

SKRIPSI

PERENCANAAN DIMENSI BELT CONVEYOR SEBAGAI ALAT ANGKUT BONGKAR MUAT BARANG CURAH KERING DI PELABUHAN LAUT GARONGKONG KABUPATEN BARRU

Disusun dan diajukan oleh:

**M. RIFQI HANIF
D081 18 1310**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KELAUTAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PERENCANAAN DIMENSI BELT CONVEYOR SEBAGAI ALAT
ANGKUT BONGKAR MUAT BARANG CURAH KERING DI
PELABUHAN LAUT GARONGKONG KABUPATEN BARRU

Disusun dan diajukan oleh

M. Rifqi Hanif
D081181310

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana pada Program Studi Teknik Kelautan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

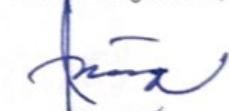
Pada tanggal .. 27 .. 03 .. 2023
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,


Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT.
NIP 1975060520021210

Pembimbing Utama,


Ashury, ST., MT.
NIP 197403182006041001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;
Nama : M. Rifqi Hanif
NIM : D081181310
Program Studi : Teknik Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

(PERENCANAAN DIMENSI BELT CONVEYOR SEBAGAI ALAT ANGKUT
BONGKAR MUAT BARANG CURAH KERING DI PELABUHAN LAUT
GARONGKONG KABUPATEN BARRU)

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 27 Maret 2023

Yang Menyatakan Tanda tangan

 
M. Rifqi Hanif

ABSTRAK

M. RIFQI HANIF. *Perencanaan Dimensi Belt Conveyor Sebagai Alat Angkut Bongkar Muat Barang Curah Kering Di Pelabuhan Laut Garongkong Kabupaten Barru* (dibimbing oleh Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT. dan Ashury, ST., MT)

Sistem yang digunakan pada saat bongkar yaitu *truck losing* dan pada saat muat menggunakan *grabs* pada tahun mendatang sudah tidak efektif lagi akibat meningkatnya bongkar muat. Melihat kondisi tersebut perlu dilakukan pengkajian sistem bongkar dengan judul perencanaan sistem *belt conveyor* sebagai alat angkut bongkar muat barang curah kering di Pelabuhan Laut Garongkong Kabupaten Barru. Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk menganalisis volume bongkar muat curah kering di pelabuhan laut Garongkong, Untuk menentukan dimensi *Belt Conveyor* sebagai alat bongkar muat curah kering di pelabuhan laut Garongkong. Untuk mengetahui tujuan penelitian dilakukan observasi pada Pelabuhan Laut Garongkong menggunakan data primer dan sekunder, dimana data primer yang didapatkan yaitu sistem bongkar muat pada Pelabuhan Laut Garongkong, berapa lama jam kerja proses bongkar muat, peralatan yang digunakan untuk bongkar muat, waktu pengisian pada *truck* dan waktu ayunan *grabs*. Sedangkan data sekunder yang didapatkan yaitu fasilitas pokok pelabuhan, data bongkar muat, data penduduk, data PDRB, data analisis produktivitas peralatan bongkar muat. Maka dilakukan analisis produktivitas *belt conveyor* alat bongkar muat di Pelabuhan Laut Garongkong sebagai perbandingan untuk produktivitas peralatan *truck losing* dan *grabs*. Berdasarkan hasil observasi dan analisis data yang diperoleh bahwa proses bongkar menggunakan *truck losing* sedangkan untuk muat menggunakan *grabs*. Produktivitas *belt conveyor* yaitu bongkar muat barang curah di pelabuhan garongkong diperoleh bahwa belt conveyor mampu melayani arus bongkar sampai pada tahun 2040 yakni 2.238.948 ton/tahun, sedangkan untuk arus muat mampu melayani sampai tahun 2040 yakni 4.995.989 ton/tahun dan hasil analisis produktivitas didapatkan dimensi *belt conveyor* yaitu Sudut surcharge 20° dan Sudut Trough 35° dengan lebar belt untuk bongkar 0,5 m dan muat 0,8 m.

Kata Kunci: Produktivitas, *Belt Conveyor*, Bongkar Muat, Curah Kering, Pelabuhan Laut Garongkong

ABSTRACT

M. RIFQI HANIF. *Dimensional Planning for Conveyor Belts as a Means for Loading and Unloading of Dry Bulk Goods at Garongkong Seaport, Barru Regency (supervised by Dr. Ir. Chairul Paotonan, ST., MT. and Ashury, ST., MT.)*

The system used at the time of unloading, namely truck loss and at the time of loading using grabs in the coming year is no longer effective due to increased loading and unloading. Seeing these conditions, it is necessary to study the unloading system with the title planning a belt conveyor system as a means of loading and unloading dry bulk goods at Garongkong Seaport, Barru Regency. The purpose of this study is to analyze the loading and unloading volume of dry bulk at the Garongkong seaport, to determine the dimensions of the conveyor belt as a dry bulk loading and unloading tool at the Garongkong seaport. To find out the purpose of the study, observations were made at Garongkong Seaport using primary and secondary data, where the primary data obtained was the loading and unloading system at Garongkong Seaport, how long the loading and unloading process worked, the equipment used for loading and unloading, loading time on trucks and grabs swing time. While the secondary data obtained are the main port facilities, loading and unloading data, population data, PDRB data, loading and unloading equipment productivity analysis data. Then an analysis of the productivity of the belt conveyor for loading and unloading equipment at Garongkong Seaport is carried out as a comparison of the productivity of truck losing and grabs equipment. Based on the results of observation and analysis of the data obtained, the unloading process uses truck losing while loading uses grabs. The productivity of the belt conveyor, namely the loading and unloading of bulk goods at the Garongkong port, shows that the belt conveyor can serve the flow of unloading until 2040, namely 2,238,948 tons/year, while the loading flow can serve until 2040, namely 4,995,989 tons/year and the results of the analysis productivity obtained by the dimensions of the conveyor belt, namely the surcharge angle of 20° and the trough angle of 35° with a belt width for loading and unloading of 0.5 m and 0,8 m.

Keywords: Productivity, Conveyor Belt, Loading and Unloading, Dry Bulk, Garongkong Seaport

DAFTAR ISI

| | |
|--|-----|
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI | i |
| PERNYATAAN KEASLIAN | ii |
| ABSTRAK..... | iii |
| ABSTRACT | iv |
| DAFTAR ISI..... | v |
| DAFTAR GAMBAR..... | vii |
| DAFTAR TABEL..... | ix |
| DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL..... | x |
| DAFTAR LAMPIRAN | xi |
| KATA PENGANTAR | i |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan penelitian | 2 |
| 1.4 Manfaat penelitian | 2 |
| 1.5 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Bongkar Muat | 4 |
| 2.1.1 Jenis Bongkar Muat..... | 4 |
| 2.1.2 Peralatan Bongkar Muat..... | 5 |
| 2.2 Terminal Curah | 6 |
| 2.2.1 Kapal Curah | 8 |
| 2.2.2 Muatan Curah | 13 |
| 2.2.3 Jenis dan Karakteristik Muatan Curah Kering..... | 15 |
| 2.2.4 Peralatan Bongkar Muat Curah Kering..... | 16 |
| 2.2.5 Kinerja Bongkar Muat Curah Kering | 19 |
| 2.2.6 Kegiatan Bongkar Muat Curah Kering | 20 |
| 2.3 <i>Conveyor</i> | 21 |
| 2.2.1 <i>Belt Conveyor</i> | 22 |
| 2.2.2 Tipe <i>Belt Conveyor</i> | 23 |
| 2.2.3 Prinsip Kerja <i>Belt Conveyor</i> | 29 |
| 2.2.4 Komponen Utama <i>Belt Conveyor</i> | 29 |

| | |
|---|----|
| 2.2.5 Perencanaan <i>Belt Conveyor</i> | 32 |
| 2.3 Metode Proyeksi | 36 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 38 |
| 3.1 Lokasi Penelitian..... | 38 |
| 3.2 Jenis dan Sumber Data | 38 |
| 3.3 Metode Pengumpulan Data | 39 |
| 3.4 Diagram Alir..... | 41 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 42 |
| 4.1 Gambaran Umum Pelabuhan Laut Garongkong | 42 |
| 4.2 Fasilitas dan Peralatan Pelabuhan Laut Garongkong | 43 |
| 4.3 Mekanisme Bongkar Muat Curah Kering Pelabuhan Laut Garongkong..... | 45 |
| 4.4 Data Operasional Pelabuhan Laut Garongkong..... | 46 |
| 4.4.1 Arus Barang | 46 |
| 4.4.2 Spesifikasi Kapal yang Tambat di Pelabuhan Laut Garongkong . | 47 |
| 4.4.3 Layout Pelabuhan Garongkong..... | 47 |
| 4.5 Data Penduduk dan Proyeksi Kependudukan..... | 48 |
| 4.6 Data PDRB dan Proyeksi PDRB | 49 |
| 4.7 Proyeksi Bongkar Muat Barang | 51 |
| 4.8 Analisis Produktivitas Peralatan Bongkar Muat Eksisting | 53 |
| 4.9 Analisis Perhitungan Perencanaan <i>Belt Conveyor</i> | 55 |
| 4.10 Kapasitas <i>Crawler Crane</i> | 58 |
| 4.11 Perbandingan Produktivitas Bongkar Muat Peralatan dengan Produktivitas <i>Belt Conveyor</i> | 59 |
| BAB V penutup | 61 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 61 |
| 5.2 Saran..... | 61 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 62 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1 Bongkar Muat Langsung ke <i>Truck</i> | 5 |
| Gambar 2 Bongkar Muat Penimbunan | 5 |
| Gambar 3 Pelabuhan Curah Kering | 7 |
| Gambar 4 Pelabuhan Curah Cair | 7 |
| Gambar 5 <i>Bulk Carrier</i> | 8 |
| Gambar 6 <i>General Cargo Carrier</i> | 9 |
| Gambar 7 <i>Mini Bulk Carriers</i> | 9 |
| Gambar 8 <i>Handy Sized Bulk Carriers</i> | 10 |
| Gambar 9 <i>Handymax Bulk Carriers</i> | 10 |
| Gambar 10 <i>Panamax Bulk Carriers</i> | 11 |
| Gambar 11 <i>Capesized Bulk Carriers</i> | 11 |
| Gambar 12 <i>VLBCs (Very Large Bulk Carriers)</i> | 12 |
| Gambar 13 Kapal <i>Tanker</i> | 12 |
| Gambar 14 <i>Special Desiged Ship</i> | 13 |
| Gambar 15 Kapal Peti Kemas..... | 13 |
| Gambar 16 Muatan Curah Kering | 14 |
| Gambar 17 Muatan Curah Cair | 14 |
| Gambar 18 Hopper | 17 |
| Gambar 19 <i>Conveyor</i> | 17 |
| Gambar 20 <i>Grabs</i> | 18 |
| Gambar 21 <i>Wheel Loader</i> | 18 |
| Gambar 22 <i>Dump Truck</i> | 19 |
| Gambar 23 <i>Excavator</i> | 19 |
| Gambar 24 <i>Cleated Belt Conveyor</i> | 24 |
| Gambar 25 <i>Inclined Belt Conveyor</i> | 24 |
| Gambar 26 <i>Flat Belt Conveyor</i> | 25 |
| Gambar 27 <i>Trough Belt Conveyor</i> | 25 |
| Gambar 28 <i>Roller Bed Belt Conveyor</i> | 26 |
| Gambar 29 <i>Portable Belt Conveyor</i> | 27 |
| Gambar 30 <i>Retractable Belt Conveyor</i> | 27 |
| Gambar 31 <i>Curved Belt Conveyor</i> | 28 |
| Gambar 32 <i>Steel Belt Conveyor</i> | 28 |
| Gambar 33 <i>Cross Section Area</i> | 32 |

| | |
|---|----|
| Gambar 34 Lokasi Penelitian Pelabuhan Garongkong..... | 38 |
| Gambar 35 (a) Proses Bongkar Batu Bara di Dermaga Pelabuhan Laut Garongkong (b) Proses Muat Klinker di Dermaga Pelabuhan Laut Garongkong..... | 40 |
| Gambar 36 Diagram Alir Penelitian..... | 41 |
| Gambar 37 (a) Dermaga dan <i>Trestle</i> (b) <i>Causeway</i> | 43 |
| Gambar 38 (a) <i>Section A</i> (b) <i>Section B</i> | 44 |
| Gambar 39 Gedung Kantor UPP | 44 |
| Gambar 40 Rambu Suar | 44 |
| Gambar 41 Proses Bongkar Batubara di Pelabuhan Laut Garongkong | 45 |
| Gambar 42 Proses Muat Klinker di Pelabuhan Laut Garongkong | 46 |
| Gambar 43 Proyeksi Penduduk | 49 |
| Gambar 44 Proyeksi PDRB | 51 |
| Gambar 45 Proyeksi Bongkar Muat | 53 |
| Gambar 46 Dimensi <i>Belt Conveyor</i> Bongkar..... | 56 |
| Gambar 47 Dimensi <i>Belt Conveyor</i> Muat..... | 58 |
| Gambar 48 <i>Crawler Crane</i> | 58 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|----------|--|----|
| Tabel 1 | Jenis dan Karakteristik Curah Kering Pangan..... | 15 |
| Tabel 2 | Jenis dan Karakteristik Muatan Curah Non Pangan..... | 16 |
| Tabel 3 | Klasifikasi Ukuran Partikel dengan Jenis <i>Conveyor</i> | 22 |
| Tabel 4 | Koefisiensi <i>Section Area "k"</i> pada <i>Belt Conveyor</i> | 33 |
| Tabel 5 | Koefisien Sudut Kemiringan " <i>S</i> " pada <i>Belt Conveyor</i> | 33 |
| Tabel 6 | Panjang Idler | 34 |
| Tabel 7 | Kecepatan <i>Belt Conveyor</i> yang Direkomendasikan Berdasarkan Penggunaan <i>Conveyor</i> | 35 |
| Tabel 8 | <i>Material Density</i> | 35 |
| Tabel 9 | Data Volume Curah Kering di Pelabuhan Laut Garungkong | 46 |
| Tabel 10 | Kapal yang Pernah Sandar di Dermaga Pelabuhan Garungkong | 47 |
| Tabel 11 | Jumlah Penduduk Kabupaten Barru Tahun 2016-2021..... | 48 |
| Tabel 12 | Hasil Uji Korelasi..... | 48 |
| Tabel 13 | Proyeksi Jumlah Penduduk..... | 49 |
| Tabel 14 | Data PDRB Kabupaten Barru | 50 |
| Tabel 15 | Hasil Uji Korelasi..... | 50 |
| Tabel 16 | Proyeksi PDRB..... | 50 |
| Tabel 17 | Laju Pertumbuhan Bongkar | 51 |
| Tabel 18 | Laju Pertumbuhan Muat..... | 52 |
| Tabel 19 | Hasil Uji Korelasi..... | 52 |
| Tabel 20 | Proyeksi Bongkar Muat..... | 52 |
| Tabel 21 | Perbandingan Bongkar Curah Kering dengan Produktivitas Alat Bongkar dan Produktivitas Angkut <i>Belt Conveyor</i> | 59 |
| Tabel 22 | Perbandingan Muat Curah Kering dengan Produktivitas Alat Muat dan Produktivitas Angkut <i>Belt Conveyor</i> | 60 |

DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

| Lambang/Singkatan | Arti dan Keterangan |
|-------------------|------------------------------------|
| A | Luas Penampang |
| k | Koefisien <i>Section Area</i> |
| B | Lebar <i>Belt</i> |
| v | Kecepatan |
| Q | Kapasitas |
| ρ | Densitas Material |
| Qt | Produktivitas <i>Belt Conveyor</i> |
| s | Koefisien Kemiringan <i>Belt</i> |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------|---|----|
| Lampiran 1 | <i>Layout</i> Fasilitas Pelabuhan Laut Garongkong | 65 |
| Lampiran 2 | <i>Layout</i> Pelabuhan Laut Garongkong | 66 |
| Lampiran 3 | Tabel Proyeksi Penduduk | 67 |
| Lampiran 4 | Tabel Proyeksi PDRB..... | 68 |
| Lampiran 5 | Tabel Proyeksi Bongkar | 69 |
| Lampiran 6 | Tabel Proyeksi Muat | 70 |
| Lampiran 7 | <i>Layout Belt Conveyor</i> | 71 |
| Lampiran 8 | <i>Layout</i> Tampak Samping <i>Belt Conveyor</i> Bongkar | 72 |
| Lampiran 9 | <i>Layout</i> Tampak Samping <i>Belt Conveyor</i> Muat | 73 |
| Lampiran 10 | <i>Layout</i> Tampak Atas <i>Belt Conveyor</i> Bongkar | 74 |
| Lampiran 11 | <i>Layout</i> Tampak Atas <i>Belt Conveyor</i> Muat | 75 |

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, puji syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Analisis Potensi Penggunaan *Belt Conveyor* Sebagai Alat Angkut Bongkar Muat Barang Curah Kering Di Pelabuhan Laut Garongkong Kabupaten Barru". Shalawat serta salam senantiasa tercurah atas junjungan kita Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa ummat manusia dari alam kegelapan menuju alam yang terang benderang.

Penulis tentu sadar bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan disebabkan keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Maka dari itu, dalam sadar dan rasa hormat penulis memohon maaf atas semua kekurangan dan kesalahan yang terjadi dalam proses penulisan dan penyusunan skripsi ini, serta dengan senang hati menerima apabila ada kritik, koreksi, maupun saran yang sifatnya membangun bagi peneliti guna lebih menyempurnakan karya kedepannya.

Selama melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan pengalaman, bantuan, dukungan serta bimbingan baik dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Bapak M. Yusuf dan Ibu Nuraeni Thalib yang senantiasa mendoakan dan memberikan dukungan moril kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Chairul Paotonan, S.T.,M.T., selaku Kepala Departemen Teknik Kelautan Universitas Hasanuddin Makassar dan sebagai dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.
3. Bapak Ashury, S.T.,M.T., selaku pembimbing II, atas segala kesabaran dan waktu yang telah diluangkan untuk memberikan bimbingan serta pengarahan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Taufiqur Rachman, S.T.,M.T. dan Sabaruddin Rahman, ST., MT., Ph.D, selaku tim penguji yang telah memberi masukan dan arahan kepada penulis.

5. Seluruh Dosen, Staff dan seluruh civitas akademik Departemen Teknik Kelautan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Pak Arfandi selaku kepala divisi operasional Pelabuhan Laut Garongkong yang telah banyak membantu dalam pengambilan data.
7. Saudara penulis, Awal, Ummil, dan Rifqa yang selalu senantiasa mendoakan dan mendukung penulis baik secara moral maupun materil.
8. Pihak-pihak Pelabuhan Laut Garongkong, atas pemberian data–data penelitian serta waktu dan kesempatan bagi penulis untuk melakukan penelitian.
9. Teman-teman Angkatan 2018 Teknik Kelautan yang senantiasa memberi semangat, motivasi, serta dorongan bagi penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis berharap penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca, bagi pengembangan ilmu pengetahuan selanjutnya, serta bagi penulis itu sendiri.

Gowa, 21 Februari 2023

Penulis,
M. Rifqi Hanif

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Menurut Peraturan Pemerintah RI No 69 Tahun 2001 Tentang kepelabuhanan, yang dimaksud Pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan yang disekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan ekonomi yang dipergunakan sebagai tempat kapal sandar, berlabuh, naik turun penumpang dan atau bongkar muat barang yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi. Dalam hal ini ditetapkan bahwa pelabuhan di Indonesia terdiri dari pelabuhan laut dan pelabuhan pantai. Pelabuhan laut adalah pelabuhan yang terbuka bagi perdagangan luar negeri yang dapat masuk kapal-kapal dari negara-negara tersebut (luar negeri). Sedangkan pelabuhan pantai adalah pelabuhan yang tidak terbuka bagi perdagangan luar negeri dan hanya dapat dimasuki oleh kapal-kapal yang berbendera Indonesia.

Pelabuhan Garongkong terletak di Kelurahan Mangempang, Kecamatan Barru, Kabupaten Barru Provinsi Sulawesi Selatan merupakan pelabuhan laut yang berperan penting bagi lalu lintas transportasi barang terutama dalam kemasan curah kering dengan komoditi utama barang non pertanian antara lain batu bara, batu pecah, klinker, dan gypsum.

Pelabuhan Garongkong digunakan sebagai pusat aktifitas bongkar muat barang untuk mendukung kegiatan industri maupun pengembangan wilayah di Kabupaten Barru dan sekitarnya sebagai pendukung Pelabuhan Makassar dan Pelabuhan Pare-Pare.

Dari hasil penelitian skripsi oleh Mubarak (2022), dengan sistem yang digunakan pada saat bongkar yaitu *truck losing* dan pada saat muat menggunakan *grabs* pada tahun mendatang sudah tidak efektif lagi akibat meningkatnya bongkar muat. Melihat kondisi tersebut perlu dilakukan pengkajian sistem bongkar muat dengan judul perencanaan sistem *belt conveyor* sebagai alat angkut bongkar muat barang curah kering di Pelabuhan Laut Garongkong Kabupaten Barru.

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka dianggap perlu agar penelitian ini dapat berfokus pada satu topik masalah dengan cara mempersempit pengkajian ruang lingkup masalah, adapun rumusan masalah yang ada pada penelitian ini adalah :

1. Analisis volume bongkar muat barang curah kering di pelabuhan laut Garongkong?
2. Menentukan dimensi belt conveyor yang sesuai dengan volume bongkar muat barang curah kering di pelabuhan laut Garongkong?
3. Bagaimana *layout* sistem *belt conveyor* sebagai alat bongkar muat curah kering di Pelabuhan Laut Garongkong

1.3 Tujuan penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah:

1. Untuk menganalisis volume bongkar muat curah kering di pelabuhan laut Garongkong.
2. Untuk mengetahui dimensi *belt conveyor* yang sesuai dengan volume bongkar muat curah kering di pelabuhan laut Garongkong.
3. Untuk menggambarkan layout sistem *belt conveyor* bongkar muat curah kering di Pelabuhan Laut Garongkong

1.4 Manfaat penelitian

Dalam penulisan tugas akhir ini diharapkan memiliki manfaat dari berbagai pihak. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Manfaat Praktis

Sebagai dasar pertimbangan dalam pemilihan alat untuk meningkatkan kinerja proses bongkar muat di Pelabuhan Laut Garongkong serta produktivitas *belt conveyor* sebagai alat bongkar muat curah kering di Pelabuhan Laut Garongkong dalam meningkatkan kelancaran arus lalu lintas barang curah untuk mendukung kebutuhan industri dan Kab. Barru pada khususnya.

2. Manfaat bagi Peneliti

Sebagai tambahan wawasan ilmu pengetahuan tentang proses bongkar muat dengan menggunakan alat *belt conveyor*.

1.5 Batasan Masalah

Untuk memperjelas dari rumusan masalah yang telah dikemukakan di atas adapun lingkup batasan dalam penelitian ini hanya berfokus pada dimensi alat bongkar muat, sedangkan analisa struktur pendukung tidak dikaji.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mendapatkan alur penulisan yang jelas dan sistematis sekaligus memungkinkan pembaca dapat menginterpretasikan hasil tulisan secara tepat, maka tugas akhir ini disusun menjadi beberapa bagian, yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Berisikan konsep penyusunan penelitian yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penelitian.

BAB II LANDASAN TEORI

Berisikan teori-teori yang mendukung dan relevan dengan penelitian. Teori tersebut dapat berupa penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya seperti Jurnal, Tugas Akhir, Tesis, dan Literatur lain yang relevan dengan topik penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Berisi penjabaran mengenai metode dan pendekatan yang digunakan dalam penelitian, lokasi dan waktu penelitian, variabel penelitian yang terdiri dari variabel konsep dan operasional, jenis dan sumber data, populasi dan sampel, metode pengumpulan data (penelitian ke lapangan dan penelitian kepustakaan), teknik pengolahan dan analisis data, serta penggambaran diagram alir penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi uraian tentang gambaran kondisi umum dari objek penelitian berdasarkan data yang didapatkan, proses analisis data, serta hasil dan pembahasan.

BAB V PENUTUP

Merupakan bab terakhir dalam penulisan penelitian yang berisi kesimpulan dan saran-saran terkait penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bongkar Muat

Menurut Sudjarmiko (2014) bongkar muat adalah salah satu kegiatan yang dilakukan dalam proses *forwarding* (pengiriman) barang. Pembongkaran merupakan suatu pemindahan satu tempat ke tempat lain dan bisa juga dikatakan suatu pembongkaran barang dari kapal ke dermaga, dari dermaga ke gudang atau sebaliknya dari gudang ke gudang atau dari gudang ke dermaga baru di angkut ke kapal yang di maksud kegiatan muat adalah proses memindahkan barang dari gudang menaikkan lalu menumpuknya di atas kapal, sedangkan kegiatan bongkar adalah proses menurunkan barang dari kapal, lalu menyusunnya (menimbun) di dalam gudang di pelabuhan. Keputusan Menteri Perhubungan berdasarkan Undang-Undang No. 21 Tahun 1992, KM. No. 14 Tahun 2002, Bab 1 Pasal 1, Bongkar Muat adalah kegiatan bongkar muat barang dari dan atau ke kapal meliputi kegiatan pembongkaran barang dari palka kapal ke atas dermaga di lambung kapal ke gudang lapangan penumpukan atau sebaliknya.

2.1.1 Jenis Bongkar Muat

Menurut Gurning (2007) Pada kegiatan operasional bongkar muat barang di pelabuhan terdapat dua jenis bongkar muat, yaitu bongkar muat secara langsung dari kapal ke *truck* dan bongkar muat secara penimbunan.

1. Bongkar Langsung ke *Truck* (*Truck Losing*)

Bongkar muat barang secara langsung dilakukan terhadap barang-barang tertentu. Barang tersebut memiliki karakteristik tergolong barang berbahaya yang tidak boleh disimpan dalam gudang/lapangan. Selain itu barang-barang seperti gandum, beras, gula, termasuk barang yang strategis dan dipindahkan secara langsung. Selain itu bongkar muat barang secara langsung relatif lebih murah karena tenaga kerja yang digunakan lebih sedikit. Namun, waktu kapal di pelabuhan akan lebih lama.

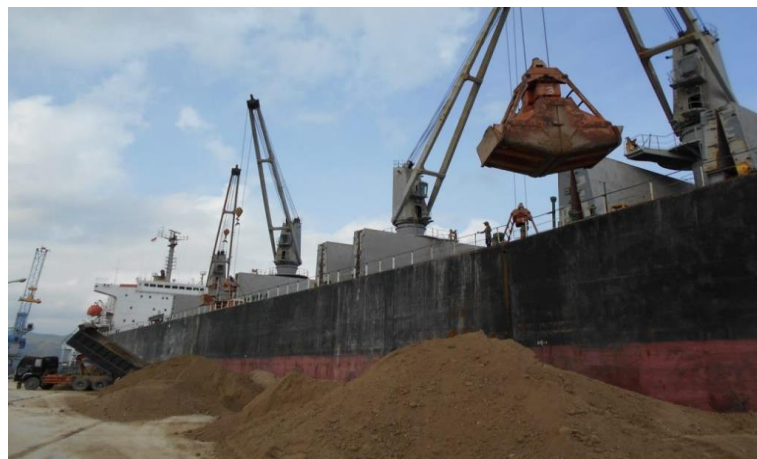


Gambar 1 Bongkar Muat Langsung ke *Truck*

Sumber : <https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-3678333/16400-kedelai-curah-impor-tiba-di-pelabuhan-tanjungwangi>

2. Bongkar Muat dengan Penimbunan

Bongkar muat dengan penimbunan merupakan jenis bongkar muat dengan muatan ditumpuk dalam gudang atau lapangan. Penumpukan tersebut direncanakan sesuai urutan pemuatan dengan tujuan mempermudah pembongkaran di pelabuhan. Selain itu juga berpengaruh terhadap stabilitas kapal. Dan waktu yang dibutuhkan relatif lebih cepat dibandingkan dengan bongkar muat secara langsung.



Gambar 2 Bongkar Muat Penimbunan

Sumber: <https://bumntrack.co.id/wp-content/uploads/2020/01/Kegiatan-Ekspor-Tanah-Pozzolan-melalui-Kapal-MV-Ying-Li-berbendera-Panama-di-Pelabuhan-Malahayati-3-1024x768.jpeg>

2.1.2 Peralatan Bongkar Muat

Menurut Iswanto (2016) Peralatan yang digunakan dalam kegiatan bongkar muat akan ditentukan oleh barang apa yang akan dibongkar dalam kondisi

bagaimana barang itu saat akan dibongkar. Ada 3 kategori alat yang digunakan menurut kepentingan yaitu:

1. Untuk Peralatan bongkar muat Petikemas

Jenis peralatan untuk kegiatan bongkar muat petikemas khususnya di terminal petikemas meliputi *Ship to shore (STS)*, *Container Crane (CC)*, *Rail Mounted Gantry Crane (RMGC)* *RTG*, *Reach stacker*, *Top Loader*, *side loader*, *HMC*, *Head Truck* dll.

2. Untuk Peralatan bongkar muat *General Cargo*

Jenis peralatan yang digunakan dalam bongkar muat *General Cargo* meliputi: Derek Darat atau *Mobile Crane*, Derek Apung atau *Barge Crane* tongkang barang, tongkang Air atau *BBM*, *Forklift*, *Truck Tronton*, *Mobile Truck*, Kereta dorong (*Hand Truck*) atau Gerobak dorong (*platform*) serta alat pemadam kebakaran.

3. Untuk Peralatan Bongkar Muat Muatan Curah

Jenis peralatan yang digunakan dalam bongkar muat muatan curah *Hopper*, *Conveyor* dari jenis peralatan masing masing kegiatan bongkar muat mempunyai tambahan peralatan yang digunakan saat pengoperasian kegiatan bongkar muat.

2.2 Terminal Curah

Menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2008 Pelabuhan adalah tempat yang terdiri atas daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan perusahaan yang dipergunakan sebagai tempat kapal bersandar, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang, berupa terminal dan tempat berlabuh kapal yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan pelayaran dan kegiatan penunjang pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra-dan antarmoda transportasi.

Terminal curah kering merupakan terminal yang banyak dikunjungi oleh kapal asing maupun domestik yang melayani aktivitas bongkar/muat berbentuk curah kering seperti bungkil, pupuk, biji jagung dan sebagainya. Jumlah kedatangan kapal yang lebih besar jika dibandingkan dengan rata-rata lama waktu pelayanan dapat menyebabkan terjadinya antrian pada terminal di pelabuhan.

Pelabuhan yang digunakan untuk melakukan bongkar muat adalah pelabuhan curah dimana pelabuhan curah terdiri dari curah kering dan cair.

1. Terminal Curah Kering

Menurut Pelindo Multi Termal *Dry Bulk Terminal* adalah terminal yang terdedikasi untuk melayani bongkar muat komoditas curah kering, yaitu komoditas/barang yang berupa butiran padat atau biji-bijian. Terminal ini dilengkapi berbagai peralatan serta fasilitas yang menunjang kegiatan bongkar muat, khususnya dalam bentuk curah kering, seperti bungkil, batubara, kedelai, pupuk, bijih besi, dan lain sebagainya.



Gambar 3 Pelabuhan Curah Kering

Sumber : https://indoshippinggazette.com/wp-content/uploads/2020/04/facmob_02ADF474BE55D403A0DAD4FC4126E373k-930x620.jpg

2. Terminal Curah Cair

Menurut Pelindo Multi Termal *Liquid Bulk Terminal* adalah terminal yang terdedikasi untuk melayani bongkar muat komoditas curah cair, yaitu komoditas/barang yang berupa cairan. Terminal ini dilengkapi berbagai peralatan serta fasilitas yang menunjang kegiatan bongkar muat, khususnya dalam bentuk curah cair, seperti CPO dan turunannya, bahan bakar minyak, chemical products dan lain sebagainya.



Gambar 4 Pelabuhan Curah Cair

Sumber: Skyscrapercity.com, 2013

2.2.1 Kapal Curah

Kapal kargo curah atau disebut juga kapal *bulk carrier* adalah kapal untuk dagang yang dirancang untuk mengangkut kargo curah *unpackaged*, seperti contoh batu bara dan semen. Adapun kelebihan dari kapal ini mempunyai daya angkut yang besar.

Kapal Pengangkut Barang Curah merupakan kapal barang yang berfungsi untuk mengangkut barang-barang seperti batu bara, semen, biji bijian, bijih logam, dan sebagainya di dalam sel-sel/rongga-rongga kargo yang terpisah (Bliault Charles, 2016).

Kapal ini memiliki spesifikasi mengangkut muatan curah. Dikatakan curah karena cara meletakkan muatan dengan cara mencurahkan/menuangkan butiran/biji-bijian. Produk muatan yang berbentuk curah terdiri dari berbagai macam. Berdasarkan jenis muatannya kapal bulk carrier terbagi atas beberapa kelompok:

1. *Grain carrier* (biji tumbuh-tumbuhan), muatan yang diangkut seperti gandum, Jagung, kedelai
2. *Ore carrier* (bijih tambang), muatan yang diangkut seperti besi, chrom, mangan, bauksit
3. *Coal carrier* disingkat: *collier* atau muatan batu bara.
4. *Oil-ore carrier*, muatan yang diangkut batu bara dan minyak secara bergantian.
5. *Coal-ore carrier*, memuat batu bara dan bijih besi secara bergantian tengah palka.



Gambar 5 *Bulk Carrier*

Sumber: <https://www.habcoprimatama.com/id/services/bulk-carrier/>

Menurut Suwiyadi , 1999. Kapal niaga dibagi dalam beberapa jenis yaitu:

1. Kapal Barang (*cargo vessel*)

Kapal yang dibangun untuk tujuan mengangkut barang-barang menurut jenis barang masing-masing. Spesialisasinya adalah:

- a. *General cargo carrier* adalah kapal yang dibangun untuk tujuan mengangkut muatan umum (*general cargo*) yang terdiri dari bermacam-macam barang yang dibungkus dalam peti, *box*, dan lain-lain.



Gambar 6 *General Cargo Carrier*

Sumber: <https://www.macgregor.com/Products/merchant-cargo-and-passengers/general-cargo--multi-purpose-vessels/>

- b. *Bulk carrier* adalah kapal besar dengan hanya satu dek yang mengangkut muatan yang tidak di bungkus atau curah. Kapal curah mempunyai berbagai macam jenis menurut ukurannya, yaitu.

- 1) *Mini bulk carriers* yaitu kapal curah yang memiliki DWT kurang dari 10.000 ton



Gambar 7 *Mini Bulk Carriers*

Sumber: <https://www.nauticexpo.com/prod/barkmeijer-stroobos-bv/product-32252-279825.html>

- 2) *Handy sized bulk carriers* yaitu kapal curah yang memiliki DWT antara 10.000 – 35.000 ton dan memiliki *draft* kurang dari 11,5 meter.



Gambar 8 *Handy Sized Bulk Carriers*

Sumber: <https://www.ship-broker.eu/tag/handysize-bulk-carrier/>

- 3) *Handymax bulk carriers* yaitu kapal curah yang memiliki DWT antara 35.000 – 50.000 ton.



Gambar 9 *Handymax Bulk Carriers*

Sumber: <https://www.drycargomag.com/handymax-bulk-carriers%C2%A0still-a-popular-choice>

- 4) *Panamax bulk carriers* yaitu kapal curah yang memiliki DWT lebih besar dari *handy sized bulk carriers* dan disebut *panamax bulk carriers* karena dibuat sedemikian rupa agar bisa melewati *panama canal*.



Gambar 10 *Panamax Bulk Carriers*

Sumber: <https://vierlines.wordpress.com/maritime-logistics-services/offshore-support-vessel/bulk-carrier/panamax/>

- 5) *Cape-sized bulk carriers* yaitu kapal curah dengan DWT antara 100.000 - 180.000 ton dan biasanya dengan *draft* maksimum 17 meter.



Gambar 11 *Capesized Bulk Carriers*

Sumber: <https://www.drycargomag.com/capesize-and-panamax-bulk-carriers-performing-a-vital-role>

- 6) *VLBCs (Very Large Bulk Carriers)* yaitu kapal curah dengan DWT lebih dari 180.000 ton.



Gambar 12 VLBCs (*Very Large Bulk Carriers*)

Sumber: https://library.poltekpel-sby.ac.id/apps/uploaded_files/temporary/DigitalCollection/YWM1ZDZhYjl5ODY3YjZkMGUxODhmYjE1MWU3MDA2ZWJjYWNjNTc0ZQ==.pdf

2. *Tanker* Dapat di golongan ke dalam kapal *bulk carrier* tetapi karena mengangkut muatan cair mempunyai kekhususan maka kapal *tanker* dianggap merupakan jenis kapal tersendiri.



Gambar 13 Kapal *Tanker*

Sumber: <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20221108081055-85-870819/kapal-tanker-djibouti-angkut-minyak-kandas-di-jalur-pipa-gas-di-batam>

3. *Special desiged ship* kapal yang dibangun khusus untuk mengangkut barang tertentu seperti : daging segar, *LNG tanker*, *LPG tanker*, *chemical tanker*, *refrigerated cargo carrier*, *log carrier*.



Gambar 14 *Special Desiged Ship*

Sumber: <https://www.liebherr.com/en/usa/products/maritime-cranes/ship-cranes/special-design-cranes/special-design-cranes.html>

4. Kapal peti kemas yaitu kapal yang dibangun untuk mengangkut *general cargo* yang sudah dimasukkan kedalam *container* (peti kemas).



Gambar 15 Kapal Peti Kemas

Sumber: <https://www.suzuki.co.id/tips-trik/mengenal-kapal-kontainer-serta-jenis-yang-ada-di-dunia?pages=all>

2.2.2 Muatan Curah

Muatan curah (*bulk cargo*) adalah muatan yang diangkut melalui laut dalam jumlah besar. Pengertian Muatan Curah menurut Sudjatmiko (67) adalah “Muatan Curah (*bulk cargo*) adalah muatan yang terdiri dari suatu muatan yang tidak dikemas yang dikapalkan sekaligus dalam jumlah besar”. Dari kedua pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa muatan *Bulk cargo* ini tidak menggunakan pembungkus dan dimuat kedalam ruangan palka kapal tanpa menggunakan kemasan dan pada umumnya dimuat dalam jumlah banyak dan homogen. Muatan curah dibagi menjadi:

1. Muatan Curah Kering

Merupakan muatan curah padat dalam bentuk biji-bijian, serbuk, bubuk, butiran dan sebagainya yang dalam pembuatan/pembongkaran dilakukan dengan mencurahkan muatan ke dalam palka dengan menggunakan alat-alat khusus. Contoh muatan curah kering antara lain biji gandum, kedelai, jagung, pasir, semen, klinker, soda dan sebagainya.



Gambar 16 Muatan Curah Kering

Sumber: <https://www.republika.co.id/berita/qsw0zx423/produktivitas-layanan-terminal-curah-kering-pelindo-1-naik>

2. Muatan Curah Cair

Yaitu muatan curah yang berbentuk cairan yang diangkut dengan menggunakan kapal-kapal khusus yang disebut kapal tanker. Contoh muatan curah cair ini adalah bahan bakar, *crude palm oil (CPO)*, Produk kimia cair dan sebagainya.



Gambar 17 Muatan Curah Cair

Sumber: <https://oceanweek.co.id/belawan-dumai-dioptimalkan-tangani-curah-cair/>

2.2.3 Jenis dan Karakteristik Muatan Curah Kering

Jenis dan karakteristik muatan curah kering (D.A.Lasse,2012). Jenis dan karakteristik muatan Curah kering dibedakan dalam dua kelompok besar yaitu, curah bahan pangan dan curah non bahan pangan.

1. Curah kering pangan

Karakteristik barang curah kering pangan merupakan data penting ketika pengemasan, transfer, mengapalkan, dan dan menyimpannya.

Tabel 1 Jenis dan Karakteristik Curah Kering Pangan

| No | Curah Kering Pangan | Karakteristik |
|----|--|--|
| 1 | Beras (<i>paddy, white rice, ricedust, rice meal, rice bran</i>) | Dikapalkan dalam kemasan karung goni atau bulk |
| 2 | Gula (<i>dry sugar, green sugar</i>) | Dikapalkan dalam kemasan karung atau bulk |
| 3 | Gandum | Dikapalkan dalam kemasan sak atau bulk; terpisah dari muatan muatan lembab atau berbau; sama sekali tidak boleh tercampur dengan muatan pupuk, akan keracunan. |
| 4 | Kacang kacang (<i>bean</i>) | Membutuhkan dunnage dan ventilasi yang cukup; menimbulkan panas dan berkeringat yang menyebabkan peragian; dan cepat membusuk. |
| 5 | Kopra | Membutuhkan ventilasi yang cukup karena sangat mudah panas dan berkeringat, bahkan mudah terbakar dengan kandungan minyak 5-10 persen. Dikapalkan bulk. |
| 6 | Jagung | Jika suhu naik akan mudah sangat terbakar sendiri dengan kandungan minyak mencapai 60 persen, keringat,berbau, timbulnya noda, dan kutu kopra. |
| 7 | Tapioca atau gaplek | dikapalkan secara bulk terpisah dari muatan yang berbau dan lembab. |
| 8 | Biji kelapa sawit (<i>palm kernel</i>) | Kadar minyak mencapai 40-50 persen; jika suhu naik berkeringat dan mudah terbakar. |

Sumber : Manajemen Muatan, 2020

2. Curah Non Pangan

Seperti halnya bahan curah pangan yang dikemukakan terdahulu, pengetahuan akan jenis karakteristik muatan jenis curah kering non pangan penting ketika mengemas dan transfer pengapalan dan penyimpanannya. Pada dasar

penyimpanan dan pengapalan barang curah kering non pangan pada table bawah ini tidak boleh tercampur dengan muatan curah kering bahan pangan.

Tabel 2 Jenis dan Karakteristik Muatan Curah Non Pangan

| No | Curah Kering Non Pangan | Karakteristik |
|----|--------------------------------|---|
| 1 | Aspal | Pada dasarnya mengandung endapan minyak. |
| 2 | Jarak | Kulitnya beracun. Tidak boleh tercampur bahan makanan, kopra dan biji kelapa sawit. |
| 3 | Biji mangan | Digunakan sebagai zat pewarna keramik. |
| 4 | Pupuk | Tidak boleh tercampur dengan bahan pangan karena berbau, mengeluarkan uap air dan mengandung racun. |
| 5 | Semen | Apabila dicampur dengan air akan bereaksi dengan berubah sifat menjadi bahan dengan berdaya rekat sehingga dapat mengikat bahan-bahan lain menjadi satuan massa dan mengeras. |
| 6 | Klinker | Senyawa dasar pembentuk semen yang terdiri dari unsur utama mineral yang berikatan dengan unsur lain. |
| 7 | Bedak (<i>talk</i>) | Sari lemak hewan berbentuk bubuk halus sebagai bahan pembuatan sabun dan lilin. |
| 8 | Soda ash | Bahan baku pembuatan kaca, detergen, kertas, tekstil. Dikapalkan secara <i>bulk</i> . |
| 9 | Biji besi (<i>iron ore</i>) | Bahan baku industri baja. dikapalkan secara <i>bulk</i> . |
| 10 | Besi tua (<i>scrap iron</i>) | Bahan baku industri baja dan alumunium. |
| 11 | Fosfat | Sangat berdebu dan menyerap kelembapan. Dikapalkan <i>Bulk</i> . |

Sumber : Manajemen Muatan, 2020

2.2.4 Peralatan Bongkar Muat Curah Kering

Menurut Rana, Nugraha (2019) Muatan curah terbagi menjadi muatan curah cair dan curah kering/padat. Untuk menangani bongkar muat muatan curah cair dikenal jenis peralatan yang terdiri dan pompa hisap, *truck* tangki dan tangki permanen di pelabuhan. Sedangkan untuk muatan curah kering, selain *truck* juga diperlukan adanya hopper dan *conveyor* yang dijelaskan dibawah ini.

1. *Hopper* adalah kelengkapan dari sistem *conveyor* yang berfungsi untuk menampung muatan curah yang di-*supply* dan *conveyor* sebelum diteruskan ke alat pengangkut lain seperti misalnya *dump truck*. Pada pelabuhan-pelabuhan

tertentu, *hopper* telah dilengkapi dengan mesin-mesin penimbang sehingga muatan curah tersebut dapat langsung dimasukkan ke dalam karung secara otomatis dan cepat.



Gambar 18 *Hopper*

Sumber : https://www.kompasiana.com/heriyanto_rantelino/56573ba7989373d90ae1048e/bedah-potensi-pelabuhan-garongkong-sebagai-pelabuhan-internasional?page=all&page_images=1

2. *Belt conveyor* yang juga disebut sabuk berjalan adalah peralatan penerus (*conveying equipment*) yang memungkinkan gerakan meneruskan dan memindahkan muatan secara horizontal. Jenis peralatan penerus ini ada beberapa macam seperti *roller*, *rubber conveyor* dan *pneumatic conveyor*. Muatan yang bisa di-handling adalah barang curah kering seperti beras, jagung, tepung atau biji-bijian palawija.



Gambar 19 *Conveyor*

Sumber: https://majalahdermaga.co.id/post/1536/pelindo_iii_operasikan_curah_kering_dengan_conveyor_dan_cylo_di_teluk_lamong

3. *Grab* adalah alat berupa singkup baja yang digerakkan dengan katrol untuk mengeruk dan menggenggam solar salt yang akan dipindahkan ke *hopper*. Bisa juga disebut alat muat atau bongkar yang sering digunakan untuk memuat atau membongkar muatan jenis curah kering. Kebanyakan muatan curah di muat

ataupun di bongkar atau dari kapal di dermaga khusus bongkar muat muatan curah. Dermaga curah adalah dermaga yang khusus digunakan dalam kegiatan bongkar muat muatan curah kering. Barang curah terdiri dari barang lepas dan tidak dibungkus atau tidak dikemas yang dapat dituangkan atau dipompa ke dalam kapal. *Grab* memiliki kapasitas bongkar muat 32 ton per sekali kerja.



Gambar 20 *Grabs*

Sumber : <https://www.heylpatterson.com/barge-unloading-sistems/>

4. *Wheel loader* adalah alat yang digunakan untuk mengangkat material yang akan dimuat ke dalam *dump truck* atau memindahkan material ke tempat lain. Saat *loader* menggali, *bucket* didorongkan pada material, jika *bucket* telah penuh maka traktor mundur dan *bucket* diangkat keatas untuk selanjutnya dipindahkan.



Gambar 21 *Wheel Loader*

Sumber : <http://www.komatsu.co.id/page/40/wheel-loader>

5. *Dump truck* adalah sejenis *truck* pengangkut yang dipakai untuk membawa muatan *clinker* pada saat kegiatan bongkar muat dari kapal kemudian di bawa ke tempat penumpukan atau sebaliknya.



Gambar 22 *Dump Truck*

Sumber : <https://lampung.tribunnews.com/2022/09/15/selesai-bongkar-muat-semua-pulang-kandang?page=all>

6. *Excavator* memiliki fungsi untuk menggemburkan muatan barang curah kering yang mulai mengeras (memadat) di dalam palka kapal, muatan yang mudah mengeras (memadat) adalah *Soya Bean Meal (SBM)*, *Raw Sugar (Gula)* dan muatan lain yang memiliki sifat mudah menggumpal/memadat. Selain itu *excavator* juga bias digunakan untuk menaikan muatan cargo curah kering *feed wheat* (gandum), *corn* (jagung) yang berada di gudang ke atas *truck* selanjutnya dikirim ke gudang penerima.



Gambar 23 *Excavator*

Sumber : <http://www.bantenport.co.id/bongkar.html>

2.2.5 Kinerja Bongkar Muat Curah Kering

Menurut M Rum Raekhan (2017) Kinerja merupakan tingkat keberhasilan yang di raih oleh pegawai dalam melakukan suatu aktivitas kerja dengan merujuk pada tugas yang harus dilakukannya. Kinerja adalah tingkat pelaksanaan tugas yang dapat dicapai seseorang, unit atau divisi dengan menggunakan kemampuan

yang ada dan batasan-batasan yang telah ditentukan untuk mencapai tujuan organisasi / perusahaan.

Kinerja operasional pelabuhan yang di tentukan oleh Direktorat Jendral Perhubungan Laut (Ditjen Hubla) merupakan hasil kerja terukur yang dicapai di pelabuhan dalam melaksanakan pelayanan kapal, barang, utilitas fasilitas, serta alat dalam periode waktu dan satuan tertentu. Bongkar muat berdasarkan hubungan hukum antara operator kapal (pelayaran) dan pelaksanaan perusahaan bongkar muat kapal, maka aktivitasnya adalah *Stevedoring, Cargodoring, Receiving, Delivery* kegiatan stevedoring dan *liner service* adalah perpanjangan tanggung jawab perusahaan pelayaran, artinya bongkar muat barang dari dan / atau di atas kapal di laksanakan oleh perusahaan pelayaran, sedangkan di luar sistem bongkar muat dilaksanakan badan usaha khusus yang dinamakan perusahaan bongkar muat atau PBM.

2.2.6 Kegiatan Bongkar Muat Curah Kering

Kegiatan bongkar muat barang curah kering baik bahan makanan maupun bahan bukan makanan dapat diselenggarakan di terminal serba guna (*multipurpose terminal*) atau di terminal khusus curah yang dilengkapi dengan fasilitas dan instalasi khusus. Kinerja bongkar muat barang curah sangat tergantung pada kapasitas alat mekanis terpasang di terminal yang bersangkutan. Bahan curah atau muatan curah adalah komoditas yang ditangani, ditransportasikan, dan didistribusikan dalam jumlah besar dan tidak terkemas. Bahan curah juga mengacu pada suatu bahan yang berwujud fluida (cair dan gas) dan butiran, yang setiap individu butirannya memiliki massa yang sangat kecil dibandingkan massa keseluruhan bahan yang dimuat.

Pada hakekatnya bongkar muat barang curah kering (misalnya garam, beras, jagung, kedelai, bungkil dan lain-lain) umumnya sama dengan bongkar muat barang umum (*general cargo*), hanya yang berbeda adalah penggunaan tenaga kerja bongkar muatnya per gang, per palka, per gilir kerja yang dipengaruhi oleh teknologi/peralatan bongkar muat yang digunakan.

Penggunaan tenaga kerja dimaksud diatas bisa berubah jumlahnya misalnya untuk mengejar waktu atau atas permintaan dari pemilik barang atau pihak pelayaran, dampaknya biayanya juga bertambah dan menjadi beban bagi pihak pemilik barang.

Berbekal *manifest, stowage/bay plan* dan *hatch list*, maka foreman segera melakukan kegiatan Bongkar Muat. (Minto et,al 2015) Hal-hal yang dilakukan dalam hal ini adalah:

1. Kegiatan *Stevedoring*

Proses diturunkannya barang-barang muatan dari dek kapal menuju pinggir pelabuhan dengan menggunakan alat-alat berat bongkar muat.

2. Kegiatan *Cargodoring*

Proses dibawahnya barang-barang muatan kapal yang sudah ada di pinggir pelabuhan menuju ke gudang penyimpanan pelabuhan untuk disimpan/ditimbun.

3. Kegiatan *Deliverydoring*

Proses pengiriman barang – barang muatan kapal yang sudah ada di gudang penyimpanan pelabuhan menuju keluar lingkungan pelabuhan untuk disimpan.

4. Kegiatan *Receivedoring*

Proses pengangkutan kembali barang yang ada di pabrik atau di perusahaan atau industri untuk dikirim kembali ke gudang penyimpanan pelabuhan.

2.3 *Conveyor*

Conveyor adalah suatu sistem mekanik yang mempunyai fungsi memindahkan barang dari satu tempat ke 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 *truck* dan mobil pengangkut.

Di dalam industri, bahan-bahan yang digunakan kadang kala merupakan bahan yang berat maupun berbahaya bagi manusia. Untuk itu diperlukan alat transportasi untuk mengangkut bahan-bahan tersebut mengingat keterbatasan kemampuan tenaga manusia baik itu berupa kapasitas bahan yang akan diangkat maupun keselamatan kerja dari karyawan. Salah satu jenis alat pengangkut yang sering digunakan adalah *conveyor* yang berfungsi untuk mengangkut bahan-bahan industri yang berbentuk padat (Alfian, 2021).

Tabel berikut adalah pengelompokan material dan jenis *conveyor* yang direkomendasikan sesuai dengan ukuran partikelnya.

Tabel 3 Klasifikasi Ukuran Partikel dengan Jenis Conveyor

| Jenis Material | Ukuran Besar dari Partikel (mm) | Jenis Conveyor |
|-----------------|---------------------------------|---|
| Gumpalan besar | Diatas 160 | <i>Overland Conveyor, Wire Mesh Conveyor, Plastic Belt Conveyor, Bucket Conveyor</i> |
| Gumpalan sedang | 60 - 169 | <i>Gravity Roller Conveyor, Plastic Belt Conveyor, Bucket Conveyor, Belt Conveyor</i> |
| Gumpalan kecil | 10 - 60 | <i>Drag Conveyor, Chain Driven Conveyor, Screw Conveyor, Belt Conveyor</i> |
| Butiran | 0,5 - 10 | <i>Dust Proof Conveyor, Pharmaceutical Conveyor, Screw Conveyor, Vibrating Conveyor</i> |
| Halus | dibawah 0,5 | <i>Dust Proof Conveyor, Pharmaceutical Conveyor, Flexible Conveyor</i> |

Sumber: <http://eprints.polsri.ac.id/5926/3/FILE%20III%20BAB%20II.pdf>

2.2.1 Belt Conveyor

Belt Conveyor merupakan salah satu alat pemindah bahan yang banyak digunakan di dunia industri pertambangan. Menurut kamus tambang *belt conveyor* merupakan alat untuk mengangkut material *bulk*, unti atau curah. Alat tersebut terdiri dari sabuk atau ban yang terbuat dari berbagai jenis bahan yang tahan terhadap pengangkutan benda padat.

Menurut Simon Togap (2015) *belt conveyor* merupakan alat yang digunakan untuk memindahkan tanah, pasir, kerikil batuan. Kapasitas pemindahan material oleh *belt conveyor* cukup tinggi karena material dipindahkan secara terus menerus dalam kecepatan yang relatif tinggi.

Adapun dari prosesnya penggunaan *belt conveyor* sebagai alat angkut dalam suatu industri mempunyai beberapa kelebihan maupun kekurangan yaitu:

1. Kelebihan penggunaan *belt conveyor*, meliputi:
 - a. Mampu membawa beban berkapasitas besar,
 - b. Kecepatan sabuk dapat diatur untuk menetapkan jumlah material yang dipindahkan persatuan waktu,
 - c. Dapat bekerja dalam arah tanpa membahayakan operator-operator yang mengoperasikannya,
 - d. Memerlukan daya yang lebih kecil sehingga menekan biaya operasinya,
 - e. Tidak mengganggu lingkungan karena tingkat kebisingan dan polusi yang rendah,

- f. Aliran pengangkutan berlangsung secara terus menerus atau *continue*.
- 2. Kelemahan penggunaan *belt conveyor*, meliputi:
 - a. Sabuk atau *belt* sangat peka terhadap pengaruh luar, misalnya timbul kerusakan pada pinggir dan permukaan *belt*,
 - b. Sabuk bisa robek karena batuan keras dan tajam atau ada material logam yang runcing, bisa juga mengakibatkan lepasnya sambungan sabuk,
 - c. Jalur pemindahan (*transfer line*) bersambung, karena untuk satu unit *belt conveyor* hanya bisa dipasang untuk jalur lurus atau lintasan yang tetap,
 - d. Kemiringan/sudut inklinasi yang terbatas,
 - e. Beban tidak bisa diturunkan di sembarang tempat tanpa bantuan alat khusus.

2.2.2 Tipe *Belt Conveyor*

Menurut Bakti Surabaya, Karena sederhana dan mudah dipakai, *belt conveyor* merupakan salah satu jenis *conveyor* paling sering digunakan. Agar kita dapat memanfaatkan *belt conveyor* sesuai dengan berbagai kebutuhan, maka kita akan mendapati beberapa tipe *belt conveyor*.

1. *Cleated Belt Conveyor*

Pola-pola yang menonjol terdistribusikan bersamaan sesuai dengan lebar dari *belt conveyor* pada *cleated belt conveyor*. Pola-pola tersebut berfungsi untuk menunjang bahan sehingga dapat merealisasikan perpindahan dengan bahan jumlah banyak.

Cleated belt conveyor biasanya digunakan untuk batu bara, biji-bijian, bahan bangunan, industri pertanian, industri hydropower dan metalurgi. Dalam jarak – 19 °C – + 40 °C, mesin ini memindahkan berbagai jenis bahan bubuk, granular, bongkahan kecil, juga bahan berbentuk pasta dan cairan dengan proporsi *stacking* 0,5-2,5 t/m³.



Gambar 24 *Cleated Belt Conveyor*

Sumber : <https://www.focusconveyor.com/product/oem-cleated-belt-conveyor-supplier.html>

2. *Inclined Belt Conveyor*

Pada saat material perlu dipindahkan dari posisi ketinggian berbeda, maka seringkali kita akan membutuhkan *inclined belt conveyor* yang menggunakan *belt conveyor* sersan. Namun, terdapat batasan tertentu pada kemiringannya. Umumnya, kemiringan tidak melebihi 18 °.



Gambar 25 *Inclined Belt Conveyor*

Sumber : <https://www.albionhandling.co.uk/product/inclined-belt-conveyor>

3. *Flat Belt Conveyor*

Flat belt conveyor memiliki *struktur* umum dan karakteristik sama seperti *belt conveyor* pada umumnya, sehingga *flat belt conveyor* sangat cocok digunakan untuk perpindahan bahan dengan bentuk yang beragam dan ringan, seperti paket pos, baju, kertas, plastil, dan lain sebagainya. *Flat belt conveyor* terdapat dua tipe yaitu tipe *built-in motor*, juga *head drive* dan *middle drive*.



Gambar 26 *Flat Belt Conveyor*

Sumber : <https://www.garudautomation.com/flat-belt-conveyors-pune.html>

4. *Trough Belt Conveyor*

Trough belt conveyor memiliki kapasitas muatan dan perpindahan yang besar. *belt conveyor* jenis ini memiliki multi-layer *rubber belt*, dengan lebar *belt conveyor* yang beragam mulai dari 500 mm, 650 mm, 800 mm, 1000 mm, 1200 mm and 1400 mm. Sisi yang membawa barang ditunjang oleh sesuai cara kerja *idler heavy duty roller conveyor* yang terdiri dari 3 *heavy duty roller*, dan *return idler roller* terdiri dari *flat roller*.

Trough belt conveyor biasanya digunakan dalam industri tenaga listrik, baja dan besi, pertambangan, pelabuhan, semen, biji-bijian, *feed processing*. *Trough belt conveyor* dapat memindahkan material dalam jumlah curah dengan proporsi yang besar juga seperti batu bara, bijih, tanah, bahan kimia mentah, biji-bijian, dan lain sebagainya. Hal ini membuat *trough belt conveyor* lebih cocok untuk lingkungan produksi yang kurang mendukung atau kurang layak.



Gambar 27 *Trough Belt Conveyor*

Sumber : <https://baktisurabaya.com/tipe-belt-conveyor-dan-material-belt-conveyor/>

5. *Roller Bed Belt Conveyor*

Roller bed belt conveyor merupakan salah satu tipe *belt conveyor* yang menggunakan beberapa *roller conveyor* yang diatur di *support* tetap sesuai dengan jarak tertentu untuk perpindahan bahan.

Roller bed belt conveyor cocok untuk berbagai macam kardus, tas, palet dan bagian lain transportasi *cargo*, sistem *conveyor* ini kebanyakan digunakan untuk penyortiran bagasi stasiun atau bandar udara sebagai *belt conveyor* bandara.

Belt conveyor tipe ini dapat digunakan secara mandiri atau dikombinasikan dengan jenis *conveyor* lainnya atau mesin sejenis lainnya. Mesin *conveyor* memiliki kelebihan yaitu konstruksi yang sederhana, pengoperasian yang dapat diandalkan, *layout line* yang fleksibel, dan lain sebagainya.

Dari punya atau tidak punya *driving device* pada mesin *conveyor*, *roller bed belt conveyor* dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu tipe *unpowered* dan tipe *power*.



Gambar 28 *Roller Bed Belt Conveyor*

Sumber : <https://baktisurabaya.com/tipe-belt-conveyor-dan-material-belt-conveyor/>

6. *Portable Belt Conveyor*

Belt conveyor tipe ini memiliki roda pada bagian bawah *portable belt conveyor* yang dapat bergerak sesuai dengan posisi material, dan biasanya digunakan di lingkungan yang memiliki sudut kecenderungan kecil.

Sistem *belt conveyor* ini biasanya digunakan untuk lokasi pemuatan yang berpindah-pindah seperti, pelabuhan, dermaga, tambang batu bara, gudang, lokasi konstruksi, tambang pasir dan batu, pertanian, dan lain sebagainya, untuk transportasi jarak dekat, muatan, dan bongkar muatan bongkahan besar atau berat tunggal kurang dari 100 kg.



Gambar 29 *Portable Belt Conveyor*

Sumber : <https://www.exctmach.com/products/belt-conveyor/portable-belt-conveyor.html>

7. *Retractable Belt Conveyor*

Frame belt conveyor dapat ditarik dan dilengkapi dengan perangkat sabuk penyimpanan, hal ini dapat membuat *belt conveyor* dapat meregang dengan bebas ke arah panjang dan menyesuaikan panjang *belt conveyor* sesuai dengan perubahan posisi kerja *belt conveyor* setiap saat.

Retractable belt conveyor adalah mesin *belt conveyor* yang paling efisien dan umum digunakan dalam pengangkutan material secara berkelanjutan. Sistem *belt conveyor* ini merupakan peralatan utama sistem pengangkutan batu bara di pabrik persiapan batu bara dan pembangkit listrik.



Gambar 30 *Retractable Belt Conveyor*

Sumber : <https://baktisurabaya.com/tipe-belt-conveyor-dan-material-belt-conveyor/>

8. *Curved Belt Conveyor*

Umumnya, *belt conveyor* hanya dapat berjalan dalam garis lurus pada bidang horizontal atau vertikal. Untuk melewati rintangan atau bagian yang tidak menguntungkan, perlu dipasang stasiun transfer perantara, yang memiliki biaya

teknis tinggi. Dengan adanya *curved belt conveyor* maka memungkinkan *belt conveyor* berada pada posisi miring dengan mengubah sudut idler group, mengurangi jumlah stasiun transfer, dan memecahkan serangkaian masalah yang dibawa oleh stasiun transfer. *Curved belt conveyor* banyak digunakan di pertambangan, metalurgi, industri kimia, pembangkit listrik dan pelabuhan, terutama untuk transportasi jarak jauh.



Gambar 31 *Curved Belt Conveyor*

Sumber : <https://baktisurabaya.com/tipe-belt-conveyor-dan-material-belt-conveyor/>

9. *Steel Belt Conveyor*

Steel belt conveyor menggunakan *belt* yang terbuat dari baja tahan karat sebagai pengganti karet *belt conveyor*. *Belt conveyor* akan mengeluarkan zat berbahaya saat membawa material dengan suhu tinggi, sedangkan *steel belt conveyor* tidak. Oleh karena itu, *steel belt conveyor* lebih cocok untuk pengangkutan bahan di industri makanan.



Gambar 32 *Steel Belt Conveyor*

Sumber : <https://baktisurabaya.com/tipe-belt-conveyor-dan-material-belt-conveyor/>

2.2.3 Prinsip Kerja *Belt Conveyor*

Prinsip kerja *belt conveyor* adalah memindahkan material yang terletak di atas *belt* dimana sesudah sampai di ujung *belt* material akan dicurahkan akibat *belt* berbalik arah. *Drive head pulley* menggerakkan *belt* dengan memakai motor penggerak. Prinsip yang digunakan *head pulley* untuk menarik *belt* adalah adanya gesekan antara permukaan *drum* dengan *belt*, mengakibatkan kapasitasnya tergantung gaya gesek tersebut (Anonim, 2011).

2.2.4 Komponen Utama *Belt Conveyor*

Menurut Dianto, Bagus Besari Wahyu (2019) Adapun komponen-komponen utama dari *belt conveyor* sebagai berikut:

1. *Belt* merupakan pembawa material dari satu titik ke titik lain dan meneruskan gaya putar. *Belt* ini diletakkan di atas *roller* sehingga dapat bergerak secara teratur. Secara umum persyaratan *belt* adalah :
 - a. Tahan beban tarik dan beban kejut.
 - b. Fleksibel.
 - c. Tidak menyerap air.

Untuk persyaratan tersebut, *belt* berlapis karet adalah yang terbaik. *Belt* tekstil berlapis cover karet bertujuan untuk melindungi tekstil dari kerusakan-kerusakan. Karena beberapa jenis material yang dibawa mempunyai sifat abrasif.

2. *Drive Pulley* merupakan *pulley* yang berfungsi menyalurkan energi gerak putar pada *belt* sehingga *belt* bergerak. Biasanya sebagai discharge *pulley* dan juga *drive pulley*.
3. *Head Pulley* dan *Tail Pulley*, *Head Pulley* adalah *Pulley* yang berada pada ujung depan *belt* dimana material dicurahkan. Untuk beberapa desain *pulley* ini digunakan sebagai *pulley* penggerak. *Tail Pulley* merupakan *pulley* yang pada umumnya berada di ujung belakang *belt* dan tidak berputar secara langsung oleh drive unit tetapi berputar karena mengikuti gerakan *belt*.
4. *Take Up* (Pengencang *Belt*) Merupakan sistem yang diinstalasi guna mempertahankan ketegangan *belt* yang mengimbangi peregangan *belt* saat operasional pengangkutan sedang dilakukan. Terdapat dua macam sistem *Take Up* yaitu *Manual Take Up* dan *Automatic Take Up*.

5. *Idler* berfungsi untuk menahan atau menyangga *belt* pada bagian *Carrying* dan *Return*. Jarak antar *idler* tergantung dari fungsi kegunaannya, berikut ini adalah pembagian *idler* menurut fungsi kegunaannya :
 - a. *Impact Idler (Impact roller)* merupakan *idler* yang terletak pada daerah tumpahan material ke dalam *belt*, biasanya terbuat dari *rubber* yang berfungsi menahan beban *impact* dari material yang jatuh di atas *conveyor*, sehingga mengurangi kerusakan *belt*.
 - b. *Carrying Idler* adalah *idler* yang berfungsi untuk menyangga *belt* yang membawa muatan material.
 - c. *Return Idler (Return roller)* merupakan *idler* yang berfungsi untuk menyangga *belt* dengan muatan kosong, secara umum terletak pada bagian bawah *carrying idler*.
 - d. *Transition Idler* merupakan *idler* dengan sudut yang disesuaikan guna menghindari ketidakstabilan *belt* ketika terjadi perubahan sudut *idler*, baik dari kecil menjadi besar ataupun sebaliknya.
 - e. *Weighing Idler* ini merupakan *carrying idler* yang ditempatkan pada *weight bridge* (timbangan). Dengan tingkat kepresisian yang lebih tinggi dari pada *carrying idler* lainnya.
 - f. *Training Idler*, *idler* ini digunakan untuk membantu kelurusan sabuk yang berfungsi membawa (*carrying*) material maupun yang tidak membawa material (*return*).
6. Poros merupakan salah sesuatu bagian yang terpenting dalam pemesian. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Poros transmisi seperti itu dipegang oleh poros. Menurut pembebanannya, poros untuk meneruskan daya yang dapat diklasifikasi sebagai berikut :
 - a. Poros transmisi, poros ini mendapatkan beban puntir atau daya lentur. Daya yang ditransmisikan kepada poros ini melalui kopling, roda gigi, *pulley*, sabuk dan sproket.
 - b. Spindel yaitu poros yang relatif pendek, seperti poros utama perkakas, dimana beban utamanya berupa puntiran. Syarat yang harus dipenuhi poros ini adalah deformasinya harus kecil dan bentuk serta ukurannya harus teliti.
 - c. Gandar adalah poros seperti yang dipasang diantara roda kereta barang tidak mendapat beban puntir, bahkan kadang-kadang tidak boleh berputar, gandar ini hanya akan mendapatkan beban lentur kecuali jika digerakan mula dimana akan mengalami beban puntir juga.

7. Bantalan merupakan salah satu bagian dari elemen mesin yang memegang peranan cukup penting karena fungsi dari bantalan yaitu untuk menumpu sebuah poros agar poros dapat berputar tanpa mengalami gesekan yang berlebihan. Bantalan harus cukup kuat untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Bantalan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :
 - a. Berdasarkan gerakan bantalan terhadap poros
 - 1) Bantalan luncur
Pada bantalan ini terjadi gesekan luncur antara poros dan bantalan karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bantalan dengan perantaraan lapisan pelumas.
 - 2) Bantalan gelinding
Pada bantalan ini terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola, rol, dan rol bulat.
 - b. Berdasarkan arah beban terhadap poros
 - 1) Bantalan radial
Arah beban yang ditumpu bantalan ini adalah tegak lurus sumbu.
 - 2) Bantalan aksial
Arah beban bantalan ini sejajar dengan sumbu poros.
 - 3) Bantalan gelinding khusus
Bantalan ini dapat menumpu beban yang arahnya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.
8. Unit penggerak adalah daya penggerak pada *belt conveyor* ditransmisikan kepada *belt* melalui gesekan yang terjadi antar *belt* pulli penggerak yang digerakkan dengan motor listrik. Unit penggerak terdiri dari beberapa bagian, yaitu pulli, motor serta roda gigi transmisi antara motor dan pulli.
9. *Conveyor Frame* adalah struktur penyangga (*frame*) terbuat dari susunan baja batangan atau besi siku yang disambung dengan menggunakan las listrik. Frame dibuat kaku (*rigid*). Struktur tersebut terbuat dari batangan membujur, tegak dan menyilang. Tinggi dari frame biasanya 400 s/d 500 mm dan jarak batang tegak/tiang adalah 2 s/d 3,5 meter.

2.2.5 Perencanaan *Belt Conveyor*

Adapun yang mempengaruhi perencanaan *belt conveyor* yakni :

1. Luas penampang *belt conveyor*

Luas penampang keseluruhan dari suatu *conveyor* yang berisi material angkut di atasnya adalah penjumlahan dari segitiga sama kaki yang terjadi akibat penumpukan material pada sisi sebelah atas dan luastapesium dibawahnya yang terjadi akibat posisi dudukan *carrying roll*.

Perhitungan luas penampang (*cross section area*) dihitung dengan menggunakan rumus :

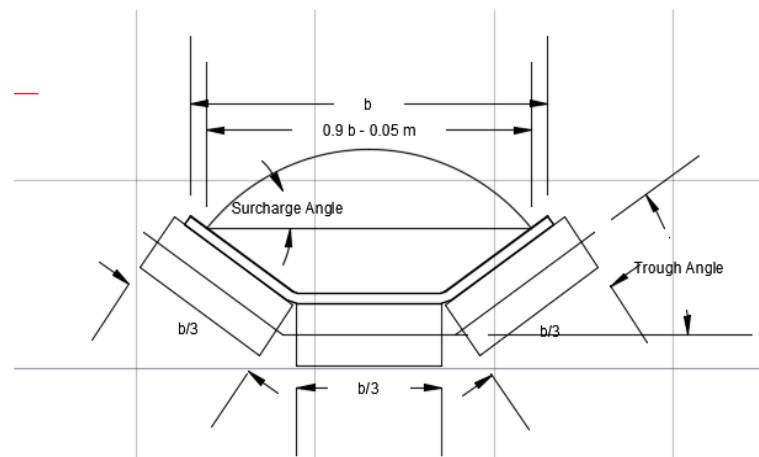
$$A = k(0,9B - 0,05)^2 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

A = luas Penampang (m^2)

k = koefisien *section area* (m^2)

B = lebar *Belt* (m)



Gambar 33 *Cross Section Area*

Luas penampang melintang tergantung dari pada lebar *belt*, sudut *roller/idler* terhadap bidang datar, "angle of repose" material dan bagian *belt* yang terisi material.

Nilai koefisien *section area* "k" dapat dilihat pada Tabel 4 memberikan nilai *numeric* sehubungan dengan pengaturan *belt* pembawa dan sudut kemiringan material

Tabel 4 Koefisiensi *Section Area "k"* pada *Belt Conveyor*

| Tipe <i>Belt</i> | Sudut <i>Trough</i> | Sudut <i>surchage</i> | | |
|-------------------------------------|------------------------|-----------------------|--------|--------|
| | | 10° | 20° | 30° |
| <i>Flat</i> | 0° | 0,0295 | 0,0591 | 0,0906 |
| | 10° | 0,0649 | 0,0945 | 0,1253 |
| | 15° | 0,0817 | 0,1106 | 0,1408 |
| | 20° | 0,0963 | 0,1245 | 0,1538 |
| | 25° | 0,1113 | 0,1381 | 0,1661 |
| | 30° | 0,1232 | 0,1488 | 0,1754 |
| | 35° | 0,1348 | 0,1588 | 0,1837 |
| | 40° | 0,1426 | 0,1649 | 0,1882 |
| | 45° | 0,1500 | 0,1704 | 0,1916 |
| | 55° | 0,1570 | 0,1736 | 0,1907 |
| <i>3 Idler rolls trough</i> | 60° | 0,1568 | 0,1716 | 0,1869 |
| | 30° | 0,1128 | 0,1399 | 0,1681 |
| | 40° | 0,1336 | 0,1585 | 0,1843 |
| | 50° | 0,1495 | 0,1716 | 0,1946 |
| | 60° | 0,1598 | 0,1790 | 0,1989 |
| | 70° | 0,1648 | 0,1808 | 0,1945 |

Sumber : Fadhillia Eka Putri

Nilai koefisien sudut kemiringan *belt conveyor* semakin curam sudut, semakin sedikit jumlah material yang bisa diangkat. Jika pada rangkaian *belt conveyor* terdapat sudut inklinasi maka digunakan koreksi seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Koefisien Sudut Kemiringan "*S*" pada *Belt Conveyor*

| No | Sudut kemiringan (o) | Koefisien kemiringan |
|----|-------------------------|-------------------------|
| 1 | 2 | 1,00 |
| 2 | 4 | 0,99 |
| 3 | 6 | 0,98 |
| 4 | 8 | 0,97 |
| 5 | 10 | 0,95 |
| 6 | 12 | 0,93 |
| 7 | 14 | 0,91 |
| 8 | 16 | 0,89 |
| 9 | 18 | 0,85 |
| 10 | 20 | 0,81 |

Sumber Erinofiardi (2012)

Tabel 6 Panjang Idler

| <i>Belt Width B</i> (mm) | <i>Flat</i> | <i>2 Roll</i> | <i>Trughing Type 3 Roll</i> | <i>Deeptrough</i> | <i>Garland</i> |
|--------------------------|-------------|---------------|-----------------------------|-------------------|----------------|
| 300 | 380 | 200 | - | - | - |
| 400 | 500 | 250 | 160 | - | - |
| 500 | 600 | 315 | 200 | - | - |
| 600 | 700 | 340 | 250 | - | - |
| 650 | 750 | 380 | 250 | - | - |
| 800 | 950 | 465 | 315 | 200 | 165 |
| 1000 | 1150 | 600 | 380 | 250 | 205 |
| 1200 | 1400 | 700 | 465 | 315 | 250 |
| 1400 | 1600 | 800 | 530 | 380 | 290 |
| 1600 | 1800 | 900 | 600 | 465 | 340 |
| 1800 | 2000 | 1000 | 670 | 530 | 360 |
| 2000 | 2200 | 1100 | 750 | 600 | 420 |
| 2200 | 2500 | 1250 | 800 | 640 | 460 |

Sumber Juliandi & Musthafa (2021)

2. Kecepatan *Belt*

Menurut Juanda (2002) Kecepatan *conveyor* dapat dicari dengan menggunakan rumus kapasitas setelah diketahui lebar permukaan, karakteristik material, sudut-sudut yang dibentuk dari material dan kapasitas angkut yang dihasilkan. kecepatan permukaan meningkat seiring dengan lebar permukaan yang digunakan. Yang mana dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$v = \frac{Q}{A \cdot \rho \cdot 3600} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

V = kecepatan (m/s)

Q = kapasitas (ton/jam)

A = luas Penampang (m²)

ρ = densitas Material (ton/m³)

Pemilihan kecepatan maksimum *belt conveyor* yang diijinkan juga bergantung pada jenis material yang diangkut, penggunaan *belt conveyor* tersebut dan lebar *belt conveyor* yang digunakan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 7 Kecepatan *Belt Conveyor* yang Direkomendasikan Berdasarkan Penggunaan *Conveyor*

| Penggunaan konveyor sabuk | Kecepatan sabuk yang direkomendasikan (m/s) |
|---|---|
| Kasus khusus, untuk proses atau sabuk pengumpan | 0,5 |
| Kapasitas rendah, angkutan yang terlindung | 0,5-1,0 |
| Kondisi umum, untuk kapasitas rendah dan jarak pendek | 1,5-3,5 |
| Kapasitas besar, jarak angkut panjang, seperti : angkutan tanah buangan atau biji tambang lainnya | 3,5-6,5 |
| Kasus khusus, seperti : <i>jet conveyor</i> | >6,5 |

Sumber: Juanda Toha, 2002

3. *Material Density*

Material angkut juga dikelompokkan berdasarkan berat jenisnya. Batubara dikelompokkan ke dalam kelompok material sedang yang mempunyai *density* berbeda dengan biji besi yang tergolong kelompok sangat berat.

Tabel 8 *Material Density*

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

Sumber : erinofiardi (2012)

4. Kapasitas *Belt Conveyor*

Kapasitas merupakan hal utama dalam kerja dari suatu *belt conveyor*, yaitu dengan menggunakan rumus:

$$Q = \frac{3600}{1000} \cdot A \cdot v \cdot \rho \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

Q = kapasitas (ton/jam)

A = luas penampang (m²)

v = kecepatan *belt* (m/s)

ρ = densitas material (kg/m³)

5. Produktivitas *Belt Conveyor*

Produktivitas Teoritis *belt conveyor* dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan *Bridgestone Conveyor Belt Handbook* (Anonim, 2014) sebagai berikut:

$$Q_t = 3600 \times A \times v \times \rho \times S \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

Q_t = produktivitas *Belt Conveyor* (ton/jam)

A = luas penampang *belt* (m²)

v = kecepatan *Belt* (m/s)

ρ = densitas material batubara (ton/m³)

S = koefisien kemiringan *belt*

2.3 Metode Proyeksi

Metode proyeksi dalam perkiraan arus muatan adalah sebagai berikut:

1. Metode Aritmatik (*Trend Linier*) adalah teknik prediksi yang paling sederhana dari seluruh model *trend*. Model ini menggunakan persamaan derajat pertama (*first degree equation*). Asumsinya adalah jumlah produksi atau hal lainnya yang dipredikasikan akan terus tumbuh atau terus menurun setiap tahun dengan jumlah tetap. Angka pertumbuhan diperoleh dari data historis tahun sebelumnya. Secara sederhana metode *trend linier* dapat dijelaskan dengan Persamaan:

$$P_t = P_0 + (1 + rt) \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

P_t = jumlah penduduk atau PDRB pada tahun rencana/prediksi

P_0 = jumlah penduduk atau PDRB pada tahun awal

r = angka pertumbuhan

t = selisih tahun rencana/prediksi dengan tahun awal

2. Metode Geometrik menggunakan asumsi dasar yang sama dengan metode trend linier dimana jumlah produksi yang dipredikasikan akan terus tumbuh atau terus menurun. Perbedaannya adalah pada metode geometrik bukan jumlah pertambahan prediksi yang sama, melainkan angka atau persentase pertumbuhannya. Hal ini dikarenakan angka pertumbuhan yang digunakan merupakan fungsi kuadrat dari waktu sehingga kurva yang terbentuk tidak linier tetapi membentuk kurva. Secara sederhana, dapat dijelaskan dengan persamaan:

$$P_t = P_0 + (1 + r)^t \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

P_t = jumlah produksi pada tahun rencana/prediksi

P_0 = jumlah produksi pada tahun awal

r = angka pertumbuhan

t = selisih tahun rencana/prediksi dengan tahun awal

3. Metode *Regresi Linier* hampir sama dengan metode *trend linier*. Perbedaannya terletak pada jumlah prediksi maupun angka pertumbuhannya yang fluktuatif setiap waktu namun tetap berbentuk garis *linier*. Hal ini dikarenakan rumus yang terbentuk merupakan hasil dari analisis keterkaitan yang melibatkan variabel bebas (waktu) dan variabel tetap (hal yang diprediksikan atau jumlah produksi) dengan menggunakan data historisnya. Pada metode ini kita tidak perlu menghitung terlebih dahulu angka pertumbuhannya, melainkan fungsi atau persamaan yang dihasilkan.

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

Y = proyeksi ekonomi (peubah tidak bebas)

x_1x_2 = peubah bebas

b_0 = konstanta

b_1b_2 = koefisien regresi