

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 GREEN TECHNOLOGY

2.1.1 Pengertian Green Technology (Teknologi Hijau)

Teknologi lebih bermakna sebagai penerapan pengetahuan untuk tujuan praktis. Sedangkan teknologi hijau adalah teknik untuk menghasilkan energi atau produk yang tidak mencemari atau meracuni lingkungan hidup. Teknologi hijau masih terus dikembangkan hingga saat ini. Untuk masa mendatang, teknologi hijau merupakan suatu bidang yang akan melahirkan banyak inovasi dan perubahan dalam kehidupan sehari-hari. Boleh dikatakan perkembangan teknologi hijau ini dapat disejajarkan dengan ledakan “teknologi informasi” selama dua dekade terakhir ini.

Teknologi hijau merupakan salah satu upaya untuk menjaga kelestarian atau keberlanjutan kehidupan di planet bumi ini. Kelestarian atau keberlanjutan (sustainability) yang dapat diartikan sebagai perihal pemenuhan kebutuhan masyarakat secara berkelanjutan di masa depan tanpa merusak sumber daya alam, atau pemenuhan kebutuhan saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka sendiri.

Pada saat sekarang ini kesadaran manusia terhadap teknologi hijau masih belum mencapai tahap yang memuaskan. Masih banyak kilang-kilang dan industri manufaktur yang mengeluarkan asap hitam yang membahayakan bagi lingkungan dan manusia, penggunaan bahan bakar yg tidak ramah lingkungan begitu mengkhawatirkan emisinya, sumberdaya alam semakin banyak dimusnahkan, sungai-sungai yang kotor dan pelepasan karbon ke udara yang semakin banyak.

Teknologi hijau adalah aplikasi sains alam sekitar untuk memelihara sumberdaya alam serta mengelola dampak negatif akibat akitivitas manusia. Teknologi hijau adalah teknologi rendah karbon dan lebih ramah lingkungan. Apabila kita menggunakan teknologi hijau, kita menggunakan sumberdaya seperti energi, air, dan sebagainya secara minimum untuk menghasilkan sesuatu produk. Produk itu akan aman digunakan dan menyediakan lingkungan yang sehat dan lebih baik untuk semua kehidupan. Ia juga menghemat energy dan sumberdaya alam serta menggalakkan sumber-sumberdaya yang renewable. Tujuannya adalah mengurangi penggunaan energy dan sekaligus meningkatkan pembangunan ekonomi. Selain itu, teknologi hijau memastikan pembangunan lestari dan memelihara sumberdaya alam untuk generasi mendatang serta meningkatkan efisiensi dan kesadaran perusahaan terhadap teknologi hijau dan menyebar-luaskan aplikasi teknologi hijau.

Teknologi hijau juga mampu mengurangi emisi karbon ke udara yang menyebabkan fenomena perubahan iklim global.

2.1.2 Energi Penunjang Teknologi

Energi berperan penting dalam semua aktivitas teknologi yang digunakan dalam industri manufaktur. Sumber energi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu sumber energi konvensional (tidak dapat diperbaharui) dan tidak konvensional (dapat diperbaharui). Sumber energi konvensional yang terbesar adalah petroleum dan jenis sumberdaya ini akan semakin berkurang dan habis jika digunakan secara terus-menerus. Contoh sumber energi bukan konvensional yang ialah bioenergi dan energi solar.

Ketika Revolusi Perindustrian yang bermula di Britain sejak abad ke-18 hingga sekarang, energi yang digunakan untuk menggerakkan pembangunan dan pertumbuhan ekonomi dunia ialah bahan bakar fosil yang terdiri atas minyak, gas dan batubara, yang merupakan sumber energi konvensional. Bahan bakar fosil banyak membantu dalam pembangunan, tetapi tidak sadar bahwa dampak penggunaan bahan bakar fosil ini terhadap kelestarian lingkungan hidup. Penggunaan bahan bakar fosil yang semakin meningkat telah berperan besar dalam fenomena pemanasan global dengan melepaskan karbon dioksida (CO_2) ke udara bebas dan seterusnya mempengaruhi perubahan iklim global. Para pemimpin dunia

telah memperkenalkan pemakaian sumber energi alternatif untuk dapat menggantikan bahan bakar fosil yang membahayakan.

Berbagai jenis material dapat dijadikan alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil, misalnya energy surya (solar = matahari), energy air, energy angin, hidrogen, dan bioenergi dari kelapa sawit. Indonesia merupakan Negara tropis yang beriklim panas dan lembab sepanjang tahun. Kita dapat memanfaatkan cahaya matahari pada waktu siang sebagai sumber energi untuk menggantikan energy listrik. Energi matahari dapat mengurangi pencemaran udara dan dampak rumah kaca serta energinya dapat disimpan untuk penggunaan elektrik sederhana dan untuk penerangan pabrik apabila kapasitas penyimpanan besar bukan tidak mungkin listrik yang dihasilkan bisa dimanfaatkan untuk menggerakkan mesin produksi sehingga akan menghemat biaya produksi dengan adanya sumber energi yang murah serta teknologi yang ramah lingkungan.

2.1.3 Bidang-Bidang Green Technology

Studi tentang teknologi hijau yang masih terus dikembangkan dan merupakan kecenderungan teknologi di masa datang antara lain mencakup bidang-bidang :

1. Energi terbarukan (renewable energy)

Secara sederhana energy terbarukan didefinisikan sebagai energy yang dapat diperoleh ulang(terbarukan) seperti sinar matahari dan angin.sumber energy terbarukan adalah sumber energy ramah lingkungan dan tidak memberikan kontribusi terhadap perubahan iklim dan pemanasan global.ini adalah alasan utama mengapa energy terbarukan sangat terkait dengan masalah Green technology dan masalah lingkungan.

2. Bangunan hijau/ramah lingkungan (green building)

Konsep bangunan hijau adalah bangunan dimana didalam perencanaan,pembangunan,pengoperasian serta dalam pemeliharanya memperhatikan aspek-aspek dalam melindungi,menghemat,mengurangi penggunaan sumber daya alam,menjaga mutu baik bangunan maupun mutu dari kualitas udara didalam ruangan dan memperhatikan kesehatan orang yang beraktivitas didalamnya yang semuanya berdasarkan kaidah pembangunan berkelanjutan.

3. Kimia hijau (Green chemistry)

Kimia hijau atau Green chemistry adalah suatu kajian ilmu kimia yang mempelajari bagaimana cara memperkecil (normalisasi) penggunaan dan penciptaan bahan kimia berbahaya.Sebagai filsafat kimia,Kimia hijau berlaku pada kimia organik,kimia anorganik,biokimia,kimia analitik dan bahkan kimia fisis.

4. Teknologi Nano Hijau (Green nanotechnology).

Green nanotechnology adalah penerapan kimia hijau tingkat lanjut dengan prinsip-prinsip rekayasa teknologi yang ramah lingkungan.

2.1.4 Beberapa Keuntungan Menggunakan Teknologi Hijau

1. Penggunaan sumber daya alam yang efektif dan efisien.
2. Menghindarkan manusia dari bahaya polusi udara, limbah yang tersebar di darat maupun sungai.
3. Menekan biaya pembuatan dan penggunaan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui.
4. Mengurangi jumlah waste anorganik yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme.

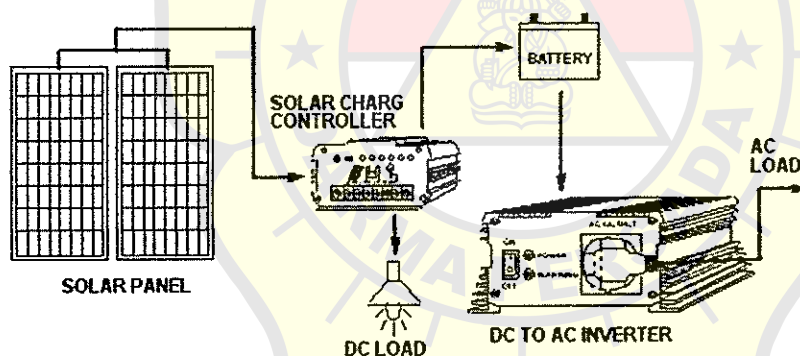
2.1.5 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya adalah pembangkit listrik yang mengubah energy surya menjadi energy listrik. Pembangkit listrik bisa dilakukan dengan 2 cara yaitu secara langsung menggunakan *photovoltaic* dan secara tidak langsung dengan pemusatan energy surya.

Pembangkit listrik tenaga surya tipe *Photovoltaic* adalah pembangkit listrik yang menggunakan perbedaan tegangan akibat *efek fotoelektrik* untuk menghasilkan listrik. *Solar panel* terdiri dari 3 lapisan, lapisan panel P pada bagian atas, lapisan pembatas ditengah, dan lapisan panel N dibagian bawah. *Efek fotoelektrik* adalah dimana sinar matahari menyebabkan

electron dilapisan panel P terlepas, sehingga hal ini menyebabkan *proton* mengalir kelapisan panel N dibagian bawah dan perpindahan arus proton ini adalah arus listrik.

Sistem pemusatan energi surya (*concentrated solar power*) menggunakan sistem lensa atau cermin dikombinasikan dengan sistem pelacak untuk memfokuskan energi matahari dari luasan area tertentu kesatu titik. Panas yang terkonsentrasikan lalu digunakan sebagai sumber panas untuk menggerakkan generator. Sistem cermin parabola, lensa reflector Fresnel, dan menara surya adalah teknologi hijau yang paling banyak digunakan.



Gambar 2.1 Contoh instalasi Solar panel

Pada gambar diatas terdapat 5 bagian

1. Solar panel atau modul panel surya
2. Solar Charge Controller
3. Battery/ Aki/ Accumulator

4. Inverter DC ke AC

5. Beban peralatan listrik seperti Lampu dll

A. Cara Kerja Solar Panel

Panel surya berfungsi menyerap tenaga listrik direct current yang didapat dari matahari dan untuk mengatur voltage yang dihasilkan oleh tenaga matahari dibutuhkan solar charge controller agar battery tidak over voltage dalam pengisiannya. kemudian dari sumber Direct current yaitu battery atau aki ini dirubah menjadi listrik Alternating current menggunakan alat yang bernama inverter dc ke ac. dan akhirnya bisa diaplikasikan ke beban peralatan listrik.

B. Panel surya terdiri dari tiga sistem

1. Off Grid System

Merupakan sistem pembangkit listrik tenaga surya untuk daerah-daerah terpencil/pedesaan yang tidak terjangkau oleh jaringan PLN.

Off Grid System disebut juga Stand-Alone PV system yaitu sistem pembangkit listrik yang hanya mengandalkan energi matahari sebagai satu-satunya sumber energi utama dengan menggunakan rangkaian photovoltaic modul (Solar PV) untuk menghasilkan energi listrik sesuai dengan kebutuhan.

Sistem off grid umumnya digunakan pada daerah/wilayah yang jauh / tidak terjangkau jaringan listrik (PLN).. Beberapa produk off grid system diantaranya SHS (Solar Home System), PJUTS, dan PLTS Komunal untuk system berskala besar.

2. On Grid /Grid Tie System

Sistem ini menggunakan solar panel (panel photovoltaic) untuk menghasilkan listrik yang ramah lingkungan dan bebas emisi.

Dengan adanya sistem ini akan mengurangi tagihan listrik rumah tangga, dan memberikan nilai tambah pada pemiliknya.

Rangkaian sistem ini akan tetap berhubungan dengan jaringan PLN dengan mengoptimalkan pemanfaatan energi dari panel surya untuk menghasilkan energi listrik semaksimal mungkin.

3. Hybridsystem

Adalah penggunaan 2 sistem atau lebih pembangkit listrik dengan sumber energi yang berbeda. Umumnya sistem pembangkit yang banyak digunakan untuk hybrid adalah genset, PLTS, mikrohydro, tenaga angin.

Sistem ini merupakan salah satu alternatif sistem pembangkit yang tepat diaplikasikan pada daerah-daerah yang sukar dijangkau oleh sistem pembangkit besar seperti jaringan PLN atau Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD).

Sistem hybrid ini memanfaatkan renewable energy sebagai sumber utama (primer) yang dikombinasikan dengan genset atau lainnya sebagai sumber energi cadangan (sekunder). Kami juga mendesain produk SHS yang dilengkapi fitur backup / input cadangan yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan, diantaranya SHS Hybrid, dan UPS.

2.2 Definisi Produktivitas

Istilah atau kata produktivitas pada awalnya muncul sekitar tahun 1766 dalam artikel yang berjudul "*The school of physiocraft*" oleh *Francois Quesnay*, seorang ekonom Perancis. Sedangkan produktivitas sebagai konsep dengan keluaran dan masukan sebagai elemen utama, pertama kali dicetuskan oleh *David Ricardo* sekitar tahun 1810. inti konsepnya adalah bagaimana keluaran akan berubah apabila besaran masukan berubah.

Konsep produktivitas perlu diketahui agar kita tidak salah dalam mengartikan hasil yang dicapainya. Definisi-definisi produktivitas menurut sebageian para ahli dapat dilihat dibawah ini :

1. **Peter F Drucker** mengemukakan definisi bahwa : "*Produktivitas adalah keseimbangan antara seluruh faktor-faktor yang akan memberikan keluaran yang banyak melalui pengeluaran yang lebih hemat*",

2. **Paul Mali** mengemukakan definisi bahwa : *"Produktivitas adalah ukuran yang menyatakan beberapa efisien sumber yang digunakan bersama didalam organisasi untuk memperoleh sekumpulan hasil"*,
3. **Organization For European Economic Cooperation** pada tahun 1950 mengajukan definisi produktivitas sebagai berikut : *"Produktivitas adalah rasio antara keluaran dengan salah satu dari faktor-faktor produksi, yaitu modal, investasi, atau bahan baku"*.
4. **Webster** mengemukakan definisi bahwa : *"Produktivitas adalah keluaran fisik per unit dari usaha produksi dengan tingkat efektivitas dari manajemen industri dalam penggunaan fasilitas produksi, serta tingkat efektivitas dari penggunaan tenaga kerja dan peralatan"*.
5. **Jackson Grayson** mengemukakan definisi bahwa : *"Produktivitas adalah sesuatu yang diperoleh melalui kegiatan tertentu dari sesuatu yang dimasukkan"*.
6. **Dewan Produktivitas Nasional** mendefinisikan bahwa : *"Produktivitas mengandung pengertian perbandingan antara hasil yang dicapai dengan keseluruhan sumber daya yang digunakan untuk itu"*.

Produktivitas juga berkaitan dengan efisiensi penggunaan sumber daya (input) dalam menghasilkan barang atau jasa. Selain berkaitan erat

dengan performansi dan efisiensi berkaitan dengan utilisasi sumber daya, produktivitas berarti pencapaian kedua hal tersebut.

Dalam arti yang sederhana dan teknis, pengertian produktivitas adalah "rasio antara keluaran (output) dan masukan (input)". Karena merupakan suatu rasio (perbandingan) maka produktivitas dapat ditulis :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}}$$

Keluaran adalah hasil yang bermanfaat bagi manusia yang diperoleh dari suatu kegiatan, sedangkan masukan adalah sumber-sumber yang digunakan untuk memperoleh hasil tersebut. Misalnya faktor tenaga kerja, bahan baku, energi, modal dan sebagainya.

Paul Mali (1978) menyatakan bahwa produktivitas tidak sama dengan produksi. tetapi produksi, performansi kualitas hasil-hasil, merupakan komponen-komponen dari usaha produktivitas. Dengan demikian produktivitas merupakan suatu kombinasi dari efektifitas dan efisiensi, sehingga produktivitas dapat diukur berdasarkan pengukuran berikut : (Vincent Gaspersz, 2000, hal 18).

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Keluaran (Output)}}{\text{Masukan (Input)}}$$

$$= \frac{\text{Keluaran (Output yang dihasilkan)}}{\text{Masukan (Input yang dihasilkan)}}$$

$$= \frac{\text{Tujuan Pencapaian}}{\text{Penggunaan sumber - sumberdaya}}$$

$$= \frac{\text{Efektivitas pelaksanaan tugas}}{\text{Efisiensi Penggunaan sumber - sumberdaya}}$$

$$= \frac{\text{Efektivitas}}{\text{Efisiensi}}$$

2.2.1 Jenis-Jenis Produktivitas

Pendefinisian produktivitas dapat bermacam-macam bergantung pada konteks apa ia dibicarakan, apakah ahli ekonomi, akuntan, manajer, politikus, atau ahli teknik industri. Namun demikian pada dasarnya ada tiga jenis dasar produktivitas (Sumanth, 1985 : 7), yaitu :

1. Produktivitas Parsial

Produktivitas parsial adalah rasio keluaran terhadap salah satu faktor masukan. Sebagai contoh: produktivitas tenaga kerja (rasio keluaran terhadap masukan tenaga kerja), produktivitas modal (rasio keluaran terhadap masukan modal), dan produktivitas bahan (rasio keluaran terhadap masukan bahan).

2. Produktivitas Total Faktor

Produktivitas dua faktor adalah rasio keluaran bersih terhadap jumlah masukan faktor tenaga kerja dan faktor modal. Yang dimaksud dengan keluaran bersih adalah keluaran total dikurangi jumlah barang dan jasa yang dibeli.

3. Produktivitas Total

Produktivitas total adalah rasio keluaran total terhadap semua faktor masukan. Dengan demikian, pengukuran produktivitas total mencerminkan pengaruh bersama dari semua masukan dalam menghasilkan keluaran.

2.2.2 Unsur – Unsur Produktivitas

Unsur-unsur produktivitas terdiri dari 3 unsur penting yaitu efisiensi, efektivitas dan kualitas.

1. Efektivitas

Efektivitas merupakan suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh target (kuantitas, kualitas, waktu) telah tercapai. Makin besar prosentase target yang dicapai, makin tinggi tingkat efektivitasnya. Unsur ini orientasinya lebih tertuju kepada keluaran.

2. Kualitas

Kualitas merupakan suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh telah terpenuhinya berbagai persyaratan (requirement), spesifikasi dan harapan (*expectation*). Unsur ini orientasinya hanya tertuju pada segi pengadaan masukan atau hanya pada segi keluaran dan segi distribusi (termasuk kepuasan konsumen) atau kedua-duannya.

Kualitas merupakan ukuran produk produktivitas, meskipun kualitas sulit diukur secara sistematis melalui rasio output atau input. Output yang berkualitas baik secara tidak langsung akan meningkatkan rasio output atau input dalam arti nilai tambah (*Value Added*), yang berarti meningkatnya rasio output atau input adalah kualitas yang baik.

3. Efisiensi

Efektivitas merupakan suatu ukuran yang menyatakan seberapa jauh target (kuantitas, kualitas, waktu) telah tercapai. Makin besar prosentase target yang dicapai, makin tinggi efektivitasnya. Unsur ini orientasinya lebih tertuju kepada keluaran.

2.2.3 Faktor-Faktor yang Berpengaruh Pada Produktivitas

Berikut merupakan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas (*David J. Sumanth. 1984*), yaitu :

1. Investasi, besar kecilnya akan menentukan modal usaha dan akan berpengaruh terhadap usaha untuk mempromosikan produk, *market share* atau penggunaan kapasitas.
2. Rasio kapital Buruh, bila rasio tinggi dapat juga diartikan bahwa perusahaan memakai teknologi tinggi, sehingga jumlah produksi per unit waktu meningkat.
3. Penelitian dan Pengembangan, dengan menghasilkan inovasi-inovasi yang dapat memperbaiki keadaan produksi di pabrik.
4. Pemakaian Kapasitas, besar kecilnya keluaran per jam ditentukan oleh persentase pemakaian kapasitas.
5. Peraturan pemerintah, berguna untuk mengatur keseimbangan pencapaian sasaran industri dan sasaran sosial yang umumnya selalu bertentangan.
6. Umur pabrik dan peralatan, tingkat rata-rata umur pabrik dan peralatan yang semakin tinggi menandakan adanya usaha modernisasi peralatan masih tetap dilakukan.
7. Ongkos energi.
8. Kerja kelompok, dengan adanya pergeseran struktur pekerja dari pekerja pabrik menjadi pekerja yang mengandalkan pengetahuan maka semakin dibutuhkan adanya kerjasama, keterampilan, dan keahlian.

9. Etika kerja, penghargaan terhadap waktu semakin tinggi, sehingga pemanfaatan waktu harus se-produktif mungkin.
10. Ketakutan pekerja akan kehilangan pekerjaannya.
11. Pengaruh serikat buruh, pengaruh serikat sangat kuat sehingga memerlukan adanya pengertian terutama dalam tuntutan kenaikan gaji.
12. Manajemen, merupakan faktor dominan, terutama dalam proses perencanaan dan penjadwalan, kejelasan instruksi pada tenaga kerja dan pengaturan beban kerja yang tepat.

2.2.4 Penyebab Penurunan Produktivitas

Dalam bukunya "*Improving Total Productivity*", Paul Mali menjelaskan sebab-sebab yang mengakibatkan turunnya produktivitas, yaitu :

1. Penghamburan pemakaian sumber-sumber yang disebabkan karena ketidakmampuan dalam mengukur, mengevaluasi, dan mengatur produktivitas para pekerja perkantoran yang semakin berkembang.
2. Meningkatnya inflasi yang disebabkan oleh pemberian imbalan dan pembagian keuntungan tanpa diimbangi dengan peningkatan produktivitas.
3. Melonjaknya biaya karena keinginan organisasi untuk berekspansi, sehingga mengurangi pertumbuhan.

4. Terjadinya penundaan dan keterlambatan dalam pengambilan keputusan karena ketidakjelasan wewenang serta ketidakefisienan dalam suatu organisasi yang sangat besar.
5. Motivasi yang rendah karena bertambahnya para pekerja baru yang mempunyai latar belakang kehidupan yang berkecukupan dengan segala sikap yang baru.
6. Pengiriman peralatan yang terlambat karena terganggunya jadwal yang diakibatkan kurangnya persediaan.
7. Adanya pertentangan dan kesulitan bagi orang dalam bekerja sama yang tidak dapat dipecahkan, yang mengakibatkan organisasi bekerja kurang efektif.
8. Keinginan dan hak manajemen untuk meningkatkan produktivitas dibatasi dengan munculnya peraturan-peraturan yang tidak sesuai lagi dengan kondisi saat sekarang ini.
9. Ketidakpuasan dan kebosanan dalam bekerja yang diakibatkan oleh semakin terspesialisasi dan terbatasnya proses pekerjaan.
10. Kesempatan dan penemuan baru mengalami penurunan karena pengaruh perubahan teknologi yang cepat dan membesarkan biaya.
11. Kemampuan para pelaksana menjadi tidak terpakai atau usang, karena ketidak mampuan untuk mengikuti kecepatan perkembangan informasi dan ilmu pengetahuan.

12. Disiplin tentang waktu dikacaukan oleh adanya keinginan untuk mempunyai waktu luang yang lebih banyak.

2.2.5 Model Pengukuran Produktivitas APC

Pusat Produktivitas Amerika (*The American Productivity Center, APC*) telah mengemukakan ukuran produktivitas (*Sumanth, 1985:105*) yang didefinisikan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Hasil Penjualan}}{\text{Biaya} - \text{Biaya}} \\
 &= \frac{(\text{Banyaknya Output} \times \text{Harga per Unit})}{(\text{Banyaknya Input} \times \text{Biaya per Unit})} \\
 &= \text{Produktivitas} \times \text{faktor perbaikan harga}
 \end{aligned}$$

Dari ukuran produktivitas yang dikemukakan APC tampak adanya hubungan profitabilitas dengan produktivitas dan faktor perbaikan harga. Rasio produktivitas memberikan suatu indikasi penggunaan sumber-sumber dalam menghasilkan *output* perusahaan.

Dalam model APC kuantitas *Output* dan *Input* setiap tahun digandakan dengan harga-harga tahun dasar untuk menghasilkan indeks produktivitas. Harga-harga dan biaya per unit setiap tahun digandakan dengan kuantitas *output* dan *input* pada tahun tertentu akan menghasilkan indeks perbaikan

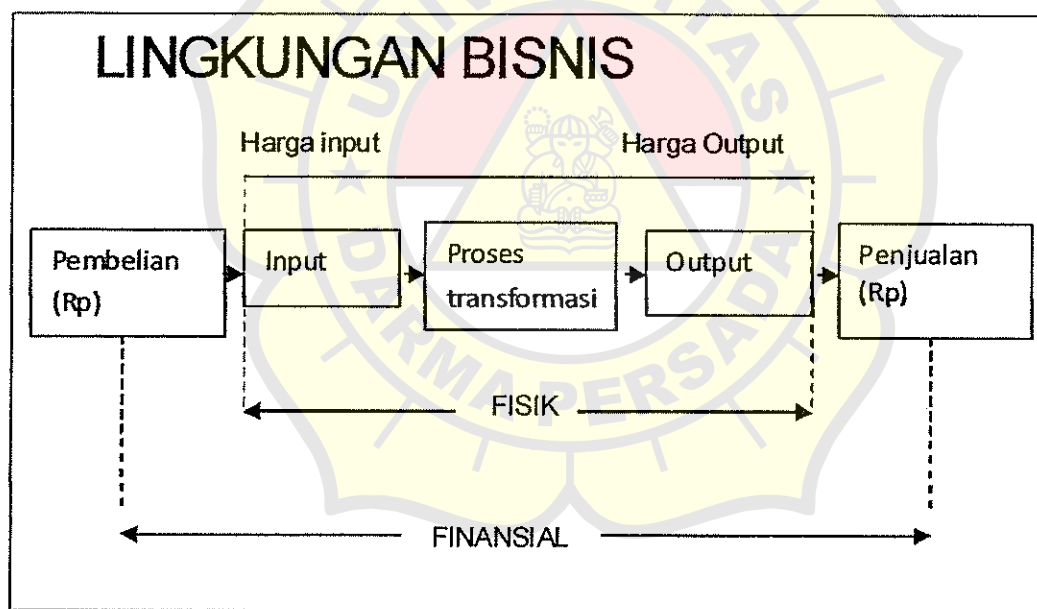
harga pada tahun itu. Dengan diketahui indeks produktivitas dan indeks perbaikan harga, maka indeks profitabilitas adalah :

Indeks Profitabilitas = Indeks Produktivitas x Indeks perbaikan harga

Atau :

$$\text{Indeks Produktivitas} = \frac{\text{Indeks Profitabilitas}}{\text{Indeks Perbaikan Harga}}$$

Kerangka kerja Model APC untuk pengukuran produktivitas pada tingkat perusahaan industri dapat dikemukakan melalui gambar berikut :



Gambar 2.2 Kerangka Kerja Model APC untuk Pengukuran Produktivitas Perusahaan

Dalam model ini, biaya perunit tenaga kerja, material dan energi dihitung atau ditentukan secara langsung. Sedangkan perhitungan *input* modal ditentukan berdasarkan depresiasi total ditambah keuntungan relatif terhadap harga total (harta tetap + harta lancar) yang digunakan, dengan demikian *input* modal untuk periode tertentu (Sumanth, 1985:107) adalah :

Input modal periode tertentu = Depresiasi periode itu + ROA x Harta digunakan

$$\text{Return on Assets (ROA)} = \frac{\text{Keuntungan dalam periode dasar}}{(\text{harta tetap} + \text{harta lancar}) \text{ periode dasar}}$$

A. Indeks Produktivitas

Dalam hal ini perhitungan harga konstan pada periode 1 (dasar).

a. Perhitungan output menggunakan harga konstan

1. Periode 1 (dasar) menggunakan rumus :

$$O1 = (QP1 P1 \times CP1 P1) + (QP2 P1 \times CP2 P1) + \dots$$

2. Periode 2 (menggunakan harga periode dasar), menggunakan

rumus :

$$O2 = (QP1 P2 \times CP1 P1) + (QP2 P2 \times CP2 P1) + \dots$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$O1 = O2/O1$$

Dimana :

O1= output pada periode dasar

O2= output pada periode 2

QP1 P1 = Kuantitas produk 1 pada periode 1

CP1 P1 = Cost /harga produk 1 pada periode 1

QP2 P1 = Kualitas produk 2 pada periode 1

CP2 P1 = Cost /harga produk 2 pada periode 1

QP1 P2 = Kualitas produk 1 pada periode 2

CP2 P2 = Kuantitas produk 2 pada periode 2

O1 = Indeks output

Dengan mengikuti rumus pada periode 2 diatas maka indeks output pada periode selanjutnya dapat ditentukan dengan menggunakan periode 1 sebagai periode dasar.

b. Perhitungan input tenaga kerja (labor)menggunakan harga konstan adalah :

1. Periode 1 (dasar) menggunakan rumus :

$$L1 = (QI1 P1 \times CI1 P1) + (QI2 P1 \times CI2 P1) + \dots$$

2. Periode 2 (menggunakan harga periode dasar) menggunakan

rumus :

$$L2 = (QI1 P2 \times CI1 P1) + (QI2 P2 \times CI2 P1) + \dots$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$IIL = L2 / L1$$

Dimana :

L1 = Input labor / tenaga kerja periode 1 (dasar)

L2 = Input labor / tenaga kerja periode 2

QI1 P1 = Kuantitas input 1 pada periode 1

CI1 P1 = Cost / harga input 1 pada periode 1

QI2 P1 = Kuantitas input 2 pada periode 1

QI1 P2 = Kuantitas input 1 pada periode 2

CI2 P2 = Cost / harga input 2 pada periode 2

QP2 P2 = Kuantitas produk 2 pada periode 2

IIL = Indeks input tenaga kerja

Dengan mengikuti rumus pada pada periode 2 diatas maka indeks input tenaga kerja pada periode selanjutnya dapat ditentukan dengan menggunakan periode 1 sebagai periode dasar.

c. Perhitungan input material menggunakan harga konstan

1. Periode 1 dasar menggunakan rumus :

$$M1 = (QI1 P1 X CI1 P1) + (QI2 P1 X CI2 P1) +....$$

2. Periode 2 (menggunakan harga periode dasar) menggunakan

rumus :

$$M2 = (QI1 P2 X CI1 P1) + (QI2 P2 X CI2 P1) +....$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$IIM = M2 / M1$$

Dimana :

M1 = Input material pada periode 1 (dasar)

M2 = Input material pada periode 2

IIM = Indeks input material

Dengan mengikuti rumus pada pada periode 2 diatas maka indeks input material pada periode selanjutnya dapat ditentukan dengan menggunakan periode 1 sebagai periode dasar.

d. Perhitungan input energy menggunakan harga konstan

1. Periode 1 dasar menggunakan rumus :

$$E1 = (QI1 P1 \times CI1 P1) + (QI2 P1 \times CI2 P1) + \dots$$

2. Periode 2 (menggunakan harga periode dasar) menggunakan

rumus :

$$E2 = (QI1 P2 \times CI1 P1) + (QI2 P2 \times CI2 P1) + \dots$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$IIE = E2 / E1$$

Dimana :

$E1$ = Input energi pada periode 1 (dasar)

$E2$ = Input energi pada periode 2

IIE = Indeks input energi

Dengan mengikuti rumus pada periode 2 diatas maka indeks input energi pada periode selanjutnya dapat ditentukan dengan menggunakan periode 1 sebagai periode dasar.

e. Perhitungan input modal (kapital) menggunakan harga konstan

1. Periode 1 dasar menggunakan rumus :

$$K1 = (QKj P1 \times CD P1) + (QKj P1 \times CROA P1) + \dots$$

2. Periode 2 (menggunakan harga periode dasar) menggunakan

rumus :

$$K2 = (QKj P2 \times CD P1) + (QKj P2 \times C_{ROA} P1) + \dots$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$I_{IK} = K2 / K1$$

Dimana :

$K1$ = Input modal pada periode 1 (dasar)

$K2$ = Input modal pada periode 2

$QKj P1$ = Kuantitas modal kerja pada periode 1

$QKj P2$ = Kuantitas modal kerja pada periode 2

$CDP1$ = Cost / harga depresiasi periode 1

$C_{ROA} P1$ = Cost / harga *Return of Asset* periode 1

I_{IK} = Indeks input modal

Dengan mengikuti rumus pada periode 2 di atas maka indeks input modal pada periode selanjutnya dapat ditentukan dengan menggunakan periode 1 sebagai periode dasar.

f. Perhitungan input total (Tenaga kerja + Material + Energi + Modal)

menggunakan harga konstan adalah :

1. Periode 1 dasar menggunakan rumus :

$$I1 = L1 + M1 + E1 + K1$$

2. Periode 2 (menggunakan harga periode dasar) menggunakan rumus :

$$I2 = L2 + M2 + E2 + K2$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$IIT = I2 / I1$$

Dimana :

$I1$ = Input total pada periode 1 (dasar)

$I2$ = Input total pada periode 2

IIT = Indeks input total

$L1$ = Input tenaga kerja pada periode 1

$M1$ = Input material pada periode 1

$E1$ = Input energy pada periode 1

$K1$ = Input capital pada periode 1

$L2$ = Input tenaga kerja periode 2

$M2$ = Input material pada periode 2

E_2 = Input energy pada periode 2

K_2 = Input capital pada periode 2

Dengan mengikuti rumus pada pada periode 2 diatas maka indeks input Total pada periode selanjutnya dapat ditentukan dengan menggunakan periode 1 sebagai periode dasar.

Setelah indeks output dan input dari tenaga kerja,material,enaergi, modal dan total diketahui maka selanjutnya adalah menentukan indeks produktivitas dengan menggunakan :

a. Perhitungan indeks produktivitas tenaga kerja (Labor indeks productivity) menggunakan harga konstan :

1. Periode 1 dasar menggunakan rumus :

$$PL_1 = \frac{O_1}{L_1}$$

2. Periode 2 (menggunakan harga periode dasar) menggunakan

rumus :

$$PL_2 = \frac{O_2}{L_2}$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$IPL = \left[\frac{PL_2}{PL_1} \right] X 100$$

Dimana :

PL1 = Produktivitas tenaga kerja pada periode 1

PL2 = Produktivitas tenaga kerja pada periode 2

IPL = Indeks produktivitas tenaga kerja

Catatan : Angka indeks produktivitas pada periode dasar selalu dibuat sama dengan 100, agar mudah untuk membandingkan.

Perhitungan indeks produktivitas tenaga kerja untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan mengikuti rumus diatas dan menggunakan harga periode dasar.

b. Perhitungan indeks produktivitas material menggunakan harga konstan:

1. Periode 1 dasar menggunakan rumus :

$$PM1 = \frac{O1}{M1}$$

2. Periode 2 (menggunakan harga periode dasar) menggunakan

rumus :

$$PM2 = \frac{O2}{M2}$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$IPM = \left[\frac{PM2}{PM1} \right] \times 100$$

Dimana :

PM1 = Produktivitas material pada periode 1

PM2 = Produktivitas material pada periode 2

IPM = Indeks produktivitas material

Perhitungan indeks produktivitas material untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan mengikuti rumus diatas dan menggunakan harga periode dasar.

c. Perhitungan indeks produktivitas energi menggunakan harga konstan:

3. Periode 1 dasar menggunakan rumus :

$$PE1 = \frac{O1}{E1}$$

4. Periode 2 (menggunakan harga periode dasar) menggunakan

rumus :

$$PE2 = \frac{O2}{E2}$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$IPE = \left[\frac{PE2}{PE1} \right] \times 100$$

Dimana :

PE1 = Produktivitas energi pada periode 1

PE2 = Produktivitas energi pada periode 2

IPE = Indeks produktivitas energi

Perhitungan indeks produktivitas energi untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan mengikuti rumus diatas dan menggunakan harga periode dasar.

d. Perhitungan indeks produktivitas modal menggunakan harga konstan:

1. Periode 1 dasar menggunakan rumus :

$$PK1 = \frac{O1}{K1}$$

2. Periode 2 (menggunakan harga periode dasar) menggunakan

rumus :

$$PK2 = \frac{O2}{K2}$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$IPK = \left[\frac{PK2}{PK1} \right] \times 100$$

Dimana :

PK1 = Produktivitas modal pada periode 1

PK2 = Produktivitas modal pada periode 2

IPK = Indeks produktivitas modal

Perhitungan indeks produktivitas modal untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan mengikuti rumus diatas dan menggunakan harga periode dasar.

e. Perhitungan indeks produktivitas total menggunakan harga konstan:

1. Periode 1 dasar menggunakan rumus :

$$PT1 = \frac{O1}{T1}$$

2. Periode 2 (menggunakan harga periode dasar) menggunakan

rumus :

$$PT2 = \frac{O2}{T2}$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$IPT = \left[\frac{PT2}{PT1} \right] \times 100$$

Dimana :

PT1 = Produktivitas Total pada periode 1

PT2 = Produktivitas Total pada periode 2

IPT = Indeks produktivitas Total

Perhitungan indeks produktivitas Total untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan mengikuti rumus diatas dan menggunakan harga periode dasar.

Catatan : Produktivitas total pada periode 1 (dasar) harus dibuat sama dengan 1,00 atau dapat dinyatakan dengan angka indeks sama dengan 100.hal ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam perbandingan produktivitas antara periode dasar dengan periode tertentu,apakah terjadi penurunan atau penurunan dari produktivitas total tersebut.

Perhitungan indeks produktivitas modal untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan mengikuti rumus diatas dan menggunakan harga periode dasar.

B. Indeks Profitabilitas

Dalam hal ini perhitungan indeks profitabilitas menggunakan harga yang berlaku. sebelum indeks profitabilitas ditentukan, terlebih dahulu menentukan angka indeks sebagai berikut :

a. Perhitungan output menggunakan harga yang berlaku

1. Periode 1 (dasar) menggunakan rumus :

$$O1 = (QP1 P1 \times CP1 P1) + (QP2 P1 \times CP2 P1) + \dots$$

2. Periode 2 (menggunakan harga yang berlaku pada periode 2), menggunakan rumus :

$$O2 = (QP1 P2 \times CP1 P2) + (QP2 P2 \times CP2 P2) + \dots$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$IO = \frac{O2}{O1}$$

Dimana :

CP1 P2 = Cost /harga produk 1 pada periode 2 (harga yang berlaku)

CP2 P2 = Cost /harga produk 2 pada periode 2 (harga yang berlaku)

Dengan mengikuti rumus diatas (periode 2) maka indeks output untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan menggunakan harga yang berlaku.

b. Perhitungan input tenaga kerja menggunakan harga yang berlaku

1. Periode 1 (dasar) menggunakan rumus :

$$L1 = (QI1 P1 \times CI1 P1) + (QI2 P1 \times CI2 P1) + \dots$$

2. Periode 2 (menggunakan harga yang berlaku pada periode 2), menggunakan rumus :

$$L2 = (QI1 P2 \times CI1 P2) + (QI2 P2 \times CI2 P2) + \dots$$

Maka indeks input tenaga kerja dapat dicari dengan rumus :

$$IIL = \frac{L2}{L1}$$

Dimana :

$CI1 P2 = \text{Cost /harga input tenaga kerja kategori 1 pada periode 2}$
(harga yang berlaku)

$CI2 P2 = \text{Cost /harga input tenaga kerja kategori 2 pada periode 2}$
(harga yang berlaku)

Dengan mengikuti rumus diatas (periode 2) maka indeks input tenaga kerja untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan menggunakan harga yang berlaku.

c. Perhitungan input material menggunakan harga yang berlaku

1. Periode 1 (dasar) menggunakan rumus :

$$M1 = (QI1 P1 \times CI1 P1) + (QI2 P1 \times CI2 P1) + \dots$$

2. Periode 2 (menggunakan harga yang berlaku pada periode 2), menggunakan rumus :

$$M2 = (QI1 P2 \times CI1 P2) + (QI2 P2 \times CI2 P2) + \dots$$

Maka indeks input material dapat dicari dengan rumus :

$$IIM = \frac{M2}{M1}$$

Dimana :

$CI1 P2$ = Cost /harga input material 1 pada periode 2 (harga yang berlaku)

$CI2 P2$ = Cost /harga input material 2 pada periode 2 (harga yang berlaku)

Dengan mengikuti rumus diatas (periode 2) maka indeks input material untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan menggunakan harga yang berlaku.

d. Perhitungan input Energi menggunakan harga yang berlaku

1. Periode 1 (dasar) menggunakan rumus :

$$E1 = (QI1 P1 \times CI1 P1) + (QI2 P1 \times CI2 P1) + \dots$$

2. Periode 2 (menggunakan harga yang berlaku pada periode 2), menggunakan rumus :

$$E2 = (QI1 P2 \times CI1 P2) + (QI2 P2 \times CI2 P2) + \dots$$

Maka indeks input Energi dapat dicari dengan rumus :

$$IIE = \frac{E2}{E1}$$

Dimana :

$CI1 P2$ = Cost /harga input Energi 1 pada periode 2 (harga yang berlaku)

$CI2 P2$ = Cost /harga input Energi 2 pada periode 2 (harga yang berlaku)

Dengan mengikuti rumus diatas (periode 2) maka indeks input Energi untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan menggunakan harga yang berlaku.

e. Perhitungan input modal (kapital) menggunakan harga yang berlaku

1. Periode 1 dasar menggunakan rumus :

$$K1 = (QKj P1 \times CD P1) + (QKj P1 \times C_{ROA} P1) + \dots$$

2. Periode 2 (menggunakan harga periode 2) menggunakan

rumus :

$$K2 = (QKj P2 \times CD P2) + (QKj P2 \times C_{ROA} P2) + \dots$$

Maka indeks output dapat dicari dengan rumus :

$$I_{IK} = \frac{K2}{K1}$$

Dimana :

$CDP2 = \text{Cost} / \text{harga depresi input modal pada periode 2 (harga yang berlaku)}$

$C_{ROA} P2 = \text{Cost} / \text{harga Return of Asset input modal pada periode 2 (harga yang berlaku)}$

Dengan mengikuti rumus diatas (periode 2) maka indeks input Modal (kapital) untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan menggunakan harga yang berlaku.

f. Perhitungan input total (Tenaga kerja + Material + Energi + Modal)

menggunakan harga yang berlaku adalah :

1. Periode 1 dasar menggunakan rumus :

$$IT1 = L1 + M1 + E1 + K1$$

2. Periode 2 (menggunakan harga yang berlaku pada periode 2)

menggunakan rumus :

$$IT2 = L2 + M2 + E2 + K2$$

Maka indeks input total dapat dicari dengan rumus :

$$IIT = \frac{T2}{T1}$$

Dengan mengikuti rumus diatas (periode 2) maka indeks input Total (kapital) untuk periode selanjutnya dapat dicari dengan menggunakan harga yang berlaku.

Setelah indeks output dan indeks input Tenaga kerja, Material, Energi, Modal dan indeks input total diketahui dengan harga yang

berlaku, maka selanjutnya adalah menentukan indeks profitabilitas dari setiap input tersebut.

1. Perhitungan indeks profitabilitas dari input tenaga kerja (labor) menggunakan rumus :

$$IPFL = \left[\frac{IO}{IIL} \right] \times 100$$

Dimana :

IPFL = Indeks profitabilitas input(labor) tenaga kerja

2. Perhitungan indeks profitabilitas dari input Material menggunakan rumus :

$$IPFm = \left[\frac{IO}{IIM} \right] \times 100$$

Dimana :

IPFM= Indeks profitabilitas input Material

3. Perhitungan indeks profitabilitas dari input Energi menggunakan rumus:

$$IPFE = \left[\frac{IO}{IIE} \right] \times 100$$

Dimana :

IPFE= Indeks profitabilitas input Energi

4. Perhitungan indeks profitabilitas dari input Modal menggunakan rumus:

$$IPFk = \left[\frac{IO}{IK} \right] \times 100$$

Dimana :

IPFK= Indeks profitabilitas input Modal

5. Perhitungan indeks profitabilitas dari input Total menggunakan rumus :

$$IPFT = \left[\frac{IO}{IT} \right] \times 100$$

Dimana :

IPFT= Indeks profitabilitas input Total

C. Indeks Perbaikan Harga

Selanjutnya setelah mengetahui Indeks profitabilitas berdasarkan harga konstan dan berdasarkan harga yang berlaku maka indeks perbaikan harga (IPH) dapat ditentukan, yang pada dasarnya merupakan rasio antara indeks profitabilitas (IPF) dan indeks produktivitas (IP).

Untuk mengetahui indeks perbaikan harga tersebut maka digunakan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Perhitungan indeks perbaikan harga dari input Tenaga kerja menggunakan rumus :

$$IPHL = \frac{IPFL}{IPL}$$

2. Perhitungan indeks perbaikan harga dari input Material menggunakan rumus :

$$IPHM = \frac{IPFM}{IPM}$$

3. Perhitungan indeks perbaikan harga dari input Energi menggunakan rumus :

$$IPHE = \frac{IPFE}{IPE}$$

4. Perhitungan indeks perbaikan harga dari input Modal menggunakan rumus :

$$IPHk = \frac{IPFk}{IPk}$$

5. Perhitungan indeks perbaikan harga dari input Total menggunakan rumus :

$$\text{IPHIT} = \frac{\text{IPFIT}}{\text{IPIT}}$$

2.2.6 Alat Evaluasi Penyebab Penurunan Produktivitas.

Evaluasi terhadap sistem produktivitas perusahaan harus mampu menjawab apa yang menjadi akar penyebab dari penurunan produktivitas perusahaan itu. Berkaitan dengan hal ini kita dapat menggunakan alat – alat sederhana yang telah populer seperti : *brainstorming*, *five whys*, diagram pareto, dan diagram sebab-akibat.

Alat-alat seperti diatas, sangat penting untuk dipergunakan untuk menentukan akar penyebab penurunan produktivitas perusahaan, adapun alat-alat tersebut (Gasperz, 2000:71),yaitu :

1. Brainstorming

Brainstorming membantu membangkitkan ide-ide alternatif dan persepsi dalam suatu tim kerja yang bersifat terbuka dan bebas. *Brainstorming* dapat digunakan berkaitan dengan hal – hal berikut :

- Menentukan penyebab yang mungkin dari penurunan produktivitas perusahaan dan solusi terhadap masalah produktivitas itu.
- Memutuskan masalah produktivitas apa yang perlu diselesaikan.

- Anggota tim merasa bebas untuk berbicara dan menyumbangkan ide – ide mereka.
- Menginginkan untuk menjaring sejumlah besar persepsi alternatif.
- Kreatifitas merupakan karakteristik *outcome* yang diinginkan.
- Fasilitator dapat secara efektif mengelola tim.

Langkah – langkah pelaksanaan *Brainstorming* :

- Menyatakan pernyataan masalah produktivitas secara jelas.
- Semua anggota kelompok harus berpikir dan membuat catatan.
- Setiap ide dari anggota kelompok diminta memberikan ide dan tidak boleh ada 1 pun anggota kelompok yang tidak memberikan ide.
- Setiap ide dari kelompok dicatat tanpa memberi komentar.
- Setiap anggota kelompok menyiapkan suatu ranking dari ide-ide yang diterima itu.
- Ranking individual terhadap ide – ide itu diperbandingkan,
- Memprioritaskan untuk memilih ide – ide terbaik dari berbagai ide terbaik berbagai ide yang dikemukakan itu.

2. Bertanya Mengapa Beberapa Kali (*Five Ways*)

Konsep bertanya mengapa beberapa kali dapat digunakan untuk menemukan akar penyebab dari suatu masalah yang berkaitan dengan produktivitas perusahaan.

Bertanya mengapa beberapa kali akan mengarahkan kita terhadap akar penyebab masalah sehingga tindakan yang sesuai pada akar penyebab masalah yang ditemukan itu akan menghilangkan masalah.

3. Diagram Pareto

Diagram pareto adalah grafik batang yang menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Masalah yang sering terjadi ditunjukkan oleh diagram grafik pertama yang tertinggi serta ditempatkan pada sisi paling kiri dan seterusnya sampai masalah yang paling sedikit terjadi ditunjukkan oleh grafik batang terakhir yang terendah serta ditempatkan pada sisi paling kanan.

Pada dasarnya Diagram Pareto dapat digunakan sebagai alat interpretasi untuk :

- Menentukan frekuensi relatif dan urutan pentingnya masalah-masalah atau penyebab-penyebab dari masalah yang ada.
- Memfokuskan perhatian-perhatian pada isu-isu kritis dan penting melalui pembuatan rangking terhadap masalah-masalah atau penyebab dari masalah itu dalam bentuk yang signifikan.

Langkah – langkah membuat diagram pareto :

- A. Menentukan masalah apa yang akan diteliti, mengidentifikasi penyebab – penyebab dari masalah yang akan diperbandingkan. Setelah itu merencanakan dan mengumpulkan data.
- Menentukan masalah yang akan diteliti.
 - Menentukan data apa yang diperlukan dan bagaimana mengklasifikasikan atau mengkategorikan data tersebut.
 - Menentukan metode dan periode pengumpulan data, termasuk dalam hal ini adalah menentukan unit pengukuran dan periode waktu yang diuji.
- B. Membuat suatu ringkasan dasar atau tabel yang mencatat frekuensi kejadian dari masalah yang telah diteliti menggunakan formulir pengumpulan data atau lembar periksa.
- C. Membuat daftar masalah secara berurut berdasarkan frekuensi kejadian dari yang tertinggi sampai yang terendah, serta hitunglah frekuensi komulatif, persentase dari total kejadian dan presentase dari total kejadian secara komulatif.
- D. Menggambarkan 2 buah garis horizontal dan 1 buah garis vertikal.
- Garis Vertikal
 1. Garis vertikal kiri : pada garis ini buatlah skala dari nol sampai total keseluruhan dari kerusakan.

2. Garis vertikal kanan : pada garis ini buatlah skala dari 0% sampai 100%.

- Garis Horizontal

Bagilah garis ini dalam banyaknya interval sesuai dengan banyaknya *item* masalah yang diklasifikasikan.

E. Buatlah histogram pada diagram pareto.

F. Gambarkan kurva komulatif serta cantumkan nilai-nilai komulatif (total komulatif atau persen komulatif) di sebelah kanan atas interval setiap *item* masalah.

G. Memutuskan untuk mengambil tindakan perbaikan atas penyebab utama dari masalah yang sedang diuji itu. Untuk mengetahui akar penyebab dari suatu masalah kita dapat menggunakan diagram sebab-akibat atau bertanya mengapa beberapa kali.

4. Diagram Sebab – Akibat.

Diagram sebab-akibat yaitu suatu diagram yang menunjukkan hubungan antara sebab dan akibat. Berkaitan dengan manajemen produktivitas total, diagram ini dipergunakan untuk menunjukkan faktor – faktor penyebab (sebab) penurunan produktivitas dan karakteristik produktivitas (akibat) yang disebabkan oleh faktor – faktor penyebab itu. Diagram ini sering juga disebut diagram tulang ikan.

Pada dasarnya, diagram sebab-akibat dapat digunakan untuk kebutuhan sebagai berikut :

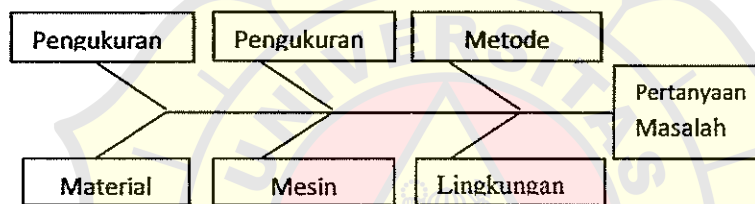
- Membantu mengidentifikasi akar penyebab dari suatu masalah produktivitas.
- Membantu membangkitkan ide-ide untuk solusi suatu masalah produktivitas.
- Membantu penyelidikan atau pencarian fakta lebih lanjut berkaitan dengan masalah produktivitas itu.

Langkah-langkah pembuatan diagram sebab akibat :

1. Dapatkan kesepakatan tentang masalah produktivitas yang terjadi dan ungkapkan masalah produktivitas itu sebagai suatu pertanyaan masalah.
2. Bangkitkan sekumpulan penyebab yang mungkin menggunakan teknik *brainstorming* berkaitan dengan masalah produktivitas yang sedang dihadapi.
3. Gambarkan diagram sebab-akibat dengan pertanyaan masalah ditempatkan pada sisi kanan.
4. Tetapkan setiap penyebab dalam kategori utama yang sesuai melalui penempatan pada cabang yang sesuai.

5. Untuk setiap penyebab yang mungkin bertanya mengapa ? kemudian daftarkanlah akar-akar penyebab tersebut pada cabang yang sesuai dengan kategori utama.
6. Interpretasikan diagram sebab akibat itu dengan cara melihat penyebab-penyebab yang muncul secara berulang, kemudian dapatkan konsensus tentang penyebab itu.
7. Terangkan hasil analisis menggunakan diagram sebab akibat.

Bentuk umum dari diagram sebab akibat adalah sebagai berikut :

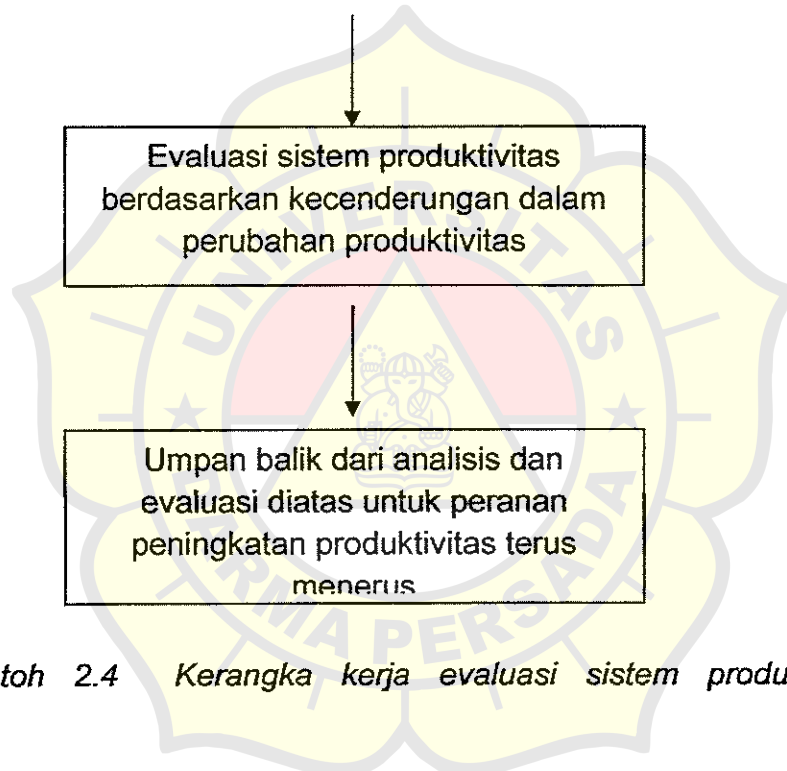


Gambar 2.3 Bentuk umum diagram sebab akibat.

(Sumber : Vincent Gaspersz, "Manajemen Produktivitas Total", 2000)

2.2.7 Ringkasan Laporan Perubahan Produktivitas Perusahaan (perbandingan terhadap periode sebelumnya)

Output	Perubahan Produktivitas Parsial (%)				Perubahan produktivitas Total (%)
	TK	Material	Modal	Energi	
Produk 1	+ 10		+ 2	+2	+6
Produk 2	+ 1	+ 2	+ 1		+0,2
.....
Total	+ 4	-2	+ 2	-1	+0,5



Gambar contoh 2.4 Kerangka kerja evaluasi sistem produktivitas perusahaan

Tabel contoh 2.1 Laporan perubahan produktivitas terhadap periode sebelumnya

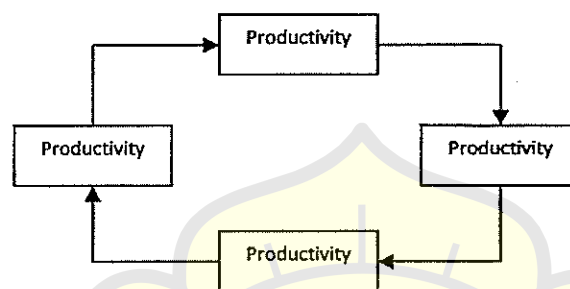
Deskripsi	Perubahan Produktivitas Parsial (%)	Perubahan Produktivitas Total (%)
TK	+18,07	-
Material	-9,73	-
Energi	+15,32	-
Modal	-10,96	-
Total	-	-0,68

2.2.8 Siklus Produktivitas

Untuk menyelesaikan permasalahan produktivitas dengan baik, diperlukan usaha-usaha formal. Program produktivitas dengan formal pada sebuah organisasi harus berdasarkan pada konsep yang disebutkan dengan siklus produktivitas (*Sumanth, 1985*). Pada dasarnya konsep siklus produktivitas terdiri dari empat tahap utama, yaitu :

1. Pengukuran Produktivitas (*Productivity Measurement*)
2. Evaluasi Produktivitas (*Productivity Planning*)
3. Perencanaan Produktivitas (*Productivity Planning*)
4. Perbaikan Produktivitas (*Productivity Improvement*)

Keempat unsur diatas merupakan suatu siklus yang harus dilakukan berkesinambungan dan berulang guna mendapatkan manfaat yang optimal. Secara skematis dapat digambarkan seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.5 Siklus Produktivitas

(Sumber :David J.Sumanth,1985"*Productivity Engineering and Management*", p:48)

Berdasarkan siklus produktivitas, secara formal program peningkatan produktivitas harus dimulai melalui pengukuran produktivitas dari sistem industri itu sendiri. Untuk keperluan ini berbagai teknik pengukuran dapat dipergunakan dan dikembangkan dari memilih indikator pengukuran yang sederhana sampai yang lebih kompleks dan komprehensif. Pengukuran ini dilakukan pertama kali untuk memberikan hasil atau informasi kepada kita, sejauh mana tingkat penurunan atau kenaikan produktivitas yang ada pada perusahaan tersebut.

Apabila produktivitas dari sistem industri tersebut telah diukur, langkah berikutnya adalah mengevaluasi tingkat produktivitas aktual (hasil pengukuran) itu untuk dibandingkan dengan rencana / tujuan yang telah ditetapkan. Kesenjangan yang terjadi antara tingkat produktivitas aktual dengan rencana (*productivity gap*) merupakan masalah produktivitas yang harus dievaluasi dan dicari akar penyebabnya yang dapat menimbulkan kesenjangan tersebut. Berdasarkan evaluasi ini, selanjutnya dapat direncanakan kembali target produktivitas yang akan dicapai baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Untuk mencapai target produktivitas yang telah direncanakan itu, berbagai program formal dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas secara kontinyu. Siklus produktivitas tersebut diulang kembali secara terus-menerus untuk mencapai peningkatan produktivitas yang terus-menerus dalam sistem industri.

2.3 EKONOMI TEKNIK

Ekonomi teknik (Engineering economy) adalah disiplin ilmu yang berkaitan dengan aspek-aspek ekonomi dalam teknik yang terdiri dari evaluasi sistematis dari biaya - biaya dan manfaat-manfaat usulan proyek-proyek teknik. Prinsip-prinsip dan metodologi ekonomi teknik merupakan bagian integral dari manajemen sehari-haridan operasi perusahaan-perusahaan swasta dan koperasi, pengaturan

utilitas publik yang diregulasi, badan-badan atau agen-agen pemerintah dan organisasi-organisasi nirlaba. Prinsip-prinsip ini dimanfaatkan untuk menganalisis penggunaan-penggunaan alternatif terhadap sumber daya uang, khususnya yang berhubungan dengan aset-aset fisik dan operasi suatu organisasi. Dengan demikian, ekonomi teknik merupakan sisi yang berhubungan dengan uang dari keputusan yang dibuat para insinyur sewaktu mereka bekerja memposisikan sebuah perusahaan agar mampu meraih laba dalam pasar yang sangat kompetitif. Suatu studi ekonomi teknik biasanya dilakukan dengan cara-cara yang sistematis.

Hasil-hasil ekonominya kemudian digunakan dalam suatu situasi keputusan yang melibatkan dua alternatif atau lebih dan biasanya mencakup pengetahuan dan masukan teknik.

2.3.1 Net Present Value (Konsep Nilai sekarang)

Metode Net Present Value (NPV) merupakan metode yang dilakukan dengan cara membandingkan nilai sekarang dari aliran kas masuk bersih atau laba bersih (Proceeds) dengan nilai sekarang dari biaya pengeluaran suatu investasi (Outlays).

Adapun tingkat presentase bunga yang dipergunakan untuk mendiskontokan selisih aliran kas yang masuk yang keluar dari dana

proyek dapat diperoleh dengan melihat tingkat suku bunga pinjaman jangka panjang yang berlaku dipasar modal.

Jumlah NPV suatu proyek yang direncanakan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{NPV} = \text{Investasi (A/P, i\%, n)} - \text{Nilai buku (A/F, i\%, n)}$$

Keterangan:

$i\%$: Tingkat suku bunga

n : Banyak periode (tahun)

2.3.2 Payback Period (Periode Pembayaran kembali)

Payback period adalah lama waktu yang dibutuhkan untuk pendapatan masuk kumulatif sama dengan biaya kumulatif dari suatu investasi (pembelian misalnya perangkat lunak komputer atau perangkat keras, biaya pelatihan, atau pengembangan produk baru), biasanya diukur dalam tahun. Payback period lebih pendek lebih disukai karena :

1. Biaya investasi yang kembali lebih cepat dan tersedia lagi untuk digunakan.
2. Sebuah payback period lebih pendek dipandang lebih kecil risikonya. Hal ini biasanya diasumsikan bahwa semakin lama payback period, semakin tidak menentu yang kembali positif. Untuk alasan ini, payback period sering digunakan sebagai ukuran risiko, atau kriteria terkait risiko yang harus

dipenuhi sebelum dana yang dihabiskan. Sebuah perusahaan mungkin memutuskan untuk melakukan tidak akan melakukan investasi besar atau pengeluaran yang memiliki periode pembayaran kembali lebih dari 3 tahun. Rumus atau persamaan untuk perhitungan payback period adalah sebagai berikut:

$$\text{Payback period} = \frac{\text{Investasi yang dibutuhkan}}{\text{Masukan bersih kas tahunan}}$$

Annual Total Cost atau Total biaya tahunan menggunakan rumus :

$$\text{Atc}(n) = [i + C_n(p/F, i, n) - S_n(P/F, i, n)](A/P, i, n) \dots \dots \dots$$

Kebaikan-kebaikan dan Kelemahan Payback Period

Pengukuran usulan proyek capital budgeting dengan menggunakan metode payback period seringkali dikatakan lebih baik daripada metode average rate of return karena dalam perhitungannya digunakan cash inflow dan bukannya accounting income. Di samping itu, payback period juga mempertimbangkan (walaupun tidak sepenuhnya) secara implisit faktor "timing" atau saat penerimaan cash inflow, dan dengan demikian faktor waktu dari uang yang akan diterima. Payback period merefleksikan tingkat likuiditas suatu proyek (kecepatan dalam menutup kembali modal yang diinvestasikan), dan dengan demikian pertimbangan tentang risiko untuk

dapat segera menutup kembali investasi dengan cash inflow yang dihasilkan oleh investasi tersebut. Semakin likuid suatu proyek, semakin kecil risiko yang dihadapi oleh perusahaan, demikian pula sebaliknya.

Kelemahan utama dari payback period adalah tidak mempertimbangkan sepenuhnya faktor atau nilai waktu dari uang. Pengukuran payback period menekankan pada “berapa cepat modal yang diinvestasikan akan tertutup” sebenarnya hanya mempertimbangkan secara implisit saat atau timing penerimaan cash inflow. Kelemahan yang kedua timbul karena adanya suatu kenyataan sehubungan dengan penggunaan metode payback period yang tidak mempertimbangkan cash inflow sesudah investasi dalam suatu proyek tertutup.

2.3.3 Depresiasi

Depresiasi atau penyusutan dalam akuntansi adalah alokasi sistematis jumlah yang dapat disusutkan dari suatu aset selama umur manfaatnya. Penerapan depresiasi akan memengaruhi laporan keuangan, termasuk penghasilan kena pajak suatu perusahaan.

Metode yang paling mudah dan paling sering digunakan untuk menghitung penyusutan adalah metode penyusutan garis lurus (*straight-line depreciation*). Tapi selain itu, ada pula metode penghitungan lain yang bisa

juga digunakan, seperti metode penyusutan dipercepat, penyusutan jumlah angka tahun, dan saldo menurun ganda.

Rumusnya adalah :

$$\text{Depresiasi Tahunan} = \frac{\text{Biaya aktiva tetap - nilai sisa}}{\text{Umur manfaat asset(tahun)}}$$

Depresiasi adalah biaya nyata bukan hipotesis. Epresias untuk suatu perioda harus diperhitungkan dan diakui sebagai biaya karena jasa yang diberikan oleh aset tetap tidak terjadi sekaligus pada saat pemerolehan atau pemberhentian aset tersebut. Seluruh potensi jas aset tetep (depresi total yang direpresentasi oleh kos aset) jelas akan dimanfaatkan atau dipakai dengan cara tertentu sampai jasa yang terkandung didalamnya habis. Jadi, depresiasi adalah bagian dari kos aset yang telah diperhitungkan sebagai biaya.

Penentuan besarnya depresiasi tidak tergantung pada besarnya laba perusahaan walau pun besarnya biaya depresiasi akan mempengaruhi besarnya laba periodic.dengan kata lain, besarnya laba perusahaan tidak boleh mempengaruhi besarnya depresiasioleh karena laba merupakan hasil akhir akibat penyerahan barang yang didalamnya melekat berbagai macam jasa termasuk jasa aset tetap. Laba ditentukan dengan mengurangi semua biaya termasuk depresiasi terhadap jumlah rupiah pendapatan.

Dengan konsep upaya dan hasil, biaya akan terhimpun seluruhnya lebih dahulu dan barulah kemudian pendapatan timbul dan akhirnya laba atau rugi akan muncul.

Metode depresiasi sendiri bukan masalah penting sepanjang tidak bertentangan dengan konsep-konsep : jasa dibalik kos, daya ikat kos serta upaya dan hasil. Juga tidak menjadikan masalah prinsip bagi akuntansi bahwa metoda depresiasi yang digunakan tidak sejalan dengan proses keausan fisis aset tersebut atau tidak menunjukkan adanya fluktuasi nilai aset yang serupa.

Biaya depresiasi yang telah dihitung dengan metoda tertentu harus tetap merupakan biaya untuk menghasilkan pendapatan walaupun perhitungan tersebut menimbulkan atau bahkan menambah rugi operasi. Misalnya, suatu perusahaan membeli alat pengangkutan(truk) dengan kapasitas angkutan lima ton dan menentukan bahwa depresiasi didasarkan atas metoda garis lurus. Masalahny adalah kalau truk tersebut tidak selalu dipakai atau mengangkut barang kurang dari lima ton ,apakah biaya depresiasi harus dikurangi?

Depresiasi total truk tersebut dapat disamakan dengan kos sewa truk tersebut dengan tarif sewa atau dasar waktu (misalnya tahunan) dan seluruh kos sewa telah dibayar dimuka.