

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Umum

Jawa Timur adalah salah satu Provinsi di Pulau Jawa bagian paling timur, dengan Surabaya sebagai ibukotanya. Memiliki luas 47.995 km² membuat Jawa Timur menjadi Provinsi terluas di Pulau Jawa dengan jumlah penduduk terbesar kedua setelah Jawa Barat dengan jumlah penduduk 38,84 juta jiwa. Jawa Timur secara geografis terletak antara Laut Jawa di utara, Samudra Hindia di selatan, Provinsi Jawa Tengah di barat, dan Selat Bali di timur. Selain itu Jawa Timur memiliki beberapa pulau diantaranya adalah Pulau Madura, Pulau Bawean, Pulau Kangean, serta beberapa pulau kecil. Dari segi ekonomi Jawa Timur merupakan pusat ekonomi Kawasan Timur Indonesia, dimana memiliki kontribusi cukup besar terhadap perekonomian di Indonesia berdasarkan Produk Domestik Bruto nasional Jawa Timur menyumbang 14,85%.

4.1.1 Keadaan Geografis

Provinsi Jawa Timur terletak pada koordinat 111,0⁰ hingga 114,4⁰ Bujur Timur dan 7,12⁰ hingga 8,48⁰ Lintang Selatan. Jawa Timur terletak di sekitar garis khatulistiwa sehingga memiliki dua musim yang sama dengan semua wilayah di Indonesia yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Berdasarkan batas wilayah sebelah utara berbatasan dengan Pulau Kalimantan, timur dengan Pulau Bali, selatan dengan Samudra Hindia, dan barat dengan Provinsi Jawa Tengah. Secara garis besar wilayah Jawa Timur terbagi menjadi 2 bagian besar yaitu 10% Pulau Madura dan 90% Pulau Jawa Timur. Memiliki luas 47.955 km² dibagi menjadi 38 kabupaten/Kota dengan 29 Kabupaten dan 9 Kota.

Provinsi Jawa Timur dapat dibedakan menjadi tiga dataran: tinggi, sedang dan rendah. Dataran tinggi merupakan daerah dengan ketinggian rata-rata di atas 100 meter di atas permukaan laut. Daerah ini meliputi Kabupaten Magetan, Kabupaten Trenggalek, Kabupaten Blitar, Kabupaten Malang, Kabupaten Bondowoso, Kota Blitar, Kota Malang, dan Kota Batu. Dataran sedang mempunyai ketinggian antara 45 - 100 meter di atas permukaan laut. Daerah ini meliputi Kabupaten Tulungagung, Kediri, Lumajang, Jember, Nganjuk, Madiun,

Ponorogo, Ngawi, Bangkalan, Kota Kediri dan Kota Madiun. Sedangkan kabupaten dan kota lainnya merupakan dataran rendah, dengan ketinggian rata-rata 45 meter dari permukaan laut yang terdiri dari 15 kabupaten dan 4 kota. Data luas wilayah berdasarkan kabupaten / kota di Jawa Timur dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini:

Tabel 4.1 Luas Wilayah Provinsi Jawa Timur Menurut Kabupaten / Kota

No	Kabupaten	Luas Daerah (Km ²)	Tinggi Rata-Rata Ibukota dari Permukaan Laut (M)
1	Pacitan	1.419	9
2	Ponorogo	1.414	108
3	Trenggalek	1.245	108
4	Tulungagung	1.151	89
5	Blitar	1.753	181
6	Kediri	1.522	71
7	Malang	3.456	469
8	Lumajang	1.804	61
9	Jember	3.316	77
10	Banyuwangi	3.591	8
11	Bondowoso	1.571	257
12	Situbondo	1.651	30
13	Probolinggo	1.707	14
14	Pasuruan	1.486	11
15	Sidoarjo	719	5
16	Mojokerto	974	25
17	Jombang	1.114	44
18	Nganjuk	1.284	58
19	Madiun	1.119	75
20	Magetan	706	371

No	Kabupaten	Luas Daerah (Km ²)	Tinggi Rata-Rata Ibukota dari Permukaan Laut (M)
21	Ngawi	1.393	51
22	Bojonegoro	2.316	23
23	Tuban	1.978	8
24	Lamongan	1.759	7
25	Gresik	1.238	12
26	Bangkalan	1.303	3
27	Sampang	1.234	6
28	Pamekasan	796	17
29	Sumenep	2.085	7

Kota

No	Kabupaten	Luas Daerah (Km ²)	Tinggi Rata-Rata Ibukota dari Permukaan Laut (M)
1	Kediri	69	68
2	Blitar	33	187
3	Malang	110	450
4	Probolinggo	54	8
5	Pasuruan	38	10
6	Mojokerto	20	26
7	Madiun	34	67
8	Surabaya	331	2
9	Batu	202	996
Total		47.995	4.019

Sumber: Jawa Timur Dalam Angka 2015

4.1.2 Keadaan Demografi

Jawa Timur merupakan Provinsi dengan jumlah penduduk terbesar kedua di Indonesia dimana memiliki jumlah penduduk berdasarkan data Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Timur tahun 2015 sebesar 38.847.561 jiwa dengan jumlah rumah tangga sebesar 10.738.892. Data jumlah penduduk berdasarkan kabupaten / kota di Jawa Timur dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini:

Tabel 4.2 Jumlah Penduduk dan Rumah Tangga dan Kepadatan Penduduk Provinsi Jawa Timur Menurut Kabupaten/Kota tahun 2015

No	Kabupaten	Jumlah Penduduk	Jumlah Rumah Tangga
1	Pacitan	550.986	154.913
2	Ponorogo	867.393	245.373
3	Trenggalek	689.200	197.572
4	Tulungagung	1.021.190	288.013
5	Blitar	1.145.396	329.412
6	Kediri	1.546.883	417.383
7	Malang	2.544.315	693.060
8	Lumajang	1.030.193	287.124
9	Jember	2.407.115	689.153
10	Banyuwang	1.594.083	478.155
11	Bondowoso	761.205	251.097
12	Situbondo	669.713	214.909
13	Probolinggo	1.140.480	322.315
14	Pasuruan	1.581.787	432.155
15	Sidoarjo	2.117.279	563.068
16	Mojokerto	1.080.389	288.540
17	Jombang	1.240.985	330.658
18	Nganjuk	1.041.716	289.643
19	Madiun	676.087	200.364
20	Magetan	627.413	175.312

No	Kabupaten	Jumlah Penduduk	Jumlah Rumah Tangga
21	Ngawi	828.783	251.337
22	Bojonegoro	1.236.607	341.640
23	Tuban	1.152.915	313.132
24	Lamongan	1.187.795	304.870
25	Gresik	1.256.313	318.766
26	Bangkalan	954.305	225.559
27	Sampang	936.801	231.364
28	Pamekasan	845.314	219.028
29	Sumenep	1.072.113	324.207

KOTA

No	KOTA	Jumlah Penduduk	Jumlah Rumah Tangga
1	Kediri	280.004	73.155
2	Blitar	137.908	36.840
3	Malang	851.298	228.774
4	Probolinggo	229.013	58.614
5	Pasuruan	194.81	48.848
6	Mojokerto	125.706	33.106
7	Madiun	174.995	49.167
8	Surabaya	2.848.583	779.611
9	Batu	200.485	52.655
		Jumlah Penduduk	Jumlah Rumah Tangga
Total		38.847.561	10.738.892

Sumber: BPS Jawa Timur 2015

Dengan jumlah penduduk terbanyak yaitu Kota Surabaya dengan jumlah penduduk 2.848.583 jiwa dan jumlah rumah tangga sebesar 779.611. Untuk jumlah penduduk paling sedikit yaitu Kota Mojokerto dengan jumlah penduduk sebesar 125.706 jiwa dan jumlah tangga sebesar 33.106.

Laju pertumbuhan penduduk juga menjadi salah satu data yang dibutuhkan untuk menjadi salah satu acuan data dalam LEAP. Sehingga permintaan yang ada akan dipengaruhi oleh bertambahnya jumlah penduduk atau rumah tangga dalam suatu wilayah. Berikut adalah data laju pertumbuhan penduduk berdasarkan data hasil proyeksi Bappenas-BPS-UNFPA pada tahun 2013 dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Asumsi Pertumbuhan Penduduk di Provinsi Jawa Timur

No	Interval	Pertumbuhan Penduduk
1	2010-2015	0,67%
2	2015-2020	0,53%
3	2020-2025	0,38%

Sumber: Bappenas-BPS-UNFPA 2013

Dapat dilihat bahwa laju pertumbuhan penduduk setiap tahunnya cenderung semakin menurun. Dengan laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,67% di tahun 2015 dan 0,53% ditahun 2016.

4.1.3 Keadaan Ekonomi

Pembangunan ekonomi merupakan suatu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, mengurangi angka pengangguran, dan meminimalkan ketimpangan pendapatan di masyarakat. Pembangunan ekonomi berjalan efektif dan efisien ketika berdasar pada perencanaan pembangunan yang tepat sasaran. Ketersediaan indikator pembangunan ekonomi menjadi hal yang tidak bisa dihindari dalam perencanaan pembangunan guna mewujudkan kebijakan yang tepat sasaran.

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) menjadi salah satu indikator yang digunakan untuk mengukur kegiatan di suatu wilayah. Perekonomian di suatu wilayah dikatakan tumbuh dan berkembang jika barang dan jasa yang diproduksi pada periode ini lebih besar dibandingkan periode sebelumnya, yang kemudian

diturunkan menjadi nilai tambah. Data pertumbuhan ekonomi didasari dari pertumbuhan PDRB di Jawa Timur sehingga data pertumbuhan ekonomi menurut data BPS Jawa Timur dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut ini:

Tabel 4.4 Pertumbuhan Ekonomi di Provinsi Jawa Timur 2014 - 2016

No	Tahun	Pertumbuhan Ekonomi
1	2014	5,86%
2	2015	5,44%
3	2016	5,62%

Sumber: BPS Jawa Timur 2014-2016

Ekonomi Jawa Timur Tahun 2015 bila dibandingkan Tahun 2014 tumbuh sebesar 5,44 persen, melambat dibandingkan periode yang sama tahun sebelumnya sebesar 5,86 persen. Dari sisi produksi, semua kategori mengalami pertumbuhan positif, kecuali Pengadaan Listrik dan Gas yang mengalami kontraksi sebesar 3,00 persen. Pertumbuhan tertinggi terjadi pada Pertambangan dan Pengalihan sebesar 7,92 persen, diikuti Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum sebesar 7,91 persen. Dari sisi pengeluaran, pertumbuhan tertinggi dicapai oleh Net Ekspor Antar Daerah sebesar 13,39 persen.

Pertumbuhan ekonomi Jawa Timur sepanjang tahun 2016 mencapai 5,6 persen lebih tinggi dari nasional yang sebesar 5%. Selain itu inflasi Jawa Timur pada tahun 2016 hanya 2,74% lebih rendah dibandingkan rata-rata nasional sebesar 3,02%. Hal ini tidak terlepas dari kontribusi 38 kabupaten / kota di Jawa Timur dengan kondisi geografis dan sosial budaya yang beragam antar wilayah.

Tabel 4.5 PDRB Atas Dasar Harga Konstan 2010 Menurut Lapangan Usaha Provinsi Jawa Timur 2015 (Miliar Rupiah)

No	Lapangan Usaha	2014	2015
1	Pertanian, Kehutanan dan Perikanan	155.771,1	161.154,0
2	Pertambangan dan Pengalihan	60.887,4	65.707,0
3	Industri Pengolahan	372.726,4	392.489,8
4	Pengadaan Listrik dan Gas	4.502,1	4.367,0

No	Lapangan Usaha	2014	2015
5	Pengadaan Air, Pengolahan Sampah Limbah dan daur Ulang	1.234,1	1.299,3
6	Konstruksi	116.498,2	120.688,3
7	Perdagangan Besar dan Eceran;Reparasi Mobil dan Motor	229.725,7	243.497,8
8	Transportasi dan Pergudangan	36.453,4	38.844,0
9	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	62.807,8	67.773,1
10	Informasi dan Komunikasi	69.155,1	73.640,0
11	Jasa Keuangan dan Asuransi	32.399,6	34.730,3
12	Real Estate	21.998,3	23.092,6
13	Jasa Perusahaan	9.815,0	10.349,1
14	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib	28.729,6	30.275,5
15	Jasa Pendidikan	33.306,7	35.392,8
16	Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial	8.212,8	8.743,3
17	Jasa Lainnya	18.473,7	19.374,4
PDRB		1.262.697,1	1.331.418,2
PDRB Tanpa Migas		1.220.526,9	1.285.105,4

Sumber: BPS Jawa Timur 2015

4.2 Sektor Pemakai Energi

Sektor pemakai energi dibagi menjadi 5 sektor yaitu Rumah Tangga, Industri, Bisnis, Publik, dan Sosial. Adapun sektor pemakai energi meliputi:

a) Sektor Rumah Tangga

Rumah tangga merupakan komponen dasar bagi analisis dalam banyak model sosial, hal ini disebabkan karena permintaan yang harus selalu dipenuhi adalah sektor rumah tangga. Asumsi sektor rumah tangga diwakili oleh jumlah rumah tangga tahun 2015 sebesar 10.738.892 rumah tangga.

b) Sektor Industri

Sektor industri merupakan komponen dalam pembangunan ekonomi nasional. Sektor ini berpotensi mampu memberikan kontribusi ekonomi melalui nilai tambah, lapangan pekerjaan, devisa dan juga mampu memberikan kontribusi yang besar dalam transformasi struktural bangsa ke arah modernisasi. Asumsi sektor industri diwakili oleh nilai PDRB atas dasar harga konstan di sektor industri dengan nilai 392.489,8 Miliar.

c) Sektor Bisnis

Sektor bisnis merupakan sektor swasta yang bergerak di bidang niaga atau perdagangan. Asumsi sektor komersial diwakili oleh nilai PDRB atas dasar harga konstan melalui penjumlahan di sektor perdagangan besar dan eceran, penyediaan akomodasi dan makan minum, informasi dan komunikasi, jasa keuangan dan asuransi, real estate, jasa perusahaan dan jasa lainnya dengan total nilai pada tahun 2015 mencapai 398.817,30 Miliar.

d) Sektor Publik

Sektor publik merupakan sektor pemerintah yang bergerak dibidang pelayanan terhadap masyarakat dan kesejahteraan masyarakat. Asumsi sektor publik diwakili oleh nilai PDRB atas dasar harga konstan melalui sektor administrasi pemerintah, pertahanan dan jaminan sosial wajib dengan total nilai pada tahun 2015 mencapai 30.275,5 Miliar.

e) Sektor Sosial

Sektor sosial merupakan sektor yang mengacu pada kegiatan sosial. Asumsi sektor sosial diwakili oleh nilai PDRB atas dasar harga konstan melalui sektor jasa pendidikan dan jasa kesehatan dan kegiatan sosial dengan total nilai pada tahun 2015 mencapai 44.136,10 Miliar.

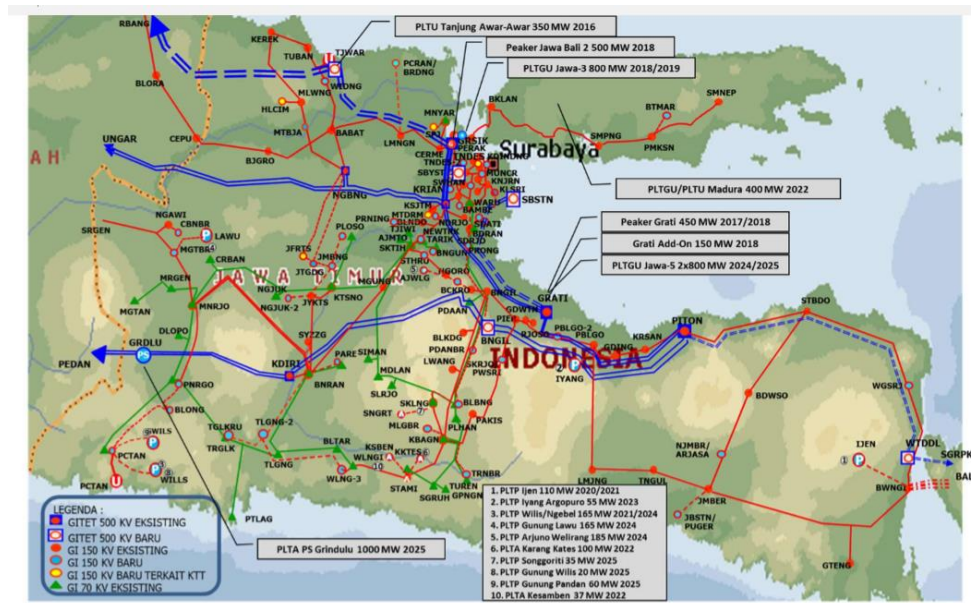
4.3 Data Pembangkit Listrik

4.3.1 Ketenagalistrikan di Provinsi Jawa Timur

Pembangkit listrik di Jawa Timur yang berada di grid 500 kV adalah PLTU Paiton, PLTGU Gresik dan PLTGU Grati, sedang yang terhubung ke grid

150 kV adalah PLTGU/PLTU Gresik, PLTU Perak, PLTG Grati, PLTU Pacitan, PLTU Tanjung Awar-awar dan PLTA tersebar (Sutami, Tulung Agung, dll).

Pasokan dari grid 500 kV adalah melalui 6 GITET, yaitu Krian, Gresik, Grati, Kediri, Paiton dan Ngimbang, dengan kapasitas 8.000 MVA. Peta sistem kelistrikan Jawa Timur ditunjukkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta Kelistrikan Jawa Timur 2015

Sumber: RUPTL PLN 2016-2025

Kelistrikan Provinsi Jawa Timur terdiri atas 6 sub-sistem yaitu :

1. GITET Krian memasok Kota Surabaya dan Kab. Sidoarjo
2. GITET Gresik dan PLTGU/PLTU Gresik memasok Kab. Gresik, Kab. Tuban, Kab. Magetan, Kab. Lamongan, Kab. Pemekasan, Kab. Sumenep, Kab. Sampang dan Kab. Bangkalan.
3. GITET Grati dan PLTG Grati memasok Kab. Pasuruan, Kab. Probolinggo, Kota Malang dan Kab. Batu.
4. GITET Kediri dan PLTA tersebar memasok kota Kediri, kota Madiun, kota Mojokerto, Kab. Ponorogo, Kab. Mojokerto dan Kab. Pacitan.
5. GITET Paiton memasok Kab. Banyuwangi, Kab. Jember, Kab. Jombang, Kab. Situbondo dan Kab. Bondowoso.

6. GITET Ngimbang memasok Kab. Tuban, Kab. Bojonegoro, Kab. Pacitan dan Kab. Lamongan.

4.3.2 Kapasitas Pembangkit Terpasang di Provinsi Jawa Timur

Beban puncak sistem kelistrikan di provinsi Jawa Timur diperkirakan sampai Agustus tahun 2015 sekitar 5.096 MW. Beban dipasok dari pembangkit yang berada di grid 500 kV dan 150 kV dengan kapasitas 9.125 MW. Rincian pembangkit terpasang seperti ditunjukkan pada tabel 4.4

Tabel 4.6 Pembangkit yang berada di Provinsi Jawa Timur

No	Nama Pembangkit	Jenis	Jenis Bahan Bakar	Pemilik	Kapasitas Terpasang (MW)	Daya Mampu (MW)
1	Karang Kates	PLTA	Air	PJB	105	103
2	Wlingi	PLTA	Air	PJB	54	54
3	Ledoyo	PLTA	Air	PJB	5	5
4	Selorejo	PLTA	Air	PJB	5	5
5	Sengguruh	PLTA	Air	PJB	29	29
6	Tulung Agung	PLTA	Air	PJB	36	36
7	Mendalan	PLTA	Air	PJB	23	21
8	Siman	PLTA	Air	PJB	11	10
9	Madiun	PLTA	Air	PJB	8	8
10	Paiton	PLTU	Batubara	PJB	800	740
11	Paiton PEC	PLTU	Batubara	Swasta	1,230	1,220
12	Paiton JP	PLTU	Batubara	Swasta	1,220	1,220
13	Gresik 1-2	PLTU	Gas	PJB	200	160
14	Gresik 3-4	PLTU	Gas	PJB	400	340
15	Perak	PLTU	BBM	IP	100	72
16	Gresik	PLTG	Gas	PJB	62 31	
17	Gilitimur	PLTG	BBM	PJB	40 0	
18	Grati Blok 1	PLTGU	Gas	IP	462	456
19	Grati Blok 2	PLTG	Gas	IP	302	300

No	Nama Pembangkit	Jenis	Jenis Bahan Bakar	Pemilik	Kapasitas Terpasang (MW)	Daya Mampu (MW)
20	Gresik B-1	PLTGU	Gas	PJB	526	480
21	Gresik B-2	PLTGU	Gas	PJB	526	480
22	Gresik B-3	PLTGU	Gas	PJB	526	480
23	Paiton 3	PLTU	Batubara	Swasta	815	815
24	Paiton 9	PLTU	Batubara	PLN	660	615
25	Pacitan 1-2	PLTU	Batubara	PLN	630	560
26	Tanjung Awar-awar 1	PLTU	Batubara	PLN	350	323
Jumlah					9125	8561

Sumber: RUPLT PLN 2016-2025

4.3.3 Jumlah Pelanggan Listrik

Semakin meningkatnya laju pertumbuhan penduduk turut mempengaruhi permintaan energi listrik di Jawa Timur. Namun disisi lain pertumbuhan perekonomian di Jawa Timur yang bertumbuh semakin meningkat bahkan tumbuh lebih tinggi dari ekonomi nasional, turut menjadi pengaruh terhadap permintaan dan pelanggan listrik di Jawa Timur.

Pada tahun 2015, energi yang terjual pada PT. PLN (Persero) di Provinsi Jawa Timur sebesar 30.824,81 GWh. Dimana disumbang oleh 5 sektor pelanggan diantaranya adalah rumah tangga, industri, bisnis, sosial, dan publik (gabungan gedung kantor pemerintah dan penerangan jalan umum). Sehingga energi terjual berdasarkan kelompok pelanggan ini sangat dipengaruhi oleh laju pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan perekonomian di Jawa Timur. Data energi terjual per kelompok pelanggan berdasarkan data statistik PLN 2015 dapat dilihat pada tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7 Energi Terjual per Kelompok Pelanggan (GWh)

No	Kelompok Pelanggan	Energi Yang Terjual (GWh)
1	Rumah Tangga	12.127,23
2	Industri	13.080,88
3	Bisnis	3.831,19
4	Sosial	908,54
5	Gedung Kantor Pemerintah	322,58
6	Penerangan Jalan Umum	554,39
Jumlah		30.824,81

Sumber: Statistik PLN 2015

Banyaknya pelanggan per jenis pelanggan pada tahun 2015 adalah seperti tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8 Jumlah Pelanggan per Jenis Pelanggan

No	Sektor	Jumlah Pelanggan
1	Rumah Tangga	9.317.449
2	Industri	16.272
3	Bisnis	482.783
4	Sosial	243.213
5	Gedung Kantor Pemerintah	16.386
6	Penerangan Jalan Umum	35.698
Jumlah		10.111.801

Sumber: Statistik PLN 2015

4.4 Potensi Energi Baru Terbarukan

Energi baru terbarukan yang dipertimbangkan dalam Outlook Energy Indonesia 2015 (OEI 2015) meliputi panas bumi, tenaga air, biomassa, surya, dan angin. Biomassa disini menggunakan 15% dari kapasitas PLTU Batubara hal ini sesuai dengan anjuran *Cost and performance data for power generation technology-NREL*.

Potensi yang ada di Provinsi Jawa Timur nyatanya cukup besar untuk memenuhi kebutuhan pembangkitan, namun pemanfaatannya masih sangat

minim. Disisi lain kebutuhan listrik diberbagai sektor akan mengalami peningkatan yang signifikan setiap tahunnya. Tabel 4.9 di bawah ini menunjukkan potensi energi baru terbarukan sebagaimana tercantum dalam Perencanaan Strategis Kebijakan Energi Jawa Timur Tahun 2015 – 2019 Bappeda Provinsi Jawa Timur serta yang diproyeksikan dalam RUPTL PLN.

Tabel 4.9 Potensi Energi Baru Terbarukan

No	Potensi Energi	Kapasitas
1	Panas bumi	1.206,50 MWe
2	Air	47.959,76 KW
3	Angin	817.000,49 KW
4	Biogas	32.168,50 MWh/hari
5	Surya	1.963,94 GWh/hari
6	Biomassa	930.382,22 MWh/hari
7	Gelombang	1.456.881,21 KW

Sumber: Renstra Bidang Energi Bappeda Jatim 2015

Dalam tabel yang di terbitkan Renstra Bidang Energi Bappeda Jatim 2015 potensi energi terbarukan di Jawa Timur cukup besar. Dari banyaknya potensi energi baru terbarukan di Jawa Timur ada beberapa fokus pengembangan sumber energi migas, energi terbarukan dan energi alternatif yaitu:

1. Jangka Pendek

Pengembangan, pengelolaan dan pemanfaatan sumber energi terbarukan meliputi: Biogas, Biomassa, dan Tenaga Air.

2. Jangka Menengah

Pengembangan energi alternative serta pengelolaan dan pemanfaatan energi panas bumi dan tenaga surya.

3. Jangka Panjang

Pengembangan, pengelolaan dan pemanfaatan energi angin dan gelombang laut.

4.5 Hasil Simulasi dan Analisis

Penyusunan model energi LEAP menggunakan metode intensitas energi. Intensitas energi merupakan ukuran penggunaan energi terhadap sektor aktivitas. Nilai Intensitas energi dihitung berdasarkan konsumsi energi listrik di setiap sektor (Subsektor) dibagi dengan level aktivitas. (Heaps,2009)

Simulasi pelanggan energi listrik dibagi berdasarkan sektor-sektor pengguna energi listrik terdiri dari 5 sektor, yaitu sektor rumah tangga, sektor industri, sektor bisnis, sektor publik dan sektor sosial. Sektor rumah tangga level aktivitas diwakili oleh jumlah rumah tangga. Dengan demikian intensitas energi listrik di sektor rumah tangga merupakan penggunaan energi listrik perkapita. Untuk sektor industri, sektor bisnis, sektor publik dan sektor sosial level aktivitas diwakili oleh nilai PDRB. Dengan demikian intensitas energi listrik di sektor industri, sektor bisnis, sektor publik dan sektor sosial merupakan penggunaan energi listrik perjuta rupiah pertahun.

Model energi yang dianalisis menggunakan tahun dasar 2015 dan tahun akhir simulasi 2025. Model energi yang disusun terdiri dari terdiri tiga buah skenario, yaitu skenario Dasar (DAS), skenario EBT Optimis dan EBT Moderat. Dimana EBT Optimis memanfaatkan 100% potensi energi baru terbarukan yang ada di Jawa Timur, sedangkan EBT Moderat hanya memanfaatkan 50% potensi yang ada.

Pertumbuhan penduduk mengacu pada data Proyeksi Penduduk Indonesia berdasarkan perhitungan oleh Bappenas, BPS, dan UNFPA tahun 2013. Pertumbuhan ekonomi mengacu pada data PDRB Provinsi Jawa Timur berdasarkan perhitungan BPS Provinsi Jawa Timur tahun 2014 - 2016. Adapun data pertumbuhan penduduk dan ekonomi dapat dilihat pada tabel 4.3 dan tabel 4.3 diatas.

Selain parameter penggerak yang berupa pertumbuhan penduduk dan PDRB, rasio elektrifikasi juga merupakan parameter penggerak yang sangat menentukan konsumsi energi listrik. Untuk rasio elektrifikasi Provinsi Jawa Timur baru mencapai 86,60% hal ini berdasarkan Data Statistik PLN 2015.

4.5.1 Simulasi Permintaan Energi Listrik

Dalam simulasi ini parameter yang akan digunakan adalah data laju pertumbuhan penduduk dan data pertumbuhan ekonomi di Jawa Timur pada tabel 4.3 dan tabel 4.4 diatas, karena dua komponen tersebut yang akan mempengaruhi permintaan energi listrik. Dengan format input data pada software LEAP sebagai berikut:

Branch	2015 Value	Expression
► Rumah Tangga	10,738,900.00	Growth(0.67%,2016,0.53%,2020,0.38%)
Industri	392,490.00	Growth(5.44%,2016,5.62%)
Bisnis	398,817.00	Growth(5.44%,2016,5.62%)
Sosial	44,136.10	Growth(5.44%,2016,5.62%)
Publik	30,275.50	Growth(5.44%,2016,5.62%)

Gambar 4.2 Format Input Data Simulasi Permintaan Energi Pada LEAP

Dengan memasukkan data pertumbuhan penduduk pada sektor rumah tangga, dan pertumbuhan ekonomi pada sektor industri, bisnis, sosial, dan publik. Sektor rumah tangga menggunakan data laju pertumbuhan penduduk karena semakin tinggi laju pertumbuhan penduduknya maka permintaan energi listrik pada sektor ini juga akan semakin meningkat. Empat sektor lainnya menggunakan pertumbuhan ekonomi karena semakin berkembangnya suatu perekonomian maka permintaan akan energi listrik pun akan meningkat.

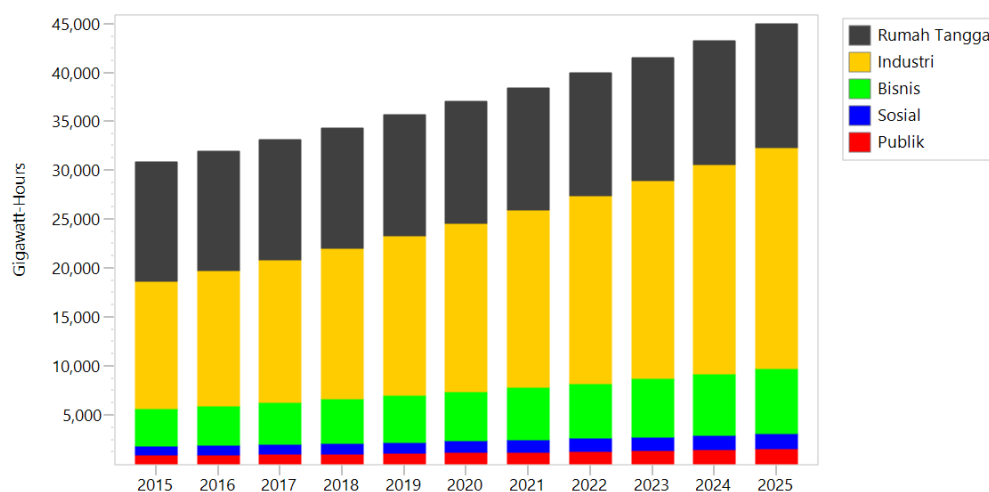
Maka dengan dua komponen data laju pertumbuhan penduduk dan data pertumbuhan ekonomi, hasil proyeksi permintaan energi listrik di Provinsi Jawa Timur untuk setiap sektor berdasarkan simulasi LEAP ditunjukkan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10 Proyeksi Permintaan Energi Listrik 2015-2025 (GWh)

Tahun	Sektor					Total
	Rumah Tangga	Industri	Bisnis	Sosial	Publik	
2015	12,127.2	13,080.9	3,831.2	908.5	877.0	30,824.8
2016	12,191.5	13,816.0	4,046.5	959.6	926.3	31,939.9
2017	12,256.1	14,592.5	4,273.9	1,013.5	978.3	33,114.4

Tahun	Sektor					Total
	Rumah Tangga	Industri	Bisnis	Sosial	Publik	
2018	12,321.1	15,412.6	4,514.1	1,070.5	1,033.3	34,351.6
2019	12,386.4	16,278.8	4,767.8	1,130.7	1,091.4	35,655.0
2020	12,433.4	17,193.6	5,035.8	1,194.2	1,152.7	37,009.7
2021	12,480.7	18,159.9	5,318.8	1,261.3	1,217.5	38,438.2
2022	12,528.1	19,180.5	5,617.7	1,332.2	1,285.9	39,944.4
2023	12,575.7	20,258.5	5,933.4	1,407.1	1,358.2	41,532.8
2024	12,623.5	21,397.0	6,266.8	1,486.1	1,434.5	43,208.0
2025	12,671.5	22,599.5	6,619.0	1,569.7	1,515.1	44,974.8
Rata-Rata	0,4%	5,6%	5,6%	5,6%	5,6%	3,9%

Tabel 4.10 memperlihatkan hasil simulasi permintaan energi listrik per sektor di Jawa Timur 2015-2025. Total prakiraan kebutuhan energi listrik ditahun 2015 sebesar 30.824,8 GWh dan pada tahun 2025 mengalami peningkatan sebesar 3,9% pertahunnya menjadi 44,974.8 GWh.



Gambar 4.3 Grafik Proyeksi Permintaan Energi Listrik 2015-2025

Melihat hasil simulasi pada tabel 4.10 dan gambar 4.3 dapat disimpulkan bahwa permintaan energi listrik semakin meningkat setiap tahunnya.

Peningkatannya mencapai 3,9% pertahun dimana pada tahun 2015 permintaan energi listrik sebesar 30,824.8 GWh meningkat menjadi 44,974.8 GWh pada tahun 2025 atau dalam kurun waktu 10 tahun. Hal ini tidak terlepas dari dua parameter yaitu data laju pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi, yang telah diinputkan pada software LEAP sebelumnya. Dua parameter tersebutlah yang mempengaruhi permintaan energi listrik disuatu wilayah dalam halini Provinsi Jawa Timur. Jika suatu daerah memiliki laju pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi yang tinggi maka permintaan akan energi listrikpun akan ikut tinggi.

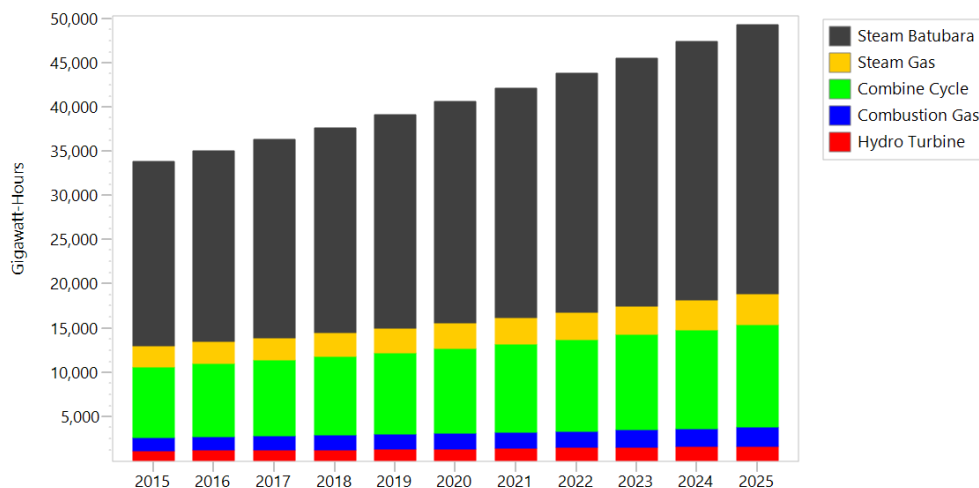
Sektor rumah tangga meningkat 0,4% pertahunnya, permintaan energi listrik dari 12,127.2 GWh pada tahun 2015 menjadi 12,671.5 GWh pada tahun 2025. Halini tidak terlepas dari laju pertumbuhan penduduk di Jawa Timur yang tidak lebih dari 1% sehingga sejalan dengan itu permintaan energi listrik pun tidak lebih dari 1%.

Empat sektor lainnya yaitu industri, bisnis, sosial, dan publik pun juga mengalami peningkatan permintaan energi listrik pertahunnya dimana rata-rata peningkatan per tahunnya sebesar 5,6%. Halini juga tidak terlepas dari pengaruh pertumbuhan perekonomian di Jawa Timur yang lebih dari 5%, sehingga sejalan dengan itu permintaan energi listrik pun mengalami peningkatan lebih dari 5%. Empat sektor ini mengalami peningkatan permintaan energi listrik yang sama karena intensitas energi yang digunakan sama yaitu PDRB sedangkan untuk sektor rumah tangga menggunakan jumlah rumah tangga.

4.5.2 Kapasitas Pembangkit Listrik

Dalam simulasi ini parameter yang akan digunakan adalah data kapasitas pembangkit terpasang di Jawa Timur pada tabel 4.6 diatas, karena data tersebut yang akan mempengaruhi penyediaan energi listrik di Jawa Timur. Dimana dikelompokkan berdasarkan jenis bahan bakar yang digunakan pada suatu pembangkit listrik, dimana Steam Batubara adalah PLTU berbahan bakar batubara, Steam Gas adalah PLTU berbahan bakar gas, Combine Cycle adalah PLTGU, Combustion Gas adalah PLTU, dan Hydro Turbine adalah PLTA. Dengan format input data pada software LEAP sebagai berikut:

Tabel 4.11 memperlihatkan hasil simulasi kapasitas pembangkit listrik di Jawa Timur 2015-2025. Total prakiraan kapasitas pembangkit listrik ditahun 2015 sebesar 33,769.5 GWh dan pada tahun 2025 mengalami peningkatan sebesar 3,9% pertahunnya menjadi 49,271.2 GWh.



Gambar 4.5 Grafik Proyeksi Kapasitas Pembangkit Listrik 2015-2025

Melihat hasil simulasi pada tabel 4.11 dan gambar 4.5 dapat disimpulkan bahwa kapasitas pembangkit listrik semakin meningkat setiap tahunnya. Peningkatannya mencapai 3,9% pertahun dalam kurun waktu 10 tahun. Hal ini tidak terlepas dari permintaan energi listrik yang telah simulasikan pada software LEAP sebelumnya.

Parameter tersebutlah yang mempengaruhi kapasitas pembangkit listrik disuatu wilayah dalam halini Provinsi Jawa Timur. Jika suatu daerah memiliki permintaan energi yang tinggi maka kapasitas pembangkit listrikpun harus ikut tinggi. Jika dilihat pada permintaan energi listrik di Jawa Timur peningkatannya yaitu 3,9% pertahun, maka sejalan dengan itu kapasitas pembangkit listrik pun juga harus ikut meningkat sesuai permintaannya yaitu 3,9% pertahun.

Jika diamati PLTU Barubara memiliki kapasitas yang paling besar diantara pembangkit yang lain, yaitu 20,822.1 GWh pada tahun 2015 dan meningkat menjadi 30,380.4 GWh pada tahun 2025. Pembangkit yang lain juga mengalami peningkatan yang sama pertahunnya yaitu 3,9%.

4.6 Energi Baru Terbarukan (EBT) dengan Skenario LEAP

Penyusunan skenario energi baru terbarukan dengan LEAP menggunakan potensi energi terbarukan berdasarkan data Renstra Bidang Energi Bappeda Jatim 2015. Proyeksi kapasitas pembangkit listrik dengan energi baru terbarukan dibagi berdasarkan jenis pembangkit listrik yang terdiri dari 7 jenis, yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Biogas (PLTBg), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS), Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLT Biomassa), dan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL). Untuk kapasitas PLT Biomassa menggunakan parameter kapasitas PLTU (Batubara) yaitu 15% dari jumlah kapasitas yang ada.

4.6.1 Energi Baru Terbarukan (EBT) Simulasi Optimis

Dalam simulasi ini parameter yang akan digunakan adalah data Renstra Bidang Energi Bappeda Jatim 2015 pada tabel 4.9 diatas, karena data tersebut yang akan digunakan untuk perencanaan pembangkit listrik energi baru terbarukan. Dimana dikelompokkan berdasarkan jenis bahan bakar yang digunakan pada suatu pembangkit listrik, dimana *Geothermal* adalah PLTP, *Hydro* adalah PLTA, *Wind* adalah PLTB, *Stand-Alone Biomas* adalah PLTBg, *Solar Energy* PLTS dan *Ocean Wave* adalah PLTGL. Dengan format input data pada software LEAP sebagai berikut:

Dispatch Rule	First Simulation Year	Heat Rate	Exogenous Capacity	Endogenous Capacity	Maximum Availability
Units:	Megawatt	of production capacity			
Exogenous Capacity: Exogenously specified capacity: current and future committed capacity. [Default="0"]					
Branch	2015 Value	Expression			
Steam Batubara	5,705.00	5705			
Steam Gas	600.00	600			
Combine Cycle	2,040.00	2040			
Combustion Gas	364.00	364			
Hydro Turbine	276.00	276			
▶ Geothermal	0.00	Interp(2020,603.25,2025,1206.50)			
Hydro	0.00	Interp(2020,47.95)			
Wind	0.00	Interp(2020,817)			
Stand-Alone Biomas:	0.00	Interp(2020,670.17,2025,1340.35)			
Solar Energy	0.00	Interp(2020,4)			
Ocean Wave	0.00	Interp(2020,1456.881)			
Total:	8985	13,857.68 in 2025			

Gambar 4.6 Input Data Kapasitas Pembangkit EBT Optimis

Dalam skenario optimis ini pembangunan pembangkit listrik dengan energi baru terbarukan dilakukan bertahap tiap lima tahun yaitu di tahun 2020 dan di tahun 2025, dengan penerapan skenario pada tahun 2016. Skenario optimis disini adalah dengan menerapkan 100% potensi energi baru terbarukan yang ada di Jawa Timur. Dengan catatan untuk PLTS menggunakan kuota Kementerian ESDM sebesar 140 MWp dimana untuk Jawa Timur sebesar 4 MWp. Untuk kapasitas PLT Biomassa menggunakan parameter kapasitas PLTU (Batubara) yaitu 15% dari jumlah kapasitas yang ada sesuai dengan rekomendasi *Black & Veatch contracted* dan *National Renewable Energy Laboratory (NREL)* Februari 2012.

Maka dengan memasukkan data potensi energi baru terbarukan Renstra Bidang Energi Bappeda Jatim 2015 pada software LEAP, hasil kapasitas pembangkit listrik di Provinsi Jawa Timur untuk setiap jenis pembangkit listrik ditunjukkan pada tabel 4.12 berikut:

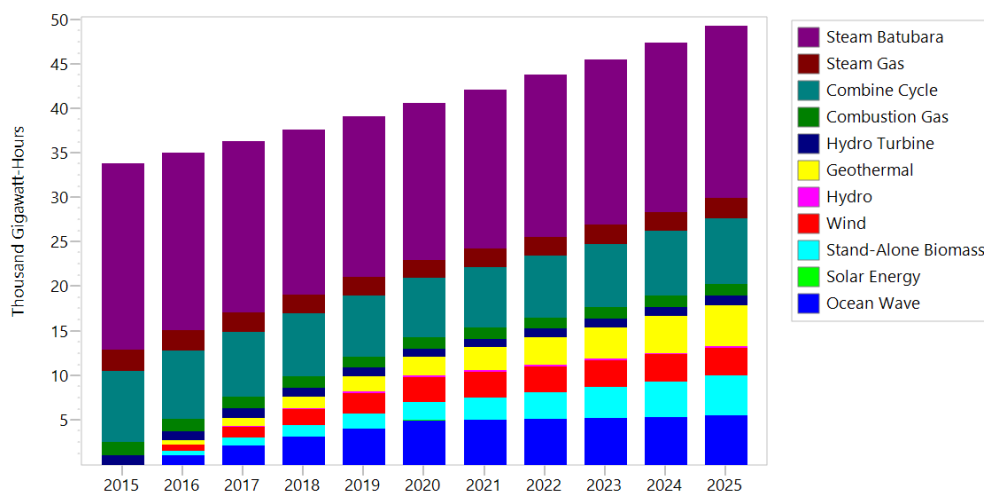
Tabel 4.12 Energi Baru Terbarukan Simulasi Optimis (GWh)

Sektor	Tahun					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PLTU Batubara	20,822.1	19,871.4	19,094.1	18,456.6	17,933.8	17,498.0
PLTU Gas	2,398.4	2,288.9	2,199.4	2,126.0	2,065.7	2,015.5
PLTGU	7,977.4	7,613.2	7,315.4	7,071.1	6,870.8	6,703.9
PLTG	1,455.1	1,388.6	1,334.3	1,289.8	1,253.2	1,222.8
PLTA	1,116.5	1,065.5	1,023.8	989.6	961.6	938.2
Energi Baru Terbarukan Skenario Optimis						
PLTS	-	479.5	921.4	1,336.0	1,730.9	2,111.0
PLTA	-	37.0	71.1	103.2	133.6	163.0
PLTB	-	639.6	1,229.2	1,782.2	2,309.0	2,816.1
PLTBg	-	463.5	890.8	1,291.6	1,673.3	2,040.8
PLTS	-	3.3	6.2	9.1	11.7	14.3
PLTGL	-	1,140.6	2,191.9	3,178.1	4,117.4	5,021.7
Total	33,769.5	34,991.1	36,277.8	37,633.2	39,061.1	40,545.3

Sektor	Tahun					Rata-Rata
	2021	2022	2023	2024	2025	
PLTU Batubara	17,808.6	18,142.3	18,499.8	18,881.6	19,288.6	-0.80%
PLTU Gas	2,051.3	2,089.8	2,130.9	2,174.9	2,221.8	-0.80%

Sektor	Tahun					Rata-Rata
	2021	2022	2023	2024	2025	
PLTGU	6,822.9	6,950.7	7,087.7	7,234.0	7,389.9	-0.80%
PLTG	1,244.5	1,267.8	1,292.8	1,319.5	1,347.9	-0.80%
PLTA	954.9	972.8	992.0	1,012.4	1,034.2	-0.80%
Energi Baru Terbarukan Skenario Optimis						
PLTS	2,578.2	3,064.3	3,571.1	4,100.4	4,654.1	
PLTA	165.9	169.0	172.3	175.9	179.7	
PLTB	2,866.1	2,919.8	2,977.3	3,038.8	3,104.3	
PLTBg	2,492.5	2,962.4	3,452.3	3,964.0	4,499.4	
PLTS	14.6	14.8	15.1	15.4	15.8	
PLTGL	5,110.8	5,206.6	5,309.2	5,418.8	5,535.6	
Total	42,110.2	43,760.3	45,500.4	47,335.6	49,271.2	3.90%

Tabel 4.12 memperlihatkan hasil simulasi kapasitas pembangkit listrik bila memanfaatkan energi baru terbarukan dengan simulasi optimis di Jawa Timur 2015-2025. Dimana total prakiraan kapasitas pembangkit listrik dengan energi baru terbarukan ditahun 2025 sebesar 17.988,9 GWh, dengan peningkatan kapasitas tetap seperti simulasi tanpa skenario EBT yaitu 3,9%.



Gambar 4.7 Grafik Proyeksi EBT Optimis Tahun 2015-2025

Tabel 4.12 dan gambar 4.7 menunjukkan hasil proyeksi penerapan energi baru terbarukan dengan memanfaatkan potensi yang ada di Jawa Timur, dengan skenario optimis dimana potensi yang ada dimaksimalkan. Melihat tabel diatas pertumbuhan rata-rata kapasitas pembangkit konvensional atau dalam hal ini

pembangkit yang menggunakan bahan bakar fosil di Jawa Timur mengalami penurunan sebesar 0,8% pertahun. Ini bisa terjadi karena sebagian permintaan energi listrik disuplai oleh pembangkit listrik sumber energi terbarukan, sehingga beban pembangkit dengan sumber energi konvensional dapat dikurangi.

Diambil contoh pada pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan bahan bakar batubara kapasitas pembangkit listrik pada tahun 2015 sebesar 20,822.1 Gwh, terus menurun hingga pada tahun 2025 menjadi 19,288.6 GWh., penurunan ini juga berlaku pada jenis pembangkit yang lainya dengan nilai penurunan sebesar 0,8% per tahun.

4.6.2 Energi Baru Terbarukan (EBT) Simulasi Moderat

Skenario moderat disini adalah dengan menerapkan 50% potensi energi baru terbarukan yang ada di Jawa Timur. Dari simulasi yang dilakukan diperoleh hasil proyeksi kapasitas pembangkit listrik energi baru terbarukan dalam kurun waktu sepuluh tahun. Dengan format input data pada software LEAP sebagai berikut:

Branch	2015 Value	Expression
Steam Batubara	5,705.00	5705
Steam Gas	600.00	600
Combine Cycle	2,040.00	2040
Combustion Gas	364.00	364
Hydro Turbine	276.00	276
Geothermal	0.00	Interp(2025,603.25)
Hydro	0.00	Interp(2025,47.95)
Wind	0.00	Interp(2025,408.5)
Stand-Alone Biomas:	0.00	Interp(2025,670.17)
Solar Energy	0.00	Interp(2020,2)
Ocean Wave	0.00	Interp(2025,728.44)
Total:	8985	11,445.31 in 2025

Gambar 4.8 Input Data Kapasitas Pembangkit EBT Moderat

Dalam skenario moderat ini pembangunan pembangkit listrik dengan energi baru terbarukan dilakukan bertahap tiap lima tahun yaitu di tahun 2020 dan di tahun 2025, dengan penerapan skenario pada tahun 2016. Skenario moderat disini adalah dengan menerapkan 50% potensi energi baru terbarukan yang ada di Jawa Timur.

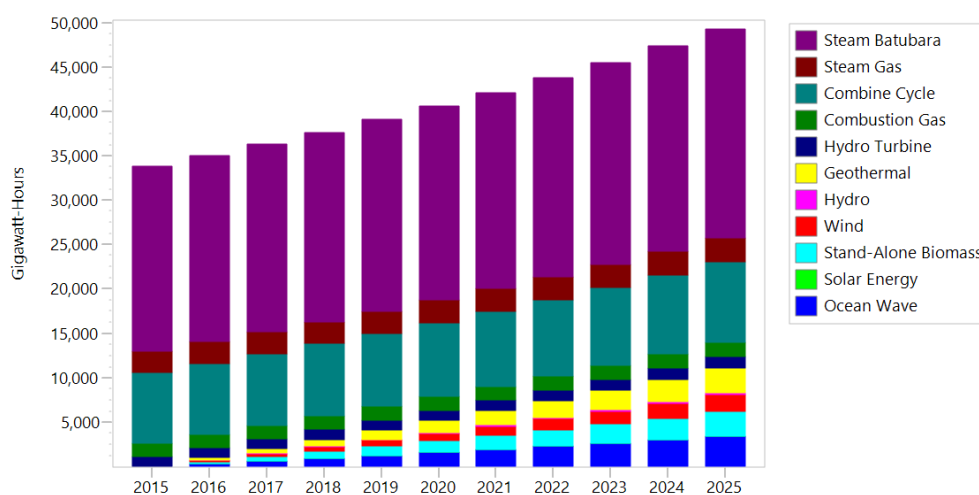
Maka dengan memasukkan 50% data potensi energi baru terbarukan Renstra Bidang Energi Bappeda Jatim 2015 pada software LEAP, hasil kapasitas pembangkit listrik di Provinsi Jawa Timur untuk setiap jenis pembangkit listrik ditunjukkan pada tabel 4.13 berikut:

Tabel 4.13 Energi Baru Terbarukan Simulasi Moderat (GWh)

Sektor	Tahun					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PLTU Batubara	20,822.1	20,966.0	21,139.9	21,343.4	21,576.4	21,827.9
PLTU Gas	2,398.4	2,415.0	2,435.0	2,458.5	2,485.3	2,514.3
PLTGU	7,977.4	8,032.5	8,099.2	8,177.1	8,266.4	8,362.8
PLTG	1,455.1	1,465.1	1,477.3	1,491.5	1,507.8	1,525.3
PLTA	1,116.5	1,124.2	1,133.5	1,144.4	1,156.9	1,170.4
Energi Baru Terbarukan Skenario Optimis						
PLTS	-	252.9	510.1	772.5	1,041.2	1,316.7
PLTA	-	19.5	39.4	59.6	80.4	101.7
PLTB	-	168.7	340.2	515.2	694.5	878.2
PLTBg	-	244.5	493.1	746.8	1,006.6	1,272.9
PLTS	-	1.7	3.5	5.2	7.1	8.9
PLTGL	-	300.8	606.7	918.8	1,238.4	1,566.1
Total	33,769.5	34,991.1	36,277.8	37,633.2	39,061.1	40,545.3

Sektor	Tahun					Rata-rata
	2021	2022	2023	2024	2025	
PLTU Batubara	22,110.3	22,422.7	22,765.5	23,138.9	23,543.5	1.2%
PLTU Gas	2,546.8	2,582.8	2,622.3	2,665.3	2,711.9	1.2%
PLTGU	8,471.0	8,590.6	8,722.0	8,865.0	9,020.1	1.2%
PLTG	1,545.1	1,566.9	1,590.9	1,617.0	1,645.2	1.2%
PLTA	1,185.5	1,202.3	1,220.7	1,240.7	1,262.4	1.2%
Energi Baru Terbarukan Skenario Optimis						
PLTS	1,600.5	1,893.6	2,197.2	2,512.4	2,840.4	
PLTA	123.6	146.2	169.7	194.0	219.3	
PLTB	1,067.5	1,263.0	1,465.5	1,675.8	1,894.5	
PLTBg	1,547.3	1,830.6	2,124.1	2,428.9	2,745.9	
PLTS	9.0	9.2	9.3	9.5	9.6	
PLTGL	1,903.6	2,252.3	2,613.3	2,988.2	3,378.3	
Total	42,110.2	43,760.3	45,500.4	47,335.6	49,271.2	3.90%

Tabel 4.13 memperlihatkan hasil simulasi kapasitas pembangkit listrik bila memanfaatkan energi baru terbarukan dengan simulasi moderat di Jawa Timur 2015-2025. Dimana total prakiraan kapasitas pembangkit listrik dengan energi baru terbarukan ditahun 2025 sebesar 11.088 GWh, dengan peningkatan kapasitas tetap seperti simulasi tanpa skenario EBT dan skenario EBT moderat yaitu 3,9%.



Gambar 4.9 Grafik Proyeksi EBT Moderat Tahun 2015-2025

Tabel 4.13 dan gambar 4.9 menunjukkan hasil proyeksi penerapan energi baru terbarukan dengan memanfaatkan potensi yang ada di Jawa Timur, dengan skenario moderat dimana potensi yang ada hanya diterapkan sebesar 50%. Melihat tabel diatas pertumbuhan rata-rata kapasitas pembangkit konvensional atau dalam hal ini pembangkit yang menggunakan bahan bakar fosil di Jawa Timur tetap meningkat namun tidak sebesar ketika tanpa pemanfaatan EBT moderat yaitu sebesar 1,2% pertahun. Ini bisa terjadi karena sebagian permintaan energi listrik disuplai oleh pembangkit listrik sumber energi terbarukan, sehingga beban pembangkit dengan sumber energi konvensional dapat dikurangi.

Diambil contoh pada pembangkit listrik tenaga uap yang menggunakan bahan bakar batubara kapasitas pembangkit listrik pada tahun 2015 sebesar 20,822.1 Gwh, meningkat menjadi 23,543.5 GWh pada tahun 2025. Namun tidak sebesar ketika tanpa EBT moderat yaitu sebesar 30,380.4 GWh pada tahun 2025. Ini juga berlaku pada jenis pembangkit yang lainnya dengan nilai peningkatan

sebesar 1,2% per tahun dan 3,9% ketika tanpa penerapan EBT moderat atau bisa dikatakan turun 2,7%.

4.6.3 Peranan Energi Baru Terbarukan Dalam Menekan Pertumbuhan Emisi CO₂

Pembangkit listrik yang menggunakan energi konvensional memiliki efek yang kurang baik terhadap lingkungan, terutama adanya gas buang yang menyebabkan polusi terhadap lingkungan. Setiap pembangkit listrik yang menggunakan sumber energi fosil memiliki kapasitas emisi yang berbeda – beda sesuai dengan bahan bakar yang digunakan dimana mengacu pada data *Black & Veatch contracted* dan *National Renewable Energy Laboratory (NREL)* Februari 2012.

Diambil contoh dari pembangkit listrik tenaga uap dengan bahan bakar batubara, dengan format input data pada software LEAP sebagai berikut:

Branch	Effect	Expression	Units	Per
► Sulfur Dioxide (SO2)	Sulfur Dioxide (SO2)	0.055	Pound	Million BTU
Nitrogen Oxides (NOx)	Nitrogen Oxides (NOx)	0.05	Pound	Million BTU
Particulates PM10 (PM10)	Particulates PM10 (PM10)	0.011	Pound	Million BTU
Mercury (Hg)	Mercury (Hg)	90	Pound	Million BTU
Carbon Dioxide (CO2)	Carbon Dioxide (CO2)	215	Pound	Million BTU

Gambar 4.10 Input Data Emisi PLTU Batubara

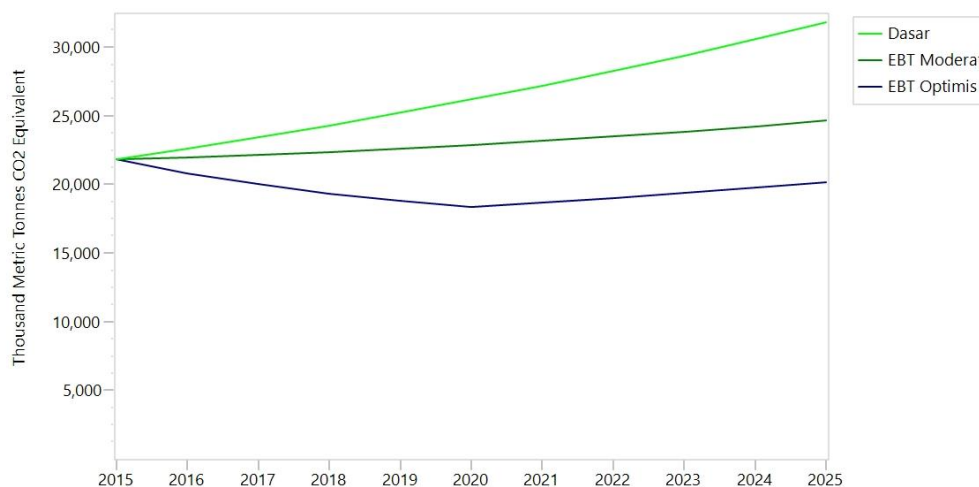
Berdasar simulasi, diperoleh hasil proyeksi peran energi baru terbarukan dalam menekan pertumbuhan emisi. Adapun hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.14 dan gambar 4.11 berikut:

Tabel 4.14 Proyeksi Pertumbuhan Emisi CO₂ (Ribu Ton)

Tahun	Skenario			Total
	Dasar	EBT Moderat	EBT Optimis	
2015	21,808.3	21,808.3	21,808.3	65,424.9
2016	22,597.2	21,959.0	20,812.6	65,368.7
2017	23,428.1	22,141.1	19,998.5	65,567.7
2018	24,303.4	22,354.3	19,330.7	65,988.4
2019	25,225.6	22,598.3	18,783.1	66,607.1

Tahun	Skenario			Total
	Dasar	EBT Moderat	EBT Optimis	
2020	26,184.1	22,861.7	18,326.7	67,372.5
2021	27,194.7	23,157.5	18,652.0	69,004.2
2022	28,260.3	23,484.7	19,001.6	70,746.6
2023	29,384.1	23,843.7	19,376.0	72,603.7
2024	30,569.3	24,234.8	19,775.9	74,580.0
2025	31,819.3	24,637.1	20,175.7	76,632.1
Rata-Rata	3.9%	1.2%	-0.8%	1.6%

Tabel 4.14 menunjukkan pertumbuhan emisi CO₂ selama kurun waktu sepuluh tahun. Pada tahun 2015 dengan simulasi dasar, emisi dari pembangkit listrik di Provinsi Jawa Timur sebesar 21.808,2 ribu ton, EBT optimis dan EBT moderat jumlah emisinya sama karena penerapan skenario dilakukan pada tahun 2016. Dengan penerapan energi baru terbarukan maka jumlah emisinya mengalami penurunan, pada tahun 2016 di skenario dasar jumlah emisinya sebesar 22.597,2 ribu ton setelah penerpan energi baru terbarukan dengan skenario moderat maka jumlahnya turun menjadi 21.959,0 ribu ton, dan pada penerapan skenario optimis turun menjadi 20.812,6 ribu ton.



Gambar 4.11 Grafik Proyeksi Pertumbuhan Emisi CO₂

Tabel 4.14 menampilkan prediksi rata-rata emisi CO₂ mengalami pertumbuhan 3,9% pertahun bila tidak menggunakan energi baru terbarukan, sedangkan ketika diterapkan energi baru terbarukan pertumbuhan emisi CO₂ turun sebesar 2,7% pertahun atau tumbuh 1,2% pertahun pada skenario moderat. Pada penerapan skenario optimis rata-rata emisi CO₂ turun sebesar 0,7% pertahun.

Dalat dilihat pada gambar 4.11 dimana perbedaan pertumbuhan emisi antar skenario terpaut cukup jauh, karena pada dasarnya energi baru terbarukan tidak menghasilkan emisi CO₂ kecuali pada biogas dan biomassa, sehingga energi baru terbarukan sangat ramah terhadap lingkungan.

4.6.4 Perbandingan Biaya Dari Penerapan Energi Baru Terbarukan

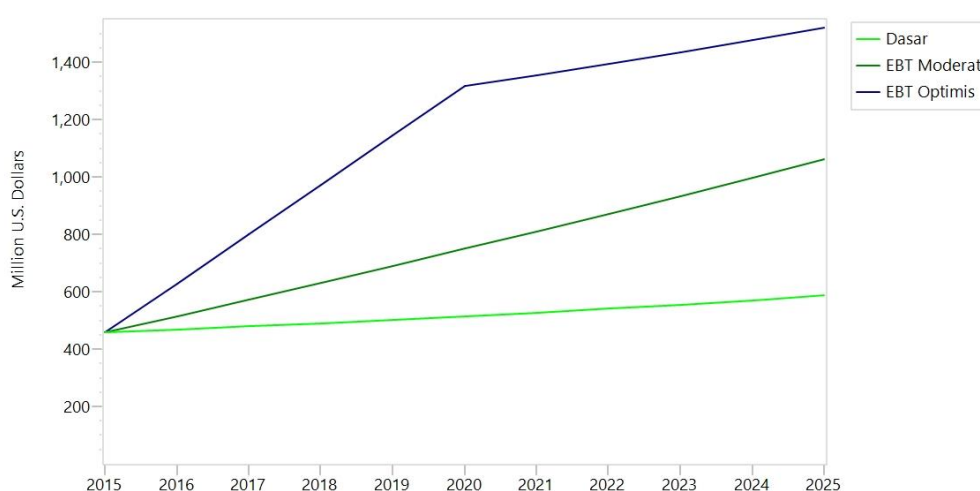
Dalam pembangunan suatu pembangkit tentunya membutuhkan biaya atau investasi yang harus dilakukan, dalam bab ini akan dilakukan simulasi perbandingan biaya sosial pembangkit listrik dari tiga skenario model energi, yaitu skenario dasar, (DAS), skenario energi baru terbarukan moderat (EBT1), dan skenario energi baru terbarukan optimis (EBT). Dimana biaya pembangunan suatu pembangkit berdasarkan oleh data *Black & Veatch contracted* dan *National Renewable Energy Laboratory* (NREL) Februari 2012. Sehingga didapatkan hasil simulasi ketiga skenario tersebut pada tabel 4.15 berikut:

Tabel 4.15 Perbandingan Biaya Dari Penerapan Energi Baru Terbarukan
(Juta Dollar)

Tahun	Skenario		
	Dasar	EBT Moderat	EBT Optimis
2015	457.9	457.9	457.9
2016	468.0	515.1	628.5
2017	478.7	572.9	799.7
2018	489.9	631.4	971.5
2019	501.8	690.5	1,144.0
2020	514.1	750.2	1,316.9
2021	527.1	810.5	1,355.2

Tahun	Skenario		
	Dasar	EBT Moderat	EBT Optimis
2022	540.7	871.7	1,394.6
2023	555.2	933.8	1,435.3
2024	570.4	996.8	1,477.4
2025	586.4	1,060.8	1,520.9
Total	5,690.2	8,291.5	12,502.0
Rata-rata	2.5%	8.8%	12.8%

Total kebutuhan investasi biaya untuk keseluruhan pembangkit dalam skenario dasar dalam periode tahun 2015-2025 adalah sebesar 5,690.2 juta dollar. Sedangkan total kebutuhan investasi biaya keseluruhan pembangkit dalam skenario energi baru terbarukan moderat dalam periode yang sama sebesar 8,291.5 juta dollar. Skenario energi baru terbarukan optimis membutuhkan biaya investasi secara keseluruhan dalam periode yang sama sebesar 12,502.0 juta dollar. Untuk skenario dasar meningkat 2,5% pertahunnya, skenario energi baru terbarukan moderat meningkat 8,8% pertahun, dan skenario energi baru terbarukan optimis 12,8% pertahun.



Gambar 4.12 Perbandingan Biaya Dari Penerapan Energi Terbarukan

Dari grafik terlihat bahwa dari perbandingan biaya sosial tiga model skenario menunjukkan bahwa pembangkit dengan sumber energi baru terbarukan memiliki biaya investasi yang cukup mahal, namun bisa lebih kompetitif dari pada pembangkit berbahan bakar fosil terutama untuk pembangkit PLTP, PLTA, dan PLTB.

Tabel 4.16 Perbandingan Biaya Dari Penerapan EBT Moderat Berdasarkan Pembangkit Listrik (Juta Dollar)

Skenario Dasar	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
PLTU (Batubara)	209.3	209.9	210.5	211.3	212.2	213.1	214.2	215.4	216.6	218.0	219.6	2,350.1
PLTU (Gas)	74.9	75.4	76.0	76.7	77.5	78.4	79.4	80.4	81.6	82.9	84.3	867.7
PLTGU	117.3	117.9	118.6	119.3	120.2	121.2	122.3	123.5	124.8	126.2	127.8	1,339.1
PLTG	45.5	45.8	46.1	46.5	47.0	47.6	48.2	48.8	49.5	50.3	51.1	526.4
PLTA	10.8	10.9	10.9	11.0	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	123.3
Total	457.9	459.8	462.2	464.9	468.1	471.4	475.2	479.4	484.0	489.1	494.5	5,206.6
Moderat EBT	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
PLTP	-	7.9	15.9	24.0	32.4	40.9	49.8	58.9	68.3	78.1	88.3	464.3
PLTA	-	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	10.9
PLTB	-	2.5	4.9	7.4	9.8	12.3	14.7	17.2	19.7	22.1	24.6	135.1
PLTBg	-	10.1	20.2	30.4	40.6	51.0	61.5	72.1	82.9	93.9	105.0	567.7
PLTS	-	0.1	0.3	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	5.3
PLTGL	-	34.6	69.1	103.7	138.3	172.9	207.4	242.0	276.6	311.1	345.7	1,901.5
Total	-	55.3	110.7	166.4	222.4	278.7	335.3	392.3	449.7	507.7	566.3	3,084.8

Tabel 4.17 Perbandingan Biaya Dari Penerapan EBT Optimis Berdasarkan Pembangkit Listrik (Juta Dollar)

Skenario Dasar	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
PLTU (Batubara)	209.3	205.8	202.9	200.5	198.5	196.9	198.0	199.3	200.6	202.1	203.6	2,217.5
PLTU (Gas)	74.9	71.7	69.0	66.8	65.0	63.5	64.5	65.7	66.9	68.2	69.6	745.8
PLTGU	117.3	113.7	110.7	108.3	106.3	104.6	105.8	107.1	108.4	109.9	111.5	1,203.6
PLTG	45.5	43.5	41.8	40.5	39.4	38.5	39.2	39.9	40.6	41.4	42.3	452.5
PLTA	10.8	10.5	10.3	10.1	9.9	9.8	9.9	10.0	10.1	10.2	10.3	111.9
Total	457.9	445.1	434.7	426.1	419.1	413.2	417.4	421.9	426.7	431.8	437.3	4,731.2
Optimis EBT	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Total
PLTP	-	14.9	28.7	41.6	53.8	65.7	80.2	95.3	111.1	127.5	144.7	763.5
PLTA	-	0.4	0.7	1.1	1.4	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	14.1
PLTB	-	9.8	19.7	29.5	39.3	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	49.1	393.0
PLTBg	-	19.7	38.9	57.7	76.2	94.4	114.0	133.8	153.9	174.4	195.2	1,058.1
PLTS	-	0.3	0.5	0.8	1.1	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	10.6
PLTGL	-	138.3	276.6	414.9	553.1	691.4	691.4	691.4	691.4	691.4	691.4	5,531.5
Total	-	183.4	365.0	545.4	724.9	903.7	937.8	972.7	1,008.6	1,045.6	1,083.6	7,770.8

Kebutuhan investasi biaya dalam skenario energi baru terbarukan cenderung lebih mahal dibandingkan dalam skenario dasar tanpa pengembangan energi baru terbarukan. Namun dengan mempertimbangkan kerusakan lingkungan maka pemilihan pengembangan pembangkit dengan sumber energi baru terbarukan menjadi solusi untuk menekan pertumbuhan emisi CO₂ yang terus meningkat setiap tahunnya.