

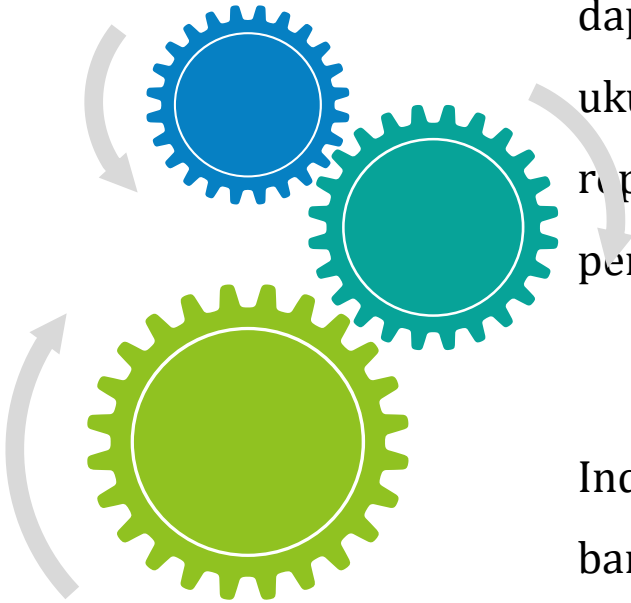
**Klasifikasi Alat Pengangkutan Zat
Padat dan Belt Conveyor**



Pentingnya Penanganan Zat Padat

Penanganan dan pengangkutan zat padat (**solids handling**) merupakan salah satu tantangan terbesar dalam industri kimia. Berbeda dengan fluida (cair dan gas) yang berperilaku relatif dapat diprediksi, material padat memiliki berbagai karakteristik yang sangat bervariasi — ukuran partikel, distribusi ukuran, bentuk partikel, densitas, kelembaban, sudut curah (angle of repose), kohesivitas, abrasivitas, dan kerapuhan — yang semuanya berpengaruh terhadap pemilihan jenis alat pengangkut yang tepat.

Industri yang intensif menggunakan pengangkutan zat padat antara lain: industri semen dan bangunan, industri pertambangan dan mineral processing, industri pangan (biji-bijian, gula, tepung), industri pupuk, industri petrokimia (FCC catalyst, polimer pelet), industri farmasi, dan industri pembangkit listrik berbahan bakar batubara.



Klasifikasi Alat Pengangkutan Zat Padat

Alat pengangkutan zat padat dapat diklasifikasikan berdasarkan prinsip kerjanya menjadi 3 kategori utama.

1 Alat Pengangkut Mekanis (Mechanical Conveyors)

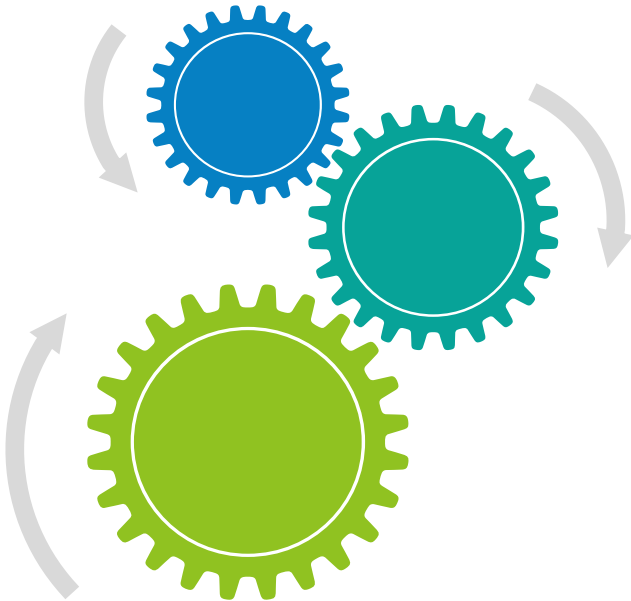
Kategori ini mencakup belt conveyor, screw conveyor (auger conveyor), bucket elevator, chain conveyor, vibratory conveyor, dan roller conveyor. Alat-alat ini mengandalkan komponen mekanis bergerak untuk memindahkan material padat dari satu titik ke titik lain.

2 Alat Pengangkut Pneumatik (Pneumatic Conveyors)

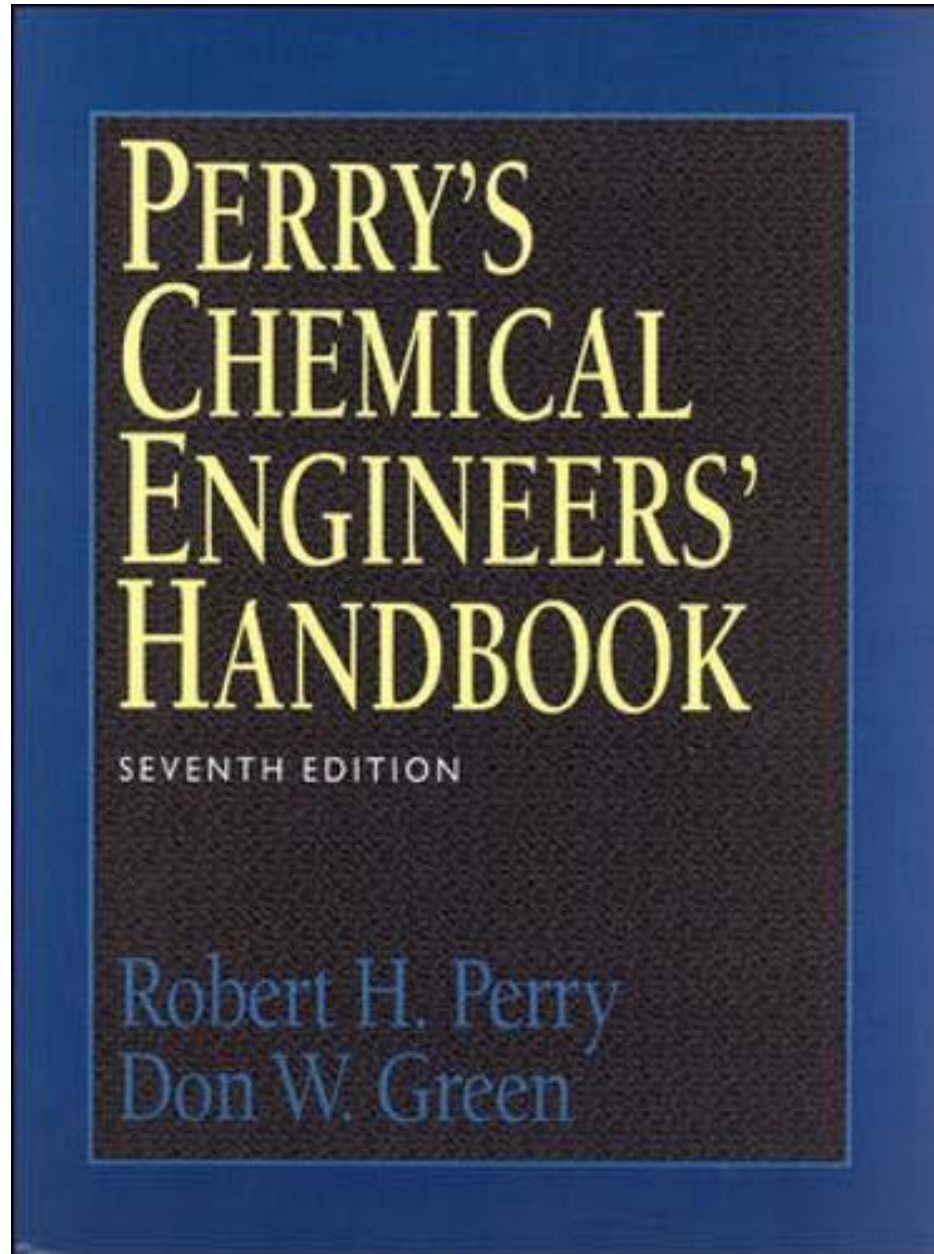
Pneumatik konveyor menggunakan aliran udara atau gas bertekanan untuk mendorong material padat melalui pipa tertutup. Dibagi menjadi sistem pressure (tekanan positif), vacuum (tekanan negatif), dan kombinasi. Cocok untuk material yang harus dijaga kebersihan dan kesehataannya, atau ketika lintasan pengangkutan memerlukan belokan yang tidak mungkin dilakukan secara mekanis.

3 Alat Pengangkut Hidrolik (Hydraulic/Slurry Conveyors)

Material padat dicampur dengan cairan (biasanya air) membentuk slurry, kemudian dipompa melalui pipa. Digunakan untuk pengangkutan jarak jauh seperti pengiriman konsentrat mineral dari tambang ke pabrik pengolahan. Contoh terkenal adalah pipeline slurry batubara di beberapa negara.



Referensi buku :



PERRY'S CHEMICAL ENGINEERS' HANDBOOK SEVENTH EDITION

McGraw-Hill
New York
San Francisco
Washington, D.C.
Auckland
Bogotá
Caracas
Lisbon
London
Madrid
Mexico City
Milan
Montreal
New Delhi
San Juan
Singapore
Sydney
Tokyo
Toronto

Prepared by a staff of specialists
under the editorial direction of

Late Editor
Robert H. Perry

Editor
Don W. Green
Deane E. Ackers Professor of Chemical
and Petroleum Engineering,
University of Kansas

Associate Editor
James O. Maloney
Professor Emeritus of Chemical Engineering,
University of Kansas

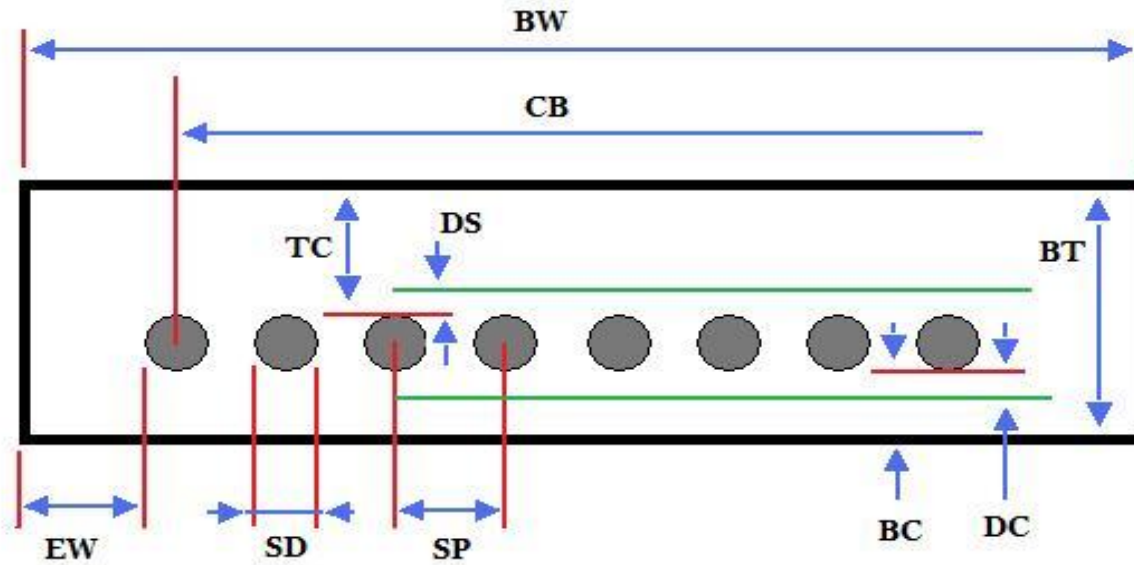
Handling of Bulk Solids and Packaging of Solids and Liquids

Grantges J. Raymus, M.E., M.S., *President, Raymus Associates, Incorporated, Packaging Consultants; Adjunct Professor and Program Coordinator, Center for Packaging Science and Engineering, College of Engineering, Rutgers, The State University of New Jersey; formerly Manager of Packaging Engineering, Union Carbide Corporation; Registered Professional Engineer, California; Member, Institute of Packaging Professionals, ASME.*

INTRODUCTION			
Physical-Distribution Concept	21-3	Flow-Assisting Devices and Feeders	21-31
Systems Approach	21-3	Weighing of Bulk Solids	21-32
Capacity Definitions	21-3	Batch Weighing	21-32
		Continuous Weighing	21-34
		Weight Sensing	21-35
CONVEYING OF BULK SOLIDS		PACKAGING OF SOLID AND LIQUID PRODUCTS AND HANDLING OF PACKAGES	
Conveyor Selection	21-4	Liquid Packaging	21-44
Conveyor Drives	21-5	Containers	21-44
Conveyor Motors	21-5	Filling Line	21-45
Auxiliary Equipment	21-5	Filling and Weighing of Drums	21-45
Control of Conveyors	21-5	Weighing	21-45
Screw Conveyors	21-5	Work-Station Design	21-46
Belt Conveyors	21-8	Safety Regulations	21-46
Bucket Elevators	21-10	Small Liquid Packages	21-46
Spaced-Bucket Centrifugal-Discharge Elevators	21-10	Solids Packaging	21-46
Spaced-Bucket Positive-Discharge Elevators	21-13	Multistep Paper Bags	21-46
Continuous-Bucket Elevators	21-13		

Belt Conveyor

BELT CONVEYOR



BW	BELT WIDTH	DS	DISTANCE BETWEEN STEEL CORD AND TRANVERSE REINFORCEMENT
CB	CARRYING BELT WIDTH		
BT	BELT THICKNESS		
TC	TOP COVER THICKNESS	EW	EDGE WIDTH
BC	BOTTOM COVER THICKNESS	SP	STEEL CORD PITCH

ALAT TRANSPORTASI BAHAN PADAT

- Macam-macam material belt :
 1. Kawat, kasa kawat baja,
 2. Natural rubber,
 3. Special rubber, cotton, asbestos fiber,
 4. Elastomers : neoprene, Teflon, buna-N-rubbers, vinyls.

ALAT TRANSPORTASI BAHAN PADAT

- **Sifat alat :**

1. sederhana, paling banyak digunakan,
2. sudut naik (elevasi) terbatas,
3. baik untuk mengangkut granular, gumpalan,

ALAT TRANSPORTASI BAHAN PADAT

- Kapasitas (banyaknya padatan/waktu) belt conveyer tergantung :
 - a. bulk density **bahan**,
 - b. sudut gelincir **bahan**
 - c. ukuran **bahan**,
 - d. lebar belt,
 - e. kecepatan belt,
 - f. elevasi pengangkutan.

ALAT TRANSPORTASI BAHAN PADAT

- Kecepatan belt tergantung :
 1. Ukuran bahan
 2. Sifat material yang dibawa
 3. Lebar belt
- Kecepatan maksimum dibatasi oleh timbulnya debu bahan yang dibawa, karena resistansi udara.
- Kecepatan minimum dibatasi oleh keperluan discharge sistemnya.

Conveyor

conveyor atau yang sering disebut sebagai **ban berjalan** merupakan sebuah sistem untuk memindahkan produk dari satu titik ke lokasi lainnya.

BELT CONVEYOR

- Belt Conveyor, scraper maupun apron conveyor mengangkut material dengan kemiringan yang terbatas.
- Belt conveyor jarang beroperasi pada sudut yang lebih besar dari 15-20° dan scraper jarang melebihi 30 derajat.

Klasifikasi Conveyor

1. Roller conveyor

Yaitu jenis conveyor yang mempunyai roller sebagai alat untuk mengangkut barang. Dalam mengoperasikannya, roller conveyor memanfaatkan gaya gravitasi bumi atau ada juga yang ditarik atau didorong.



PERATURAN
MENTERI TENAGA KERJA
REPUBLIK INDONESIA
No : PER.05/MEN/1985

T E N T A N G
PESAWAT ANGKAT DAN ANGKUT

Pesawat angkat dan angkut adalah suatu pesawat atau alat yang digunakan untuk memindahkan, mengangkat muatan baik bahan atau barang atau orang secara vertical dan atau horizontal dalam jarak yang ditentukan;

Peralatan angkat adalah alat yang dikonstruksi atau dibuat khusus untuk mengangkat naik dan menurunkan muatan;

Pita transport ialah suatu pesawat atau alat yang digunakan untuk memindahkan muatan secara kontinu dengan menggunakan bantuan pita;

Pesawat angkutan di atas landasan dan di atas permukaan ialah pesawat atau alat yang digunakan untuk memindahkan muatan atau orang dengan menggunakan kemudi baik di dalam atau di luar pesawat dan bergerak di atas suatu landasan maupun permukaan;

**PERATURAN
MENTERI TENAGA KERJA
REPUBLIK INDONESIA
No : PER.05/MEN/1985**

**T E N T A N G
PESAWAT ANGKAT DAN ANGKUT**

**BAB IV
PITA TRANSPORT
Pasal 75**

Pita transport antara lain adalah: eskalator, ban berjalan dan rantai berjalan.

Klasifikasi Conveyor

1. Roller conveyor

Komponen dari roller conveyor:

- Rangka badan, yaitu komponen yang berfungsi untuk menopang roller conveyor sehingga posisinya tidak berpindah-pindah.
- Tiang penyangga, yaitu komponen yang berfungsi sebagai pondasi untuk badan roller conveyor.
- Motor penggerak, yaitu drive roller yang dapat bergerak atau berputar sesuai dengan kecepatan yang diatur oleh operator.
- Roller, yaitu komponen utama dari roller conveyor yang berfungsi untuk memindahkan barang yang diangkut. Bentuk dari roller ini harus didesain agar tidak membuat getaran saat berjalan sehingga tidak merusak barang yang diangkutnya. Roller sendiri terdiri dari pipa, poros, snap ring, rumah bearing, seal, c-ring, dan bantalan.
- Sistem transmisi, yaitu sistem yang difungsikan sebagai konversi torsi dan kecepatan (putaran) untuk menggerakkan roller. Sistem transmisi pada roller conveyor ini terdiri dari dua, yaitu transmisi motor penggerak dengan drive roller dan transmisi drive roller dengan roller yang lain.

Klasifikasi Conveyor

2. Belt conveyor

Sesuai dengan namanya belt conveyor memiliki **sabuk yang berfungsi untuk menahan benda-benda padat saat diangkat.**

Biasanya belt conveyor ini digunakan untuk mengangkut bahan-bahan dari industri pertambangan, metalurgi, dan batu bara.

Belt conveyor ini cocok untuk mentransfer material secara mendatar, namun bukan berarti tidak bisa mengangkut barang secara miring. Belt conveyor ini dapat mengangkut barang secara miring dengan sudut maksimum sampai dengan 18 derajat.



Klasifikasi Conveyor

Belt conveyor mentransfer bahan atau barang melalui putaran dari motor penggeraknya. Komponen penggerak tersebut terhubung dengan drum yang disebut pulley. Pulley ini diselubungi oleh sabuk yang lebar dan panjang disesuaikan dengan kapasitas dan jarak angkut barang.

Karakteristik dan performance dari Belt Conveyor yaitu:

- Sabuk disanglah oleh plat roller untuk membawa bahan sehingga aman ketika beroperasi.
- Memiliki kapasitas yang tinggi dan bersifat kontinu.
- Serba guna.
- Dapat beroperasi secara berkelanjutan.
- Kapasitas dapat diatur.
- Kecepatannya sampai dengan 600 ft/s.
- Perawatannya yang mudah.

Kelemahan-kelemahan dari Belt Conveyor:

- Jaraknya telah tertentu.
- Biaya relatif mahal.
- Sudut inklinasi terbatas.

Klasifikasi Conveyor

3. Chain conveyor

Yaitu jenis conveyor dengan komponen rantai yang tersusun dan terhubung yang berfungsi untuk melakukan tarikan dari unit penggerak sehingga mampu membawa beberapa produk sekaligus dalam satu rangkaian. Conveyor dapat memiliki untai rantai ganda atau tunggal tergantung dari permintaan atau kebutuhan industri. Beban dipesisikan pada rantai, kemudian gesekan rantai akan bergerak maju dan secara bersamaan menarik beban ke depan sampai akhirnya menuju tempat tujuan akhir.



Klasifikasi Conveyor

CARA KERJA CONVEYOR CHAIN

Cara kerja conveyor chain mengikuti prinsip interkoneksi: rantai menghubungkan setiap roda gigi agar menghasilkan proses pengangkutan yang lancar.

Rantai konveyor ini memiliki serangkaian roda gigi yang terhubung ke dalam sistem kontinu oleh rantai. Biasanya, setiap roda gigi memiliki gigi yang membuat antarmuka rotasi bebas dengan rantai. Susunannya diatur sedemikian rupa sehingga setiap garis membawa satu liontin. Baja konvensional atau rantai plastik multi-fleksibel biasanya digunakan untuk menghubungkan roda gigi. Sehingga, konveyor kelas ini paling cocok untuk digunakan dalam mengangkut produk dengan kapasitas beban berat.

Agar dapat bekerja secara optimal, konveyor harus ditempatkan dalam posisi horizontal. Hal ini bermaksud untuk menciptakan kondisi yang mudah dan stabil pada saat mengangkut produk. Namun, konveyor juga dapat digunakan di lokasi manapun, termasuk pada sudut dan ketinggian yang berbeda. Roda gigi dapat disesuaikan dan dipasang pada lokasi yang berbeda ketinggian, kemiringan, dan lain sebagainya.

Setelah produk terangkut dengan aman di konveyor rantai, sistem dapat diaktifkan melalui manipulasi tombol atau sakelar ON/OFF. Hal ini menyebabkan gerakan rotasi searah jarum jam atau berlawanan arah jarum jam pada sistem motor, tergantung pada arah gerakan yang diinginkan.

Pergerakan roda gigi dan rantai berjejing akan bergerak ke arah yang sama dengan motor. Sehingga, rantai berjalan dapat memindahkan beban melalui drive train ke gigi terakhir, di mana pembongkaran dilakukan. Untuk operasi searah, sistem konveyor juga dapat dibuat khusus untuk pergerakan dua arah. Hal tersebut dilakukan dengan mengintegrasikan dua atau lebih motor di kedua ujung sistem konveyor.

Klasifikasi Chain Conveyor

Ada banyak industri yang memanfaatkan sistem chain conveyor ini seperti industri otomotif, pabrik cat, atau industri pengecatan yang membuat pengecatan cukup mudah dengan memungkinkan pergerakan produk yang seragam.

Berikut ini adalah jenis-jenis chain conveyor antara lain:

1. **Scraper conveyor.** Jenis chain conveyor ini mampu beroperasi sampai dengan kemiringan 45 derajat, dengan maksimum kecepatan 150 ft/m, dan kapasitas angkutnya 360 ton perjam.
2. **Apron conveyor.** Chain conveyor ini biasanya digunakan untuk mengangkut bahan yang besar, kasar, atau berminyak sekalipun. Mesin ini mampu beroperasi sampai kemiringan 25 derajat, kapasitas angkut sampai 100 ton/ per jam, dan maksimum kecepatan 100 ft/s.
3. **Bucket conveyor.** Chain Conveyor ini memiliki buket (timba-timba) yang terbuat dari baja dan digerakkan oleh rantai. Material handling ini mampu membawa barang dengan kapasitas 100 ton/ jam dan maksimum kecepatan 100 ft/s. Jenis conveyor yang satu ini cocok untuk mentransfer material ke suatu tempat dengan kemiringan yang curam.

Klasifikasi Conveyor

4. Screw conveyor

Mesin ini merupakan jenis conveyor yang paling cocok untuk mentransfer bahan baku padat ataupun bubuk (powder). Seperti namanya Screw Conveyor ini terdiri dari pisau yang berpilin yang disebut flight. Flight ini mengelilingi suatu sumbu sehingga bentuknya menyerupai sekrup.



Klasifikasi Conveyor

kelebihan dari Screw Conveyor:

- Terdiri dari beragam flight, seperti section flight, helicoid flight, dan special flight. Adapun special flight terbagi menjadi tiga, yaitu cast iron flight yang bisa digunakan pada bahan yang bertemperatur tinggi; ribbon flight untuk bahan yang lengket; dan cut flight untuk mengaduk bahan.
- Screw conveyor mampu memindahkan salju ke impeller.

kelemahan dari screw conveyor:

- Terbatas jarak dan sudut.
- Memerlukan ruang yang cukup..

Klasifikasi Conveyor

5. Pneumatic conveyor

Yaitu mesin conveyor dengan memanfaatkan aliran udara yang cocok digunakan untuk mengangkut bahan-bahan ringan berbentuk bongkahan-bongkahan kecil.



Klasifikasi Conveyor

Alat yang dipakai dalam pneumatic conveyor antara lain:

- ❖ Pompa atau kipas sebagai penghasil udara
- ❖ Cyclone atau siklon untuk pemisah partikel berukuran besar
- ❖ Bag filter atau kotak penyaring yang berfungsi menyaring debu

Bahan padat yang masuk ke dalam pneumatic conveyor ini akan dibawa oleh aliran udara dan menuju siklon untuk berikutnya menuju pompa. Pompa inilah yang menghisap bahan-bahan untuk selanjutnya dibawa ke selang yang bisa dipindah bagian ujungnya.

Conveyor jenis ini sangat cocok digunakan untuk alat angkut bahan yang harus selalu terjaga kebersihannya dan dalam kondisi yang baik, tanpa mengandung zat-zat yang berbahaya. Bahan-bahan tersebut contohnya biji-bijian, bahan lumat seperti soda, dan lain sebagainya.

Jika bahan-bahan padat yang dibawa tersebut mengandung debu, maka debu tersebut akan masuk dalam kotak penyaring di bagian antara siklon dan pompa.

Powders conveyed:

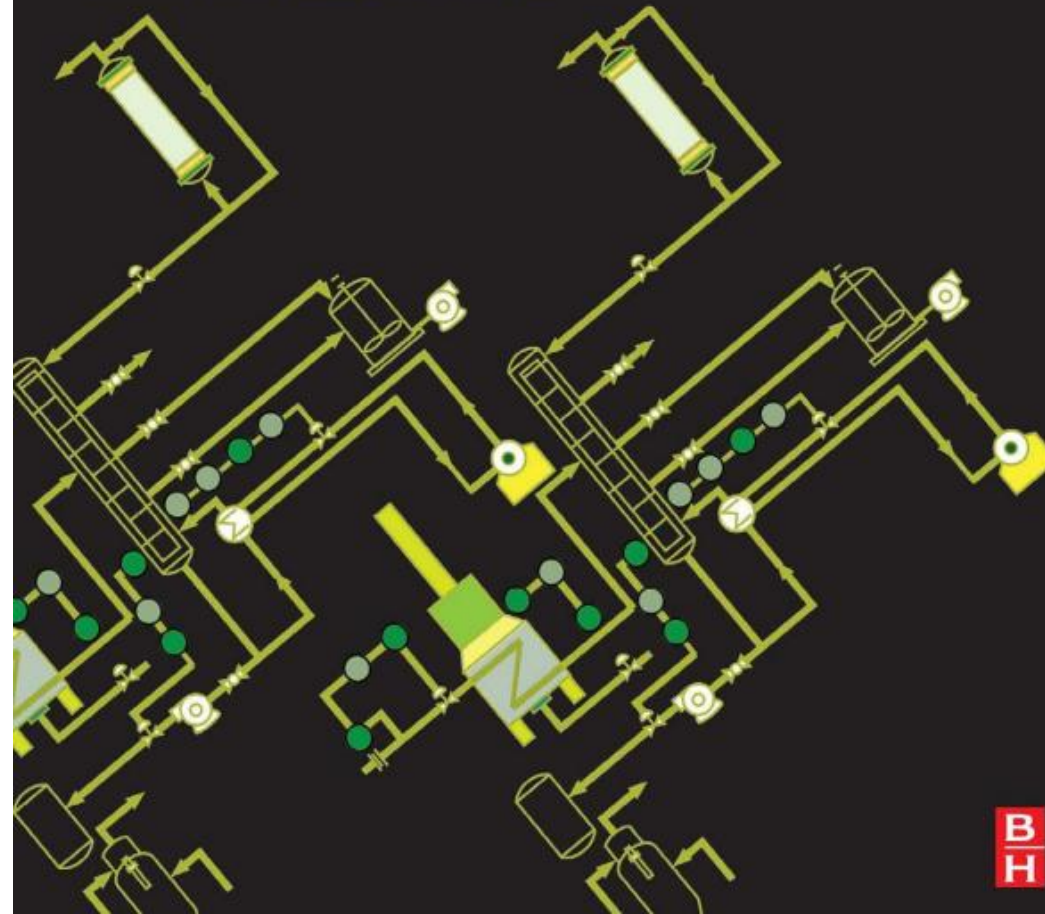
- ❖ Powdered Activated Carbon (PAC)
- ❖ Hydrated Lime with high specific surface area
- ❖ Soda Ash
- ❖ Clay
- ❖ Dry polymer

James R. Couper • W. Roy Penney • James R. Fair • Stanley M. Walas

IChemE ADVANCING
CHEMICAL
ENGINEERING
WORLDWIDE

Chemical Process Equipment

Selection and Design Third Edition



**B
H**

5

TRANSFER OF SOLIDS

In contrast to fluids which are transferred almost exclusively through pipelines with pumps or blowers, a greater variety of equipment is employed for moving solids to and from storage and between

process equipment. Most commonly, solids are carried on or pushed along by some kind of conveyor. Solids in granular form also are transported in pipelines as slurries in inert liquids or as suspensions in air or other gases.

5.1. SLURRY TRANSPORT

In short process lines slurries are readily handled by centrifugal pumps with open impellers and large clearances. When there is a distribution of sizes, the fine particles effectively form a homogeneous mixture of high density in which the settling velocities of larger particles are less than in clear liquid. Turbulence in the line also helps to keep particles in suspension. It is essential, however, to avoid dead spaces in which solids could accumulate and also to make provisions for periodic cleaning of the line. A coal-oil slurry used as fuel and acid waste neutralization with lime slurry are two examples of process applications.

Many of the studies of slurry transfer have been made in connection with long distance movement of coal, limestone, ores, and others. A few dozen such installations have been made, in length from several miles to several hundred miles.

sizes under flow conditions. This relation is developed by Wasp et al. (1971),

$$\frac{C}{C_0} = \exp(-2.55u_t/ku\sqrt{f}), \quad (5.2)$$

where

C = concentration of a particular size at a level 92% of the vertical diameter,
 C_0 = concentration at the center of the pipe, assumed to be the same as the average in the pipe,
 f = Fanning friction factor for pipe flow

$$= 0.25 \frac{\Delta P}{L} \frac{L}{\rho} \frac{u^2}{\rho} \quad (5.3)$$

TABLE 5.4. Sizing Data for Screw Conveyors^a

(a) Diameter (rpm and cuft/hr)

Diam. of Conveyor, Inches	Δ Max. Lump Size, Inches	Maximum Recommended Speed R.P.M.	Capacities, Cubic Feet Per Hour		Maximum Recommended Speed R.P.M.	Capacities, Cubic Feet Per Hour	
			At Maximum Recommended Speed	At One R.P.M.		At Maximum Recommended Speed	At One R.P.M.
		Loading of Materials in Trough Class I—45% Full				Loading of Materials in Trough Class II—30% Full	
6	$\frac{3}{4}$	165	375	2.27	120	180	1.5
9	$1\frac{1}{2}$	150	1200	8.0	100	560	5.6
12	2	140	2700	19.3	90	1200	13.3
14	$2\frac{1}{2}$	130	4000	30.8	85	1790	21.1
16	3	120	5600	46.6	80	2510	31.4
18	3	115	7600	66.1	75	3400	45.4
20	$3\frac{1}{2}$	105	9975	95.0	70	4340	62.1

Diam. of Conveyor, Inches	Δ Max. Lump Size, Inches	Maximum Recommended Speed R.P.M.	Capacities, Cubic Feet Per Hour		Maximum Recommended Speed R.P.M.	Capacities, Cubic Feet Per Hour	
			At Maximum Recommended Speed	At One R.P.M.		At Maximum Recommended Speed	At One R.P.M.
		Loading of Materials in Trough Class II X—30% Full				Loading of Materials in Trough Class III—15% Full	
6	$\frac{3}{4}$	60	90	1.5	60	45	.75
9	$1\frac{1}{2}$	50	280	5.6	50	140	2.8
12	2	50	665	13.3	50	335	6.7
14	$2\frac{1}{2}$	45	950	21.1	45	470	10.5
16	3	45	1410	31.4	45	705	15.7
18	3	40	1850	45.4	40	910	22.7
20	$3\frac{1}{2}$	40	2485	62.1	40	1240	31.1

TABLE 5.4. Sizing Data for Screw Conveyors^a

(b) Characteristics of Some Materials (A Selection From the Original Table)

Materials	Approx. Weight per Cubic Foot	Capacity Classification	†Type of Conveyor to Use	Horse-power Factor "F"
Alfalfa meal.....	17	II	A,B,C	.4
Alum, lumpy.....	50-60	II	G,H,J	1.5
Alum, pulverized.....	45-50	II	A,B,C	.8
*Alumina.....	60	III	K	2.0
Aluminum, hydrate.....	15-20	II	A,B,C	.8
Ammonium sulphate.....	52
Asbestos, shredded.....	20-25	II	G,H,J	1.0
*Ashes, dry.....	35-40	II X	D	2.0
Asphalt, crushed.....	45	II	A,B,C	.5
Bakelite, powdered.....	30-40	II	A,B,C	1.4
Baking powder.....	41	II	A,B,C	.6
Barley.....	38	I	A,B,C	.4
†Bauxite, crushed.....	75-85	III	E	1.8
Beans, castor.....	36	I	A,B,C	.5
Beans, navy, dry.....	48	I	A,B,C	.4
Bentonite.....	51	II X	D	1.0
*Bones, crushed.....	35-40	II X	D	2.0
*Bones, granulated or ground.....	50	II X	D	1.7
*Bone black.....	20-25	II X	D	1.7
Bonechar.....	40	II X	D	1.7
*Bone meal.....	55-60	II X	D	1.7
Borax, powdered.....	53	II	A,B,C	.7
Boric acid powder.....	30-40	II	A,B,C	.8
Bran.....	16	II	A,B,C	.4

TABLE 5.4. Sizing Data for Screw Conveyors^a

(c) Factor *S* in the Formula for Power *P*

Diameter of Conveyor, Inches	Type of Hanger Bearing			
	SEALMASTER Ball Bearing	Babbitt, Bronze or Oil-Impregnated Wood	Self-Lubricating Bronze	Hard Iron
4	12	21	33	50
6	18	33	54	80
9	32	54	96	130
10	38	66	114	160
12	55	96	171	250
14	78	135	255	350
16	106	186	336	480
18	140	240	414	600
20	165	285	510	700
24	230	390	690	950

(d) Limits of Horsepower and Torque

Diameter of Conveyor, Inches	Diameter of Coupling, Inches	Maximum Horsepower at 100 R.P.M.	Maximum Torque Capacity in Inch Pounds
4	1	1.5	950
6,9,10	1½	5.0	3200
9,10,12	2	10.0	6300
12,14	2¾	15.0	9500
12,14,16,18	3	25.0	16000
20	3¾	40.0	25000

TABLE 5.5. Belt Conveyor Data^a**(a) Capacity (tons/hr) at 100 ft/min, 100 lb/cuft, and Indicated Slop Angle****45° Troughed Belt**

Belt Width (inch)	0°	10°	20°	30°
14	27.99	33.00	38.40	43.80
16	38.70	45.60	52.50	60.00
18	51.00	60.00	69.00	78.60
20	65.10	76.20	87.90	100.0
24	98.10	114.9	132.0	149.7
30	160.8	187.5	214.8	243.6
36	238.5	277.8	318.0	360.3
42	331.8	385.8	441.3	499.5
48	440.1	511.5	584.4	661.2
54	563.1	654.6	747.9	845.7
60	702.0	815.4	931.2	1053.0
66	856.5	994.2	1134.9	1282.8
72	1026.0	1190.1	1358.4	1535.4

Flat Belt

Belt width (inches)	5°	10°	20°	30°
14	2.85	6.69	14.01	21.42
16	3.87	9.18	19.05	29.16
18	5.07	11.88	24.90	38.10
20	6.39	15.06	31.50	48.24
24	9.57	22.47	47.10	72.06
30	13.51	36.45	76.32	116.8
36	22.86	53.73	112.6	172.3
42	31.65	74.37	155.9	238.5
48	39.84	90.15	196.2	300.0
54	53.49	125.7	263.4	403.2
60	66.60	156.5	327.9	501.9
66	81.12	190.5	399.6	611.1
72	96.99	238.0	477.9	731.1

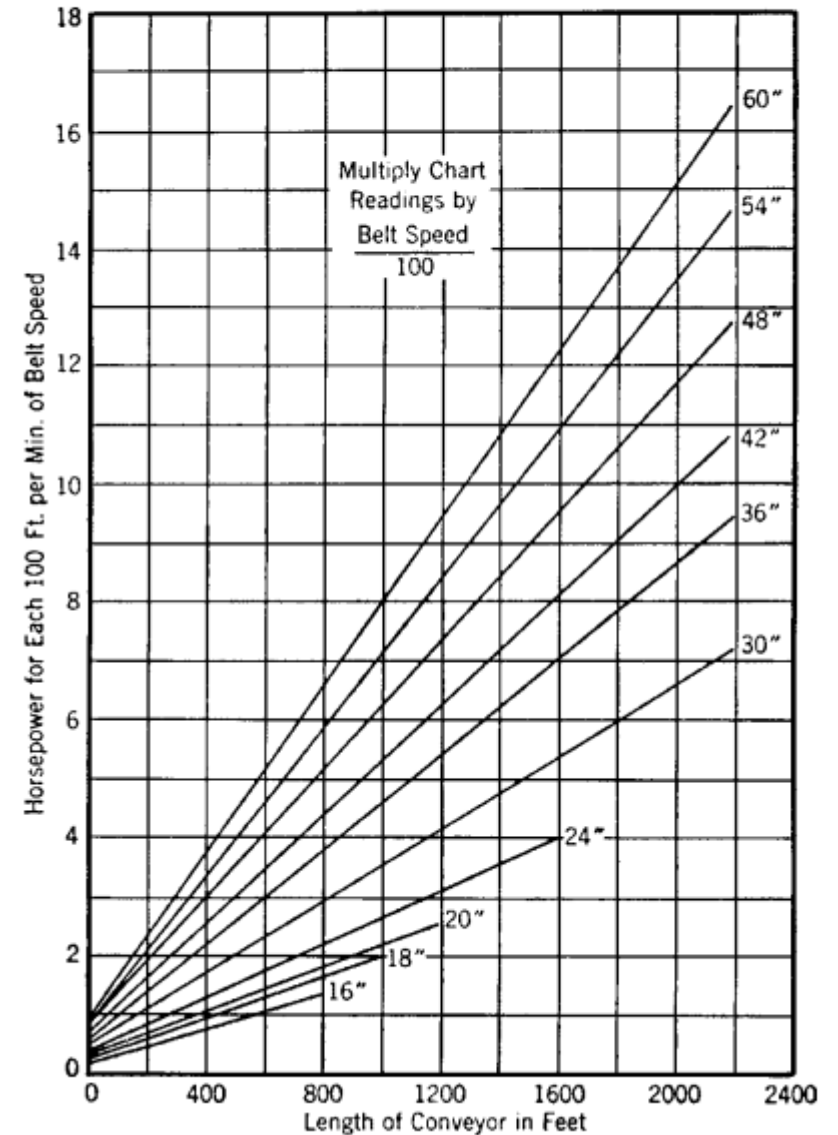
TABLE 5.5—(continued)

(c) Power to Drive Empty Conveyor

(b) Maximum Recommended Belt Speeds for Nondusting Service

Belt Width, Inches	Belt Speed in Feet per Minute						
	Lump Stone or Ore	Gravel	Lump Coal	Crushed Ore and Stone †	Slack Coal †	Sand	Wood Chips Grain
12	250	300	250	350	350	350	400
18	300	350	300	400	400	400	500
24	350	400	350	450	450	450	600
30	400	450	400	500	500	500	700
36	450	500	450	550	550	550	800
42	500	550	500	550	600	600	800
48	550	600	550	550	650	600	800
54	550	600	600	550	700	600	800
60	550	600	650	550	700	600	800
66	550	600	700	550	700	600	800
72	550	600	700	550	700	600	800

(continued)



EXAMPLE 5.3

Sizing a Screw Conveyor

Dense soda ash with bulk density 60 lb/cuft is to be conveyed a distance of 100 ft and elevated 12 ft. The material is class II-X with a factor $F=0.7$. The bearings are self-lubricated bronze and the drive is V-belt with $\eta=0.93$. The size, speed, and power will be selected for a rate of 15 tons/hr.

$$Q = 15(2000)/60 = 500\text{cuft/hr.}$$

According to Table 5.4(a) the capacity for conveying of Class II-X material can be accommodated by a 12 in. conveyor operating at

$$\omega = (500/665)(50) = 37.6 \text{ rpm, say } 40 \text{ rpm}$$

From Table 5.4(c) the bearing factor for a 12 in. diameter conveyor is

$$s = 171.$$

$$G = 1.25 \text{ (G from – Adamson Co., 1954, p. 69)}$$

Accordingly,

$$\begin{aligned}\dot{P} &= [171(40) + 0.7(500)(60)]100 + 0.51(12)(30,000)/10^6 \\ &= 2.97 \text{ HP}\end{aligned}$$

$$\text{motor HP} = G\dot{P}/\eta = 1.25(2.97)/0.93 = 3.99$$

$$\text{torque} = 63,000(2.97)/40 = 4678 \text{ in. lb.}$$

From Table 5.4(d) the limits for a 12 in. conveyor are 10.0 HP and 6300 in lb so that the selection is adequate for the required service.

A conveyor 137 ft long would have a shaft power of 4.00 HP and a torque of 6300 in lb, which is the limit with a 2 in. coupling; a sturdier construction would be needed at greater lengths.

For comparison, data of Table 5.5 show that a 14 in. troughed belt has an allowable speed of 267 fpm at allowable inclination of 19° (from Table 5.3), and the capacity is

$$2.67(0.6)(38.4) = 61.5 \text{ tons/hr,}$$

[38.4 is from Table 5.5 for a 20° inclination]

far more than that of the screw conveyor.

EXAMPLE 5.4
Sizing a Belt Conveyor

Soda ash of bulk density 60 lb/cuft is to be transported in a troughed belt conveyor at 400 tons/hr a horizontal distance of 1200 ft up an incline of 5°. The running angle of repose of this material is 19°. The conveyor will be sized with the data of Table 5.5.

Consider a 24 in. belt. From Table 5.5(a) the required speed is

$$u = (400/132)100 = 303 \text{ ft/min.}$$

Since the recommended maximum speed in Table 5.5(b) is 350 fpm, this size is acceptable:

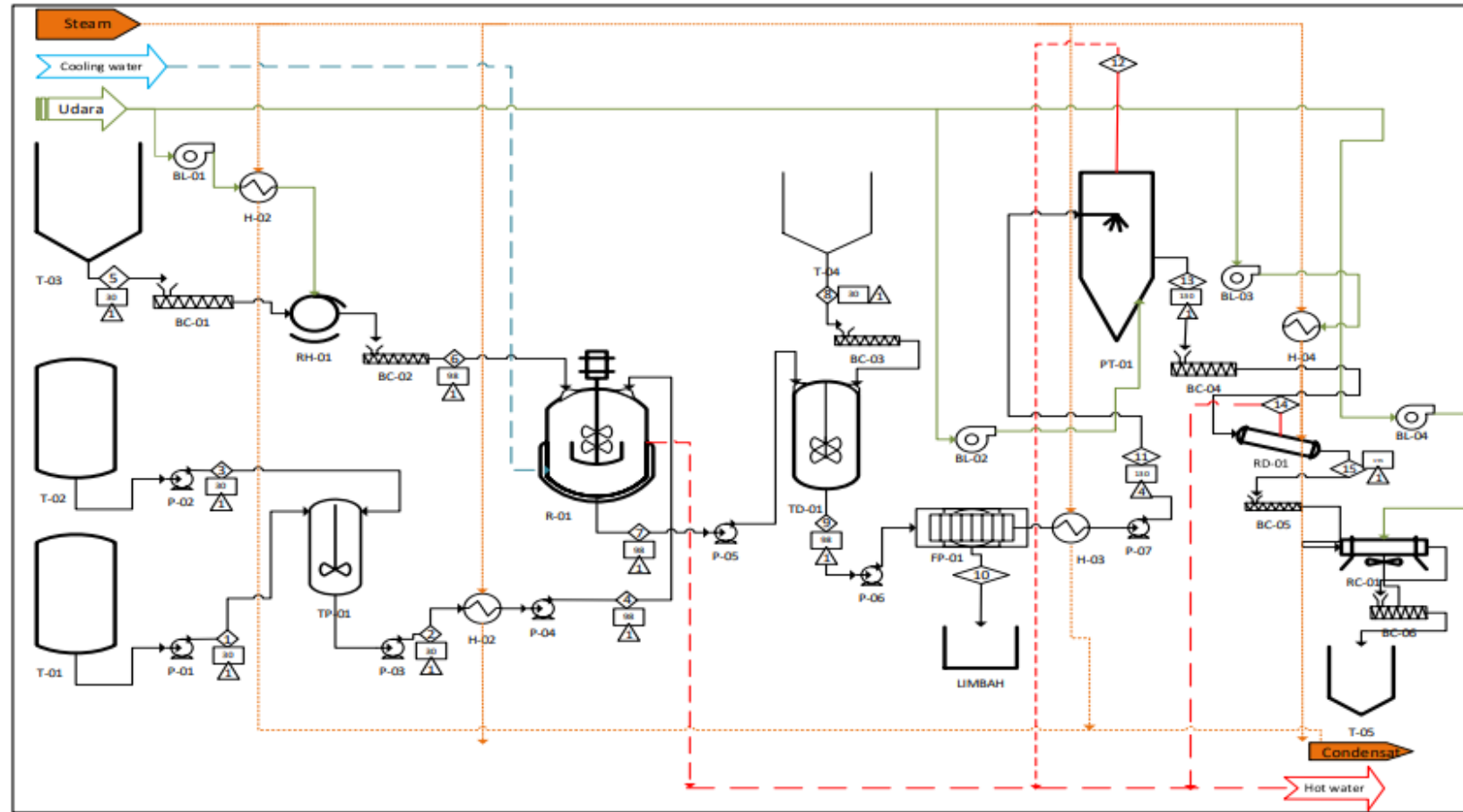
$$\begin{aligned} \text{conveyor length} &= 1200 / \cos 5^\circ = 1205 \text{ ft,} \\ \text{rise} &= 1200 \tan 5^\circ = 105 \text{ ft.} \end{aligned}$$

With the formulas and graph (c) of Table 5.5, the power requirement becomes

$$\begin{aligned} \text{Power} &= P_{\text{horizontal}} + P_{\text{vertical}} + P_{\text{empty}} \\ &= (0.4 + 1200/300)(400/100) \\ &\quad + 0.001(105)(400) + 303(3.1)/100 \\ &= 69.0 \text{ HP.} \end{aligned}$$

Perhaps 10 to 20% more should be added to compensate for losses in the drive gear and motor.

Contoh Skripsi



Kode	Anotasi
BC	Belt Conveyor
BL	Blower
H	Heater
P	Pump
PT	Priling Tower
R	Reaktor
RD	Rotary Dryer
RC	Rotary Cooler
T	Tangki
TD	Tangki Decolorisasi
TP	Tangki Pengenceran
△	Tekanan
□	Suhu
.....	steam
----	coolingwater
----	Hot water
—	udara
◇	flow

Komponen	Input (kg/jam)				Output(kg/jam)			
	F1	F3	F6	F8	F7	F12	F14	F15
NaOH	1593.7102				1173.5474			
H2O	1726.5193	1992.1377			195.397	3697.3918	13.6364	1.5152
C7H6O2			1593.7102		310.9532			
C7H5O2Na								1513.6364
Karbon				28.3807	28.3807			
Total	6934.4581				6934.4581			

PRA RANCANGAN PABRIK NATRIUM BENZOAT DARI BAHAN BAKU ASAM BENZOAT DAN NaOH DENGAN PROSES NETRALISASI KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN



Disusun Oleh :

Sri Azizah Ulfah 2021710450279

Syifaadummi 2021710450272

Dosen Pembimbing :

Rinette Visca, S.T., M.Si.

Gambar 3. 2 Process Flow Diagram Natrium Benzoat

LAMPIRAN A

NERACA MASSA

Kapasitas Produksi Natrium Benzoat:

- Waktu produksi = 330 hari/tahun
- Produk Natrium Benzoat = 12000 ton/tahun
- Produk Natrium Benzoat per jam

$$= 12000 \frac{\text{ton}}{\text{tahun}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{330 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}}$$

$$= 1,5152 \text{ ton/jam}$$

$$= 1515,1515 \text{ kg/jam}$$

- Kemurnian Produk Natrium Benzoat 99,90% (% berat)
- Natrium Benzoat ($\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Na}$) dalam produk

$$= 1515,1515 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times \frac{99,90}{100}$$

$$= 1513,6364 \text{ kg/jam}$$

Impurities 0,10% berupa air

$$= 1,5152 \text{ kg/jam}$$

Data Kebutuhan Umpan:

- Reaksi yang terjadi



- Rasio berat = 1:1 (Patent CN 1887845A, 2006)
- *Yield* = 94,12% (Patent CN 1887845A, 2006)
- Asam Benzoat ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) = Berat produk : *yield*

$$= 1515,1515 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} : \frac{94,12}{100}$$

$$= 1609,8082 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Kemurnian 99\%} = 1609,8082 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times \frac{99}{100}$$

$$= 1593,7102 \text{ kg/jam}$$

$$\begin{aligned} \text{Impurities 1\%} &= 1609,8082 \frac{\text{kg}}{\text{jam}} \times \frac{1}{100} \\ &= 16,0981 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

- NaOH (1:1 Asam Benzoat) = 1593,7102 kg/jam
- NaOH yang digunakan 30% = 1593,7102 kg/jam
- Kandungan air 70% = 1593,7102 kg/jam x 70/30
- = 3718,6570 kg/jam

Data Berat Molekul (BM)

- Asam Benzoat ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_2$) = 122,120 kg/kmol
- Natrium Hidroksida (NaOH) = 40,000 kg/kmol
- Air (H_2O) = 18,020 kg/kmol
- Natrium Benzoat ($\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2\text{Na}$) = 144,100 kg/kmol

C.14 Conveyor (BC-01)

Fungsi : Transportasi bahan dari silo penyimpanan asam benzoat (T-03) menuju Rotary Heater (RH-01)

Jenis : **Belt** conveyor

Jumlah : 1 unit

Kapasitas umpan : 1593,7102 kg/jam = 1,5937 ton/jam

Lama pengangkutan : 5 menit

Sehingga kapasitas **belt** = 1593,7102 kg/jam x (60 menit/5 menit)
= 19124,5224 kg/jam
= 19,1245 ton/jam

Kapasitas maksimal **belt** (faktor keamanan 20%):

= 19124,5224 kg/jam x 1,2
= 22949,4269 kg/jam
= 22,9494 ton/jam

Dari Tabel 21-7, hal.21-11, Perry's ed.7th

Maka dipilih belt dengan kapasitas 32 ton/jam

Tipe : Troughed belt Antifriction idlers

Luas belt : 0,11 ft²

Lebar belt : 14 in

Kecepatan belt: 100 ft/min

Daya yang diperlukan :

F : Faktor gesek = 0,03 untuk antrifriction bearing

L : Panjang conveyor, asumsi = 20 m x (3,28084 ft/1m) = 65,6180 ft

Lo : Konstanta = 150 untuk antifriction bearing

W : Berat belt (Ib) per jarak (ft), dari tabel 16A, hal.58, Brown

$$W = \frac{1 \text{ Ib}}{65,6180 \text{ ft}} = 0,0152 \text{ Ib/ft}$$

S : Kecepatan belt = 100 ft/min

T : Kapasitas conveyor = 22,9494 ton/jam

ΔZ : Penambahan sudut elevasi, kemiringan max 30°

Diambil 10° : $\Delta Z = L \times \cos 10^\circ = 11,3913 \text{ ft}$

a. daya Untuk Mengangkut Belt Kosong

$$\begin{aligned} P_1 &= \frac{F(L + L_o) \times 0,03 \text{ WS}}{990} \\ &= \frac{0,03 (65,6180 \text{ ft} + 150) \times 0,03 \times 0,0152 \frac{\text{lb}}{\text{ft}} \times 100 \text{ ft/min}}{990} \\ &= 0,1355 \text{ HP} \end{aligned}$$

b. Daya Untuk Membawa Bahan Secara Horizontal

$$\begin{aligned} P_2 &= \frac{F(L + L_o) \times T}{990} \\ &= \frac{0,03 (65,6180 \text{ ft} + 150) \times 22,9494 \text{ ton/jam}}{990} \\ &= 0,1499 \text{ HP} \end{aligned}$$

c. Daya Untuk Mengatasi Elevasi Beban

$$\begin{aligned} P_3 &= \frac{T \times \Delta Z}{990} \\ &= \frac{22,9494 \frac{\text{ton}}{\text{jam}} \times 11,3913 \text{ ft}}{990} \\ &= 0,2641 \text{ HP} \end{aligned}$$

$$P \text{ total} = P_1 + P_2 + P_3$$

$$= 0,1355 \text{ Hp} + 0,1499 \text{ Hp} + 0,2641 \text{ Hp}$$

$$= 0,5495 \text{ Hp}$$

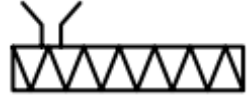
Efisiensi motor = 80%

$$\text{Daya (P) sesungguhnya} = 0,5495 \text{ Hp} / 0,8$$

$$= 0,6869 \text{ Hp}$$

Dengan cara yang sama, diketahui data untuk Belt Conveyor lainnya yaitu:

Tabel 3. 34 Spesifikasi alat Belt Conveyor

<i>Rangkuman</i>	
 BC-01	
Nama	<i>Belt conveyor</i>
Kode	BC-01
Fungsi	Transportasi bahan dari silo penyimpanan asam benzoat (T-03) menuju Rotary Heater (RH-01)
Tipe	<i>Troughed belt Antifriction idlers</i>
Bahan	<i>Stainless steel, type 304, grade 3</i>
Jumlah	1 buah
<i>Kondisi Operasi</i>	
Tekanan	1atm
Temperatur	30 °C
<i>Data design</i>	
Luas	0,11 ft ²
Lebar	14 in
Kecepatan	100 ft/min
Daya	0,6869 Hp

Pertanyaan ?

Kesimpulan

- Conveyor atau yang sering disebut sebagai ban berjalan merupakan sebuah sistem untuk memindahkan produk dari satu titik ke lokasi lainnya
- Klasifikasi conveyor :
 1. Roller conveyor
 2. Belt conveyor
 3. Chain conveyor
 4. Screw Conveyor
 5. Pneumatic Conveyor

Referensi

[1] Perry's Chemical Engineers' Handbook, 1997, Seventh edition, McGraw Hill

https://www.academia.edu/69388191/Perrys_Chemical_Engineers_Handbook_9th_edition

[2] Walas, S.M., Couper, J.C., Penney, Fair, J, 2012, Brownell, L.E., and E.H. Young, 1979, Process Equipment Design, Wiley Eastern Limited, USA

https://www.academia.edu/33162183/Brownell_Process_Equipment_Design_Handbook_pdf

TABLE 21-1 Conveyors for Bulk Materials*

Function	Conveyor type
Conveying materials horizontally	Apron, belt, continuous flow, drag flight, screw, vibrating, bucket, pivoted bucket, air
Conveying materials up or down an incline	Apron, belt, continuous flow, flight, screw, skip hoist, air
Elevating materials	Bucket elevator, continuous flow, skip hoist, air
Handling materials over a combination horizontal and vertical path	Continuous flow, gravity-discharge bucket, pivoted bucket, air
Distributing materials to or collecting materials from bins, bunkers, etc.	Belt, flight, screw, continuous flow, gravity-discharge bucket, pivoted bucket, air
Removing materials from rail cars, trucks, etc.	Car dumper, grain-car unloader, car shaker, power shovel, air

*From FMC Corporation, Material Handling Systems Division.

ALAT TRANSPORTASI BAHAN PADAT

Pemilihan conveyer :

- **Faktor-faktor pemilihan conveyer :**

1. Kapasitas

- Kecepatan tinggi, tonase banyak. Dapat digunakan **Belt conveyer**
- Kecepatan rendah, tonase kecil Dapat digunakan **Screw conveyer**

2. Jarak :

- Jarak jauh : s/d beberapa mil. Dapat digunakan Belt conveyer
- Jarak s/d 305 m (1000 ft). Dapat digunakan Air conveyer
- Jarak ratusan meter , Dapat digunakan Vibrating conveyer

ALAT TRANSPORTASI BAHAN PADAT

3. Ketinggian

- Vertikal : bucket elevator
- Jika diinginkan vertikal dan horizontal : kombinasi elevator & conveyor.

4. **Sifat material:** sifat utama yaitu flowability,

5. **Proses** yang diinginkan selain pengangkutan :

Pendinginan, pemanasan, pencampuran, pencucian (dewatering), screening, kristalisasi.

ALAT TRANSPORTASI BAHAN PADAT

6. Umur alat :

Belt conveyor yang panjang dengan standar kualitas tinggi berumur mencapai 35 tahun.

- Biasanya 10 tahun.

7. Harga.

- Motor penggerak berharga 10 – 30 % total cost sistem pengangkutan.

Biasanya 3 fase : 60 Hz, 380 V

Parameter desain utama

1. Kapasitas volumetrik:

$$Q_v = A \cdot v \quad (m^3/s)$$

- A = luas penampang muatan di atas sabuk (m^2),
- v = kecepatan sabuk (m/s).

2. Kapasitas massa:

$$Q_m = Q_v \cdot \rho_b$$

- ρ_b = densitas curah (kg/m^3).

Rumus Daya pada Belt Conveyor

Dalam desain belt conveyor, daya total yang diperlukan motor penggerak berasal dari dua komponen utama:

1. Daya untuk Mengatasi Gesekan Horizontal (P_h)

Daya ini digunakan untuk melawan gesekan antara sabuk dengan idler, pulley, dan material sepanjang lintasan horizontal.

Rumus:

$$P_h = \frac{(Q_m \cdot g \cdot L_h \cdot \mu)}{1000}$$

di mana:

- Q_m = kapasitas massa (kg/s)
- g = percepatan gravitasi (9,81 m/s²)
- L_h = panjang proyeksi horizontal conveyor (m)
- μ = koefisien gesek total (biasanya 0,02–0,05 untuk belt conveyor)

Catatan: Jika data μ tidak tersedia, dapat digunakan pendekatan:

- Kondisi baik: $\mu = 0,02$
- Kondisi rata-rata: $\mu = 0,03$
- Kondisi kotor/berat: $\mu = 0,05$

Rumus Daya pada Belt Conveyor

2. Daya untuk Mengangkat Material (P_l)

Daya ini digunakan untuk menaikkan material dari ketinggian awal ke ketinggian akhir (melawan gravitasi).

Rumus:

$$P_l = \frac{(Q_m \cdot g \cdot H)}{1000}$$

di mana:

- H = tinggi angkat vertikal (m), dengan ketentuan:
- H positif → conveyor menaik (membutuhkan daya tambahan)
- H negatif → conveyor menurun (daya berkurang)

Contoh Soal

Soal 1 (Kapasitas Belt Conveyor)

Sebuah belt conveyor mengangkut batubara dengan densitas curah 800 kg/m³. Luas penampang muatan di atas sabuk adalah 0,05 m². Kecepatan sabuk 1,5 m/s. Hitung kapasitas massa (ton/jam).

Jawaban:

$$Q_v = A \cdot v$$
$$Q_m = Q_v \cdot \rho_b$$

$$Q_v = 0,05 \times 1,5 = 0,075 \text{ m}^3 / s$$

$$Q_m = 0,075 \times 800 = 60 \text{ kg/s}$$

$$Q_m = 60 \times \frac{1}{1000} \times 3600 = 216 \text{ ton/jam}$$

Contoh Soal

Soal 2 (Daya Belt Conveyor Horizontal)

Conveyor horizontal panjang 100 m mengangkut pasir 150 ton/jam. Koefisien gesek total setara dengan gaya 5% dari berat material. Hitung daya (kW) tanpa tinggi angkat.

Jawaban:

Berat total per detik = $(150 \times 1000/3600) \times 9,81 = 408,75 \text{ N/s}$.

Gaya gesek = $0,05 \times$ berat total sesaat?

$$\text{Daya} = \frac{Q_m \cdot g \cdot L_h \cdot \text{koef}}{1000}$$

Koef gesek diasumsikan 0,05.

$$P = \frac{(150/36) \times 9,81 \times 100 \times 0,05}{1000} \approx 2,04 \text{ kW}$$

Tambahan faktor keamanan 25% $\rightarrow P \approx 2,55 \text{ kW}$.

Contoh Soal

Soal 3 (Pengaruh Kemiringan)

Belt conveyor mengangkut bijih besi ($\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$) dengan kecepatan $1,2 \text{ m/s}$, luas muatan $0,04 \text{ m}^2$, kemiringan 15° ($H = 12 \text{ m}$, $L_h = 45 \text{ m}$). Hitung daya total (abaikan efisiensi).

Jawaban:

Kapasitas massa: $Q_m = Q_v \cdot \rho_b$

- $\rho_b =$ densitas curah (kg/m^3).

$$Q_m = 0,04 \times 1,2 \times 2500 = 120 \text{ kg/s}$$

Daya horizontal ($\mu = 0,04$):

$$P_h = \frac{120 \times 9,81 \times 45 \times 0,04}{1000} \approx 2,12 \text{ kW}$$

Daya angkat:

$$P_l = \frac{120 \times 9,81 \times 12}{1000} \approx 14,13 \text{ kW}$$

Total $\approx 16,25 \text{ kW}$. Tambah $20\% \rightarrow 19,5 \text{ kW}$.

Contoh Soal

Soal 4: Transportasi Urea (Pupuk) – Conveyor Horizontal

Sebuah pabrik pupuk mengangkut urea prill (densitas curah = 750 kg/m^3) menggunakan belt conveyor horizontal sepanjang 120 m. Kapasitas yang dibutuhkan adalah 180 ton/jam. Koefisien gesek total antara belt dan idler adalah 0,035. Hitung daya yang diperlukan

Penyelesaian:

Langkah 1 – Konversi kapasitas ke kg/s

$$Q_m = 180 \text{ ton/jam} = \frac{180 \times 1000}{3600} = 50 \text{ kg/s}$$

Contoh Soal

Langkah 2 – Hitung daya horizontal (Ph)

Karena conveyor horizontal, $H = 0$, maka $P_l = 0$.

$$P_h = \frac{Q_m \cdot g \cdot L_h \cdot \mu}{1000}$$

$$P_h = \frac{50 \times 9,81 \times 120 \times 0,035}{1000} = 2,06 \text{ kW}$$

Langkah 3 – Tambah faktor keamanan (20%)

$$P_{aktual} = 2,06 \times 1,2 = 2,472 \text{ kW} \approx 2,5 \text{ kW}$$

Jawaban: Daya motor yang direkomendasikan = **2,5 kW** (atau pakai motor 3 kW standar).

Contoh Soal

Soal 5: Transportasi Soda Abu (Na_2CO_3) – Conveyor Miring

Soda abu dengan densitas curah 1100 kg/m^3 diangkut dengan belt conveyor sepanjang 85 m (horizontal) dan dinaikkan setinggi 18 m . Kapasitas 120 ton/jam . Koefisien gesek $0,04$. Hitung daya total teoritis dan daya aktual (faktor keamanan $1,3$).

Penyelesaian:

Langkah 1 – Konversi kapasitas

$$Q_m = \frac{120 \times 1000}{3600} = 33,33 \text{ kg/s}$$

Contoh Soal

Langkah 2 – Daya horizontal (Ph)

$$P_h = \frac{33,33 \times 9,81 \times 85 \times 0,04}{1000} = 1,1125 \text{ kW}$$

Langkah 3 – Daya angkat (Pl)

$$P_l = \frac{Q_m \cdot g \cdot H}{1000} = \frac{33,33 \times 9,81 \times 18}{1000} = 5,886 \text{ kW}$$

Langkah 4 – Daya total teoritis

$$P_{total} = P_h + P_l = 1,1125 + 5,886 = 6,9985 \text{ kW} \approx 7,0 \text{ kW}$$

Langkah 5 – Daya aktual (Tambah faktor keamanan 20%)

$$P_{aktual} = 7,0 \times 1,2 = 8,4 \text{ kW}$$

Jawaban: Daya motor = 8,4 kW → gunakan motor **11 kW** (standar terdekat).

TUGAS

Soal 1: Transportasi Tepung Tapioka (Material Ringan & Lengket) – Efek Koefisien Gesek Tinggi

Sebuah conveyor horizontal sepanjang 60 m mengangkut tepung tapioka ($\rho = 550 \text{ kg/m}^3$) dengan kapasitas 50 ton/jam. Karena sifat material yang sedikit lengket, koefisien gesek meningkat menjadi 0,06. Hitung daya yang dibutuhkan. Bandingkan dengan jika koefisien gesek normal (0,03).

TUGAS

Soal 2: Conveyor Menurun (Gravitasi Membantu) – Transportasi Amonium Sulfat

Sebuah conveyor belt digunakan untuk menurunkan amonium sulfat (densitas curah = 800 kg/m^3) dari ketinggian 10 m ke area penampungan di bawahnya. Panjang horizontal conveyor 40 m, kemiringan -14° ($H = -10 \text{ m}$). Kapasitas 100 ton/jam. Koefisien gesek 0,035. Hitung daya yang diperlukan motor (bisa jadi negatif, artinya conveyor bekerja sebagai generator/braking).

TUGAS

Soal 3: Pengaruh Perubahan Kecepatan Belt - Transportasi Garam Industri

Sebuah conveyor horizontal mengangkut garam industri (NaCl) dengan densitas curah 1200 kg/m^3 . Luas penampang muatan di atas belt adalah $0,045 \text{ m}^2$. Kecepatan belt dapat diatur (VFD). Hitung daya yang dibutuhkan pada dua kondisi:

- Kasus A: $v = 1,0 \text{ m/s}$
- Kasus B: $v = 1,8 \text{ m/s}$

Panjang conveyor 75 m, koefisien gesek 0,04. Bandingkan kedua daya tersebut.

