

BAB 4

DATA DAN METODOLOGI

Bab ini akan menjelaskan tentang metode analisis yang akan digunakan dalam penelitian, termasuk di dalamnya adalah spesifikasi model dan variabel-variabel yang akan digunakan, serta jenis dan sumber data penelitian. Secara singkat akan dijelaskan pula tentang proses estimasi dari model yang digunakan.

Sebelum dijelaskan lebih lanjut, maka diberitahukan bahwa penelitian yang dilakukan ini berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Tribuana (2004) atau dengan kata lain adalah pengembangan dari penelitian tersebut. Pemilihan variabel yang digunakan dalam penelitian ini sama dengan variabel yang digunakan dalam penelitian Tribuana (2004) karena variabel-variabel tersebut telah memenuhi pertimbangan-pertimbangan ilmiah. Pengolahan Data menggunakan bantuan perangkat lunak *FRONTER 4.1*.

4.1. Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian merupakan data panel dari 23 unit wilayah kerja PT PLN (Persero) periode 2002-2008. Dengan mempertimbangkan kondisi sistem kelistrikan PT PLN (Persero), maka unit wilayah kerja tersebut dibagi menjadi 12 wilayah penelitian, sehingga terdapat sebanyak 84 pengamatan (observasi). Pembagian wilayah tersebut menganggap bahwa struktur sistem kelistrikan adalah *vertical integrated*, artinya sistem pembangkitan, transmisi dan distribusi merupakan satu kesatuan. Pembagian wilayah penelitian sebagaimana terlihat pada Tabel 4.1.

Data yang berhasil dihimpun sebenarnya berawal dari tahun 2000. Namun, karena pada tahun 2000-2001, wilayah Bali, NTB, dan NTT masih menjadi satu wilayah kerja, sementara sistem kelistrikan Jawa-Bali telah terinterkoneksi, maka data tahun tersebut tidak diikutsertakan dalam penelitian, atau dengan kata lain tahun pengamatan dimulai sejak tahun 2002 sampai dengan 2008. Sejak tahun 2004, pengelolaan listrik di wilayah Tarakan telah terpisah dari Kalimantan Timur.

Namun, karena penelitian dimulai pada tahun 2002, maka Tarakan digabungkan ke dalam wilayah Kalimantan Timur.

Tabel 4.1. Pembagian Wilayah Penelitian

No.	Wilayah	Keterangan
1.	Sumatera	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem terinterkoneksi sebagian, sejak Agustus 2006 telah terinterkoneksi antara Sumatera Bagian Utara (Sumbagut) dengan Bagian Selatan (Sumbagsel). - Terdiri dari: <ul style="list-style-type: none"> * 7 wilayah distribusi PLN, yaitu: NAD, Sumatera Utara, Sumatera Barat, S2JB (Sumatera Selatan, Jambi dan Bengkulu), Riau, Lampung, dan Bangka Belitung. * 1 usaha pada sisi transmisi, yaitu P3BS * 2 usaha sisi pembangkitan dan penyaluran, yaitu: Pembangkitan dan Penyaluran (Kitlur) Sumbagut dan Kitlur Sumbagsel.
2.	Jawa-Bali	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem telah terintegrasi dengan jaringan transmisi secara penuh. - Terdiri dari: <ul style="list-style-type: none"> * 5 wilayah distribusi PLN, yaitu: wilayah DKI Jakarta; Jawa Barat dan Banten; Jawa Tengah dan DIY; Jawa Timur; dan Bali * 1 usaha pada sisi transmisi, yaitu P3B * 5 usaha sisi pembangkit, yaitu: Indonesia Power (IP), Pembangkitan Jawa Bali (PJB), Tanjung Jati B, Muara Tawar dan Cilegon
3.	Kalimantan Barat	Sistem terinterkoneksi sebagian
4.	Kalimantan Selatan, Tengah	Sistem terinterkoneksi sebagian
5.	Kalimantan Timur	Sistem terinterkoneksi sebagian
6.	Sulawesi Utara, Tengah dan Gorontalo	Sistem terinterkoneksi sebagian
7.	Sulawesi Selatan, Tenggara dan Barat	Sistem terinterkoneksi sebagian
8.	Maluku	Sistem terisolasi
9.	Papua	Sistem terisolasi
10.	NTT	Sistem terisolasi
11.	NTB	Sistem terisolasi
12.	Batam	Sistem terinterkoneksi penuh

Sumber data yang menyangkut keuangan (pengeluaran faktor input) secara regional per wilayah kerja diperoleh secara langsung dari PT PLN (Persero) Kantor Pusat. Sedangkan untuk data teknik yang digunakan dalam model efek inefisiensi (faktor-faktor yang mempengaruhi inefisiensi teknis) diperoleh dari Statistik PLN tahunan sepanjang tahun pengamatan. Variabel modal adalah aktiva tetap bersih (dalam Rp), sementara variabel pegawai dan bahan bakar merupakan pengeluaran untuk kedua variabel tersebut (dalam Rp). Sebagaimana metode yang dilakukan Tribuana, maka guna menghindari pengaruh kenaikan harga barang dan jasa, variabel faktor-faktor produksi (modal, pegawai, dan bahan bakar) diindeksasi terhadap harga konstan 2000. Variabel modal dan bahan bakar diindeksasi menggunakan PDRB deflator, sementara untuk variabel pengeluaran pegawai diindeksasi dengan IHK secara regional. Karena data IHK secara regional tidak tersedia pada BPS, maka data IHK dihitung dari angka inflasi regional. Deskripsi statistik data dalam penelitian yang telah diindeksasi tersaji pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Deskripsi Statistik Data Penelitian

Variabel	Satuan	Mean	Median	Maksimum	Minimum	Standar Deviasi
Produksi	GWh	10.642,61	1.127,99	116.133,70	231,68	27.819,38
Pengeluaran Modal	Miliar Rp	10.184,02	1.362,27	114.469,60	299,41	25.048,02
Pengeluaran Pegawai	Miliar Rp	240,45	50,93	2.082,72	11,02	500,62
Pengeluaran Bahan Bakar	Miliar Rp	2.346,68	394,44	35.589,86	47,11	5.829,45
Faktor Beban	%	66,52	65,45	155,69	46,57	15,17
Capacity Factor	%	42,19	42,47	92,28	19,05	13,03
Losses	%	11,94	10,96	23,38	6,92	3,70
Rasio Elektrifikasi	%	47,21	50,14	86,74	21,34	15,08
Rata-rata Ukuran Pembangkit	MW	6,09	0,98	64,71	0,23	15,98
Porsi Pembangkit Termal	%	91,62	97,89	100,00	68,10	10,53

4.2. Metodologi

Kuntjoro (1990) menguraikan bahwa dalam ilmu ekonomi, fungsi produksi didefinisikan sebagai tingkat output maksimal yang mampu diperoleh dengan kombinasi input dan teknologi tertentu. Dengan demikian, yang dimaksud dengan fungsi produksi adalah frontiernya. Lebih lanjut Kuntjoro menjelaskan bahwa OLS pada hakekatnya mengestimasi *average production function*, bukan *frontier production function* karena metode tersebut tidak menjamin data input dan output yang digunakan dalam estimasi benar-benar mencerminkan definisi dari fungsi produksi di atas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian tentang penilaian efisiensi teknis usaha tenaga listrik melalui metode estimasi *frontier production function*.

4.2.1. Spesifikasi Fungsi Produksi Frontier

Estimasi yang digunakan dalam menentukan tingkat efisiensi teknik adalah dengan pendekatan fungsi produksi frontier, sesuai dengan spesifikasi model pada Battese dan Coelli (1995). Faktor-faktor produksi yang digunakan dalam memproduksi energi listrik, sebagaimana diungkapkan oleh Tribuana (2004), yaitu : modal, pegawai dan bahan bakar.

Sebagaimana dalam penelitian Tribuana (2004), jenis fungsi produksi yang digunakan dalam penelitian adalah fungsi produksi Cobb-Douglas. Beberapa alasan pemilihan fungsi produksi Cobb-Douglas adalah:

- Bentuk fungsi yang sederhana dalam pendugaan parameter, dimana pendugaan dalam bentuk logaritma menghasilkan fungsi yang linier.
- Koefisien dari variabel faktor produksi dalam bentuk logaritma dapat diinterpretasikan secara langsung sebagai angka elastisitas output terhadap variabel faktor produksi.
- Elastisitas skala produksi dapat diperoleh secara langsung dari penjumlahan nilai koefisien logaritma dari faktor-faktor produksinya.
- Dapat dengan mudah dikembangkan untuk jumlah faktor produksi lebih dari dua.

Secara matematis, fungsi produksi Cobb-Douglas tersebut diformulasikan sebagai berikut:

$$y = f(\text{Modal}, \text{Pegawai}, \text{Bahan bakar}) \dots\dots\dots(4.1)$$

dimana y merupakan output suatu perusahaan dan akan diestimasi dalam bentuk logaritma natural. Dari fungsi produksi yang telah dipilih, maka dilakukan uji yang terkait dengan asumsi stokastisitasnya atau kesesuaian metode stokastik frontier.

Spesifikasi fungsi produksi stokastik frontier untuk data panel didefinisikan sebagai berikut:

$$\ln(y_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \ln(\text{Modal}_{it}) + \beta_2 \ln(\text{Pegawai}_{it}) + \beta_3 \ln(\text{Bahanbakar}_{it}) + v_{it} - u_{it} \dots\dots\dots(4.2)$$

dimana y_{it} menunjukkan output wilayah ke= i ($i=1,2, \dots, 12$) dan untuk observasi ke- t ($t = 1,2, \dots,7$); Modal, Pegawai dan Bahan bakar merupakan faktor produksi; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ adalah parameter yang tidak diketahui dan akan diestimasi; v_{it} adalah galat random yang diasumsikan berdistribusi normal $N(0, \sigma_v^2)$ dan independen terhadap u_{it} ; u_{it} adalah variabel random non-negatif yang berasosiasi dengan inefisiensi teknis dari output dan diasumsikan independen serta diperoleh dari potongan (truncation) distribusi normal di titik 0 dengan rata-rata z_{it} dan variasi σ_u^2 ; z_{it} menunjukkan variabel perusahaan yang spesifik dan memungkinkan bervariasi terhadap waktu; dan β adalah suatu vektor ($m \times 1$) yang tidak diketahui dan akan diestimasi. Hipotesis hubungan antara variabel output dengan variabel faktor produksi adalah positif.

Asumsi yang digunakan untuk mengestimasi parameter fungsi produksi frontier:

1. $E(v_i) = 0$ à rata-rata nol
2. $E(v_i^2) = \sigma_v^2$ à homoskedastis
3. $E(v_i v_j) = 0$ untuk setiap $i \neq j$ (tidak berkorelasi)
4. $E(u_i^2) = \sigma_u^2$ à homoskedastis
5. $E(u_i u_j) = 0$ untuk setiap $i \neq j$ (tidak berkorelasi)

Guna memperoleh estimasi model terbaik, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan rasio *likelihood*, dengan statistik pengujian $= -2[l(H_0) - l(H_1)]$, dimana $l(H_0)$ adalah nilai *log-likelihood* dari model yang terestriksi dan $l(H_1)$ adalah nilai *log-likelihood* dari model penuh.

4.2.2. Model Efek Inefisiensi

Persamaan 4.2 menyepesifikasikan fungsi stokastik frontier, sedangkan efek inefisiensi teknis, u_{it} , diasumsikan merupakan suatu fungsi dari himpunan variabel penjelas, z_{it} dan vektor koefisien yang tidak diketahui, β . Variabel penjelas pada model inefisiensi diharapkan untuk memasukkan setiap variabel yang menjelaskan alasan mengapa output yang diobservasi tidak mencapai nilai fungsi output yang berkoresponden dengannya.

Sebagaimana 6 (enam) variabel yang digunakan oleh Tribuana (2004) dalam mempengaruhi skor efisiensi teknis, maka dalam penelitian ini juga digunakan variabel-variabel tersebut yang diduga akan mempengaruhi efek inefisiensi dalam model stokastik frontier (variabel z_{it}), yaitu faktor beban (LF), faktor kapasitas (CF), susut tegangan/*losses* (LO), rasio elektrifikasi (RE), rata-rata ukuran pembangkit (UP), dan porsi pembangkit termal (PT). Berbeda dengan Tribuana (2004) yang mendefinisikan variabel rasio elektrifikasi sebagai rasio desa terlistrikan, maka dalam penelitian ini yang dimaksud dengan rasio elektrifikasi adalah rasio rumah tangga terlistriki terhadap jumlah pelanggan golongan rumah tangga. Hal ini dimaksudkan untuk menangkap karakteristik dari kepadatan pelanggan yang menurut penulis lebih dapat direpresentasikan melalui definisi yang terakhir. Lebih jelas, definisi operasional variabel dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Variabel LF : rasio antara jumlah total energi yang diproduksi dengan beban puncak (beban tertinggi yang dicapai)
- Variabel CF : rasio antara jumlah energi yang dibangkitkan oleh pembangkit (produksi bruto) dengan kapasitas terpasang pembangkit. Variabel ini dapat merefleksikan tingkat pemanfaatan atau efisiensi dari peralatan pembangkit.

- Variabel LO : jumlah energi yang hilang dalam penyaluran (di sisi transmisi dan distribusi). Variabel ini merefleksikan efisiensi dalam manajemen penyaluran energi sampai kepada pelanggan.
 - Variabel RE : rasio antara jumlah pelanggan golongan rumah tangga dengan jumlah rumah tangga yang ada di suatu wilayah usaha. Variabel ini merefleksikan tingkat kepadatan konsumen di sisi distribusi. Semakin tinggi, akan merefleksikan semakin padatnya jaringan dalam sistem distribusi atau tingkat pemanfaatan jaringan semakin tinggi.
 - Variabel UP : jumlah kapasitas terpasang pembangkit dibagi dengan jumlah pembangkit.
 - Variabel PT : prosentase kapasitas pembangkit termal (pembangkit dengan bahan bakar fosil dalam produksinya) terhadap total pembangkit.
- Kedua variabel terakhir merefleksikan efisiensi produksi di sisi pembangkitan.

Hipotesis hubungan antara variabel inefisiensi dengan variabel bebas yang mempengaruhinya adalah sebagai berikut:

- Dengan variabel LF, CF, RE, dan UP akan mempunyai hubungan yang negatif.
- Dengan variabel LO dan PT akan mempunyai hubungan yang positif.

Oleh karena itu, spesifikasi model efek inefisiensi adalah sebagai berikut:

$$U_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 LF_{it} + \alpha_2 CF_{it} + \alpha_3 LO_{it} + \alpha_4 RE_{it} + \alpha_5 UP_{it} + \alpha_6 PT_{it} + w_{it} \dots (4.3)$$

4.2.3. Skor Efisiensi Teknis

Skor efisiensi teknis secara otomatis telah dihitung sewaktu melakukan estimasi fungsi produksi stokastik frontier, dimana secara matematis, diperoleh dengan rumus sebagai berikut:

$$EFF_{it} = E(Y_{it}^* | U_{it}, X_{it}) / E(Y_{it}^* | U_{it}=0, X_{it}) \dots (4.4)$$

dimana Y_{it}^* adalah $\exp(Y_{it})$, yaitu nilai eksponensial dari produksi dari wilayah ke-i pada tahun ke-t, dan X_{it} adalah faktor produksi wilayah ke-i pada tahun ke-t. EFF_{it} bernilai antara 0 dan 1.