

TEKINFO

JURNAL ILMIAH TEKNIK INDUSTRI DAN INFORMASI

Analisis Produktivitas Pabrik Spiritus Menggunakan Fungsi Produksi Cobb-Douglas

Jono

Penerapan Prinsip Eko-Efisiensi dengan Memanfaatkan Limbah Ampas Tebu Sebagai Bahan Bakar Ketel Uap

Puji Asih

Analisis Perbaikan Kinerja Mesin CNC HAAS TM-3 dengan Metode Overall Equipment Effectiveness pada Departemen Workshop PT. XYZ

Erna Indriastiningsih dan Muhammad Hafid Ridlo Nugroho

Pendekatan Antropometri dalam Perancangan Ulang Stasiun Kerja Penyoletan Guna Mengurangi Kelelahan Fisik dan Psikis Karyawan Akibat Kerja

Bagus Ismail Adhi Wicaksana dan Yustinus Joko Dwi Nugroho

Perencanaan dan Pengendalian Bahan Baku Pakan Ternak Menggunakan Metode Probabilistik

Andriyanto, Rosleini Ria Putri Zendrato dan Erni Suparti

Sistem Pendukung Keputusan Kelompok Dalam Penentuan Lokasi Obyek Wisata Terbaik Di Lombok

Adhie Tri Wahyudi, Yon Pradana dan Onggo Saputro



UNIVERSITAS
SETIA BUDI

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK

VOL. 6

NO. 1

NOVEMBER 2017

ISSN VERSI
CETAK : 2303-1476

ISSN VERSI
ONLINE : 2303-1867

Universitas Setia Budi
Jln. Letjen. Sutoyo, Mojosongo, Surakarta
Telp. 0271. 852518, Fax. 0271. 853275
www.setiabudi.ac.id
<http://setiabudi.ac.id/tekinfo/> email: tekinfo@setiabudi.ac.id

TEKINFO

Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi
Volume 5 No. 1 – November 2016

Dewan Redaksi TEKINFO Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi

Mitra Bestari

Dr. Bambang Suhardi (UNS)
Drs. Wahyu Pujiyono, M.Kom (UAD)

Penanggung Jawab

Ketua Program Studi Teknik Industri USB

Ketua Redaksi

Ida Giyanti, ST., MT.

Wakil Ketua Redaksi

Adhie Tri Wahyudi, ST., M.Cs.

Editor

Anita Indrasari, ST., M.Sc.
Ir. Rosleini Ria PZ, MT.
Adhie Tri Wahyudi, ST., M.Cs.
Erni Suparti, ST., MT.

Pemasaran dan Publikasi

Bagus Ismail Adhi Wicaksana, ST., MT.

Tata Usaha dan Administrasi

Agus Tri Santoso

Penerbit

Program Studi S1 Teknik Industri
Universitas Setia Budi Surakarta
Telp (0271) 852518 Fax (0271) 853275
email : tekinfo@setiabudi.ac.id

Alamat

Jl. Letjen Sutoyo, Mojosongo, Surakarta - 57127

Versi Online

<http://setiabudi.ac.id/tekinfo/>

=====

Tekinfo merupakan Jurnal Ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, studi lapangan atau kajian teori di bidang Teknik Industri dan Teknologi Informasi. Terbit dua kali dalam setahun, yaitu pada bulan Mei dan November. Terbit pertama kali pada bulan November 2012.

Kata Pengantar

Alhamdulillah robbil ‘alamin, puji syukur kami sampaikan ke hadirat Allah SWT, karena Jurnal Tekinfo (Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi) edisi bulan November 2017 telah selesai diproduksi dan dapat publikasi sesuai dengan jadwal.

Redaksi sangat gembira karena animo para peneliti dan penulis yang sangat besar untuk mempublikasikan artikel di jurnal Tekinfo. Hal ini sangat membantu tim redaksi untuk dapat memproduksi jurnal edisi bulan November 2017 sesuai jadwal dan tepat waktu. Untuk itu, tim redaksi menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis yang memberikan kepercayaan kepada kami untuk mempublikasikan artikelnya.

Dari enam (6) artikel yang diterbitkan pada edisi kali ini, tiga (3) naskah merupakan kontribusi peneliti/ dosen eksternal, yaitu dua (2) naskah dari Program Studi Teknik Industri Universitas Widya Mataram Yogyakarta dan satu (1) naskah dari Program Studi Teknik Industri Universitas Sahid Surakarta. Sementara dua (2) naskah merupakan kontribusi dosen program studi Teknik Industri Universitas Setia Budi dan satu (1) naskah merupakan publikasi kolaboratif dosen program studi Teknik Industri dengan dosen program studi Psikologi Universitas Setia Budi.

Akhir kata, tim redaksi memberikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu penerbitan jurnal Tekinfo edisi kali ini, khususnya kepada Mitra Bestari yang telah memberikan bantuan koreksi dan arahan kepada tim redaksi. Kepada para pembaca dan pemerhati jurnal Tekinfo, kritik dan saran selalu kami harapkan demi kemajuan dan penyempurnaan jurnal tercinta ini. Semoga visi terakreditasinya jurnal Tekinfo ini dapat segera kami realisasikan. Aamiin. Mohon doa restu dan dukungan.

Salam publikasi,

Tim Redaksi

Daftar Isi

Kata Pengantar.....	1
Daftar Isi.....	2
Analisis Produktivitas Pabrik Spiritus Menggunakan Fungsi Produksi Cobb-Douglas (Studi Kasus Di PT. XY Yogyakarta).....	3
Penerapan Prinsip Eko-Efisiensi dengan Memanfaatkan Limbah Ampas Tebu Sebagai Bahan Bakar Ketel Uap (Studi Kasus: PG. Madukismo Yogyakarta).....	14
Analisis Perbaikan Kinerja Mesin CNC HAAS TM-3 dengan Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> pada Departemen <i>Workshop</i> PT. XYZ.....	23
Pendekatan Antropometri dalam Perancangan Ulang Stasiun Kerja Penyoletan Guna Mengurangi Kelelahan Fisik dan Psikis Karyawan Akibat Kerja.....	37
Perencanaan dan Pengendalian Bahan Baku Pakan Ternak Menggunakan Metode Probabilistik (Studi Kasus di UD Sari Jaya Makmur, Masaran, Sragen).....	53
Sistem Pendukung Keputusan Kelompok Dalam Penentuan Lokasi Obyek Wisata Terbaik Di Lombok.....	62

Analisis Produktivitas Pabrik Spiritus Menggunakan Fungsi Produksi Cobb-Douglas (Studi Kasus Di PT. XY Yogyakarta)

Jono

Program Studi Teknik Industri, Universitas Widya Mataram, Yogyakarta

e-mail: yonuwm@yahoo.co.id

Abstrak

PT. XY merupakan perusahaan yang memproduksi spiritus dan alkohol. Dalam produksinya mengalami pasang surut setiap tahun. Pengukuran produktivitas dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi *Cobb-Douglas* yang mampu menggambarkan keadaan skala hasil (*return to scale*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi produktivitas pabrik spiritus PT. XY dengan menggunakan fungsi produksi *Cobb-Douglas*, dan mengetahui Indeks Produktivitas yang dicapai pabrik spiritus PT XY. Pengukuran produktivitas di pabrik spiritus PT. XY dengan fungsi *Cobb-Douglas* menggunakan dasar perhitungan *input* berupa tetes tebu dan *output* berupa alkohol. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa produktivitas pabrik spiritus PT. XY menurut fungsi produksi *Cobb-Douglas* mengindikasikan bercirikan skala hasil menurun (*decreasing returns to scale*), dengan elastisitas *output* sebesar 0,899. Indeks produktivitas pabrik spiritus PT. XY rata-rata adalah sebesar 382 atau 27,2% di atas produktivitas standar dan meningkat rata-rata 5,4% tiap bulan. Disarankan sebaiknya perusahaan bisa menggunakan fungsi produksi *Cobb-Douglas* dalam melakukan pengukuran produktivitas perusahaan, selain menggunakan metode pengukuran yang selama ini sudah dipakai untuk membuat kebijaksanaan demi peningkatan produktivitas perusahaan di masa mendatang. Peningkatan produktivitas pabrik spiritus PT. XY masih bisa ditingkatkan karena elastisitasnya berada pada daerah rasional. Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan peningkatan efisiensi tenaga kerja baik jumlah maupun kualitasnya.

Kata kunci: produktifitas, fungsi produksi, Cobb-Douglas

1. PENDAHULUAN

Dalam suatu perusahaan, proses industri merupakan faktor utama sehingga harus dilakukan perbaikan secara terus menerus. Mulai dari adanya ide untuk menghasilkan suatu produk, pengadaan bahan baku, proses produksi, peningkatan efisiensi, sampai pada distribusi produk kepada konsumen. Proses industri yang baik, teratur dan sistematis akan menghasilkan output yang mempunyai efisiensi dan efektivitas yang terus meningkat, sehingga biaya produksi dapat dikurangi dan keuntungan perusahaan mengalami peningkatan. Produktivitas bertujuan menghasilkan lebih banyak dan jasa dengan menggunakan sumber daya seminimal mungkin. Oleh karena itu, produktivitas itu penting diperhatikan oleh perusahaan karena dapat menggambarkan sejauh mana tingkat perkembangan perusahaan.

Produktivitas merupakan suatu ukuran penilaian yang digunakan perusahaan untuk mengetahui kinerja perusahaan dalam melakukan proses produksi. Pengukuran produktivitas perlu dilakukan secara teratur dan terus menerus agar dapat diketahui efektivitas dan efisiensi penggunaan sumber daya perusahaan dalam menghasilkan output yang dikehendaki. Peningkatan produktivitas menandakan kemajuan perusahaan dan demikian sebaliknya. Peningkatan produktivitas juga berarti

peningkatan kesejahteraan dan kualitas perusahaan yang akan sangat berpengaruh terhadap kemampuan perusahaan memenuhi keinginan konsumen.

PT. XY merupakan perusahaan yang memproduksi spiritus dan alkohol. Dalam produksinya mengalami pasang surut setiap tahun. Pengukuran produktivitas yang selama ini dilakukan di pabrik spiritus PT. XY adalah dengan metode konvensional pabrik yaitu dengan membandingkan jumlah output (alkohol dalam satuan liter) dengan jumlah *input* (pemakaian bahan baku berupa tetes tebu dalam satuan kg). Untuk mengetahui kondisi produktivitas juga bisa dilakukan perhitungan menggunakan metode fungsi produksi *Cobb-Douglas*. Fungsi produksi *Cobb-Douglas* dipilih karena fungsi produksi *Cobb-Douglas* mampu menggambarkan keadaan skala hasil (*return to scale*) apakah meningkat, tetap atau menurun dengan menggunakan data-data kuantitatif.

Penelitian ini bertujuan mengetahui kondisi produktivitas pabrik spiritus PT. XY menggunakan fungsi produksi *Cobb-Douglas* dan mengetahui indeks produktivitas yang dicapai pabrik spiritus PT. XY. Analisis produktivitas dengan menggunakan fungsi produksi *Cobb-Douglas* dilakukan dengan menggunakan data kuantitas produksi alkohol sebagai outputnya dan jumlah bahan baku tetes sebagai inputnya. Penggunaan jumlah bahan baku tetes sebagai input dilakukan karena proses produksi di pabrik spiritus PT. XY menggunakan tetes sebagai bahan baku utama untuk menghasilkan alkohol, sehingga tetes merupakan input yang paling penting untuk dapat menjalankan proses produksi. Untuk pengukuran produktivitas menggunakan fungsi produksi *Cobb-Douglas*, pengukuran dilakukan untuk setiap periode produksi atau setiap 15 hari produksi. Periode produksi yang diterapkan di pabrik spiritus PT. XY, satu bulan terbagi menjadi dua periode, sehingga dalam satu tahun terdapat 24 periode produksi. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih teliti, mengingat metode ini menggunakan data-data kuantitatif.

Landasan Teori

Produktivitas

Produktivitas diartikan sebagai suatu ukuran dimana sumber-sumber yang ada digabungkan dan dipergunakan dengan baik sehingga tercapai hasil-hasil tertentu yang diinginkan (Sinungan, 1995). Pada dasarnya produktivitas adalah ukuran yang menunjukkan perbandingan antara keluaran dan masukan, yaitu besar keluaran yang dihasilkan dari setiap masukan yang digunakan (Bain, 1982). Suatu organisasi perusahaan perlu mengetahui pada tingkat produktivitas mana perusahaan itu beroperasi, agar dapat membandingkannya dengan produktivitas standar yang telah ditetapkan manajemen. Perhitungan indeks produktivitas ialah:

$$\text{Indeks produktivitas} = \frac{\text{output yang dihasilkan}}{\text{input yang digunakan}} \quad (1)$$

Terdapat beberapa manfaat pengukuran produktivitas dalam suatu organisasi perusahaan, antara lain (Gasparz, 1995) :

1. Perusahaan dapat menilai efisiensi konversi sumber dayanya agar dapat meningkatkan produktivitas melalui efisiensi penggunaan sumber daya itu.
2. Perencanaan sumber daya akan menjadi lebih efektif dan efisien melalui pengukuran produktivitas, baik dalam perencanaan jangka pendek maupun jangka panjang.

3. Tujuan ekonomis dan non ekonomis dari perusahaan dapat diorganisasikan kembali, dengan cara memberikan prioritas tertentu dipandang dari sudut produktivitas.
4. Perencanaan target tingkat produktivitas dimasa mendatang dapat dimodifikasi kembali, berdasarkan informasi pengukuran tingkat produktivitas sekarang.
5. Strategi untuk meningkatkan produktivitas perusahaan dapat ditetapkan, berdasarkan tingkat kesenjangan produktivitas yang ada diantara tingkat produktivitas yang direncanakan dengan tingkat produktivitas yang diukur.
6. Pengukuran produktivitas perusahaan akan menjadi informasi yang bermanfaat, dalam membandingkan tingkat produktivitas di antara organisasi perusahaan dalam industri sejenis. Serta bermanfaat pula untuk informasi produktivitas industri pada skala nasional maupun global.
7. Menciptakan tindakan-tindakan kompetitif berupa upaya-upaya peningkatan produktivitas terus menerus.
8. Pengukuran produktivitas secara terus menerus akan memberikan informasi yang bermanfaat untuk menentukan dan mengevaluasi kecenderungan perkembangan produktivitas perusahaan dari waktu ke waktu.
9. Memberikan informasi dalam mengevaluasi perkembangan dan efektivitas dari perbaikan terus menerus yang dilakukan dalam perusahaan itu.
10. Memberikan motivasi kepada orang-orang untuk secara terus menerus melakukan perbaikan dan juga meningkatkan kepuasan kerja.

Pengukuran Produktivitas

Konsep pengukuran produktivitas telah dikembangkan secara luas dengan berbagai macam analisis yang mendasarinya (Gasperz, 1995). Pada konsep pengukuran produktivitas ini terdapat beberapa tipe pengukuran produktivitas yang dilakukan, yaitu:

1. Produktivitas Parsial.
Produktivitas parsial merupakan metode yang paling umum digunakan. Pengukuran dengan metode ini yaitu mengukur rasio *output* terhadap salah satu jenis *input* saja, misalnya produktivitas material adalah rasio antara keluaran dengan jumlah material sebagai masukan.
2. Produktivitas multifaktor
Produktivitas multi faktor merupakan pengukuran produktivitas yang menggunakan rasio keluaran terhadap sejumlah masukan. Pada metode ini dipertimbangkan faktor-faktor yang mendukung pengukuran produktivitas. Beberapa metode pengukuran produktivitas multi faktor adalah :
 - a. Produktivitas total
Produktivitas total merupakan rasio dari total keluaran terhadap total masukan
 - b. Produktivitas faktor total
Produktivitas faktor total merupakan rasio dari keluaran bersih terhadap banyaknya tenaga kerja dan modal yang digunakan. Output pada metode ini merupakan pengurangan antara total pengeluaran dengan barang atau jasa yang digunakan dalam proses produksi (Ghebrit, 2004). Metode ini diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{produktivitas faktor total} = \frac{\text{keluaran (material+energi+lainnya)}}{\text{tenaga kerja+modal}} \quad (2)$$

c. Produktivitas dengan metode *Objective Matrix (OMAX)*

Pengukuran produktivitas dengan metode *OMAX* merupakan pengukuran multi faktor yang dikembangkan untuk memantau produktivitas di tiap bagian perusahaan dengan kriteria produktivitas sesuai dengan keberadaannya.

Fungsi Produksi

Fungsi produksi adalah fungsi yang menunjukkan hubungan fisik antara tingkat *output* dan tingkat (kombinasi) input yang digunakan. Secara sistematis dapat dinyatakan sebagai berikut: $Y = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$ (3)

dimana Y adalah tingkat output atau produksi dan $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ adalah *input-input* yang digunakan atau faktor produksi (Sumarsono, 2007).

Berdasarkan elastisitas produksinya, maka kurva produksi terbagi dalam 3 daerah, yaitu (Boediono, 1995):

1. Daerah dengan elastisitas produksi lebih besar daripada satu ($EP > 1$). Daerah ini disebut daerah yang tidak rasional, karena produsen dianggap tidak rasional apabila tidak menambah *input* variabel di daerah ini.
2. Daerah dengan elastisitas produksi antara 0 sampai 1 ($0 < EP < 1$). Daerah ini disebut daerah rasional, karena produsen akan terus menambahkan *input* variabel untuk menaikkan *outputnya*, sehingga produsen akan dapat mencapai pendapatan maksimum/ produksi optimal.
3. Daerah dengan elastisitas produksi kurang dari nol ($EP < 0$). Daerah ini disebut daerah yang tidak rasional, karena produsen dianggap tidak rasional apabila terus menambah *inputnya* karena akan menurunkan produksi.

Pengukuran Produktivitas dengan Fungsi *Cobb-Douglas*

Fungsi *Cobb-Douglas* adalah suatu fungsi perpangkatan yang terdiri dari dua variabel atau lebih, dimana variabel yang satu disebut variabel yang dijelaskan Y (variabel tidak bebas) dan yang lain disebut variabel yang menjelaskan X (variabel bebas). Penyelesaian hubungan antara Y dan X biasanya adalah dengan cara regresi dimana variasi Y akan dipengaruhi oleh variasi X (Soekartawi, 1990).

Model pengukuran produktivitas berdasarkan pendekatan fungsi produksi *Cobb-Douglas* adalah (Gasperz, 1995) salah satu bentuk fungsi produksi yang paling banyak dipergunakan dalam analisis produktivitas. Fungsi produksi *Cobb-Douglas* termasuk bentuk eksponensial yang melibatkan dua/ lebih variabel bebas (X) dengan satu variabel tidak bebas (Y). Pada dasarnya model *Cobb-Douglas* juga merupakan persamaan regresi non linier yang berupa fungsi perpangkatan. Bentuk modelnya adalah $Y = A X_1^{b_1} X_2^{b_2} \dots X_n^{b_n}$ (4)

Y = variabel dependen

X_n = variabel independen untuk input n

b_n = elastisitas produksi pada input n

n = jumlah variabel independen dimana $n=1,2,3,\dots,n$

A = konstanta

Dengan melakukan perubahan ke dalam bentuk logaritma, maka akan diperoleh bentuk linier sebagai berikut :

$$\ln Y = \ln A + b_1 \ln X_1 + \dots + b_n \ln X_n \quad (5)$$

Bentuk umum fungsi produksi *Cobb-Douglas* dengan satu input, yaitu dengan menggunakan input bahan baku adalah sebagai berikut :

$$Y = AM^\alpha \quad (6)$$

$$\frac{dY}{dM} = A\alpha(M)^{\alpha-1} \quad (7)$$

$$\frac{d^2 Y}{d M^2} = A\alpha(\alpha-1)M^{\alpha-2} \quad (8)$$

Y = output

M = input bahan baku

A = konstanta

α = elastisitas produksi pada input bahan baku

Pada persamaan tersebut berlaku sifat-sifat :

- Jika $\alpha = 1$, maka fungsi produksi berada pada tahap *constan return to scale*.
- Jika $\alpha < 1$, maka fungsi produksi berada pada tahap *decreasing return to scale*.
- Jika $\alpha > 1$, maka fungsi produksi berada pada tahap *increasing return to scale*.

Menghitung Indeks Produktivitas

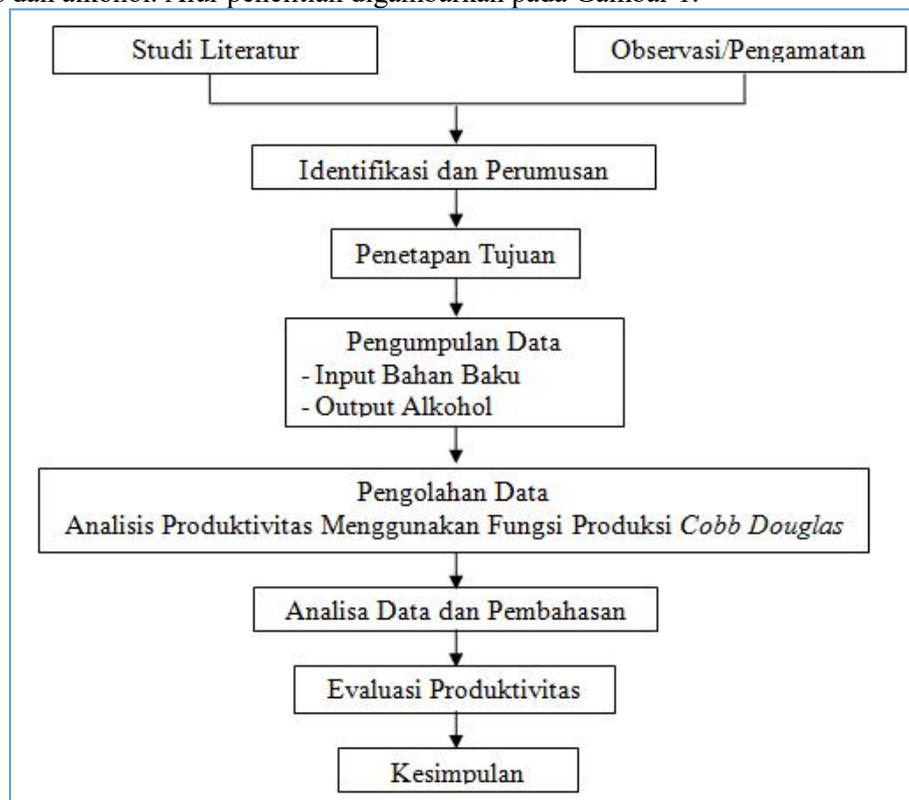
Tujuan menghitung indeks produktivitas adalah untuk mengetahui perkembangan produktivitas pabrik, terjadi peningkatan, tetap, atau penurunan. Perhitungan indeks produktivitas dilakukan dengan dua cara:

- Dengan membandingkan total nilai indikator pencapaian dengan nilai indikator standar
- Dengan membandingkan dengan total nilai indikator periode sebelumnya.

Produktivitas memiliki nilai indikator pencapaian 300, yang berasal dari perkalian pencapaian standar (skor 3) dengan bobot total keseluruhan rasio yaitu 100.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dari observasi di obyek kajian yaitu PT. XY yang memproduksi spiritus dan alkohol. Alur penelitian digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data-data yang diperlukan untuk menghitung produktivitas pabrik spiritus PT. XY dengan fungsi produksi *Cobb-Douglas* adalah data *input* dan data *output* produksi yang diambil dari bagian produksi.

Data Input

Input merupakan masukan yang digunakan untuk menghasilkan suatu *output*. *Input* yang dipakai oleh pabrik spiritus PT. XY untuk memproduksi alkohol adalah jumlah penggunaan bahan baku tetes, dinyatakan dalam satuan kilogram. Data *input* yang dipakai selama periode pengukuran, yaitu 12 bulan yang terbagi 24 periode (satu periode adalah 15 hari) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Input Penggunaan Bahan Baku Tetes

Periode	Input Bahan Baku Tetes (M) (kg)	Periode	Input Bahan Baku Tetes (M) (kg)
1	1.321.700	13	1.110.254
2	1.579.775	14	1.261.932
3	1.292.530	15	1.094.409
4	761.533	16	1.024.772
5	1.011.812	17	966.365
6	1.321.748	18	857.903
7	1.153.227	19	852.570
8	651.192	20	1.292.483
9	1.108.731	21	1.109.105
10	1.153.753	22	1.137.513
11	946.176	23	1.159.070
12	1.019.675	24	1.121.900

Data Output

Output ialah keluaran yang dihasilkan dalam suatu proses produksi sesuai dengan standar tertentu. *Output* yang dihasilkan di pabrik spiritus PT. XY adalah produk alkohol. Alkohol dibagi menjadi dua jenis yaitu alkohol murni dan teknis. Alkohol teknis inilah nanti yang kemudian diolah menjadi spiritus. *Output* yang digunakan dalam perhitungan ini adalah berupa produk alkohol secara keseluruhan. Jumlah produk alkohol yang dihasilkan oleh pabrik spiritus PT.X Y selama periode pengukuran yaitu 12 bulan yang terbagi 24 periode ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Output Produksi Alkohol

Periode	Output Alkohol (Q) (liter)	Periode	Output Alkohol (Q) (liter)
1	411.190	13	347.500
2	485.200	14	397.100
3	400.700	15	347.200
4	253.000	16	326.200
5	321.900	17	290.900
6	411.200	18	274.800
7	367.100	19	278.900
8	223.200	20	400.600
9	351.200	21	349.600
10	351.400	22	361.700

Periode	Output Alkohol (Q) (liter)	Periode	Output Alkohol (Q) (liter)
11	296.700	23	365.900
12	308.100	24	363.700

Nilai Logaritma Data *Input - Output*

Penggunaan *input* jumlah bahan baku tetes (M) dan jumlah produksi atau *output* (Q) selanjutnya dipakai untuk analisis produktivitas dengan menggunakan fungsi produksi *Cobb-Douglas*, dengan mentransformasikan data produksi dan jumlah bahan baku tetes tersebut ke dalam logaritma natural (ln) yang berbilangan dasar $e = 2,71828$. Nilai hasil transformasi *input* dan *output* dalam bentuk logaritma natural (ln) ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Logaritma Data Input (M) & Data Output (Q)

Periode	Input (M)	ln M	Output (Q)	ln Q	Periode	Input (M)	ln M	Output (Q)	ln Q
1	1.321.700	14,09	411.190	12,93	13	1.110.254	13,91	347.500	12,76
2	1.579.775	14,27	485.200	13,09	14	1.261.932	14,05	397.100	12,89
3	1.292.530	14,07	400.700	12,90	15	1.094.409	13,91	347.200	12,76
4	761.533	13,54	253.000	12,44	16	1.024.772	13,84	326.200	12,70
5	1.011.812	13,83	321.900	12,68	17	966.365	13,78	290.900	12,58
6	1.321.748	14,09	411.200	12,93	18	857.903	13,66	274.800	12,52
7	1.153.227	13,96	367.100	12,81	19	852.570	13,66	278.900	12,54
8	651.192	13,39	223.200	12,32	20	1.292.483	14,07	400.600	12,90
9	1.108.731	13,92	351.200	12,77	21	1.109.105	13,92	349.600	12,76
10	1.153.753	13,96	351.400	12,77	22	1.137.513	13,94	361.700	12,80
11	946.176	13,76	296.700	12,60	23	1.159.070	13,96	365.900	12,81
12	1.019.675	13,84	308.100	12,64	24	1.121.900	13,93	363.700	12,80

Pendugaan Parameter Regresi Fungsi *Cobb-Douglas*

Selanjutnya nilai dalam Tabel 4 di atas digunakan untuk perhitungan koefisien-koefisien fungsi produksi *Cobb-Douglas* menggunakan analisis regresi linear logaritmik. Perhitungan pendugaan regresi linear logaritmik untuk nilai logaritma *input* dan nilai logaritma *output* ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Pendugaan Parameter Regresi Fungsi Produksi *Cobb-Douglas*

Periode	ln Q	ln M	ln Q*ln M	(ln M) ²	Periode	ln Q	ln M	ln Q*ln M	(ln M) ²
1	12,93	14,09	182,12	198,53	13	12,76	13,91	177,62	193,77
2	13,09	14,27	186,79	203,63	14	12,89	14,05	181,10	197,40
3	12,90	14,07	181,50	197,96	15	12,76	13,91	177,49	193,49
4	12,44	13,54	168,44	183,33	16	12,70	13,84	175,77	191,55
5	12,68	13,83	175,36	191,27	17	12,58	13,78	173,35	189,89
6	12,93	14,09	182,18	198,53	18	12,52	13,66	171,02	186,59
7	12,81	13,96	178,83	194,88	19	12,54	13,66	171,29	186,59
8	12,32	13,39	164,96	179,29	20	12,90	14,07	181,50	197,97
9	12,77	13,92	177,76	193,77	21	12,76	13,92	177,62	193,77
10	12,77	13,96	178,27	194,88	22	12,80	13,94	178,43	194,32
11	12,60	13,76	173,38	189,34	23	12,81	13,96	178,83	194,88
12	12,64	13,84	174,94	191,55	24	12,80	13,93	178,30	194,05
Jumlah						305,7	333,36	4246,94	4631,22

Analisis Fungsi *Cobb-Douglas* dengan SPSS 10,00

Perhitungan pendugaan regresi linear logaritmik untuk nilai logaritma *input* dan nilai logaritma *output* ditunjukkan dalam Tabel 4 di atas digunakan untuk analisis fungsi *Cobb-Douglas* dengan menggunakan *software* SPSS 10,00. Ringkasan analisis menggunakan *software* SPSS 10,0 ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 5 Ringkasan Hasil Perhitungan Komputer Menggunakan SPSS 10.00

Dependent variabel	: ln Q	F(DF=1;22)	: 1405,456	
Observations	: 24	PROB	: 0,00	
		R-SQUARE	: 0,985	
VARIABEL	REGRESSION COEFFICIENT	STANDARD ERROR	T(DF=22)	PROB
Intercept (Constant)	0,256	0,02225	0,769	0,450
LnA				
lnM	0,899		37,489	0,000

Fungsi Produksi *Cobb-Douglas*

Dari hasil *software* SPSS 10,0 maka akan diperoleh bentuk transformasi fungsi produksi *Cobb-Douglas* pabrik spiritus PT. XY sebagai berikut :

Bentuk linear $\ln Y = \ln A + b_1 \ln X_1 + \dots + b_n \ln X_n$

sehingga $\ln Q = 0,256 + 0,899 \ln M$

Bentuk umum fungsi produksi *Cobb-Douglas* pabrik spiritus PT. XY dengan satu *input* adalah $Y = AM^a$

dimana

$$\ln A = 0,256$$

$$A = e^{0,256}$$

$$A = 2,71828^{0,256}$$

$$A = 1,292$$

sehingga

$$Q = 1,292 M^{0,899}$$

Menghitung Indeks Produktivitas

Tujuan perhitungan indeks produktivitas ialah untuk mengetahui perkembangan produktivitas pabrik, terjadi peningkatan, tetap, atau penurunan. Perhitungan indeks produktivitas dilakukan dengan dua cara:

- dengan membandingkan total nilai indikator pencapaian dengan nilai indikator standar
- dengan membandingkan dengan total nilai indikator periode sebelumnya.

Produktivitas memiliki nilai indikator pencapaian 300, yang berasal dari perkalian pencapaian standar (skor 3) dengan bobot total keseluruhan rasio yaitu 100. Indeks produktivitas PT. XY ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Indeks Produktivitas PT. XY

Bulan	Total Nilai Indikator Pencapaian	Produktivitas Standar	Indeks Produktivitas (Dibandingkan dengan Produktivitas Standar)	Indeks Produktivitas (Dibandingkan dengan Produktivitas Periode Sebelumnya)
Jan	506	300	68,7	0
Feb	296	300	-1,3	-42
Mar	328	300	9,3	11

Bulan	Total Nilai Indikator Pencapaian	Produktivitas Standar	Indeks Produktivitas (Dibandingkan dengan Produktivitas Standar)	Indeks Produktivitas (Dibandingkan dengan Produktivitas Periode Sebelumnya)
Apr	298	300	-0,7	-9
Mei	398	300	32,7	34
Jun	382	300	27,3	-4
Jul	432	300	44,0	13
Agust	340	300	13,3	-21
Sept	409	300	36,3	20
Okt	242	300	-19,3	-41
Nov	388	300	29,3	60
Des	559	300	86,3	44
Rataan	382	300	27,2	5,4

Analisis Hasil

Fungsi produksi *Cobb-Douglas* merupakan persamaan regresi non linier, sehingga untuk memperoleh bentuk liniernya maka harus diubah menjadi bentuk linear logaritmik. Setelah didapat bentuk linearnya, untuk membuktikan bahwa persamaan yang didapat merupakan bentuk linear maka dilakukan pengujian keakuratan data.

Berdasarkan hasil regresi data yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk logaritmik natural didapatkan data yang akurat/ signifikan dengan keterangan sebagai berikut:

a. Uji R^2

Uji R^2 atau disebut juga koefisien determinasi, merupakan suatu alat analisis yang dapat digunakan untuk mengetahui seberapa besar perubahan/ variasi suatu variabel bisa dijelaskan oleh perubahan/ variasi pada variabel yang lain. Pada hasil perhitungan dengan menggunakan *software* SPSS 10.0 didapat nilai koefisien determinasi pada tahun 2010 sebesar 0,985. Hal ini berarti 98,5% *output* produksi alkohol dipengaruhi oleh variabel jumlah bahan baku tetes sedangkan sisanya sebesar 1,5% (100%-98,5%) dipengaruhi oleh sebab lain.

b. Uji F

Uji F merupakan uji kebaikan model yang digunakan untuk mengetahui seberapa baik tidaknya suatu variabel independen dalam memprediksi nilai variabel dependen. Hipotesis untuk menguji persamaan regresi adalah:

H_0 : kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen tidak signifikan

H_a : kontribusi variabel independent signifikan terhadap variabel dependen.

Berdasarkan hasil analisis pada tahun 2010 didapat nilai F hitung sebesar 1405,456 dengan nilai signifikan F adalah 0,00. Jika kita bandingkan dengan F tabel dengan mencari pada tabel F dengan v_1 adalah 1 dan v_2 adalah 22 diperoleh nilai F tabel sebesar 4,30 Terlihat bahwa nilai F hitung lebih besar daripada F tabel. Dengan perbandingan tersebut atau dengan melihat nilai signifikan yang lebih kecil daripada alpha (5%), maka kesimpulan yang dapat diambil adalah menolak H_0 yang berarti kontribusi variabel independen signifikan dalam memprediksi nilai variabel dependen.

c. Uji t

Hasil analisis regresi yang berupa persamaan regresi dengan masing-masing koefisien perlu diuji untuk menentukan signifikansi koefisien. Uji ini diperlukan untuk menentukan apakah variabel independent yang digunakan signifikan

dalam memprediksi nilai variabel dependen. Hipotesis untuk menguji signifikansi koefisien dirumuskan sebagai berikut:

H_0 : koefisien konstanta tidak signifikan

H_a : koefisien konstanta signifikan

Sedangkan untuk uji koefisien variabel independen adalah :

H_0 : koefisien variabel independent tidak signifikan

H_a : koefisien variabel independen signifikan

Pengambilan keputusan :

1. Dengan membandingkan nilai t hitung dengan nilai t tabel, jika t hitung $>$ t tabel, maka H_0 ditolak. Berdasarkan hasil analisis didapat nilai koefisien konstanta sebesar 0,256 dengan t hitung sebesar 0,769. Sedangkan koefisien *slope output* sebesar 0,899 dengan t hitung sebesar 37,489. Nilai t tabel untuk uji ini adalah sebesar 1,72 , yang diperoleh dengan alpha 5 % dan df sebesar 22 (n-1). Jika kita bandingkan nilai t hitung koefisien konstanta dengan t tabel, terlihat bahwa nilai t hitung lebih kecil daripada t tabel sedangkan untuk koefisien *slope output* terlihat bahwa t hitung lebih besar daripada t tabel.

Keputusan: Berdasarkan t hitung dan t tabel untuk koefisien konstanta menerima H_0 , sedangkan koefisien *slope output* keputusan yang diambil adalah menolak H_0 . Maka koefisien konstanta tidak signifikan sedangkan koefisien *slope output* signifikan secara statistik.

2. Berdasarkan probabilitas

Jika nilai probabilitas $>$ 0,05, maka H_0 diterima

Jika nilai probabilitas $<$ 0,05, maka H_0 ditolak

Berdasarkan hasil analisis pada tahun 2010 didapat nilai sig/probabilitas sebesar 0,450 untuk koefisien konstanta dan 0,000 untuk koefisien *slope output*.

Keputusan: menerima H_0 untuk koefisien konstanta karena nilai sig/ probabilitas $>$ 0,05 dan menolak H_0 untuk nilai koefisien *slope output* karena nilai sig/probabilitas $<$ 0,05. Maka koefisien konstanta tidak signifikan sedangkan koefisien *slope output* signifikan secara statistik.

Fungsi Produksi *Cobb-Douglas*

Berdasarkan pengujian data yang dilakukan, fungsi produksi *Cobb-Douglas* Pabrik Spiritus PT. XY dalam penelitian ini adalah $Q = 1,292 M^{0,899}$. Berdasarkan persamaan fungsi produksi *Cobb-Douglas* tersebut, maka selanjutnya dapat dilakukan beberapa analisa produktivitas Pabrik Spiritus PT. XY sebagai berikut:

1. Efisiensi produksi

Indeks efisiensi produksi dari Pabrik Spiritus PT.XY pada tahun 2010 adalah sebesar koefisien intersep $\delta = 1,292$. Hal ini menggambarkan efisiensi penggunaan input bahan baku tetes dalam menghasilkan *output* alkohol dari sistem produksi adalah sebesar 1,292.

2. Tingkat produksi berdasarkan input yang digunakan

Input yang digunakan adalah jumlah penggunaan bahan baku tetes untuk menghasilkan produk alkohol. Obyek yang dikaji adalah bahan baku, dimana bahan baku tetes merupakan bahan utama yang paling banyak jumlahnya. Elastisitas *output* dari jumlah bahan baku tetes di PT. XY pada tahun 2010 sebesar koefisien $\alpha = 0,899$. Hal itu berarti bahwa penambahan tingkat penggunaan jumlah bahan baku tetes sebesar 1 % dari tingkat penggunaan pada tahun 2010 akan menghasilkan peningkatan *output* sebesar 0,899 % (dengan asumsi semua faktor lain yang mempengaruhi produksi dianggap konstan).

3. Derajat perubahan *output* apabila semua input variabel berubah dengan proporsi sama besar
Oleh karena besarnya elastisitas *output* adalah lebih kecil daripada satu, yaitu sebesar 0,899. Hal itu mengindikasikan bahwa fungsi produksi dari PS PT.XY pada tahun 2010 bercirikan skala hasil menurun (*decreasing returns to scale*). Artinya bahwa proporsi penambahan faktor produksi (bahan baku tetes) melebihi proporsi penambahan produksi. Atau dapat dikatakan bahwa *output* (alkohol) bertambah kurang dari proporsi pertambahan *input* (tetes).

4. KESIMPULAN

1. Kondisi produktivitas pabrik spiritus PT. XY pada periode pengukuran Januari – Desember 2010 dengan menggunakan fungsi produksi *Cobb-Douglas* ialah produktivitas pabrik spiritus PT. XY bercirikan skala hasil menurun (*decreasing returns to scale*), dengan elastisitas output sebesar 0,899.
2. Indeks produktivitas PT. XY periode pengukuran produktivitas rata-rata adalah sebesar 382 atau 27,2 % diatas produktivitas standar 300 dan meningkat rata-rata 5,4 % tiap bulan.

5. SARAN

Sebaiknya Perusahaan bisa menggunakan fungsi produksi *Cobb-Douglas* dalam melakukan pengukuran produktivitas perusahaan, selain menggunakan metode pengukuran yang selama ini sudah dipakai untuk membuat kebijaksanaan demi peningkatan produktivitas perusahaan di masa mendatang. Peningkatan produktivitas pabrik spiritus PT. XY masih bisa ditingkatkan karena elastisitasnya berada pada daerah rasional. Salah satu cara yang bisa dilakukan adalah dengan peningkatan efisiensi tenaga kerja baik jumlah maupun kualitasnya. Hal ini berdasarkan pada hasil analisa produktivitas yang menunjukkan rasio efisiensi tenaga kerja tergolong dalam kriteria buruk.

DAFTAR PUSTAKA

- Bain, D., 1982, *The Productivity Prescription: The Manager's Guide to Improving Productivity and Profits*, McGraw-Hill, New York.
- Boediono, 1995, *Ekonomi Mikro: Seri Sinopsis Pengantar Ilmu Ekonomi No 1, Edisi 2*. BPFE, Yogyakarta.
- Gasperz, V., 1995, *Manajemen Produktivitas Total, Strategi Peningkatan Produktivitas Bisnis Global*, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sinungan, Muchdaryansah, 1995, *Produktivitas Apa dan Bagaimana*, Bumi Aksara, Jakarta.
- Soekartawi, 1990, *Teori Ekonomi Produksi dengan Pokok Bahasan Analisis Fungsi Cobb-Douglas*, Rajawali Press, Jakarta.