



**MENGUKUR EFISIENSI DISTRIBUSI LISTRIK PROVINSI DI INDONESIA**

**MENGGUNAKAN DEA BOOTSTRAP**

**T E S I S**

**Untuk Memenuhi Persyaratan**

**Mencapai Gelar Magister**



Oleh:

**AMALIA RAHMAWATI**

**196020100111022**

**PROGRAM MAGISTER ILMU EKONOMI**

**PASCASARJANA FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**MALANG**

**2022**







## T E S I S

MENGUKUR EFISIENSI DISTRIBUSI LISTRIK PROVINSI DI INDONESIA  
MENGUNAKAN DEA BOOTSTRAP

Oleh :

AMALIA RAHMAWATI  
196020100111022telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal: 28 Desember 2021  
dinyatakan telah memenuhi syaratMenyetujui  
Komisi Pembimbing,Setyo Tri Wahyudi, SE., M.Ec., Ph.D.  
KetuaDr. Rachmad Kresna Sakti, SE., M.Si.  
Anggota

Mengetahui,

Dr.rer.pol. Ferry Prasetyia , SE., M.App.Ec.  
NIP 198012282005011002





**LEMBAR IDENTITAS KOMISI PEMBIMBING DAN PENGUJI****Judul Tesis:**

MENGUKUR EFISIENSI DISTRIBUSI LISTRIK PROVINSI DI INDONESIA  
MENGUNAKAN DEA BOOTSTRAP

Nama Mahasiswa : Amalia Rahmawati  
NIM : 196020100111022  
Program Studi : Magister Ilmu Ekonomi

**KOMISI PEMBIMBING**

Ketua : Setyo Tri Wahyudi, SE., M.Ec., Ph.D.  
Anggota : Dr. Rachmad Kresna Sakti, SE., M.Si.

**TIM DOSEN PENGUJI**

Dosen Penguji 1 : Dwi Budi Santoso, SE., MS., Ph.D.  
Dosen Penguji 2 : Dr. rer. pol. Ferry Prasetyia, SE., M.App.Ec.

Tanggal Ujian : 28 Desember 2021



Dekan Fakultas Ekonomi dan Bisnis  
Universitas Brawijaya  
Ketua Program Magister Ilmu Ekonomi,

Dr. rer. pol. Ferry Prasetyia, SE., M.App.Ec.  
NIP 198012282005011002





## PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Tesis ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Tesis ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Tesis (MAGISTER) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, Desember 2021



Amalia Rahmawati

196020100111022

















## MENGUKUR EFISIENSI DISTRIBUSI LISTRIK PROVINSI DI INDONESIA

### MENGGUNAKAN DEA BOOTSTRAP

#### ABSTRAK

Amalia Rahmawati: Pascasarjana Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Brawijaya, 2022. **Mengukur Efisiensi Distribusi Listrik Provinsi di Indonesia Menggunakan DEA Bootstrap**. Ketua Pembimbing: Setyo Tri Wahyudi, SE., M.Ec., Ph.D. Komisi Pembimbing: Dr. Rachmad Kresna Sakti, SE., M.Si.

Pemenuhan kebutuhan energi listrik terhambat karena ketidakefisienan dalam pendistribusian dan mengakibatkan *losses*. Penelitian ini bertujuan mengukur efisiensi distribusi listrik 33 provinsi di Indonesia pada tahun 2010–2019. Efisiensi dihitung menggunakan analisis DEA dua langkah, yaitu *DEA BCC* dan *DEA Bootstrap*. Hasil penelitian menunjukkan estimasi efisiensi menggunakan *DEA BCC overestimate*. Kedekatan antara sumber listrik dan pelanggan menjadi salah satu kemudahan proses distribusi listrik dan mengurangi kemungkinan *losses*. Input tenaga kerja, kapasitas terpasang, dan panjang jaringan akan menyesuaikan kebutuhan permintaan listrik pelanggan sebagai komponen proses menyalurkan distribusi listrik dari pembangkit sampai ke konsumen. Terjadi kelebihan tenaga kerja dan kapasitas terpasang dalam efisiensi distribusi listrik. Kelebihan tenaga kerja dapat diatasi dengan reorientasi perusahaan, sedangkan kapasitas terpasang dengan mendorong permintaan listrik serta mengeskpor listrik ke negara ASEAN melalui program ASEAN Power Grid.

Kata Kunci: Efisiensi; Distribusi Listrik; DEA Bootstrap; Indonesia.









## Measuring the Effectiveness of Electricity Distribution in Indonesian Provinces using DEA Bootstrap

### ABSTRACT

Rahmawati, Amalia. Master Program in Economics, Faculty of Economics and Business, Universitas Brawijaya. 2022. **Measuring the Effectiveness of Electricity Distribution in Indonesian Provinces using DEA Bootstrap**. Head of Advisory Commission: Setyo Tri Wahyudi, SE., M.Ec., Ph.D., Member of Advisory Commission: Dr. Rachmad Kresna Sakti, SE., M.Si.

The fulfillment of the need for electricity has been hampered by inefficiency, which also causes losses. The goals of this research are to measure the efficiency of electricity distribution in 33 Indonesian provinces during the period of 2010-2019. The efficiency was measured using a two-step bootstrap analysis, i.e. DEA BCC and DEA Bootstrap. This study finds that the efficiency estimation uses DEA BCC overestimate and that the proximity between electrical sources and customers becomes one of the supporting factors for the electricity distribution process and reduces losses. Furthermore, workforce input, nameplate capacity, and network length will be adjusted to customer's electricity demand needs as a component of the electricity distribution process from plants to consumers. In addition, the analysis result also indicates excess of workforce and nameplate capacity in the electricity distribution efficiency. The problem of workforce excess can be solved through company reorientation, while issues of nameplate capacity can be addressed by boosting electricity demand and exporting the power to ASEAN countries through ASEAN Power Grid program.

Keywords: efficiency, electricity distribution, DEA bootstrap, Indonesia









## KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur Alhamdulillah, atas rahmawa dan hidayah-Mu penulis dapat menyajikan tulisan tesis yang berjudul: Mengukur Efisiensi Distribusi Listrik Provinsi di Indonesia Menggunakan DEA Bootstrap. Di dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi: analisis efisiensi distribusi listrik provinsi di Indonesia, diharapkan dengan mengetahui kendala efisiensi dapat mengurangi kerugian dan meningkatkan manfaat bagi masyarakat dan PLN. Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan, oleh karena itu penulis mengharap saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, Januari 2022

Amalia Rahmawati









## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN IDENTITAS KOMISI PEMBIMBING DAN PENGUJI TESIS.....	v
PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
RIWAYAT HIDUP.....	vii
UCAPAN TERIMAKASIH.....	xi
ABSTRAK.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
KATA PENGANTAR.....	xvii
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian.....	5
1.4.1. Manfaat Akademis.....	5
1.4.2. Manfaat Praktis.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Efisiensi.....	7
2.1.1. Efisiensi Energi.....	7
2.1.2. Efisiensi Ekonomi.....	8
2.2. Penelitian Terdahulu.....	11
BAB III KERANGKA PIKIR.....	21





3.1.	Kerangka Pikir.....	21
3.2.	Definisi Operasional Variabel.....	20
3.2.1.	Output.....	20
3.2.2.	Input.....	21
BAB IV METODE PENELITIAN.....		23
4.1.	Pendekatan Penelitian.....	23
4.2.	Populasi dan Sampel.....	24
4.3.	Definisi Operasional dan Pengukuran Variabel.....	24
4.4.	Model Penelitian.....	25
4.4.1.	<i>Data Envelopment Analysis (DEA)</i> .....	26
4.4.1.1.	DEA Bootstrap.....	32
4.4.1.2.	Optimalisasi DMU.....	37
4.4.1.3.	<i>Benchmarking</i> .....	38
4.5.	Prosedur Analisis Data.....	39
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
5.1.	Deskripsi Variabel.....	41
5.1.1.	Jumlah Pelanggan.....	41
5.1.2.	Jumlah Listrik Yang Didistribusikan.....	42
5.1.3.	Tenaga Kerja.....	46
5.1.4.	Kapasitas Terpasang.....	46
5.1.5.	Panjang Jaringan Distribusi.....	47
5.2.	Hasil Analisis.....	49
5.3.1.	Statistika Deskriptif.....	49
5.3.2.	Hasil DEA BCC.....	52
5.4.1.	DEA Bootstrap.....	56
5.4.2.	Optimalisasi DMU.....	60
5.4.3.	<i>Benchmarking</i> .....	66
5.3.	Implikasi Penelitian.....	69





BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....73

6.1. Kesimpulan.....73

6.2. Saran.....73

DAFTAR PUSTAKA.....75

LAMPIRAN.....81





**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 1. Konsumsi Listrik Indonesia ..... 1

Gambar 2. Susut/Losses Energi Listrik Indonesia ..... 2

Gambar 3. Laba/Rugi Operasi ..... 2

Gambar 4. Jumlah Pelanggan Listrik Setiap Provinsi 2010-2019 ..... 18

Gambar 5. Energi Yang Didistribusikan Setiap Provinsi 2010-2019 ..... 18

Gambar 6. Kerangka Pikir Penelitian ..... 19

Gambar 8. Konsep *Slack* dan *Radial Movement* dengan Orientasi Input ..... 37

Gambar 9. Konsep *Slack* dan *Radial Movement* dengan Orientasi Ouput ..... 38

Gambar 10. Pendapatan Per Kelompok Pelanggan (2019) ..... 41

Gambar 11. Panjang Jaringan Distribusi (kmm) ..... 48

Gambar 12. Rata-Rata Efisiensi Distribusi Listrik Indonesia 2010-2019 ..... 55









## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Penelitian Terdahulu .....	15
Tabel 2. Definisi Operasional Variabel .....	20
Tabel 3. Definisi Operasional dan Pengukuran Variabel .....	25
Tabel 4. Produksi Tenaga Listrik PLN Setiap Provinsi 2019 .....	43
Tabel 5. Realisasi Sistem Distribusi .....	44
Tabel 6. Realisasi SAIDI dan SAIFI .....	45
Tabel 7. Rencana Pengembangan Sistem Distribusi Indonesia .....	45
Tabel 8. Daftar DMU .....	49
Tabel 9. Rata-Rata Statistika Deskriptif Provinsi 2010-2019 .....	50
Tabel 10. Hasil Analisis DEA BCC Orientasi Output .....	53
Tabel 11. Hasil Analisis DEA Bootstrap .....	57
Tabel 12. Rata-Rata DEA Bootstrap 2010-2019 .....	58
Tabel 13. Kategori Efisiensi Setiap Provinsi .....	59
Tabel 14. Optimalisasi DMU .....	60
Tabel 15. Hasil Analisis Benchmarking 2010-2019 .....	66









## DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Lampiran 1 Hasil Analisis DEA Bootstrap 2010.....	81
2.	Lampiran 2 Hasil Analisis DEA Bootstrap 2011.....	82
3.	Lampiran 3 Hasil Analisis DEA Bootstrap 2012.....	83
4.	Lampiran 4 Hasil Analisis DEA Bootstrap 2013.....	84
5.	Lampiran 5 Hasil Analisis DEA Bootstrap 2014.....	85
6.	Lampiran 6 Hasil Analisis DEA Bootstrap 2015.....	86
7.	Lampiran 7 Hasil Analisis DEA Bootstrap 2016.....	87
8.	Lampiran 8 Hasil Analisis DEA Bootstrap 2017.....	88
9.	Lampiran 9 Hasil Analisis DEA Bootstrap 2018.....	89
10.	Lampiran 10 Hasil Analisis DEA Bootstrap 2019.....	90
11.	Lampiran 11 Benchmarking 2010.....	91
12.	Lampiran 12 Benchmarking 2011.....	92
13.	Lampiran 13 Benchmarking 2012.....	93
14.	Lampiran 14 Benchmarking 2013.....	94
15.	Lampiran 15 Benchmarking 2014.....	95
16.	Lampiran 16 Benchmarking 2015.....	96
17.	Lampiran 17	





Benchmarking 2016.....	97
18. Lampiran 18	
Benchmarking 2017.....	98
19. Lampiran 19	
Benchmarking 2018.....	99
20. Lampiran 20	
Benchmarking 2019.....	100
21. Lampiran 21	
Statistika Deskriptif Dengan Minitab.....	101
22. Lampiran 22	
Sintax Software R DEA Bootstrap 2010.....	102



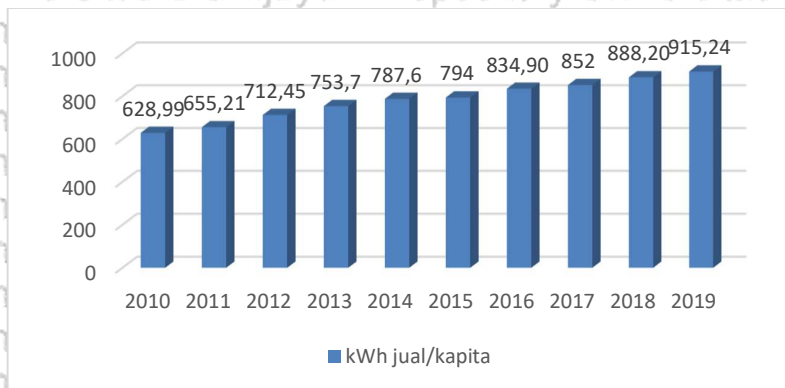


## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Efisiensi distribusi tenaga listrik telah mendapat perhatian penting dalam dua dekade terakhir, terutama karena restrukturisasi di sektor tenaga listrik, seperti privatisasi (Bobde & Tanaka, 2018). Sebagian besar perusahaan di dunia telah diliberalisasi oleh pemerintah untuk meningkatkan efisiensi di sektor kelistrikan. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan kinerja sektor serta mengurangi beban fiskal pemerintah (Newbery, 2002 dalam Khetrapal & Thakur, 2014). Termasuk Indonesia, sejak tahun 1990, sektor listrik telah dideregulasi melalui pengenalan *independent power producers* (IPP). Sebagian besar reformasi melibatkan restrukturisasi, privatisasi, dan terkadang pemindahan kepemilikan.

Pada tahun 1998, upaya restrukturisasi sektor tersebut dimulai melalui program bantuan ekonomi Dana Moneter Internasional untuk Indonesia. Dalam proses transisi reformasi, jenis program efisiensi tambahan diterapkan untuk meningkatkan kinerja sektor listrik (Fuji & Kaneko, 2011). Saat ini, kebutuhan energi listrik terus meningkat di setiap provinsi hal ini terjadi karena peningkatan industrialisasi dan kemakmuran nasional. Termasuk Indonesia, hal ini dapat dilihat pada data konsumsi listrik Indonesia (Gambar 1) yang terus meningkat pada tahun 2010-2019 dan diproyeksikan akan terus meningkat.

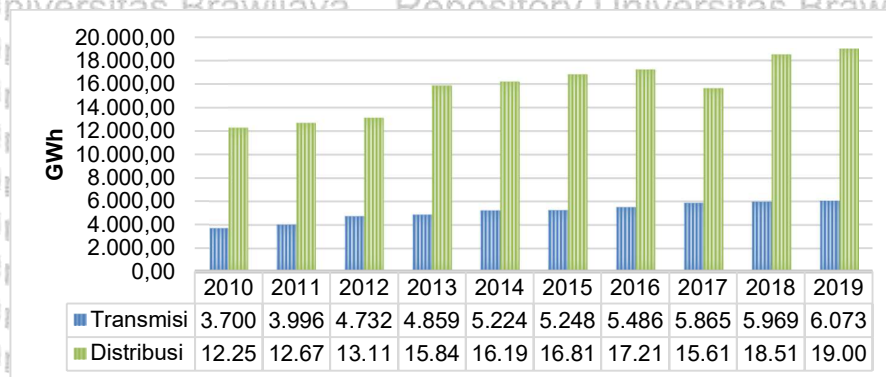


Gambar 1. Konsumsi Listrik Indonesia

(Sumber: Statistik PLN, 2019)



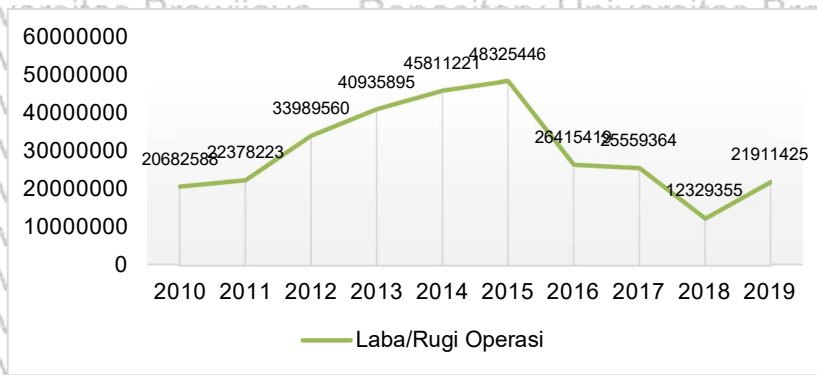
Pertumbuhan penduduk menjadi salah satu faktor peningkatan permintaan energi listrik. Namun, upaya pemenuhan kebutuhan listrik bagi masyarakat terhambat karena distribusi listrik yang tidak efisien dan mengakibatkan susut listrik. Berdasarkan Gambar 2 susut energi listrik di Indonesia pada tahun 2019 sebesar 9,32% meningkat sebesar 894,06 GWh dibandingkan tahun 2018. Sedangkan total susut listrik tahun 2010–2019 meningkat sebesar 13395,95 GWh, susut distribusi sebesar 6752,82 GWh, dan susut transmisi sebesar 2373,23. Dapat dikatakan bahwa susut energi listrik meningkat hampir setiap tahunnya.



Gambar 2. Susut/Losses Energi Listrik Indonesia

(Sumber: Statistik PLN, 2019)

Gambar 3 menunjukkan data laba/rugi operasi berupa selisih jumlah pendapatan operasi dikurangi dengan biaya operasi. Pendapatan listrik diperoleh dari penjualan, biaya penyambungan, dan subsidi sedangkan biaya operasi dari pembelian tenaga listrik, bahan bakar dan pelumas, pemeliharaan, kepegawaian, penyusutan aktiva tetap, dan biaya lainnya.



Gambar 3. Laba/Rugi Operasi

(Sumber: Statistik PLN, 2019)





Selama tahun 2010-2019 tidak terjadi kerugian selama proses operasi listrik. Namun, laba bersih yang diterima oleh PLN mengalami penurunan sejak tahun 2015. Meskipun laba pada tahun 2019 berhasil meningkat kembali, nilai ini masih berada jauh di bawah laba sebelum tahun 2015. Pengukuran kinerja perusahaan distribusi tenaga listrik dianggap sebagai salah satu isu terpenting bagi pembuat kebijakan. Faktanya, mengukur dan membandingkan efisiensi relatif antara perusahaan listrik dapat membantu pembuat kebijakan dalam menyesuaikan berbagai faktor seperti harga dan pendapatan (Sadjadi & Omrani, 2008).

Pemilihan variabel input dan output adalah salah satu tugas penting dari pengukuran kinerja. Namun, secara umum input harus mencerminkan sumber daya yang digunakan dan output harus mencerminkan tingkat layanan utilitas dan sejauh mana utilitas memenuhi tujuannya untuk memasok listrik ke konsumen (Thakur et al., 2006). Sistem distribusi listrik memiliki hubungan yang lebih dekat dengan pelanggan, jumlah pelanggan merupakan output penting untuk menilai efisiensi penyediaan layanan publik. Jumlah pelanggan membantu penyampaian layanan berkualitas tinggi kepada pelanggan (Santos et al., 2011). Selain itu, jumlah energi yang didistribusikan dianggap sebagai pemicu biaya utama dalam sistem tenaga listrik (Santos et al., 2011).

Efisiensi dan produktivitas dalam pembangkitan listrik sebagian besar ditentukan oleh faktor teknologi, tetapi di sektor distribusi listrik dua hal ini terutama ditentukan oleh manajemen dan penggunaan tenaga kerja yang efisien (Kumbhakar & Hjalmarsson, 1998). Semakin banyak tenaga kerja yang digunakan maka diharapkan kinerja layanan terhadap masyarakat juga meningkat. Seiring meningkatnya produktivitas tenaga kerja, diharapkan menghasilkan lebih banyak output untuk jumlah kerja relatif yang sama.

Kapasitas terpasang dan panjang jaringan distribusi digunakan sebagai proxy untuk modal. Stok modal untuk model fungsi biaya didefinisikan sebagai permintaan trafo distribusi maksimum dalam megawatt. Definisi ini mewakili ukuran kapasitas stok modal dan mencerminkan output maksimum yang dapat ditangani oleh jaringan (Filippini, 1996). Kapasitas terpasang yang optimal menunjukkan listrik tidak disimpan sebagai persediaan, tetapi digunakan oleh pelanggan sehingga mampu meningkatkan pendapatan oleh PLN.

Kondisi geografis juga mempengaruhi biaya dan tertanam dalam biaya yang digunakan sebagai input. Panjang jaringan merupakan indikator yang tepat





untuk penyebaran geografis pelanggan, menggambarkan jarak sebenarnya ke setiap pelanggan (Santos et al., 2011). Penyebaran geografis pelanggan yang lebih jauh diasumsikan menyebabkan biaya yang lebih tinggi karena semakin panjang kabel yang dibutuhkan. Selain itu, semakin dekat jarak panjang jaringan ke pelanggan mengurangi susut jaringan distribusi. Akhirnya juga meningkatkan jumlah listrik yang didistribusikan dan mengurangi kerugian semua pihak.

Teknik *benchmarking* dapat digunakan untuk menilai efisiensi produksi perusahaan distribusi listrik dengan tujuan mengukur kinerja perusahaan dan mengidentifikasi area potensial untuk perbaikan lebih lanjut (Thakur et al., 2006). Metode yang sering digunakan adalah *Stochastic Frontier Analysis* (SFA) model parametrik dan *Data Envelopment Analysis* (DEA) model nonparametrik yang dianggap sebagai fungsi deterministik. Fungsi deterministik menunjukkan tidak adanya statistika inferensia, seolah-oleh metode tersebut kurang dalam aplikasi statistik dasar sehingga dikhawatirkan hasil estimasi bersifat bias (*underestimate* atau *overestimate*) (Cooper et al., 2007).

Banyak penelitian yang telah dilakukan mengukur efisiensi distribusi listrik untuk menilai seberapa baik kinerja perusahaan. Misalnya (Agrell et al., 2014) menggunakan 111 perusahaan distribusi tenaga listrik Norwegia tahun 1998-2002. Çelen (2013) menganalisis kinerja efisiensi 21 perusahaan distribusi listrik Turki selama periode 2002-2009. Di Indonesia misalnya penelitian oleh Fuji & Kaneko (2011) menggunakan 22 perusahaan listrik tahun 2002-2005. Hardiyanto & Wahyudin (2021) mempelajari efisiensi distribusi listrik di DKI Jakarta. Namun, penelitian tersebut memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, sebagian besar menggunakan data jangka pendek, maka tidak sepenuhnya menangkap perubahan efisiensi. Kedua, metode yang digunakan deterministik tetapi tidak memperhitungkan keterbatasan metode tersebut.

Berdasarkan penjelasan sebelumnya, penelitian ini bertujuan untuk mengukur estimasi efisiensi distribusi listrik 33 provinsi di Indonesia. Penelitian ini menggunakan dua variabel sebagai output dan tiga input. Output yang digunakan adalah jumlah pelanggan dan jumlah listrik yang didistribusikan sedangkan input menggunakan jumlah tenaga kerja, kapasitas terpasang, dan panjang jaringan distribusi. Menggunakan analisis DEA dua tahap, pertama DEA BCC kemudian DEA Bootstrap. DEA Bootstrap Berdasarkan prosedur Simar & Wilson (1998, 2000) dihitung untuk mengatasi kelemahan metode DEA BCC. Diharapkan





dengan menggunakan DEA *bootstrap* estimasi yang dihasilkan lebih efisien dan akurat dibandingkan dengan studi lainnya.

### 1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana efisiensi distribusi listrik antar provinsi di Indonesia?

### 1.3. Tujuan Penelitian

Untuk mengukur efisiensi distribusi listrik antar provinsi di Indonesia.

### 1.4. Manfaat Penelitian

#### 1.4.1. Manfaat Akademis

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan mampu menjadi rujukan tambahan ilmu pengetahuan ekonomi serta menjadi rujukan tambahan untuk penelitian selanjutnya.

#### 1.4.2. Manfaat Praktis

1. Mampu menjadi rujukan tambahan bagi pemerintah dalam menyusun kebijakan yang mampu mengefisienkan distribusi energi listrik.
2. Mampu memberikan rekomendasi kebijakan yang sesuai dengan karakteristik setiap wilayah.









## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Efisiensi

Efisiensi didefinisikan sebagai perbandingan antara nilai output sebenarnya yang diperoleh terhadap output yang diharapkan dapat diperoleh. Menjadi kriteria baik buruknya pengelolaan sumber daya untuk mencapai tujuan suatu kegiatan (Sumanth, 1984). Pencapaian efisiensi yang lebih besar dari sumber daya yang semakin langka harus menjadi kriteria utama dalam penetapan prioritas. Efisiensi dalam ekonomi juga dapat diartikan sebagai pilihan memaksimalkan hasil yang diperoleh dari sumber daya yang dialokasikan.

Efisiensi secara umum dapat golongkan menjadi dua golongan, yaitu *technical efficiency* dan *allocative efficiency* (M. J. Farrell, 1957). Efisiensi teknis menggambarkan kinerja perusahaan memperoleh output maksimum dari input yang digunakan untuk kegiatan ekonominya. Perhitungan efisiensi ini terbatas pada hubungan operasional dan teknis perusahaan dalam kegiatan merubah input menjadi output. Sedangkan efisiensi alokatif menggambarkan kinerja perusahaan menggunakan input maksimum untuk memperoleh output tertentu yang telah ditentukan dalam kegiatan ekonominya. Gabungan antara efisiensi teknis dan alokatif dapat disebut dengan *economic efficiency*.

*Economic efficiency* dipengaruhi oleh keadaan perusahaan dan kebijakan ekonomi makro oleh pemerintah. Sehingga *economic efficiency* ini berbeda dengan *technical efficiency* maupun *allocative efficiency*. Suatu perusahaan efisien apabila mampu meminimalkan biaya produksi untuk memperoleh output yang telah ditentukan dengan tingkat teknologi dan harga pasar tertentu. Untuk dapat mencapai *economic efficiency*, perusahaan akan memaksimalkan output yang diperoleh dengan menggunakan seperangkat input tertentu (Darmawan, 2016).

##### 2.1.1. Efisiensi Energi

Efisiensi energi didefinisikan sebagai layanan energi yang disediakan per unit input energi. Seperti hampir semua masalah ekonomi, ekonomi efisiensi energi pada intinya adalah pertanyaan tentang keseimbangan biaya dan manfaat Efisiensi energi saat ini memiliki tempat penting dalam agenda





kebijakan publik di sebagian besar negara maju. Pentingnya efisiensi energi sebagai tujuan kebijakan terkait dengan komersial, daya saing industri dan manfaat keamanan energi, serta semakin bermanfaat bagi lingkungan seperti pengurangan emisi CO<sub>2</sub>. Secara umum, efisiensi energi mengacu pada penggunaan lebih sedikit energi untuk menghasilkan jumlah layanan atau keluaran yang berguna yang sama (Patterson, 1996).

Efisiensi dan konservasi sektor energi telah lama menjadi hal penting dalam pembuatan kebijakan energi, dua hal tersebut menjadi semakin penting karena meningkatnya kekhawatiran tentang perubahan iklim global dan keamanan energi. Efisiensi energi adalah istilah umum, tidak ada ukuran kuantitatif yang tepat dari efisiensi energi. Sebaliknya, untuk mengukur efisiensi energi harus mengandalkan serangkaian indikator untuk mengukur perubahan dalam efisiensi energi. Efisiensi energi dapat berpengaruh terhadap biaya ekonomi dan lingkungan secara langsung, serta keamanan, dan biaya lain dari pasokan dan pengiriman energi yang digantikannya (Lovins, 2004). Namun tidak banyak literatur yang mempelajari hal tersebut.

Menurut Lovins (2004) terdapat beberapa manfaat dari penghematan energi, yaitu manfaat tidak langsung dari layanan unggul secara kualitatif, memberikan pengaruh di pasar bahan bakar global, mampu membeli waktu karena memungkinkan pengembangan dan penerapan teknik yang paling baik dan paling sempurna untuk efisiensi pasokan energi, mengintegrasikan antara efisiensi dengan pasokan, dan menghilangkan kesenjangan dalam ekonomi teknik.

### **2.1.2. Efisiensi Ekonomi**

Efisiensi ekonomi adalah istilah yang digunakan untuk memperkirakan hasil suatu kegiatan ekonomi dibandingkan dengan modal yang digunakan. Merupakan faktor kualitatif utama pertumbuhan ekonomi, karena menjamin pertumbuhan absolut dari hasil pada jumlah usaha yang sama. Efisiensi ekonomi termasuk profitabilitas, yang merupakan indikator efisiensi (Geamănu, 2011).

Profitabilitas dapat diartikan sebagai kemampuan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan selama proses kegiatan ekonominya, dengan menggunakan sumber daya dan merupakan instrumen ekonomi yang mendasari semua keputusan perusahaan mengenai pengelolaan kegiatan





dan hubungan dengan mitra bisnis. Oleh karena itu, profitabilitas memperoleh status kriteria penting yang digunakan untuk menilai efisiensi ekonomi (Cojocar, 2000 dalam Geamănu, 2011).

Profitabilitas menjadi salah satu bentuk efisiensi ekonomi yang paling penting. Terlepas dari jenis kegiatan ekonomi dan sumber daya yang terlibat atau dikonsumsi, efek ekonomi akhirnya terwujud dalam laba yang diperoleh perusahaan. Tentu saja, keuntungan dan profitabilitas mencirikan efisiensi ekonomi produksi pada tingkat ekonomi mikro, terkait erat dengan parameter lainnya yang digunakan untuk menghitung kinerja ekonomi perusahaan.

Efisiensi ekonomi dapat tercapai apabila sumber daya oleh perusahaan digunakan untuk memaksimalkan tujuan ekonomi yang telah ditentukan sebelumnya. Terdapat banyak tujuan dari perusahaan, dalam ilmu ekonomi sebagai besar perusahaan bertujuan untuk memperoleh profit/keuntungan yang maksimal. Apabila suatu perusahaan murni, maka perusahaan tersebut tujuan utamanya adalah memaksimalkan profit. Sedangkan beberapa ahli ekonom mengungkapkan bahwa tujuan perusahaan adalah memaksimalkan net return (Herdt, 1978).

Efisiensi ekonomi merupakan konsep yang lebih luas daripada profitabilitas, karena merupakan kategori paling umum yang mencirikan berbagai bentuk penggunaan atau penghematan sumber daya yang terlibat atau tidak terlibat dalam perputaran ekonomi. Efisiensi ekonomi bertujuan untuk meminimalkan sumber daya yang diperoleh ke unit efektivitas, sedangkan profitabilitas bentuk pernyataan dari efisiensi. Konsep profitabilitas memiliki karakter relatif oleh karena itu analisis profitabilitas harus memperhitungkan indikator absolut dan relatif (diperoleh dengan menghitung rasio antara hasil dan sarana yang digunakan untuk melakukan setiap aktivitas).

Di tingkat perusahaan, umumnya efisiensi ekonomi disebut dengan profitabilitas dan rasio antara hasil dan upaya yang dinyatakan sebagai persentase, disebut dengan tingkat profitabilitas. Elemen kunci dari profitabilitas perusahaan diwakili oleh laba dalam berbagai bentuknya, ditinjau ketika menentukan tingkat profitabilitas yang berbeda. Tujuan dari setiap perusahaan adalah untuk memperoleh manfaat maksimal dan mengembalikan modal yang diinvestasikan. Serta memastikan pengembangannya dan pembayaran investor.





Tujuan utama dari kegiatan ekonomi adalah meningkatkan nilai perkembangannya sendiri serta meningkatkan keuntungan para *stakeholder* (pemegang saham, karyawan, kreditur, dll). Pencapaian tujuan ini dikondisikan oleh pelaksanaan kegiatan yang menguntungkan, dengan kapasitasnya untuk menghasilkan pendapatan yang harus menutupi biaya yang dikeluarkan oleh kegiatan masing-masing dan mengarah pada pencapaian laba bersih (Sighicea dan Vasilescu, 2009 dalam Geamănu, 2011).

Profitabilitas merupakan kriteria penting yang menjadi dasar keputusan yang dibuat pada tingkat ekonomi mikro, mezo dan makro. Profitabilitas juga disebut dengan tingkat profitabilitas dan dalam ekonomi pasar yang merupakan indikator efisiensi ekonomi yang paling penting. Profitabilitas dihitung sebagai rasio antara volume keuntungan dan biaya, omset, atau modal yang digunakan. Menjadi indikator umum untuk mengekspresikan efisiensi seluruh kegiatan ekonomi dan keuangan perusahaan, masing-masing dari semua alat produksi yang digunakan dan tenaga kerja di semua tahap kegiatan ekonomi seperti pengadaan, produksi, penjualan.

Profitabilitas menjadi instrumen yang mendasari semua keputusan mengenai manajemen internal perusahaan serta hubungan perusahaan dengan mitra bisnisnya, sehingga memperoleh status kriteria penting yang digunakan untuk menilai efisiensi ekonomi (Cojocar, 2000 dalam Geamănu, 2011). Profitabilitas merupakan kriteria dasar untuk menilai efisiensi suatu kegiatan ekonomi, nilainya mencerminkan hubungan antara usaha dan hasil akhir yang dapat diperoleh oleh perusahaan.

Selain itu, profitabilitas menunjukkan kemampuan perusahaan untuk menghasilkan laba, menutupi pengeluaran dengan pendapatan dan untuk mendapatkan nilai lebih yang diwakili oleh laba. Profitabilitas juga dapat diartikan sebagai kemampuan perusahaan untuk mendapatkan keuntungan dengan menggunakan faktorvproduksi dan modal, terlepas dari sumbernya. Dalam ekonomi pasar, laba adalah alasan utama keberadaan suatu perusahaan. Nilainya diberikan oleh fluktuasi harga sebagai konsekuensi dari korelasi penawaran-permintaan dan biaya yang mencerminkan pengelolaan sumber daya yang digunakan.

Profitabilitas menunjukkan kapabilitas pelaku ekonomi untuk menghasilkan keuntungan dan dihitung sebagai rasio antara keuntungan dan





total biaya atau indikator lainnya. Menjadi indikator yang sangat relevan karena mengacu pada hasil akhir dari aktivitas investor. Profitabilitas terkait erat dengan profesionalisme investor, waktu, sumber daya keuangan, dan material yang diinvestasikan dalam suatu kegiatan ekonomi. Setiap perusahaan terikat untuk menjamin pembayaran dan pembaruan modal yang diinvestasikan dan tujuan ini hanya dapat dicapai dengan latar belakang profitabilitas yang cukup tinggi dari aktivitasnya.

## 2.2. Penelitian Terdahulu

Pengukuran kinerja perusahaan distribusi listrik dianggap sebagai salah satu hal terpenting bagi pembuat kebijakan. Faktanya, mengukur efisiensi relatif dari perusahaan listrik tertentu dibandingkan dengan perusahaan lain membantu regulator menyesuaikan berbagai faktor seperti harga dan pendapatan (Sadjadi & Omrani, 2008). *Benchmarking* dalam beberapa tahun terakhir menjadi alat penting untuk menetapkan parameter kinerja perusahaan, dengan membandingkan ukuran kinerja aktual dengan kinerja referensi (Khetrapal & Thakur, 2014).

*Benchmarking* dapat mengidentifikasi area potensial di mana perusahaan tertentu tidak berkinerja baik dan menyarankan analisis rinci lebih lanjut untuk mengidentifikasi penyebab kontribusi yang mendasari atau faktor untuk meningkatkan kinerja perusahaan produksi. Banyak penelitian yang telah dilakukan menggunakan studi *benchmarking* untuk menilai seberapa baik kinerja perusahaan (Khetrapal & Thakur, 2014).

Misalnya Agrell et al., (2014) menggunakan 111 perusahaan distribusi tenaga listrik Norwegia tahun 1998-2002, bertujuan menganalisis efisiensi biaya sistem distribusi tenaga listrik agar otoritas pengatur dapat menetapkan rezim pengaturan batas harga atau pendapatan. Çelen (2013) menganalisis kinerja efisiensi 21 perusahaan distribusi listrik Turki selama periode 2002-2009. Fillipini & Wetzel (2014) menggunakan 28 perusahaan distribusi listrik di Selandia Baru tahun 1996-2011, bertujuan mengetahui pengaruh pemisahan kepemilikan terhadap tingkat efisiensi biaya perusahaan distribusi listrik.

Di Indonesia misalnya penelitian oleh Fuji & Kaneko (2011) menggunakan 22 perusahaan listrik tahun 2002-2005 dengan hasil *losses*, rasio elektrifikasi, dan dummy jawa berpengaruh nyata terhadap efisiensi distribusi tenaga listrik. Hardiyanto & Wahyudin (2021) mempelajari efisiensi distribusi listrik sebagai usaha





untuk meningkatkan pemerataan kebutuhan listrik di DKI Jakarta. Sriyanto & Chasanah (2011) bertujuan Meningkatkan penggunaan sumber daya dan menurunkan tingkat losses pada masing-masing UPJ di bawah manajemen APJ Kudus.

Secara umum, metode pengukuran efisiensi dibedakan menjadi dua, yaitu pendekatan parametrik menggunakan *stochastic frontier analysis* (SFA) dan pendekatan nonparametrik menggunakan *data envelopment analysis* (Darmawan, 2016). Sebagian besar penelitian menggunakan metode DEA untuk menganalisis efisiensi biaya distribusi listrik (Agrell, et al., 2014; Bobde, et al., 2018; Kinunen, 2005; Korhonen & Syrjänen, 2013; Fujii & Kaneko 2011).

Estimasi efisiensi nonparametrik seperti metode *data envelopment analysis* (DEA) umumnya menggunakan teknik *linear programming* untuk perhitungan perkiraan nilai dan sering dicirikan sebagai deterministik. Hasil analisis menggunakan pendekatan ini dapat dimengerti meskipun kurangnya pemahaman untuk diagnostik seperti pada pendekatan parametrik (Cooper et al., 2007). Bootstrap merupakan metode statistik yang dikembangkan oleh Efron (1979) dan telah banyak digunakan untuk memperbaiki kelemahan pendekatan estimasi efisiensi nonparametrik.

Beberapa penelitian yang telah menggunakan DEA Bootstrap dalam penelitian distribusi listrik adalah Scalzer et al. (2012), Bobde & Tanaka (2018), dan Simab et al (2012). Penelitian ini akan menggunakan analisis bootstrap pada nilai efisiensi relatif yang dihasilkan oleh metode DEA konvensional. Beberapa penelitian yang telah menggunakan DEA Bootstrap dalam penelitian distribusi listrik adalah Scalzer et al. (2012), Bobde & Tanaka (2018), dan Simab et al (2012).

Selain itu, penelitian oleh He et al. (2011) menggunakan 30 perusahaan distribusi listrik China tahun 2006-2015 menunjukkan bahwa efisiensi penggunaan listrik regional memberikan tren menurun dan berhubungan secara spasial secara positif. Pemilihan faktor output, input dalam analisis DEA didasarkan pada beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan, Tabel 1 di bawah ini menunjukkan beberapa penelitian terdahulu yang digunakan sebagai literatur dalam penelitian.



Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Peneliti/ Tahun	Negara	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian
1.	Agrell et al., 2014	Norwegia	Menganalisis efisiensi biaya dalam distribusi listrik dengan mempertimbangkan faktor heterogenitas yang belum teramati.	DEA, MOLS, dan SFA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analisis langkah pertama telah mengungkapkan empat kelas laten yang berbeda. Kelas-kelas ini dapat dicirikan dengan cara perkiraan oleh variabel-variabel pengamatan yang berbeda, terutama oleh harga input dan kepadatan pelanggan.</li> <li>2. Analisis pada langkah kedua menunjukkan bahwa nilai efisiensi rata-rata sangat bervariasi antar metode dan kelas.</li> <li>3. Perusahaan di kelas 1 rata-rata kurang efisien dibandingkan perusahaan di kelas lain, dan variasi skor efisiensi di kelas 1 paling tinggi. Kelas ini melibatkan perusahaan terbesar dan paling heterogen dalam hal <i>output</i>.</li> </ol>
2.	Bobde & Tanaka, 2018	India	Makalah ini bertujuan untuk mengukur efisiensi perusahaan distribusi listrik di India dan menguji determinan variasi efisiensi menggunakan DEA dua tahap. Hasil penelitian bertujuan memberikan beberapa implikasi kebijakan tentang bagaimana merestrukturisasi industri	DEA dengan Bootstrap	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terdapat pengaruh positif dari struktur pelanggan dan kepadatan penduduk terhadap efisiensi perusahaan.</li> <li>2. Terdapat keuntungan efisiensi dari perusahaan publik di sektor distribusi tenaga listrik India. Namun, interaksi antara kepemilikan dan kepadatan penduduk adalah negatif, menjelaskan bahwa perusahaan publik kurang efisien dibandingkan perusahaan swasta di daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi.</li> <li>3. Subsidi pemerintah berhubungan negatif dengan efisiensi perusahaan.</li> </ol>





			distribusi listrik khususnya di negara berkembang.		
3.	Celen, 2013	Turki	Menganalisis kinerja efisiensi 21 perusahaan distribusi listrik Turki selama periode 2002-2009	DEA dan Regresi Tobit	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kepadatan pelanggan wilayah dan kepemilikan pribadi mempengaruhi efisiensi secara positif.</li> <li>2. Dengan demikian, strategi terbaik untuk meningkatkan efisiensi pasar adalah dengan memprivatisasi perusahaan distribusi publik.</li> </ol>
4.	Chen, 2002	Taiwan	Mengukur efisiensi pemanfaatan sumber daya di antara 22 distrik distribusi di Taiwan	DEA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jika satu generator memiliki magnitudo yang lebih tinggi, manfaatnya akan lebih besar bila kita beralih dari peer reviewing ke self-reviewing</li> <li>2. Skor efisiensi teknis rata-rata distributor perkotaan jauh lebih tinggi daripada distributor pedesaan, karena penyebaran geografis konsumen</li> </ol>
5.	Filipini & Wetzel, 2014	Selandia Baru	Menganalisis pengaruh pemisahan kepemilikan terhadap tingkat efisiensi biaya perusahaan distribusi listrik di Selandia Baru. Untuk tujuan ini, kami memperkirakan beberapa fungsi batas biaya stokastik dengan menggunakan kumpulan data panel dari 28 perusahaan distribusi listrik untuk periode antara 1996 dan 2011. Untuk memperoleh hasil yang	<i>Stochastic frontier analysis</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemisahan kepemilikan pembangkit listrik dan operasi ritel dari jaringan distribusi berpengaruh positif terhadap efisiensi biaya perusahaan distribusi di Selandia Baru.</li> <li>2. Estimasi efek pemisahan kepemilikan menunjukkan pergeseran satu kali rata-rata positif dalam tingkat efisiensi biaya sebesar 0,242 dalam jangka pendek dan 140,144 dalam jangka panjang.</li> </ol>





			meyakinkan, kami mengestimasi fungsi biaya total dan fungsi biaya variabel.		
6.	Filipini & Wild, 2001	Swiss	Memperkirakan fungsi biaya rata-rata untuk panel yang terdiri dari 59 perusahaan distribusi listrik lokal dan regional Swiss sebagai dasar untuk mengukur regulasi harga akses jaringan distribusi.	<i>Average-cost function</i>	<p>1. Heterogenitas <i>output</i> terutama terdiri dari karakteristik wilayah layanan distribusi yang berbeda.</p> <p>1. Perbedaan regional dari area secara signifikan mempengaruhi biaya distribusi listrik</p>
7.	Fujii & Kaneko, 2011	Indonesia	Menghasilkan ukuran efisiensi dan mengidentifikasi apakah aspek efisiensi tersebut berhubungan dengan kinerja manajerial 22 perusahaan listrik daerah tahun 2002-2005.	DEA dan regresi panel tobit	<p>1. Sebagian besar perusahaan dalam penelitian ini meningkatkan efisiensi distribusinya setiap tahun dari tahun 2002 hingga 2004. Kecepatan peningkatan efisiensi melambat pada tahun 2005 karena penurunan pendapatan, yang disebabkan oleh tingginya rasio inflasi dan kenaikan harga minyak sedangkan tarif listrik tetap.</p> <p>2. Kerugian sistem, rasio elektrifikasi, dan <i>Java dummy</i> berpengaruh nyata terhadap efisiensi distribusi tenaga listrik. Sedangkan harga rata-rata dan PDRB per kapita tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan efisiensi distribusi tenaga listrik.</p> <p>3. Peneliti memberikan tiga rekomendasi kebijakan pertama peningkatan efisiensi distribusi dapat dicapai melalui pemantauan secara berkala melalui program penggerak efisiensi, kedua spesialisasi bisnis mungkin memerlukan restrukturisasi perusahaan untuk sistem yang terpisah</p>





					untuk pembangkitan, transmisi dan distribusi di luar Jawa, ketiga sistem tarif yang seragam harus ditinjau.
8.	Growitsch et al., 2009	Inggris, Irlandia, Belanda, Finlandia, Norwegia, Swedia Italia, dan Spanyol	Menjelaskan beberapa pengaruh empiris tentang pengaruh memasukkan dimensi kualitas ke dalam analisis efisiensi teknis dan ukuran perusahaan yang optimal. Dan memeriksa ukuran perusahaan / layanan yang optimal dan karakteristik monopoli alami dari jaringan distribusi listrik	SFA	1. Faktor kualitas (infrastruktur) berpengaruh terhadap estimasi efisiensi secara signifikan, terutama efisiensi perusahaan yang lebih kecil tampaknya menurun. 1. Hasil penelitian menekankan bahwa kualitas layanan harus menjadi bagian terintegrasi dari analisis efisiensi dalam tinjauan ekonomi.
9.	Hardiyana & Wahyudin, 2021	Indonesia	Mempelajari efisiensi distribusi listrik sebagai usaha untuk meningkatkan pemerataan kebutuhan listrik di DKI Jakarta	DEA	1. Terdapat empat cabang yang tidak efisien yaitu Cempaka Putih, Marunda, Tanjung Priuk, dan Cengkareng. 2. Terdapat tiga cabang yang efisien yaitu cabang Kebon Jeruk, Bandengan, dan Menteng.
10.	He et al., 2018	China	Mengetahui efisiensi penggunaan listrik 30 wilayah China tahun 2006-2015 dan faktor-faktor yang mempengaruhinya	<i>Epsilon-based measure</i> (EBM) dan Moran's I	1. Terdapat perbedaan yang signifikan dalam efisiensi penggunaan listrik 30 wilayah China dari tahun 2006 hingga 2015 apabila ditinjau dari dimensi ruang dan waktu, yang distribusinya tampak seperti proyeksi tingkat perkembangan ekonomi daerah. 2. Efisiensi penggunaan listrik regional menunjukkan tren





					menurun dan berhubungan secara spasial secara positif. Dampak berbagai faktor, yaitu tingkat pendapatan, jumlah penduduk, struktur industri, urbanisasi dan intensitas PMA, terlihat heterogen di seluruh distribusi.
11.	Kinnunen, 2005	Finlandia, Norwegia, dan Swedia	Menarik kesimpulan tentang kewajiban harga jaringan di tiga negara Nordik: Finlandia, Norwegia dan Swedia. Masalahnya didekati dengan asumsi bahwa penetapan harga didasarkan pada biaya.	Analisis Regresi dan DEA	<ol style="list-style-type: none"> <li>Secara teori terdapat potensi penghematan biaya yang besar dalam distribusi listrik Nordik.</li> <li>Berdasarkan efisiensi biaya serta efisiensi harga, perusahaan di Finlandia tampaknya paling efisien sehubungan dengan faktor struktural yang dipilih, dan kinerja perusahaan distribusi Finlandia tampaknya yang paling berkelanjutan di antara ketiga negara Nordik.</li> </ol>
12.	Korhonen & Syrjänen, 2003	Finlandia	Menganalisis bisnis efisiensi distribusi, dan memperkenalkan langkah-langkah relevan yang diperlukan dalam evaluasi efisiensi.	DEA	<ol style="list-style-type: none"> <li>Menghasilkan faktor-faktor yang paling berpengaruh yaitu pengeluaran operasional, energi yang didistribusikan, kualitas, penyebaran geografis pelanggan, jumlah pelanggan, musim dingin, tutupan hutan.</li> <li>Variabel lingkungan, memberikan peran kunci dalam proses efisiensi biaya distribusi listrik.</li> </ol>
13.	Perdiansyah et al., 2021	Indonesia	Mendeskrripsikan efektivitas implementasi pembangkit listrik hybrid di Indonesia	Kualitatif dengan literatur review	<ol style="list-style-type: none"> <li>Pembangkit listrik hibrida dapat beradaptasi dengan lebih banyak perubahan cuaca, pemasangan tidak memerlukan proyeksi skala besar, dan kinerja pembangkit listrik lebih unggul daripada mengandalkan satu sumber energi.</li> <li>Pembangkit listrik hybrid efektif diterapkan di berbagai daerah di seluruh Indonesia, terutama di wilayah yang masih sulit dijangkau atau belum mendapat aliran listrik.</li> </ol>





14.	Sadjadi & Omrani, 2008	Iran	Memberikan model <i>Data Envelopment Analysis</i> (DEA) dengan data yang tidak pasti untuk penilaian kinerja perusahaan distribusi tenaga listrik di 38 distribusi listrik Iran	DEA dan SFA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Makalah ini menyajikan model DEA baru yang kuat di mana parameter output bergantung pada ketidakpastian.</li> <li>2. Studi ini menerapkan hasil yang diperoleh dari metode yang diusulkan dan membandingkannya dengan DEA dan SFA tradisional lainnya menggunakan data yang dikumpulkan dari organisasi energi Iran.</li> <li>3. Hasil awal menunjukkan bahwa pendekatan DEA yang kuat dapat menjadi metode yang relatif lebih mudah diakses untuk strategi peringkat.</li> </ol>
15.	Santos et al., 2011	Portugis	Mengilustrasikan penggunaan DEA untuk evaluasi formatif, dan menyoroti beberapa kesulitan penggunaan DEA dalam praktiknya, makalah ini membandingkan efisiensi biaya perusahaan distribusi listrik Portugis dari tahun 2002 hingga 2006	DEA	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. pendekatan yang digunakan menunjukkan bahwa spesifikasi yang sesuai dari model DEA mungkin memainkan peran kunci dalam penerimaan dan implementasi hasil yang diperoleh.</li> <li>2. Model DEA dengan jumlah DMU yang rendah mungkin perlu menggunakan pembatasan bobot, atau prosedur lain, untuk memastikan lebih banyak diskriminasi dalam hasil dan informasi yang lebih berguna bagi pembuat keputusan.</li> <li>1. Pemodelan mengungkapkan bahwa mendefinisikan batasan berat mungkin terbukti lebih sulit daripada yang diantisipasi. Meskipun penggunaan trade-off produksi akan meningkatkan diskriminasi hasil dan pada saat yang sama mempertahankan makna tradisional efisiensi sebagai faktor perbaikan radial untuk input atau output.</li> </ol>
16.	Scalzer et al., 2018	Brazil	Mempelajari indikator keuangan dan operasional yang menjelaskan kebangkrutan	DEA Bootstrapping	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Frekuensi Ekuivalen Aktual dari Gangguan Daya / Frekuensi Ekuivalen Peraturan dari Gangguan Daya dan Utang Keseluruhan merupakan indikator terpenting dalam menjelaskan kebangkrutan.</li> </ol>





			<p>distributor listrik Brasil, menggunakan pendekatan bootstrap data envelopment analysis (DEA). Prosedur bertahap Wagner dan Shimshak (2007) digunakan untuk memilih variabel yang memiliki dampak terbesar pada efisiensi</p>		<p>2. Analisis tahap kedua menunjukkan bahwa inefisiensi yang dihitung menggunakan indikator terpilih berhubungan positif dengan kriteria insolvensi yang digunakan oleh literatur, penguasaan negara, dolar dan lokasi geografis, dan berhubungan negatif dengan indeks inflasi domestik. 1. Hasilnya memberikan informasi berharga bagi badan pengatur sektor kelistrikan Brasil, yang baru-baru ini mulai mengadakan dengar pendapat publik sebelum menyiapkan prosedur untuk memantau keberlanjutan keuangan menggunakan indikator keuangan dan operasional.</p>
17.	Simab & Haghifam, 2012	Iran	<p>Mengusulkan suatu algoritma untuk mendapatkan parameter RPS untuk setiap perusahaan distribusi listrik dengan menggunakan Data Envelopment Analysis (DEA).</p>	DEA Bootstrap	<p>1. Menghasilkan algoritma yang diusulkan tidak hanya adil karena mempertimbangkan kondisi historis dan operasi perusahaan untuk pengaturan parameter tetapi juga efisien untuk meningkatkan tingkat kualitas. 2. Memasukkan lebih banyak variabel tanpa menambah jumlah perusahaan akan membuat perusahaan lebih efisien sehingga hanya variabel yang paling signifikan yang harus dimasukkan</p>
18.	Nugroho et al., 2011	Indonesia	<p>Meningkatkan penggunaan sumber daya dan menurunkan tingkat losses pada masing-masing UPJ di bawah manajemen APJ Kudus</p>	DEA	<p>1. Dari 8 DMU, terdapat 5 DMU yang termasuk dalam kategori efisien dan 3 DMU tidak efisien. 2. DMU yang tidak efisien adalah Pati, Rembang, dan Cepu. 3. Dibutuhkan peningkatan perbaikan secara berkesinambungan dengan cara teknis maupun non teknis.</p>
19.	Yang & Lu, 2006	Taiwan	<p>Meneksplorasi efisiensi dan tolok ukur</p>	DEA	<p>1. <i>Electricity distribution districts</i> yang mencakup Kawasan industri berteknologi tinggi</p>





			<p><i>electricity distribution districts</i> dari sudut pandang yang lebih lengkap.</p>		<p>rata-rata lebih efisien daripada kawasan industri non-berkeknologi tinggi</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><i>Electricity distribution districts</i> yang berlokasi di perkotaan mengungguli yang berlokasi di pedesaan</li> <li><i>Electricity distribution districts</i> berukuran besar umumnya lebih mampu mengintegrasikan sumber dayanya dan beroperasi secara efisien</li> <li>Ukuran saham-patokan menunjukkan bahwa sementara <i>Electricity distribution districts</i> efisien ukuran kecil dapat dengan mudah menjadi tolok ukur, EDD efisien ukuran besar dianggap sebagai pemain ceruk kompetitif;</li> <li>Efek penggabungan <i>Electricity distribution districts</i> ini terhadap aktivitas mereka harus diselidiki untuk menajaki kemungkinan peningkatan keunggulan kompetitif di masa depan.</li> </ol>
20.	Yu et al., 2007	Inggris	<p>Memberikan pendekatan untuk mengukur dan menggabungkan kualitas layanan dan <i>losses</i> listrik dalam analisis efisiensi teknis dan alokasi perusahaan. Menggunakan 14 perusahaan distribusi listrik</p>	DEA	<ol style="list-style-type: none"> <li>Langkah-langkah efisiensi meningkat selama tinjauan pengendalian harga distribusi pertama (1990/1991-1994/1995) dan kedua (1995/1996-1999/2000) dan menunjukkan sedikit penurunan selama tinjauan pengendalian harga distribusi ketiga (2000/2001-2004/2005).</li> <li>Hasil penelitian menunjukkan bahwa perusahaan mungkin tidak cukup diberi insentif untuk mencapai kumpulan input yang optimal secara sosial di bawah skema insentif saat ini.</li> </ol>





## BAB III KERANGKA PIKIR

### 3.1. Kerangka Pikir

Efisiensi ditentukan berdasarkan biaya dan informasi struktural dari masing-masing perusahaan jaringan distribusi (DMU). Secara umum ada dua jenis efisiensi, yaitu efisiensi alokatif dan teknis. Efisiensi alokatif mensyaratkan bahwa harga *input* dan *output* diketahui terlebih dahulu (Kinnunen, 2005). Menurut Neuberger (1977) untuk menentukan fungsi biaya variabel dan total dapat digunakan dua variabel output yaitu jumlah pelanggan dan listrik yang didistribusikan kepada pelanggan.

DEA memungkinkan beberapa input-output dipertimbangkan pada saat yang sama tanpa asumsi distribusi data. Dalam setiap kasus, efisiensi diukur dalam kaitannya dengan perubahan proporsional dalam input atau output. Model DEA dapat dibagi lagi menjadi model berorientasi masukan, yang meminimalkan masukan sekaligus memenuhi setidaknya tingkat keluaran yang diberikan, dan model berorientasi keluaran, yang memaksimalkan keluaran tanpa memerlukan lebih banyak nilai masukan yang diamati.

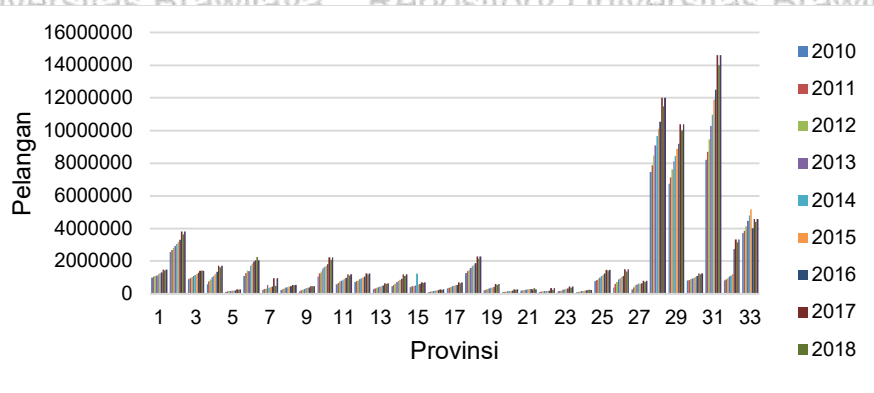
Beberapa penelitian telah mengusulkan untuk membatasi jumlah variabel relatif terhadap jumlah DMU. Secara umum, jumlah variabel input dan output dalam model DEA tidak boleh lebih dari sepertiga jumlah DMU (Sinuany-Stern & Friedman, 1998). Nunamaker, 1985 telah menunjukkan bahwa menambahkan variabel ke model DEA akan memperluas himpunan DMU yang efisien. Golany & Roll (1989) juga menunjukkan bahwa sejumlah besar variabel dalam model cenderung menggeser DMU yang dipertimbangkan ke arah perbatasan yang efisien sehingga menghasilkan jumlah DMU efisien yang relatif besar.

Penelitian oleh (Jamasb & Pollitt, 2000) menggunakan 20 studi *benchmarking* juga menunjukkan bahwa variabel output paling banyak digunakan adalah jumlah pelanggan dan listrik yang didistribusikan. Oleh sebab itu penelitian ini akan menggunakan 2 variabel tersebut sebagai output. Data jumlah pelanggan setiap provinsi tahun 2010-2019 terdapat pada Gambar 4, berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa jumlah pelanggan meningkat pada tahun 2010-2019 untuk seluruh





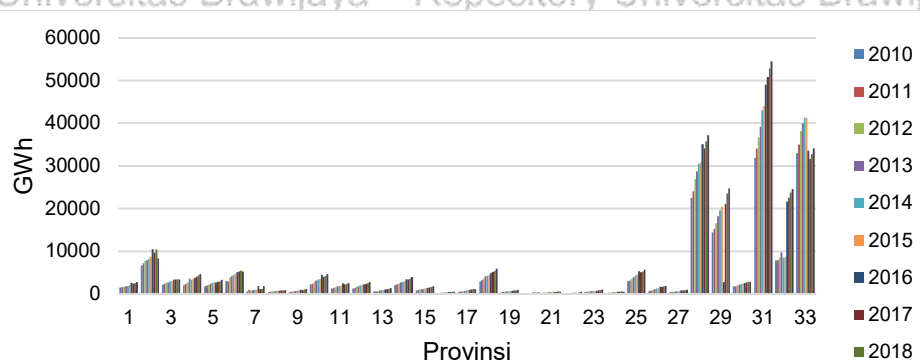
provinsi di Indonesia.



Gambar 4. Jumlah Pelanggan Listrik Setiap Provinsi 2010-2019

(Sumber: Statistik PLN)

Jumlah pelanggan yang terus mengalami peningkatan setiap tahun menunjukkan kemungkinan bahwa juga akan terjadi peningkatan jumlah pelanggan listrik setiap provinsi untuk tahun selanjutnya. Hal yang sama juga terjadi peningkatan pada jumlah energi yang didistribusikan kepada pelanggan. Berdasarkan Gambar 5, terjadi peningkatan jumlah listrik yang didistribusikan seluruh kelompok pelanggan pada tahun 2010-2019.



Gambar 5. Energi Yang Didistribusikan Setiap Provinsi 2010-2019

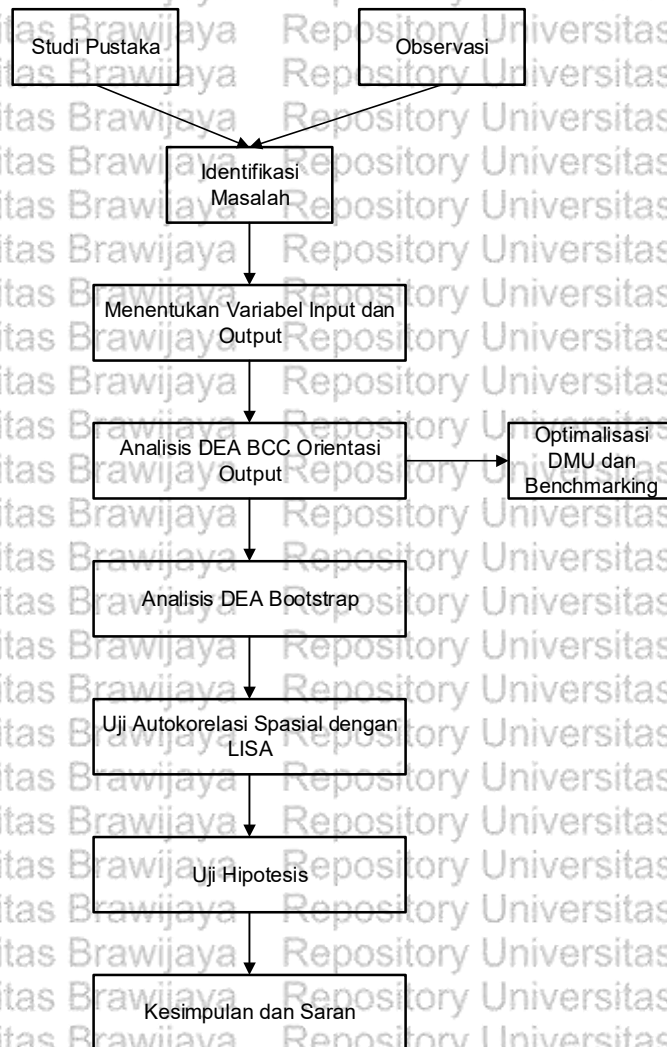
(Sumber: Statistik PLN)

Selain menggunakan output, analisis DEA juga menggunakan variabel input, menurut Jamasb dan Pollitt (2000) terdapat tiga variabel input yang paling banyak digunakan dalam penelitian, yaitu jumlah tenaga kerja, kapasitas



terpasang, dan pengeluaran operasional. Selain itu panjang jaringan distribusi juga ditemukan sebagai variabel input yang sering digunakan dalam penelitian. Misalnya digunakan oleh Bobde & Tanaka (2018), Çelen (2013), Santos et al. (2011), dan Yang & Lu (2006).

Panjang jaringan distribusi (JTM dan JTR) dianggap sebagai variabel biaya karena mewakili salah satu aset yang dimiliki oleh perusahaan. Penelitian ini akan menggunakan analisis DEA berorientasi pada output, pengukuran berorientasi output menunjukkan sejumlah output yang terus meningkat dan diharapkan dapat memaksimalkan jumlah output dengan nilai input yang proporsional (tetap). Jumlah pelanggan dan jumlah distribusi listrik yang meningkat setiap tahun mendukung asumsi tersebut dan sesuai untuk digunakan. Kerangka penelitian yang akan digunakan terdapat pada Gambar 6.



Gambar 6. Kerangka Pikir Penelitian





### 3.2. Definisi Operasional Variabel

Dalam DEA, *input* dan *output* numerik dari DMU adalah data dasar untuk evaluasi. Definisi operasional variabel input dan output yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini

Tabel 2. Definisi Operasional Variabel

	Variabel	Satuan	Penelitian terdahulu
Output	1. Jumlah Pelanggan	Pelanggan	Growitsch <i>et al.</i> (2009) Bobde <i>et al.</i> (2018) Çelen <i>et al.</i> (2013) Chen (2002) Fillipini dan Wetzel (2014) Yang dan Lu (2006)
	2. Jumlah listrik yang didistribusikan kepada pelanggan	GWh	Growitsch <i>et al.</i> (2009) Agrell <i>et al.</i> (2014) Bobde <i>et al.</i> (2018) Çelen <i>et al.</i> (2013) Chen (2002) Fillipini dan Wetzel (2014) Fillipini dan Wild (2001) Kinnunen (2005) Yang dan Lu (2006) Korhonen dan Syrjänen (2003) Santos <i>et al.</i> (2011)
Input	1) Jumlah Pegawai	Orang	Agrell <i>et al.</i> (2014) Yang dan Lu (2006) Filipini dan Wild (2001)
	2) Kapasitas terpasang	MW	Çelen <i>et al.</i> (2013) Chen (2002) Bobde <i>et al.</i> (2018) Santos <i>et al.</i> (2011) Yang dan Lu (2006)
	3) Panjang jaringan distribusi	kms	Bobde <i>et al.</i> (2018) Çelen <i>et al.</i> (2013) Santos <i>et al.</i> (2011) Yang dan Lu (2006)

#### 3.2.1. Output

*Output* dari bisnis distribusi listrik berhubungan dengan layanan yang diberikan kepada pelanggan, hubungan dengan pihak berwenang, dan pengaruhnya terhadap lingkungan dan masyarakat. Menurut Neuberg (1977) untuk menentukan fungsi biaya variabel dan total dapat digunakan dua variabel output yaitu jumlah konsumen dan listrik yang didistribusikan kepada pelanggan.





Secara bersamaan kedua variabel tersebut menggambarkan elemen dari layanan distribusi listrik koneksi jaringan dan pasokan listrik.

Hasil yang sama ditunjukkan oleh Jamasb dan Pollitt (2000), menggunakan 20 studi *benchmarking* menunjukkan bahwa variabel output paling banyak digunakan adalah listrik yang disalurkan dan jumlah pelanggan. Selain itu penelitian oleh Growitsch *et al.* (2009), Fillipini dan Wetzel (2014), Bobde *et al.* (2018), Çelen (2013), Yang & Lu (2006), dan Chen (2002) menggunakan jumlah pelanggan dan jumlah listrik yang didistribusikan sebagai output dalam analisis DEA perusahaan distribusi listrik.

Santos *et al.* (2011) juga mempelajari model DEA untuk utilitas distribusi listrik secara rinci. Masukan umum untuk evaluasi utilitas distribusi listrik meliputi tenaga kerja (misalnya, jumlah karyawan dan upah) dan aset fisik (misalnya, jaringan distribusi dan kapasitas trafo). Output yang umum digunakan termasuk jumlah pelanggan dan listrik yang dikirim. Oleh sebab itu penelitian ini menggunakan jumlah pelanggan dan jumlah listrik yang didistribusikan sebagai variabel output dalam penelitian.

### 3.2.2. Input

*Input* adalah variabel yang digunakan oleh industri untuk menghasilkan *output* atau menggambarkan bagaimana perusahaan memproses input moneter (perputaran) menjadi output dan sumber daya fisik (Korhonen & Syrjänen, 2003). Dalam model DEA, model berorientasi input menunjukkan bahwa usaha dalam mengurangi input untuk jumlah output yang sama. Jumlah tenaga kerja, kapasitas terpasang, panjang jaringan distribusi (JTM dan JTR) digunakan sebagai variabel input. Penelitian ini mempertimbangkan input tenaga kerja melalui jumlah tenaga kerja. Input modal diperhitungkan oleh dua variabel lain, yaitu kapasitas terpasang dan panjang jalur distribusi (JTM dan JTR). Ketiga variabel ini juga ditemukan sebagai variabel input yang paling banyak digunakan dalam Jamasb dan Pollitt (2001).









## BAB IV METODE PENELITIAN

### 4.1. Pendekatan Penelitian

Penelitian dapat didefinisikan sebagai serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk memecahkan masalah menggunakan hasil yang diperoleh dengan prosedur tertentu (M. Mulyadi, 2011). Berasal dari kata *research* yang bahasa Indonesia disebut dengan riset (Boot *et al*, 2008 dalam Zaluchu, 2020). Sedangkan menurut Vyhmeister (2001) dalam Zaluchu (2020) penelitian adalah kegiatan sistematis yang dilakukan dengan prosedur dan metode tertentu bertujuan untuk menyelesaikan masalah menggunakan hasil yang dapat dipertanggung jawabkan.

Terdapat dua jenis pendekatan dalam penelitian yang sering digunakan, yaitu pendekatan kualitatif dan kuantitatif. Perbedaan utama dari kedua pendekatan ini terletak pada data yang digunakan serta cakupan penelitian. Data yang digunakan pada pendekatan kuantitatif berupa data yang telah ada sebelumnya, oleh sebab itu cakupan penelitian lebih luas. Sedangkan pendekatan kualitatif data yang digunakan berdasarkan survey langsung, sehingga cakupan penelitian sempit namun kelebihan pendekatan ini adalah kekuatan penafsiran yang bergantung pada peneliti (M. Mulyadi, 2011).

Sudut pandang peneliti dalam menafsirkan hasil dan fakta yang diperoleh pada penelitian kualitatif sangat bergantung pada peneliti. Peneliti harus mampu menjadi sumber yang dapat dipercaya dengan diterima dilingkungan masyarakat sehingga mampu mengetahui fakta sebenarnya bukan hanya sekedar opini (M. Mulyadi, 2011). Data yang digunakan untuk penelitian kualitatif berupa data lapangan yang dikumpulkan sendiri oleh peneliti. Sedangkan data penelitian kuantitatif telah tersedia sebelumnya, biasanya menggunakan asumsi penelitian, metode pada penelitian kuantitatif adalah perhitungan yang memperkecil kemungkinan opini peneliti.

Masalah yang akan dipelajari pada penelitian ini efisiensi distribusi listrik provinsi di Indonesia dengan menggunakan data yang diperoleh dari PLN, KESDM, dan BPS dengan menggunakan data pada tahun 2010-2019. Untuk data Provinsi Kalimantan Utara dan Kalimantan Timur digabungkan karena ketersediaan data. Semakin





meningkatnya konsumsi energi listrik. Indonesia menyebabkan perlunya efisiensi listrik. Efisiensi distribusi listrik, diharapkan mampu merekomendasikan kebijakan yang sesuai untuk tujuan tersebut.

Data pertumbuhan pelanggan yang diikuti oleh peningkatan kebutuhan energi listrik harus diimbangi dengan upaya efisiensi distribusi listrik dari pihak PLN. Hal tersebut dilakukan sebagai upaya mengurangi kerugian dan mengurangi penggunaan bahan bakar fosil. Selain menggunakan data yang sudah tersedia, penelitian ini menggunakan metode DEA, DEA merupakan metode analisis berdasarkan metode linear programming sehingga penelitian ini termasuk dalam penelitian kuantitatif.

#### **4.2. Populasi dan Sampel**

Walpole (1995) mendefinisikan populasi sebagai seluruh objek yang dipelajari dalam suatu penelitian. Istilah populasi juga dapat berarti bahwa objek penelitian berasal dari objek yang luas, yang tidak semuanya dapat diamati.

Sehingga biasanya muncul istilah sampel untuk menggantikan istilah populasi.

Sedangkan Sugiyono (2010) mengartikan populasi sebagai seluruh objek atau subjek pengamatan yang mempunyai karakter yang sama. Karakter tersebut yang membuat peneliti tertarik untuk mempelajari sekumpulan objek tersebut, dan biasanya karakteristik ini telah ditetapkan sebelum peneliti memulai penelitian. Contoh populasi yang dapat digunakan oleh peneliti adalah penduduk Indonesia, sedangkan sampel penelitian adalah penduduk di ibukota setiap provinsi dan lain sebagainya.

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh pembangkit listrik di Indonesia, dengan sampel penelitian yang digunakan adalah pembangkit listrik PLN 33 provinsi di Indonesia. Sumber data penelitian diperoleh dari BPS, KESDM, dan

PLN dengan menggunakan data pada tahun 2010-2019 untuk membentuk melakukan analisis DEA dan DEA Bootstrap. Penelitian ini mempelajari efisiensi distribusi listrik 33 Provinsi di Indonesia sebagai upaya dalam penghematan dan pemanfaatann maksimal dari listrik nasional.

#### **4.3. Definisi Operasional dan Pengukuran Variabel**

Penelitian Penelitian ini menggunakan dua variabel output (jumlah pelanggan dan energi yang didistribusikan) dan tiga variabel input (jumlah tenaga kerja, kapasitas terpasang, dan panjang jaringan distribusi. Tabel 3 dibawah ini



menunjukkan definisi operasional, satuan, dan cara pengukuran setiap variabel input dan output.

Tabel 3. Definisi Operasional dan Pengukuran Variabel

Variabel	Definisi	Satuan	Cara Pengukuran
Jumlah Pelanggan	Pelanggan merupakan seseorang yang menggunakan produk hasil kegiatan produksi suatu perusahaan. Untuk perusahaan bidang jada, maka pelanggan merupakan orang yang menggunkana jasa pada perusahaan. Yamit (2005)	Pelanggan	Jumlah pelanggan listrik yang terdiri dari rumah tangga, bisnis, industri, dan sosial di setiap provinsi.
Energi yang didistribusikan	Jumlah energi listrik yang di distribusikan oleh PLN kepada pelanggan melalui sistem distribusi	GWh	Energi yang didistribusikan kepada pelanggan
Jumlah Tenaga Kerja	Tenaga kerja merupakan masyarakat yang berada di usia kerja (15-64), atau masyarakat yang mampu memberikan tenaga dan ikut serta dalam kegiatan menghasilkan output berupa barang dan jasa suatu perusahaan. (Mulyadi, 2014)	Orang	Jumlah tenaga kerja masing-masing provinsi tahun 2010-2019
Kapasitas Terpasang	jumlah keluaran yang dirancang dapat dihasilkan oleh sebuah fasilitas atau kapasitas yang didaftarkan kepada otoritas terkait	MW	Kapasitas terpasangan setiap provinsi pertahun 2010-2019
Panjang Jaringan Distribusi	Panjang jaringan distribusi merupakan total dari jaringan tegangan menengah (JTM) dan jaringan tegangan rendah (JTR)	kms	JTM+JTR

#### 4.4. Model Penelitian

Untuk menghitung efisiensi, dapat menggunakan dua buah pendekatan penelitian yaitu parametrik dan nonparametrik. Penggunaan dari kedua pendekatan ini bergantung pada tujuan serta jumlah variabel yang digunakan.

Pendekatan parametrik yang bisa digunakan seperti *stochastic frontier analysis*, *thick frontier analysis*, dan *distribution free analysis*. Untuk menggunakan





pendekatan parametrik maka sebelumnya harus diketahui distribusi data serta jumlah variabel output yang digunakan terbatas hanya satu (Darmawan, 2016).

Pendekatan kedua adalah nonparametrik, salah satu metode yang sering digunakan adalah data *envelopment analysis* (DEA). Kelebihan metode nonparametrik adalah tidak dibatasi oleh asumsi distribusi data serta penggunaan jumlah variabel output dan input yang diperbolehkan lebih dari satu. Teknik dasar yang digunakan pada metode ini adalah linear programming, sedangkan untuk parametrik menggunakan metode perhitungan ekonometrik (Darmawan, 2016).

#### 4.4.1. Data Envelopment Analysis (DEA)

Data envelopment analysis (DEA) merupakan salah satu metode nonparametrik yang digunakan untuk menghitung efisiensi dari sekelompok unit pengambilan keputusan (DMU). Metode DEA mengukur efisiensi menggunakan beberapa variabel output dan variabel input yang telah ditentukan sebelumnya (Emrouznejad & Yang, 2018). DEA untuk pertama kali disampaikan oleh Charnes et al., (1978) berdasarkan penelitian Farrell (1957), saat ini metode DEA telah secara luas digunakan untuk menghitung berbagai nilai efisiensi seperti energi, listrik, perbankan, transportasi, kesehatan, air, tambang, manufaktur, pariwisata, pendidikan, pertanian, dll.

DEA menghitung efisiensi relatif dari sekelompok DMU dengan menggunakan teknik *linear programming*. Hasil estimasi efisiensi digunakan untuk membandingkan efisiensi antar DMU, tetapi hasil ini tidak dapat digunakan untuk membandingkan dengan DMU lainnya yang tidak diestimasi bersama. Hasil estimasi menunjukkan kemampuan kinerja perusahaan dalam mengalokasikan sumber daya untuk menghasilkan output. Selain mengetahui nilai efisiensi DMU, DEA juga bertujuan untuk evaluasi melalui optimisasi DMU dan melakukan benchmarking (Zhu, 2004).

Setelah DEA diperkenalkan pada tahun 1978, banyak peneliti yang menyadari dan menggunakan metode ini untuk menghitung efisiensi perusahaan. Selain untuk evaluasi kinerja, peneliti juga menyukai DEA karena kemudahan penggunaannya. Sistem kerja DEA diawali dengan pengenalan variabel input dan output, kemudian membentuk set nilai *efficiency frontier*, nilai ini menunjukkan DMU yang efisien dan tidak efisien. Juga dapat melihat DMU terbaik dari sekelompok DMA yang dianalisa. Secara sederhana, untuk





menghitung estimasi efisiensi dari beberapa input dan output, dapat menggunakan persamaan di bawah ini (Lee & Kim, 2012):

$$Efficiency = \frac{\text{weighted sum of outputs}}{\text{weighted sum of input}}$$

Estimasi efisiensi yang dihasilkan bersifat relatif, yaitu hanya dapat digunakan untuk membandingkan set DMU yang dianalisa bersamaan. DMU dapat dikategorikan efisien jika nilai efisiensinya 100%, sedangkan di bawah nilai tersebut dapat dikategorikan tidak efisien. DMU efisien dapat digunakan sebagai perbaikan bagi DMU yang tidak efisien melalui benchmarking. Kelebihan dari DEA lainnya adalah dapat mengetahui nilai input maupun output yang dibutuhkan setiap DMU untuk efisien, dapat berupa pertambahan output atau pengurangan input begitu juga sebaliknya (Lee & Kim, 2012).

Pengukuran efisiensi pada unit produksi dan identifikasi sumber inefisiensi merupakan prasyarat untuk meningkatkan kinerja setiap unit produksi dalam lingkungan yang kompetitif. Misalkan memiliki populasi  $n$  unit produktif  $DMU_1, DMU_2, \dots, DMU_n$  dengan  $j = 1, 2, \dots, n$ . Setiap unit menghasilkan output  $s$  dengan menggunakan input  $m$ . Matriks input  $X = [x_{ij}]$  dengan nilai  $i = 1, \dots, m$  dan  $j = 1, \dots, n$ . Matriks output  $Y = [y_{rs}]$  dengan nilai  $r = 1, \dots, s$  dan  $j = 1, \dots, n$ . Garis  $q$  yaitu gabungan antara  $X_q$  dan  $Y_q$  yang menunjukkan matriks input dan output terkuantifikasi dari unit  $DMU_q$ . Tingkat efisiensi dari unit tersebut kemudian dapat dinyatakan secara umum sebagai:

$$\frac{\text{weighted sum of outputs}}{\text{weighted sum of inputs}} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rq}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{iq}}$$

Dengan nilai  $v_i$  merupakan bobot input ke- $i$  dan  $u_r$  merupakan bobot output ke- $r$ . Domain data DEA dapat dikarakterisasi dengan matriks data (Cooper et al., 2011)

$$P = \begin{bmatrix} Y \\ -X \end{bmatrix} = [P_1, \dots, P_n]$$

Dengan  $s + m$  baris dan  $n$  kolom. Setiap kolom sesuai dengan salah satu DMU. Kolom ke- $j$

$$P_j = \begin{bmatrix} Y_j \\ -X_j \end{bmatrix}$$





Tersusun dari vektor masukan  $x_j$  yang komponen ke- $i$   $x_{ij}$  adalah jumlah masukan  $i$  yang digunakan oleh  $DMU_j$  dan vektor keluaran yang komponennya  $x_{rj}$  adalah jumlah keluaran  $r$  yang dihasilkan oleh  $DMU_j$ . Dalam waktu sekitar 30 tahun, *Data Envelopment Analysis* (DEA) telah berkembang menjadi alat analitik dan kuantitatif yang kuat untuk mengukur dan mengevaluasi kinerja. DEA telah berhasil diterapkan ke berbagai jenis entitas yang terlibat dalam berbagai aktivitas dalam banyak konteks di seluruh dunia (Cooper et al., 2011).

Dua model umum yang sering digunakan dalam DEA adalah CCR dan BCC. CCR dikembangkan pada tahun 1978 dan merupakan singkatan dari nama penemu model ini yaitu Charnes, Cooper, dan Rhodes. CCR mempunyai asumsi bahwa pertambahan dari input akan membuat output bertambah sama besarnya. Model kedua yaitu BCC dikembangkan oleh Banker et al. (1984) berdasarkan model CCR yang telah ada. Asumsi model ini adalah VRS (*variable return to scale*), yang menyatakan bahwa pertambahan input tidak akan membuat output bertambah sama besarnya. Model ini berasumsi bahwa DMU belum beroperasi pada nilai yang maksimal.

Penelitian ini akan menggunakan metode DEA dengan model BCC yang dikembangkan oleh Banker et al. (1984) yang berorientasi pada output. Model ini dipilih karena perbandingan pertambahan input dan output tidak sama (VRS) dan jumlah output yang meningkat setiap tahun. Dengan asumsi bahwa terdapat  $n$  DMU ( $DMU_j, j = 1, 2, \dots, n$ ) yang menggunakan input sebanyak  $m$  ( $x_i, i = 1, 2, \dots, m$ ) untuk menghasilkan output sebanyak  $s$  ( $y_r, r = 1, 2, \dots, s$ ) maka dapat ditulis model BCC konvensional berorientasi output menurut Banker et al. (1984) adalah:

$$\begin{aligned} & \text{Min} \sum_{i=1}^m w_i x_{ij} + u_0 \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m w_i x_{ij} + u_0 \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} = 1 \\ & u_0 \text{ bebas} \\ & w_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s \end{aligned}$$





Sedangkan Model BCC konvensional berorientasi input menurut Banker *et al.* (1984) adalah:

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_0 \\ & \text{s.t.} \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - u_0 - \sum_{i=1}^m w_i x_{ij} \leq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ & \sum_{i=1}^m w_i x_{io} = 1 \\ & u_0 \text{ bebas} \\ & w_i \geq \varepsilon, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ & u_r \geq \varepsilon, \quad r = 1, 2, \dots, s \end{aligned}$$

Penelitian ini menggunakan metode analisis DEA BCC berorientasi output untuk menghitung efisiensi distribusi listrik 33 Provinsi di Indonesia tahun 2010-2019. Persamaan tersebut digunakan masing-masing provinsi pertahun, maka model yang terbentuk sebanyak 297 persamaan linear program. Sebagai contoh akan dituliskan persamaan linear untuk beberapa provinsi pada tahun 2010 dan tahun 2019

#### 1) Provinsi Aceh 2010

Dengan

$Y_1$  = Jumlah Pelanggan

$Y_2$  = Jumlah Listrik Yang Didistribusikan

$X_1$  = Jumlah Pegawai

$X_2$  = Kapasitas Terpasang

$X_3$  = Panjang Jaringan Distribusi

Model BCC berorientasi output Provinsi Aceh 2019

$$\text{MIN} \quad 167336345 X_1 + 150,91 X_2 + 26345 X_3$$

s.t

$$987027 Y_1 + 1491,93 Y_2 = 1$$

$$2551931 Y_1 + 6697,29 Y_2 - 272123871 X_1 - 2049,18 X_2 - 47851,58 X_3 \leq 0$$

$$899597 Y_1 + 2187,29 Y_2 - 362482388 X_1 - 31,19 X_2 - 18209,01 X_3 \leq 0$$





$$585627 Y_1 + 2085,61 Y_2 - 130448040 X_1 - 129,7 X_2 - 11967,9 X_3 \leq 0$$

$$116658 Y_1 + 1877,2 Y_2 - 53820251 X_1 + 350,03 X_2 + 1826,83 X_3 \leq 0$$

$$1080675 Y_1 + 3031,48 Y_2 - 291875810 X_1 - 2479,11 X_2 - 14871,32 X_3 \leq 0$$

$$244757 Y_1 + 678,86 Y_2 - 31780458 X_1 - 14,07 X_2 - 7800,78 X_3 \leq 0$$

$$244576 Y_1 + 444,57 Y_2 - 20861359 X_1 - 22,28 X_2 - 6486,72 X_3 \leq 0$$

$$150812 Y_1 + 436,76 Y_2 - 43568507 X_1 - 157 X_2 - 4080,68 X_3 \leq 0$$

⋮

$$825744 Y_1 + 7904,83 Y_2 - 573679453 X_1 - 10688,17 X_2 - 17138 X_3 \leq 0$$

$$3720664 Y_1 + 32965,99 Y_2 - 816772403 X_1 - 978 X_2 - 62995,86 X_3 \leq 0$$

$$Y_1, Y_2, X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Model BCC berorientasi output Provinsi Aceh 2019

$$\text{MIN } 171320054 X_1 + 239,55 X_2 + 32331,91 X_3$$

s.t

$$1493368 Y_1 + 2781,5 Y_2 = 1$$

$$3805113 Y_1 + 8324,86 Y_2 - 7127670301 X_1 - 5679,04 X_2 - 60400,73 X_3 \leq 0$$

$$1417451 Y_1 + 3445,08 Y_2 - 724213777 X_1 - 821,68 X_2 - 28841,44 X_3 \leq 0$$

$$1735225 Y_1 + 4646,79 Y_2 - 167193095 X_1 - 373,22 X_2 - 38786,93 X_3 \leq 0$$

$$116658 Y_1 + 3346,31 Y_2 - 181190554 X_1 - 1005,94 X_2 - 4508,97 X_3 \leq 0$$

$$270526 Y_1 + 5258,23 Y_2 - 465083388 X_1 - 4348,66 X_2 - 23405,51 X_3 \leq 0$$

$$2062621 Y_1 + 1932 Y_2 - 64053267 X_1 + 52,77 X_2 - 15299,9 X_3 \leq 0$$

$$954776 Y_1 + 955,47 Y_2 - 43776185 X_1 + 66,61 X_2 + 10973,16 X_3 \leq 0$$

$$555314 Y_1 + 1166,93 Y_2 - 69490447 X_1 + 285,92 X_2 + 10421,39 X_3 \leq 0$$

⋮

$$3335755 Y_1 + 24646,11 Y_2 - 551096102 X_1 - 7653,14 X_2 - 40686,39 X_3 \leq 0$$

$$4583706 Y_1 + 34107,88 Y_2 - 2319689081 X_1 - 3504,3 X_2 - 54269,11 X_3 \leq 0$$

$$Y_1, Y_2, X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

2) Provinsi Papua 2010

Model BCC berorientasi output Provinsi Papua 2010

$$\text{MIN } 152224920 X_1 + 185,36 X_2 + 3898,21 X_3$$

s.t

$$152853 Y_1 + 471,47 Y_2 = 1$$

$$2551931 Y_1 + 6697,29 Y_2 - 272123871 X_1 - 2049,18 X_2 - 47851,58 X_3 \leq 0$$

$$899597 Y_1 + 2187,29 Y_2 - 362482388 X_1 - 31,19 X_2 - 18209,01 X_3 \leq 0$$

$$585627 Y_1 + 2085,61 Y_2 - 130448040 X_1 - 129,7 X_2 - 11967,9 X_3 \leq 0$$





$$116658 Y_1 + 1877,2 Y_2 - 53820251 X_1 - 350,03 X_2 - 1826,83 X_3 \leq 0$$

$$1080675 Y_1 + 3031,48 Y_2 - 291875810 X_1 - 2479,11 X_2 - 14871,32 X_3 \leq 0$$

$$244757 Y_1 + 678,86 Y_2 - 31780458 X_1 - 14,07 X_2 - 7800,78 X_3 \leq 0$$

$$244576 Y_1 + 444,57 Y_2 - 20861359 X_1 - 22,28 X_2 - 6486,72 X_3 \leq 0$$

$$150812 Y_1 + 436,76 Y_2 - 43568507 X_1 - 157 X_2 - 4080,68 X_3 \leq 0$$

⋮

$$825744 Y_1 + 7904,83 Y_2 - 573679453 X_1 - 10688,17 X_2 - 17138 X_3 \leq 0$$

$$3720664 Y_1 + 32965,99 Y_2 - 816772403 X_1 - 978 X_2 - 62995,86 X_3 \leq 0$$

$$Y_1, Y_2, X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Model BCC berorientasi output Provinsi Papua 2019

$$\text{MIN} \quad 134341375 X_1 + 580,64 X_2 + 10829,97 X_3$$

s.t

$$440880 Y_1 + 1057,65 Y_2 = 1$$

$$3805113 Y_1 + 8324,86 Y_2 - 7127670301 X_1 - 5679,04 X_2 - 60400,73 X_3 \leq 0$$

$$1417451 Y_1 + 3445,08 Y_2 - 724213777 X_1 - 821,68 X_2 - 28841,44 X_3 \leq 0$$

$$1735225 Y_1 + 4646,79 Y_2 - 167193095 X_1 - 373,22 X_2 - 38786,93 X_3 \leq 0$$

$$116658 Y_1 + 3346,31 Y_2 - 181190554 X_1 - 1005,94 X_2 - 4508,97 X_3 \leq 0$$

$$270526 Y_1 + 5258,23 Y_2 - 465083388 X_1 - 4348,66 X_2 - 23405,51 X_3 \leq 0$$

$$2062621 Y_1 + 1932 Y_2 - 64053267 X_1 - 52,77 X_2 - 15299,9 X_3 \leq 0$$

$$954776 Y_1 + 955,47 Y_2 - 43776185 X_1 - 66,61 X_2 - 10973,16 X_3 \leq 0$$

$$555314 Y_1 + 1166,93 Y_2 - 69490447 X_1 - 285,92 X_2 - 10421,39 X_3 \leq 0$$

⋮

$$3335755 Y_1 + 24646,11 Y_2 - 551096102 X_1 - 7653,14 X_2 - 40686,39 X_3 \leq 0$$

$$4583706 Y_1 + 34107,88 Y_2 - 2319689081 X_1 - 3504,3 X_2 - 54269,11 X_3 \leq 0$$

$$Y_1, Y_2, X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

3) Provinsi Jakarta 2010 dan 2019

Model BCC berorientasi output Provinsi Jakarta 2010

$$\text{MIN} \quad 816772403 + 978 X_2 + 62995,86 X_3$$

s.t

$$3720664 Y_1 + 32965,99 Y_2 = 1$$

$$2551931 Y_1 + 6697,29 Y_2 - 272123871 X_1 - 2049,18 X_2 - 47851,58 X_3 \leq 0$$

$$899597 Y_1 + 2187,29 Y_2 - 362482388 X_1 - 31,19 X_2 - 18209,01 X_3 \leq 0$$

$$585627 Y_1 + 2085,61 Y_2 - 130448040 X_1 - 129,7 X_2 - 11967,9 X_3 \leq 0$$

$$116658 Y_1 + 1877,2 Y_2 - 53820251 X_1 - 350,03 X_2 - 1826,83 X_3 \leq 0$$





$$1080675 Y_1 + 3031,48 Y_2 - 291875810 X_1 - 2479,11 X_2 - 14871,32 X_3 \leq 0$$

$$244757 Y_1 + 678,86 Y_2 - 31780458 X_1 - 14,07 X_2 - 7800,78 X_3 \leq 0$$

$$244576 Y_1 + 444,57 Y_2 - 20861359 X_1 - 22,28 X_2 - 6486,72 X_3 \leq 0$$

$$150812 Y_1 + 436,76 Y_2 - 43568507 X_1 - 157 X_2 - 4080,68 X_3 \leq 0$$

⋮

$$8206806 Y_1 + 31879,41 Y_2 - 1028107705 X_1 - 1783 X_2 - 108596 X_3 \leq 0$$

$$825744 Y_1 + 7904,83 Y_2 - 573679453 X_1 - 10688,17 X_2 - 17138 X_3 \leq 0$$

$$Y_1, Y_2, X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

Model BCC berorientasi output Provinsi Jakarta 2019

$$MIN \quad 2319689081 + 3504,3 + 54269,11 X_3$$

s. t

$$4583706 Y_1 + 34107,88 Y_2 = 1$$

$$3805113 Y_1 + 8324,86 Y_2 - 7127670301 X_1 - 5679,04 X_2 + 60400,73 X_3 \leq 0$$

$$1417451 Y_1 + 3445,08 Y_2 - 724213777 X_1 - 821,68 X_2 - 28841,44 X_3 \leq 0$$

$$1735225 Y_1 + 4646,79 Y_2 - 167193095 X_1 - 373,22 X_2 - 38786,93 X_3 \leq 0$$

$$116658 Y_1 + 3346,31 Y_2 - 181190554 X_1 - 1005,94 X_2 - 4508,97 X_3 \leq 0$$

$$270526 Y_1 + 5258,23 Y_2 - 465083388 X_1 - 4348,66 X_2 - 23405,51 X_3 \leq 0$$

$$2062621 Y_1 + 1932 Y_2 - 64053267 X_1 - 52,77 X_2 - 15299,9 X_3 \leq 0$$

$$954776 Y_1 + 955,47 Y_2 - 43776185 X_1 - 66,61 X_2 - 10973,16 X_3 \leq 0$$

$$555314 Y_1 + 1166,93 Y_2 - 69490447 X_1 - 285,92 X_2 - 10421,39 X_3 \leq 0$$

⋮

$$14629314 Y_1 + 54480,28 Y_2 - 2482680406 X_1 - 10273,56 X_2 - 172000,15 X_3$$

$$\leq 0$$

$$3335755 Y_1 + 24646,11 Y_2 - 551096102 X_1 - 7653,14 X_2 - 40686,39 X_3 \leq 0$$

$$Y_1, Y_2, X_1, X_2, X_3 \geq 0$$

#### 4.4.1.1. DEA Bootstrap

Estimasi efisiensi nonparametrik seperti metode *data envelopment analysis* (DEA) umumnya menggunakan teknik *linear programming* untuk perhitungan perkiraan nilai dan sering dicirikan sebagai deterministik. Hal ini menunjukkan bahwa seolah-oleh metode tersebut kurang dalam aplikasi statistik dasar. Penelitian terdahulu yang menggunakan metode ini biasanya juga memberikan perkiraan titik inefisiensi, tanpa ukuran atau bahkan diskusi ketidakpastian seputar perkiraan tersebut (Cooper et al., 2007).





Hasil analisis menggunakan pendekatan nonparametrik dapat dimengerti meskipun kurangnya pemahaman untuk diagnostik seperti pada pendekatan parametrik. Namun istilah tersebut juga disayangkan, karena tidak dapat menjelaskan pemikiran penting dalam estimasi efisiensi (Cooper et al., 2007).

Saat ini, terdapat seperangkat alat yang berkembang untuk inferensi statistik dalam estimasi efisiensi nonparametrik dengan didasarkan pada metode bootstrap. Bootstrap (Efron, 1979) memberikan pendekatan alternatif untuk inferensi klasik dan pengujian hipotesis. Dalam kasus estimator DEA dengan banyak input atau output, bootstrap menjadi pendekatan yang masuk akal untuk inferensi dan pengujian hipotesis, prinsip bootstrap dapat diulang untuk meningkatkan perkiraan interval kepercayaan. (Cooper et al., 2007).

Bootstrap pertama kali diperkenalkan oleh Efron (1979). Bootstrap adalah prosedur menggambar dengan penggantian dari sampel, meniru proses pembuatan data dari model sebenarnya yang mendasari dan menghasilkan beberapa perkiraan yang dapat digunakan untuk inferensi statistik. Salah satu kegunaan terpentingnya adalah untuk menguji hipotesis, terutama dalam kasus di mana inferensi statistik tidak mungkin dilakukan sebaliknya.

Pengambilan sampel ulang dalam kerangka analisis bootstrap, berkaitan dengan pendistribusian ulang keacakan model yang diasumsikan di antara pengamatan. Keacakan ini tergambar dalam penyimpangan variabel model dari nilai yang diharapkan, seperti yang dihitung (atau diperkirakan) oleh model. Semakin tinggi varians dari residual maka semakin lebar interval kepercayaan bootstrap yang dibangun dalam pengujian hipotesis. Salah satu cara untuk memperbaiki kelemahan metode DEA adalah dengan menggunakan analisis Bootstrap pada hasil DEA konvensional. Teknik Bootstrap DEA diterapkan dalam situasi di mana jumlah DMU tidak mencukupi dan perkiraan batas efisien berbeda dari batas efisien aktual (Simar dan Wilson, 1998; 2000).

Artikel bootstrap DEA asli yang diusulkan oleh Simar & Wilson (1998) dengan asumsi VRS. Dalam definisi sederhananya, bootstrap terdiri dari penggunaan ribuan 'sampel palsu' secara acak dari kumpulan sampel data yang diamati. Perkiraan 'semu' kemudian dapat diperoleh dari masing-masing sampel ini. Ribuan perkiraan semu ini membentuk distribusi empiris dari





penduga yang menarik. Distribusi ini digunakan sebagai perkiraan dari distribusi sampling yang mendasari sebenarnya dari penduga.

Mempertimbangkan, misalnya, sampel acak  $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$  dari populasi dengan fungsi distribusi  $F$  yang tidak diketahui, tujuannya adalah untuk memperkirakan distribusi sampling dari fungsi distribusi beberapa variabel acak  $R$  yang ditentukan sebelumnya  $(X, F)$ , menggunakan kumpulan data nyata  $x$ , di mana  $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$  mewakili realisasi yang diamati dari  $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$ . Lebih khusus lagi, langkah awal dari prosedur bootstrap adalah membuat distribusi probabilitas sampel  $\hat{F}$ , dengan menetapkan probabilitas  $1/n$  pada setiap titik dalam sampel yang diamati  $x_1, x_2, \dots, x_n$ .

Sampel acak kemudian diambil dengan penggantian dari  $\hat{F}$  sedangkan  $\hat{F}$  ditetapkan pada nilai yang diamati. Sampel yang diperoleh  $X^* = (X_1^*, X_2^*, \dots, X_n^*)$  didefinisikan sebagai sampel *bootstrap*  $X_i^* = x_i^*, X_i^* \sim \text{ind } 1, 2, \dots, n$ . Dengan kata lain, distribusi sampel acak  $R(X, F)$  didekati dengan distribusi bootstrap dari  $R^* = R(X^*, \hat{F})$ .

Seperti disebutkan sebelumnya, penerapan konsep bootstrap pada analisis perbatasan nonparametrik pertama kali diperkenalkan oleh Simar dan Wilson (1998). Untuk mengilustrasikan algoritme mereka, di mulai dengan beberapa definisi dasar. Satu set produksi didefinisikan sebagai

$$\Psi = \{(x, y) \in R_+^{p+q} | x \text{ can produce } y\}$$

Menjelaskan besarnya beberapa input  $p$   $x$  yang dapat menghasilkan output  $q$   $y$ . Untuk tingkat output  $y$  tertentu, himpunan input yang memungkinkannya didefinisikan sebagai korespondensi:

$$X(y) = \{x \in R_+^p | (x, y) \in \Psi\}$$

Batas produksi yang efisien didefinisikan sebagai himpunan bagian dari  $X(y)$  sedemikian rupa

$$\partial X(y) = \{x | x \in X(y), \theta x \notin X(y), \forall \theta \in (0, 1)\}$$

Berarti bahwa tidak mungkin mendapatkan lebih banyak output dengan tingkat masukan tertentu. Kemudian  $\theta_i = \min\{\theta | \theta x_i \in X(y_i)\}$  adalah ukuran efisiensi berorientasi input DEA.  $\theta_i = 1$  menunjukkan bahwa unit  $x_i, y_i$  sepenuhnya efisien. nilai dari himpunan  $\Psi, X(y)$ , dan  $\partial X(y)$  tidak diketahui, jadi untuk setiap unit tertentu,  $\theta_i$  juga tidak diketahui. Ini berarti bahwa jika kita mengasumsikan bahwa beberapa proses pembangkit data,  $P$  menghasilkan





sampel acak  $X = \{(x_i, y_i) | i = 1, 2, \dots, n\}$  dari  $n$  perusahaan homogen, sampel ini mendefinisikan dengan beberapa metode 'M', ekuivalen dengan himpunan  $X(y)$  dan  $\partial X(y)$  serta  $\hat{\theta}_i$ . Secara khusus,  $\hat{\theta}_i$  dapat diperoleh dengan menggunakan metode DEA yang dijelaskan di sebelumnya, misalnya (Simar & Wilson, 1998).

$$\hat{\theta}_i = \min \left\{ \theta y_i \leq \sum_{i=1}^n \lambda_i y_i, \theta x_i \geq \sum_{i=1}^n \lambda_i x_i, \sum_{i=1}^n \lambda_i = 1 \right\}$$

Perkiraan skor efisiensi kemudian dapat digunakan dalam prosedur bootstrap untuk mendapatkan sampel semu dari vektor input yang efisien

$$\hat{x}^\partial(x_i | y_i) = \hat{\theta}_i x_i$$

Nilai  $\hat{x}^\partial(x_i | y_i)$  mewakili tingkat input yang harus dicapai perusahaan agar berada di perbatasan efisiensi-DEA. Secara khusus, pertama-tama memilih sampel acak  $\theta_i^* = 1, 2, \dots, n$  dengan penggantian dari  $\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n$  dan kemudian untuk  $i = 1, \dots, n$  input bootstrap adalah diberikan oleh

$$x_i^* = \frac{\hat{\theta}_i}{\theta_i^*} x_i$$

Input yang di-bootstrap ini kemudian digunakan di DEA untuk mendapatkan estimasi bootstrap dari skor efisiensi  $\theta_i^*$ . Prosedur yang sama ini diulangi  $B$  kali untuk mendapatkan distribusi sampling untuk  $\theta_i$ , kemudian akan digunakan untuk memperkirakan bias dan untuk melakukan inferensi pada skor efisiensi DEA.

Namun, sifat skor efisiensi DEA menimbulkan beberapa komplikasi pada proses bootstrap, karena distribusi empiris  $\hat{F}$  dari  $\hat{\theta}$ , memberikan perkiraan yang tidak konsisten dari fungsi kepadatan sebenarnya  $F$ . Fakta bahwa skor efisiensi dibatasi antara 0 dan 1 membuat distribusi empiris terputus-putus pada interval ini, dan karenanya, ini akan menyebabkan inkonsistensi dalam ukuran bootstrap. Simar & Wilson (1998) memberikan solusi untuk masalah ini dengan mengadopsi prosedur bootstrap yang diperhalus.

Secara khusus, mereka menyarankan menggunakan penduga kerapatan kernel Gaussian untuk mendapatkan  $\hat{F}$ , menggunakan metode refleksi untuk mengatasi masalah yang dibatasi oleh  $F$  pada 1. Prosedur





bootstrap yang digunakan dalam penelilian ini mengikuti Simar & Wilson (1998, 2000). Algoritmanya adalah sebagai berikut:

1. Skor efisiensi DEA dihitung pertama kali menggunakan VRS-DEA.
2. Skor efisiensi DEA juga dihitung menggunakan CRS dan NIRS (*nonincreasing return to scale*) untuk merefleksikan sifat skala kembali (RTS) untuk operasi yang berbeda. RTS dihitung dengan membagi hasil bootstrap dari asumsi CRS dengan hasil bootstrap dari asumsi NIRS, seperti yang dikemukakan oleh Lothgren dan Tambour (1999).
3. Prosedur bootstrap kemudian digunakan untuk menghasilkan  $\theta_i^* = 1, 2, \dots, n$  dengan penggantian dari  $\hat{\theta}_1, \dots, \hat{\theta}_n$ , menghasilkan  $\theta_{1b}^*, \theta_{2b}^*, \dots, \theta_{nb}^*$  di mana  $b$  adalah iterasi ke- $b$  dari bootstrap.
4. Hitung input bootstrap, yang diberikan oleh  $x_{ib}^* = \left(\frac{\hat{\theta}_i}{\theta_{ib}^*}\right) x_i$
5. Menggunakan input bootstrap untuk mendapatkan perkiraan DEA-bootstrap dari skor efisiensi  $\theta_{ib}^*$ .
6. Ulangi semua langkah  $B$  kali untuk menghasilkan satu set perkiraan  $\{\theta_{ib}^*, b = 1, \dots, B\}$

Nilai rata-rata dari penduga bootstrap kemudian dapat digunakan sebagai perkiraan penduga DEA. Namun, ini tidak bebas bias. Estimasi bootstrap dari bias estimator DEA diberikan oleh

$$\widehat{bias}_i = \frac{1}{B} \sum_{b=1}^B \hat{\theta}_{ib}^* - \hat{\theta}_{in}$$

Istilah di sisi kanan mewakili rata-rata skor efisiensi bootstrap, dan yang kedua adalah perkiraan DEA asli dari skor efisiensi. Juga, seperti yang disebutkan sebelumnya, interval kepercayaan juga dapat didekati dengan menggunakan distribusi empiris  $\hat{\theta}_{ib}^*$ . Cara langsungnya adalah dengan menggunakan metode persentil, di mana interval kepercayaan dapat diperoleh melalui  $(\tilde{\theta}_{in}^{(\alpha)}, \tilde{\theta}_{in}^{(1-\alpha)})$ ,  $\tilde{\theta}_{in}^{(\alpha)}$  adalah  $100\alpha$  persentil dari fungsi distribusi  $\theta_{in}^*$ .

Interval kepercayaan ini juga dapat ditingkatkan dengan menggunakan pendekatan koreksi bias seperti yang dikemukakan oleh Simar dan Wilson (1998). Hasil DEA mungkin bias dalam sampel kecil, jadi menggeser batas interval oleh faktor  $2 * \widehat{bias}_i^*$  akan memastikan bahwa distribusi bootstrap empiris berpusat pada perkiraan koreksi bias  $\tilde{\theta}_{in} = \hat{\theta}_{in} - \widehat{bias}_i^*$ .

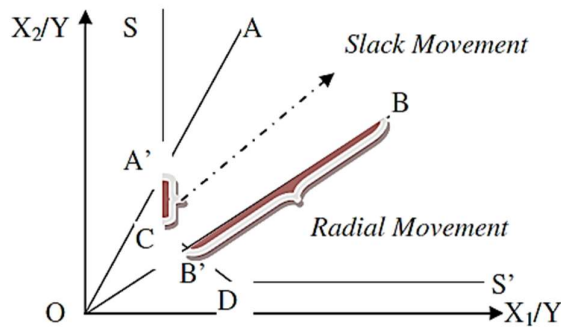




#### 4.4.1.2. Optimalisasi DMU

Hasil estimasi menggunakan DEA BCC orientasi output menghasilkan nilai *slack* pada variabel output maupun input. *Slack* merupakan selisih antara *actual value* dan *target/projected value* pada suatu DMU yang hanya dimiliki oleh DMU yang tidak efisien, digunakan sebagai acuan nilai yang sesuai bagi DMU tersebut untuk efisien. Selisih ini dapat juga disebut sebagai *slack movement* dan *radial movement*, berupa pengurangan atau penambahan dari variabel output maupun input.

Selain *slack*, hasil analisis menggunakan DEA menghasilkan nilai *radial movement* untuk DMU yang tidak efisien. Untuk DEA berorientasi pada input, gambaran *slack* dan *radial movement* dapat dilihat pada Gambar 7. Sedangkan untuk DEA berorientasi output, gambaran *slack* dan *radial movement* dapat dilihat pada Gambar 7.

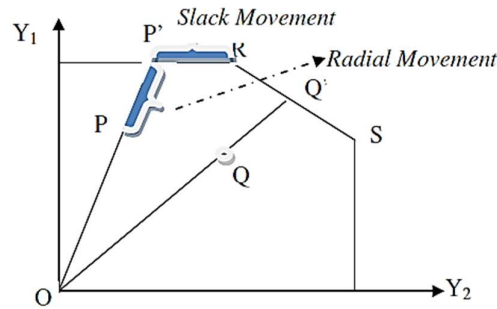


Gambar 7. Konsep *Slack* dan *Radial Movement* dengan Orientasi Input

Sumber: Coelli et al. (1998)

Gambar 7 menunjukkan efisien terletak pada titik C dan D. Untuk DMU yang belum efisien dapat dilihat pada titik A dan B. Kedua titik ini menurunkan input untuk menjadi efisien sampai ke titik A' dan B'. Penurunan ke kondisi efisien ini dikenal dengan *radial movement*. Efisiensi juga dapat diperoleh dengan menurunkan titik A' ke titik C, caranya dengan menurunkan pemakaian input X2 untuk memperoleh output tetap. Proses ini dikenal dengan *slack movement*.





Gambar 8. Konsep *Slack* dan *Radial Movement* dengan Orientasi output

Sumber: (Coelli, 1998)

Untuk orientasi pada output, titik yang belum efisien adalah titik P dan Q. Untuk menjadi efisien dapat diperoleh dengan meningkatkan output sampai ke titik P' dan Q'. Orientasi pada output ini dengan asumsi bahwa jumlah input yang digunakan tetap. Proses menuju efisiensi ini disebut *radial movement*. Efisiensi juga dapat diperoleh dengan menaikkan output Y2 titik P' ke R. Proses ini dikenal dengan *slack movement*.

#### 4.4.1.3. Benchmarking

Benchmarking adalah proses mengevaluasi dan meniru produk, layanan, dan proses organisasi berkinerja terbaik. Benchmarking telah mendapat banyak perhatian dalam manajemen (Spendolini, 1992 dalam Donthu et al., 2005), administrasi publik, serta literatur produksi dan desain. Perusahaan telah menerapkan pendekatan benchmarking untuk meningkatkan proses bisnis tertentu yang pada akhirnya menghasilkan profitabilitas dan pangsa pasar yang lebih tinggi.

Dikenal luas serta diakui dalam penelitian produksi, desain, dan literatur manajemen, *benchmarking* mungkin relevan dalam mempelajari produktivitas pemasaran dengan membandingkan operasi perusahaan dengan operasi perusahaan yang sukses dalam bidang pemasaran tertentu seperti iklan, harga, atau distribusi (Donthu et al., 2005). *Benchmarking* dapat didefinisikan sebagai proses sistematis untuk evaluasi produk atau layanan serta mengukur kinerja perusahaan dengan tujuan akhir perbaikan manajemen organisasi (Spendolini, 1992 dalam Donthu et al., 2005).

Salah satu tujuan dari penelitian ini adalah mengevaluasi nilai efisiensi distribusi listrik dari masing-masing provinsi. Nilai efisiensi yang telah diperoleh menggunakan analisis DEA dapat digunakan untuk membandingkan





efisiensi distribusi listrik antar provinsi di Indonesia (*benchmarking*). Sehingga dapat diketahui provinsi terbaik dalam manajemen distribusi listrik serta dapat digunakan pembuat kebijakan menentukan langkah tepat untuk perbaikan efisiensi distribusi listrik, membuat rencana penetapan modal jangka panjang, serta melakukan *benchmarking* untuk DMU yang belum efisien.

Untuk melakukan *benchmarking*, terlebih dahulu akan dilakukan identifikasi target dan *efficient peers* menggunakan nilai efisiensi DEA yang telah diperoleh. Identifikasi tersebut bermanfaat untuk membandingkan efisiensi antar DMU dan menentukan DMU yang dapat digunakan sebagai acuan perbaikan. *Efficient Peers* merupakan DMU yang sudah efisien, perbandingan antar DMU dengan *benchmarking* dapat menjadi rujukan bagi DMU yang belum efisien. DMU yang disebut sebagai *efficient peers* memiliki bobot bernilai positif  $\{k \in \{1, \dots, K\} | \lambda^k > 0\}$ .

#### 4.5. Prosedur Analisis Data

Prosedur analisis data untuk menghitung efisiensi disribusi listrik adalah sebagai berikut:

1. Penentuan variabel input dan output

Analisis DEA di awali dengan penentuan variabel yang digunakan, baik variabel input maupun output. Penelitian ini memilih variabel yang digunakan berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya yang meneliti hal yang sama. Variabel output yaitu jumlah pelanggan dan jumlah listrik yang diistribusikan kepada pelanggan. Sedangkan variabel input yaitu jumlah tenaga kerja, kapasitas terpasang, dan panjang jaringan (JTM dan JTR). Pemilihan variabel output dan input berdasarkan variabel yang paling banyak digunakan pada penelitian terdahulu.

2. Analisis DEA BCC orientasi output

Karena jumlah variabel output lebih dari satu, maka metode analisis yang tepat digunakan adalah DEA. DEA BCC digunakan dengan asumsi bahwa penambahan variabel input tidak sama dengan penambahan variabel output. Orientasi pada output berdasarkan fakta data dari variabel output (jumlah pelanggan dan jumlah listrik yang diistribusikan) yang meningkat pada tahun 2010-2019 di seluruh provinsi.

3. DEA Bootstrap

Untuk mengatasi kelemahan DEA BCC, hasil estimasi yang telah dihasilkan akan diestimasi kembali menggunakan DEA bootstrap. Penelitian ini





menggunakan ulangan sebanyak 3000 kali. Dengan menggunakan DEA Bootstrap maka dapat diketahui nilai bias dan selang kepercayaan dari estimasi DEA BCC.

#### 4. Optimalisasi DMU

Optimalisasi DMU dilakukan untuk memberikan target nilai output maupun input bagi DMU yang tidak efisien. Dievaluasi menggunakan nilai *slack movement*, yaitu selisih antara *actual value* dan *target value*.

#### 5. Benchmarking

*Benchmarking* digunakan untuk mengevaluasi dan meniru layanan atau proses DMU berkinerja terbaik (efisien). Benchmarking diawali dengan identifikasi target dan *efficient peers* menggunakan nilai efisiensi DEA yang telah diperoleh.

#### 6. Pengujian Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan untuk membuktikan hipotesis bahwa terdapat hubungan antar provinsi (DMU) dalam efisiensi distribusi listrik.

#### 7. Penarikan Kesimpulan

Tahap terakhir adalah mengambil kesimpulan hasil penelitian. Mengenai estimasi efisiensi distribusi listrik menggunakan DEA BCC dan membandingkannya dengan hasil EA bootstrap, melakukan optimalisasi DMU dengan nilai *target value* setiap variabel, *benchmarking*, dan terakhir melihat hubungan antar provinsi dalam efisiensi distribusi listrik dan faktor apa yang menyebabkan pengelompokan tersebut.



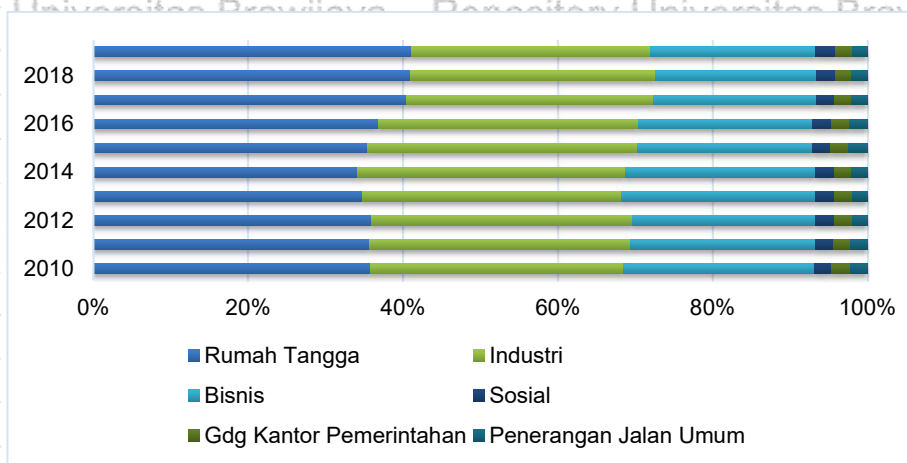
## BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1. Deskripsi Variabel

#### 5.1.1. Jumlah Pelanggan

Sistem distribusi listrik memiliki hubungan yang lebih dekat dengan pelanggan daripada pembangkit listrik. Oleh karena itu, pengukuran dan pengelolaan kinerja utilitas distribusi yang tepat dapat memainkan peran penting dalam memastikan penggunaan sumber daya mereka secara efisien dan efektif. Dengan demikian membantu penyampaian layanan berkualitas tinggi kepada pelanggan (Santos et al., 2011).

Jumlah pelanggan yang dilayani merupakan output penting untuk menilai efisiensi penyediaan layanan publik. Jumlah pelanggan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan jumlah pelanggan listrik yang terdiri dari rumah tangga, bisnis, industri, dan sosial di setiap provinsi. Proses distribusi listrik berhubungan dengan kegiatan menyalurkan listrik dari pembangkit sampai diterima oleh konsumen, oleh sebab itu jumlah pelanggan dianggap sebagai ukuran penting untuk efisiensi distribusi listrik.



Gambar 10. Pendapatan Per Kelompok Pelanggan (2019)

Sumber: (PT.PLN (Persero), 2019)





Gambar 11 menunjukkan bahwa pendapatan listrik terbesar diperoleh dari sektor rumah tangga, kemudian dari sektor industri. Pada tahun 2019 jumlah pendapatan yang diperoleh dari sektor rumah tangga sebesar Rp. 114.009.150,67 juta meningkat sebesar Rp. 6.155.694,67 juta dari tahun sebelumnya. Dan naik sebesar Rp. 77.161.929,67 selama tahun 2010-2019. Sedangkan secara keseluruhan selama 10 tahun tersebut, pendapatan listrik meningkat sebesar Rp. 174.543.529,4 juta. Jumlah pelanggan selama tahun 2010-2019 meningkat sebanyak 33.270.227 pelanggan.

Jumlah pelanggan membantu penyampaian layanan berkualitas tinggi kepada pelanggan dan menjadi salah satu ukuran kebaikan kinerja (Santos et al., 2011). Semakin banyak permintaan listrik, maka meningkatkan listrik yang terjual. Hal ini selain berarti bahwa pendapatan yang diterima oleh PLN juga semakin besar juga mengoptimalkan penggunaan listrik yang telah diproduksi. Karena listrik yang tidak digunakan akan menimbulkan kerugian, seperti biaya pemeliharaan. Listrik menjadi salah satu indikator kemajuan ekonomi dan teknologi, peningkatan jumlah pelanggan menjadi target pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan penduduk. Namun sektor ini menyumbang terbesar emisi GRK karena menggunakan bahan bakar fosil, sehingga penggunaan maupun produksinya harus dioptimalkan.

### 5.1.2. Jumlah Listrik Yang Didistribusikan

Sektor energi listrik di seluruh dunia telah mengalami reformasi besar sebagai upaya untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Terutama terlihat dalam distribusi listrik. Pasokan listrik, di banyak negara, dianggap sebagai layanan publik dan harus diberikan dengan standar kualitas yang memadai dan dengan cara yang efisien dan produktif.

Jumlah unit energi yang didistribusikan dianggap sebagai pemicu biaya utama dalam sistem tenaga listrik (Santos et al., 2011). Jumlah listrik yang didistribusikan digunakan sebagai variabel output indikator kualitas layanan, mengukur kontinuitas pasokan ke pelanggan. Listrik yang didistribusikan didefinisikan sebagai jumlah energi listrik yang didistribusikan oleh PLN kepada pelanggan melalui sistem distribusi (GWh).

Meskipun struktur distribusi listrik di Indonesia telah diatur telah berubah, penelitian ini percaya bahwa hasil dapat memberikan informasi yang berguna untuk pembuatan kebijakan, berkontribusi pada pengembangan program yang





bertujuan untuk meningkatkan efisiensi utilitas distribusi dan meningkatkan produktivitas di sektor ini. Selain itu, pencantuman informasi mengenai kualitas layanan yang diberikan dalam model penilaian kinerja, seperti yang dipertimbangkan dalam studi saat ini, sangat penting untuk memastikan bahwa peningkatan produktivitas yang ditemukan di sektor ini juga dapat bermanfaat bagi pelanggan.

Data tenaga listrik yang diproduksi tahun 2019 setiap wilayah dapat dilihat pada Tabel 4. Pada tahun 2019 listrik yang diproduksi Indonesia sebesar 193543 GWh, berasal dari 42812,46 GWh provinsi luar Jawa, 149953,09 GWh Provinsi Pulau Jawa, dan 777,77 dari PT PLN Batam. Data tersebut menunjukkan bahwa produksi listrik terbesar dihasilkan oleh pembangkit yang terdapat di Pulau Jawa, 77% listrik yang dihasilkan berasal dari wilayah ini sedangkan sisanya diproduksi oleh pembangkit diluar Pulau Jawa dan PT PLN Batam.

Tabel 4. Produksi Tenaga Listrik PLN Setiap Provinsi 2019

Wilayah	GWh	Wilayah	GWh	Wilayah	GWh
Aceh	344	SulTeng	465	Dist. Jatim	95
SumUt	53	SulSel	9	Dist. Jateng dan Jogja	-
SumBar	18	SulTeng	94	JaTeng	-
Riau	637	SulBar	3	DIY	-
Kep.Riau	511	Maluku	605	Dist. Jabar	-
SumSel	-	MalUt	251	Dist. Banten	1
Jambi	37	Papua	371	Dist. Jakarta	-
Bengkulu	89	PapBar	1014	Indonesia Power	39113
BaBel	1065	Dist. Bali	0	PT PJB	23313
Lampung	0	NTB	1551	Jawa Bali	-
KalBar	509	NTT	757	Tanjung Jati	21716
KalSel	116	Tarakan	-	Jawa Bag. Barat	26090
KalTeng	222	Sumbagut	12374	Jawa Bag. Tengah	24794
KalTim	386	Sumbagsel	10710	Jawa Timur, Ball, Nusa	14831
Kalut	323	P3B Sumatera	-	PT PLN Batam	778
SulUt	130	UIKL Kalimantan	5668	Indonesia	19354
Gorontalo	20	UIKL Sulawesi	4479		3

Pembangunan dan pendanaan sistem energi listrik, khususnya sistem distribusi listrik bertujuan untuk memperbaiki pelayanan tegangan listrik, menurunkan susut listrik, menurunkan SAIFI dan SAIDI, dan pemulihan jaringan yang sudah tua. Kemudian pendanaan juga ditujukan untuk





memperluas jaringan, memberikan pelayanan yang baik. Pembangunan sistem distribusi memperhatikan beberapa parameter, seperti panjang jaringan distribusi (JTM dan JTR) yang dibatasi sesuai dengan ketentuan yang berlaku, mengelola susut (losses) jaringan distribusi, melaksanakan program listrik desa, susunan jaingan yang disesuaikan dengan lokasi, serta membangun pusat pengatur distribusi.

Tidak hanya itu, rencana pembangunan terhadap sistem distribusi listrik juga bertujuan untuk meningkatkan kesinambungan stok listrik kepada pelanggan, dan memperkecil nilai SAIDI dan SAIFI. Upaya yang dilakukan PLN untuk tujuan tersebut adalah mengoptimalkan dan mengawasi operasionalisasi recloser/AVS, membangun SCADA untuk setiap ibukota provinsi, penggunaan DAS apabila dimungkinkan, serta program pelaksanaan *smart grid*.

Tabel 5 di bawah ini menunjukkan realisasi sistem distribusi listrik tahun 2013-2018 (PLN, 2019). Panjang jaringan distribusi (JTM dan JTR) rata-rata meningkat setiap tahun, begitu juga dengan kapasitas trafo, jumlah trafo, dan pemakaian sendiri gardu distribusi. Sedangkan untuk susut jaringan distribusi relatif sama pada tahun 2013-2018, yaitu sekitar 7%. Susut jaringan ini memberikan kerugian pada pihak PLN maupun konsumen, karena merupakan energi yang seharusnya bisa didistribusikan kepada pelanggan. Susut terbesar terjadi pada tahun 2016 yaitu sebesar 17219 GWh.

Tabel 5. Realisasi Sistem Distribusi

(Sumber: PLN, 2019)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Panjang JTM (kms)	328151	338085	345406	359747	401959	382637
Panjang JTR (kms)	467536	583386	583546	527493	626720	557950
Susut Jaringan distribusi (GWh)	15713	16061	16652	17219	12694	15640
Susut Jaringan distribusi (%)	7,77	7,52	7,64	7,19	7,22	7,51
Kapasitas Trafo gardu distribusi (MVA)	42800	46334	49667	50099	60100	54443
Jumlah trafo gardu distribusi (Unit)	361783	388197	404344	433511	455431	471169
Pemakaian sendiri gardu distribusi (GWh)	432,8	475,3	413,2	541,25	501,96	451,08

Dua nilai yang umum digunakan untuk menilai kualitas layanan PLN adalah SAIDI dan SAIFI. SAIDI menggambarkan sebagian besar frekuensi gangguan listrik yang terjadi, sedangkan SAIFI menggambarkan banyaknya pelanggan



yang mengalami pemadaman dalam satu tahun dibagi dengan keseluruhan pelanggan yang dilayani. Tabel 6 menunjukkan SAIDI dan SAIFI pada tahun 2013-2018, dapat dilihat bahwa nilai SAIDI dan SAIFI naik pada tahun 2013-2016, dan turun kembali pada tahun 2017 dan 2018. SAIDI dan SAIFI mempunyai angka tertinggi pada tahun 2016 jika dibandingkan dengan tahun lainnya.

Tabel 5. Realisasi SAIDI dan SAIFI  
(Sumber: PLN, 2019)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018
SAIDI (Jam/pelanggan)	5,76	5,81	5,31	25,53	14,61	9,88
SAIFI (Jam/pelanggan)	7,26	5,58	5,97	15,09	9,69	7,12

Tujuan utama pembangunan sistem distribusi listrik adalah mampu menyediakan fasilitas distribusi listrik yang berkualitas, minimal susut, tenaga listrik yang cukup, kredibel, dan efisien. Untuk dapat mencapai tujuan tersebut tersebut, maka PLN terus melakukan perbaikan sarana dan prasaran listrik.

Perencanaan tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua bagian. Pertama penambahan jumlah pelanggan dan memperkuat distribusi listrik.

Memperkuat distribusi listrik dapat dilakukan dengan pemulihan jaringan yang sudah tua, menjaga keandalan, perluasan dan perbaikan pelayanan sistem distribusi untuk estimasi peningkatan penjualan energi listrik, serta menurunkan susut jaringan. Perluasan sistem distribusi untuk estimasi peningkatan penjualan energi listrik merupakan fungsi dari luas area yang dilayani, fasilitas sistem distribusi terpasang, beban puncak (JTM dan JTR), distribusi beban, dan besarnya tegangan maksimum yang diperbolehkan pada jaringan.

Tabel 7. Rencana Pengembangan Sistem Distribusi Indonesia  
(Sumber: PLN, 2019)

	2019	2020	2021	2022	2023
Panjang JTM (kms)	26483	22158	19612	20131	19937
Panjang JTR (kms)	30182	24254	23102	30526	23128
Kapasitas Trafo gardu distribusi (MVA)	3622	3212	3022	3615	3206
Tambahan pelanggan	3844000	3109450	1298247	1273557	1241108
	2024	2025	2026	2027	2028
Panjang JTM (kms)	21071	22822	24726	26919	20932
Panjang JTR (kms)	22042	23552	23262	24035	23918
Kapasitas trafo gardu distribusi	3119	3274	3381	3560	3719





(MVA)					
Tambahan pelanggan	1235915	1225250	1214980	1221438	1231515

Rencana pengembangan sistem distribusi pada Tabel 7 merupakan upaya PLN untuk meningkatkan keterampilan dan kualitas pelayanan, menurunkan susut jaringan, perbaikan jaringan tua. Yang di terapkan pada pengembangan panjang jaringan, peningkatan kapasitas trafo, dan tambahan pelanggan.

### 5.1.3. Tenaga Kerja

Efisiensi dan produktivitas dalam pembangkitan listrik sebagian besar ditentukan oleh faktor teknologi, tetapi di sektor distribusi listrik dua hal ini terutama ditentukan oleh manajemen dan penggunaan tenaga kerja yang efisien (Kumbhakar & Hjalmarsson, 1998). Penelitian ini menggunakan tenaga kerja PLN pada setiap provinsi untuk mengukur kinerja distribusi listrik setiap provinsi.

Karena pengeluaran umum paling mudah dikendalikan oleh manajer distribusi, jumlah tenaga kerja digunakan menggambarkan biaya umum sebagai variabel input. Tenaga kerja mewakili semua orang yang terlibat untuk mengubah sumber daya menjadi barang atau jasa yang dapat dibeli. Oleh sebab itu menjadi penting bahwa tenaga kerja dididik dan dilatih dengan baik untuk memastikan bahwa mereka dapat menghasilkan output dengan efisiensi dan kualitas terbaik. Ketika produktivitas tenaga kerja meningkat, diharapkan menghasilkan lebih banyak output untuk jumlah kerja relatif yang sama.

Untuk tenaga kerja listrik, maka mewakili karyawan yang bekerja merawat alat pembangkit listrik, melakukan pelayanan terhadap masyarakat, memperbaiki jaringan, mengontrol kinerja listrik, manajemen listrik dll. Semakin banyak tenaga kerja yang digunakan maka diharapkan output berupa kinerja layanan terhadap masyarakat juga meningkat. Misalnya mampu melakukan pengecekan lebih sering terhadap kabel jaringan, dan pada akhirnya memberikan pelayanan maksimal bagi masyarakat.

### 5.1.4. Kapasitas Terpasang

Kapasitas terpasang merupakan jumlah keluaran listrik yang direncanakan dan didaftarkan dapat dihasilkan oleh suatu pembangkit. Dilakukan untuk klasifikasi jumlah tenaga listrik yang dapat dihasilkan. Satuan kapasitas terpasang adalah megawatt (MW). Biaya distribusi tenaga listrik





biasanya dipecah menjadi biaya modal dan biaya operasi yang meliputi biaya pemeliharaan. Dalam studi ini, kapasitas terpasang digunakan sebagai proxy untuk stok modal. Bahkan dalam jangka pendek kapasitas terpasang merupakan variabel yang dianggap sebagai faktor lingkungan karena ada bukti dalam data bahwa perusahaan distribusi dapat mengendalikannya (Santos et al., 2011).

Berkaitan dengan biaya operasi, kapasitas terpasang dipilih karena memberikan penggunaan input yang lebih andal, beberapa distributor mengalihdayakan beberapa layanan mereka. Stok modal untuk model fungsi biaya variabel didefinisikan sebagai permintaan trafo distribusi maksimum dalam megawatt. Definisi ini mewakili ukuran kapasitas stok modal dan mencerminkan output maksimum yang dapat ditangani oleh jaringan tertentu pada satu titik waktu (Filippini, 1996).

Kapasitas terpasang menunjukkan kapasitas listrik maksimum yang dapat disalurkan kepada pelanggan. Menjadi hal penting mengingat tujuan pemerintah meningkatkan konsumsi listrik nasional. Kapasitas terpasang berhubungan dengan permintaan listrik dan jumlah listrik yang disalurkan. Permintaan listrik yang lebih kecil dari kapasitas terpasang akan menimbulkan kerugian, karena menimbulkan biaya beban yang tinggi seperti biaya operasi sistem, gaji pegawai, bahan bakar, dan pemeliharaan listrik.

Kapasitas terpasang yang optimal menunjukkan peningkatan juga pada listrik yang didistribusikan oleh PLN. Listrik tidak disimpan sebagai persediaan, tetapi digunakan oleh pelanggan sehingga mampu meningkatkan pendapatan oleh PLN. Oleh sebab itu kapasitas terpasang sesuai digunakan sebagai input bagi output jumlah pelanggan dan listrik yang didistribusikan.

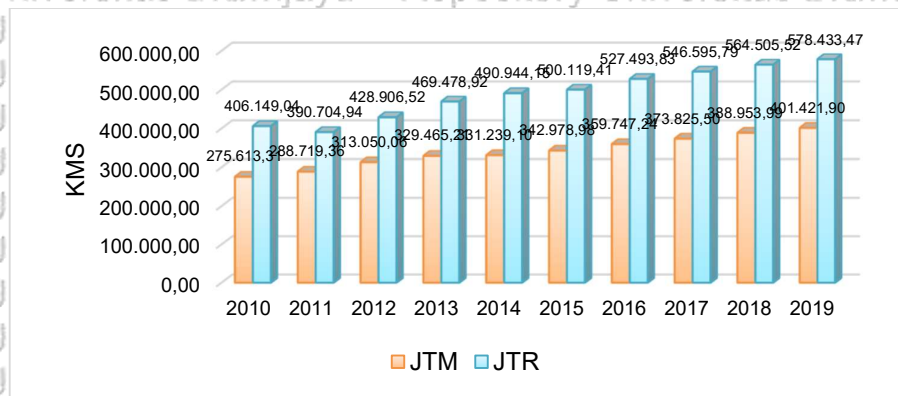
#### **5.1.5. Panjang Jaringan Distribusi**

Selain kapasitas terpasang, panjang jalur distribusi juga digunakan sebagai proxy untuk stok modal. Variabel input ini tidak dianggap sebagai faktor yang dapat dikendalikan oleh perusahaan, bahkan dalam jangka pendek (Santos et al., 2011). Dalam biaya operasi, sama dengan kapasitas terpasang, panjang jaringan distribusi memberikan ukuran penggunaan input yang lebih andal daripada jumlah karyawan atau biaya tenaga kerja karena beberapa distributor mengalihdayakan beberapa layanan mereka.



Panjang jaringan digunakan sebagai indikator penyebaran geografis pelanggan. Panjang jaringan mampu menggambarkan jarak sebenarnya ke setiap pelanggan. Penyebaran geografis pelanggan yang lebih tinggi diasumsikan menyebabkan biaya yang lebih tinggi karena semakin panjang kabel yang dibutuhkan. Jaringan distribusi berkaitan dengan kualitas tegangan daya atau listrik yang didistribusikan sampai ke pelanggan.

Rendahnya kualitas tegangan yang sampai ke pelanggan menimbulkan kerugian, baik bagi pihak pelanggan dan produsen tenaga listrik. Rendahnya kualitas ini dapat disebut juga dengan susut jaringan. Bagi pelanggan, tegangan yang diterima tidak sesuai dengan batasan biaya yang dikeluarkan. Sedangkan bagi pihak produsen listrik susut jaringan selain menimbulkan kerugian secara teknik juga membuat citra perusahaan menjadi buruk.



Gambar 11. Panjang Jaringan Distribusi (kms)

(Sumber: Statistik PLN, 2019)

Totaal panjang jaringan distribusi diperoleh dengan menjumlahkan panjang jaringan tegangan rendah (JTR) dan jaringan tegangan menengah (JTM). Gambar 11 menunjukkan bahwa JTM dan JTR meningkat setiap tahunnya. Secara keseluruhan menunjukkan JTR lebih panjang dari JTM. Karena JTM memiliki tegangan sistem lebih tinggi dari tegangan terpakai untuk konsumen sedangkan JTR berfungsi sebagai penyalur tenaga listrik dari gardu-gardu pembagi (gardu distribusi) ke pusat-pusat beban (konsumen tenaga listrik)

Kenaikan panjang jaringan menunjukkan upaya pemerintah meningkatkan layanna listrik pada konsumen. Pada sistem distribusi biasanya efisiensi listrik dapat dicapai dengan meminimalisir susut tegangan pada saluran dan memberikan level yang aman bagi konsumen, agar dapat melindungi





peralatan konsumen dari kerusakan. Impedansi dalam jaringan distribusi menyebabkan tegangan yang diterima konsumen tidaklah sama, karena semakin jauh dari sumber tegangan, maka tegangan yang diterima akan semakin turun, juga sebaliknya. Hal ini dikarenakan rugi-rugi tegangan pada sistem distribusi begitu besar. Jika daya tidak seimbang dan tegangan tidak sesuai maka yang terjadi sebagian tegangan akan susut.

Jenis penghantar dan beban listrik yang besar dapat menyebabkan hilangnya listrik dalam proses distribusi. Susut tegangan pada saluran tenaga listrik secara umum berbanding lurus dengan panjang saluran dan beban serta berbanding terbalik dengan luas penampang penghantar. Jumlah pelanggan yang terus bertambah tetapi jauh dengan jaringan distribusi listrik menyebabkan terjadinya fluktuasi tegangan dan susut meningkat. Semakin dekat jarak antara jaringan distribusi listrik dan pelanggan diharapkan mampu meningkatkan jumlah listrik yang didistribusikan. Sehingga kemungkinan losses menurun, dan mengoptimalkan panjang jaringan yang telah dibangun oleh PLN.

## 5.2. Hasil Analisis

### 5.3.1. Statistika Deskriptif

Analisis statistika deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik setiap provinsi dan variabel penelitian pada tahun 2010-2019. Hasil analisis digunakan untuk mengetahui karakteristik dan perbandingan setiap provinsi kemudian. DMU yang akan digunakan adalah 33 dari 34 Provinsi di Indonesia. Provinsi Kalimantan Timur dan Utara digabungkan karena keterbatasan data. Tabel 8 menunjukkan kode DMU yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya.

Tabel 8. Daftar DMU

DMU	Provinsi	DMU	Provinsi	DMU	Provinsi
DMU 1	Aceh	DMU 12	Kalimantan Selatan	DMU 23	Papua
DMU 2	Sumatera Utara	DMU 13	Kalimantan Tengah	DMU 24	Papua Barat
DMU 3	Sumatera Barat	DMU 14	Kalimantan Timur U.	DMU 25	Bali
DMU 4	Riau	DMU 15	Sulawesi utara	DMU 26	NTB
DMU 5	Kep. Riau	DMU 16	Gorontalo	DMU 27	NTT
DMU 6	Sumatera Sel.	DMU 17	Sulawesi Tengah	DMU 28	Jawa Timur
DMU 7	Jambi	DMU 18	Sulawesi Selatan	DMU 29	JaTeng
DMU 8	Bengkulu	DMU 19	Sulawesi Tenggara	DMU 30	DIY
DMU 9	Kep. Bangka B.	DMU 20	Sulawesi Barat	DMU 31	Jawa Barat
DMU 10	Lampung	DMU 21	Maluku	DMU 32	Banten
DMU 11	Kalimantan Barat	DMU 22	Maluku Utara	DMU 33	Jakarta R.



Tabel 9 menunjukkan rata-rata jumlah pelanggan, distribusi listrik, tenaga kerja, dan kapasitas terpasang setiap provinsi.

Tabel 9. Rata-Rata Statistika Deskriptif Provinsi 2010-2019

DMU	Jumlah Pelanggan	Distribusi Listrik	Tenaga Kerja	Kapasitas Terpasang	Panjang Jaringan
DMU 1	1225462	2112	1102,3	191	31432
DMU 2	3142644	7616	2752	3982	53036
DMU 3	1184077	2980	2586,2	60	23375
DMU 4	1170511	3421	933,4	221	30693
DMU 5	201596	2553	780	658	3196
DMU 6	1719134	4366	2352,5	3281	20765
DMU 7	454171	1111	285,5	50	11253
DMU 8	411613	709	176,1	40	8675
DMU 9	337365	823	404,9	218	7619
DMU 10	1663116	3513	650,6	3	29358
DMU 11	888849	1977	1109,4	529	21579
DMU 12	974030	1788	1215,1	1328	16504
DMU 13	460449	952	466	275	8772
DMU 14	830527	3096	1252	964	13388
DMU 15	624881	1300	824,6	413	9735
DMU 16	201930	372	165,3	52	3734
DMU 17	502729	856	783,3	612	11387
DMU 18	1751473	4382	2116,8	1459	26942
DMU 19	387374	678	294,8	179	8887
DMU 20	178111	245	126	7	3300
DMU 21	269230	452	554,9	221	5600
DMU 22	192430	283	321,9	77	3840
DMU 23	285289	738	648,4	274	6683
DMU 24	159623	423	420,2	130	3420
DMU 25	1125074	4412	1066,9	586	16657
DMU 26	971818	1352	1058,4	373	10377
DMU 27	582920	724	817,7	243	12677
DMU 28	9708025	30570	8797	10484	104384
DMU 29	8725573	19326	2509,9	5528	91868
DMU 30	1018329	2358	224,2	0	11984
DMU 31	11390099	43601	5725,3	5416	142705
DMU 32	1818243	14380	1695,2	6724	26919
DMU 33	4334120	36087	7524	2266	51542

Jumlah pelanggan listrik di Indonesia mengalami peningkatan pada tahun 2010-2019. Kemajuan teknologi dan pertumbuhan jumlah penduduk di setiap provinsi, mengakibatkan peningkatan kebutuhan masyarakat terhadap listrik. Tabel 8 menunjukkan data rata-rata variabel output dan input setiap DMU selama tahun 2010-2019. Dapat diketahui bahwa, selama 10 tahun sebagian





besar pelanggan berada di Provinsi Jawa Barat, yaitu sebanyak 11390099 pelanggan. Sedangakan terrendah di Provinsi Papua Barat, sebanyak 159623 pelanggan.

Total distribusi listrik merupakan listrik yang disalurkan (GWh) dari pembangkit listrik sampai diterima oleh konsumen. Berdasarkan data BPS, distribusi energi listrik meningkat pada tahun 2010-2019 diseluruh provinsi di Indonesia. Peningkatan distribusi mengimbangi jumlah pelanggan listrik yang meningkat setiap tahun. Tidak semua listrik yang didistribusikan oleh PLN diterima oleh pelanggan, karena adanya susut/losses dalam proses penyaluran listrik. Rata-rata listrik yang disitribusikan oleh PLN selama tahun 2010-2019 sebesar 6047 GWh. Distribusi listrik terbesar oleh Provinsi Jawa Barat dan terendah oleh Provinsi Sulawesi Barat.

Jumlah pegawai Listrik pada tahun 2010-2019 bertambah sebanyak 17319 di seluruh provinsi di Indonesia. Rata-rata jumlah pelanggan selama 10 tahun adalah sebanyak 1584 di setiap provinsi. Selama tahun 2010-2019 Provinsi Jawa Timur menggunakan tenaga kerja listrik terbanyak, banyaknya pembangkit di wilayah membutuhkan banyak tenaga kerja. Sedangkan Provinsi Sulawesi Barat menjadi wilayah dengan menggunakan jumlah tenaga kerja terendah.

Kapasitas terpasang pembangkit listrik menunjukkan jumlah listrik yang dirancang dapat dihasilkan oleh sebuah fasilitas. Sampai tahun 2019, kapasitas terpasang pembangkit tenaga listrik nasional sudah mencapai 66956 MW, angka ini naik 37922 MW dibandingkan kapasitas terpasang pada tahun 2010. Provinsi dengan rencana kapasitas terpasang tertinggi selama 10 tahun adalah Jawa Timur dan terendah adalah Provinsi DI Yogyakarta. Peningkatan kapasitas terpasang ditujukan untuk mengimbangi kebutuhan dan permintaan listrik yang semakin meningkat di seluruh provinsi. Selain itu sebagai usaha untuk meningkatkan pelayanan PLN dan mengurangi susut jaringan.

Panjang jaringan distribusi terdiri dari panjang Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Jaringan Tegangan Menengah (JTM). Peningkatan panjang jaringan (kms) merupakan wujud dari rencana pengembangan sistem distribusi oleh pemerintah, sebagai usaha PLN untuk meningkatkan kualitas pelayanan dan sarana prasarana listrik, pemulihan jaringan yang sudah tua, meningkatkan keandalan, dan menurunkan susut sistem distribusi. Selama tahun 2010-2019, rata-rata Provinsi Jawa Barat mempunyai panjang jaringan terluas, yaitu





sepanjang 142705 kms, dan Provinsi Kepulauan Riau mempunyai luas panjang jaringan terendah sepanjang 3196 kms.

Selama tahun 2010-2019, panjang jaringan distribusi bertambah sebesar 301132,6 kms diseluruh Indonesia, Provinsi DKI Jakarta mempunyai panjang jaringan terpanjang selama tahun 2010-2019, sedangkan Provinsi Gorontalo mempunya panjang jaringan terpendek pada tahun 2010-2019. Perbedaan ini karean jumlah pelanggan dan kebutuhan listrik yang berbeda setiap provinsi. Akan tetapi nilai ini menunjukkan bahwa pemerintah harus lebih memperhatikan Provinsi Gorontalo dalam rencana pembangunan jaringan distribusi listrik.

Seluruh data ini menunjukkan bahwa variabel tenaga kerja dan panjang jaringan distribusi bertambah banyak seiring dengan meningkatnya jumlah pelanggan. Dua variabel ini menjadi ukuran pelayanan langsung kepada pelanggan. Semakin banyak pelanggan maka permintaan/kebutuhan listrik juga meningkat, untuk menyediakan kebutuhan tersebut maka PLN membutuhkan tenaga kerja yang lebih banyak. Tenaga kerja menjadi sumber daya untuk merawat alat pembangkit listrik, melakukan pelayanan terhadap masyarakat, memperbaiki jaringan, mengontrol kinerja listrik, manajemen listrik dll.

Panjang jaringan menjadi ukuran penyebaran geografis pelanggan, semakin dekat jarak dengan pelanggan maka susut jaringan distribusi rendah. Banyaknya pelanggan menyebabkan jarak antara jaringan dan beban dekat dan dapat menurunkan susut dan meningkatkan efisiensi distribusi listrik. Data menunjukkan bahwa Provinsi Jawa Barat mempunyai jumlah pelanggann terbanyak dan panjang jaringan terluas, setiap kms panjang jaringan distribusi dapat melayani 79,82 pelanggan. Berarti bahwa seharusnya susut di Provinsi Jawa Barat rendah karena jarak jaringan dan pelanggan dekat.

Kapasitas terpasang juga menjadi optimal jika kebutuhan/permintaan listrik meningkat. Kapasitas terpasang menyediakan listrik yang direncanakan dapat disalurkan. Merupakan stok listrik dan menjadi modal perusahaan, semakin banyak listrik yang disalurkan kepada pelanggan maka pendapatan yang diterima oleh PLN semakin besar.

### 5.3.2. Hasil DEA BCC

Dengan menggunakan DEA BCC berorientasi output, hasil analisis menunjukkan rata-rata efisiensi distribusi listrik pada tahun 2010-2019 sebesar 74,9%. Hampir seluruh Provinsi di Pulau Jawa efisien pada tahun tersebut. Jika





dibandingkan dengan Pulau lainnya, Pulau Jawa mempunyai rata-rata efisiensi distribusi listrik terbaik yaitu sebesar 98,9%. Hal ini mungkin karena faktor pembangunan sarana dan prasarana yang lebih baik, banyaknya jumlah pelanggan dan distribusi listrik di Pulau Jawa jika dibandingkan dengan Pulau lainnya. Efisiensi distribusi listrik menggunakan DEA BCC terdapat pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Analisis DEA BCC Orientasi Output

DMU	Tahun									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	0,606	0,592	0,649	0,627	0,665	0,617	0,602	0,618	0,625	0,615
2	0,691	0,637	0,680	0,648	0,640	0,576	0,675	0,611	0,596	0,587
3	0,797	0,729	0,779	0,924	0,831	0,819	0,707	0,814	0,784	0,686
4	0,701	0,681	DMU	0,678	0,613	0,585	0,595	0,714	0,763	0,727
5	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
6	0,907	0,893	0,899	0,655	0,892	0,844	0,852	0,835	0,939	0,828
7	0,510	0,728	0,479	0,730	0,333	0,467	0,392	0,675	0,406	0,652
8	0,584	0,664	0,849	0,795	0,628	1,000	0,766	0,469	0,706	0,473
9	0,535	0,596	0,683	0,663	0,657	0,338	0,508	0,444	0,446	0,430
10	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
11	0,472	0,475	0,559	0,521	0,486	0,419	0,432	0,498	0,468	0,472
12	0,721	0,642	0,709	0,663	0,633	0,604	0,584	0,579	0,593	0,598
13	0,611	0,603	0,639	0,635	0,609	0,562	0,541	0,565	0,560	0,555
14	0,687	0,685	0,740	0,665	0,473	0,689	0,671	0,714	0,705	0,727
15	0,513	0,688	0,744	0,722	0,856	0,653	0,549	0,610	0,615	0,570
16	0,547	0,517	0,616	0,762	0,838	1,000	0,982	1,000	1,000	1,000
17	0,489	0,457	0,416	0,634	0,442	0,466	0,465	0,469	0,462	0,483
18	0,762	0,700	0,738	0,714	0,719	0,696	0,682	0,670	0,651	0,641
19	0,436	0,493	0,496	0,498	0,547	0,481	0,482	0,528	0,507	0,491
20	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
21	0,608	0,578	0,637	0,646	0,554	0,577	0,624	0,443	0,600	0,450
22	0,673	0,663	0,774	0,668	0,647	0,732	0,919	0,819	0,590	0,829
23	0,566	0,584	0,606	0,656	0,680	0,685	0,480	0,387	0,348	0,382
24	0,895	0,651	0,954	0,963	0,910	0,799	0,858	0,627	0,735	0,615
25	0,876	0,756	0,801	0,788	0,780	0,743	0,902	0,729	0,765	0,771
26	0,759	0,933	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
27	0,480	0,524	0,662	0,569	0,551	0,500	0,465	0,489	0,441	0,469
28	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
29	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
30	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
31	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000





32	0,818	0,554	1,000	1,000	0,951	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
33	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Ef	8	8	10	10	9	12	10	11	11	11

Untuk Pulau Sumatera, hanya Provinsi Kepulauan Riau dan Lampung yang efisien pada tahun 2010-2019. Rata-rata efisiensi distribusi listrik Pulau Sumatera sebesar 73,4%, provinsi dengan rata-rata efisiensi terendah adalah Kepulauan Bangka Belitung sebesar 53%. Efisiensi distribusi listrik Pulau Kalimantan menunjukkan bahwa tidak ada satupun provinsi yang efisien. Rata-rata efisiensi distribusi listrik Pulau Kalimantan sebesar 59,4% dan Provinsi Kalimantan Barat mempunyai rata-rata efisiensi terendah sebesar 53,4%. Provinsi Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan mempunyai *trend* efisiensi yang menurun, sedangkan Provinsi Kalimantan Timur Utara mempunyai *trend* meningkat, dan Kalimantan Barat mempunyai *trend* tetap.

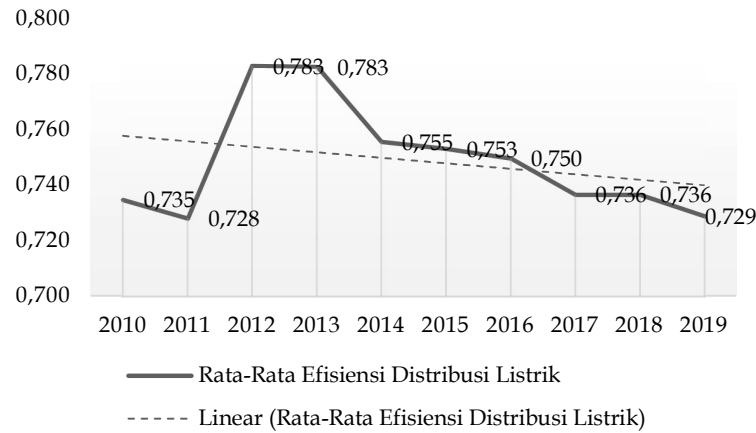
Sulawesi Barat menjadi satu-satunya provinsi di Sulawesi yang efisien pada tahun 2010-2019. Provinsi Gorontalo efisien pada tahun 2015, 2017, 2018, dan 2019, sedangkan provinsi lainnya masih belum efisien pada periode waktu tersebut. Rata-rata efisiensi distribusi listrik di Pulau Sulawesi sebesar 69,2%. Selama tahun 2010-2019 Provinsi Sulawesi Tengah dan Sulawesi Tenggara merupakan Provinsi dengan nilai rata-rata efisiensi terendah. Provinsi NTB efisien dalam distribusi energi listrik pada tahun 2012-2019, sedangkan Provinsi Bali dan NTT tidak. Rata-rata efisiensi distribusi listrik di Provinsi NTT adalah sebesar 51,5%, Provinsi Bali sebesar 79,1%, dan Provinsi NTB sebesar 96,9%.

Seluruh Provinsi di wilayah Indonesia Timur belum efisien pada tahun 2010-2019. Rata-rata efisiensi adalah sebesar 66,9%, Provinsi Papua Barat mempunyai rata-rata nilai efisiensi lebih baik dibandingkan Provinsi lainnya, yaitu sebesar 80,1%, sedangkan Provinsi Maluku 57,2%, Provinsi Papua 53,7%, dan Provinsi Maluku Utara 73,1%. Rata-rata nilai efisiensi di Indonesia Timur lebih kecil dibandingkan rata-rata efisiensi Pulau lainnya.

Gambar 11 menunjukkan rata-rata efisiensi distribusi listrik Indonesia tahun 2010-2019 menggunakan DEA BCC. Berdasarkan gambar tersebut efisiensi distribusi listrik mempunyai trend menurun. Awalnya efisiensi meningkat sampai pada tahun 2013 dan menurun setelahnya. Efisiensi paling tinggi terjadi pada tahun 2013 sebesar 78,3% dan terendah pada tahun 2011 sebesar 72,8%. Nilai yang terus mengalami penurunan ini menunjukkan kualitas kinerja distribusi



listrik yang juga menurun, memberikan kerugian bagi pihak PLN maupun masyarakat.



Gambar 12. Rata-Rata Efisiensi Distribusi Listrik Indonesia 2010-2019

Dari analisis yang telah dilakukan, lima Provinsi dengan efisiensi distribusi listrik terendah adalah Provinsi Sulawesi Tengah sebesar 47,8%, Kalimantan Barat 48%, Nusa Tenggara Timur 51,5%, Papua dan Jambi 53,7%. Dan secara rata-rata Provinsi di Pulau Jawa mempunyai nilai efisiensi yang lebih tinggi daripada Provinsi lainnya. Proses distribusi listrik berhubungan dengan kegiatan menyalurkan listrik dari pembangkit sampai konsumen melalui jaringan distribusi listrik. Semakin dekat jarak pelanggan dan jaringan distribusi mengurangi kemungkinan susut. Hal ini berarti kepadatan pelanggan dan panjang jaringan memperkecil susut, dan susut meningkat pada wilayah penghantar yang luas.

Data pada Tabel 9 menunjukkan bahwa kepadatan pelanggan tertinggi masih di Pulau Jawa, selain itu panjang jaringan distribusi terpanjang juga di wilayah ini. Menunjukkan kelebihan geografis untuk menurunkan susut jaringan distribusi listrik dibandingkan wilayah lain. Selain itu tingginya jumlah pelanggan disuatu wilayah menunjukkan permintaan listrik yang tinggi, dan penggunaan kapasitas terpasang yang maksimal.

Pemerintah telah berusaha melakukan perbaikan kinerja, misalnya berdasarkan RUPTL tahun 2019-2028 melalui penambahan kapasitas pembangkit di pembangkit sulbangsel sebesar 5423 GW atau rencana tambahan penambahan rata-rata kapasitas terpasang 542 MW per tahun. total





rencana pembangunan jaringan distribusi sepanjang 472.795 kms, dan total rencana pembangunan gardu distribusi sebesar 33.730 MVA.

#### 5.4.1. DEA Bootstrap

Metode DEA konvensional mempunyai banyak keunggulan, terutama kemampuannya untuk mengakomodasi banyak input dan output tanpa perlu menentukan fungsi produksi, metode ini tidak mempertimbangkan sifat pengambilan sampel data acak tetapi cenderung melebihkan (*overestimate*) nilai efisiensi sebenarnya. *DEA bootstrap* membantu mengatasi kekurangan tersebut dengan mempertahankan keunggulan metode DEA konvensional. Selain itu, *DEA bootstrap* memberikan interval kepercayaan untuk skor efisiensi dan memungkinkan pengujian hipotesis kinerja distribusi listrik (Nguyen et al., 2016).

Untuk mengatasi kelemahan metode DEA, hasil estimasi yang diperoleh akan dianalisis kembali menggunakan DEA Bootstrap dengan ulangan sebanyak 3000 kali. Hasil DEA Bootstrap terdapat pada Tabel 11, menunjukkan tidak satupun provinsi efisien dalam distribusi listrik pada tahun 2010-2019. Rata-rata efisiensi distribusi listrik sebesar 63,8%. Terlihat bahwa rata-rata hasil efisiensi DEA BCC lebih besar dibandingkan DEA Bootstrap, berbeda 11,1%. Namun memberikan kesimpulan yang sama bahwa Pulau Jawa mempunyai rata-rata efisiensi distribusi listrik terbaik yaitu sebesar 78,93 %.

Tabel 11. Hasil Analisis DEA Bootstrap

DMU	Tahun									
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	0,511	0,492	0,563	0,543	0,575	0,535	0,516	0,528	0,530	0,523
2	0,608	0,549	0,606	0,576	0,559	0,498	0,568	0,533	0,521	0,512
3	0,676	0,601	0,670	0,800	0,709	0,700	0,603	0,684	0,658	0,572
4	0,623	0,592	0,651	0,588	0,515	0,488	0,505	0,599	0,644	0,609
5	0,777	0,772	0,804	0,807	0,785	0,779	0,777	0,773	0,772	0,763
6	0,821	0,824	0,830	0,609	0,823	0,784	0,792	0,768	0,862	0,763
7	0,426	0,605	0,415	0,646	0,282	0,398	0,332	0,582	0,339	0,548
8	0,494	0,554	0,742	0,686	0,530	0,834	0,648	0,393	0,602	0,395
9	0,492	0,540	0,635	0,612	0,600	0,297	0,454	0,395	0,393	0,379
10	0,801	0,783	0,811	0,810	0,788	0,780	0,777	0,775	0,774	0,773
11	0,432	0,422	0,513	0,462	0,435	0,365	0,382	0,448	0,409	0,418
12	0,674	0,582	0,654	0,603	0,579	0,558	0,535	0,526	0,548	0,554





13	0,561	0,552	0,593	0,589	0,563	0,514	0,481	0,520	0,499	0,498
14	0,616	0,618	0,683	0,605	0,423	0,627	0,595	0,654	0,634	0,647
15	0,475	0,626	0,699	0,675	0,761	0,607	0,508	0,563	0,560	0,506
16	0,472	0,442	0,554	0,670	0,711	0,787	0,827	0,772	0,773	0,767
17	0,460	0,422	0,386	0,576	0,407	0,431	0,429	0,426	0,423	0,445
18	0,697	0,619	0,675	0,646	0,644	0,627	0,620	0,595	0,584	0,579
19	0,388	0,443	0,455	0,456	0,488	0,416	0,426	0,475	0,431	0,434
20	0,776	0,774	0,806	0,807	0,784	0,780	0,778	0,770	0,768	0,767
21	0,572	0,538	0,591	0,596	0,504	0,533	0,580	0,403	0,552	0,411
22	0,603	0,590	0,696	0,604	0,571	0,647	0,792	0,714	0,511	0,719
23	0,526	0,530	0,554	0,598	0,619	0,629	0,439	0,355	0,319	0,350
24	0,752	0,562	0,827	0,839	0,781	0,708	0,769	0,540	0,632	0,526
25	0,771	0,674	0,730	0,711	0,684	0,646	0,775	0,612	0,644	0,649
26	0,713	0,867	0,904	0,877	0,897	0,920	0,916	0,891	0,918	0,921
27	0,437	0,487	0,608	0,511	0,501	0,450	0,421	0,440	0,384	0,417
28	0,833	0,823	0,849	0,849	0,835	0,838	0,823	0,816	0,821	0,820
29	0,792	0,799	0,821	0,815	0,809	0,800	0,781	0,773	0,773	0,770
30	0,778	0,776	0,807	0,810	0,783	0,775	0,776	0,774	0,767	0,767
31	0,783	0,777	0,809	0,805	0,787	0,783	0,786	0,780	0,781	0,778
32	0,683	0,462	0,847	0,839	0,817	0,857	0,781	0,777	0,776	0,767
33	0,778	0,776	0,806	0,810	0,785	0,780	0,775	0,778	0,775	0,766
Ef	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Rata-rata efisiensi distribusi listrik Pulau Sumatera sebesar 62,1%, Pulau Kalimantan 53,9%, Pulau Sulawesi 59,4%, Maluku 58,6%, Papua 59,3%, Bali 69%, dan Nusa Tenggara 67,4%. Dapat dilihat bahwa rata-rata efisiensi listrik yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan menggunakan DEA BCC. Tabel 9 menunjukkan perbandingan analisis menggunakan DEA BCC dan DEA Bootstrap di 33 Provinsi tahun 2010-2019. Rata-rata DEA BCC lebih besar dari rata-rata DEA Bootstrap.

Estimasi DEA BCC mempunyai nilai yang lebih besar dari selang kepercayaan, menunjukkan bahwa metode ini mengestimasi efisiensi distribusi listrik *overestimate* dibandingkan nilai efisiensi sesungguhnya. Selain itu, rata-rata standar deviasi DEA *bootstrap* menunjukkan variasi yang lebih kecil dan signifikan, daripada rata-rata standar deviasi DEA. Oleh sebab itu nilai DEA *bootstrap* lebih baik untuk digunakan.





Tabel 12. Rata-Rata DEA Bootstrap 2010-2019

Tahun	DEA BCC	SD DEA BCC	DEA Bootstrap	SD DEA Bootstrap	Bias	Batas Bawah	Batas Atas
2010	0,735	0,195	0,630	0,140	-5,518	0,549	0,725
2011	0,728	0,186	0,620	0,133	-5,049	0,545	0,717
2012	0,783	0,181	0,685	0,135	-6,384	0,601	0,774
2013	0,783	0,171	0,680	0,122	-5,878	0,598	0,774
2014	0,755	0,203	0,646	0,154	-5,126	0,559	0,745
2015	0,753	0,218	0,642	0,165	-5,197	0,551	0,743
2016	0,749	0,219	0,635	0,163	-4,971	0,545	0,740
2017	0,737	0,217	0,619	0,153	-4,608	0,532	0,726
2018	0,736	0,223	0,618	0,164	-4,536	0,528	0,726
2019	0,729	0,221	0,610	0,158	-4,465	0,523	0,718

Kesimpulan bahwa DEA konvensional cenderung melebihi nilai estimasi efisiensi yang sebenarnya juga diperoleh pada penelitian (Andor & Hesse, 2013; Barnum et al., 2011; L. Chen & Wang, 2020; Galagedera & Silvapulle, 2003; Liu et al., 2013; Nguyen et al., 2016; Puig-Junoy, 2000). Penetapan target merupakan alasan penting DEA diterapkan secara luas untuk menganalisis efisiensi. Namun, perkiraan efisiensi yang berlebihan dari DEA konvensional dapat mempengaruhi rasionalitas penetapan target, dan bahkan dapat membuat metode ini tidak valid dalam penetapan target (Chen, 2020).

Oleh karena itu penelitian ini menggunakan DEA bootstrap mengatasi kekurangan DEA konvensional. Estimasi efisiensi yang dihasilkan oleh DEA bootstrap konsisten, tidak bias, dan tidak sensitif terhadap ukuran sampel, DEA konvensional menghasilkan skor efisiensi yang jauh lebih besar daripada DEA bootstrap. Selain itu, DEA bootstrap memberikan interval kepercayaan untuk skor efisiensi dan memungkinkan pengujian hipotesis kinerja perusahaan (Nguyen, 2016).

Tabel 14 menunjukkan kategori Provinsi berdasarkan rata-rata efisiensi. Dengan menggunakan DEA BCC, terdapat 13 provinsi yang nilai efisiensinya berada di atas rata-rata. 17 provinsi yang berada di bawah rata-rata dan tiga provinsi lainnya termasuk dalam rata-rata efisiensi. Sedangkan apabila menggunakan DEA Bootstrap, terdapat 11 provinsi yang mempunyai nilai efisiensi di atas rata-rata. 15 provinsi yang berada di bawah rata-rata dan tujuh provinsi lainnya termasuk dalam rata-rata efisiensi. Dapat dilihat bahwa dengan





menggunakan DEA BCC lebih banyak provinsi yang berada dalam kategori efisiensi yang baik.

Tabel 13. Kategori Efisiensi Setiap Provinsi

<b>DEA BCC</b>	
Bawah Rata2	Aceh, Bengkulu, Jambi, Maluku, NTT, Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur Utara, Kep. Bangka Belitung, Papua, Riau, Sulawesi Tengah, Sumatera Utara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara
Rata2	Sumatera Barat, Maluku Utara, Bali
Atas Rata-Rata	Banten, Kepulauan Riau, Lampung, Sumatera Selatan, Gorontalo, Papua Barat, NTB, Jawa Timur, DI Yogyakarta Jawa Tengah, Jakarta Raya, Sulawesi Barat, Jawa Barat.
<b>DEA Bootstrap</b>	
Bawah Rata2	Aceh, NTT, Sulawesi Tengah, Papua, Sumatera Utara, Riau, Kalimantan Selatan, Jambi, Sulawesi Utara, Bengkulu, Sulawesi Tenggara, Maluku, Kalimantan Barat, Kep. Bangka Belitung, Kalimantan Tengah.
Rata2	Sumatera Barat, Kalimantan Timur Utara, Gorontalo, Sulawesi Selatan, Maluku Utara, Papua Barat, Bali
Atas Rata-Rata	Sumatera Selatan, Sulawesi Barat, NTB, DI Yogyakarta, Jawa Barat, Jakarta Raya, Jawa Timur, Jawa Tengah, Kepulauan Riau, Lampung, Banten,...

Analisis menggunakan DEA BCC dan DEA Bootstrap memberikan kesimpulan yang sama bahwa Provinsi di Pulau Jawa mempunyai rata-rata efisiensi yang lebih baik dan berada di atas nilai rata-rata efisiensi total. Hal ini dapat terjadi karena kelebihan provinsi di Pulau Jawa dibandingkan dengan provinsi lainnya sehingga provinsi di wilayah ini mempunyai efisiensi yang tinggi. Seperti faktor kemudahan akses listrik, kepadatan pelanggan, panjang jaringan, dan sumber daya manusia. Listrik yang dekat dengan pelanggan membuat kemungkinan susut energi listrik kecil.

Kedekatan antara sumber listrik dan pelanggan menjadi salah satu kemudahan proses distribusi listrik dan mengurangi kemungkinan losses. Berdasarkan data Tabel 9, jumlah pelanggan dan listrik yang didistribusikan paling banyak di Pulau ini. Selain itu variabel input tenaga kerja, kapasitas terpasang, dan panjang jaringan juga ditemukan paling banyak juga di wilayah





ini. Tenaga kerja yang digunakan setiap provinsi juga bergantung pada kebutuhan listrik setiap provinsi. Semakin tinggi kebutuhan listrik maka tenaga kerja juga semakin banyak. Pekerja ini dibutuhkan untuk memberikan pelayanan sebaik mungkin bagi pelanggan.

Panjang jaringan distribusi menggambarkan persebaran geografis pelanggan, karena pelanggan terpusat di wilayah ini maka jarak jaringan dan beban kecil. Terjadi pengoptimalan panjang jaringan dalam proses distribusi listrik. Kedekatan antara kabel jaringan dan beban (pelanggan) memperkecil kemungkinan susut. Selain itu karena permintaan listrik di wilayah ini lebih besar, maka kapasitas terpasang listrik digunakan optimal. Meningkatnya permintaan listrik juga diimbangi oleh produksi listrik, yang pada akhirnya membutuhkan banyak tenaga kerja. Tenaga kerja dibutuhkan sebagai input pelayanan listrik yang handal bagi masyarakat.

Dari hasil ini dapat diketahui bahwa input tenaga kerja, kapasitas terpasang, dan panjang jaringan akan menyesuaikan kebutuhan permintaan listrik pelanggan sebagai komponen proses menyalurkan distribusi listrik dari pembangkit sampai ke konsumen. Semakin dekat pelanggan dan kabel memperkecil kemungkinan susut jaringan.

#### 5.4.2. Optimalisasi DMU

Hasil estimasi menggunakan DEA BCC orientasi output menghasilkan nilai *radial movement* dan *slack movement* pada variabel output maupun input. Kedua nilai ini merupakan selisih antara actual value (AV) dan projected value (PV) suatu variabel dari setiap DMU yang belum efisien. Optimalisasi DMU dilakukan untuk provinsi yang tidak efisien dalam distribusi energi listrik yang hasilnya adalah sebagai berikut

Tabel 14. Optimalisasi DMU

Tahun	Y1			Y2			X1		
	RM	SM	PV	RM	SM	PV	RM	SM	PV
2010	211182	856	1413989	527	206	4343	0	-230	965
2011	266117	5498	1576681	599	3017	7645	0	-159	1056
2012	212423	1117	1714112	505	298	6086	0	-85	1439
2013	253007	0	1880384	623	331	6656	0	-74	1484
2014	315444	12564	2081569	782	495	7308	0	-108	1451
2015	365303	2993	2211881	880	277	7347	0	-123	1483
2016	371421	8282	2281058	875	200	7759	0	-155	1442





2017	457148	13945	2755248	881	347	8005	0	-160	1578
2018	432188	15703	2617507	822	513	8293	0	-360	1375
2019	485660	13790	2783605	1079	194	8774	0	-453	1394
Tahun	X2			X3					
	RM	SM	PV	RM	SM	PV			
2010	0	-188	688	0	-52	19190			
2011	0	-232	727	0	-92	19689			
2012	0	-12	1178	0	-131	21932			
2013	0	-58	1159	0	0	23595			
2014	0	-291	1119	0	-1795	25415			
2015	0	-176	1255	0	-444	26910			
2016	0	-117	1560	0	-643	25784			
2017	0	-227	1532	0	-173	28582			
2018	0	-373	1547	0	-276	28480			
2019	0	-367	1662	0	-103	29590			

Pada tahun 2010-2019, output jumlah pelanggan dan jumlah listrik yang didistribusikan mengalami inefisiensi. Dibuktikan oleh nilai *radial movement* atau *slack movement* pada setiap variabel. Pada tahun 2010 jumlah pelanggan dapat meningkat rata-rata sebanyak 1413989 pelanggan sedangkan jumlah listrik yang didistribusikan rata-rata bertambah 4343 GWh. Peningkatan tersebut dapat diperoleh dengan mengoptimalkan penggunaan input 188 tenaga kerja, penggunaan 230 MW kapasitas terpasang, dan panjang jaringan sepanjang 52 kms. Untuk tahun 2011-2019 mempunyai hasil dan solusi yang hampir sama dengan tahun 2010. Pada tahun 2011-2019, output rata-rata jumlah pelanggan dan jumlah listrik yang didistribusikan dapat meningkat dengan mengurangi serta mengoptimalkan penggunaan input.

Tabel 14 hanya menyediakan hasil secara rata-rata, tetapi apabila dilakukan analisis setiap provinsi, maka variabel input kapasitas terpasang dan jumlah tenaga kerja merupakan variabel yang selalu menjadi kendala efisiensi. Sedangkan variabel panjang jaringan distribusi hanya menjadi kendala pada Provinsi Aceh, Bengkulu, Jambi, Sumatera Barat, dan Sumatera Utara. Oleh sebab itu kapasitas terpasang jumlah tenaga kerja merupakan variabel yang perlu mendapat perhatian kebijakan dari pemerintah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah tenaga kerja yang digunakan berlebihan. Misalnya pada tahun 2019, Provinsi Aceh kelebihan 361 tenaga kerja, Provinsi Sulawesi Tenggara 77 tenaga kerja, dan Provinsi Kalimantan Tengah 195 tenaga kerja. Rician tenaga kerja secara lengkap dapat dilihat





pada Lampiran. *Downsizing* dengan mempertimbangkan struktur tenaga kerja PLN menjadi strategi yang dapat dilakukan. Namun, pengurangan tenaga kerja ini dapat menimbulkan dampak negatif baik bagi perusahaan, pekerja yang tetap tinggal maupun pekerja yang diberhentikan.

Bagi perusahaan apabila kehilangan pekerja kunci maka sulit untuk memastikan pengaruhnya terhadap basis pengetahuan, memori organisasi, dan keterampilan kritis. Rekrutmen pekerja baru juga menimbulkan biaya yang besar bagi perusahaan. Cameron (1994) dalam Farrell & Mavondo (2004) berpendapat bahwa ketidakpastian mengenai siapa yang akan diberhentikan atau tetap bekerja dapat menciptakan stres di antara karyawan. Beberapa studi menunjukkan bahwa dampak downsizing bagi pekerja yang selamat kurang percaya pada organisasi dan manajernya, mengalami rasa bersalah dan memiliki moral yang lebih rendah (M. Farrell & Mavondo, 2004).

Pekerja yang tetap bekerja menunjukkan peningkatan stres karena ketidakamanan pekerjaan, peningkatan beban kerja, kurang konsentrasi, dan mengurangi kepuasan kerja (Feldman, 1994; Mone, 1997). Studi lain tentang downsizing telah menemukan bukti bahwa mengurangi pekerja cenderung menurunkan komitmen organisasi dari para pekerja (Bies et al., 1993; Hallier & Lyon, 1996). Intinya, para pekerja mungkin merasa dikecewakan oleh atasan mereka, menjadi kurang setia, dan menunjukkan sikap negatif terhadap majikan mereka. Daripada hanya mengurangi tenaga kerja, beberapa organisasi telah mengadopsi apa yang disebut pendekatan reorientasi (Mishra & Mishra, 1994). Menurut Westerman & Sherden (1991) reorientasi berfokus pada inefisiensi organisasi dengan mengatasi isu-isu seperti menganalisis ulang dan mendesain ulang pekerjaan dan tugas dan mengembangkan filosofi perbaikan berkelanjutan.

Strategi reorientasi berfokus pada inefisiensi organisasi dengan mengatasi isu-isu seperti menganalisis ulang dan mendesain ulang pekerjaan dan tugas dan merupakan bentuk perilaku organisasi proaktif. Dengan demikian, reorientasi merupakan bentuk dari double-loop atau pembelajaran generatif. Pendekatan reorientasi menyederhanakan struktur organisasi dan berfokus pada perubahan budaya dan sikap karyawan. Reorientasi mirip dengan pembelajaran loop ganda dan pembelajaran generatif fokus pada memodifikasi norma, kebijakan, dan tujuan organisasi (M. Farrell & Mavondo, 2004).





Reorientasi menjadi bagian dari proses berkelanjutan untuk perbaikan terus-menerus, dan secara teoritis disinkronkan dengan strategi bisnis (Mone, 1997). Berkaitan dengan menghilangkan fungsi, mendesain ulang tugas, menggabungkan unit, dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas. Selain itu, organisasi harus reflektif dan menghargai kebutuhan untuk memahami sebab dan akibat dari tindakannya. Sebuah strategi reorientasi erat selaras dengan visi bersama organisasi mengingat bahwa hal itu memerlukan kesepakatan bersama untuk secara fundamental meningkatkan struktur dan strategi organisasi. Fokusnya adalah memodifikasi norma, kebijakan dan tujuan organisasi, restrukturisasi, memikirkan kembali praktik bisnis dan proses bisnis (Farel & Mavondo, 2004). Cascio & Wynn (2004) memberikan sembilan pertimbangan sebelum sebuah perusahaan melakukan downsizing, antara lain:

1. Mempertimbangkan dengan cermat alasan di balik downsizing pekerjaan.
2. Mempertimbangkan kebijakan stabilitas.
3. Sebelum membuat keputusan akhir tentang downsizing, eksekutif harus memberitahukan kekhawatiran mereka kepada karyawan dan meminta masukan mereka. Lakukan upaya khusus untuk mengamankan masukan dari karyawan kunci atau pemimpin opini.
4. Manajemen puncak harus memimpin dengan memberi contoh, dan menggunakan downsizing sebagai upaya terakhir.
5. Jika *downsizing* dilakukan, maka harus memastikan karyawan menganggap proses pemilihan posisi berlebih sebagai hal yang adil dan membuat keputusan dengan cara yang konsisten.
6. Berkomunikasi secara teratur dan dalam berbagai cara agar setiap orang tetap mengikuti perkembangan dan informasi baru.
7. Berikan alasan untuk bertahan dan calon karyawan baru alasan untuk bergabung.
8. Latih karyawan dan manajer mereka tentang cara-cara baru dalam beroperasi.
9. Periksa dengan cermat semua sistem manajemen sehubungan dengan perubahan strategi atau lingkungan yang dihadapi perusahaan.

Terdapat banyak bukti bahwa *downsizing* tidak menghasilkan peningkatan kinerja organisasi (Madison & Clancy, 2000; Suarez-Gonzalez, 2001), maka manajer perlu berpikir lebih dalam tentang keseluruhan konsep downsizing. Farel & Mavondo (2004) memberikan argumen bahwa manajer





menggunakan perampangan karena mudah untuk dilakukan dan dapat dilihat oleh beberapa manajer sebagai bukti nyata dari kepemimpinan kuat mereka.

Namun, manajer yang mengejar strategi reorientasi, tentu harus terlibat dalam tugas intelektual yang jauh lebih sulit untuk memutuskan bagaimana reorientasi organisasi, dikombinasikan dengan tantangan terkait membangun dukungan, menghasilkan komitmen dan mengembangkan visi bersama. Hasil dari strategi semacam itu mungkin tidak terlihat pada awalnya, artinya manajer membutuhkan keyakinan, dan tekad, kualitas yang tidak selalu berlimpah. Namun, bagi para manajer yang siap untuk melakukan pendekatan reorientasi, manfaatnya adalah peningkatan orientasi pembelajaran organisasi, yang pada gilirannya dapat menyebabkan efek positif pada kinerja organisasi dan meningkatkan efisiensi.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa terdapat kelebihan variabel kapasitas terpasang. Misalnya pada tahun 2019 kelebihan kapasitas terpasang listrik di Provinsi Sumatera Utara sebesar 1314 MW, Sulawesi Selatan 1159 MW, dan Papua Barat 70 MW. Rician kelebihan kapasitas terpasang provinsi lainnya secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran. Kapasitas terpasang berhubungan dengan permintaan listrik. Permintaan listrik yang lebih kecil dari kapasitas terpasang akan menimbulkan kerugian, karena menimbulkan biaya beban yang tinggi seperti biaya operasi sistem, gaji pegawai, bahan bakar, dan pemeliharaan listrik.

Kapasitas terpasang nasional tahun 2019 meningkat sebesar 2159,91 MW dari tahun 2018. PLTU dengan bahan bakar batu bara merupakan pembangkit terbesar yang digunakan, pada tahun 2019 dari total kapasitas terpasang 43856,08 MW, 20750,50 MW dihasilkan oleh PLTU. Sejak tahun 2010 penggunaan PLTU juga sudah mendominasi penggunaannya dibandingkan pembangkit lainnya, rata-rata sekitar 50% total kapasitas terpasang diproduksi oleh PLTU. Kapasitas terpasang meningkat setiap tahun, peningkatan ini selain untuk memenuhi permintaan listrik yang diproyeksi meningkat juga untuk untuk mendorong pertumbuhan ekonomi.

Beberapa hal yang dapat dilakukan PLN untuk mengoptimalkan kapasitas terpasang yang telah diproduksi adalah dengan meningkatkan permintaan listrik. Prediksi mengenai permintaan listrik juga penting. Misalnya pada tahun 2019 prediksi pertumbuhan energi listrik sebesar 6,42%, sedangkan realisasinya sebesar 5,82%. Prediksi ini ditujukan agar listrik yang diproduksi





dapat dimanfaatkan secara maksimal. Rencana lain yang dapat dilakukan oleh PLN adalah mendorong penggunaan mobil dan kompor listrik. Selain itu, strategi PLN lainnya untuk mengatasi kelebihan kapasitas terpasang listrik adalah dengan mengespor listrik ke negara ASEAN melalui program ASEAN Power Grid. ASEAN Power Grid adalah bentuk kerja sama interkoneksi kekuatan listrik regional antar negara ASEAN.

Infrastruktur kelistrikan yang aman dan andal sangat penting untuk mendukung pertumbuhan ekonomi daerah dan proses integrasi. ASEAN Power Grid adalah inisiatif untuk membangun interkoneksi kekuatan regional untuk menghubungkan kawasan, pertama secara bilateral lintas batas, kemudian diharapkan mampu berkembang ke sub-regional, dan pada akhirnya akan membentuk integrasi kekuatan listrik kawasan Asia Tenggara. Sebagai salah satu proyek infrastruktur energi fisik Masterplan Konektivitas ASEAN, ASEAN Power Grid juga diharapkan mendorong perdagangan listrik antar negara agar mampu mencukupi permintaan listrik yang terus meningkat, meningkatkan layanan, dan memberikan manfaat yang optimal.

ASEAN Power Grid memberikan peluang keterlibatan sektor swasta untuk investasi, termasuk pembiayaan dan transfer teknologi. Menurut Badan Energi Internasional, hingga tahun 2035, sekitar USD 990 miliar investasi akan dibutuhkan dalam pengembangan sektor listrik ASEAN, yang mewakili lebih dari 50% dari jumlah total yang dibutuhkan dalam infrastruktur pasokan energi kawasan. Meskipun demikian, karena perluasan interkoneksi terus berlanjut, investasi pembiayaan untuk Negara-negara Anggota yang kurang berkembang pada proyek ini tetap menjadi tantangan. Dengan demikian, keterlibatan perusahaan swasta dan asing diharapkan dapat memainkan peran penting dalam mengembangkan infrastruktur ketenagalistrikan ASEAN.

Sejumlah besar proyek interkoneksi di masa depan akan membutuhkan interkoneksi kabel laut/bawah laut, yang akan melibatkan jaringan Semenanjung Malaysia – Sumatera Indonesia, atau interkoneksi darat, yang melibatkan jaringan Kamboja, Laos, Myanmar dan Vietnam. Proyek ASEAN Power Grid juga akan membutuhkan optimalisasi campuran bahan bakar pembangkit, pembentukan kerangka peraturan dan teknis regional serta pengembangan mekanisme untuk meningkatkan modal guna menciptakan kepercayaan pasar untuk pendanaan dan investasi ASEAN Power Grid.





### 5.4.3. Benchmarking

Selain estimasi efisiensi, metode DEA juga menghasilkan *benchmarking* identifikasi kelompok *peers* dari setiap provinsi (DMU). Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terdapat maksimal empat kelompok *peers*. *Peers* dengan nilai Lambda terbesar akan digunakan sebagai DMU potensial, dan menjadi sarana perbaikan dalam pelayanan dan penyelenggaraan distribusi tenaga listrik (Thakur *et al*, 2006). Untuk DMU yang sudah efisien, akan mempunyai *peer* dirinya sendiri. Sedangkan untuk DMU belum efisien, maka akan mempunyai *peer* DMU yang sudah efisien yang selanjutnya akan digunakan untuk *benchmarking*.

Estimasi lambda yang dilakukan akan menunjukkan DMU/provinsi yang mempunyai nilai dominan, dan kemudian akan dipilih untuk *benchmarking* DMU yang belum efisien. Pada tahun 2010 Provinsi Aceh mempunyai dua *peer* yaitu Provinsi Lampung dan Provinsi Jawa Barat. Provinsi Sumatera Utara mempunyai empat *peer* yaitu Provinsi Sulawesi Barat, Provinsi Jawa Timur, Provinsi Jawa Tengah, dan Provinsi Jawa Barat. Pada tahun 2011 Provinsi Aceh mempunyai dua *peer* yaitu Provinsi Lampung dan Provinsi Jawa Barat. Provinsi Sumatera Utara mempunyai tiga *peer* yaitu Provinsi Sulawesi Barat, Provinsi Jawa Tengah, dan Provinsi Jakarta Raya. Sedangkan pada tahun 2019 Provinsi Aceh mempunyai tiga *peer* yaitu Provinsi Lampung, Provinsi Jawa Tengah, Provinsi DIY.

Ringkasan *benchmarking* setiap provinsi dapat dilihat pada Tabel di bawah ini sedangkan rincian angka lambda dan *peer* terdapat pada Lampiran. Pada tahun 2011 untuk Provinsi Aceh, Provinsi Lampung mempunyai nilai lambda terbesar sehingga terpilih digunakan sebagai *benchmarking peer* Provinsi Jawa Barat. Provinsi Kepulauan Riau dapat menjadi role dominan untuk Provinsi Sumatera Selatan. Provinsi Riau mempunyai tiga *peer* yaitu Provinsi Lampung (0,543), Provinsi Sulawesi Barat (0,359), dan Jakarta Raya (0,097) dimana Provinsi Lampung mempunyai nilai lambda terbesar sehingga terpilih digunakan sebagai *benchmarking* dibandingkan provinsi lainnya

Tabel 15. Hasil Analisis Benchmarking 2010-2019

Lambda/DMU	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
L1	L10	L10	L10	L10	L30	L10	L10	L10	L10	L10
L2	L20	L33	L29	L26	L29	L29	L29	L28	L29	L29
L3	L10	L10	L10	L30	L30	L30	L10	L10	L10	L10





L4	L20	L10	L30	L30	L10	L10	L10	L10	L10	L10
L5	L5	L5	L5	L5	L5	L5	L5	L5	L5	L5
L6	L5	L5	L5	L26	L26	L26	L26	L26	L30	L30
L7	L20	L30	L30	L30	L30	L30	L30	L30	L30	L30
L8	L20	L20	L20	L20	L30	L8	L20	L30	L30	L30
L9	L20	L20	L20	L20	L20	L30	L20	L30	L30	L30
L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10
L11	L20	L10	L30	L30	L30	L30	L30	L30	L30	L30
L12	L20	L20	L26	L26	L26	L26	L30	L26	L30	L30
L13	L20	L20	L20	L20	L20	L30	L30	L30	L30	L30
L14	L5	L5	L20	L26	L20	L26	L30	L30	L30	L30
L15	L20	L20	L26	L26	L30	L26	L26	L16	L30	L30
L16	L20	L20	L20	L20	L20	L16	L20	L16	L16	L16
L17	L20	L20	L26	L26	L26	L26	L26	L26	L30	L30
L18	L20	L33	L26	L26	L26	L26	L26	L30	L30	L30
L19	L20	L20	L20	L20	L20	L30	L30	L30	L30	L30
L20	L20	L20	L20	L20	L20	L20	L20	L20	L20	L20
L21	L20	L20	L20	L20	L20	L16	L20	L16	L16	L16
L22	L20	L20	L20	L20	L20	L16	L20	L16	L16	L16
L23	L20	L20	L20	L20	L20	L16	L26	L26	L30	L30
L24	L20	L20	L20	L20	L20	L16	L20	L16	L16	L16
L25	L20	L20	L26	L20	L30	L30	L30	L30	L30	L30
L26	L20	L20	L26	L26	L26	L26	L26	L26	L26	L26
L27	L20	L20	L26	L26	L30	L30	L30	L30	L30	L30
L28	L28	L28	L28	L28	L28	L28	L28	L28	L28	L28
L29	L29	L29	L29	L29	L29	L29	L29	L29	L29	L29
L30	L30	L30	L30	L30	L30	L30	L30	L30	L30	L30
L31	L31	L31	L31	L31	L31	L31	L31	L31	L31	L31
L32	L5	L5	L32	L32	L32	L32	L32	L32	L32	L32
L33	L33	L33	L33	L33	L33	L33	L33	L33	L33	L33

Pada tahun 2012, Provinsi Banten sudah termasuk kedalam provinsi efisien. Provinsi Lampung menjadi role *model* yang lebih dominan untuk Provinsi Aceh dan Provinsi Sumatera Barat. Povinsi Sulawesi Barat menjadi role *model* dominan untuk Provinsi Bengkulu, Kep. Bangka Belitung, Kalimantan Tengah, Gorontalo, Sulawesi Tenggara, Maluku, Maluku Utara, Papua, dan Papua Barat. Pada tahun 2013 terdapt 10 provinsi efisien, 6 provinsi berada di Pulau Jawa dan 4 provinsi lainnya dari Pulau lain. Provinsi DIY menjadi role *model* yang lebih dominan untuk Provinsi Sumatera Barat, Riau, Jambi, dan Kalimantan Barat. NTB menjadi role *model* dominan Provinsi





Sumatera Utara, Sumatera Selatan, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Sumatera Utara, Sulawesi Selatan, dan NTT.

Pada tahun 2014 terdapat 9 provinsi efisien. Untuk Provinsi Aceh, DIY mempunyai nilai lambda terbesar sehingga terpilih digunakan sebagai *benchmarking*. Peningkatan dari tahun sebelumnya, 12 provinsi yang efisien pada tahun 2015. Ditambah oleh Provinsi Bengkulu, Provinsi Gorontalo, dan Provinsi Banten. Provinsi DIY dapat menjadi *role model* yang lebih dominan untuk Provinsi Sumatera Barat. Provinsi Jambi, Provinsi Bangka Belitung, Provinsi Kalimantan Barat, Provinsi Bali, dan Provinsi Sulawesi Tenggara. Untuk Provinsi Aceh, Provinsi Lampung dapat mempunyai nilai lambda terbesar sehingga terpilih digunakan sebagai *benchmarking* dibandingkan *peer* Provinsi DIY, Jawa Barat, dan Jakarta Raya.

Tahun 2016 terdapat 10 provinsi yang efisien. Untuk Provinsi Aceh, Provinsi Lampung merupakan *role model* yang lebih dominan dibandingkan Provinsi Jawa Barat. Sedangkan untuk Provinsi Sumatera Utara, Provinsi Jawa Timur merupakan *role model* yang lebih dominan dibandingkan *peer* Provinsi DIY, Jawa Barat, dan Jakarta Raya. Provinsi NTB merupakan *role model* yang dominan untuk Provinsi Papua dan Provinsi Sulawesi Barat merupakan *role model* yang dominan untuk Provinsi Papua Barat.

Pada tahun 2017 terdapat 11 DMU efisien yang dapat digunakan sebagai *role model* bagi provinsi lainnya yang belum efisien. Provinsi Lampung merupakan *role model* dominan untuk Provinsi Aceh, Sumatera Barat, dan Riau. Sama seperti tahun sebelumnya seluruh Provinsi di Pulau Jawa efisien dalam distribusi listrik. Provinsi Jawa Timur menjadi *role model* untuk Provinsi Sumatera Utara.

Terdapat 11 provinsi efisien pada tahun 2018. Untuk Provinsi Aceh, mempunyai tiga *peer* yaitu Provinsi Lampung, Provinsi Jawa Tengah, dan Provinsi DIY. Provinsi Lampung mempunyai nilai lambda terbesar sehingga terpilih digunakan sebagai *benchmarking*. Untuk Provinsi Sumatera Selatan juga mempunyai tiga *peer* yaitu Provinsi Jawa Tengah, Provinsi DIY, dan Provinsi Jakarta Raya. Provinsi DIY dapat menjadi *role model* yang lebih dominan.

Pada tahun 2019 terdapat 11 provinsi efisien, dan seluruh Provinsi di Pulau Jawa termasuk dalam kategori tersebut. Untuk Provinsi Aceh, mempunyai tiga *peer* yaitu Provinsi Lampung, Provinsi Jawa Tengah, dan Provinsi DIY. Provinsi Lampung tetap mempunyai nilai lambda terbesar





sehingga terpilih digunakan sebagai *benchmarking*. Hasil penelitian selama 10 tahun menunjukkan sejak tahun 2012 seluruh Provinsi di Pulau Jawa mampu memberikan pelayanan yang efisien dalam upaya distribusi listrik ke pelanggan dibandingkan Provinsi di Pulau lainnya. Role model *benchmarking* yang diperoleh dapat menjadi acuan setiap Provinsi untuk memperbaiki nilai efisiensi distribusi listrik.

### 5.3. Implikasi Penelitian

Pemenuhan kebutuhan energi listrik terhambat karena ketidakefisienan dalam pendistribusian dan mengakibatkan *losses*. Analisis menggunakan DEA, BCC dan DEA Bootstrap memberikan kesimpulan yang sama bahwa kedekatan antara sumber listrik dan pelanggan menjadi salah satu kemudahan proses distribusi listrik dan mengurangi kemungkinan *losses*. Panjang jaringan distribusi menggambarkan persebaran geografis pelanggan, karena pelanggan terpusat di wilayah ini maka jarak jaringan dan beban kecil akhirnya memperkecil kemungkinan susut.

Terjadi pengoptimalan panjang jaringan dalam proses distribusi listrik. Selain itu karena permintaan listrik di wilayah ini lebih besar, maka kapasitas terpasang listrik digunakan optimal. Meningkatnya permintaan listrik juga diimbangi oleh produksi dan distribusi listrik, yang pada akhirnya membutuhkan banyak tenaga kerja. Tenaga kerja dibutuhkan sebagai input pelayanan listrik yang handal bagi masyarakat.

Dari hasil ini dapat diketahui bahwa input tenaga kerja, kapasitas terpasang, dan panjang jaringan akan menyesuaikan kebutuhan permintaan listrik pelanggan sebagai komponen proses menyalurkan distribusi listrik dari pembangkit sampai ke konsumen. Semakin dekat pelanggan dan kabel memperkecil kemungkinan susut jaringan. Listrik yang didistribusikan juga digunakan sebagai variabel output indikator kualitas layanan, mengukur kontinuitas pasokan ke pelanggan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa terjadi kelebihan jumlah tenaga kerja dan kapasitas terpasang. Misalnya pada tahun 2019 Provinsi Aceh kelebihan 361 tenaga kerja, Provinsi Sulawesi Tenggara 77 tenaga kerja, dan Provinsi Kalimantan Tengah 195 tenaga kerja. Sedangkan kelebihan kapasitas terpasang di Provinsi Sumatera Utara sebesar 1314 MW, Sulawesi Selatan 1159 MW, dan Papua Barat 70 MW. Rician kelebihan





kapasitas terpasang dan tenaga kerja provinsi lainnya secara lengkap dapat dilihat di Lampiran.

*Downsizing* menjadi strategi yang dapat dilakukan oleh PLN untuk mengatasi kelebihan tenaga kerja. Namun, pengurangan tenaga kerja ini dapat menimbulkan dampak negatif bagi semua pihak. Bagi perusahaan, apabila kehilangan pekerja kunci maka sulit untuk memastikan pengaruhnya terhadap basis pengetahuan, memori organisasi, dan keterampilan kritis, serta biaya yang besar untuk rekrutmen. *Downsizing* juga berdampak bagi pekerja yang selamat, yaitu menjadi kurang percaya pada organisasi dan manajernya, rasa bersalah, moral yang lebih rendah, peningkatan stres, peningkatan beban kerja, kurang konsentrasi, dan mengurangi kepuasan kerja (Farel & Mavondo, 2004).

Terdapat banyak bukti bahwa *downsizing* tidak menghasilkan peningkatan kinerja organisasi (Madison & Clancy, 2000; Suarez-Gonzalez, 2001), maka manajer perlu berpikir lebih dalam tentang keseluruhan konsep *downsizing*. Oleh karena itu, untuk membuat keputusan yang tepat demi kebaikan organisasi dan karyawan, manajemen harus terlebih dahulu mengidentifikasi kriteria *downsizing*, seperti mengapa *downsizing* diperlukan dan siapa yang akan memberhentikan tenaga kerja. Karena, hasilnya bisa berakibat fatal terutama bagi kesuksesan jangka panjang perusahaan. Kelanjutan bergantung pada karyawan yang bertahan untuk mempertahankan atau meningkatkan kompetensi organisasi.

Farel & Mavondo (2004) memberikan argumen bahwa manajer menggunakan *downsizing* karena mudah untuk dilakukan dan dapat dilihat sebagai bukti nyata dari kepemimpinan kuat mereka. Tetapi jelas bahwa banyak aspek yang harus dipertimbangkan oleh manajer sebelum melakukan *downsizing*, seperti efek jangka panjang dari karyawan yang tetap tinggal maupun yang diberhentikan serta dampak bagi organisasi.

Daripada mengurangi tenaga kerja (*downsizing*), beberapa organisasi telah menggunakan strategi pendekatan reorientasi (Mishra dan Mishra, 1994).

Reorientasi menjadi bagian dari proses berkelanjutan untuk perbaikan terus-menerus, dan secara teoritis disinkronkan dengan strategi bisnis (Mone, 1997).

Reorientasi berkaitan dengan menghilangkan fungsi, mendesain ulang tugas, menggabungkan unit, dan meningkatkan efisiensi dan efektivitas. Strategi ini lebih baik digunakan daripada mengurangi jumlah tenaga kerja. Untuk dapat melakukan reorientasi, maka diperlukan strategi dan koordinasi yang baik dari manajer.





Namun, manajer yang mengejar strategi reorientasi, tentu harus terlibat dalam tugas intelektual yang jauh lebih sulit untuk memutuskan bagaimana reorientasi organisasi, dikombinasikan dengan tantangan terkait membangun dukungan, menghasilkan komitmen dan mengembangkan visi bersama. Hasil dari strategi semacam itu mungkin tidak terlihat pada awalnya, artinya manajer membutuhkan keyakinan, dan tekad, kualitas yang tidak selalu berlimpah. Namun, bagi para manajer yang siap untuk melakukan pendekatan reorientasi, manfaatnya adalah peningkatan orientasi pembelajaran organisasi, yang pada gilirannya dapat menyebabkan efek positif pada kinerja organisasi dan meningkatkan efisiensi.

Hasil analisis juga menunjukkan bahwa terdapat kelebihan variabel kapasitas terpasang. Kapasitas terpasang berhubungan dengan permintaan listrik. Permintaan listrik yang lebih kecil dari kapasitas terpasang listrik akan menimbulkan kerugian, karena menimbulkan biaya beban yang tinggi seperti biaya operasi sistem, gaji pegawai, bahan bakar, dan pemeliharaan listrik. Untuk mengoptimalkan kapasitas terpasang listrik maka hal yang dapat dilakukan oleh PLN adalah meningkatkan permintaan listrik.

Prediksi mengenai permintaan listrik juga penting. Misalnya pada tahun 2019 prediksi pertumbuhan energi listrik sebesar 6,42%, sedangkan realisasinya sebesar 5,82% sehingga terjadi perbedaan yang cukup besar dan menyebabkan listrik tidak terpakai. Meningkatkan penggunaan listrik menjadi salah satu upaya pemerintah memajukan perekonomian. Strategi lain yang dilakukan oleh PLN adalah dengan mendorong penggunaan mobil listrik dan kompor listrik. Selain itu, mengatasi kelebihan kapasitas terpasang listrik adalah dengan mengespor listrik ke negara ASEAN melalui program ASEAN Power Grid.

ASEAN Power Grid adalah bentuk kerja sama interkoneksi kekuatan listrik regional antar negara ASEAN. ASEAN Power Grid adalah inisiatif untuk membangun interkoneksi kekuatan regional untuk menghubungkan kawasan, pertama secara bilateral lintas batas, kemudian diharapkan mampu berkembang ke sub-regional, dan pada akhirnya akan membentuk integrasi kekauatan listrik kawasan Asia Tenggara. ASEAN Power Grid juga diharapkan mendorong perdagangan listrik antar negara agar mampu mencukupi permintaan listrik yang terus meningkat, meningkatkan layanan, dan memberikan manfaat yang optimal.

Hasil analisis juga menunjukkan estimasi efisiensi menggunakan DEA BCC mendekati nilai batas atas tetapi nilai tersebut di luar selang kepercayaan.





Menunjukkan bahwa estimasi menggunakan DEA BCC cenderung melebihi nilai efisiensi sebenarnya (*overestimate*). Kesimpulan bahwa DEA konvensional cenderung melebihi nilai estimasi efisiensi yang sebenarnya juga diperoleh pada penelitian (Andor & Hesse, 2013; Barnum et al., 2011; L. Chen & Wang, 2020; Galagedera & Silvapulle, 2003; Liu et al., 2013; Nguyen et al., 2016; Puig-Junoy, 2000).

Penetapan target merupakan alasan penting DEA diterapkan secara luas untuk menganalisis efisiensi. Namun, perkiraan efisiensi yang berlebihan dari DEA konvensional dapat mempengaruhi rasionalitas penetapan target, dan bahkan dapat membuat metode ini tidak valid dalam penetapan target (Chen, 2020). Oleh karena itu penelitian ini menggunakan DEA bootstrap mengatasi kekurangan DEA konvensional. Estimasi efisiensi yang dihasilkan oleh DEA bootstrap konsisten, tidak bias, dan tidak sensitif terhadap ukuran sampel, DEA konvensional menghasilkan skor efisiensi yang jauh lebih besar daripada DEA bootstrap. Selain itu, DEA bootstrap memberikan interval kepercayaan untuk skor efisiensi dan memungkinkan pengujian hipotesis kinerja perusahaan (Nguyen, 2016).





## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

1. Estimasi efisiensi distribusi listrik menggunakan DEA BCC menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan yang signifikan selama tahun 2010-2019. Dari hasil tersebut, Jawa Timur, Provinsi Kepulauan Riau, Jawa Barat, Lampung, DI Yogyakarta, Sulawesi Barat, Jawa Tengah, dan Jakarta Raya sudah efisien selama 10 tahun. Sedangkan hasil estimasi menggunakan DEA bootstrap menunjukkan tidak ada satupun provinsi yang efisien selama tahun 2010-2019.
2. Estimasi efisiensi menggunakan DEA BCC mendekati nilai batas atas tetapi nilai tersebut di luar selang kepercayaan. Menunjukkan bahwa estimasi menggunakan DEA BCC cenderung melebihi nilai efisiensi sebenarnya (*overestimate*). Maka analisis menggunakan DEA bootstrap lebih baik untuk digunakan.
3. Panjang jaringan distribusi menunjukkan persebaran geografis pelanggan, semakin dekat jarak kepada pelanggan menjadi kemudahan distribusi listrik dan mengurangi kemungkinan *losses*. Variabel input lainnya tenaga kerja dan kapasitas terpasang menyesuaikan kebutuhan permintaan listrik pelanggan sebagai komponen proses menyalurkan distribusi listrik dan kualitas layanan kepada pelanggan.
4. Selama tahun 2010-2019, terjadi kelebihan jumlah variabel jumlah tenaga kerja dan kapasitas terpasang. Kelebihan tenaga kerja dapat diatasi dengan reorientasi perusahaan, sedangkan kapasitas terpasang dengan mendorong permintaan listrik melalui kompor dan mobil listrik, serta mengespor listrik ke negara ASEAN melalui program ASEAN Power Grid.

#### 6.2. Saran

1. Kebijakan PLN perlu disesuaikan untuk memperbaiki kinerja tenaga kerja melalui reorientasi dan mengoptimalkan kapasitas terpasang melalui





peningkatan penggunaan listrik dan ekspor listrik di ASEAN Power Grid.

2. Analisis DEA bergantung kepada pemilihan variabel input dan output yang digunakan, penelitian selanjutnya di harapkan menggunakan metode analisis tertentu untuk memilih variabel input dan output, seperti regresi backward.



## DAFTAR PUSTAKA

- Agrell, P. J., Farsi, M., Filippini, M., & Koller, M. (2014). Unobserved heterogeneous Effects in the Cost Efficiency Analysis of Electricity Distribution Systems. *Lecture Notes in Energy*, 54(January 2015), v. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-55382-0>
- Andor, M., & Hesse, F. (2013). The StoNED age: the departure into a new era of efficiency analysis? A monte carlo comparison of StoNED and the "oldies" (SFA and DEA). *Journal of Productivity Analysis*, 41(1), 85–109.
- Barnum, D. T., Walton, S. M., Shields, K. L., & Schumock, G. T. (2011). Measuring hospital efficiency with Data Envelopment analysis: Nonsubstitutable vs. substitutable inputs and outputs. *Journal of Medical Systems*, 35(6), 1393–1401. <https://doi.org/10.1007/s10916-009-9416-0>
- Bies, R. J., Martin, C. L., & Brockner, J. (1993). Just laid off, but still a "good citizen?" Only if the process is fair. *Employee Responsibilities and Rights Journal*, 6(3), 227–238.
- Bobde, S. M., & Tanaka, M. (2018). Efficiency evaluation of electricity distribution utilities in India: A two-stage DEA with bootstrap estimation. *Journal of the Operational Research Society*, 69(9), 1423–1434. <https://doi.org/10.1080/01605682.2017.1398202>
- Cascio, W. F., & Wynn, P. (2004). Managing a downsizing process. *Human Resource Management*, 43(4), 425–436. <https://doi.org/10.1002/hrm.20034>
- Çelen, A. (2013). Efficiency and productivity (TFP) of the Turkish electricity distribution companies: An application of two-stage (DEA&Tobit) analysis. *Energy Policy*, 63, 300–310. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.09.034>
- Chan, Y. (2001). *Location theory and decision analysis* (Second Edi). Springer.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444.
- Chen, L., & Wang, Y.-M. (2020). DEA target setting approach within the cross efficiency framework. *Omega*, 96, 102072.
- Chen, T. yieth. (2002). An assessment of technical efficiency and cross-efficiency in Taiwan's electricity distribution sector. *European Journal of Operational Research*, 137(2), 421–433. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00101-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00101-1)
- Coelli, T. (1998). A multi-stage methodology for the solution of orientated DEA models. *Operations Research Letters*, 23(3–5), 143–149.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., Tone, K., & Zhu, J. (2007). Some models and measures for evaluating performances with DEA: Past accomplishments and future prospects. *Journal of Productivity Analysis*, 28(3), 151–163. <https://doi.org/10.1007/s11123-007-0056-4>





Cooper, W., W., Seiford, L. M., & Zhu, J. (Eds. ). (2011). *Handbook on data envelopment analysis*.

Darmawan, D. P. (2016). *Pengukuran Efisiensi Produktif*. 123.

Donthu, N., Hershberger, E. K., & Osmonbekov, T. (2005). Benchmarking marketing productivity using data envelopment analysis. *Journal of Business Research*, 58(11 SPEC. ISS.), 1474–1482. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2004.05.007>

Emrouznejad, A., & Yang, G. liang. (2018). A survey and analysis of the first 40 years of scholarly literature in DEA: 1978–2016. *Socio-Economic Planning Sciences*, 61, 4–8. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.01.008>

Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency <http://www.jstor.org/stab>. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253–290. <http://goo.gl/AFhm2N>

Farrell, M., & Mavondo, F. T. (2004). The effect of downsizing strategy and reorientation strategy on a learning orientation. *Personnel Review*, 33(4). <https://doi.org/10.1108/00483480410539470>

Feldman, D. C. (1994). Better practices in managing layoffs. *Human Resource Management*, 33(2), 239–260.

Filippini, M. (1996). Economies of scale and utilization in the Swiss electric power distribution industry. *Applied Economics*, 28(5), 543–550.

Filippini, M., & Wetzel, H. (2014). The impact of ownership unbundling on cost efficiency: Empirical evidence from the New Zealand electricity distribution sector. *Energy Economics*, 45, 412–418. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.08.002>

Filippini, M., & Wild, J. (2001). Regional differences in electricity distribution costs and their consequences for yardstick regulation of access prices. *Energy Economics*, 23(4), 477–488. [https://doi.org/10.1016/S0140-9883\(00\)00082-7](https://doi.org/10.1016/S0140-9883(00)00082-7)

Friedrich, C. J. (1929). *Alfred Weber's theory of the location of industries*.

Fujii, H., & Kaneko, S. (2011). Operational Performance of Regional Electricity Distribution in Indonesia. *Journal of International Development and Cooperation*, 18(1), 23–30. <https://doi.org/10.15027/32449>

Galagedera, D. U. A., & Silvapulle, P. (2003). Experimental evidence on robustness of data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 54(6), 654–660.

Geamănu, M. (2011). Economic efficiency and profitability. *Studia Universitatis Vasile Goldiș, Arad-Seria Științe Economice*, 21(2), 116–119.

Golany, B., & Roll, Y. (1989). An application procedure for DEA. *Omega*, 17(3), 237–250.

Growitsch, C., Jamasb, T., & Pollitt, M. (2009). Quality of service, efficiency and scale in network industries: an analysis of European electricity distribution.





*Applied Economics*, 41(20), 2555–2570.

Hallier, J., & Lyon, P. (1996). Job Insecurity and Employee Commitment: Managers' Reactions to the Threat and Outcomes of Redundancy Selection 1. *British Journal of Management*, 7(1), 107–123.

Hardiyanto, H., & Wahyudin, W. (2021). Pengukuran Efisiensi Relatif Distribusi Listrik PT PLN (Persero) Wilayah DKI Jakarta Dengan Metode DEA. *Jurnal Teknik Komputer*, 7(1), 64–67.

He, Y., Guang, F., & Wang, M. (2018). The efficiency of electricity-use of China and its influencing factors. *Energy*, 163, 258–269. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.08.126>

Herd, R. W. (1978). Costs and returns for rice production. In *Economic consequences of the new rice technology*. IRRI.

Jamasb, T., & Pollitt, M. (2000). Benchmarking and regulation: International electricity experience. *Utilities Policy*, 9(3), 107–130. [https://doi.org/10.1016/S0957-1787\(01\)00010-8](https://doi.org/10.1016/S0957-1787(01)00010-8)

Khetrapal, P., & Thakur, T. (2014). A Review of Benchmarking Approaches for Productivity and Efficiency Measurement in Electricity Distribution Sector. *International Journal of Electronics and Electrical Engineering*, 2(3), 214–221. <https://doi.org/10.12720/ijeee.2.3.214-221>

Kinnunen, K. (2005). Pricing of electricity distribution: An empirical efficiency study in Finland, Norway and Sweden. *Utilities Policy*, 13(1), 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2004.04.005>

Korhonen, P. J., & Syrjänen, M. J. (2003). Evaluation of Cost Efficiency in Finnish Electricity Distribution. *Annals of Operations Research*, 121(1–4), 105–122. <https://doi.org/10.1023/A:1023355202795>

Kumbhakar, S. C., & Hjalmarsson, L. (1998). Relative performance of public and private ownership under yardstick competition: electricity retail distribution. *European Economic Review*, 42(1), 97–122.

Lee, H., & Kim, C. (2012). A DEA-SERVQUAL approach to measurement and benchmarking of service quality. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 40, 756–762.

Liu, J. S., Lu, L. Y. Y., Lu, W. M., & Lin, B. J. Y. (2013). A survey of DEA applications. *Omega (United Kingdom)*, 41(5), 893–902. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2012.11.004>

Lovins, A. B. (2004). Energy Efficiency, Taxonomic Overview. *Encyclopedia of Energy*, 2, 383–401. <https://doi.org/10.1016/b0-12-176480-x/00167-4>

Madison, T. F., & Clancy, D. K. (2000). Downsizing and performance: an empirical study of the effects of competition and equity market pressure. *Advances in Management Accounting*, 9, 91–108.

Mishra, A. K., & Mishra, K. E. (1994). The role of mutual trust in effective downsizing strategies. *Human Resource Management*, 33(2), 261–279.





Mone, M. A. (1997). How we got along after the downsizing: Post-downsizing trust as a double-edged sword. *Public Administration Quarterly*, 309–336.

Mulyadi, M. (2011). Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif Serta Pemikiran Dasar Menggabungkannya. *Jurnal Studi Komunikasi Dan Media*, 15(1), 128–137. <https://doi.org/10.31445/jskm.2011.150106>

Mulyadi, S. (2014). *Ekonomi Sumber Daya Manusia Dalam Perspektif Pembangunan*. PT. Raja Grafindo Persada.

Neuberg, L. G. (1977). Two Issues in the Municipal Ownership of Electric Power Distribution Systems. *Bell J Econ*, 8(1), 303–323. <https://doi.org/10.2307/3003501>

Nguyen, H. O., Nguyen, H. Van, Chang, Y. T., Chin, A. T. H., & Tongzon, J. (2016). Measuring port efficiency using bootstrapped DEA: the case of Vietnamese ports. *Maritime Policy and Management*, 43(5), 644–659. <https://doi.org/10.1080/03088839.2015.1107922>

Nugroho, S. W. P., Sriyanto, S., & Chasanah, N. (2011). Analisis Efisiensi Distribusi Listrik Unit Pelayanan Jaringan Dengan Metode Data Envelopment Analysis (Dea) Studi Kasus Di Area Pelayanan Jaringan Kudus, PT. PIn (Persero). *J@ Ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 6(1), 47–56.

Numamaker, T. R. (1985). Using data envelopment analysis to measure the efficiency of non-profit organizations: A critical evaluation. *Managerial and Decision Economics*, 6(1), 50–58.

Patterson, M. G. (1996). What is energy efficiency? Concepts, indicators and methodological issues. *Energy Policy*, 24(5), 377–390. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(96\)00017-1](https://doi.org/10.1016/0301-4215(96)00017-1)

Perdiansyah, F., Tiara, E., Fitriana, N., Aziema, N., Maharani, P. P., & Khoerunnisa, F. (2021). *ASEAN Journal of Science and Engineering The Efficient Implementation of Hybrid Power Plants in Indonesia*. 1(2), 67–74.

PLN. (2019). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik PT PLN (Persero) 2019-2028*. [http://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download\\_index/files/5b16d-kepmen-esdm-no.-39-k-20-mem-2019-tentang-pengesahan-ruptl-pt-pln-2019-2028.pdf](http://gatrik.esdm.go.id/assets/uploads/download_index/files/5b16d-kepmen-esdm-no.-39-k-20-mem-2019-tentang-pengesahan-ruptl-pt-pln-2019-2028.pdf)

PT.PLN (Persero). (2019). Energi yang Diproduksi Pembangkit (GWh) per Provinsi. *Statistik PLN 2019*.

Puig-Junoy, J. (2000). Partitioning input cost efficiency into its allocative and technical components: An empirical DEA application to hospitals. *Socio-Economic Planning Sciences*, 34(3), 199–218. [https://doi.org/10.1016/S0038-0121\(99\)00024-5](https://doi.org/10.1016/S0038-0121(99)00024-5)

Sadjadi, S. J., & Omrani, H. (2008). Data envelopment analysis with uncertain data: An application for Iranian electricity distribution companies. *Energy Policy*, 36(11), 4247–4254. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.004>

Santos, S. P., Amado, C. A. F., & Rosado, J. R. (2011). Formative evaluation of





electricity distribution utilities using data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 62(7), 1298–1319. <https://doi.org/10.1057/jors.2010.66>

Scalzer, R. S., Rodrigues, A., da Silva Macedo, M. A., & Wanke, P. (2018). Insolvency of Brazilian electricity distributors: a DEA bootstrap approach. *Technological and Economic Development of Economy*, 24(2), 718–738.

Simab, M., & Haghifam, M. R. (2012). Quality performance based regulation through designing reward and penalty scheme for electric distribution companies. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 43(1), 539–545. <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2012.06.070>

Simar, L., & Wilson, P. W. (1998). Sensitivity analysis of efficiency scores: How to bootstrap in nonparametric frontier models. *Journal of Applied Statistics*, 44(1), 49–61.

Simar, L., & Wilson, P. W. (2000). A general methodology for bootstrapping in non-parametric frontier models. *Journal of Applied Statistics*, 27(6), 779–802. <https://doi.org/10.1080/02664760050081951>

Sinuany-Stern, Z., & Friedman, L. (1998). DEA and the discriminant analysis of ratios for ranking units. *European Journal of Operational Research*, 111(3), 470–478. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00313-5](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00313-5)

Suarez-Gonzalez, I. (2001). Downsizing strategy: Does it really improve organizational performance? *International Journal of Management*, 18(3), 301–307.

Sumanth, D. J. (1984). *Productivity Engineering and Management: Productivity Measurement, Evaluation, Planning, and Improvement in Manufacturing and Service Organizations*.

Thakur, T., Deshmukh, S. G., & Kaushik, S. C. (2006). Efficiency evaluation of the state owned electric utilities in India. *Energy Policy*, 34(17), 2788–2804. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.03.022>

Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika edisi ke-3*. Gramedia Pustaka Utama.

Westerman, J. G., & Sherden, W. A. (1991). Moving beyond lean and mean. *The Journal of Business Strategy*, 12(5), 12.

Yang, C., & Lu, W. M. (2006). Assessing the performance and finding the benchmarks of the electricity distribution districts of Taiwan Power Company. *IEEE Transactions on Power Systems*, 21(2), 853–861.

Yu, W., Jansab, T., & Pollitt, M. G. (2007). Incorporating the Price of Quality in Efficiency Analysis: The Case of Electricity Distribution Regulation in the UK. *In the UK EPRG Working Papers No.*, 1–46. <http://www.dspace.cam.ac.uk/handle/1810/194716>

Zaluchu, S. E. (2020). Strategi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif di Dalam Penelitian Agama. *Evangelikal: Jurnal Teologi Injili Dan Pembinaan Warga Jemaat*, 4, 28–38.

Zhu, J. (2004). Imprecise DEA via standard linear DEA models with a revisit to a





Korean mobile telecommunication company. *Operations Research*, 52(2), 323–329. <https://doi.org/10.1287/opre.1030.0072>



## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Hasil Analisis DEA Bootstrap 2010**

DMU	DEA Konvensional	DEA Bootstrap	Bias	Selang Kepercayaan	
				BB	BA
Aceh	0,6057	0,5110	-3,2679	0,4385	0,5973
Sumatera Utara	0,6910	0,6083	-5,0793	0,5214	0,6808
Sumatera Barat	0,7974	0,6757	-4,4287	0,5611	0,7852
Riau	0,7008	0,6228	-5,5957	0,5506	0,6913
Kepulauan Riau	1,0000	0,7772	-3,4892	0,6410	0,9836
Sumatera Selatan	0,9074	0,8208	-8,6048	0,7542	0,8952
Jambi	0,5100	0,4264	-2,6007	0,3607	0,5029
Bengkulu	0,5842	0,4935	-3,1794	0,4064	0,5764
Kep. Bangka Belitung	0,5348	0,4921	-6,1741	0,4596	0,5272
Lampung	1,0000	0,8005	-4,0133	0,6654	0,9821
Kalimantan Barat	0,4720	0,4321	-5,1138	0,3928	0,4670
Kalimantan Selatan	0,7212	0,6743	-10,359	0,6184	0,7149
Kalimantan Tengah	0,6109	0,5608	-6,8381	0,5196	0,6032
Kalimantan timur utara	0,6871	0,6165	-5,9952	0,5596	0,6768
Sulawesi utara	0,5134	0,4749	-6,3365	0,4380	0,5061
Gorontalo	0,5467	0,4716	-3,4305	0,4108	0,5380
Sulawesi Tengah	0,4886	0,4602	-7,8958	0,4289	0,4838
Sulawesi Selatan	0,7616	0,6968	-8,1969	0,6262	0,7531
Sulawesi Tenggara	0,4360	0,3878	-3,5110	0,3451	0,4286
Sulawesi Barat	1,0000	0,7764	-3,4719	0,6420	0,9859
Maluku	0,6076	0,5724	-9,8611	0,5377	0,6000
Maluku Utara	0,6730	0,6031	-5,8054	0,5376	0,6646
Papua	0,5662	0,5257	-7,3503	0,4893	0,5600
Papua Barat	0,8953	0,7519	-4,6940	0,6199	0,8836
Bali	0,8764	0,7713	-6,4299	0,6753	0,8633
NTB	0,7585	0,7132	-11,942	0,6671	0,7499
NTT	0,4800	0,4367	-4,8490	0,3965	0,4724
Jawa Timur	1,0000	0,8335	-5,0056	0,6970	0,9836
Jawa Tengah	1,0000	0,7918	-3,8029	0,6589	0,9858
DI Yogyakarta	1,0000	0,7780	-3,5053	0,6416	0,9850
Jawa Barat	1,0000	0,7832	-3,6129	0,6515	0,9858
Banten	0,8184	0,6833	-4,1384	0,5587	0,8086
Jakarta Raya	1,0000	0,7779	-3,5032	0,6460	0,9852



Lampiran 2. Hasil Analisis DEA Bootstrap 2011

DMU	DEA	DEA	Bias	Selang Kepercayaan	
	Konvensional	Bootstrap		BB	BA
Aceh	0,5915	0,4924	-2,9393	0,4267	0,5809
Sumatera Utara	0,6370	0,5489	-3,9697	0,4787	0,6281
Sumatera Barat	0,7294	0,6014	-3,4263	0,5089	0,7176
Riau	0,6811	0,5919	-4,5162	0,5227	0,6708
Kepulauan Riau	1,0000	0,7725	-3,3947	0,6504	0,9842
Sumatera Selatan	0,8929	0,8243	-10,727	0,7491	0,8832
Jambi	0,7277	0,6046	-3,5729	0,5162	0,7145
Bengkulu	0,6640	0,5537	-3,3344	0,4661	0,6539
Kep. Bangka Belitung	0,5959	0,5398	-5,7279	0,5021	0,5867
Lampung	1,0000	0,7829	-3,6071	0,6614	0,9833
Kalimantan Barat	0,4753	0,4217	-3,7362	0,3800	0,4681
Kalimantan Selatan	0,6421	0,5819	-6,2004	0,5296	0,6341
Kalimantan Tengah	0,6030	0,5517	-6,4847	0,5102	0,5950
Kalimantan timur utara	0,6853	0,6184	-6,3382	0,5590	0,6773
Sulawesi utara	0,6883	0,6260	-6,9151	0,5820	0,6773
Gorontalo	0,5174	0,4421	-3,0340	0,3837	0,5099
Sulawesi Tengah	0,4573	0,4221	-5,4882	0,3912	0,4515
Sulawesi Selatan	0,6998	0,6191	-5,3664	0,5530	0,6923
Sulawesi Tenggara	0,4929	0,4428	-4,3608	0,3993	0,4863
Sulawesi Barat	1,0000	0,7739	-3,4224	0,6491	0,9815
Maluku	0,5778	0,5380	-7,8160	0,4986	0,5716
Maluku Utara	0,6625	0,5901	-5,4008	0,5261	0,6525
Papua	0,5840	0,5298	-5,7095	0,4845	0,5754
Papua Barat	0,6505	0,5617	-4,1115	0,4942	0,6404
Bali	0,7557	0,6735	-6,1923	0,6086	0,7467
NTB	0,9332	0,8667	-12,169	0,8039	0,9215
NTT	0,5244	0,4870	-6,8389	0,4520	0,5180
Jawa Timur	1,0000	0,8232	-4,6576	0,7005	0,9827
Jawa Tengah	1,0000	0,7992	-3,9811	0,6735	0,9816
DI Yogyakarta	1,0000	0,7756	-3,4569	0,6514	0,9843
Jawa Barat	1,0000	0,7769	-3,4815	0,6518	0,9871
Banten	0,5542	0,4616	-2,7617	0,3835	0,5469
Jakarta Raya	1,0000	0,7759	-3,4622	0,6482	0,9859



Lampiran 3. Hasil Analisis DEA Bootstrap 2012

DMU	DEA		Bias	Selang Kepercayaan	
	Konvensional	Bootstrap		BB	BA
Aceh	0,6492	0,5633	-4,236	0,4842	0,6426
Sumatera Utara	0,6801	0,6065	-5,558	0,5323	0,6728
Sumatera Barat	0,7787	0,6696	-4,822	0,5710	0,7701
Riau	0,7255	0,6502	-6,345	0,5813	0,7183
Kepulauan Riau	1,0000	0,8068	-4,112	0,6399	0,9873
Sumatera Selatan	0,8994	0,8297	-10,69	0,7604	0,8895
Jambi	0,4786	0,4146	-3,099	0,3528	0,4721
Bengkulu	0,8489	0,7404	-5,873	0,6398	0,8386
Kep. Bangka Belitung	0,6825	0,6345	-9,061	0,5973	0,6753
Lampung	1,0000	0,8118	-4,303	0,6686	0,9908
Kalimantan Barat	0,5594	0,5130	-6,138	0,4654	0,5537
Kalimantan Selatan	0,7092	0,6526	-8,352	0,6106	0,6988
Kalimantan Tengah	0,6394	0,5938	-8,232	0,5572	0,6326
Kalimantan timur utara	0,7401	0,6807	-8,773	0,6252	0,7308
Sulawesi utara	0,7436	0,6986	-11,64	0,6616	0,7341
Gorontalo	0,6155	0,5541	-5,523	0,4991	0,6082
Sulawesi Tengah	0,4159	0,3856	-5,366	0,3573	0,4107
Sulawesi Selatan	0,7376	0,6739	-7,947	0,6173	0,7287
Sulawesi Tenggara	0,4955	0,4545	-5,543	0,4125	0,4899
Sulawesi Barat	1,0000	0,8078	-4,147	0,6458	0,9889
Maluku	0,6370	0,5905	-8,111	0,5541	0,6301
Maluku Utara	0,7743	0,6970	-6,860	0,6179	0,7667
Papua	0,6056	0,5539	-6,496	0,5170	0,5988
Papua Barat	0,9536	0,8265	-6,206	0,6986	0,9434
Bali	0,8013	0,7288	-8,231	0,6662	0,7920
NTB	1,0000	0,9020	-9,370	0,8435	0,9870
NTT	0,6622	0,6063	-7,357	0,5631	0,6555
Jawa Timur	1,0000	0,8473	-5,615	0,7264	0,9911
Jawa Tengah	1,0000	0,8235	-4,597	0,6869	0,9896
DI Yogyakarta	1,0000	0,8064	-4,187	0,6407	0,9887
Jawa Barat	1,0000	0,8076	-4,231	0,6591	0,9875
Banten	1,0000	0,8431	-5,515	0,7244	0,9894
Jakarta Raya	1,0000	0,8035	-4,148	0,6435	0,9875



Lampiran 4. Hasil Analisis DEA Bootstrap 2013

DMU	DEA		Bias	Selang Kepercayaan	
	Konvensional	Bootstrap		BB	BA
Aceh	0,6270	0,5429	-4,076	0,4674	0,6211
Sumatera Utara	0,6478	0,5769	-5,232	0,5045	0,6422
Sumatera Barat	0,9240	0,8007	-5,946	0,6945	0,9161
Riau	0,6775	0,5880	-4,456	0,5181	0,6710
Kepulauan Riau	1,0000	0,8075	-4,174	0,6710	0,9890
Sumatera Selatan	0,6554	0,6084	-8,599	0,5519	0,6486
Jambi	0,7299	0,6439	-5,582	0,5617	0,7229
Bengkulu	0,7947	0,6865	-5,035	0,5864	0,7857
Kep. Bangka Belitung	0,6628	0,6114	-7,905	0,5709	0,6556
Lampung	1,0000	0,8075	-4,272	0,6791	0,9895
Kalimantan Barat	0,5213	0,4626	-4,053	0,4162	0,5152
Kalimantan Selatan	0,6625	0,6026	-6,725	0,5569	0,6576
Kalimantan Tengah	0,6352	0,5884	-8,138	0,5517	0,6283
Kalimantan timur utara	0,6654	0,6044	-6,657	0,5550	0,6590
Sulawesi utara	0,7217	0,6737	-10,36	0,6341	0,7136
Gorontalo	0,7616	0,6701	-5,561	0,5943	0,7550
Sulawesi Tengah	0,6342	0,5752	-6,270	0,5334	0,6286
Sulawesi Selatan	0,7138	0,6465	-6,789	0,5858	0,7071
Sulawesi Tenggara	0,4981	0,4555	-5,402	0,4075	0,4930
Sulawesi Barat	1,0000	0,8056	-4,194	0,6702	0,9900
Maluku	0,6461	0,5951	-7,673	0,5527	0,6386
Maluku Utara	0,6679	0,6046	-6,283	0,5367	0,6616
Papua	0,6558	0,5971	-6,762	0,5492	0,6483
Papua Barat	0,9634	0,8372	-6,486	0,7195	0,9521
Bali	0,7882	0,7105	-7,255	0,6456	0,7792
NTB	1,0000	0,8766	-7,148	0,8037	0,9890
NTT	0,5686	0,5103	-5,012	0,4632	0,5623
Jawa Timur	1,0000	0,8488	-5,601	0,7326	0,9880
Jawa Tengah	1,0000	0,8176	-4,420	0,6874	0,9902
DI Yogyakarta	1,0000	0,8089	-4,262	0,6730	0,9899
Jawa Barat	1,0000	0,8121	-4,140	0,6794	0,9897
Banten	1,0000	0,8402	-5,230	0,7293	0,9876
Jakarta Raya	1,0000	0,8102	-4,270	0,6716	0,9892



Lampiran 5. Hasil Analisis DEA Bootstrap 2014

DMU	DEA Konvensional	DEA Bootstrap	Bias	Selang Kepercayaan	
				BB	BA
Aceh	0,6653	0,5751	-4,2149	0,5068	0,6547
Sumatera Utara	0,6400	0,5583	-4,4313	0,4821	0,6318
Sumatera Barat	0,8307	0,7098	-4,8481	0,6109	0,8181
Riau	0,6126	0,5149	-3,2213	0,4461	0,6036
Kepulauan Riau	1,0000	0,7879	-3,6465	0,6137	0,9851
Sumatera Selatan	0,8921	0,8219	-10,707	0,7519	0,8800
Jambi	0,3327	0,2827	-1,8329	0,2373	0,3275
Bengkulu	0,6278	0,5317	-3,4042	0,4356	0,6200
Kep. Bangka Belitung	0,6567	0,6001	-6,9265	0,5559	0,6471
Lampung	1,0000	0,7843	-3,7074	0,6386	0,9838
Kalimantan Barat	0,4864	0,4358	-4,1169	0,3961	0,4797
Kalimantan Selatan	0,6325	0,5789	-6,8105	0,5357	0,6236
Kalimantan Tengah	0,6094	0,5636	-7,4142	0,5263	0,6009
Kalimantan timur utara	0,4732	0,4233	-3,9581	0,3804	0,4672
Sulawesi utara	0,8559	0,7625	-6,8633	0,6878	0,8447
Gorontalo	0,8376	0,7136	-4,7168	0,5992	0,8247
Sulawesi Tengah	0,4420	0,4075	-5,1601	0,3797	0,4359
Sulawesi Selatan	0,7192	0,6439	-6,1402	0,5828	0,7099
Sulawesi Tenggara	0,5468	0,4893	-4,5709	0,4431	0,5392
Sulawesi Barat	1,0000	0,7870	-3,6256	0,6175	0,9874
Maluku	0,5536	0,5046	-5,6731	0,4690	0,5475
Maluku Utara	0,6465	0,5713	-4,8894	0,5013	0,6378
Papua	0,6797	0,6198	-6,8908	0,5727	0,6709
Papua Barat	0,9097	0,7847	-5,5116	0,6610	0,8969
Bali	0,7796	0,6861	-5,5622	0,6041	0,7685
NTB	1,0000	0,8968	-8,6787	0,8377	0,9879
NTT	0,5505	0,5020	-5,5564	0,4571	0,5440
Jawa Timur	1,0000	0,8359	-5,0773	0,7035	0,9869
Jawa Tengah	1,0000	0,8072	-4,2345	0,6664	0,9857
DI Yogyakarta	1,0000	0,7862	-3,6179	0,6237	0,9847
Jawa Barat	1,0000	0,7905	-3,6866	0,6407	0,9854
Banten	0,9506	0,8179	-5,8158	0,7043	0,9387
Jakarta Raya	1,0000	0,7847	-3,6427	0,6150	0,9869



Lampiran 6. Hasil Analisis DEA Bootstrap 2015

DMU	DEA Konvensional	DEA Bootstrap	Bias	Selang Kepercayaan	
				BB	BA
Aceh	0,6166	0,5342	-4,0140	0,4650	0,6075
Sumatera Utara	0,5756	0,4984	-3,6706	0,4250	0,5673
Sumatera Barat	0,8187	0,6983	-4,8062	0,6005	0,8054
Riau	0,5851	0,4884	-2,9567	0,4145	0,5788
Kepulauan Riau	1,0000	0,7805	-3,5303	0,6149	0,9863
Sumatera Selatan	0,8441	0,7847	-11,0807	0,7212	0,8338
Jambi	0,4669	0,3984	-2,6976	0,3325	0,4628
Bengkulu	1,0000	0,8344	-5,0357	0,7202	0,9865
Kep. Bangka Bel.	0,3381	0,2970	-2,453	0,2601	0,3346
Lampung	1,0000	0,7826	-3,5556	0,6357	0,9870
Kalimantan Barat	0,4191	0,3645	-2,8085	0,3280	0,4122
Kalimantan Selatan	0,6041	0,5587	-7,3441	0,5126	0,5958
Kalimantan Tengah	0,5621	0,5138	-6,0293	0,4673	0,5544
Kalimantan timur	0,6887	0,6274	-7,0430	0,5706	0,6772
utara	0,6534	0,6070	-8,5978	0,5637	0,6426
Sulawesi utara	1,0000	0,7839	-3,7049	0,6429	0,9840
Gorontalo	0,4663	0,4315	-5,7810	0,3982	0,4604
Sulawesi Tengah	0,6957	0,6267	-6,3217	0,5631	0,6849
Sulawesi Selatan	0,4807	0,4157	-3,0806	0,3562	0,4747
Sulawesi Tenggara	1,0000	0,7854	-3,5375	0,6233	0,9861
Sulawesi Barat	0,5765	0,5331	-7,0791	0,4953	0,5681
Maluku	0,7316	0,6470	-5,5600	0,5574	0,7226
Maluku Utara	0,6846	0,6291	-7,7768	0,5825	0,6746
Papua	0,7985	0,7069	-6,2180	0,6074	0,7886
Papua Barat	0,7426	0,6443	-4,9670	0,5579	0,7319
Bali	1,0000	0,9199	-11,5608	0,8524	0,9863
NTB	0,4996	0,4495	-4,5121	0,4041	0,4944
NTT	1,0000	0,8393	-5,1896	0,6997	0,9843
Jawa Timur	1,0000	0,7999	-3,9954	0,6605	0,9853
Jawa Tengah	1,0000	0,7765	-3,4437	0,6123	0,9846
DI Yogyakarta	1,0000	0,7883	-3,6150	0,6368	0,9878
Jawa Barat	1,0000	0,8577	-5,9905	0,7401	0,9857
Banten	1,0000	0,7766	-3,5511	0,6151	0,9865
Jakarta Raya	1,0000				



Lampiran 7. Hasil Analisis DEA Bootstrap 2016

DMU	DEA Konvensional	DEA Bootstrap	Bias	Selang Kepercayaan	
				BB	BA
Aceh	0,6018	0,5169	-3,624	0,4351	0,5949
Sumatera Utara	0,6748	0,5655	-3,591	0,4743	0,6661
Sumatera Barat	0,7074	0,6017	-4,083	0,5042	0,6970
Riau	0,5952	0,5069	-3,332	0,4255	0,5871
Kepulauan Riau	1,0000	0,7797	-3,478	0,6280	0,9886
Sumatera Selatan	0,8521	0,7901	-11,18	0,7197	0,8420
Jambi	0,3919	0,3317	-2,159	0,2709	0,3862
Bengkulu	0,7661	0,6500	-4,204	0,5400	0,7556
Kep. Bangka Belitung	0,5078	0,4536	-4,259	0,4134	0,5007
Lampung	1,0000	0,7788	-3,485	0,6361	0,9843
Kalimantan Barat	0,4316	0,3815	-3,312	0,3459	0,4265
Kalimantan Selatan	0,5842	0,5346	-6,383	0,4884	0,5774
Kalimantan Tengah	0,5405	0,4812	-4,343	0,4288	0,5327
Kalimantan timur utara	0,6710	0,5959	-5,264	0,5398	0,6601
Sulawesi utara	0,5493	0,5082	-6,810	0,4727	0,5425
Gorontalo	0,9821	0,8239	-5,227	0,6763	0,9670
Sulawesi Tengah	0,4654	0,4293	-5,542	0,3974	0,4597
Sulawesi Selatan	0,6824	0,6190	-6,837	0,5556	0,6729
Sulawesi Tenggara	0,4822	0,4258	-3,622	0,3735	0,4768
Sulawesi Barat	1,0000	0,7751	-3,512	0,6273	0,9849
Maluku	0,6241	0,5798	-8,158	0,5363	0,6170
Maluku Utara	0,9186	0,7893	-5,750	0,6673	0,9083
Papua	0,4801	0,4395	-5,137	0,4054	0,4729
Papua Barat	0,8582	0,7679	-7,434	0,6651	0,8478
Bali	0,9022	0,7725	-5,495	0,6855	0,8893
NTB	1,0000	0,9164	-10,97	0,8460	0,9846
NTT	0,4645	0,4209	-4,489	0,3839	0,4595
Jawa Timur	1,0000	0,8243	-4,648	0,6826	0,9878
Jawa Tengah	1,0000	0,7765	-3,564	0,6347	0,9842
DI Yogyakarta	1,0000	0,7773	-3,464	0,6277	0,9856
Jawa Barat	1,0000	0,7862	-3,671	0,6479	0,9848
Banten	1,0000	0,7760	-3,557	0,6474	0,9851
Jakarta Raya	1,0000	0,7758	-3,445	0,6280	0,9873



Lampiran 8. Hasil Analisis DEA Bootstrap 2017

DMU	DEA		Bias	Selang Kepercayaan	
	Konvensional	Bootstrap		BB	BA
Aceh	0,6175	0,5288	-3,6337	0,4456	0,6082
Sumatera Utara	0,6105	0,5347	-4,2069	0,4559	0,6013
Sumatera Barat	0,8135	0,6848	-4,2896	0,5713	0,8028
Riau	0,7140	0,5990	-3,7236	0,5121	0,7050
Kepulauan Riau	1,0000	0,7729	-3,4111	0,6251	0,9834
Sumatera Selatan	0,8346	0,7681	-9,6467	0,7059	0,8217
Jambi	0,6745	0,5814	-4,2681	0,4868	0,6653
Bengkulu	0,4688	0,3922	-2,4413	0,3138	0,4639
Kep. Bangka Belitung	0,4437	0,3939	-3,5624	0,3489	0,4380
Lampung	1,0000	0,7754	-3,4384	0,6335	0,9809
Kalimantan Barat	0,4979	0,4482	-4,4437	0,4050	0,4917
Kalimantan Selatan	0,5788	0,5257	-5,7063	0,4857	0,5698
Kalimantan Tengah	0,5652	0,5194	-6,4437	0,4717	0,5582
Kalimantan timur utara	0,7141	0,6535	-7,7460	0,5978	0,7048
Sulawesi utara	0,6099	0,5620	-7,2678	0,5166	0,6022
Gorontalo	1,0000	0,7696	-3,3841	0,6271	0,9831
Sulawesi Tengah	0,4692	0,4260	-4,6428	0,3921	0,4610
Sulawesi Selatan	0,6702	0,5967	-5,3010	0,5322	0,6601
Sulawesi Tenggara	0,5276	0,4741	-4,7228	0,4152	0,5214
Sulawesi Barat	1,0000	0,7720	-3,3542	0,6283	0,9826
Maluku	0,4431	0,4025	-4,4890	0,3670	0,4366
Maluku Utara	0,8188	0,7120	-5,6075	0,6200	0,8059
Papua	0,3870	0,3545	-4,3052	0,3224	0,3824
Papua Barat	0,6272	0,5394	-3,8933	0,4640	0,6197
Bali	0,7290	0,6128	-3,8168	0,5350	0,7169
NTB	1,0000	0,8909	-8,1596	0,8135	0,9829
NTT	0,4893	0,4403	-4,3563	0,3939	0,4845
Jawa Timur	1,0000	0,8202	-4,4493	0,6837	0,9826
Jawa Tengah	1,0000	0,7769	-3,3999	0,6425	0,9832
DI Yogyakarta	1,0000	0,7747	-3,4178	0,6288	0,9865
Jawa Barat	1,0000	0,7825	-3,5398	0,6399	0,9859
Banten	1,0000	0,7726	-3,4752	0,6443	0,9865
Jakarta Raya	1,0000	0,7772	-3,5081	0,6492	0,9870



Lampiran 9. Hasil Analisis DEA Bootstrap 2018

DMU	DEA		Bias	Selang Kepercayaan	
	Konvensional	Bootstrap		BB	BA
Aceh	0,6251	0,5317	-3,487	0,4501	0,6163
Sumatera Utara	0,5962	0,5188	-4,157	0,4413	0,5897
Sumatera Barat	0,7840	0,6580	-4,108	0,5504	0,7705
Riau	0,7633	0,6455	-4,117	0,5560	0,7523
Kepulauan Riau	1,0000	0,7662	-3,377	0,6120	0,9840
Sumatera Selatan	0,9391	0,8605	-10,46	0,7841	0,9278
Jambi	0,4062	0,3392	-2,052	0,2700	0,4019
Bengkulu	0,7058	0,6015	-4,104	0,5054	0,6963
Kep. Bangka Belitung	0,4455	0,3927	-3,349	0,3494	0,4404
Lampung	1,0000	0,7739	-3,421	0,6285	0,9867
Kalimantan Barat	0,4675	0,4081	-3,242	0,3662	0,4617
Kalimantan Selatan	0,5928	0,5470	-7,181	0,5040	0,5842
Kalimantan Tengah	0,5595	0,4982	-4,572	0,4375	0,5535
Kalimantan timur utara	0,7045	0,6336	-6,297	0,5757	0,6959
Sulawesi utara	0,6151	0,5592	-6,286	0,5092	0,6078
Gorontalo	1,0000	0,7689	-3,401	0,6144	0,9849
Sulawesi Tengah	0,4619	0,4232	-5,087	0,3862	0,4561
Sulawesi Selatan	0,6505	0,5821	-5,731	0,5187	0,6403
Sulawesi Tenggara	0,5067	0,4315	-2,890	0,3633	0,5013
Sulawesi Barat	1,0000	0,7661	-3,314	0,6134	0,9848
Maluku	0,6002	0,5516	-6,921	0,4963	0,5934
Maluku Utara	0,5902	0,5104	-3,826	0,4392	0,5802
Papua	0,3477	0,3185	-3,856	0,2894	0,3451
Papua Barat	0,7349	0,6304	-4,499	0,5300	0,7238
Bali	0,7654	0,6455	-4,077	0,5643	0,7534
NTB	1,0000	0,9164	-11,15	0,8372	0,9861
NTT	0,4413	0,3835	-2,940	0,3424	0,4347
Jawa Timur	1,0000	0,8163	-4,599	0,6761	0,9856
Jawa Tengah	1,0000	0,7675	-3,398	0,6321	0,9846
DI Yogyakarta	1,0000	0,7680	-3,301	0,6144	0,9854
Jawa Barat	1,0000	0,7754	-3,571	0,6372	0,9820
Banten	1,0000	0,7749	-3,469	0,6410	0,9835
Jakarta Raya	1,0000	0,7761	-3,448	0,6354	0,9873



Lampiran 10. Hasil Analisis DEA Bootstrap 2019

DMU	DEA		Bias	Selang Kepercayaan	
	Konvensional	Bootstrap		BB	BA
Aceh	0,6152	0,5227	-3,5104	0,4396	0,6056
Sumatera Utara	0,5867	0,5116	-4,0494	0,4312	0,5814
Sumatera Barat	0,6859	0,5702	-3,4525	0,4753	0,6761
Riau	0,7267	0,6073	-3,7728	0,5182	0,7133
Kepulauan Riau	1,0000	0,7665	-3,2176	0,6249	0,9827
Sumatera Selatan	0,8278	0,7634	-9,7852	0,6955	0,8167
Jambi	0,6518	0,5459	-3,4374	0,4572	0,6386
Bengkulu	0,4725	0,3946	-2,3951	0,3194	0,4667
Kep. Bangka Belitung	0,4300	0,3791	-3,1693	0,3349	0,4249
Lampung	1,0000	0,7712	-3,4075	0,6326	0,9850
Kalimantan Barat	0,4720	0,4172	-3,6538	0,3786	0,4642
Kalimantan Selatan	0,5984	0,5539	-7,4520	0,5095	0,5898
Kalimantan Tengah	0,5551	0,4990	-4,8619	0,4360	0,5492
Kalimantan timur utara	0,7270	0,6497	-5,8930	0,5849	0,7143
Sulawesi utara	0,5695	0,5073	-4,5664	0,4519	0,5601
Gorontalo	1,0000	0,7668	-3,2979	0,6229	0,9858
Sulawesi Tengah	0,4825	0,4453	-5,6872	0,4066	0,4762
Sulawesi Selatan	0,6405	0,5782	-5,9813	0,5109	0,6306
Sulawesi Tenggara	0,4914	0,4334	-3,6869	0,3644	0,4869
Sulawesi Barat	1,0000	0,7667	-3,2881	0,6222	0,9846
Maluku	0,4497	0,4117	-4,8211	0,3721	0,4440
Maluku Utara	0,8290	0,7197	-5,4390	0,6235	0,8185
Papua	0,3823	0,3504	-4,1316	0,3184	0,3779
Papua Barat	0,6151	0,5264	-3,6303	0,4454	0,6066
Bali	0,7714	0,6495	-4,0938	0,5739	0,7601
NTB	1,0000	0,9215	-11,652	0,8488	0,9828
NTT	0,4690	0,4169	-3,7330	0,3748	0,4624
Jawa Timur	1,0000	0,8182	-4,5488	0,6779	0,9867
Jawa Tengah	1,0000	0,7706	-3,3532	0,6379	0,9860
DI Yogyakarta	1,0000	0,7674	-3,2885	0,6265	0,9848
Jawa Barat	1,0000	0,7751	-3,5050	0,6397	0,9854
Banten	1,0000	0,7708	-3,3006	0,6436	0,9860
Jakarta Raya	1,0000	0,7732	-3,2763	0,6338	0,9882





Lampiran 11. Benchmarking 2010

	L5	L10	L20	L28	L29	L30	L31	L33
Aceh	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
Sumatera Utara	0,00	0,00	0,49	0,14	0,31	0,00	0,07	0,00
Sumatera Barat	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,07	0,01	0,00
Riau	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,24	0,06	0,01
Kepulauan Riau	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumsel	0,85	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00
Jambi	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,49	0,00	0,01
Bengkulu	0,00	0,00	0,60	0,00	0,01	0,39	0,00	0,00
Kep. Bangka B.	0,04	0,00	0,94	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00
Lampung	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalbar	0,00	0,00	0,83	0,00	0,15	0,00	0,01	0,00
Kalsel	0,00	0,00	0,87	0,01	0,13	0,00	0,00	0,00
Kalteng	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00
Kaltimut	0,54	0,00	0,38	0,05	0,00	0,00	0,03	0,00
Sulawesi utara	0,00	0,00	0,90	0,02	0,08	0,00	0,00	0,00
Gorontalo	0,00	0,00	0,92	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00
Sulteng	0,00	0,00	0,92	0,01	0,08	0,00	0,00	0,00
Sulsel	0,00	0,00	0,77	0,02	0,19	0,00	0,02	0,00
Sulteng	0,00	0,00	0,85	0,00	0,04	0,11	0,01	0,00
Sulawesi Barat	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku	0,00	0,00	0,97	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00
Maluku Utara	0,00	0,00	0,99	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Papua	0,08	0,00	0,90	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00
Papua Barat	0,22	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bali	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,03	0,09	0,02
NTB	0,00	0,00	0,94	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00
NTT	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,34	0,03	0,00
Jawa Timur	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Tengah	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
DIY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Jawa Barat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Banten	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25
Jakarta Raya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00





## Lampiran 12. Benchmarking 2011

	L5	L10	L20	L28	L29	L30	L31	L33
Aceh	0,00	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00
Sumatera Utara	0,00	0,00	0,02	0,00	0,12	0,00	0,00	0,86
Sumatera Barat	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
Riau	0,00	0,54	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10
Kepulauan Riau	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumsel	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
Jambi	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,57	0,00	0,01
Bengkulu	0,00	0,00	0,58	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00
Kep. Bangka B.	0,03	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
Lampung	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalbar	0,00	0,40	0,35	0,00	0,00	0,05	0,00	0,21
Kalsel	0,00	0,04	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,28
Kalteng	0,00	0,13	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
Kaltimut	0,55	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
Sulawesi utara	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
Gorontalo	0,00	0,00	0,87	0,00	0,01	0,13	0,00	0,00
Sulteng	0,00	0,08	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16
Sulsel	0,21	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49
Sulteng	0,00	0,00	0,70	0,00	0,01	0,24	0,00	0,05
Sulawesi Barat	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku	0,13	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
Maluku Utara	0,08	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Papua	0,08	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Papua Barat	0,09	0,00	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
Bali	0,23	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26
NTB	0,00	0,05	0,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
NTT	0,00	0,11	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
Jawa Timur	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Tengah	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
DIY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Jawa Barat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Banten	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39
Jakarta Raya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00





## Lampiran 13. Benchmarking 2012

	L5	L10	L20	L26	L28	L29	L30	L31	L32	L33
Aceh	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
Sumatera Utara	0,17	0,00	0,00	0,32	0,14	0,33	0,00	0,00	0,00	0,04
Sumatera Barat	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,02
Riau	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,09
Kepulauan Riau	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumsel	0,83	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jambi	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,57	0,01	0,00	0,01
Bengkulu	0,00	0,00	0,67	0,02	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00
Kep. Bangka B.	0,00	0,00	0,77	0,19	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01
Lampung	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalbar	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,74	0,03	0,00	0,06
Kalsel	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,01
Kalteng	0,05	0,00	0,69	0,22	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Kaltimut	0,27	0,00	0,33	0,32	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,04
Sulawesi utara	0,22	0,00	0,24	0,52	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Gorontalo	0,00	0,00	0,86	0,07	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00
Sulteng	0,00	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,32	0,01	0,00	0,04
Sulsel	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,04
Sulteng	0,00	0,00	0,52	0,16	0,00	0,02	0,31	0,00	0,00	0,00
Sulawesi Barat	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku	0,13	0,00	0,49	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku Utara	0,06	0,00	0,84	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Papua	0,07	0,00	0,63	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Papua Barat	0,14	0,00	0,85	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bali	0,00	0,00	0,32	0,51	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,08
NTB	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NTT	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
Jawa Timur	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Tengah	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DIY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Barat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Banten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Jakarta Raya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00



Lampiran 14. Benchmarking 2013

	L5	L10	L20	L26	L28	L29	L30	L31	L32	L33
Aceh	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05
Sumatera Utara	0,00	0,00	0,00	0,48	0,11	0,35	0,00	0,00	0,00	0,05
Sumatera Barat	0,00	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	0,02
Riau	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,02	0,00	0,08
Kepulauan Riau	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumsel	0,00	0,00	0,00	0,81	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
Jambi	0,00	0,00	0,23	0,20	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00
Bengkulu	0,00	0,00	0,61	0,01	0,00	0,00	0,39	0,00	0,00	0,00
Kep. Bangka B.	0,00	0,00	0,74	0,17	0,00	0,01	0,07	0,00	0,00	0,01
Lampung	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalbar	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,03	0,00	0,09
Kalsel	0,00	0,00	0,01	0,83	0,00	0,06	0,09	0,00	0,00	0,02
Kalteng	0,00	0,00	0,75	0,21	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01
Kaltimut	0,00	0,00	0,16	0,76	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,08
Sulawesi utara	0,00	0,00	0,45	0,52	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02
Gorontalo	0,00	0,00	0,89	0,10	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Sulteng	0,18	0,00	0,06	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulsel	0,00	0,00	0,00	0,77	0,02	0,13	0,00	0,00	0,00	0,09
Sulteng	0,00	0,00	0,50	0,16	0,00	0,02	0,33	0,00	0,00	0,00
Sulawesi Barat	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku	0,18	0,00	0,50	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku Utara	0,05	0,00	0,83	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Papua	0,10	0,00	0,63	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Papua Barat	0,14	0,00	0,84	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bali	0,00	0,00	0,40	0,35	0,00	0,05	0,12	0,00	0,00	0,08
NTB	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NTT	0,00	0,00	0,00	0,70	0,00	0,00	0,29	0,01	0,00	0,01
Jawa Timur	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Tengah	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DIY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Barat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Banten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Jakarta Raya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00





## Lampiran 15. Benchmarking 2014

	L5	L10	L20	L26	L28	L29	L30	L31	L33
Aceh	0,00	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,02	0,08
Sumatera Utara	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,47	0,00	0,00	0,08
Sumatera Barat	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,00	0,05
Riau	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34	0,03	0,03
Kepulauan Riau	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumsel	0,00	0,00	0,00	0,85	0,00	0,11	0,00	0,00	0,04
Jambi	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96	0,01	0,01
Bengkulu	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00
Kep. Bangka B.	0,00	0,00	0,83	0,14	0,00	0,02	0,00	0,00	0,01
Lampung	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalbar	0,00	0,00	0,00	0,13	0,00	0,06	0,71	0,00	0,09
Kalsel	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	0,06	0,25	0,00	0,02
Kalteng	0,00	0,00	0,56	0,31	0,00	0,02	0,10	0,00	0,01
Kaltimut	0,00	0,00	0,49	0,31	0,00	0,10	0,00	0,00	0,09
Sulawesi utara	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,05	0,76	0,00	0,04
Gorontalo	0,00	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00
Sulteng	0,00	0,00	0,00	0,72	0,00	0,02	0,25	0,00	0,00
Sulsel	0,00	0,00	0,00	0,39	0,00	0,12	0,37	0,00	0,12
Sulteng	0,00	0,00	0,72	0,10	0,00	0,04	0,15	0,00	0,00
Sulawesi Barat	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku	0,04	0,00	0,57	0,39	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku Utara	0,00	0,00	0,88	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Papua	0,14	0,00	0,57	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Papua Barat	0,10	0,00	0,86	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bali	0,00	0,00	0,18	0,34	0,00	0,03	0,36	0,00	0,09
NTB	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NTT	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,01	0,52	0,00	0,03
Jawa Timur	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Tengah	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
DIY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Jawa Barat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Banten	0,00	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,14
Jakarta Raya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00





Lampiran 16. Benchmarking 2015

	L5	L8	L10	L16	L20	L26	L28	L29	L30	L31	L32	L33
Aceh	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	0,04	0,00	0,06
Sumut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,10
Sumbar	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,06
Riau	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,03	0,00	0,04
Kep. Riau	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumsel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	0,05
Jambi	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00
Bengkulu	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kep. BaBel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,01	0,87	0,00	0,00	0,00
Lampung	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalbar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,82	0,00	0,00	0,08
Kalsel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,65	0,00	0,07	0,27	0,00	0,00	0,01
Kalteng	0,08	0,00	0,00	0,16	0,00	0,28	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00
Kaltimut	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,08
Sulut	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00
Gorontalo	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulteng	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,00	0,01	0,27	0,00	0,00	0,00
Sulsel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72	0,00	0,17	0,07	0,00	0,00	0,04
Sulteng	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,06	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00
Sulbar	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku	0,11	0,00	0,00	0,54	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku Utara	0,03	0,00	0,00	0,92	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Papua	0,20	0,00	0,00	0,52	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Papua Barat	0,09	0,00	0,00	0,86	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,02	0,70	0,00	0,00	0,09
NTB	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NTT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,03	0,60	0,00	0,00	0,00
Jawa Timur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Tengah	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DIY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Barat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Banten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Jakarta Raya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00





## Lampiran 17. Benchmarking 2016

	L5	L10	L20	L26	L28	L29	L30	L31	L32	L33
Aceh	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
Sumatera Utara	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,29	0,00	0,27	0,04
Sumatera Barat	0,00	0,79	0,00	0,00	0,01	0,00	0,19	0,00	0,00	0,01
Riau	0,00	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00
Kepulauan Riau	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumsel	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,03
Jambi	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,01	0,00
Bengkulu	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00
Kep. Bangka B.	0,18	0,00	0,18	0,10	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00
Lampung	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalbar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,10	0,85	0,00	0,00	0,02
Kalsel	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,09	0,50	0,00	0,00	0,00
Kalteng	0,07	0,00	0,10	0,36	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00
Kaltimut	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,75	0,00	0,00	0,09
Sulawesi utara	0,05	0,00	0,00	0,83	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,02
Gorontalo	0,00	0,00	0,95	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
Sulteng	0,00	0,00	0,00	0,81	0,00	0,01	0,18	0,00	0,00	0,00
Sulsel	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,19	0,36	0,00	0,00	0,03
Sulteng	0,00	0,00	0,25	0,15	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00
Sulawesi Barat	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku	0,28	0,00	0,41	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku Utara	0,27	0,00	0,71	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Papua	0,28	0,00	0,20	0,36	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00
Papua Barat	0,35	0,00	0,60	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,03	0,06	0,04
NTB	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NTT	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00	0,04	0,61	0,00	0,00	0,00
Jawa Timur	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Tengah	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DIY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Barat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Banten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Jakarta Raya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00



Lampiran 18. Benchmarking 2017

	L5	L8	L10	L16	L20	L26	L28	L29	L30	L31	L32	L33
Aceh	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,36	0,12	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumbar	0,00	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,01	0,00
Riau	0,00	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,04	0,00	0,00	0,00
Kep. Riau	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Sumsel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00
Jambi	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00
Bengkulu	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00
Kep. BaBel	0,10	0,00	0,14	0,00	0,19	0,00	0,00	0,56	0,00	0,00	0,00	0,10
Lampung	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalbar	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalsel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00	0,08	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalteng	0,06	0,00	0,15	0,00	0,37	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,06
Kaltimut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,09	0,00
Sulut	0,17	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,63	0,00	0,00	0,00	0,17
Gorontalo	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulteng	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,01	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulse	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulteng	0,00	0,00	0,16	0,00	0,17	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulbar	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku	0,11	0,00	0,62	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
Maluku Utara	0,00	0,00	0,87	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Papua	0,20	0,00	0,03	0,00	0,42	0,00	0,00	0,36	0,00	0,00	0,00	0,20
Papua Barat	0,13	0,00	0,80	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13
Bali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,86	0,02	0,04	0,06	0,00
NTB	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NTT	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Timur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Teng	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DIY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Barat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Banten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Jakarta Raya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00





## Lampiran 19. Benchmarking 2018

	L5	L10	L16	L20	L26	L28	L29	L30	L31	L32	L33
Aceh	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00
Sumut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumbar	0,00	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,01
Riau	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,03	0,00	0,00
Kep. Riau	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumsel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,86	0,00	0,00	0,01
Jambi	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	0,00
Bengkulu	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00
Kep. BaBel	0,01	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00
Lampung	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalbar	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,63	0,00	0,00	0,00
Kalsel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,00	0,09	0,68	0,00	0,00	0,00
Kalteng	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00
Kaltimut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,91	0,00	0,00	0,08
Sulut	0,07	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00
Gorontalo	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulteng	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,00	0,01	0,66	0,00	0,00	0,00
Sulse	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23	0,74	0,00	0,00	0,03
Sulteng	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00
Sulbar	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
Maluku Utara	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00
Papua	0,04	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,00
Papua Barat	0,03	0,00	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
Bali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,88	0,04	0,03	0,05
NTB	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NTT	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,94	0,00	0,00	0,00
Jawa Timur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Tengah	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DIY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Barat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Banten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Jakarta Raya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00





## Lampiran 20. Benchmarking 2019

	L5	L10	L16	L20	L26	L28	L29	L30	L31	L32	L33
Aceh	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,06	0,00	0,00	0,00
Sumut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,44	0,00	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumbar	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,02
Riau	0,00	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00
Kep. Riau	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sumsel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,85	0,00	0,00	0,02
Jambi	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,85	0,00	0,00	0,00
Bengkulu	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00
Kep. BaBel	0,08	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	0,00
Lampung	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kalbar	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,64	0,00	0,00	0,00
Kalsel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,09	0,83	0,00	0,00	0,00
Kalteng	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91	0,00	0,00	0,00
Kaltimut	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,90	0,00	0,00	0,09
Sulut	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,00	0,01
Gorontalo	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulteng	0,00	0,00	0,00	0,00	0,29	0,00	0,01	0,69	0,00	0,00	0,00
Sulsel	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,24	0,72	0,00	0,00	0,04
Sulteng	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00
Sulbar	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Maluku	0,00	0,00	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00
Maluku Utara	0,00	0,00	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00
Papua	0,06	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	0,00	0,00	0,00
Papua Barat	0,03	0,00	0,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
Bali	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87	0,04	0,05	0,04
NTB	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
NTT	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,89	0,00	0,00	0,00
Jawa Timur	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Tengah	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DIY	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Jawa Barat	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00
Banten	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Jakarta Raya	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00





**Lampiran 21. Statistika Deskriptif Dengan Minitab**

**Descriptive Statistics: Jumlah Pelan; Distribusi L; Jumlah Pegawai; ...**

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Sum	Minimum
Jumlah Pelanggan	330	0	1784570	154294	2802894	588908146	23486
Distribusi Listrik	330	0	6047	597	10847	1995537	24
Jumlah Pegawai	330	0	1584	116	2108	522756	100
Kapasitas Terpasang	330	0	1419	139	2529	468424	0
Panjang Jaringan	330	0	25221	1740	31607	8322831	1802

Variable	Q1	Median	Q3	Maximum
Jumlah Pelanggan	335987	818114	1432472	14629314
Distribusi Listrik	724	1879	4227	54480
Jumlah Pegawai	400	870	1845	10515
Kapasitas Terpasang	89	297	1261	14668
Panjang Jaringan	7633	12995	26610	172000





## Lampiran 22 Sintax Software R DEA Bootstrap 2010

```

library(ucminf)
library(lpSolveAPI)
library(quadprog)
library(Benchmarking)
library(psych)

library(readxl)
Data2010 <- read_excel("D:/KULIAH/S2/SMT 4/Data1/2010/2010.xlsx")

describe(Data2010$Y1)
describe(Data2010$Y2)
describe(Data2010$X1)
describe(Data2010$X2)
describe(Data2010$X3)

#input output selection
x<-with(Data2010, cbind(X1,X2,X3))
y<-with(Data2010, cbind(Y1,Y2))

#DEA
#calculating efficiency with DEA
#variablereturn to scale output oriented
#bcc
bcc<-dea(x,y,RTS="vrs",ORIENTATION="out")

shapiro.test(bcc$eff) #to check normality
eff(bcc)
data.frame(bcc$eff)
summary(bcc)
sl<-slack(x,y,bcc) #slack=TRUE
data.frame(eff(bcc),eff(sl),sl$slack,sl$sx,sl$sy,lambda(sl))
peers(sl)

#plot DEA
dea.plot(x,y,RTS="vrs",ORIENTATION = "in-out")

#bootstrap DEA
bccb<-dea.boot(x,y,NREP=3000,RTS="vrs",ORIENTATION="out",alpha=0.05)
#bccb$eff=dea, bccb$eff.bc=deabootstrap
data.frame(bccb$eff,bccb$eff.bc,bccb$bias,bccb$var,bccb$conf.int)

```