

Dasar Penanganan Bahan

Dalam Teknologi
Industri Pertanian



Totok Pujiyanto
Puspita Nurlilasari

Dasar Penanganan Bahan



Dalam Teknologi
Industri Pertanian

Totok Pujiyanto
Puspita Nurlilasari



DASAR PENANGANAN BAHAN
Dalam Teknologi Industri Pertanian

Ditulis oleh:

Totok Pujianto
Puspita Nurlilasari

Diterbitkan, dicetak, dan didistribusikan oleh
PT Literasi Nusantara Abadi Grup
Perumahan Puncak Joyo Agung Residence Blok B11 Merjosari
Kecamatan Lowokwaru Kota Malang 65144
Telp : +6285887254603, +6285841411519
Email: literasinusantaraofficial@gmail.com
Web: www.penerbitlitnus.co.id
Anggota IKAPI No. 340/JTI/2022



Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip
atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku
dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Cetakan I, November 2025

Perancang sampul: Noufal Fahriza
Penata letak: Noufal Fahriza

ISBN : 978-634-234-844-4

x + 120 hlm.; 15,5x23 cm.

©November 2025

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya buku ini dapat tersusun dengan judul “Dasar penanganan Bahan”. Buku ini disusun sebagai referensi untuk memberikan pemahaman mendalam tentang pentingnya penanganan bahan dalam berbagai sektor industri, dengan fokus khusus pada industri pertanian dan agroindustri. Penanganan bahan yang efektif dan efisien merupakan salah satu aspek kunci dalam menjaga kualitas produk, meminimalkan kerugian, dan meningkatkan produktivitas secara keseluruhan. Dalam industri pertanian, proses penanganan bahan mencakup berbagai tahapan mulai dari penerimaan bahan baku, penyimpanan, pengolahan, hingga distribusi produk akhir. Setiap tahapan ini memerlukan perhatian khusus, baik dari sisi teknis maupun manajerial, untuk memastikan bahwa bahan yang digunakan dalam proses produksi tidak mengalami kerusakan atau kehilangan nilai ekonominya.

Seiring dengan perkembangan teknologi yang pesat, penerapan alat dan sistem yang lebih canggih dalam penanganan bahan telah menjadi hal yang tidak terelakkan. Teknologi seperti sensor suhu dan kelembapan, sistem manajemen berbasis data, serta otomatisasi dalam pengangkutan bahan telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan dalam sektor ini. Namun, keberhasilan penerapan teknologi tersebut sangat bergantung pada pemahaman yang baik mengenai prinsip-prinsip dasar penanganan bahan, serta penerapan prosedur operasional standar (SOP) yang ketat. Oleh karena itu, buku ini bertujuan untuk mengintegrasikan

teori dan praktik, memberikan wawasan yang berguna bagi praktisi, akademisi, dan pelaku industri dalam merancang dan menerapkan sistem penanganan bahan yang efektif dan berkelanjutan. Selain itu, buku ini juga menyoroti pentingnya keberlanjutan dalam penanganan bahan. Dengan semakin tingginya perhatian terhadap isu lingkungan dan perubahan iklim, penerapan prinsip ekonomi sirkular dan teknologi ramah lingkungan dalam penanganan bahan menjadi hal yang sangat penting. Oleh karena itu, buku ini tidak hanya membahas aspek teknis dan operasional penanganan bahan, tetapi juga mengangkat isu keberlanjutan yang harus diperhatikan dalam setiap tahapan proses. Harapan kami, buku ini dapat memberikan panduan yang komprehensif dan bermanfaat bagi mereka yang terlibat dalam pengelolaan bahan, serta mendorong perkembangan industri yang lebih efisien, aman, dan berkelanjutan. Dengan kata pengantar ini, kami berharap pembaca dapat memahami betapa pentingnya penanganan bahan dalam meningkatkan kualitas dan keberlanjutan industri pertanian, serta memanfaatkan informasi yang disajikan dalam buku ini untuk menerapkan solusi terbaik dalam praktik sehari-hari.

Ucapan terima kasih penyusun sampaikan kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, dalam penyusunan buku ini. Terima kasih kepada rekan-rekan akademisi, mahasiswa, praktisi industri pertanian, serta pihak-pihak yang telah memberikan masukan dan referensi ilmiah sehingga buku ini dapat tersusun secara komprehensif.

PRAKATA

Buku “Dasar Penanganan Bahan” disusun sebagai panduan komprehensif bagi mahasiswa. Penyusunan buku ini didorong oleh kebutuhan akan bahan ajar yang mampu menghubungkan prinsip penanganan bahan dengan aplikasi nyata di industri. Di dalamnya, pembaca akan menemukan pembahasan penanganan bahan yang merupakan salah satu aspek terpenting dalam operasional industri pertanian, karena berhubungan langsung dengan efisiensi dan biaya. Dalam buku ini, saya berusaha untuk mengupas berbagai prinsip yang mendasari material handling, mulai dari pengertian dasar, prinsip-prinsip yang harus diterapkan dalam merancang sistem penanganan bahan, hingga aplikasi praktis dalam industri pertanian. Harapan saya, buku ini dapat menjadi panduan yang berguna bagi mahasiswa, praktisi, dan pengelola industri pertanian dalam merancang sistem yang efisien, aman, dan ramah lingkungan. Penyusun menyadari bahwa penguasaan prinsip fundamental saja tidak cukup untuk menjawab tantangan di dunia industri. Oleh karena itu, buku ini dilengkapi dengan contoh studi kasus dan penyelesaiannya.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan dan apresiasi kepada semua pihak yang membantu menyediakan referensi ilmiah, fasilitas laboratorium, dan dukungan teknis yang memungkinkan buku ini tersusun secara sistematis. Akhirnya, penulis berharap buku ini dapat menjadi sumber referensi yang bermanfaat bagi mahasiswa serta dapat memotivasi pembaca.

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	iii
Prakata	v
Daftar Isi	vii

BAB 1

Pendahuluan	1
-------------------	---

BAB 2

Prinsip-Prinsip Dasar Material Handling	9
---	---

BAB 3

Prinsip-Prinsip Dasar Penanganan Bahan	15
--	----

BAB 4

Penerapan Prinsip Material Handling dalam Industri Tebu	19
--	----

BAB 5

Penerapan Prinsip Material Handling dalam Industri Tomat	23
---	----

BAB 6

Peralatan Penanganan Bahan	27
----------------------------------	----

BAB 7

Rincian Ongkos Material Handling 31

BAB 8

Mendesain Tata Letak Industri Kelapa Sawit
dengan Metode Systematic Handling35

BAB 9

Ongkos Material Handling pada Industri
Tembakau Rokok.....39

BAB 10

Klasifikasi Bahan dan Sifat-Sifatnya43

BAB 11

Peralatan Penanganan Bahan..... 47

BAB 12

Pemindahan Bahan.....53

BAB 13

Bulking, Unitizing, dan Packaging.....57

BAB 14

Flowrate Routing, dan Scheduling 61

BAB 15

Layout Industri Industri, Plant Layout, Tata
Letak Industri.....65

BAB 16

Menghitung Unit Load 69

BAB 17

Menghitung Daya.....73

BAB 18

Menghitung Kapasitas Penanganan Bahan
dan Analisis Kapasitas..... 77

BAB 19

Perbedaan Tipe dan Penggunaan Peralatan
Penanganan Bahan..... 81

BAB 20

Pemilihan Peralatan Penanganan Bahan
dengan Tepat 85

BAB 21

Evaluasi Sistem Penanganan Bahan 89

BAB 22

Usulan Perbaikan Sistem Penanganan
Bahan.....93

BAB 23

Menerapkan dan analisis Penanganan
Bahan dalam Industri Agro.....97

BAB 24

Mengevaluasi Sistem Penanganan Bahan.....105

BAB 25

Menyusun Usulan Perbaikan Sistem
Penanganan Bahan Agroindustri.....111

Penutup..... 117

Daftar Pustaka..... 119



BAB 1

Pendahuluan

Bayangkan pagi hari di sebuah desa perkebunan tebu. Para pekerja baru saja memanen batang-batang tebu segar. Tebu yang tingginya hampir dua meter itu ditumpuk, diikat, dan dinaikkan ke atas truk besar. Truk kemudian melaju ke industri gula, di mana ratusan ton tebu menunggu untuk digiling. Dari ladang hingga industri, dari truk hingga conveyor, dari crusher hingga mesin pengolah, ada satu ilmu yang bekerja di balik layer yaitu material handling atau penanganan bahan. Material handling bukan sekadar memindahkan barang dari titik A ke titik B. Ia adalah seni dan ilmu dalam merancang cara paling efisien, aman, dan ekonomis untuk memindahkan, menyimpan, melindungi, dan mengendalikan material di sepanjang rantai produksi.

Menurut Material Handling Industry (MHI), material handling adalah *“seni dan ilmu pergerakan, penyimpanan, perlindungan, dan pengendalian material sepanjang proses produksi, distribusi, konsumsi, dan pembuangan.”*

Dalam konteks industri agro, penanganan bahan mencakup

- Memanen tebu, singkong, atau stroberi.
- Mengangkut hasil panen ke industri.

- Menggunakan conveyor untuk membawa bahan ke mesin pengolah.
- Menyimpan produk setengah jadi dalam silo atau hopper.
- Mengemas produk akhir dalam kemasan siap jual.

Singkatnya, penanganan bahan adalah jembatan antara bahan mentah dengan produk siap konsumsi. Ruang lingkup penanganan bahan sangat luas dan mencakup hampir semua sektor industri. Secara garis besar, scope dapat dibagi menjadi

1. Pemindahan Material
 - Transportasi dari gudang ke lini produksi.
 - Pemindahan antar mesin dalam satu industri.
 - Distribusi ke konsumen.
2. Penyimpanan dan Perlindungan
 - Menggunakan silo untuk biji-bijian.
 - Cold storage untuk produk susu UHT, daging, atau buah.
 - Rak gudang untuk produk kering seperti rokok tembakau.
3. Pengemasan (Packaging) dan Unitizing
 - Menyatukan produk dalam unit besar (misalnya palletisasi).
 - Melindungi produk agar tidak rusak saat transportasi.
4. Pengendalian (Control)
 - Tracking material dengan barcode, RFID, atau sistem logistik digital.
 - Scheduling dan routing agar pergerakan bahan lebih efisien.

Dari sudut pandang agroindustri, scope ini mencakup perjalanan hasil panen dari ladang → industri → gudang → pasar. Jadi, kenapa kita perlu memikirkan material handling dengan serius? Bukankah cukup hanya memindahkan bahan dengan truk atau conveyor?

Ternyata, tujuan material handling jauh lebih luas dan strategis

1. Efisiensi Biaya
 - Mengurangi biaya transportasi dan pemindahan material.



BAB 2

Prinsip-Prinsip Dasar Material Handling

Setelah memahami definisi, ruang lingkup, dan tujuan penanganan bahan di bab sebelumnya, kini saatnya kita masuk ke inti ilmu ini prinsip-prinsip dasar material handling. Prinsip penanganan bahan akan boros, tidak efisien, bahkan berbahaya.

Mari kita bayangkan sebuah industri saus tomat. Di satu sisi ada tomat segar yang baru datang dari truk, di sisi lain ada botol-botol saus siap jual. Bagaimana tomat berubah menjadi produk siap konsumsi tidak hanya bergantung pada proses produksi, tetapi juga pada cara material ditangani bagaimana tomat dipindahkan, diolah, dikemas, dan didistribusikan. Semua itu diatur oleh prinsip-prinsip material handling berikut.

2.1 Prinsip Planning (Perencanaan)

Setiap aktivitas penanganan bahan harus direncanakan dengan baik. Contoh sebelum memindahkan hasil panen stroberi ke industri pengolahan, perlu direncanakan alat transportasi yang sesuai (apakah menggunakan keranjang plastik, truk berpendingin, atau karung).

Kesalahan umum tanpa perencanaan, produk bisa rusak (stroberi mudah hancur jika ditumpuk dalam karung).

2.2 Prinsip System

Sistem penanganan bahan harus menyatu dengan sistem produksi. Artinya, material handling bukan aktivitas terpisah, tetapi bagian dari aliran produksi. Contoh conveyor di industri gula harus terhubung langsung dengan mesin penggiling agar aliran tebu tidak terputus.

2.3 Prinsip Space Utilization (Pemanfaatan Ruang)

Pemanfaatan ruang harus optimal. Penyimpanan material harus dilakukan secara vertikal (menggunakan rak, silo, hopper) agar ruang horizontal tidak terbuang. Contoh penyimpanan beras lebih efisien dalam silo dibandingkan dalam karung yang ditumpuk di lantai gudang.

2.4 Prinsip Unit Load

Lebih efisien memindahkan sekumpulan material sekaligus dibandingkan satu per satu. Contoh memindahkan 100 botol saus lebih efisien menggunakan pallet dibandingkan mengangkat satu botol setiap kali.

2.5 Prinsip Gravity (Gaya Gravitasi)

Gunakan gaya gravitasi untuk mengurangi energi. Contoh pipa miring untuk mengalirkan cairan, atau slide untuk menurunkan kotak dari lantai dua ke lantai satu.

2.6 Prinsip Simplification (Penyederhanaan)

Semakin sederhana sistem, semakin efisien. Contoh lebih baik membuat jalur lurus conveyor daripada jalur berkeluk.

2.7 Prinsip Safety (Keselamatan)

Keselamatan pekerja dan material harus menjadi prioritas. Contoh pemasangan sensor otomatis pada forklift agar tidak menabrak pekerja.



BAB 3

Prinsip-Prinsip Dasar Penanganan Bahan

Dalam dunia industri, penanganan bahan atau material handling bukan sekadar aktivitas memindahkan barang dari satu titik ke titik lain. Ia adalah sebuah sistem yang terencana, terorganisir, dan penuh perhitungan, di mana setiap langkah yang dilakukan akan memengaruhi efisiensi, biaya produksi, bahkan keselamatan pekerja. Prinsip-prinsip material handling lahir dari pengalaman panjang di industri, gudang, hingga perkebunan, lalu dirumuskan menjadi kaidah yang bisa diterapkan lintas industri. Bayangkan sebuah industri gula tebu yang baru saja dipanen menumpuk di truk, kemudian diturunkan dengan conveyor, dipindahkan ke crusher dengan bucket elevator, dan akhirnya masuk ke proses penggilingan. Semua proses itu tidak bisa asal jalan, harus mengikuti prinsip agar biaya serendah mungkin dan hasil semaksimal mungkin.

Prinsip pertama adalah perencanaan (planning). Dalam penanganan bahan, perencanaan ibarat peta jalan. Tanpa perencanaan yang matang, sistem akan kacau, barang bisa rusak, pekerja bisa celaka, dan biaya akan membengkak. Perencanaan tidak hanya mencakup pemindahan bahan, tetapi juga pemilihan alat, tata letak

industri, dan bahkan jadwal pengiriman. Prinsip kedua adalah sistem (system). Artinya, material handling tidak boleh berdiri sendiri, melainkan harus menyatu dengan keseluruhan sistem produksi. Jika sistem transportasi bahan tidak sinkron dengan kapasitas mesin produksi, maka bottleneck akan terjadi, mengakibatkan antrian bahan menumpuk.

Prinsip ketiga adalah pemanfaatan ruang (space utilization). Ruang di industri itu mahal, dan setiap meter persegi harus dimanfaatkan secara efisien. Oleh karena itu, penggunaan rak tinggi, conveyor bertingkat, atau sistem penyimpanan vertikal sering menjadi solusi. Lalu ada unit load, prinsip keempat, yang berarti bahan sebaiknya dipindahkan dalam bentuk satuan besar atau unit yang lebih praktis, bukan sedikit-sedikit. Misalnya, lebih efisien mengangkut 1 palet berisi 50 karung gula sekaligus, daripada memindahkan karung satu per satu.

Prinsip kelima adalah memanfaatkan gravitasi (gravity). Alam menyediakan tenaga gratis berupa gravitasi, dan industri yang pintar akan menggunakannya. Contoh paling sederhana adalah sistem silo untuk menyimpan gandum atau gula. Bahan masuk dari atas, lalu mengalir ke bawah secara alami tanpa perlu energi tambahan. Selanjutnya adalah prinsip penyederhanaan (simplification), yaitu memastikan jalur material sesingkat mungkin dan seminimal mungkin perpindahan. Jika jalur transportasi bisa dibuat lurus tanpa belokan, maka jangan dibuat berliku-liku.

Prinsip ketujuh adalah keselamatan (safety). Ini bukan hanya untuk melindungi pekerja, tetapi juga untuk memastikan bahan tidak rusak selama proses. Bahan berbahaya seperti asam sulfat harus ditangani dengan sistem tertutup, sementara bahan pangan seperti tomat atau susu harus dipindahkan dengan kondisi higienis. Prinsip kedelapan adalah mekanisasi (mechanization), yaitu menggantikan tenaga manusia dengan mesin, sejauh memungkinkan, agar lebih cepat, konsisten, dan aman.



BAB 4

Penerapan Prinsip Material Handling dalam Industri Tebu

Industri gula merupakan salah satu contoh paling nyata bagaimana prinsip-prinsip penanganan bahan (material handling) diterapkan dari awal hingga akhir proses. Bayangkan suasana di perkebunan tebu saat musim panen. Truk-truk besar penuh dengan tebu segar memasuki gerbang industri gula. Setiap batang tebu harus segera diolah agar kandungan gulanya tidak turun akibat fermentasi alami. Di sinilah peran material handling dimulai bagaimana cara memindahkan tebu dari lahan hingga masuk ke mesin crusher dengan cepat, aman, dan efisien.

Pada tahap pascapanen, prinsip unit load diterapkan dengan cara mengikat tebu dalam bundelan besar, bukan per batang. Ini mempercepat proses pemuatan ke truk sekaligus mengurangi biaya tenaga kerja. Begitu sampai di industri, prinsip gravity dan mechanization mulai terlihat. Conveyor digunakan untuk menurunkan tebu dari truk tanpa harus diangkat manual oleh pekerja, sementara bucket elevator mengangkat tebu ke jalur penggilingan dengan memanfaatkan gerakan mekanis yang konstan.

Setelah itu, tebu masuk ke proses milling atau penggilingan. Di sini, prinsip flow sangat penting. Jalur harus didesain agar tidak ada tumpukan atau kemacetan, karena setiap menit keterlambatan bisa berarti kerugian besar. Tebu yang menumpuk terlalu lama akan kehilangan kadar sukrosa akibat respirasi. Prinsip safety juga diperhatikan dengan ketat pekerja tidak boleh berada di dekat mesin giling tanpa pengamanan, sebab risiko kecelakaan sangat tinggi.

Proses berikutnya adalah crushing, yaitu pemerasan tebu untuk mengeluarkan nira. Pada tahap ini, material handling memastikan bahwa nira mengalir melalui pipa-pipa secara lancar tanpa kontaminasi. Sementara ampas tebu (bagasse) dialirkan ke bagian lain untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler. Di sini, prinsip space utilization ikut berperan ampas tebu ditampung dalam silo besar agar tidak tercecer dan memenuhi ruang produksi.

Penerapan material handling pada industri tebu menunjukkan betapa pentingnya integrasi prinsip planning, system, standardization, dan simplification. Mulai dari desain truk yang seragam ukurannya, lebar conveyor yang disesuaikan dengan kapasitas tebu, hingga tata letak jalur pengangkutan yang sesingkat mungkin. Semua ini bukan hanya soal memindahkan tebu, tetapi juga soal menurunkan ongkos produksi dan meningkatkan efisiensi industri.

Sebuah industri gula menerima pasokan tebu sebesar 600 ton per hari. Tebu diangkut menggunakan conveyor sepanjang 120 meter dengan biaya pengoperasian conveyor sebesar Rp 500 per ton per 100 meter.

1. Hitung ongkos material handling harian untuk memindahkan 600 ton tebu melalui conveyor.
2. Jika conveyor bisa diperpendek menjadi 90 meter dengan desain layout baru, berapa penghematan biaya harian?
3. Hitung total efisiensi pengurangan biaya dalam persentase.



BAB 5

Penerapan Prinsip Material Handling dalam Industri Tomat

Industri pengolahan tomat merupakan contoh menarik bagaimana prinsip-prinsip penanganan bahan diterapkan dengan menyesuaikan karakteristik bahan yang rapuh, mudah rusak, dan sensitif terhadap tekanan. Bayangkan sebuah truk penuh tomat segar baru saja tiba di industri pengolahan saus. Tomat ini tidak bisa diperlakukan kasar seperti batu atau logam, sebab sedikit tekanan saja dapat membuat kulitnya pecah dan menurunkan kualitas produk akhir. Di sinilah peran material handling menjadi kunci bagaimana memindahkan tomat dengan hati-hati, efisien, dan higienis.

Tahap pertama adalah proses penerimaan bahan baku. Tomat diturunkan dari truk menggunakan feeder atau belt conveyor dengan kecepatan rendah. Prinsip safety dan unit load terlihat jelas di sini tomat harus dipindahkan dalam wadah atau peti, bukan dituang begitu saja, agar tidak pecah. Setelah itu, tomat diarahkan ke proses pencucian. Material handling memastikan air pencuci bersirkulasi dengan baik dan tomat bergerak mengalir secara lancar, sesuai prinsip flow dan system.

Setelah bersih, tomat masuk ke proses pengecekan kekentalan (viskositas) untuk menentukan kualitas pulp. Pada tahap ini, prinsip *standardization* diterapkan melalui penggunaan alat ukur viskositas yang seragam. Tomat kemudian dihancurkan dengan mesin *crusher* dan dialirkan ke proses pemasakan untuk dikentalkan menjadi saus. Perpindahan cairan tomat dilakukan melalui pipa *stainless steel*, bukan wadah terbuka, agar terjamin kebersihannya sesuai prinsip *safety*.

Selanjutnya adalah tahap pengisian (*filling*), di mana saus tomat dipindahkan ke dalam botol atau *sachet*. Proses ini harus cepat namun tetap presisi, agar volume setiap kemasan sesuai standar. Prinsip *mechanization* dan *flow* sangat berperan di sini, dengan mesin otomatis yang bisa mengisi ribuan botol per jam. Setelah itu, kemasan ditutup rapat, dipasteurisasi, dan masuk ke tahap *packaging*. Proses *packaging* juga mengikuti prinsip *unit load* dan *space utilization*, dengan mengelompokkan botol saus dalam karton atau *pallet* agar lebih mudah dipindahkan ke gudang penyimpanan.

Dari keseluruhan proses, terlihat bahwa perencanaan (*planning*) menjadi fondasi utama. Tanpa perencanaan tata letak *conveyor*, jalur pipa, dan mesin *filling* yang tepat, aliran produksi bisa terhambat. Selain itu, prinsip *simplification* juga diterapkan dengan meminimalkan perpindahan manual. Semua ini menunjukkan bagaimana penerapan prinsip *material handling* di industri tomat dapat meningkatkan efisiensi, mengurangi kerusakan bahan, dan menekan biaya produksi.

Sebuah industri saus tomat memproduksi 20.000 botol per hari, masing-masing berisi 500 gram saus. Botol dikemas dalam karton berisi 24 botol, kemudian dipindahkan menggunakan *conveyor* sepanjang 60 meter. Biaya *conveyor* adalah Rp 300 per karton per 100 meter.



BAB 6

Peralatan Penanganan Bahan

Setiap industri, baik skala kecil maupun besar, tidak akan pernah lepas dari kebutuhan peralatan untuk penanganan bahan. Peralatan inilah yang menjadi “tangan” dari sistem material handling ia mengangkat, mengangkut, memindahkan, menyimpan, bahkan mengukur bahan agar sampai ke titik tujuan dengan cara yang tepat. Tanpa peralatan yang sesuai, proses produksi akan tersendat, biaya membengkak, dan risiko kerusakan bahan semakin tinggi. Karena itu, pemilihan dan penggunaan peralatan material handling harus mempertimbangkan sifat bahan, kapasitas produksi, jarak perpindahan, serta tingkat keamanan.

Mari kita mulai dengan conveyor, alat paling umum dan ikonik dalam dunia industri. Conveyor hadir dalam berbagai bentuk belt conveyor untuk memindahkan barang ringan dan rapuh seperti tomat, roller conveyor untuk karton atau palet, hingga screw conveyor untuk bahan granular seperti tepung dan gula. Kelebihan conveyor adalah kemampuannya menjaga aliran bahan tetap konstan, sesuai prinsip flow dan mechanization.

Kemudian ada truck, yang menjadi tulang punggung transportasi jarak menengah hingga jauh. Dalam industri tebu misalnya, truck digunakan untuk membawa bundelan tebu dari perkebunan ke

industri. Pemanfaatan truck menunjukkan prinsip unit load, karena bahan diangkut dalam jumlah besar sekaligus.

Selain itu, feeder adalah alat penting yang bertugas mengatur aliran bahan dari satu titik ke sistem berikutnya. Ia berfungsi seperti “penjaga pintu”, memastikan bahan masuk dengan kecepatan stabil agar mesin di hilir tidak kelebihan beban.

Peralatan berikutnya adalah bucket elevator, yaitu sistem pengangkut vertikal yang menggunakan ember-ember kecil untuk mengangkat bahan dari bawah ke atas. Bahan seperti biji-bijian, gula, atau bahkan tebu dapat diangkat dengan cara ini. Dengan bucket elevator, prinsip gravity dan mechanization berjalan beriringan bahan diangkat mekanis lalu dialirkan turun dengan gravitasi.

Untuk bahan dalam jumlah besar dan berat, digunakan excavator. Peralatan ini umum di perkebunan tebu, tambang, atau pelabuhan, ketika bahan harus dipindahkan dari tanah atau tumpukan besar ke truk atau conveyor.

Bahan yang sudah dipindahkan juga membutuhkan tempat penyimpanan sementara. Di sinilah peralatan seperti bin, silo, dan hopper berperan. Bin digunakan untuk penyimpanan dalam jumlah menengah, silo untuk skala besar seperti gandum dan gula, sementara hopper berfungsi sebagai corong untuk mengarahkan bahan masuk ke mesin berikutnya.

Setiap peralatan ini memiliki peran spesifik dan tidak bisa saling menggantikan secara mutlak. Misalnya, Anda tidak bisa mengganti conveyor dengan truck di dalam jalur produksi, atau mengganti silo dengan bucket elevator. Kombinasi dari peralatan ini, yang dirancang sesuai prinsip material handling, akan membentuk sebuah sistem yang efisien, aman, dan hemat biaya.

Sebuah industri pengolahan tomat menggunakan belt conveyor sepanjang 25 meter dengan kecepatan sabuk 0,6 m/s. Lebar conveyor adalah 0,5 meter, dan tinggi tumpukan tomat maksimal di atas sabuk adalah 0,2 meter. Densitas tomat rata-rata 600 kg/m³.



BAB 7

Rincian Ongkos Material Handling

Setiap kegiatan penanganan bahan selalu melibatkan biaya, baik biaya langsung maupun biaya tersembunyi. Biaya ini dikenal sebagai ongkos material handling. Bagi sebagian orang, ongkos material handling terlihat sepele—hanya sekadar biaya transportasi barang dari satu titik ke titik lain. Namun, bila dilihat dari perspektif industri, ongkos ini dapat menyumbang hingga 20–50% dari total biaya produksi, tergantung pada skala dan jenis industri. Karena itu, memahami bagaimana menghitung, mengevaluasi, dan mengurangi ongkos material handling menjadi kunci penting dalam meningkatkan efisiensi sistem produksi.

Secara sederhana, rumus dasar ongkos material handling dapat dituliskan sebagai

$$\text{Ongkos MH} = \text{jarak (m)} \times \text{biaya per meter (Rp/m)}$$

Rumus ini mencerminkan bahwa semakin jauh jarak perpindahan bahan, maka semakin besar pula biaya yang dibutuhkan. Namun dalam praktik nyata, ongkos ini tidak hanya dipengaruhi oleh jarak. Ada faktor lain seperti frekuensi perpindahan, jenis alat, kapasitas, tenaga kerja, dan waktu operasional yang harus diperhitungkan.

Contohnya pada industri kelapa sawit. Buah sawit yang baru dipanen harus segera dipindahkan ke industri agar tidak rusak. Jika jarak kebun ke industri 5 km, maka biaya transportasi per kilogram sawit akan meningkat bila truk kecil digunakan berulang kali. Sebaliknya, dengan mengoptimalkan unit load (misalnya menggunakan truk besar atau conveyor), ongkos material handling bisa ditekan.

Selain jarak, ongkos juga bisa dihitung berdasarkan gaji pekerja yang mengoperasikan peralatan. Pada industri rokok, misalnya, biaya material handling dihitung dengan membagi gaji operator per bulan dengan jarak tempuh pemindahan bahan baku tembakau. Ada juga metode lain yang menggunakan biaya per kereta angkut dikalikan dengan ongkos per meter untuk menghitung total biaya.

Konsep penting lainnya adalah efisiensi ongkos material handling sebelum dan sesudah perbaikan sistem. Misalnya, sebelum ada conveyor, bahan diangkut manual oleh pekerja sehingga ongkosnya tinggi. Setelah dipasang conveyor, biaya per meter menurun drastis. Perbandingan ini disebut pengurangan ongkos material handling, yang sering menjadi dasar justifikasi investasi alat baru.

Dengan kata lain, rincian ongkos material handling adalah cermin dari sejauh mana sistem industri mampu memanfaatkan ruang, waktu, dan tenaga secara efisien. Ia bukan sekadar angka, tetapi juga representasi dari efisiensi manajemen operasional.

Sebuah industri kelapa sawit memindahkan 10 ton buah sawit per hari dari kebun ke industri sejauh 5.000 meter. Biaya material handling adalah Rp 15 per ton per meter.

1. Berapa ongkos material handling per hari?
2. Jika dilakukan perbaikan sistem dengan menggunakan conveyor sehingga biaya turun menjadi Rp 10 per ton per meter, berapa ongkos material handling per hari setelah perbaikan?
3. Hitung efisiensi pengurangan ongkos (dalam persen).



BAB 8

Mendesain Tata Letak Industri Kelapa Sawit dengan Metode Systematic Handling

Tata letak industri atau plant layout adalah seni sekaligus ilmu dalam menempatkan mesin, peralatan, ruang kerja, gudang, hingga jalur material handling secara teratur sehingga tercapai aliran bahan yang lancar, biaya minimum, serta produktivitas maksimum. Di dunia industri, tata letak sering dianggap sebagai “peta jalan” bagi bahan baku dari awal masuk hingga menjadi produk jadi. Jika jalannya berputar-putar, maka waktu dan ongkos akan banyak terbuang. Sebaliknya, bila jalurnya singkat dan efisien, maka kinerja industri akan meningkat pesat.

Dalam konteks industri kelapa sawit, tata letak menjadi sangat penting. Buah sawit adalah bahan yang cepat rusak, sehingga harus segera diproses setelah panen. Jika jalur pemindahan dari kebun ke industri, lalu dari stasiun perebusan ke stasiun pressing, hingga ke stasiun klarifikasi terlalu panjang atau tidak efisien, kualitas minyak sawit akan menurun. Maka, tata letak harus dirancang sedemikian

rupa agar jarak perpindahan minimum, kapasitas terjaga, dan ongkos material handling rendah.

Salah satu metode yang digunakan untuk merancang tata letak industri adalah Systematic Layout Planning (SLP) atau sering disebut juga Systematic Handling Analysis (SHA). Systematic Ha Metode ini menekankan pada pengaturan ruang berdasarkan

1. Hubungan antar aktivitas – seberapa erat keterkaitan antar stasiun kerja.
2. Intensitas aliran bahan – semakin sering bahan berpindah, semakin dekat jaraknya harus ditempatkan.
3. Biaya material handling – semakin jauh jaraknya, semakin besar ongkos yang timbul.

Dalam industri kelapa sawit, misalnya, aliran bahan dari loading ramp → sterilizer → threshing → pressing → clarification → storage harus diatur dalam jalur yang sederhana dan mengalir. Tidak boleh ada jalur balik yang membuat bahan harus berputar jauh. Selain itu, alat transportasi seperti conveyor, bucket elevator, screw conveyor, dan pompa minyak harus ditempatkan secara strategis agar beban ongkos per meter bisa diminimalkan.

Desain tata letak juga perlu mempertimbangkan ruang peralatan berat, akses jalan untuk truk, penempatan silo dan tangki penyimpanan, serta ruang cadangan untuk ekspansi industri di masa depan. Dengan kata lain, tata letak bukan hanya urusan teknis, tetapi juga strategi jangka panjang. Sebuah industri kelapa sawit harus memindahkan buah sawit dari loading ramp ke sterilizer sejauh 20 meter dengan frekuensi 50 kali per hari. Biaya material handling adalah Rp 5 per ton per meter. Berat rata-rata per muatan adalah 1 ton. Industri berencana mengubah tata letak sehingga jarak menjadi hanya 10 meter.

1. Berapa ongkos material handling per hari sebelum perbaikan tata letak?



BAB 9

Ongkos Material Handling pada Industri Tembakau Rokok

Industri rokok adalah salah satu contoh industri padat karya yang sangat bergantung pada sistem penanganan bahan yang efisien. Mulai dari masuknya tembakau kering, pemotongan, pencampuran, hingga proses linting dan pengemasan, semua melibatkan perpindahan bahan dari satu stasiun ke stasiun berikutnya. Setiap kali bahan berpindah, ada ongkos yang muncul—baik berupa ongkos tenaga kerja, ongkos penggunaan alat, maupun ongkos waktu produksi yang terpakai. Karena itu, menghitung ongkos material handling di industri rokok adalah langkah penting untuk mengetahui seberapa efisien sistem yang berjalan.

Dalam praktiknya, ada beberapa metode perhitungan ongkos material handling yang umum digunakan di industri rokok. Pertama adalah metode berbasis gaji tenaga kerja per bulan. Dalam pendekatan ini, ongkos dihitung dengan membagi gaji operator dengan jarak pemindahan rata-rata bahan. Konsepnya sederhana semakin jauh bahan harus dipindahkan, semakin besar ongkos tenaga kerja yang dialokasikan.

Kedua adalah metode berbasis kereta angkut atau troli. Banyak industri rokok menggunakan kereta kecil untuk memindahkan bahan baku dalam jumlah besar. Biaya yang dikeluarkan untuk operasional kereta angkut dihitung per meter, lalu dikalikan dengan jarak pemindahan dan frekuensi pergerakan. Pendekatan ini lebih cocok untuk industri yang sudah menerapkan sistem mekanisasi sederhana.

Ketiga adalah metode berbasis frekuensi pergerakan dan beban muatan. Artinya, ongkos dihitung dengan rumus

$$\text{OngkosMH} = \text{Jarak} \times \text{Frekuensi} \times \text{Biayaperunit} \times \text{Muatan}$$

Dengan metode ini, kita bisa menilai dampak perubahan jarak, intensitas perpindahan, atau perubahan kapasitas muatan terhadap total ongkos material handling.

Menghitung ongkos material handling bukan hanya untuk mengetahui biaya, melainkan juga untuk menilai potensi efisiensi setelah dilakukan perbaikan sistem. Misalnya, jika awalnya perpindahan dilakukan manual oleh pekerja dengan jarak jauh, lalu diubah dengan conveyor atau tata letak baru, maka selisih ongkos before dan after bisa dihitung secara objektif.

Sebuah industri rokok memindahkan tembakau dari gudang ke mesin pencacah sejauh 30 meter. Setiap perjalanan membawa 40 kg tembakau, dengan frekuensi 60 kali per hari. Biaya per kilogram per meter adalah Rp 10. Selain itu, operator yang mengoperasikan troli mendapat gaji Rp 3.000.000 per bulan dengan rata-rata jarak pemindahan 15.000 meter per bulan.

1. Hitung ongkos material handling harian berdasarkan metode biaya per kg per meter.
2. Hitung ongkos material handling per meter berdasarkan metode gaji operator.
3. Jika perusahaan mengganti troli dengan conveyor sehingga jarak berkurang menjadi 20 meter, berapa efisiensi pengurangan ongkos?



BAB 10

Klasifikasi Bahan dan Sifat-Sifatnya

Dalam sistem penanganan bahan, memahami sifat dasar dari bahan yang akan dipindahkan adalah langkah pertama yang sangat penting. Bayangkan jika kita memindahkan gula pasir dengan cara yang sama seperti memindahkan batang baja—tentu tidak mungkin. Setiap bahan memiliki karakteristik fisik, kimia, dan mekanis yang memengaruhi cara penanganan, alat yang digunakan, serta biaya yang dikeluarkan. Karena itu, klasifikasi bahan bukan sekadar pengelompokan akademis, melainkan pedoman praktis untuk menentukan sistem material handling yang tepat.

Secara umum, bahan dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok utama

1. Bahan padat berbentuk bongkahan (lumps/solids in bulk) Contoh batu bara, bijih besi, tebu, singkong. Sifatnya keras, berat, dan biasanya membutuhkan alat berat seperti conveyor, bucket elevator, truck, atau excavator.
2. Bahan granular atau serbuk (granular/powder) Contoh gula pasir, gandum, tepung, semen. Karena sifatnya mudah mengalir,

bahan ini biasanya dipindahkan dengan screw conveyor, silo, hopper, atau pneumatic conveyor.

3. Bahan cair (liquids) Contoh minyak kelapa sawit, santan, susu, kecap. Sifat utama cairan adalah viskositas dan densitas. Cairan dengan viskositas tinggi (misalnya kecap atau madu) memerlukan pompa khusus, sementara cairan encer (misalnya air atau santan) lebih mudah dipindahkan dengan pipa atau pompa standar.
4. Bahan gas (gases) Contoh udara, uap, LPG, CO₂. Gas membutuhkan sistem penanganan tertutup dengan tekanan tertentu, misalnya pipa bertekanan atau tabung gas.
5. Bahan mudah rusak (perishable goods) Contoh stroberi, anggur, tembakau, teh basah, daging segar. Untuk bahan ini, penanganan harus mempertimbangkan suhu, kelembapan, dan waktu, karena keterlambatan dapat menyebabkan kerusakan kualitas.

Selain klasifikasi berdasarkan bentuk, bahan juga memiliki sifat-sifat fisik dan mekanis yang penting

- Densitas (kg/m^3) massa jenis bahan, menentukan alat dan kapasitas angkut.
- Ukuran partikel (mm atau μm) semakin halus, semakin mudah terbang atau tumpah.
- Viskositas (Pa.s) menentukan kemudahan bahan cair untuk dipompa.
- Sudut geser dan sudut istirahat ($^\circ$) menentukan sifat aliran bahan granular.
- Kekuatan mekanis modulus elastisitas, modulus of rupture, atau ketahanan terhadap patah.
- Kerapuhan dan kelembutan apakah bahan mudah pecah atau mudah terkompresi.

Dengan memahami sifat-sifat tersebut, kita bisa memilih peralatan yang paling tepat. Misalnya, bahan dengan densitas tinggi lebih cocok dipindahkan dengan konveyor rantai daripada



BAB 11

Peralatan Penanganan Bahan

Dalam dunia industri, peralatan penanganan bahan adalah "tangan dan kaki" dari sebuah sistem produksi. Bayangkan sebuah industri tanpa alat material handling—tenaga manusia saja tentu tidak akan cukup, apalagi jika harus memindahkan ratusan ton bahan setiap harinya. Karena itu, pemilihan peralatan penanganan bahan tidak hanya menentukan kelancaran produksi, tetapi juga efisiensi biaya, keselamatan kerja, dan kualitas produk.

Peralatan penanganan bahan dapat dikategorikan berdasarkan cara kerjanya

1. Conveyor – Alat ini adalah tulang punggung industri modern. Conveyor berfungsi untuk memindahkan bahan secara kontinu dari satu titik ke titik lain. Ada berbagai jenis conveyor, mulai dari belt conveyor untuk bahan granular seperti gula, chain conveyor untuk beban berat seperti batang baja, hingga screw conveyor untuk tepung atau bubuk. Conveyor sangat efisien karena dapat beroperasi terus-menerus tanpa banyak campur tangan manusia.
2. Truck dan kendaraan angkut – Truck, forklift, dan hand pallet sering digunakan untuk pemindahan bahan dalam jarak menengah hingga jauh. Truck sangat cocok untuk memindahkan

tebu dari ladang ke industri atau mengangkut kelapa sawit dari kebun ke industri pengolahan. Forklift digunakan di dalam gudang untuk memindahkan bahan dalam pallet atau container.

3. Feeder – Alat ini berfungsi sebagai pengatur laju aliran bahan ke peralatan berikutnya. Contoh feeder adalah vibratory feeder yang bergetar untuk mengalirkan bahan granular seperti padi atau kedelai ke mesin penggilingan.
4. Bucket Elevator – Alat ini digunakan untuk memindahkan bahan secara vertikal, biasanya berupa biji-bijian, gula, atau bubuk. Bucket elevator berbentuk serangkaian ember kecil yang dipasang pada belt atau rantai, sehingga bisa mengangkat material ke ketinggian tertentu.
5. Excavator dan alat berat – Excavator, loader, dan bulldozer digunakan untuk material dalam jumlah besar, seperti tanah, batu bara, atau tebu segar dari ladang. Peralatan ini bekerja dengan tenaga mekanik besar dan biasanya digunakan dalam tahap awal sebelum bahan masuk ke sistem yang lebih teratur.
6. Bin, silo, dan hopper – Alat ini sebenarnya berfungsi sebagai tempat penyimpanan sementara sekaligus pengatur aliran material. Hopper biasanya berbentuk corong untuk menyalurkan bahan ke conveyor atau feeder, sedangkan silo digunakan untuk menyimpan dalam jumlah besar, misalnya gandum di industri tepung.

Pemilihan peralatan tidak bisa sembarangan. Faktor-faktor yang harus diperhatikan antara lain sifat fisik bahan (apakah padat, cair, atau gas), jumlah dan kapasitas angkut, jarak pemindahan, arah pemindahan (horizontal atau vertikal), serta aspek biaya. Misalnya, menggunakan truck untuk jarak pendek di dalam gudang tentu tidak efisien, lebih baik menggunakan conveyor. Sebaliknya, untuk memindahkan bahan sejauh 5 km, conveyor tidak masuk akal karena biaya pemasangan terlalu mahal.



BAB 12

Pemindahan Bahan

Pemindahan bahan adalah jantung dari kegiatan material handling. Tanpa pemindahan bahan, tidak ada aliran produksi. Dalam dunia industri, pemindahan bahan dapat diartikan sebagai proses membawa, menggeser, mengangkat, atau memindahkan suatu material dari satu titik ke titik lain dalam rantai produksi. Walaupun tampak sederhana, pemindahan bahan sesungguhnya memiliki implikasi besar terhadap biaya operasional, efisiensi kerja, dan keselamatan karyawan.

Bayangkan sebuah industri pengolahan tebu. Setelah tebu dipanen, ia harus diangkut dengan truck ke industri. Dari truck, tebu dipindahkan ke conveyor. Lalu conveyor membawa tebu menuju crusher untuk dihancurkan. Setiap langkah ini adalah pemindahan bahan, yang apabila dilakukan dengan tepat akan memperlancar aliran produksi, tetapi jika salah memilih metode atau peralatan akan menambah biaya dan memperlambat proses.

Secara umum, pemindahan bahan dapat dibagi menjadi beberapa tipe

1. Pemindahan Horizontal – dilakukan dengan conveyor, truck, atau forklift. Cocok untuk jarak menengah hingga jauh.

2. Pemindahan Vertikal – biasanya menggunakan bucket elevator, lift, atau hoist. Cocok untuk mengangkat biji-bijian, gula, atau bubuk ke silo penyimpanan.
3. Pemindahan Kombinasi – gabungan horizontal dan vertikal, misalnya sistem conveyor yang dilengkapi incline atau decline untuk membawa bahan naik atau turun.
4. Pemindahan Manual – dilakukan manusia dengan peralatan sederhana seperti troli, hand pallet, atau karung. Efisien untuk skala kecil tetapi tidak cocok untuk industri besar.

Pemilihan metode pemindahan bahan sangat dipengaruhi oleh sifat fisik bahan (apakah cair, padat, granular, bubuk, atau gas), volume yang dipindahkan, jarak tempuh, serta arah gerak (horizontal atau vertikal). Sebagai contoh, memindahkan gula pasir menggunakan belt conveyor lebih efisien daripada menggunakan truck kecil di dalam industri. Namun, untuk jarak antar kota, tentu truck atau kereta api jauh lebih masuk akal.

Selain itu, pemindahan bahan juga berkaitan erat dengan biaya material handling. Semakin pendek jarak, semakin sedikit ongkos. Namun, jarak bukan satu-satunya faktor—frekuensi pemindahan, kapasitas peralatan, dan tenaga kerja juga berpengaruh. Inilah sebabnya perusahaan sering melakukan analisis mendalam untuk menentukan apakah lebih baik menggunakan tenaga manual, semi-mekanis, atau full mekanisasi.

Sebuah industri menggunakan belt conveyor untuk memindahkan gula pasir dari area pengemasan ke gudang. Diketahui data berikut

- Panjang conveyor = 50 m.
- Kecepatan belt = 1,5 m/s.
- Lebar belt = 0,8 m.
- Tebal lapisan gula di atas belt = 0,1 m.
- Densitas gula pasir = 850 kg/m³.



BAB 13

Bulking, Unitizing, dan Packaging

Dalam sistem penanganan bahan, tidak cukup hanya memindahkan material dari satu titik ke titik lain. Agar lebih efisien, bahan perlu diatur dalam bentuk muatan tertentu yang lebih mudah ditangani. Di sinilah konsep bulking, unitizing, dan packaging berperan penting.

Bulking adalah proses menggabungkan material dalam jumlah besar agar lebih efisien untuk diangkut. Misalnya, gandum atau gula tidak diangkut per kilogram, melainkan dalam bentuk bulk (curah) menggunakan silo, hopper, atau truck tangki. Sistem bulking sangat efektif untuk bahan yang bersifat homogen dan dapat ditangani dalam jumlah besar tanpa kemasan khusus.

Unitizing adalah upaya menyatukan barang-barang kecil atau kemasan individu ke dalam satuan yang lebih besar, sehingga lebih mudah dipindahkan. Contohnya, 24 botol minuman dikemas dalam satu dus karton, kemudian beberapa dus ditempatkan pada pallet untuk diangkut forklift. Dengan unitizing, produktivitas meningkat karena dalam satu kali pemindahan dapat ditangani banyak barang sekaligus.

Packaging atau pengemasan adalah lapisan paling akhir yang berfungsi melindungi barang dari kerusakan, memudahkan

distribusi, sekaligus memberi nilai jual. Packaging bisa berupa botol plastik, kaleng, dus, atau bahkan karung. Dalam industri pangan, packaging tidak hanya melindungi produk, tetapi juga menjaga keamanan pangan, memperpanjang umur simpan, dan memberikan informasi kepada konsumen.

Ketiga konsep ini saling berhubungan erat. Misalnya dalam industri saus tomat hasil proses dikumpulkan dalam tank bulk besar, kemudian dipindahkan ke mesin filling untuk dikemas ke dalam botol (unit kecil). Selanjutnya, botol-botol dikemas dalam dus karton (unitizing), dan akhirnya dikirim ke pasar dengan palletisasi agar mudah dipindahkan oleh forklift. Dari sudut pandang biaya, semakin efisien sistem bulking, unitizing, dan packaging yang dipakai, semakin rendah ongkos material handling yang ditanggung perusahaan.

Sebuah industri minuman ringan memproduksi botol 1 liter dengan berat bersih isi 1 kg per botol. Data berikut diketahui

- Satu karton berisi 24 botol (total berat isi = 24 kg, berat karton = 1 kg).
- 20 karton ditempatkan di atas satu pallet (berat pallet = 15 kg).
- Jarak pemindahan dari gudang produksi ke gudang ekspedisi = 50 m.
- Biaya pemindahan = Rp 10 per kg per meter.

Hitung

1. Berat total per pallet.
 2. Ongkos material handling per pallet.
 3. Efisiensi unitizing dibandingkan jika botol dipindahkan satu per satu.
- Langkah 1 Hitung berat satu karton.
Berat isi=24kg
Total per karton=25kg



BAB 14

Flowrate Routing, dan Scheduling

Dalam sistem penanganan bahan, bukan hanya alat yang penting, tetapi juga bagaimana aliran (flow) material direncanakan. Bayangkan sebuah jalan raya yang macet meskipun mobilnya bagus, jika arus lalu lintas tidak diatur, maka perjalanan menjadi lambat dan boros bahan bakar. Hal yang sama berlaku di industri material harus mengalir dengan lancar, rutenya jelas, dan waktunya terjadwal. Di sinilah konsep flowrate, routing, dan scheduling menjadi kunci.

Flowrate atau laju alir adalah jumlah material yang dipindahkan per satuan waktu. Flowrate bisa dihitung dalam bentuk volume (m^3/jam), massa (kg/jam), atau jumlah unit (pcs/jam). Flowrate yang tepat memastikan tidak ada bottleneck (kemacetan) atau overcapacity (kelebihan muatan) di jalur produksi. Misalnya, jika conveyor mampu mengangkut 10 ton/jam, tetapi mesin penggilingan hanya bisa memproses 5 ton/jam, maka akan terjadi penumpukan.

Routing adalah jalur yang dilalui material dari satu proses ke proses berikutnya. Routing yang baik harus meminimalkan jarak, menghindari lintasan silang, dan mengurangi risiko kecelakaan. Misalnya dalam industri gula, rute tebu dari truck $\rightarrow$ conveyor $\rightarrow$ crusher $\rightarrow$ mill harus dibuat seefisien mungkin agar tidak ada lintasan yang saling mengganggu.

Scheduling adalah penjadwalan waktu pemindahan material. Tanpa jadwal, bisa terjadi antrian panjang di mesin tertentu atau kekosongan bahan di mesin lain. Dalam agroindustri, scheduling sangat penting karena banyak bahan baku yang bersifat mudah rusak. Misalnya, tebu harus segera digiling dalam 24 jam setelah panen untuk mencegah penurunan rendemen gula.

Ketiga konsep ini saling terkait erat. Flowrate menentukan kapasitas, routing menentukan jalur paling efisien, dan scheduling memastikan aliran berlangsung tepat waktu. Dengan kombinasi yang tepat, industri bisa menekan biaya material handling, meningkatkan produktivitas, dan menjaga kualitas produk.

Sebuah industri tepung menggunakan belt conveyor untuk memindahkan gandum ke mesin penggiling. Data berikut diketahui

- Lebar belt = 1,2 m.
- Tebal lapisan gandum di atas belt = 0,2 m.
- Kecepatan belt = 1 m/s.
- Densitas gandum = 780 kg/m^3 .
- Mesin penggiling hanya mampu memproses maksimal 250 ton/hari (24 jam).

Tentukan

1. Flowrate conveyor dalam ton/jam.
 2. Apakah kapasitas conveyor sesuai dengan kapasitas mesin penggiling?
- Langkah 1 Hitung luas penampang gandum di atas belt.
 $A = \text{lebar} \times \text{tebal}$
 $A = 1,2 \times 0,2 = 0,24 \text{ m}^2$
 - Langkah 2 Hitung volume gandum yang dipindahkan per detik.
 $V = A \times v$
 $V = 0,24 \times 1 = 0,24 \text{ m}^3$
 - Langkah 3 Hitung massa gandum per detik.
 $m = V \times \rho_m$
 $m = 0,24 \times 780 = 187,2 \text{ kg/detik}$



BAB 15

Layout Industri Industri, Plant Layout, Tata Letak Industri

Dalam industri, tata letak industri atau plant layout adalah fondasi utama untuk mencapai efisiensi produksi. Tata letak menentukan bagaimana mesin, peralatan, gudang, dan jalur transportasi material ditempatkan dalam suatu ruang industri. Sebuah tata letak yang baik akan menghasilkan aliran material yang lancar, biaya material handling yang rendah, serta waktu produksi yang lebih singkat. Sebaliknya, tata letak yang buruk bisa mengakibatkan penumpukan bahan, jalur silang yang berbahaya, bahkan meningkatkan ongkos produksi hingga dua kali lipat.

Definisi plant layout adalah pengaturan fasilitas produksi, termasuk mesin, peralatan, area penyimpanan, jalur transportasi, hingga area kerja operator, agar aliran bahan, informasi, dan pekerja berlangsung seefisien mungkin. Dalam agroindustri, tata letak industri juga harus memperhitungkan sifat bahan yang ditangani. Misalnya, bahan pangan seperti susu atau buah-buahan segar memerlukan jalur cepat dengan penyimpanan pendingin, sementara bahan kering seperti padi atau kopi bisa lebih fleksibel.

Ada beberapa jenis tata letak industri yang umum digunakan

1. Tata letak produk (Product Layout) – Mesin dan peralatan disusun mengikuti urutan proses produksi. Contoh jalur perakitan minuman dalam botol, mulai dari pengisian, penutupan, labeling, hingga pengemasan.
2. Tata letak proses (Process Layout) – Mesin dikelompokkan berdasarkan jenis proses. Cocok untuk industri dengan produk beragam, misalnya bengkel mesin atau industri pengolahan hasil pertanian skala kecil.
3. Tata letak seluler (Cellular Layout) – Peralatan dikelompokkan dalam sel-sel produksi berdasarkan keluarga produk. Misalnya, semua mesin yang berhubungan dengan pengolahan tepung jagung ditempatkan dalam satu sel.
4. Tata letak tetap (Fixed Position Layout) – Produk tidak bergerak, tetapi pekerja dan peralatan yang mendatangi produk. Contohnya pembangunan kapal atau silo besar.
5. Tata letak gabungan (Combination Layout) – Kombinasi dari dua atau lebih jenis tata letak, umum dipakai di industri besar yang kompleks.

Prinsip utama dalam merancang tata letak adalah mengurangi jarak perpindahan material, menghindari lintasan silang, memanfaatkan ruang seoptimal mungkin, serta meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pekerja. Dengan prinsip ini, biaya material handling bisa ditekan, aliran bahan menjadi lebih lancar, dan produktivitas meningkat.

Sebuah industri pengolahan kopi merencanakan tata letak baru. Data berikut diketahui

- Jarak perpindahan bahan baku dari gudang ke mesin roasting = 30 m.
- Jarak dari mesin roasting ke mesin penggilingan = 15 m.
- Jarak dari mesin penggilingan ke area pengemasan = 25 m.



BAB 16

Menghitung Unit Load

Konsep unit load merupakan salah satu prinsip fundamental dalam penanganan bahan. Unit load dapat diartikan sebagai jumlah material yang digabung menjadi satu kesatuan untuk dipindahkan, disimpan, atau ditangani sebagai satu unit, bukan secara terpisah. Prinsip ini bertujuan untuk mengurangi jumlah perpindahan material, mengefisienkan waktu, serta menurunkan biaya material handling. Misalnya, lebih mudah dan murah memindahkan 10 karung beras dengan forklift sekaligus, daripada mengangkat karung-karung tersebut satu per satu dengan tenaga manusia.

Secara sederhana, unit load bisa berupa palet, kontainer, drum, kotak, atau keranjang, yang digunakan untuk menyatukan material dalam jumlah tertentu. Dalam agroindustri, konsep unit load sangat nyata terlihat buah stroberi diletakkan dalam peti plastik untuk memudahkan transportasi ke gudang pendingin, tebu dikumpulkan dalam truk atau gerobak, dan kopi hasil sangrai dikemas dalam karung-karung besar untuk memudahkan distribusi.

Rumus dasar perhitungan unit load berkaitan dengan berat, volume, dan frekuensi pemindahan

$$\text{Ongkos Material Handling} = \text{Jarak} \times \text{Frekuensi} \times \text{Biaya per Unit Load}$$

Dalam beberapa kasus, unit load juga dihitung untuk menentukan jumlah perjalanan yang dibutuhkan. Semakin besar kapasitas unit load, semakin sedikit jumlah perjalanan yang diperlukan, sehingga biaya bisa ditekan. Namun, unit load juga harus memperhitungkan faktor keamanan (tidak boleh terlalu berat untuk pekerja atau terlalu besar untuk alat angkut) serta sifat bahan (misalnya buah mudah rusak jika ditumpuk terlalu banyak).

Sebuah industri saus tomat ingin memindahkan botol saus dari lini produksi ke gudang penyimpanan. Data berikut diketahui

- Jumlah botol saus yang harus dipindahkan per hari = 4.800 botol.
- Berat satu botol = 0,5 kg.
- Satu peti plastik dapat memuat 24 botol.
- Jarak dari produksi ke gudang = 40 meter.
- Biaya pemindahan per peti per meter = Rp 10.

Tentukan

1. Jumlah unit load (peti) yang dibutuhkan per hari.
 2. Total ongkos material handling per hari.
 3. Jika kapasitas peti ditambah menjadi 36 botol per peti, berapa penghematan ongkos yang diperoleh?
- Langkah 1 Hitung jumlah unit load per hari (24 botol per peti).

$$\text{Jumlah peti} = \frac{4800}{24} = 200 \text{ peti}$$
 - Langkah 2 Hitung total ongkos material handling.

$$\text{Ongkos} = \text{Jumlah peti} \times \text{Jarak} \times \text{Biaya}$$

$$= 200 \times 40 \times 10 = \text{Rp } 80.000$$
 - Langkah 3 Hitung jumlah unit load baru (36 botol per peti).

$$\text{Jumlah peti baru} = \frac{4800}{36} = 133,33 \approx 134 \text{ peti}$$
 - Langkah 4 Hitung ongkos material handling baru.

$$\text{Ongkos baru} = 134 \times 40 \times 10 = \text{Rp } 53.600$$
 - Langkah 5 Hitung efisiensi.

$$\text{Efisiensi} = \frac{80.000 - 53.600}{80.000} \times 100\% = 33\%$$



BAB 17

Menghitung Daya

Dalam sistem penanganan bahan, daya merupakan salah satu parameter paling penting yang menentukan efisiensi dan kapasitas alat yang digunakan. Daya di sini berarti laju kerja atau energi per satuan waktu yang dibutuhkan untuk memindahkan, mengangkat, atau mengalirkan material dari satu titik ke titik lain. Semakin berat material, semakin jauh jarak pemindahan, dan semakin cepat waktu yang diinginkan, maka semakin besar daya yang diperlukan.

Secara umum, hubungan dasar daya dapat dituliskan dengan persamaan

$$P=W \times t$$

di mana

- P = daya (Watt)
- W = usaha atau kerja (Joule)
- t = waktu (detik)

Untuk kasus pengangkatan material secara vertikal, daya dihitung dengan

$$P = F \cdot dt = m \cdot g \cdot ht$$

di mana

- F = gaya (Newton)
- d = jarak (meter)
- m = massa (kg)
- g = percepatan gravitasi ($9,81 \text{ m/s}^2$)
- h = tinggi pengangkatan (meter)

Sedangkan untuk sistem conveyor atau pemindahan horizontal, daya bisa dikaitkan dengan gaya gesek yang dilawan dan kecepatan

$$P = F \cdot v$$

di mana v adalah kecepatan perpindahan material.

Konsep daya tidak hanya berhubungan dengan motor listrik atau mesin, tetapi juga bisa diaplikasikan pada kerja manual. Misalnya, seorang pekerja yang mengangkat karung beras menaiki tangga sebenarnya sedang mengeluarkan daya, hanya saja dalam bentuk tenaga otot. Inilah mengapa efisiensi material handling sangat penting semakin kecil daya yang dibutuhkan per unit material, semakin hemat energi dan biaya yang dikeluarkan.

Misalnya, sebuah bucket elevator digunakan untuk mengangkat tebu dari tempat penampungan ke mesin penghancur. Data berikut diketahui

- Massa tebu yang diangkat = 1.000 kg.
- Tinggi pengangkatan = 5 meter.
- Waktu pengangkatan = 30 detik.
- Percepatan gravitasi = $9,81 \text{ m/s}^2$.

Tentukan

1. Usaha total yang dilakukan elevator.
2. Besar daya yang dibutuhkan.
3. Jika motor penggerak memiliki efisiensi 80%, berapa daya listrik yang harus disediakan?



BAB 18

Menghitung Kapasitas Penanganan Bahan dan Analisis Kapasitas

Kapasitas penanganan bahan berbeda dengan kapasitas alat tunggal. Jika pada bab sebelumnya kita membahas kapasitas sebuah conveyor atau elevator secara individual, maka pada bab ini kita membahas kapasitas sistem penanganan bahan secara keseluruhan. Kapasitas penanganan bahan menggambarkan kemampuan sistem material handling untuk memindahkan material dari satu titik ke titik lain dalam suatu proses produksi dalam periode waktu tertentu.

Analisis kapasitas sangat penting, karena sistem material handling biasanya terdiri dari beberapa tahap pengangkutan, pengisian, penyimpanan, dan pemindahan kembali. Jika salah satu tahapan memiliki kapasitas lebih rendah dibandingkan yang lain, maka titik tersebut menjadi bottleneck. Akibatnya, aliran material terhambat, waktu produksi bertambah, dan biaya meningkat.

Secara umum, kapasitas penanganan bahan dapat dihitung dengan formula

$$Q = M \times f$$

di mana

- Q = kapasitas penanganan bahan (kg/jam, ton/hari, dll.)
- M = massa material per unit load (kg atau ton)
- f = frekuensi pemindahan per siklus (kali/jam)
- t = waktu (jam)

Dalam praktik, analisis kapasitas juga harus memperhitungkan

1. Utilisasi alat (berapa persen waktu alat benar-benar beroperasi).
2. Efisiensi operator (untuk sistem manual).
3. Faktor kehilangan seperti tumpahan, kerusakan material, dan waktu henti mesin.

Sebuah industri kelapa sawit memindahkan tandan buah segar (TBS) dari truk ke hopper dengan menggunakan wheel loader. Data berikut diketahui

- Berat rata-rata 1 unit load (1 scoop bucket) = 800 kg.
- Waktu siklus wheel loader (mengambil, mengangkat, menuang, kembali) = 4 menit.
- Waktu operasi efektif per jam = 50 menit (10 menit hilang untuk idle dan koreksi posisi).

Tentukan

1. Kapasitas penanganan bahan (kg/jam dan ton/jam).
 2. Jika efisiensi operator hanya 85%, berapa kapasitas nyata?
- Langkah 1 Hitung jumlah siklus per jam.
 $\text{Jumlah siklus} = \text{Waktu efektif} \div \text{Waktu per siklus}$
 $= 50 \text{ menit} \div 4 \text{ menit} = 12,5 \text{ siklus/jam}$
 - Langkah 2 Hitung kapasitas teoritis.
 $Q = M \times \text{Jumlah siklus}$
 $= 800 \times 12,5 = 10.000 \text{ kg/jam}$
 $= 10 \text{ ton/jam}$



BAB 19

Perbedaan Tipe dan Penggunaan Peralatan Penanganan Bahan

Peralatan penanganan bahan (material handling equipment) merupakan tulang punggung dalam sistem logistik dan produksi, karena tanpa peralatan yang tepat, pemindahan material akan memakan banyak waktu, tenaga, dan biaya. Peralatan ini secara umum dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tipe berdasarkan cara kerja dan penggunaannya peralatan manual, mekanis, otomatis, serta khusus. Setiap tipe memiliki kelebihan dan keterbatasan, sehingga pemilihannya harus disesuaikan dengan sifat bahan, volume material, jarak pemindahan, serta kondisi lingkungan kerja.

1. Peralatan Manual Peralatan ini digerakkan sepenuhnya oleh tenaga manusia. Contoh troli dorong, keranjang, drum, ember, dan gerobak kecil. Peralatan manual cocok untuk penanganan bahan dengan volume kecil, jarak pendek, dan kondisi di mana investasi mesin tidak ekonomis. Misalnya, pekerja di pasar tradisional memindahkan sayuran menggunakan keranjang bambu.

2. Peralatan Mekanis Peralatan ini menggunakan tenaga mesin untuk membantu pemindahan material. Contoh forklift, conveyor, hoist, crane, bucket elevator, dan excavator. Peralatan mekanis memungkinkan pemindahan dalam jumlah besar dengan tenaga yang lebih efisien. Misalnya, forklift digunakan untuk memindahkan palet berisi karton susu UHT dari gudang ke truk distribusi.
3. Peralatan Otomatis Dengan berkembangnya teknologi, muncul sistem penanganan bahan berbasis otomatisasi, seperti AGV (Automated Guided Vehicle), robot lengan industri, dan conveyor otomatis dengan sensor. Sistem ini mampu bekerja dengan presisi tinggi, mengurangi kebutuhan tenaga manusia, serta meningkatkan kecepatan dan akurasi distribusi material. Contohnya, di industri e-commerce, AGV digunakan untuk memindahkan rak barang langsung ke operator packing.
4. Peralatan Khusus Beberapa industri membutuhkan peralatan khusus karena sifat materialnya unik, seperti pipelines untuk cairan, pneumatic conveyor untuk tepung atau butiran kecil, serta cold storage conveyor untuk produk beku. Contohnya, dalam industri susu, pipeline stainless steel digunakan untuk memindahkan susu segar dari ruang pendingin ke tangki pasteurisasi tanpa kontaminasi.

Dalam contoh aplikasi nyata, mari kita bandingkan penggunaan beberapa tipe peralatan pada industri tebu dan saus tomat. Pada industri tebu, peralatan manual digunakan petani untuk mengikat tebu hasil panen. Kemudian, peralatan mekanis berupa truk dan conveyor digunakan untuk mengangkut tebu ke industri dan memindahkannya ke mesin crusher. Dalam industri modern, sistem otomatis dengan sensor dipakai untuk mengatur aliran tebu menuju unit penggilingan. Pada industri saus tomat, proses pengisian botol dilakukan menggunakan filling machine otomatis, sedangkan pengemasan botol ke dalam karton bisa menggunakan robot lengan.



BAB 20

Pemilihan Peralatan Penanganan Bahan dengan Tepat

Pemilihan peralatan penanganan bahan (material handling equipment) merupakan salah satu keputusan paling krusial dalam desain dan operasional industri. Alat yang dipilih tidak hanya memengaruhi efisiensi aliran material, tetapi juga menentukan biaya produksi, tingkat keselamatan, serta umur operasional industri. Pemilihan alat tidak boleh sekadar berdasarkan harga beli atau tren industri, melainkan harus mempertimbangkan jenis material, volume produksi, jarak pemindahan, kondisi lingkungan, serta fleksibilitas proses produksi.

Secara umum, peralatan penanganan bahan dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis utama, yaitu alat angkut manual (hand pallet, troli, forklift), alat konveyor (belt conveyor, screw conveyor, chain conveyor), alat pengangkat (crane, hoist, bucket elevator), alat penyimpanan (bin, silo, hopper), serta alat pemindahan berat (truck, excavator). Pemilihan alat yang tepat ditentukan dengan mengacu pada prinsip-prinsip material handling unit load, space utilization, flow, mechanization, safety, dan standardization.

Sebagai contoh, bila material yang ditangani berupa gandum dalam jumlah besar di industri tepung, maka alat yang paling efisien adalah screw conveyor atau bucket elevator, karena dapat mengangkut material curah (bulk) dalam kapasitas tinggi dengan jalur vertikal maupun horizontal. Namun, bila material berupa produk akhir dalam kardus, maka forklift atau hand pallet jauh lebih efisien karena fleksibel dan mudah diarahkan. Faktor-faktor pemilihan peralatan diantaranya adalah

1. Jenis Material

- Material curah (biji-bijian, gula, garam) cocok dengan conveyor atau bucket elevator.
- Material padat berkemasan (karton, karung) cocok dengan forklift atau truck.
- Material cair (minyak, saus, kecap) memerlukan pompa atau pipeline handling system.

2. Jarak dan Rute Pemindahan

- Jarak pendek → troli, hand pallet, roller conveyor.
- Jarak menengah → forklift, belt conveyor.
- Jarak jauh → truck, kereta angkut.

3. Volume atau Kapasitas

- Volume kecil → manual handling atau semi-mekanis.
- Volume besar → mekanisasi penuh (belt conveyor, bucket elevator, silo).

4. Kondisi Lingkungan

- Area panas → gunakan material tahan panas.
- Area lembab/korosif → gunakan stainless steel conveyor.
- Area terbatas → gunakan overhead crane untuk hemat ruang.

5. Ekonomi dan Efisiensi Alat harus memberikan biaya total terendah, bukan hanya harga beli terendah. Biaya total mencakup harga pembelian, biaya operasional, biaya perawatan, hingga ongkos kerugian bila terjadi downtime.



BAB 21

Evaluasi Sistem Penanganan Bahan

Evaluasi sistem penanganan bahan adalah langkah penting untuk mengetahui apakah sistem yang digunakan sudah berjalan efisien, aman, ekonomis, dan sesuai kebutuhan produksi. Tanpa evaluasi, perusahaan berisiko mengalami pemborosan ongkos material handling, penurunan produktivitas, kerusakan material, bahkan kecelakaan kerja. Evaluasi bukan hanya soal menghitung biaya, tetapi juga menyangkut aliran material (flow), performa alat, pemanfaatan ruang, ergonomi, hingga faktor manusia.

Secara umum, evaluasi sistem material handling dilakukan melalui empat aspek utama

1. Evaluasi Kapasitas Kapasitas aktual dibandingkan dengan kapasitas teoritis untuk mengidentifikasi adanya bottleneck. Jika alat tidak mampu memenuhi kebutuhan, perlu dilakukan penambahan unit atau perubahan metode kerja.
2. Evaluasi Biaya Biaya aktual material handling dihitung dan dibandingkan dengan standar biaya yang seharusnya. Komponen

biaya meliputi ongkos energi, gaji operator, biaya perawatan alat, dan kerugian akibat tumpahan atau kerusakan material.

3. Evaluasi Efisiensi Aliran Material (Flow Analysis) Analisis aliran material dilakukan untuk melihat apakah jalur pemindahan sudah optimal. Jika jarak pemindahan terlalu jauh atau sering terjadi lintasan silang, maka tata letak industri (plant layout) perlu diperbaiki.
4. Evaluasi Keamanan dan Ergonomi Sistem penanganan bahan juga dievaluasi dari aspek keselamatan kerja. Apakah pekerja terbebani oleh unit load terlalu berat? Apakah jalur forklift sudah aman dan bebas hambatan? Apakah ada risiko kontaminasi pada bahan pangan? Semua ini harus terjawab dalam evaluasi.

Sebuah industri kelapa sawit menggunakan wheel loader untuk memindahkan tandan buah segar (TBS) dari truk ke hopper. Dari hasil observasi

- Kapasitas teoritis wheel loader = 10 ton/jam.
- Kapasitas aktual rata-rata = 7,5 ton/jam.
- Biaya operasional = Rp 1.000.000 per hari.
- Biaya standar yang ditargetkan = Rp 750.000 per hari.
- Terdapat antrian truk rata-rata 20 menit per kedatangan.

Analisis

- Dari sisi kapasitas, terdapat gap 25% antara kapasitas teoritis dan aktual. Penyebab operator sering idle, dan jalur pemindahan kurang efisien.
- Dari sisi biaya, terjadi pemborosan Rp 250.000 per hari akibat rendahnya efisiensi.
- Dari sisi aliran material, jalur wheel loader berputar terlalu panjang karena hopper hanya memiliki satu pintu masuk.
- Dari sisi keselamatan, terjadi tumpahan buah sawit yang berpotensi menjadi bahaya selip.



BAB 22

Usulan Perbaikan Sistem Penanganan Bahan

Setiap sistem penanganan bahan, sebaik apa pun desain awalnya, pada akhirnya akan menghadapi berbagai tantangan operasional. Seiring waktu, kapasitas produksi meningkat, jenis bahan yang ditangani berubah, atau layout industri mengalami modifikasi. Hal-hal ini dapat membuat sistem lama menjadi tidak lagi efisien. Oleh karena itu, perlu dilakukan evaluasi berkala dan penyusunan usulan perbaikan sistem penanganan bahan. Usulan ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi ongkos, mengurangi waktu pemindahan, mengoptimalkan penggunaan ruang, dan meningkatkan keselamatan kerja.

Perbaikan sistem bisa dilakukan dengan berbagai cara. Ada perbaikan yang sifatnya sederhana, seperti menambahkan troli tambahan untuk mengurangi frekuensi bolak-balik pekerja. Ada pula perbaikan besar, seperti mengganti forklift manual dengan Automated Guided Vehicle (AGV), atau mengganti tenaga kerja manual dengan conveyor otomatis. Prinsip utama dari usulan perbaikan adalah meminimalkan waste dalam sistem baik itu waste waktu, tenaga,

biaya, maupun potensi kerusakan material. Maka, strategi perbaikan system adalah sebagai berikut

1. Optimasi Layout Menata ulang tata letak mesin, gudang, dan jalur aliran material untuk meminimalkan jarak tempuh. Layout yang baik akan mengurangi biaya material handling secara signifikan.
2. Mekanisasi Mengganti proses manual dengan peralatan mekanis atau otomatis, misalnya conveyor, bucket elevator, atau forklift elektrik.
3. Unit Load Memanfaatkan palet, container, atau bulk handling sehingga material dapat dipindahkan sekaligus dalam jumlah besar.
4. Standardisasi Menyatukan ukuran kemasan, palet, atau kontainer sehingga lebih mudah dipindahkan dan disimpan.
5. Perbaikan Safety dan Ergonomi Merancang sistem agar lebih aman bagi pekerja sekaligus mengurangi risiko cidera.

Sebuah industri minyak kelapa sawit menggunakan truk kecil untuk memindahkan tandan buah segar (TBS) dari area penyimpanan ke stasiun perebusan. Jarak pemindahan adalah 150 meter dengan frekuensi 20 kali per hari. Biaya operasional truk mencapai Rp 1.500 per meter.

Pihak manajemen kemudian mengusulkan perbaikan sistem dengan mengganti transportasi truk menjadi belt conveyor yang langsung menghubungkan area penyimpanan dengan stasiun perebusan.

Perhitungan Biaya Sebelum Perbaikan **sebagai berikut**

- Jarak = 150 meter
- Frekuensi = 20 kali per hari
- Biaya per meter dengan truk = Rp 1.500

Ongkos material handling per hari = $150 \times 20 \times 1.500 = \text{Rp } 4.500.000$ per hari



BAB 23

Menerapkan dan analisis Penanganan Bahan dalam Industri Agro

Ilmu penanganan bahan (material handling) dalam agroindustri bukanlah sesuatu yang abstrak. Justru sebaliknya, ia hadir dalam keseharian kita setiap kali petani, pedagang, atau industri mengelola hasil pertanian. Setiap komoditas memiliki karakteristik unik yang membuat sistem penanganannya berbeda-beda. Perbedaan ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti daya simpan, tekstur, kandungan air, nilai ekonomi, serta tujuan akhir pengolahan. Pada bab ini, kita akan melihat bagaimana prinsip-prinsip material handling diterapkan dalam berbagai industri agro yang sering kita temui, dari buah segar, biji-bijian, umbi-umbian, hingga produk cair.

Menerapkan dan menganalisis sistem penanganan bahan dalam teknologi industri pertanian sangat penting untuk meningkatkan efisiensi operasional, menjaga kualitas bahan baku, dan mengurangi kerugian akibat kerusakan atau pemborosan. Penanganan bahan yang tepat meliputi proses penerimaan, penyimpanan, pengolahan, dan distribusi produk, yang semuanya harus dikelola secara sistematis

dan dengan teknologi yang tepat untuk mencapai hasil yang optimal. Menurut Sari dan Rahayu (2021), penerapan teknologi dalam sistem penanganan bahan dapat membantu meminimalkan pemborosan serta meningkatkan produktivitas di industri pertanian. Teknologi seperti sistem kontrol suhu otomatis dan sensor kelembapan yang terintegrasi dapat memastikan kondisi penyimpanan yang ideal bagi bahan pertanian, mengurangi risiko kerusakan akibat perubahan lingkungan yang tidak terkontrol. Misalnya, pengendalian suhu yang optimal pada penyimpanan produk hortikultura dapat memperpanjang masa simpan dan mengurangi kerugian akibat pembusukan (Dewi et al., 2020).

Dalam hal penerapan teknologi, penting untuk menganalisis efektivitas teknologi yang digunakan untuk memastikan bahwa teknologi tersebut memberikan kontribusi yang signifikan terhadap perbaikan proses penanganan bahan. Gunawan dan Pratama (2022) mengungkapkan bahwa sistem berbasis data real-time yang mengintegrasikan seluruh aspek penanganan bahan dapat meningkatkan ketepatan pengambilan keputusan serta meminimalkan kesalahan manusia. Sistem manajemen berbasis data ini memungkinkan pengelola untuk memonitor aliran bahan secara terus-menerus, mendeteksi potensi masalah lebih dini, serta merespons dengan tindakan yang tepat, seperti mengatur suhu penyimpanan atau menyesuaikan jadwal distribusi. Evaluasi terus-menerus terhadap penggunaan teknologi ini penting untuk memastikan bahwa sistem penanganan bahan tetap efisien dan berfungsi dengan baik seiring waktu.

Selanjutnya, penerapan penanganan bahan yang efektif juga melibatkan analisis terhadap faktor sumber daya manusia (SDM). Pekerja yang terlatih dengan baik dalam menggunakan teknologi dan mengikuti prosedur operasional standar (SOP) akan berperan besar dalam memastikan kelancaran proses penanganan bahan (Wulandari & Soeprapto, 2019). Tanpa pelatihan yang memadai, bahkan teknologi canggih sekalipun tidak akan dapat berfungsi maksimal.



BAB 24

Mengevaluasi Sistem Penanganan Bahan

Evaluasi sistem penanganan bahan dalam agroindustri merupakan langkah yang tidak bisa diabaikan. Sistem yang baik tidak hanya memindahkan bahan dari titik A ke titik B, melainkan juga memastikan bahwa bahan tersebut sampai dengan mutu terjaga, biaya minimum, waktu yang efisien, serta keamanan terjamin. Proses evaluasi ini pada dasarnya mirip seperti seorang dokter yang melakukan check-up terhadap pasien—kita menilai kondisi sistem, mengukur kinerja, membandingkan dengan standar, lalu menentukan apa yang perlu diperbaiki.

Evaluasi sistem penanganan bahan dalam teknologi industri pertanian adalah langkah penting untuk memastikan bahwa setiap tahapan proses dapat berjalan dengan efisien, aman, dan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi. Sistem penanganan bahan dalam industri pertanian mencakup serangkaian aktivitas yang meliputi penerimaan bahan baku, penyimpanan, pengolahan, serta distribusi produk akhir. Salah satu pendekatan yang sering digunakan dalam evaluasi adalah dengan memantau setiap tahap dalam siklus produksi untuk mengidentifikasi potensi masalah yang

dapat mempengaruhi kualitas dan efisiensi proses. Menurut Pratama et al. (2020), evaluasi yang baik dapat mengurangi pemborosan bahan baku, meningkatkan kecepatan produksi, dan meminimalkan kerugian akibat kerusakan atau kontaminasi bahan. Salah satu area yang sering kali memerlukan perhatian adalah sistem penyimpanan, di mana faktor lingkungan seperti suhu dan kelembapan sangat berpengaruh terhadap kualitas bahan baku pertanian (Fitriani & Nugroho, 2021). Oleh karena itu, teknologi seperti sistem kontrol suhu otomatis dan sensor kelembapan perlu dipertimbangkan untuk memastikan bahwa kondisi penyimpanan bahan tetap optimal.

Evaluasi juga mencakup analisis terhadap penggunaan teknologi yang diterapkan dalam penanganan bahan. Teknologi yang kurang sesuai atau sudah usang dapat menyebabkan ketidakefisienan dan penurunan kualitas bahan baku. Salah satu contoh penerapan teknologi yang bermanfaat adalah penggunaan sistem manajemen berbasis data untuk memantau dan mengendalikan aliran bahan dari tahap penerimaan hingga distribusi (Gunawan & Rahman, 2022). Melalui sistem ini, data real-time tentang kondisi bahan dapat diakses untuk memastikan kualitas bahan tetap terjaga dan memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat serta akurat. Selain itu, penting juga untuk mengevaluasi faktor-faktor eksternal seperti kebijakan regulasi, lingkungan operasional, serta keterampilan tenaga kerja. Sebagaimana diungkapkan oleh Wulandari dan Soeprapto (2019), pengelolaan sumber daya manusia yang baik sangat mempengaruhi keberhasilan implementasi teknologi dalam sistem penanganan bahan. Pelatihan terhadap pekerja untuk menggunakan teknologi baru dan mengikuti prosedur standar operasional sangat penting untuk memastikan bahwa sistem dapat berjalan dengan efisien.

Dalam rangka mencapai sistem yang lebih efektif dan ramah lingkungan, evaluasi juga harus mencakup aspek keberlanjutan. Misalnya, penggunaan teknologi yang lebih ramah lingkungan seperti energi terbarukan dalam proses penanganan bahan dapat



BAB 25

Menyusun Usulan Perbaikan Sistem Penanganan Bahan Agroindustri

Setelah evaluasi sistem penanganan bahan dilakukan, langkah logis berikutnya adalah menyusun usulan perbaikan. Perbaikan ini bukan hanya soal mengganti peralatan dengan yang lebih modern, melainkan tentang mengoptimalkan seluruh rantai proses—dari pengangkutan, penyimpanan, hingga distribusi bahan. Tujuannya adalah mencapai efisiensi biaya, peningkatan produktivitas, perlindungan mutu produk, dan keselamatan kerja. Dalam agroindustri, penyusunan usulan perbaikan harus berbasis pada data hasil evaluasi, kebutuhan pasar, serta kondisi spesifik dari komoditas yang ditangani.

Menyusun usulan perbaikan sistem penanganan bahan agroindustri merupakan langkah penting untuk meningkatkan efisiensi, kualitas, dan keberlanjutan operasional dalam sektor agroindustri. Sistem penanganan bahan di sektor ini mencakup seluruh proses yang terjadi mulai dari penerimaan bahan baku, penyimpanan, pengolahan, hingga distribusi produk akhir. Salah

satu pendekatan yang sering digunakan dalam penyusunan usulan perbaikan adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada pada setiap tahap sistem, mulai dari aspek mekanis, sumber daya manusia, hingga teknologi yang digunakan. Menurut Sukirno (2020), salah satu permasalahan utama yang dihadapi oleh sektor agroindustri adalah minimnya penerapan teknologi yang tepat guna, sehingga berpotensi mengurangi efisiensi dan kualitas produk. Oleh karena itu, untuk menyusun usulan perbaikan, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah analisis sistem yang ada, termasuk identifikasi bottleneck dalam alur kerja dan teknologi yang tidak optimal. Dalam hal ini, penerapan teknologi canggih seperti sensor untuk monitoring suhu dan kelembapan dapat memperbaiki kualitas penyimpanan bahan baku yang rentan terhadap kerusakan (Lestari & Andini, 2021).

Selanjutnya, perbaikan dapat dilakukan dengan mengoptimalkan manajemen sumber daya manusia (SDM). Pelatihan dan peningkatan keterampilan pekerja menjadi sangat penting dalam mengurangi human error yang sering terjadi dalam proses penanganan bahan. Sebagaimana dikemukakan oleh Wulandari dan Soeprapto (2019), pengelolaan SDM yang baik dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional. Selain itu, pengawasan dan evaluasi secara berkala terhadap kinerja SDM perlu dilakukan untuk memastikan bahwa standar operasional prosedur (SOP) dipatuhi dengan baik. Tak kalah penting, pengembangan sistem manajemen berbasis data untuk memonitor dan mengendalikan setiap tahap penanganan bahan juga sangat dianjurkan. Dengan adanya sistem manajemen berbasis data, pengambil keputusan dapat dengan mudah mengidentifikasi area yang membutuhkan perbaikan serta memprediksi kebutuhan bahan baku dengan lebih akurat.

Terakhir, penyusunan usulan perbaikan juga harus mempertimbangkan aspek keberlanjutan, baik dari segi lingkungan, ekonomi, maupun sosial. Implementasi prinsip-prinsip ekonomi sirkular, misalnya, dapat membantu dalam mengurangi limbah dan meningkatkan efisiensi penggunaan bahan baku. Sistem

PENUTUP

Perkembangan penanganan bahan dalam industri pertanian dengan tujuan memberikan pemahaman mendalam tentang prinsip-prinsip dasar, penerapan teknis, serta tantangan yang dihadapi dalam sistem penanganan bahan yang efisien. Penanganan bahan yang baik sangat mempengaruhi kinerja operasional dan keberhasilan produksi dalam industri pertanian, baik itu dalam perkebunan, pengolahan hasil pertanian, maupun distribusinya. Melalui buku ini, diharapkan pembaca dapat mengidentifikasi dan mengimplementasikan prinsip-prinsip material handling yang tepat untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas sistem penanganan bahan di sektor agroindustri.

Penerapan prinsip-prinsip material handling yang tepat bukan hanya penting dari sisi teknis dan ekonomis, tetapi juga berkaitan erat dengan keselamatan kerja, pengurangan pemborosan, serta keberlanjutan lingkungan. Berbagai contoh penerapan dalam industri pertanian, seperti pada industri tebu, tomat, kelapa sawit, dan tembakau, menunjukkan bahwa dengan pendekatan yang tepat, penanganan bahan dapat menjadi kunci utama dalam keberhasilan suatu proses produksi. Selain itu, pemilihan alat penanganan bahan yang sesuai, perencanaan tata letak industri, dan analisis biaya juga merupakan faktor yang harus diperhatikan untuk mencapai tujuan tersebut.

Melalui penulisan buku ini, penulis berharap dapat memberikan wawasan yang berguna bagi para akademisi, praktisi industri pertanian, serta pihak-pihak terkait yang ingin mengoptimalkan sistem penanganan bahan di sektor agroindustri. Meskipun buku ini

tidak dapat mencakup semua aspek dan tantangan yang ada, namun diharapkan dapat menjadi panduan awal bagi mereka yang tertarik untuk mendalami dan mengembangkan penanganan bahan dalam industri pertanian lebih lanjut. Terakhir, kami berharap agar buku ini dapat menjadi sumbangsih dalam upaya menciptakan sistem pertanian yang lebih efisien, berkelanjutan, dan berdaya saing tinggi.

Semoga karya ini bermanfaat, baik untuk pengembangan ilmu pengetahuan, penerapan praktis di industri, maupun bagi generasi penerus yang akan melanjutkan riset dan pengembangan dalam bidang teknologi industri pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Damanik, D. (2022). Penerapan ekonomi sirkular dalam sektor agroindustri untuk meningkatkan keberlanjutan. *Jurnal Teknologi dan Industri*, 9(1), 45-59.
- Lestari, R., & Andini, N. (2021). Penerapan teknologi sensor untuk meningkatkan kualitas penyimpanan bahan baku agroindustri. *Jurnal Teknologi Agroindustri*, 10(2), 128-140.
- Sukirno, S. (2020). Tantangan dan peluang teknologi dalam sektor agroindustri. *Agribisnis*, 15(4), 200-215.
- Wulandari, N., & Soeprpto, A. (2019). Pengelolaan sumber daya manusia untuk peningkatan produktivitas dalam industri agroindustri. *Jurnal Manajemen Sumber Daya*, 14(3), 105-120.
- Fitriani, L., & Nugroho, P. (2021). Evaluasi sistem penyimpanan bahan baku pertanian untuk meningkatkan kualitas produk. *Agritek*, 13(1), 50-63.
- Gunawan, A., & Rahman, M. (2022). Sistem manajemen berbasis data dalam penanganan bahan pada industri pertanian. *Jurnal Manajemen Teknologi Pertanian*, 14(3), 200-215.
- Pratama, T., Anggoro, S., & Yusuf, D. (2020). Evaluasi sistem penanganan bahan dalam meningkatkan efisiensi produksi pada industri pertanian. *Jurnal Teknologi Industri*, 12(4), 45-58.
- Dewi, R. P., Rudianto, T., & Wijaya, S. (2020). Peran teknologi dalam mengendalikan suhu dan kelembapan pada penyimpanan bahan pertanian. *Jurnal Teknologi Penyimpanan*, 9(3), 55-68.

- Gunawan, A., & Pratama, T. (2022). Analisis sistem manajemen berbasis data dalam penanganan bahan di industri pertanian. *Jurnal Manajemen Teknologi Pertanian*, 14(3), 200-215.
- Sari, Y., & Rahayu, E. (2021). Teknologi penanganan bahan untuk peningkatan produktivitas dan kualitas dalam industri pertanian. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 18(1), 123-135.
- Wulandari, N., & Soeprapto, A. (2019). Peran sumber daya manusia dalam peningkatan efisiensi penanganan bahan di sektor industri pertanian. *Jurnal Manajemen Sumber Daya*, 14(3), 105-120.
- Fitriani, L., & Nugroho, P. (2021). Pengaruh pengaturan suhu dan kelembapan pada penyimpanan bahan pertanian. *Jurnal Teknologi Penyimpanan*, 9(3), 55-68.
- .



Dasar Penanganan Bahan

Dalam Teknologi
Industri Pertanian

Sering dengan perkembangan teknologi yang pesat, penerapan alat dan sistem yang lebih canggih dalam penanganan bahan telah menjadi hal yang tidak terelakkan. Teknologi seperti sensor suhu dan kelembapan, sistem manajemen berbasis data, serta otomatisasi dalam pengangkutan bahan telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan mengurangi pemborosan dalam sektor ini. Namun, keberhasilan penerapan teknologi tersebut sangat bergantung pada pemahaman yang baik mengenai prinsip-prinsip dasar penanganan bahan, serta penerapan prosedur operasional standar (SOP) yang ketat. Oleh karena itu, buku ini bertujuan untuk mengintegrasikan teori dan praktik, memberikan wawasan yang berguna bagi praktisi, akademisi, dan pelaku industri dalam merancang dan menerapkan sistem penanganan bahan yang efektif dan berkelanjutan. Selain itu, buku ini juga menyoroti pentingnya keberlanjutan dalam penanganan bahan. Dengan semakin tingginya perhatian terhadap isu lingkungan dan perubahan iklim, penerapan prinsip ekonomi sirkular dan teknologi ramah lingkungan dalam penanganan bahan menjadi hal yang sangat penting. Oleh karena itu, buku ini tidak hanya membahas aspek teknis dan operasional penanganan bahan, tetapi juga mengangkat isu keberlanjutan yang harus diperhatikan dalam setiap tahapan proses.



✉ literasinusantaraofficial@gmail.com
🌐 www.penerbitlitnus.co.id
📱 @litnuspenerbit
📞 literasinusantara_
☎ 085755971589

Pendidikan

+17

ISBN 978-634-234-844-4



9 786342 348444