2010)

$$A = K(0,9B - 0,05)^2 \quad (2.2)$$

Dengan :

A : Luas penampang material (m<sup>2</sup>)

K : Koefisien luas penampang

B : Lebar *belt* (m)

### 2.7. Kecepatan *Belt*

Kecepatan *belt* dapat dicari dengan menggunakan rumus kapasitas setelah diketahui lebar *belt*, karakteristik material, sudut-sudut yang dibentuk dari material dan kapasitas angkut yang dihasilkan. Kecepatan *belt* meningkat sebanding dengan lebar *belt*. Berikut tabel ketetapan kecepatan *belt* maksimum berdasarkan lebar *belt* dapat dilihat pada tabel 2.6.

## 3. METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1. Waktu dan Tempat penelitian

Penelitian telah dilaksanakan mulai bulan Juni 2021 sampai bulan Agustus 2021 bertempat di PT. Semen Bosowa Maros Kabupaten Maros.

### 3.2. Prosedur pengambilan data

Di dalam melaksanakan penelitian ini, penulis menggabungkan antara teori dengan data-data lapangan. Sehingga dari keduanya didapat pendekatan penyelesaian masalah.

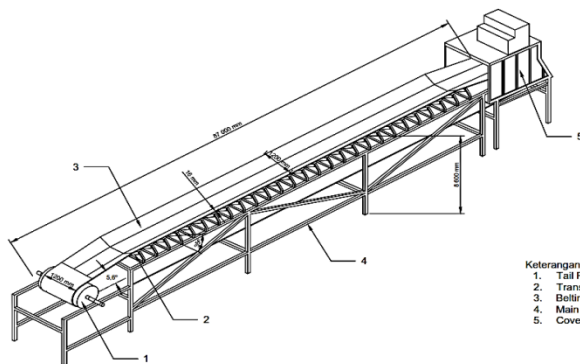
Studi Literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan pustaka yang menunjang untuk penelitian ini yang diperoleh dari

- a. Instansi yang terkait
- b. Jurnal ilmiah

### 3.3. Prosedur Penelitian

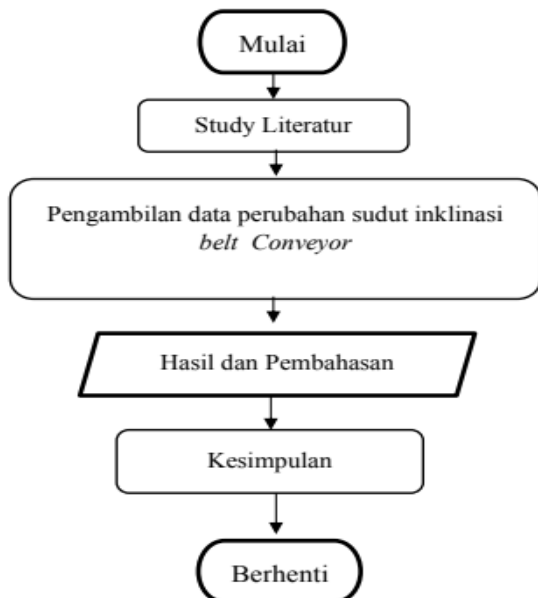
Adapun Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengambilan data pada posisi angkut pada *belt conveyor* pada perubahan sudut inklinasi pada perencanaan *belt conveyor* diperlukan data-data sebagai berikut :

1. Panjang belt
2. Panjang *belt take up*
3. Jarak pemindahan
4. Pemindahan *inklinasi/kemiringan*
5. Sudut *inklinasi/ kemiringan*
6. Kecepatan *belt*
7. Kapasitas maksimum yang diinginkan
8. Material yang dipindahkan
9. Jumlah lapisan *belt*



Gambar 3.1. Konstruksi *Belt Conveyor*

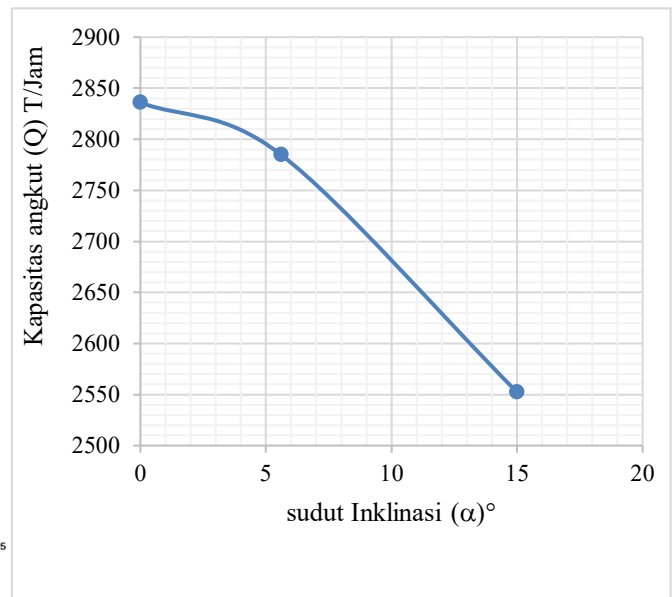
### 3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2. Diagram alir penelitian

## 4. Analisa Pembahasan

### 4.2.1. Hubungan Kapasitas angkut dengan sudut inklinasi



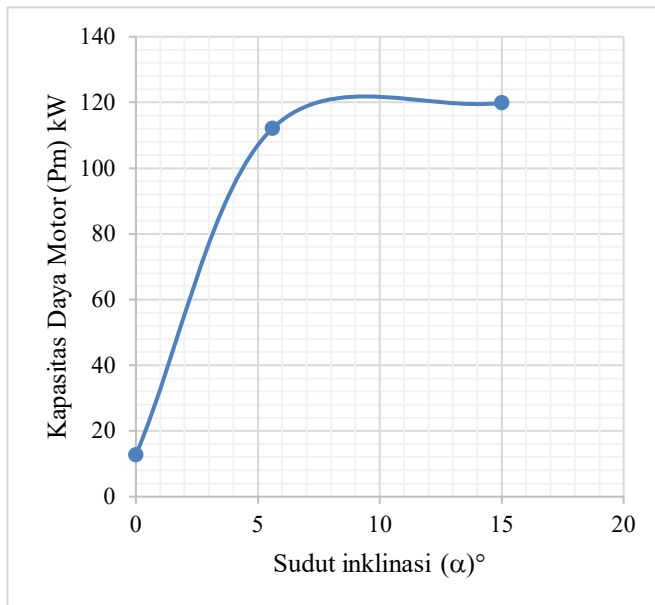
Gambar 4.1.grafik hubungan antara kapasitas angkut dengan perubahan sudut inklinasi

Dari grafik hubungan antara kapasitas angkut dengan sudut inklinasi dapat dilihat pada gambar 4.1 menunjukan bahwa semakin besar sudut inklinasi pada konstruksi *belt conveyor* maka kapasitas angkut yang dihasilkan semakin berkurang dibandingkan dengan sudut inklinasi yang kecil. Dari hasil perhitungan bahwa sudut inklinasi 0° besarnya kapasitas angkut material limestone sebanyak 2.835,938 Ton/jam, sudut inklinasi 5,6° kapasitas angkut sebesar 2.784,892 Ton/Jam sedangkan pada sudut inklinasi 15° besarnya kapasitas angkut 2.552,345 Ton/Jam. Hal ini disebabkan pada sudut inklinasi yang besar beban angkut lebih rendah dan membutuhkan gaya tarik *belt* lebih tinggi dibandingkan dengan sudut inklinasi 0°.

Dari hasil perhitungan yang dilakukan, kapasitas pada *belt conveyor* dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor pertama yaitu karakteristik material yang diangkat, karakteristik material dapat membentuk sudut tumbukan (*surcharge*). Dari sudut yang dibentuk akan mempengaruhi luas area angkut dari *belt conveyor*. Kedua yaitu densitas dari material, densitas merupakan fungsi berat persatuan volume. Ketiga yaitu kecepatan dari *belt conveyor*, kecepatan ini merupakan fungsi

jarak persatuan waktu. Jadi ketiga faktor ini akan membentuk fungsi berat persatuan waktu. Selain kapasitas, yang perlu dipertimbangkan dalam kerja *belt conveyor* adalah gaya tarik dari belt. Karena jika gaya tarik dari *belt* tidak mampu menahan beban yang diangkut, maka *belt* akan rusak bahkan putus. Gaya tarik belt dipengaruhi oleh beban angkut, ketinggian, berat *belt* dan panjang dari *belt*.

#### 4.2.2 Hubungan antara kapasitas daya motor dengan sudut inklinasi



Dari grafik hubungan antara kapasitas angkut dengan sudut inklinasi dapat dilihat pada gambar 4.2

menunjukkan bahwa semakin besar sudut inklinasi pada konstruksi *belt conveyor* maka kapasitas daya motor yang dibutuhkan semakin tinggi dibandingkan dengan sudut inklinasi yang kecil 0°. Dari hasil perhitungan bahwa sudut inklinasi 0° besarnya kapasitas daya motor dalam mengangkut material *limestone* sebesar 12,729 kW sudut inklinasi 5,6° kapasitas daya motor sebesar 112,086 kW sedangkan pada sudut inklinasi 15° besarnya kapasitas daya motor 119,845 kW. Daya motor terbesar yang dibutuhkan pada sudut inklinasi 15° hal ini disebabkan pada sudut inklinasi tersebut gaya tarik maksimum *belt* lebih besar yang dipengaruhi oleh beban angkut, ketinggian, berat *belt* dan panjang dari *belt* sehingga *belt conveyor* pada sudut

inklinasi 15° membutuhkan daya motor yang lebih besar dalam melakukan pengangkutan material dibandingkan sudut inklinasi 0° dan 5,6°.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa :

1. Hasil penelitian diperoleh perubahan sudut inklinasi berpengaruh terhadap kapasitas angkut material. Kapasitas angkut pada sudut inklinasi 0° sebesar 2.835,938 Ton/jam, sudut inklinasi 5,6° kapasitas angkut sebesar 2.784,892 Ton/Jam sedangkan pada sudut inklinasi 15° sebesar 2.552,345 Ton/Jam.
2. Sudut inklinasi 0° besarnya kapasitas daya motor dalam mengangkut material *limestone* sebesar 12,729 kW, sudut inklinasi 5,6° kapasitas daya motor sebesar 112,086 kW sedangkan pada sudut inklinasi 15° besarnya kapasitas daya motor 119,845 kW.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agung, Wahyu, (2009), Ekstraksi Nikel Dari Bijih Nikel Laterit Berkadar Rendah Dari Pomalaa Dengan Pelindian Tumpukan, Bandung: Program Studi Teknik Metalurgi, ITB.
- Agung, Hendris, (2005), *Belt Conveyor*, Bandung: PT. Supra Engineering.
- Anonim, 2011. *Conveyor and Elevator Belt Handbook*. Association for Rubber Product Manufactures. Inc. Indianapolis
- Bhavan, Manak. 2010. *Selection and Design of Belt Conveyor – Code of Practice*. Bureau of Indian Standards. New Delhi, India
- Chintiana, Lira, (2009), Analisis Kinerja Belt Conveyor Untuk Transfer Batubara ke Stockpile dan Hubungannya ` Dengan Packing Density, Bandung: Program Studi Teknik Metalurgi, ITB.

- Conveyor Equipment Manufacturers Association. *Belt Conveyor for Bulk Material*. USA.1979
- Conveyor Equipment Manufacturers Association. *Belt Conveyor for Bulk Material*. USA.1979
- Danang Mahardika Prabowo, (2018) Analisis Pengaruh Kecepatan Dan Massa Beban Pada *Conveyor Belt* Terhadap Kualitas Pengemasan Dan Kebutuhan Daya Dan Arus Listrik Di Bagian Produksi Pt.Indopintan Sukses Mandiri Semarang. Universitas Muhammdiyah Semarang.
- Erinofinardi (2012) “ Analisa Kerja *Belt Conveyor* 5857-V Kapasitas 600 Ton/Jam. Jurnal rekayasa mesin universitas Bengkulu.
- James.A.Rafa. 2020. Analisis Kapasitas Angkut dan kekuatan *Belt Conveyor* 2BC 3B Milik PT. Freeport Indonesia Menggunakan Metode Tensile dan Bending. Unhas . Gowa
- Juanda. 2002. Perancangan, Pemasangan, dan Perawatan Konveyor Sabuk dan Peralatan Pendukung. PT. Junto Engineering : Bandung
- M. satrio Bimasakti, Machmud. H, Syarifuddin, (2019), Evaluasi Kinerja *Belt Conveyor* Dari *Crusher Limestone* I Menuju *Stockpile* Untuk Mencapai Target Produksi Batu Kapur Pada Bulan April 2018 di PT SEMEN BATURAJA (PERSERO) Tbk.Jurnal pertambangan Univeritas Sriwijaya. Sumatera Selatan
- Rudenko, N., *Materials Handling Equipment*, Mir Publishers, Moscow, 1986
- Swinderman, Todd R, (2004), *Belt Conveyor for Bulk Material* Sixth Edition, United States: CEMA
- Siddhartha, Ray, *Introducion to Material Handling*, New Age International, KOLKATA, Copyright © 2008,
- Shigley, J.E., *Mechanical Engineering Design*, McGrawHill, 1993.
- .Simon.T.E.Siahaan, Nurhakim, Adip Mustopa, Yudo Prakoso, (2015), Evaluasi Produktivitas Belt Conveyor Dalam Peningkatan Produksi Pengepalan Batu Bara Di Pelabuhan Khusus PT. MITRATAMA PERKASA Desa Muara Asam-Asam Kecamatan Jorong, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Jurnal GEOSAPTA Universitas Lambung Mangkurat.
- Spivakovsky A. And Dyachkov V., *Conveyor and Related Equipment*. Moscow, 1928. *Conveyor Equipment Manufacturers*
- Swinderman, 2004. *Belt Conveyors for Bulk Materials*. Conveyor Equipment Manufactures Association. USA