



**MODUL REKAYASA KUALITAS DAN PRODUKTIVITAS
(IND 222)**

MODUL SESI 12
**PEMILIHAN PENGUKURAN INDIKATOR PRODUKTIVITAS
DAN METODE COBB DOUGLASS**

DISUSUN OLEH:
DR. IR. ZULFIANDRI, MSi.

UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2020

PEMILIHAN PENGUKURAN INDIKATOR PRODUKTIVITAS DAN METODE COBB DOUGLASS

Pemilihan Indikator Pengukuran Produktivitas

Semua perusahaan dituntut untuk mempertahankan dan selalu meningkatkan kemampuan daya saingnya. Untuk memenangkan persaingan industri, salah satu jalan yang dapat ditempuh dengan upaya meningkatkan produktivitas untuk semua level dalam perusahaan. Diperlukan komitmen bersama untuk meningkatkan produktifitas agar tujuan perusahaan dapat tercapai sehingga secara tidak langsung akan memberikan dampak yang positif terhadap kesejahteraan karyawan. Oleh karena itu, diperlukan suatu tolak ukur dalam menghitung tingkat produktifitas yang telah berjalan di semua perusahaan.

Kriteria Pengukuran Produktivitas

Ada enam kriteria utama menurut David Bain yang harus dipenuhi dalam melakukan pengukuran, yaitu :

- a. Validitas. Ukuran yang valid adalah ukuran yang dapat secara tepat menggambarkan perubahan dalam produktivitas yang sebenarnya.
- b. Kelengkapan (*Completeness*). Kelengkapan berhubungan dengan ketelitian dengan seluruh *output* atau hasil yang didapat dan *input* atau sumber yang digunakan dapat diukur dan termasuk didalam rasio produktivitas tersebut.
- c. Dapat dibandingkan (*Comparability*). Pentingnya pengukuran produktivitas terletak pada kemampuan untuk dapat membandingkan antara periode dengan periode, dengan obyektif atau standar sehingga dapat dilihat apakah penggunaan sumber lebih efisien atau tidak dalam mencapai hasil.
- d. *Inclusiveness*. Pengukuran produktivitas menyatukan banyak kegiatan dalam fungsi-fungsi organisasi, memberikan inspirasi pada manajer akan pentingnya meningkatkan efektivitas sementara menggunakan sumber yang tersedia dengan efisien secara berkesinambungan.
- e. *Timeliness*. Pengukuran produktivitas dimaksudkan sebagai alat yang efektif bagi manajemen sehingga harus dikomunikasikan pada setiap manajer yang

bertanggung jawab pada bidangnya dalam waktu yang secepat-cepatnya tetapi masih dalam batas-batas yang masih praktis untuk dilakukan.

- f. Keefektifan Ongkos (*Cost Effectiveness*). Pengukuran produktivitas dilakukan untuk tujuan meningkatkan hasil kerja organisasi melalui kenaikan kesadaran manajerial dan perbaikan pengendalian. (Gaspersz, Vincent, 1998)

Variabel yang dapat digunakan untuk mengukur produktivitas, dapat dilakukan dengan menggunakan seluruh variabel yang ada pada perusahaan. Salah satu contohnya adalah pengukuran produktivitas tenaga kerja

Produktivitas tenaga kerja adalah kemampuan seorang tenaga kerja dalam mengelola usahanya, untuk memperoleh suatu keuntungan (Profitabilitas), Profitabilitas merupakan ukuran kemampuan suatu usaha yang berdampak kepada keuntungan atau laba, profitabilitas ini dapat mengukur kemampuan manajemen dari usaha tersebut.

Peningkatan produktivitas manusia merupakan sasaran yang strategis karena peningkatan produktivitas faktor-faktor produksi lain (alam dan modal) sangat tergantung pada kemampuan tenaga manusia memanfaatkannya. Meningkatnya mutu pendidikan berhubungan dengan produktivitas karena hal ini berkaitan dengan kemampuan untuk lebih memahami dan mengadaptasi perubahan-perubahan di lingkungan kerjanya dengan lebih cepat. Akibatnya peningkatan mutu pendidikan cenderung memudahkan pengembangan teknologi dan pertumbuhan produktivitas (Moelyono, 1993).

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas adalah kelangkaan sumber daya yang diukur dari rasio modal dan tenaga kerja, perubahan angkatan kerja, inovasi, teknologi dampak regulasi dan kualitas kerja. Ditambahkan juga bahwa kenaikan sumbangan tenaga kerja pada produktivitas adalah karena tenaga kerja lebih sehat, lebih terdidik, dan lebih bergizi.

Produktivitas dapat pula meningkat karena hari kerja yang lebih pendek, biasanya perbaikan produksi 20 persen, karena peningkatan kualitas kerja (Reksohadiprodjo, 1995). Sirajuddin (2004) menunjukkan bahwa faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja adalah umur, tingkat pendidikan, jumlah tanggungan keluarga, pengalaman bekerja dan skala usaha. Penilaian produktivitas

kerja sangat erat hubungannya dengan pengalaman bekerja, umur, pendidikan, curahan kerja, dan upah.

Pengalaman Kerja

Pengalaman kerja adalah senioritas atau masa kerja merupakan lamanya seorang pegawai menyumbangkan tenaganya di perusahaan. pengalaman kerja adalah masa kerja seorang pekerja bila mana diterapkan pada hubungan kerja maka senioritas adalah masa kerja seorang pekerja pada perusahaan tertentu. Pengalaman kerja adalah waktu yang digunakan oleh seseorang untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan sikap sesuai dengan tugas yang dibebankan kepadanya. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pengalaman kerja seseorang adalah waktu, frekuensi, jenis tugas, penerapan, dan hasil. lebih lanjut dijelaskan bahwa cara yang dapat dilaksanakan untuk memperoleh pengalaman kerja adalah melalui pendidikan, pelaksanaan tugas, media informasi, penataran, pergaulan, dan pengamatan. Pengalaman kerja mempunyai manfaat bagi pihak perusahaan maupun karyawan (pajar, 2008).

Umur

Arman (2005) mengemukakan bahwa tenaga kerja yang umurnya masih muda kecenderungannya mempunyai fisik yang lebih kuat, sehingga diharapkan dapat bekerja keras dibandingkan dengan tenaga kerja yang umurnya lebih tua. Salah satu keberhasilan suatu usaha tergantung kepada tenaga kerja yang mengolah usaha tersebut. Tenaga kerja kelompok penduduk dalam usia kerja. Secara praktis pengertian tenaga kerja dan bukan tenaga kerja yang dibedakan hanya oleh batasan umur. Tingkat umur produktif berada diantara 15-65 tahun.

Pendidikan

Kadir (2010) menyatakan bahwa pendidikan adalah suatu proses alih teknologi dan transformasi menyangkut dengan peningkatan pengetahuan melalui institusi atau lembaga tertentu dan dikelola secara formal dalam kurun waktu tertentu, yang merupakan proses teknik serta metode belajar mengajar untuk mengalihkan suatu pengetahuan dari suatu individu yang memerlukannya.

Pendidikan dalam suatu organisasi sebagai salah satu upaya untuk mengembangkan sumber daya manusia, merupakan suatu siklus yang harus

dilakukan secara terus menerus karena organisasi harus berkembang. Lebih lanjut dijelaskan bahwa faktor pendidikan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas kerja.

Arman (2005) menyatakan bahwa tingkat pendidikan sejalan dengan tingkat produktivitas dan efisiensi kerja. Tingkat pendidikan juga akan berpengaruh terhadap pola pikir serta kemampuan seseorang dalam mengolah suatu usaha serta bagaimana mereka bisa mengubah serta menerima setiap perubahan yang ada serta menerapkannya.

Sirajuddin (2004) dalam Hukum Kapital yang dikemukakan bahwa asumsi dasar teori Hukum Kapital seseorang dapat meningkatkan penghasilannya melalui peningkatan pendidikan. Setiap penambahan satu tahun sekolah berarti disatu pihak peningkatan kemampuan kerja dan tingkat penghasilan seseorang.

Curahan Kerja

Andryani (2007) menyatakan bahwa yang biasa dipakai tanpa memperhatikan kebiasaan bekerja adalah delapan jam kerja sama dengan satu hari kerja. Oleh karena itu dalam prakteknya digunakan ukuran setara jam kerja pria dewasa atau hari kerja pria (HKP) dengan menggunakan faktor konversi 0,8 HKP untuk wanita dan 0,5 HKP untuk anak-anak. Kelemahan pendekatan ini adalah pekerja wanita atau anak-anak dianggap bekerja efektif seperti seorang pria, satu tahun seseorang bersedia bekerja selama 300 hari sedangkan pada usaha peternakan yang digunakan untuk pemeliharaan ternak adalah sekitar 50% dari waktu lazim dipergunakan untuk usaha lainnya.

Profitabilitas

Profitabilitas merupakan ukuran kemampuan suatu usaha dalam memperoleh keuntungan atau laba, profitabilitas ini dapat mengukur kemampuan manajemen dari perusahaan tersebut. Analisis ratio profitabilitas ini dapat digunakan untuk menjelaskan kemampuan perusahaan dalam mempergunakan sumber dayanya secara efektif dan efisien.

Profitabilitas adalah hasil bersih dari berbagai kebijaksanaan dan keputusan yang memberikan jawaban akhir tentang sejauh mana usaha mengelola usahanya secara efektif. Perolehan laba merupakan ukuran keberhasilan kinerja finansial

perusahaan. Laba usaha pun dapat menjadi salah satu indikator kemampuan usaha dalam memenuhi kewajibannya kepada para penyandang dana.

Profitabilitas merupakan kemampuan perusahaan dalam menghasilkan keuntungan dari aktivitas operasionalnya. Profitabilitas perusahaan yang tinggi menunjukkan prospek perusahaan yang baik dalam pandangan para investor yang selanjutnya akan direspon oleh para investor sebagai sinyal positif dari perusahaan dan akan mempermudah manajemen perusahaan untuk menarik modal dalam bentuk saham. Apabila terdapat kenaikan permintaan saham suatu perusahaan, maka secara tidak langsung akan menaikkan harga saham perusahaan tersebut, sehingga nilai perusahaan pun akan meningkat (Sujoko dkk, 2007).

Suatu usaha didirikan dengan tujuan untuk memperoleh laba. Profitabilitas dapat memberikan gambaran tentang bagaimana kinerja usaha dalam mengelola usaha. Terdapat beberapa rasio yang digunakan untuk mengukur profitabilitas usaha, diantaranya *gross profit margin* yaitu perbandingan laba kotor dengan penjualan, *net profit margin* yaitu perbandingan laba setelah pajak dengan penjualan, *return on equity* yaitu perbandingan laba setelah pajak (*earning after tax*) dengan modal sendiri, dan *return on asset* yaitu perbandingan laba setelah pajak (*earning after tax*) terhadap *total asset* perusahaan (Fakhrudin dkk, 2001).

- a. *Profit Margin*, yaitu perbandingan antara *net operating income* dengan *net sales* dan dinyatakan dengan persentase.

$$\text{Profit Margin} = \frac{\text{Net Operating Income}}{\text{Net Sales}} \times 100 \%$$

Profit margin ialah selisih antara *net sales* dengan *operating expenses* (harga pokok penjualan + biaya administrasi + biaya penjualan + biaya umum), hasilnya dinyatakan dalam persentase dari *net sales*.

- b. *Turnover of operating assets* atau tingkat perputaran aktiva usaha, yaitu kecepatan berputarnya *operating assets* dalam suatu periode tertentu. *Turnover* tersebut dapat ditentukan dengan membagi *net sales* dengan *operating assets*.

$$\text{Turnover of Operating Assets} = \frac{\text{Net Sales}}{\text{Operating Assets}}$$

- c. *Operating assets turnover* dimaksudkan untuk mengetahui efisiensi peternakan dengan melihat kecepatan perputaran *operating assets* dalam suatu periode tertentu.
- d. Hasil akhir dari *profit margin* dan *operating assets turnover* menentukan tinggi rendahnya *earning power*. Oleh karena itu makin tingginya tingkat *profit margin* atau *operating assets turnover* masing-masing atau kedua-duanya akan mengakibatkan naiknya *earning power*.
- e. Hubungan antara *profit margin* dan *operating assets turnover* dapatlah digambarkan sebagai berikut: $Profit\ Margin \times Operating\ Assets\ Turnover = Earning\ Power$
- f. Efektivitas rasio profitabilitas dalam hubungannya dengan penjualan dengan laba yang terdiri dari *Gross Profit Margin* merupakan perbandingan penjualan bersih dikurangi harga pokok penjualan atau rasio antara laba kotor dengan penjualan bersih.

Indikator kriteria produktivitas lainnya selain produktivitas tenaga kerja, diantaranya adalah produktivitas *material*, produktivitas *labor*, produktivitas energi, produktivitas modal dan produktivitas total. Pemilihan indikator pengukuran produktivitas harus mengacu pada kebutuhan langsung dari perusahaan berkaitan dengan tujuan perbaikan produktivitas dari perusahaan itu.

CONTOH PEMILIHAN INDIKATOR PENGUKURAN BAGIAN PRODUKSI

1. Kuantitas Produksi / Kuantitas Penggunaan Tenaga Kerja
2. Kuantitas Produksi / Kuantitas Penggunaan Material
3. Kuantitas Produksi / Kuantitas Penggunaan Energi
4. Jam Kerja Aktual / Jam Kerja Standar
5. Jam Kerja Tidak Langsung / Jam Kerja Langsung
6. Lini Produksi Yang Telah Menerapkan Just-In-Time (JIT) /Total Lini Produksi
7. Kuantitas Produk Dalam Proses (WIP) / Kuantitas Produksi Aktual
8. Tingkat Pemborosan Aktual / Tingkat Pemborosan Yang Direncanakan
9. Jam Kerja Setup Produksi / Jam Kerja Aktual Produksi
10. Kuantitas Unit Yang Diterima / Kuantitas Unit Yang Diinspeksi

11. Kuantitas Produk Cacat / Kuantitas Produksi
12. Jumlah Lot Yang Diterima Pelanggan / Jumlah Lot Yang Diserahkan
13. Kuantitas Produksi Berdasarkan Skedul (Rencana Produksi) / Kuantitas Produksi Aktual
14. Kekurangan Inventori / Tambahan Inventori
15. Banyaknya Personel Yang Ditransfer atau Keluar / Banyaknya Personel Bagian Produksi
16. Kuantitas Material Yang Diterima/ Kuantitas Material Yang Diperiksa
17. Biaya-biaya Kualitas / Nilai Total Penjualan
18. Ongkos-ongkos Scrap / Tambahan Material dan Tenaga Kerja Untuk Produksi
19. Total Jam Untuk Menunggu / Total Jam Kerja Langsung
20. Nilai Total Penjualan / Nilai Inventori
21. Ongkos Untuk Perbaikan Dalam Masa Jaminan / Nilai Total Penjualan
22. Jam Tenaga Kerja Dalam Laporan Yang Ditolak / Jam Tenaga Kerja Yang Dilaporkan
23. Jumlah Pesanan Pembelian Salah / Jumlah Pesanan Pembelian Yang Diaudit
24. Lot Material Yang Cacat / Lot Material Yang Diperiksa
25. Lot Material Dari Vendor Yang Tepat Waktu / Lot Material Yang Diterima
26. Nilai Total Penjualan / Nilai Total Pembelian
27. Total Karyawan Bagian Pembelian / Total Karyawan Perusahaan
28. Total Pesanan Pembelian / Total Karyawan Bagian Pembelian
29. Nilai Total Pembelian / Total Karyawan Bagian Pembelian
30. Nilai Total Pembelian / Total Pesanan Pembelian
31. Biaya Total Untuk Proses Pemesanan Pembelian / Total Pesanan Pembelian
32. Biaya Total Untuk Proses Pemesanan Pembelian / Nilai Total Pembelian
33. Biaya Total Untuk Proses Pemesanan Pembelian / Nilai Total Penjualan
34. Nilai Total Penghematan Bagian Pembelian / Nilai Total Pembelian
35. Nilai Total Pembelian / Anggaran Bagian Pembelian
36. Cycle Time Pesanan Pembelian Aktual / Cycle Time Pesanan Pembelian Standar
37. Nilai Total Pembelian / Banyaknya Pemasok (Vendor)
38. Banyaknya Vendor Yang Ikut Just-In-Time / Banyaknya Vendor Yang Ada

39. Jumlah Gambar Yang Dihasilkan/Biaya Total Untuk Menyiapkan Gambar
40. Jumlah Pesanan Perubahan Rekayasa / Jumlah Gambar-Gambar
41. Jam Tenaga Kerja Langsung / Total Jam Tenaga Kerja Yang Dilaporkan
42. Proyek-proyek Dengan Rencana / Banyaknya Proyek-proyek
43. Penggunaan Jam CAD / Jam CAD Yang Tersedia
44. Banyaknya Tenaga Kerja Yang Keluar-Masuk / Banyaknya Tenaga Kerja Yang Ada
45. Banyaknya Pesanan Rekayasa Yang Diterima / Anggaran Bagian Rekayasa
46. Nilai Total Penjualan / Anggaran Bagian Rekayasa
47. Nilai Total Keuntungan / Banyaknya Tenaga Kerja Bagian Rekayasa
48. Cycle Time Pesanan Rekayasa Aktual / Cycle Time Pesanan Rekayasa Standar
49. Cycle Time Proses Pemasaran Aktual / Cycle Time Proses Pemasaran Standar
50. Nilai Total Penjualan / Ongkos Total Penjualan
51. Tingkat Perbaikan Proses Pemasaran (Persentase Penurunan Biaya Pemasaran) Per Unit Waktu (Bulan, Semester, Tahun)
52. Banyaknya dan Hasil-hasil dari Inovasi Teknik-teknik Penjualan Baru Per Unit Waktu (Bulan, Semester, Tahun)
53. Dan Lain-Lain, Dapat Dikembangkan Sesuai Dengan Kebutuhan

Analisa Pengukuran Produktivitas Cobb Douglass

Definisi produktivitas terus berkembang sejalan dengan perkembangan manusia. Istilah produktivitas sangat berkaitan dengan produksi (Mahendra, 2014), sehingga seringkali produktivitas hanya dilihat sebelah mata saja yaitu pada jumlah produksi. Produksi adalah suatu aktivitas untuk menghasilkan barang dan/atau jasa. Sedangkan produktivitas adalah rasio antara output hasil produksi dibanding dengan input produksi. Produksi tidak dapat dipisahkan dengan efektivitas dan efisiensi.

Pengertian produktivitas dikemukakan dengan menunjukkan rasio *output* terhadap *input*. *Input* dapat mencakup biaya produksi dan peralatan. Sedangkan *output* bisa terdiri dari penjualan, pendapatan, *market share*, dan kerusakan. Produktivitas tidak sama dengan produksi, tetapi produksi merupakan komponen dari usaha produktivitas.

Apabila performansi dilakukan dengan memberikan penekanan pada nilai efisiensi, maka harus dianalisa efisiensinya. Efisiensi diukur sebagai rasio *output* dan *input*. Dengan kata lain, pengukuran efisiensi menghendaki *outcome*, dan penentuan jumlah sumber daya yang dipakai untuk menghasilkan *outcome* tersebut. Dengan demikian, pengertian produktivitas dapat didefinisikan sebagai rasio antara efektivitas pencapaian tujuan pada tingkat kualitas tertentu (*output*) dan efisiensi penggunaan sumber daya (*input*). Produktivitas merupakan suatu kombinasi dari efektivitas dan efisiensi, sehingga produktivitas dapat dirumuskan (Gaspersz, 1998):

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output yang dihasilkan}}{\text{Input yang digunakan}} = \frac{\text{Efektivitas}}{\text{Efisiensi}}$$

Pengukuran produktivitas yang hanya memperhitungkan salah satu sumber daya sebagai variabel *input* dikenal sebagai produktivitas faktor tunggal (*single-factor productivity*). Sementara pengukuran produktivitas yang memperhitungkan semua variabel *input* (tenaga kerja, material, energi, modal) dikenal sebagai produktivitas multifaktor (*multyfactor productivity*) atau produktivitas faktor total (Hayzer dan Render, 2005).

Perhitungan produktivitas membantu manajer perusahaan menilai seberapa baik mereka bekerja. Ukuran produktivitas multifaktor menyajikan informasi yang lebih baik dalam perhitungan antar faktor, tetapi terdapat beberapa masalah dalam perhitungan tersebut, yaitu (Hayzer dan Render, 2005):

1. Kualitas dapat berubah walaupun *input* dan *output* tetap.
2. Unsur luar dapat menyebabkan peningkatan atau penurunan produktivitas pada sistem.
3. Kurang atau bahkan tidak ada satuan pengukuran yang akurat.

Produktivitas faktor adalah kunci untuk menetapkan kombinasi, atau proporsi input (*variable proportion*) yang optimal yang harus dipergunakan untuk menghasilkan satu produk yang mengacu pada *the law of variable proportion*. Produktivitas faktor memberikan dasar untuk penggunaan sumber daya yang efisien dalam sebuah sistem produksi. Pengembangan *output* di mana terdapat sekurang-kurangnya satu faktor produksi yang konstan dijelaskan oleh *the law of deminishing returns* dari faktor berubah. *The law of deminishing returns* menyatakan bahwa sementara jumlah satu *input* variabel meningkat, dengan jumlah semua faktor

lainnya dinyatakan konstan, kenaikan yang dihasilkan dalam *output* pada akhirnya akan menurun (Pappas dan Hirschey, 1993 dan Soekartawi, dkk, 1986).

Efisiensi adalah ukuran yang menunjukkan penggunaan sumber-sumber daya yang digunakan dalam proses produksi. Sedangkan efektivitas adalah ukuran derajat pencapaian output dari sistem produksi. Jadi efisiensi berkaitan dengan penggunaan resources, sedangkan efektivitas berkaitan dengan performansi. Maka produktivitas dapat dirumuskan pada persamaan (1) sebagai berikut:

Produktivitas adalah :

- = *output* yang dihasilkan/*input* yang digunakan
- = pencapaian tujuan penggunaan sumber-sumber daya
- = efektivitas pelaksanaan tugas efisiensi penggunaan sumber-sumber daya

Efektivitas efisiensi (1) Program produktivitas merupakan suatu proses yang kontinyu atau proses yang berlangsung secara berkesinambungan. Siklus produktivitas mengharuskan tahap pengukuran produktivitas dahulu kemudian ke tahap selanjutnya, yaitu evaluasi produktivitas, perencanaan produktivitas dan peningkatan produktivitas. Pengukuran produktivitas mensyaratkan adanya aktivitas pencarian data yang menyangkut obyek yang diukur. Evaluasi mencakup kegiatan menilai menjadi ukuran-ukuran tertentu dan menyimpulkan kondisi obyek yang diukur. Evaluasi juga membandingkan antara produktivitas riil dengan produktivitas yang diharapkan.

Perencanaan produktivitas mencakup kegiatan mendesain kegiatan produksi atau aktivitas usaha. Peningkatan produktivitas merupakan implementasi dari perencanaan produktivitas pada aktivitas produksi. Peningkatan produktivitas ini menyangkut pula pada faktor pengendalian produktivitas.

Pengertian Fungsi Produksi Mahendra (2014) menjelaskan bahwa fungsi produksi adalah hubungan diantara faktor-faktor produksi dan tingkat produksi yang diciptakannya. Tujuan dari kegiatan produksi adalah memaksimalkan jumlah variabel yang dijelaskan (*output*) dengan sejumlah variabel yang menjelaskan (*input*) tertentu (Mahendra, 2014). Faktor input tetap terdiri dari mesin dan peralatan, sedangkan faktor input berubah terdiri dari bahan mentah dan tenaga kerja.

Fungsi Produksi Cobb-Douglas

Fungsi Produksi Eksponensial (Cobb-Douglas) adalah Bentuk fungsional CobbDouglas dari fungsi produksi secara umum yang digunakan untuk mempresentasikan hubungan dari input ke output. Fungsi produksi Cobb Douglas adalah suatu fungsi atau persamaan yang melibatkan dua atau lebih variabel, dimana variabel dependent disimbolkan dengan Y dan variabel X disebut dengan variabel independent.

Hubungan antara variabel Y dan X dapat diselesaikan dengan cara regresi dimana variasi dari Y akan dipengaruhi oleh variasi dari X. Dengan demikian, aturan pada garis regresi juga berlaku pada fungsi Cobb-Douglas. Fungsi produksi eksponensial ini dapat berbeda satu sama lain tergantung pada ciri data yang ada, tetapi secara umum fungsi produksi eksponensial ini dituliskan pada persamaan (1) sebagai berikut: $Y = aX^b$

Secara matematis, fungsi Cobb Douglas dapat dituliskan seperti persamaan (2) berikut ini (Wang dan Fu, 2013): $Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots X_i^{b_i} \dots X_n^{b_n} e^{-u}$. Bila fungsi Cobb Douglas tersebut dinyatakan dengan hubungan Y dan X, maka hubungan tersebut ditunjukkan oleh persamaan (3) $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_i, \dots, X_n)$ (4) dimana: Y = variabel yang dijelaskan X = variabel yang menjelaskan a, b = besaran yang akan diduga u = galat (disturbance term) e = logaritma natural, e = 2,718.

Untuk memudahkan pendugaan terhadap persamaan tersebut, maka persamaan tersebut diubah menjadi bentuk linear berganda dengan cara melogaritmakan persamaan tersebut. Persamaan di atas dituliskan kembali pada persamaan (5) dan (6) untuk menjelaskan hal tersebut, yaitu (Chen, 2012): $Y = f(X_1, X_2)$ (5) $Y = aX_1^{b_1} X_2^{b_2} e^{-u}$ (6) Logaritma dari persamaan (5) dan (6) di atas ditulis pada persamaan (7): $\log Y = \log a + b_1 \log X_1 + b_2 \log X_2 + \log u$ (7). Persamaan (7) hasil logaritma di atas dapat dengan mudah diselesaikan dengan cara regresi berganda. Pada persamaan tersebut terlihat bahwa nilai b1 dan b2 adalah tetap walaupun variabel yang terlibat telah dilogaritmakan. Hal ini dapat dimengerti karena b1 dan b2 pada fungsi Cobb Douglas adalah sekaligus menunjukkan elastisitas X terhadap Y.

Penyelesaian fungsi Cobb Douglas selalu dilogartmakan dan diubah bentuk fungsinya menjadi fungsi linear, sehingga ada beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sebelum menggunakan fungsi Cobb Douglas, antara lain:

1. Tidak ada nilai pengamatan yang bernilai nol, sebab logaritma dari nol adalah suatu bilangan yang besarnya tidak diketahui (infinite).
2. Dalam fungsi produksi perlu asumsi bahwa tidak ada perbedaan teknologi pada tiap pengamatan (non-neutral difference in the respective technologies).
3. Variabel input berada pada perfect competition.
4. Faktor-faktor lain yang tidak tercakup pada model seperti iklim sudah diperhitungkan dalam u. Fungsi Cobb Douglas merupakan salah satu bentuk fungsi produksi yang paling banyak digunakan dalam analisis produktivitas.

Soekartawi (2002) menyatakan bahwa fungsi Cobb-Douglas lebih banyak , dipakai oleh para peneliti karena mempunyai **keunggulan** berikut :

1. Bentuk fungsi produksi Cobb Douglas bersifat sederhana dan mudah dalam penerapannya.
2. Fungsi produksi Cobb Douglas mampu menggambarkan keadaan skala hasil (return to scale) apakah sedang meningkat, tetap atau menurun.
3. Koefisien-koefisien fungsi produksi Cobb Douglas secara langsung menggambarkan elastisitas produksi dari setiap input yang dipergunakan dan dipertimbangkan untuk dikaji dalam fungsi produksi Cobb Douglas.
4. Koefisien intersep dari fungsi produksi Cobb Douglas merupakan indeks efisiensi produksi yang secara langsung menggambarkan efisiensi penggunaan input dalam menghasilkan output dari sistem produksi yang sedang dikaji.

Bentuk umum dari fungsi produksi Cobb Douglas ditulis pada persamaan (8) sebagai berikut: $Q = \delta I^\alpha$ (8) dimana: Q = output I = input δ = indeks efisiensi penggunaan input α = elastisitas produksi dari input yang digunakan Berdasarkan rumusan pada persamaan (8) di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar nilai δ dalam fungsi produksi Cobb Douglas, maka indeks efisiensi produksi semakin tinggi yang berarti pula bahwa proses transformasi nilai tambah dari input menjadi output telah menjadi semakin efisien. Akhirnya substitusi elastisitas yang baru ini

membuktikan bahwa perubahan teknologi dapat merubah produktivitas, pola kerja dan faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitas.

Bentuk umum fungsi produksi Cobb-Douglas adalah:

$$Q = \delta \cdot I^\alpha$$

Keterangan:

$Q = Output$

$I =$ Jenis *input* yang digunakan dalam proses produksi dan dipertimbangkan untuk dikaji

$\delta =$ indeks efisiensi penggunaan *input* dalam menghasilkan *output* $\alpha =$ elastisitas produksi dari *input* yang digunakan

Dalam ilmu ekonomi yang disebut dengan fungsi produksi yaitu suatu fungsi yang menunjukkan hubungan antara **hasil fisik (output)** dengan faktor **produksi (input)**, Daniel M (2002) dalam bentuk matematika sederhana, fungsi produksi dituliskan sebagai berikut:

$$Y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$$

Keterangan: $Y =$ hasil fisik; $x_1 \dots x_n =$ faktor-faktor produksi.

Transformasi Persamaan Regresi Linier

Sebelum data dapat diolah dan dianalisis lebih lanjut, data-data yang diperoleh harus terlebih dulu ditransformasikan ke dalam bentuk Logaritma Natural (Ln). Kemudian data-data dalam bentuk Logaritma Natural tersebut diolah kembali untuk mendapatkan persamaan regresi $Y = a + bX$, atau dikembalikan pada variabel aslinya dengan $Y = \ln Q$ dan $X = \ln I$. Maka persamaan regresi menjadi $\ln Q = a + b(\ln I)$. Selanjutnya regresi linier tersebut ditransformasikan ke dalam fungsi produksi Cobb-Douglas, dengan langkah:

$$\ln Q = a + b(\ln I)$$

$$\ln Q = a + \ln I^b$$

$$\ln Q - \ln I^b = a$$

$$Q = e^{aI^b}$$

$$\text{Log}Y = \text{Log} a + b_1 \text{Log}X_1 + b_2 \text{Log}X_2 + b_3 \text{Log}X_3 + b_4 \text{Log}X_4 + b_5 \text{Log}X_5 + e$$

Karena penyelesaian fungsi Cobb-Douglas selalu dilogartmakan dan diubah bentuknya menjadi linier, maka persyaratan dalam menggunakan fungsi tersebut antara lain (Soekartawi, 2003) :

- a. Tidak ada pengamatan yang bernilai nol. Sebab logaritma dari nol adalah suatu bilangan yang besarnya tidak diketahui (infinite).
- b. Dalam fungsi produksi perlu diasumsikan bahwa tidak ada perbedaan tingkat teknologi pada setiap pengamatan.

Tiap variabel X dalam pasar perfect competition. Perbedaan lokasi (pada fungsi produksi) seperti iklim adalah sudah tercakup pada faktor kesalahan (e).

Hasil pendugaan pada fungsi Cobb-Douglas akan menghasilkan koefisien regresi (Soekartawi, 2003). Jadi besarnya b_1 dan b_2 pada persamaan 2.5 adalah angka elastisitas. Jumlah dari elastisitas adalah merupakan ukuran returns to scale. Dengan demikian, kemungkinan ada 3 alternatif, yaitu (Soekartawi, 2003):

- a. Decreasing returns to scale, bila $(b_1 + b_2) < 1$. Merupakan tambahan hasil yang semakin menurun atas skala produksi, kasus dimana output bertambah dengan proporsi yang lebih kecil dari pada input atau seorang petani yang menggunakan semua inputnya sebesar dua kali dari semula menghasilkan output yang kurang dari dua kali output semula.
- b. Constant returns to scale, bila $(b_1 + b_2) = 1$. Merupakan tambahan hasil yang konstan atas skala produksi, bila semua input naik dalam proporsi yang tertentu dan output yang diproduksi naik dalam proporsi yang tepat sama, jika faktor produksi di dua kalikan maka output naik sebesar dua kalinya.
- c. Increasing returns to scale, bila $(b_1 + b_2) > 1$. Merupakan tambahan hasil yang meningkat atas skala produksi, kasus di mana output bertambah dengan proporsi yang lebih besar dari pada input. Contohnya bahwa seorang petani yang merubah penggunaan semua inputnya sebesar dua kali dari input semula dapat menghasilkan output lebih dari dua kali dari output semula.

Fungsi Cobb-Douglas dapat dengan mudah dikembangkan dengan menggunakan lebih dari dua input (misal modal, tenaga kerja, dan sumber daya alam atau modal, tenaga kerja produksi, dan tenaga

- Penyelesaian fungsi Cobb-Douglas relatif **lebih mudah** dibandingkan dengan fungsi yang lain, karena fungsi Cobb-Douglas dapat dengan mudah ditransfer ke bentuk linear dengan cara melogaritmakan;
- Hasil pendugaan melalui fungsi Cobb-Douglas akan menghasilkan **koefisien regresi** yang sekaligus juga menunjukkan **besaran elastisitas**;
- Jumlah besaran elastisitas sekaligus menunjukkan tingkat besaran **skala usaha**(return of scale) yang berguna untuk mengetahui apakah kegiatan dari suatu usaha tersebut mengikuti kaidah skala usaha menaik, skala usaha tetap ataukah skala usaha yang menurun.
- Koefisien intersep dari fungsi Cobb Douglas merupakan **indeks efisiensi produksi** yang secara langsung menggambarkan efisiensi penggunaan input dalam menghasilkan output dari sistem produksi yang sedang dikaji itu.
- Koefisien-koefisien fungsi Cobb Douglas secara langsung menggambarkan **elastisitas produksi** dari setiap input yang dipergunakan dan dipertimbangkan untuk dikaji dalam fungsi produksi Cobb Douglas itu.

Kekurangan dari fungsi produksi Cobb-Douglas:

1. Spesifikasi variabel yang keliru akan menghasilkan elastisitas produksi yang negatif atau nilainya terlalu besar atau terlalu kecil.
2. Kesalahan pengukuran variabel ini terletak pada validitas data, apakah data yang dipakai sudah benar, terlalu ekstrim ke atas atau sebaliknya. Kesalahan pengukuran ini akan menyebabkan besaran elastisitas menjadi terlalu tinggi atau terlalu rendah.
3. Dalam praktek, faktor manajemen merupakan faktor yang juga penting untuk meningkatkan produksi, tetapi variabel ini kadang-kadang terlalu sulit diukur dan dipakai dalam variabel independent dalam pendugaan fungsi produksi Cobb-Douglas.

Analisa mengenai pendekatan cobb douglas :

1. Analisa Efisiensi Proses Produksi

Efisiensi merupakan penggunaan input yang sekecil-kecilnya untuk mendapatkan jumlah produksi sebesar-besarnya tanpa melupakan kualitas dari produk yang dihasilkan. Efisiensi proses produksi dapat dilihat dari koefisien intersep fungsi produksi Cobb-Douglas, yaitu:

Indeks efisiensi = e^a

Keterangan: $e = 2,71828$
 $a =$ koefisien intersep persamaan regresi

Indeks efisiensi akan didapat dari perhitungan, dengan semakin tinggi indeks efisiensi produksi berarti proses transformasi *input* menjadi *output* menjadi semakin efisien. Selain indeks efisiensi, rasio efisiensi juga akan didapat dari perhitungan. Rasio efisiensi menunjukkan perbandingan kemampuan menghasilkan *output* dengan memakai *input* yang tersedia.

2. Return to Scale

Berdasarkan persamaan fungsi produksi Cobb-Douglas, terdapat tiga situasi yang mungkin dalam tingkat pengembalian terhadap skala (Browning dan Browning, 1989).

- a. Jika kenaikan yang proporsional dalam semua *input* sama dengan kenaikan yang proporsional dalam *output* ($\epsilon_p = 1$), maka tingkat pengembalian terhadap skala konstan (*constant returns to scale*).
- b. Jika kenaikan yang proporsional dalam *output* kemungkinan lebih besar daripada kenaikan dalam *input* ($\epsilon_p > 1$), maka tingkat pengembalian terhadap skala meningkat (*increasing returns to scale*).
- c. Jika kenaikan *output* lebih kecil dari proporsi kenaikan *input* ($\epsilon_p < 1$), maka tingkat pengembalian terhadap skala menurun (*decreasing returns to scale*).

3. Elastisitas Produksi Parsial

Elastisitas produksi parsial berkenaan dengan *input* tertentu merupakan ukuran perubahan proporsional pada *input*-nya ketika *input* lainnya konstan. Sebelum elastisitas produksi parsial dapat dihitung, terlebih dahulu dicari nilai *Total Physical Product*, *Average Physical Product*, dan *Marginal Physical Product*, yang dirumuskan:

- *Total Physical Product (TPP)* dianggap sebagai hubungan teknis antara satu variabel faktor produksi (*input*) dan *output*.

$$TPP_i = Q = \delta \cdot I_1^{\alpha_1} I_2^{\alpha_2} \dots I_k^{\alpha_k}$$

- *Average Physical Product (APP)* dari suatu fungsi produksi adalah total produksi dibagi dengan jumlah faktor produksi yang digunakan untuk menghasilkan produk tersebut. APP adalah perbandingan *output* faktor produksi untuk setiap tingkat *output* dan faktor produksi yang bersangkutan (Sudarman, 1989).
- *Marginal Physical Productivity (MPP)* dari suatu faktor produksi adalah bertambahnya total produksi yang disebabkan oleh bertambahnya satu unit faktor produksi variabel ke dalam proses produksi di mana faktor produksi yang lain tetap tidak berubah jumlahnya (Sudarman, 1989).

$$MPP_i = \frac{d(Q)}{d(I_i)}$$

Elastisitas produksi parsial berkenaan dengan *input* tertentu merupakan ukuran perubahan proporsional *output*-nya disebabkan oleh perubahan proporsional pada *input*-nya ketika *input-input* yang lain konstan (Sudarman, 1989).

$$E_i = \frac{MPP_i}{APP_i}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, Lincoln dan Soeratno. 1988. “ Metodologi Penelitian”. Edisi Pertama. Yogyakarta. UPPAMP YKPN.
- Buffa, Elwood S. 1994. “ Manajemen Produksi dan Operasi”. Jilid Pertama. Jakarta. Penerbit Erlangga.
- Gasperzs, Vincent. 1998. “ Manajemen Produktivitas Total. Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global”. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Ravianto, J. 1988. “ Materi Pokok Dasar – Dasar Produktivitas”. Jakarta. Penerbit Karunika Jakarta.
- Sinungan, Muchdarsyah. 1997. “ Produktivitas Apa dan Bagaimana”. Jakarta. Edisi Kedua Cetakan Ketiga. Bumi Aksara.
- Sujana. 1992. “ Metoda Statistika”. Edisi Kelima. Bandung. Tarsito.
- Sutalaksana, Iftikar Z. 1982. “ Teknik Tata Cara Kerja”. Edisi Pertama. Bandung. Departemen Teknik Industri