BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Data Umum

4.1.1 Demografi Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY)

Daerah Istimewa Yogyakarta adalah salah satu provinsi yang dibatasi oleh wilayah provinsi Jawa Tengah. Posisi D.I. Yogyakarta tercatat memiliki luas 3.185,80 km² atau 0,17 persen dari luas Indonesia (1.860.359,67 km²), dan merupakan provinsi terkecil setelah Provinsi DKI Jakarta. (Statitik Daerah Istimewa Yogyakarta, 2015)

Setelah dilakukannya sensus penduduk pada tahun 2010, jumlah penduduk yang tercatat tahun 2011 - 2014 dilakukan perhitungan dengan metode peramalan dengan laju pertumbuhan penduduk diperkirakan 1,04-1,24 persen. Jumlah penduduk tinggal di DIY tahun 2011 diperkirakan 3,509 juta jiwa dan akan bertambah 3,552 juta jiwa pada tahun 2012. Perkiraan penambahan pernduduk akan terus terjadi sampai tahun 2014 dengan jumlah penduduk sekitar 3,637 juta jiwa. (Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka, 2015)

Komposisinya penduduk di DIY pada tahun 2014 adalah 49,47persen laki-laki dan 50,53 persen perempuan. Jumlah penduduk DIY semakin bertambah setiap tahun dengan laju pertumbuhan yang berfluktuasi, namun lajunya masih cukup terkendali. Tahun 2014 mencatat jumlah penduduk laki-laki di DIY sebanyak 1,797 juta jiwa dan perempuan 1,839 juta jiwa. Karena perbandingan keduanya hampir sama, dengan demikian rasio jenis kelamin (sex ratio) keduanya hanya sebesar 97,7 persen. artinya lebih banyak perempuan dari pada laki-laki. (Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka, 2015)

Jumlah penduduk menurut Kabupaten / kota serta jumlah pelanggan menurut Unit Pelayanan di D.I Yogyakarta tahun 2014 dapat dilihat di tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 4.1 Jumlah Penduduk menurut Kabupaten / Kota di D.I. Yogyakarta 2014

Tahun	Uraian	Kabupaten / Kota					
		Kulon	Bantul	Gunung	Sleman	Yogya	DIY
		progo		kidul		karta	
(1)	2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
2010*)	Jumlah/	388.869	911.503	675.382	1.093.110	388.627	3.457.491
	Total						
2011	Jumlah/	393.796	927.846	682.670	1.113.297	392.388	3.509.997
	Total						
2012	Jumlah/	397.639	941.414	688.135	1.130.140	395.134	3.552.462
	Total						
2013	Jumlah/	401.450	955.015	693.523	1.147.037	397.828	3.594.854
	Total						
2014	Jumlah/	405.222	968.632	698.825	1.163.970	400.467	3.637.116
	Total						

Sumber: Proyeksi Penduduk Indonesia 2010-2035

Tabel 4.2 Jumlah Pelanggan menurut Unit Pelayanan di D.I. Yogyakarta

Unit Pelayanan	Jumlah/ total
1. Wates	101.882
2. Wonosari	163.667
3. Bantul	165.638
4. Yogyakarta	204.185
6. Sleman	128.309
7. Sedayu	112.662
8. Kalasan	95.984
DIY	972.327

Sumber : PLN Yogyakarta

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta



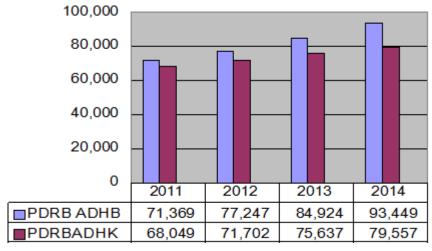
Gambar 4.1 Peta Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta

Sumber: BPS Provinsi DIY

4.1.2 Pertumbuhan Ekonomi, (Statistik Daerah Provinsi DIY, 2015)

4.1.2.1 Laju Pertumbuhan Ekonomi di Provinsi DIY

Indikator pertumbuhan ekonomi suatu daerah ialah nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang dimiliki daerah tersebut. PDRB adalah jumlah nilai tambah yang dihasilkan oleh seluruh unit usaha di suatu wilayah sehingga sangat erat kaitannya dengan pertumbuhan ekonomi.Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang berlaku di D.I Yogyakarta pada tahun 2014 mengalami peningkatan sebesar 5,18 persen. Nilai Produk Domestik Regional Bruto atas dasar harga berlaku (PDRB ADHB) di D.I. Yogyakarta pada tahun 2014 tercatat sebesar Rp 93,4 tiliun, atau naik 10,04 persen dari tahun sebelumnya yang sebesar Rp 84,9 triliun. Selain itu Nilai PDRB ADHK juga mengalami kenaikan bertahap dari tahun 2011 sebesar 68,04 triliun naik sebesar 79,5 triliun di tahun 2014. Kenaikan nilai produk domestik regional bruto (PDRB) yang sangat signifikan dari tahun ke tahun selama periode 2011 sampai 2014 di karenakan adanya pertumbuhan hampir di semua sektor ekonomi. Perkembangan PDRB ADHB dan ADHK di D.I Yogyakarta di tahun 2011 sampai 2014 dapat dilihat pada gambar 4.2.



Sumber: BPS Provinsi DIY, 2015

Gambar 4.2. Perkembangan PDRB menurut Lapangan Usaha ADHB dan ADHK di D.I. Yogyakarta

Dari data yang ada untuk nilai Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) menurut lapangan usaha atas dasar harga konstan di D.I Yogyakarta dapat dilihat pada tabel 4.3 yang ada di bawah ini :

Tabel 4.3 Produk Domestik Regional Bruto menurut Lapangan Usaha Atas Dasar Harga Konstan (Milyar Rupiah) 2014 di D.I. Yogyakarta

No	Lapangan Usaha / Industri	PDRB (Milyar)
1	Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan	7.506. 534,3
2	Pertambangan dan Penggalian	470.734,6
3	Industri Pengolahan	10 .469.636,9
4	Pengadaan Listrik dan Gas	120.209,3
5	Pengadaan Air, Pengolahan Sampah, Limbah dan Daur Ulang	82.855,4
6	Konstruksi	7.508.543,3
7	Perdagangan Besar dan Eceran, Reparasi Mobil dan Sepeda	6.540.107,5
	Motor	
8	Transportasi dan Pergudangan	4.377.849,8
9	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	7.414.021,0
10	Informasi dan Komunikasi	8.458.713,2
11	Jasa Keuangan dan Asuransi	2.855.408,4
12	Real Estate	5.735.457,1
13	Jasa Perusahaan	924.041,7
14	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial	5.971.985,6
	Wajib	
15	Jasa Pendidikan	6.938.845,3
16	Jasa Kesehatan dan kegiatan Sosial	2.062.978,6
17	Jasa Lainnya	2.119.325,9
18	PDRB/Gross Regional Domestic Product	79.557.248,0

Sumber: BPS Provinsi D.I. Yogyakarta

Dari tabel 4.3 terlihat nilai PDRB untuk provinsi D.I Yogyakarta mencapai nilai 79,5 milyar rupiah dan dengan menggolongkan nilai tersebut menjadi beberapa sektor untuk lapangan usaha, antala lain sektor publik, sektor komersil, dan sektor industri yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

A. Sektor Publik

Tabel 4.4 PDRB konstan untuk sektor Publik

No	Lapangan Usaha / Industri	PDRB (Milyar)
1	Jasa Keuangan dan Asuransi	2.855.408,4
2	Jasa Perusahaan	924.041,7
3	Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial	5.971.985,6
	Wajib	
4	Jasa Pendidikan	6.938.845,3
5	Jasa Kesehatan dan kegiatan Sosial	2.062.978,6
6	Jasa Lainnya	2.119.325,9
7	Total	12.104.585,5

Dari jumlah lapangan usaha pada PDRB harga atas dasar harga konstan yang telah di kelompokan untuk sektor publik di perkirakan mencapai angka 12,1 milyar rupiah untuk tahun 2014.

B. Sektor Komersil

Tabel 4.5 PDRB konstan untuk sektor Komersil

No	Lapangan Usaha / Industri	PDRB (Milyar)
1	Pengadaan Listrik dan Gas	120.209,3
2	Pengadaan Air, Pengolahan Sampah, Limbah dan Daur	82.855,4
	Ulang	
3	Perdagangan Besar dan Eceran, Reparasi Mobil dan Sepeda	6.540.107,5
	Motor	
4	Transportasi dan Pergudangan	4.377.849,8
5	Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum	7.414.021,0
6	Informasi dan Komunikasi	8.458.713,2
7	Real Estate	5.735.457,1
8	Total	25.041.643,3

PDRB konstan untuk sektor komersil mencapai 25,0 milyar dengan menggolongkan berdasarkan jumlah lapangan usaha untuk sektor-sektor komersil / bisnis di provinsi DIY.

C. Sektor Industri

Tabel 4.6 PDRB konstan untuk sektor Industri

No	Lapangan Usaha / Industri	PDRB (Milyar)
1	Industri Pengolahan	10.469.636,9

Sedangkan untuk PDRB konstan menurut lapangan usaha untuk sektor industri di D.I Yogyakarta hanya ada satu. Angka lapangan usaha untuk sektor tersebut mencapai nilai 10,4 milyar rupiah. Angka-angka tersebut dapat berubah sesuai dengan tingkat pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonominya.

4.2 Data Kelistrikan D.I Yogyakarta

4.2.1 Kelistrikan di D.I Yogyakarta

Saat ini beban puncak untuk sistem kelistrikan di D.I Yogyakarta diperkirakan sampai akhir tahun 2014 sekitar 410 MW. Energi listrik untuk provinsi DIY sampai saat ini masih di suplai oleh pembangkit yang ada di provinsi Jawa Tengah dimana sistem ketenagalistrikan di DIY juga merupakan bagian dari sistem interkoneksi tenaga listrik Jawa-Madura-Bali (JAMALI) yang meliputi tujuh provinsi di Jawa dan Bali. Sistem ini merupakan sistem interkoneksi dengan jaringan tegangan ekstra tinggi 500 kV, yang membentang sepanjang Pulau Jawa-Bali. Sistem ini juga merupakan sistem tenaga listrik terbesar di Indonesia, yang mengkonsumsi hampir 80% tenaga listrik dari total produksi listrik di seluruh Indonesia. PT. PLN (persero) APJ Yogyakarta bertugas melayani kebutuhan tenaga listrik untuk masyarakat di wilayah Yogyakarta. Kebutuhan energi listrik ini disediakan oleh delapan gardu induk dengan total kapasitas seluruh gardu induk mencapai 616 MW. (PLN, 2008). Peta sistem kelistrikan D.IYogyakarta ditunjukkan pada Gambar 4.3



Gambar 4.3. Peta Jaringan TT dan TET di Provinsi DIY

Gardu Induk untuk Sub PLN APJ Yogyakarta ada delapan dan masing-masing Gardu induk tersebut memiliki wilayah suplai distribusi sendiri. Adapun data jumlah Gardu Induk dan Lokasi nya di jelaskan dalam tabel 4.7.

Tabel 4.7 Jumlah Gardu Induk PLN dan lokasi nya di DIY

No	Gardu	Suplai Wilayah	Kap	Beban Puncak	Presentase	Jumlah	
	Induk		(MVA)	(MVA)	Kap.	Feeder	
1	Kentungan	Sleman,YK.	90	57,8	64,22	10	
		Utara, Kalasan					
2	Bantul	Wates, Sedayu,	120	49,6	41.33	10	
		YK.Selatan,					
		Wonosari,					
		Bantul					
3	Gejayan	YK.Utara,	120	37,5	31,25	6	
		Wonosari,					
		Kalasan					
4	Wirobrajan	Yk.Utara,	60	21,5	35,83	4	
		Yk.Selatan					
5	Godean	Sleman,Sedayu	60	16,9	28,17	6	
6	Medari	Sleman	30	16,3	54,33	6	
7	Wates	Wates	46	16,3	35,43	4	
8	Semanu	Wonosari	30	9,8	32,67	4	
	Jumlah			225,7	40,59	50	

Sumber: PT. PLN (persero) APJ Yogyakarta

4.2.2 Jumlah Pelanggan Listrik

Kebutuhan listrik diperlukan untuk penerangan dan penggerak berbagai peralatan elektronik guna mempermudah kehidupan manusia. Pasokan utama listrik selama ini disuplai oleh PT Perusahaan Listrik Negara (PLN). PLN Distribusi Jawa Tengah yang menaungi wilayah operasional Yogyakarta memiliki delapan sub unit pelayanan yang tersebar di D.I. Yogyakarta. Pada tahun 2014 unit pelayanan tersebut melayani pelanggan sebanyak 972.327 unit (naik 3,90 persen dari tahun 2013), yang terdiri dari rumah tangga sekitar 92,25 persen, disusul unit usaha sebesar 4,45 persen, umum sebesar 3,24 persen,dan industri 0,06 persen. (RUPTL PLN 2014 - 2024).

Jumlah produksi listrik yang dijual selama tahun 2014 mencapai 2.369,61 juta GWh, meningkat sekitar 7,43 persen dibandingkan dengan tahun sebelumnya. Energi listrik yang terjual tersebut dikonsumsi oleh rumah tangga sekitar 56,43 persen, 21,54 persen oleh unit usaha, 9,38 persen oleh industri dan selebihnya 12,64 persen diserap oleh pelanggan sosial, pemerintah dan lainnya. (Statistik Daerah Provinsi DIY).

Tabel 4.8 Jumlah Tenaga Listrik Terpasang dan Terjual Per Sektor

No	Kelompok	Energi Terjual (GWh)
1	Rumah Tangga	1.337,29
2	Komersil	527,55
3	Industri	222,38
4	Publik	282,38
Jumlah		2.369,61

Sumber: Statistik PLN 2014

4.3 Potensi Sumber Energi Terbarukan

Potensi sumber energi terbarukan yang dipertimbangkan berdasarkan Outlook Energi Indoneia (OEI) 2014 yaitu meliputi energi terbarukan (panas bumi, tenaga air, biomassa, dan angin). Untuk biomassa di sini meliputi biomassa yang berasal dari limbah industri, pertanian dan kehutanan serta biomassa dari sampah kota. (Outlook Energi Indonesia 2014).

Sedangkan potensi sumber energi di D.I.Yogyakarta yang dimiliki antara lain potensi panas bumi yang diperkirakan mencapai 10 MWe di 1 lokasi yaitu pada Parangtritis, Gunung Kidul. Dari rencana PLN Pengembangan Pembangkit di D.I Yogyakarta pada tahun 2019 juga direncanakan akan beroperasi PLT Bayu Samas 50 MW yang rencananya akan dikembangkan oleh sebuah perusahaan swasta. (RUPTL PLN, 2015)

4.3.1 Potensi Energi Gelombang Laut

Berdasarkan survei yang dilakukan Badan Pengkajian dan Penerepan Teknologi (BPPT) dan pemerintah Norwegia sejak tahun 1987, terlihat banyak daerah-daerah pantai yang berpotensi sebagai pembangkit listrik tenaga ombak. Ombak di sepanjang Pantai Selatan Pulau Jawa, di atas kepala Burung Papua dan sebelah barat pulau Sumatera sangat sesuai untuk menyuplai energi listrik. Kondisi ombak seperti itu tentu sangat menguntungkan, sebab tinggi ombak yang bisa dianggap potensial untuk membangkitkan energi listrik adalah sekitar 1,25 hingga 2 meter dan gelombang ini tidak pecah hingga sampai di pantai. Fakta inilah yang membuat pembangkit listrik tenaga ombak sangat cocok untuk di pakai di wilayah Indonesia.

Yogyakarta merupakan daerah di Indonesia yang memiliki potensi gelombang laut terbesar dibanding daerah lainnya. Pantai Selatan di daerah Yogyakarta memiliki potensi gelombang 19 kw/ panjang gelombang. Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut di daerah Yogyakarta dikembangkan oleh BPPT khususnya BPDP (Balai Pengkajian Dinamika Pantai).

Dalam penelitian dan uji Coba ini BPPT membuat Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut menggunakan sistem OWC (Oscillating Water Coloumb). Pada tahun 2004 BPDP – BPPT juga telah berhasil membangun prototype OWC pertama di Indonesia. Prototype itu dibangun di pantai Parang Racuk, Baron, Gunung Kidul. Prototype OWC yang dibangun adalah OWC dengan dinding tegak. Luas bersih chamber (3x3)meter. Tinggi sampai pangkal dinding miring 4 meter, tinggi dinding

miring 2 meter sampai ke ducting, tinggi ducting 2 meter. Prototype OWC ini setelah di uji coba operasional memiliki efisiensi 11 %. Dan pada tahun 2006 ini pihak BPDP – BPPT kembali membangun OWC dengan sistem Limpet di pantai Parang Racuk, Baron, Gunung Kidul. OWC Limpet dibangun berdampingan dengan OWC 2004 tetapi dengan model yang berbeda. Dengan harapan besar energi gelombang yang bisa dimanfaatkan dan efisiensi dari OWC Limpet ini akan lebih besar dari pada OWC sebelumnya. Akan tetapi sampai saat ini teknologi tersebut sudah tidak terpakai lagi dan perlu di kaji ulang untuk pengoptimalan teknologi tersebut agar dapat digunakan sebagai pembangkit mandiri yang optimal.

Dari Pengukuran dan data - data gelombang laut yang diambil di pantai glagah disajikan pada (tabel 4.9) di bawah ini dan nantinya dapat dihitung energi yang mampu di hasilkan gelombang menggunakan teknologi OWC sebagai acuan ukuran gelombang.

Tabel 4.9 Data Gelombang Laut di pantai Glagah

	Tinggi Gelombang				Kecepatan Gelombang		
No	Tinggi Gelombang datang (cm)	Tinggi Gelombang pergi (cm)	Tinggi Gelombang	Waktu (detik)	Jarak (cm)	Kecepatan (m/detik)	
1	150	40	1.2	2.56	10	3.91	
2	150	80	1.25	2.14	10	4.67	
3	150	50	1.2	2.94	10	3.4	
4	180	60	1.25	2.37	10	4.22	
5	190	50	1.3	2.3	10	4.35	
6	170	60	1.25	2.73	10	3.24	
7	150	60	1.2	3.09	10	3	
8	150	40	1.2	2.53	10	3.85	
9	140	50	1.2	2.75	10	3.64	
10	160	40	1.25	2.6	10	3.85	
11	170	50	1.25	3.47	10	2.88	
12	210	80	1.5	2	10	5	
13	150	40	1.2	3.35	10	2.9	
14	200	60	1.4	3.18	10	3.14	
15	170	70	1.25	3.06	10	3.27	
16	190	70	1.4	2.74	10	3.65	
17	190	70	1.4	2.27	10	4.41	
18	160	40	1.25	3.73	10	2.68	
19	170	50	1.4	2.54	10	3.94	

No	Tinggi Gelombang	Tinggi Gelombang	Tinggi Gelombang	Waktu	Jarak	Kecepatan
20	datang (cm)	pergi (cm)	0.05	(detik)	(cm)	(m/detik)
20	130	30	0.95	2.77	10	3.61
21	210	80	1.5	2.4	10	4.17
22	200	50	1.5	2.74	10	3.66
23	190	50	1.4	2.74	10	3.65
24	140	30	1	3.3	10	3.03
25	150	40	1.2	3.03	10	3.3
26	180	70	1.4	2.22	10	4.5
27	160	50	1.25	2.67	10	3.75
28	170	50	1.25	2.4	10	4.17
29	150	20	1.2	2.32	10	4.31
30	150	30	1.2	3.03	10	3.3
31	160	25	1.25	3.32	10	2.01
32	170	50	1.20	2.64	10	3.79
33	180	45	1.35	2.67	10	3.75
34	140	30	1.10	2.57	10	3.89
35	150	30	1.20	2.37	10	4.22
36	140	30	0.95	2.50	10	4
37	150	40	1.25	2.77	10	3.61
38	170	40	1.3	2.45	10	4.08
39	180	60	1.4	2.51	10	3.98
40	140	45	1.1	2.87	10	3.48
41	130	30	0.95	2.97	10	3.37
42	130	35	0.95	2.94	10	3.4
43	160	40	1.25	2.55	10	3.92
44	200	60	1.5	2.58	10	3.88
45	180	40	1.4	2.34	10	4.27
46	170	85	1	3.22	10	3.11
47	160	60	1.25	2.86	10	3.5
48	150	45	1.25	2.85	10	3.5
49	160	50	1.25	2.58	10	3.88
50	140	40	1.1	2.64	10	3.79
	Pata rata					3.69

Sumber: ANDAL Pengendalian Banjir Sub Proyek Sungai Serang

4.3.1.1 Menghitung Energi Gelombang dengan Sistem Oscilating Water Coloumb (OWC)

Untuk menghitung energi gelombang yang dihasilkan dari pembangkit sistem OWC ini di butuhkan rumus-rumus yang ada pada bab II. Dengan data – data yang ada sehingga dapat diolah dan dihitung besar potensi gelombang yang mampu di hasilkan suatu pembangkit listrik tenaga gelombang.

Untuk mencari periode datangnya suatu gelombang dapat dihitung dengan rumus yang disarankan oleh Kim Nielsen, yaitu :

$$T = 3.55 \cdot \sqrt{H}$$

H = tinggi rata-rata.

Dari data tinggi rata – rata yang di teliti kita dapat mengetahui periode untuk perairan selatan Yogyakarta dengan perhitungan :

$$T = 3.55 \cdot \sqrt{H} T = 3.5 (s)$$

Dengan mengetahui prakiraan periode datangnya gelombang untuk perairan selatan Yogyakarta, maka dapat dihitung panjang gelombangnya dengan persamaan yang disarankan oleh David Ross yaitu :

$$\lambda = 5.12 \cdot T^2$$

 λ = panjang gelombang (m)

T = periode gelombang (s)

Dari rumus tersebut dapat dihitung prakiraan panjang gelombang yaitu :

$$\lambda = 5,12 \cdot T^2$$
 $\lambda = 5,12 \cdot (3,5)^2 = 62,72 \text{ (m)}$

Dari kedua perhitungan periode dan panjang gelombang tersebut maka dapat dihittung prakiraan kecepatan gelombang datang yaitu dengan rumus :

$$V = \frac{\lambda}{T}$$

V = kecepatan gelombang datang (m/s)

T= periode gelombang (s)

 λ = panjang gelombang (m)

Contoh perhitungan:

$$V = \frac{\lambda}{T}$$
 $V = \frac{62,72}{3,5} = 17,92 \text{ (m/s)}$

Untuk menghitung potensi energi yang bisa di bangkitkan oleh gelombang laut dengan sistem OWC ini ada dua perhitungan berbeda terhadap luas penampang ombak (chamber) yaitu :

1. Dengan prototype luas penampang Chamber 2,4 meter (w), massa jenis air laut 1030 kg/m³(ρ), gravitasi bumi 9,81 m/s², tinggi rata - rata gelombang 1,25 meter (a), panjang gelombang 62,72 m (λ), periode gelombang 3,5 (s) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

Ew =
$$\frac{1}{4}$$
 · w · ρ · g · a² · λ
Ew = $\frac{1}{4}$ · 2,4 m · 1030 kg/m3 · 9,8 m/s² · (1,25)² · 62,72 m
Ew = 594.132,84 (J)

Daya yang dapat di bangkitkan energi gelombang laut :

$$Pw = \frac{Ew}{T}$$

$$Pw = \frac{594.132,84(j)}{3,5(s)} = 169.25,24 \text{ (watt)}$$

$$P = \frac{169.25,24 \text{ (watt)}}{1000000} = 0,16975224 \text{ (MW)}$$

2. Dengan prototype luas penampang Chamber 35 meter (w), massa jenis air laut 1030 kg/m³(ρ), gravitasi bumi 9,81 m/s², tinggi rata - rata gelombang 1,25 meter (a), panjang gelombang 62,72 m (λ), periode gelombang 3,5 (s) dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

Ew =
$$\frac{1}{4}$$
 . w . ρ . g . a² . λ
Ew = $\frac{1}{4}$. 35 m . 1030 kg/m3 . 9,8 . (1,25)² . 62,72 m

$$Ew = 8.664.437,25 (J)$$

Daya yang dapat dibangkitkan energi gelombang laut:

$$Pw = \frac{Ew}{T}$$

$$Pw = \frac{8.664.437,25 \text{ (j)}}{3,5(s)} = 2.475.535,5 \text{ (watt)}$$

$$P = \frac{2.475.535,5 \text{ (watt)}}{1000000} = 2,4755535 \text{ (MW)}$$

Dari kedua perhitugan dan rumus yang sama daya potensial yang di dapat dapat di simpulkan bahwa semakin besar luas penampang ombak (Chamber) maka daya yang dihasilkan akan semakin besar juga. Dari perhitungan tersebut juga dapat diketahui luas penampang mempengaruhi daya yang di hasilkan.

4.3.2 Potensi Energi Angin

Di Yogyakarta sendiri telah mulai dikembangkan Pembangkit Listrik Tenaga Bayu/Angin. Ada beberapa daerah yang berpotensi antara lain di daerah Srandakan, Samas, Sadeng, Parangtritis dan Baron. Untuk saat ini pembangkit listrik tenaga bayu/angin yang sudah dikembangkan di yogyakarta di prakarsai oleh LAPAN (Lembaga Penelitian dan Antariksa) dan PSE (Pusat Studi Energi) UGM. LAPAN telah mendirikan PLTAngin di daerah Samas, Sadeng, Parangtritis, Srandakan dan Baron. Namun PLTB/Angin yang dikembangkan ini tidak dapat bekerja secara efektif karena pengembangan tidak sesuai dengan potensi angin Yogyakarta. Yogyakarta memiliki potensi angin dengan kecepatan 3-5 m/s, untuk kecepatan angin seperti itu sebaiknya menggunakan kincir dengan low speed, turbin VAWT (Vertical Axis Wind Turbine), generator low rpm dan sistem pemasangan Stand alone.

Dalam rencana RUPTL PLN 2015 D.I Yogyakarta pada tahun 2019 direncanakan akan beroperasi PLTBayu Samas 50 MW yang rencananya akan dikembangkan oleh sebuah perusahaan swasta.

Pembangkit Listrik Tenaga Bayu Samas adalah pembangkit listrik tenaga angin pertama yang ada di Indonesia. Pembangkit Listrik ini memiliki sekitar 30 turbin angin yang mendukung kelistrikan di Indonesia.(RUPTL PLN, 2015) Sumber daya angin di Samas juga cukup besar karena terletak di wilayah pantai. Pihak PLN dan PT Binatek Reka Energi selaku perusahaan yang melaksanakan proyek menargetkan proyek tersebut dapat menghasilkan tenaga listrik sebesar 50 MW setiap tahunnya.(ESDMMAG edisi 02, 2012).

4.3.3 Potensi Panas Bumi

Terdapat beberapa laporan studi mengenai resource dan reserve tenaga panas bumi di Indonesia yang menyajikan angka-angka yang berbeda. Salah satunya adalah "laporan studi oleh WestJEC pada tahun 2007 Master Plan Study for Geothermal Power Development in the Republic of Indonesia". Menurut laporan tersebut, potensi panas bumi Indonesia yang dapat dieksploitasi adalah 9.000 MW, tersebar di 50 lapangan, dengan potensi minimal 12.000 MW. (Outlook Energy Indonesia, 2014)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Badan Penelitian ESDM dan RUPTL PLN untuk wilayah D.I Yogyakarta provinsi D.I.Yogyakarta memiliki potensi panas bumi yang diperkirakan mencapai 10 MWe di 1 lokasi yaitu pada Parangtritis, Gunung Kidul. Namun energi panas bumi tersebut masih memerlukan penelitian lebih dalam lagi agar nantinya dapat di jadikan pembangkit yang mampu mendukung energi listrik khususnya di wilayah D.I.Yogakarta. (Balai Pengamatan ESDM, 2014)

4.3.4 Potensi Sampah Kota (MSW)

Permasalahan sampah merupakan permasalahan yang krusial bahkan sampah dapat dikatakan sebagai masalah kultural karena berdampak pada sisi kehidupan terutama dikota-kota besar seperti D.I Yogyakarta ini. Seiring pertambahan penduduk dari tahun ke tahun

sampah akan terus ada dan tidak akan berhenti diproduksi oleh kehidupan manusia, jumlahnya akan berbanding lurus dengan jumlah penduduk, bisa dibayangkan banyaknya sampah-sampah dikota besar yang berpenduduk padat. Permasalahan ini akan timbul ketika sampah menumpuk dan tidak dapat dikelola dengan baik. Oleh karena itu perlunya perencanaan pengelolaan yang baik supaya sampah perkotaraan ini mampu di fungsikan dan dioptimalkan sebagai suatu energi alternatif yang dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit energi listrik.

Badan Lingkungan Hidup Daerah (BLHD) provinsi D.I.Y mengeluarkan data perkiraan jumlah timbunan sampah per-hari menurut klasifikasi kota besar, sedang, dan kecil yang dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10 Perkiraan Jumlah Timbulan Sampah per hari (kg/orang/hari)

No	Klasifikasi Kabupaten/	Berat Timbulan Sampah
	Kota	(kg)
1.	Kota Besar	0,5
2.	Kota Kecil	0,4

Sumber: Laporan Status Lingkungan Hidup Provinsi DIY

Jika dilihat menurut jumlah penduduk yang dimaksud dengan kota besar adalah kabupaten/kota yang jumlah penduduknya lebih dari 1.000.000 jiwa dan kota kecil adalah kabupaten/kota yang jumlah penduduknya berada di kisaran 100.000 - 500.000 jiwa

4.3.4.1 Menghitung Potensi Energi Sampah Kota(MSW)

Perhitungan sampah kota dibuat dengan acuan penduduk dan jumlah sampah yang dihasilkan perkapita. Data perhitungan sampah dari jumlah penduduk dan timbunan sampaah yang dihasilkan dapat diketahui pada tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perkiraan Timbulan Sampah per hari Menurut Kabupaten/Kota

No	Kabupaten /	Jumlah Penduduk	Berat Timbunan	Total	
	Kota	(jiwa)	Sampah	(Kg/hari)	
			(kg/orang)		
1	Bantul	968.632	0,5	484.316	
2	G.Kidul	698.825	0,5	349.412,5	
3	Sleman	1.163.970	0,5	581.985	
4	Yogyakarta	400.467	0,4	160.186,8	
5	Kulon Progo	405.222	0,4	162.088,8	
	DIY				

Menghitung Potensi Energi Listrik dari Sampah kota

Produksi Sampah per hari pada tahun 2014 = 1.737.989,1 kg/hari atau 1.737,989 ton/hari.

Produksi Sampah per tahun = $1.737,989 \times 365 = 634.365,985 \text{ ton/tahun}$.

Berdasarkan konten energi pada sotware LEAP, 1 ton sampah kota setara dengan 14 GJ. Berdasarkan nilai diatas, maka dapat dicari potensi energi sampah kota per tahun (dalam Gigajoule) dengan perhitungan sebagai berikut:

$$634.365,985 \times 14 = 8.881.123,79 \text{ GJ}$$

Dengan menggunakan unit converter yang disediakan dari software LEAP, 1 Gigajoule setara 0,277 MWh maka diperoleh potensi energi listrik sebesar 2.466.979 MWh. Untuk mencari kapasitas daya maksimum (MW) yang dibangkitkan oleh sampah kota maka digunakan persamaan :

$$MW = \frac{MWh}{CFx8760(jam)}$$

Nilai CF (Capacity Factor) untuk pembangkit listrik sampah kota sebesar 0,75 atau 75% (SAIC, 2013). Olehnya, kapasitas daya maksimum yang dapat dihasilkan oleh sampah kota :

$$MW = \frac{2.466.979}{CFx8760(jam)} = 375,491174 \text{ (MW)}$$

4.4 Hasil dan Analisis

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

Proyeksi penggunaan energi listrik dibagi berdasarkan sektorsektor pengguna energi listrik yang terdiri dari 4 sektor, yaitu sektor rumah
tangga, sektor komersial, sektor publik dan sektor industri. Untuk sektor
rumah tangga, level aktivitas diwakili oleh jumlah rumah tangga. Dengan
demikian intensitas energi listrik di sektor rumah tangga merupakan
penggunaan energi listrik per kapita per tahun. Untuk sektor komersial,
sektor publik dan sektor industri, level aktivitas diwakili oleh nilai PDRB.
Dengan demikian intensitas energi listrik di sektor komersial, sektor publik
dan sektor industri merupakan penggunaan energi listrik per miliar rupiah
per tahun.

Model energi yang dianalisis menggunakan tahun dasar 2014 dan tahun akhir simulasi di tahun 2024. Model energi yang disusun terdiri dari dua buah skenario, yaitu skenario Dasar (DAS) dan skenario Energi Terbarukan (EBT). Skenario DAS merupakan skenario yang didasarkan pada keadaan yang berlaku di tahun dasar simulasi dari segi pola konsumsi serta kebijakan-kebijakan pemerintah yang berkaitan dengan sektor energi. Di dalam skenario EBT, peran energi terbarukan dalam penyediaan energi listrik diikutsertakan dalam model energi.

Pertumbuhan penduduk diasumsikan berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan oleh Bappenas-BPS-UNFPA bulan desember 2013. Pertumbuhan penduduk rata-rata Provinsi DIY berdasarkan hasil perhitungan Bappenas-BPS-UNFPA dapat dilihat di Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Asumsi pertumbuhan penduduk di provinsi DIY

No	Interval	Pertumbuhan Penduduk
1	2014 – 2015	1,2 %
2	2015 – 2019	1,08 %
3	2019 – 2024	0,9 %

Jumlah rata-rata pertumbuhan per lima tahun tersebut kemudian hasil ini dimasukkan kedalam pemodelan leap untuk permintaan permintaan energi (demand) pada proyeksi skenario dasar (DAS) untuk sektor Rumah Tangga.

Pertumbuhan PDRB di provinsi DIY dadasarkan pada skenario di dalam Rencana Umum Penyedia Tenaga Listrik (RUPTL) tahun 2015 - 2024. Asumsi pertumbuhan PDRB rata - rata Provinsi DIY dalam sepulu tahun mendatang ini di perlihatkan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13 Asumsi pertumbuhan PDRB di provinsi DIY

No	Interval	Pertumbuhan PDRB
1	2014 – 2015	6,2 %
2	2015 – 2019	6,8 %
3	2019 – 2024	7,1 %

Untuk jumlah rata-rata pertumbuhan PDRB per lima seperti yang disajikan pada tabel diatas nilai tersebut kemudian dimsukkan kedalam pemodelan leap untuk permintaan energi (demand) pada proyeksi skenario dasar (DAS) untuk sektor Komersil, sektor Industri, dan sektor Pubilk.

Selain parameter penggerak yang berupa pertumbuhan penduduk dan PDRB, rasio elektrifikasi juga merupakan parameter penggerak yang sangat menentukan konsumsi energi listrik. Rasio Elektrifikasi diasumsikan mencapai 100% di tahun 2024 sesuai dengan target PLN.

4.4.1 Menghitung Permintaan Energi Listrik

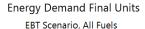
Metode perhitungan untuk menghitung permintaan energi listrik di provinsi DIY digunakan metode intensitas energi. Intensitas energi merupakan ukuran penggunaan energi terhadap sektor aktifitas. Nilai intensitas energi dihitung berdasarkan konsumsi energi listrik di setiap sektor (subsektor) dibagi dengan level aktivitas. Di dalam analisis energi LEAP menghitung permintaan energi berdasarkan persamaan 4.1.

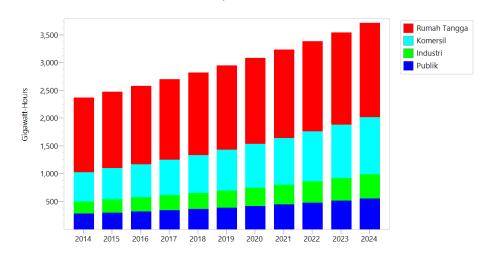
$$D = TA \times EI$$
 4.1

Dimana jumlah energi yang dibutuhkan (D) berbanding lurus dengan aktivitas di sektor energi (TA) dan intensitas energi (EI). Aktivitas energi direpresentasikan oleh variabel penggerak yang dapat berupa data demografi atau data makro-ekonomi, sedangkan intensitas energi merupakan energi yang dikonsumsi persatuan aktivitasnya. Untuk permintaan total maupun permintaan energi sektoral dipengaruhi oleh rincian kegiatan berbeda yang membentuk komposisi atau struktur permintaan energi.

Setelah dilakukan perhitungan permintaan energi oleh software LEAP didapatkan data dan angka-angka hasil simulasi permintaan energi yang disajikan pada tabel 4.14 di bawah.

Tahun	Rumah Tangga	Komersil	Industri	Publik	Total (GWh)
2014	1.337,3	527,6	222,4	282,4	2.369,6
2015	1.371,8	563,7	237,5	301,6	2.474,3
2016	1.406,9	601,7	253,7	322,1	2.584,3
2017	1.442,5	642,7	270,9	344,0	2.700,1
2018	1.478,8	686,4	289,0	367,4	2.821,9
2019	1.513,0	735,1	309,9	393,5	2.951,4
2020	1.547,7	787,3	331,9	421,4	3.088,2
2021	1.582,9	843,2	355,4	251,3	3.232,8
2022	1.618,6	903,0	380,7	483,4	3.385,6
2023	1.654,8	967,2	407,7	517,7	3.547,3
2024	1.691,5	1.035,8	436,6	554,4	3.718,4





Gambar 4.4 Grafik Simulasi Permintaan Energi Listrik 2014 - 2024

Dari tabel 4.14 dan gambar 4.4 diatas, hasil dari simulasi permintaan energi listrik untuk provinsi DIY terus mengalami pertumbuhan. Permintan akan kebutuhan energi listrik untuk provinsi DIY rata – rata untuk setiap sektor mengalami pertumbuhan per tahun. Nilai rata-rata pertumbuhan permintaan energi hasil skenario dari LEAP pada setiap sektor adalah 2,4 % untuk sektor rumah tangga dan 7,0 %, untuk sektor komersil, sektor publik dan sektor industri selama periode simulasi. Sehingga permintaan energi listrik yang dibutuhkan untuk setiap sektor adalah sebesar 1.691,5 GWh untuk sektor rumah tangga, 1.035,8 GWh untuk sektor komersil, 436,6 GWh untuk sektor industri, dan 554,4 GWh untuk sektor publik di periode akhir simulasi tahun 2024.

Dengan pertumbuhan kebutuhan energi listrik yang memiliki ratarata total sebesar 4,6 % untuk semua sektor per tahun selama periode simulasi. Kebutuhan energi listrik yang disimulasikan dari periode awal simulasi (2014) sebesar 2.369,2 GWh, terus mengalami peningkatan menjadi sebesar 3.718,1 GWh di akhir tahun simulasi (2024). Peningkatan akan kebutuhan energi listrik ini tidak lepas dari terus bertambahnya jumlah pertumbuhan PDRB dan pertumbuhan penduduk yang berbanding lurus.

4.4.2 Proyeksi Pembangunan Pembangkit Listrik dengan Sumber Energi Baru Terbarukan (EBT)

Dengan tujuan untuk mengurangi import energi listrik untuk provinsi D.I Yogyakarta yang terus meningkat seiring dengan permintaan energi maka dibuat suatu skenario pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) guna mengurangi import energi listrik dengan memanfaatkan potensi energi terbarukan yang ada di D.I Yogyakarta. Pemanfaatan energi terbarukan dalam pembangkit listrik disusun dengan skenario yang mulai dikembangkan pada tahun 2018 dan berakhir pada tahun 2024. Rencana kapasitas daya untuk gelombang laut, angin, sampah kota, dan panas bumi disajikan pada tabel 4.15.

Tabel 4.15 Proyeksi Pembangunan Pembangkit Listrik EBT

Tahun	Kapasitas Daya (MW)				
	PLTGL	PLTB/Angin	PLTSa/ (MSW)	PLTP	
2018	2,4	25	-	-	
2019	-	-	-	-	
2020	2,4	-	100		
2021	-	-	-		
2022	2,4	25	-	10	
2023	-	-	-	-	
2024	-	-	150	-	

Dalam skenario energi baru terbarukan (EBT) pembangkit listrik dengan sumber energi gelombang laut (PLTGL), dan angin (PLTB/angin) mulai dikembangkan pada tahun 2018, sedangkan pengembangan pembangkit listrik tenaga sampah kota dan panas bumi baru dilakukan pada tahun 2020 dan tahun 2022. Proyeksi pembangunan pembangkit listrik dengan sumber energi gelombang laut akan dibangun berturut-turut pada tahun 2018, tahun 2020, dan tahun 2022 dengan kapasitas daya masing-masing sebesar 2,4 MW, sehingga total kapasitas daya yang mampu dibangkitkan pada akhir tahun simulasi adalah sebesar 7,2 MW.

Hasil dari pengukuran potensi gelombang laut dengan menggunakan metode oscillating water coloumb (OWC) untuk memaksimalkan energi gelombang maka luas penampang (chamber) yang lebih besar diperlukan untuk menaikan potensi pembangkit. Sebagai perbandingan, negara-negara di eropa telah banyak yang memanfaatkan energi gelombang laut ini dengan berbagai macam tipe pembangkit dengan potensi yang dihasilkan mencapai 100 MW. (EU-OEA, 2010; IRENA, 2014).

Proyeksi pembangkit listrik tenaga angin dibangun berturut-turut sebesar 25 MW pada tahun 2018 dan pada tahun 2022, sehingga pada akhir tahun simulasi kapasitas daya yang mampu dibangkitkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Angin ini adalah sebesar 50 MW. Mengikuti rencana dari pengembangan pembangkit listrik tenaga angin samas yang di ketahui mencapai 50 MW. (RUPTL PLN, 2015).

Proyeksi pembangunan Pembangkit listrik dengan sumber energi sampah kota akan dibangun berturut-turut pada tahun 2020 sebesar 100 MW dan 150 MW di akhir tahun simulasi (2024), sehingga total kapasitas daya yang mampu dibangkitkan pada akhir tahun simulasi adalah sebesar 250 MW. Sebagai perbandingan, negara Denmark telah mengubah 54% sampahnya menjadi energi listrik. (Phen Effendi, 2014).

Untuk proyeksi pembangunan pembangkit listrik panas bumi akan di bangun pada tahun 2022 sebesar 10 MW, dengan melihat potensi panas bumi yang telah di ketahui sebesar 10 MW di pantai parangtritis yogyakata. (RUPTL PLN, 2015)

Kapasitas daya total yang mampu dibangkitkan oleh pembangkit listrik tenaga gelombang laut, angin, sampah kota dan panas bumi adalah sebesar 317,2 MW. Pembangkitan ini dilakukan secara berkala dengan mempertimbangkan masalah yang mungkin dihadapi. Dikarenakan pembangunan pembangkit memerlukan rencana seperti observasi tempat, waktu, dan juga dana yang tidak sedikit, apalagi ini adalah teknologi alternatif yang menggunakan energi terbarukan. Oleh karena itu skenario

pembangkitan energi terbarukan (EBT) ini di rencanakan dalam periode sepuluh tahun.

4.4.3 Kapasitas Daya Pembangkit Listrik Energi Baru Terbarukan (EBT)

Dari skenario pembangkit listrik energi baru terbarukan yang direncanakan dimulai dari tahun 2018 – 2024. Hasil kapasitas daya pembangkit listrik (EBT) dalam skenario pembangkit listrik EBT pada leap untuk D.I Yogyakarta dapat dilihat pada tabel 4.16. Pada tebel tersebut disajikan kapasitas daya yang terpasang untuk masing-masing pembangkit per tahun pada periode simulasi pembangkit listrik (EBT).

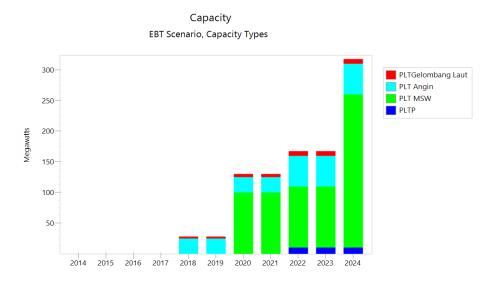
Tabel 4.16. Hasil Simulasi Kapasitas Daya Pembangkit Listrik EBT

Tahun		Total			
	PLT-GL	PLTB/ Angin	PLT MSW	PLTP	(MW)
2018	2,4	25,0	-	-	27,4
2019	2,4	25,0	-	-	27,4
2020	4,8	25,0	100,0	-	129,8
2021	4,8	25,0	100,0	-	129,8
2022	7,2	50,0	100,0	10,0	167,2
2023	7,2	50,0	100,0	10,0	167,2
2024	7,2	50,0	250,0	10,0	317,2

Pada tabel 4.16 tersaji hasil kapasitas daya yang dihasilkan untuk pembangkit energi terbarukan (EBT) di awal periode simulasi tahun 2018 dengan dibangunnya 2 pembangkit yaitu (PLTGL) sebesar 2,4 MW dan (PLTB/Angin) 25 MW mempunyai kapasitas total sebesar 27,4 MW. Di tahun 2019 karena tidak adanya penambahan kapasitas daya dan pembangkit listrik maka kapasitasnya tetap. Pada tahun 2020 dengan ditambahnya kapasitas PLTGL sebesar 2,4 MW dan adanya penambahan pembangkit listrik tenaga sampah (PLTSa/MSW) sebesar 100 MW, jadi total kapasitas daya di tahun 2020 menjadi sebesar 129,8 MW. Untuk tahun 2021 dengan tidak adanya penambahan kapasitas daya dan pembangkit maka kapasitas totalnya masih sama dengan tahun 2020.

Dan pada tahun 2022 dengan penambahan pembangkit yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) sebesar 10 MW dan juga terjadi penambahan kapasitas daya untuk (PLTGL) sebesar 2,4 MW, untuk (PLTBayu/angin) sebesar 25 MW total kapasitas daya pembangkit adalah sebesar 167,2 MW. Di tahun 2024 dengan adanya penambahan kapasitas sebesar 150 MW MW untuk (PLTSa/MSW) kapasitas total dari PLTSa(MSW) adalah sebesar 250 MW. Jadi total kapasitas daya pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) ini pada periode akhir simulasi yaitu tahun 2024 dengan 4 pembangkit yaitu PLTGL, PLTB/Angin, PLTSa(MSW), dan PLTP kapasitas total pembangkit listrik energi terbarukan yang dapat dibangkitkan mencapai 317.2 MW.

Dari rencana kapasitas daya unutk pembangkit energi tebarukan (EBT) yang disajikan dalam tabel 4.16 tersebut, menghasilkan sebuah grafik pertumbuhan kapasitas daya pembangkit listrik yang dihasilkan selama periode simulasi 2018-2024 yang dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Kapasitas Daya Pembangkit Sumber Energi Terbarukan (EBT)

Pada gambar 4.5 terlihat kapasitas pembangkit yang direncanakan oleh skenario energi baru terbarukan (EBT) dari periode awal simulasi yaitu tahun 2018 totalnya sebesar 27,4 MW dan terus ditingkatkan sehingga pada akhir periode simulasi (tahun 2024) menjadi sebesar 317,2

MW. Grafik tersebut menunjukan peningkatan kapasitas daya yang signifikan dari awal simulasi samapi akhir dan untuk menunjang angka permintaan energi listrik untuk provinsi DIY.

Dengan adanya pembangkit energi terbarukan (EBT) dan kapasitas yang cukup besar ini, diprediksi mampu menekan import energi listrik dari luar provinsi DIY (sistem jamali) yang di prediksi akan terus mengalami peningkatan sesuai dengan pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dan diperkirakan mencapai angka rasio elektrifikasi 100% di tahun 2024.

4.4.4 Energi Yang Dihasilkan Pembangkit Listrik Energi Baru Terbarukan (EBT)

Dari skenario pembangkit energi baru terbarukan (EBT) yang di rencanakan dengan kapasitas daya masing-masing pembangkit, energi listrik yang dihasilkan untuk setiap kapasitas daya pembangkit listrik energi terbarukan selama periode simulasi dapat dilihat dari data yang disajikan oleh tabel 4.17.

Tabel 4.17. Hasil Produksi Energi Listrik Sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) (GWh)

Tahun		Total			
	PLT-GL	PLTB/ Angin	PLT MSW	PLTP	(GWh)
2014	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-
2017	=	-	-	-	-
2018	19,3	205,9	-	-	225,2
2019	19,3	205,9	-	-	225,2
2020	38,7	205,9	735,8	-	980,4
2021	38,7	205,9	735,8	-	980,4
2022	58,0	411,7	735,8	84,1	1.289,7
2023	58,0	411,7	735,8	84,1	1.289,7
2024	58,0	411,7	1.839,6	84,1	2.393,4
	7.384				

Dari tabel 4.17, terlihat hasil proyeksi pembangkitan yang dilakukan dengan menggunakan software leap. Energi listrik yang dihasilkan oleh pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) ini terus mengalami peningkatan. Dalam skenario awal pembangkitan, energi listrik yang dihasilkan pada tahun 2018 dari 2 pembangkit listrik yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) dengan kapasitas 2,4 MW dan Pembangkit Listrik Tenaga Angin PLTBayu/ Angin (PLTB/angin) dengan kapasitas 25 MW, energi listrik yang dihasilkan kedua pembangkit tersebut mencapai total sebesar 225,2 GWh. Di tahun 2019 energi yang dihasilkan masih tetap sama karena tidak ada penambahan pembangkit dan kapasitas.

Pada tahun 2020 dengan adanya penambahan pembangkit yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa)/(MSW) dengan kapasitas sebesar 100 MW dan juga penambahan kapasitas daya pada (PLTGL) menjadi 4,8 MW, energi listrik yang dihasilkan naik menjadi sebesar 980,4 GWh. Dan untuk tahun 2021 energi yang dihasilkan masih sama dengan tahun sebelumnya.

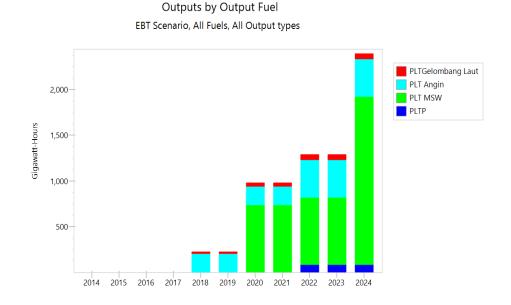
Di tahun 2022 dengan adanya penambahan pembangkit (PLTP) sebesar 10 MW dan terjadi penambahan daya untuk PLTGL sebesar 2,4 MW dan 25 MW untuk PLTB/angin, energi yang dihasilkan mengalami pertambahan sebesar 309,3 GWh menjadi sebesar 1.289,7 GWh. Dan untuk tahun 2023 masih dengan kapasitas dan energi yang sama karena tidak dilakukan penambahan kapasitas pembangkit.

Pada akhir periode simulasi tahun 2024 dengan adanya penambahan kapasitas daya PLTSa/ MSW sebesar 150 MW. Sehingga total energi yang dihasilkan dari 4 pembangkit dari tahun 2022 sebesar 1.289,7 GWh naik menjadi sebesar 2.392,4 GWh di tahun 2024.

Jika semua pembangkit yang di skenariokan dikoneksikan dalam sistem interkoneksi jamali maka dengan adanya pembangkit listrik sumber energi baru terbarukan (EBT) dan energi yang dihasilkan adalah sebesar 2.392,4 GWh, diprediksi mampu mengurangi permintaan energi listrik dari

luar provinsi DIY (sistem jamali) dan mampu menjadi sumber energi listrik mandiri di provinsi DIY dengan memanfaatkan potensi sumber energi terbarukan secara maksimal.

Dari data-data yang tersaji oleh tabel 4.17 diatas dalam skenario pembangkitan menghasilkan sebuah grafik untuk energi listrik yang dihasilkan pada masa periode simulasi setiap tahunnya yang dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Hasil Simulasi Pembangkit dan Energi yang dihasilkan

Pada gambar 4.6 terlihat pada awal simulasi pembangkitan (2018) energi listrik yang mampu dihasilkan oleh 2 pembangkit PLTGL dan PLTB/angin menghasilkan energi listrik sebesar 225.2 GWh terus mengalami peningkatan dan pada akhir tahun periode simulasi (2024) dengan dibangunnya 4 pembangkit listrik energi terbarukan (EBT) yaitu PLTGL, PLTB/angin, PLTSa/ MSW, dan PLTP energi yang dihasilkan naik menjadi sebesar 2.393,4 GWh dengan total jumlah prooduksi selama periode simulasi (10 tahun) sebesar 7.384 GWh. Grafik diatas menunjukkan pertumbuhan hasil dari pembangkitan energi terbarukan (EBT) selama masa simulasi.

4.4.5 Perbandingan Antara Proyeksi Kebutuhan Listrik Pembangkit Jamali dan Setelah Adanya Pembangkit Energi Terbaru (EBT)

4.4.5.1. Skenario PLN untuk Sistem Jamali

Hasil dari Proyeksi kebutuhan energi listrik dengan menggunakan software LEAP pada proyeksi kebutuhan energi listrik untuk provinsi DIY dari sistem JAMALI dapat dilihat pada tabel 4.18.

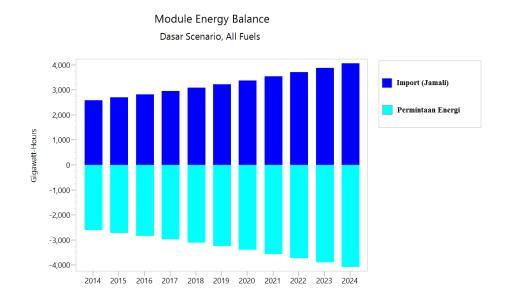
Tabel 4.18. Hasil Proyeksi Kebutuhan Energi Listrik Sistem Jamali untuk Provinsi DIY (GWh)

Tahun	Import Bersih	Losses	Permintaan
	(Jamali)	(8,57%)	Energi
2014	2.591,7	-222,1	2.369,6
2015	2.705,6	-231,9	2.474,3
2016	2.826,6	-242,2	2.584,3
2017	2.951,0	-252,9	2.700,1
2018	3.086,4	-264,4	2.821,9
2019	3.228,1	-276,6	2.951,4
2020	3.377,7	-289,4	3.088,2
2021	3.535,7	-303,0	3.232,8
2022	3.703,0	-317,3	3.385,6
2023	3.879,8	-332,4	3.547,3
2024	4.067,0	-348,5	3.718,4
Rata-rata	4,6 %		

Dari perhitungan permintaan energi yang dilakukan menggunakan LEAP, diperoleh jumlah kebutuhan energi listrik yang dipasok oleh sistem Jamali dari tahun 2014 – 2024 terus mengalami kenaikan. Nilai rata - rata kenaikan dari hasil perhitungan leap untuk sistem jamali ini adalah sebesar 4,6 %. Pada proyeksi kebutuhan energi listrik untuk provinsi DIY, setiap tahun terus mengalami pertumbuhan kebutuhan suplai energi listrik (Import) dari sistem jamali dan diperkirakan import energi mencapai angka 4.067,0 GWh pada tahun 2024. Hal ini terjadi jika tidak adanya pembangkit listrik mandiri untuk provinsi DIY. Untuk mencukupi kebutuhan energi listrik tersebut, provinsi DIY harus mengimport energi

listrik dari sistem JAMALI sebesar permintaan energi listrik yang dibutuhkan. Namun dengan adanya losses dari transmisi distribusi, energi yang di import lebih besar dibandingkan dengan permintaan, agar dengan losses yang sebesar 8,57 % untuk pulau jawa, angka permintaan energi listrik untuk DIY dapat tercukupi. Sehingga di tahun 2024 dengan permintaan energi yang sebesar 3.718,4 GWh dengan adanya losses transmisi distribusi sebesar 8,57% angka yang harus diimport dari sistem jamali adalah sebesar 4.067,0 GWh agar dapat mencukupi permintaan energi listrik.

Dari hasil skenario permintaan energi listrikuntuk sistem jamali menghasilkan sebuah grafik kebutuhan (import) dan permintaan energi listrik untuk provinsi DIY dari sistem jamali yang terlihat seperti pada gambar 4.6.



Gambar 4.7 Grafik Kebutuhan Energi Listrik Sistem Jamali

Terlihat pada gambar 4.7 grafik tersebut menunjukan angka untuk kebutuhan energi listrik (import) berbanding lurus dengan permintaan energi untuk provinsi DIY setiap tahunnya. Dan kebutuhan akan permintaan energi listrik ini semuanya harus di import dari luar DIY atau oleh sistem Jamali sampai sebesar 4.067,0 GWh di akhir tahun periode simulasi (2024).

4.4.5.2. Skenario Pembangkit Energi Baru Terbarukan (EBT)

Untuk menekan angka dari permintaan energi pada skenario dasar (DAS), dibuat sebuah proyeksi pembangunan pembangkit listrik dengan sumber energi baru terbarukan (EBT) di D.I Yogyakarta untuk mengurangi angka permintaan energi listrik yang disuplai (import) oleh sistem jamali tersebut. Setelah dibangunnya pembangkit energi baru terbarukan (EBT) dihasilkan jumlah permintaan energi listrik yang harus di suplai (import) untuk provinsi DIY dapat dilihat pada tabel 4.19.

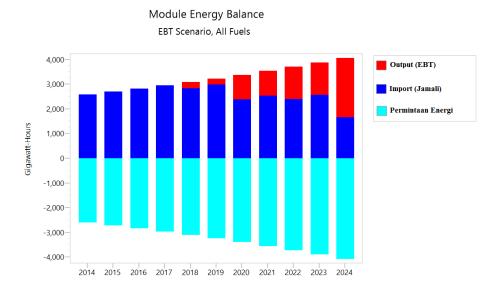
Tabel 4.19. Hasil Simulasi Permintaan Energi Listrik di provinsi DIY, Suplai Energi dari Luar dan suplai Energi Listrik EBT (GWh)

Tahun	Permintaan	Import Bersih	Outputs	Import
	Energi	(Jamali)	(EBT)	(Jamali) (GWh)
2014	2.369,6	2.591,7	-	2.591,7
2015	2.474,3	2706,2	-	2.706,2
2016	2.584,3	2.826,6	-	2.826,6
2017	2.700,1	2.953,2	-	2.953,2
2018	2.821,9	3.086,4	225,2	2.861,2
2019	2.951,4	3.228,1	225,2	3.002,9
2020	3.088,2	3.377,7	980,4	2.397,3
2021	3.232,8	3.535,8	980,4	2.555,4
2022	3.385,6	3.703,0	1.289,7	2.413,3
2023	3.547,3	3.879,8	1.289,7	2.590,1
2024	3.718,4	4.067,0	2.393,4	1.673,5

Dengan melihat data hasil skenario pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) yang disajikan pada tabel 4.19, dengan adanya pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT) yang dibangun di tahun 2018 mampu menghasilkan energi sebesar 225,2 GWh, dan sedikitnya mampu mengurangi angka import energi listrik dari sistem jamali sebesar 3.086,4 GWh menjadi 2.861,2 GWh dengan adanya pembangkit listrik energi baru terbarukan (EBT). Jumlah permintaan energi yang harus disuplai oleh sistem jamali berangsur-angsur mulai berkurang dan diperkirakan pada akhir periode simulasi (tahun 2024) dengan adanya

pembangkit listrik energi terbarukan (EBT) ini mampu mengurangi angka import energi listrik yang sebesar 4.067,0 GWh menjadi 1.673,5 GWh dengan adanya output dari pembangkit listrik energi terbarukan (EBT).

Energi yang dihasilkan dengan proyeksi pembangunan pembangkit energi terbarukan (EBT) diprediksi mampu mengurangi import listrik dari sistem jamali sebesar 2.393.4 GWh di tahun 2024.



Gambar 4.8 Grafik Hasil dari Proyeksi Scenario EBT untuk Module Energi Balance

Terlihat pada gambar 4.8, hasil dari perbandingan permintaan energi yang disuplai oleh sistem jamali dan dengan adanya pembangkit pembangkit energi terbarukan (EBT) terlihat mengalami penurunan pada tahun 2018. Setelah adanya skenario dari pembangkit energi terbarukan (EBT) yang dibangun tahun 2018 - 2024 berangsung-angsur mulai terjadi pengurangan import energi listrik oleh sistem jamali sampai sebesar 1.673,6 GWh di akhir periode simulasi (2024). Dari perbandingan tersebut, dengan adanya skenario pembangkit energi terbarukan (EBT) ini maka angka import energi listrik untuk provinsi DIY dari sistem jamali dapat ditekan dan dikurangi secara bertahap.

Kontribusi dari pembangkit energi terbarukan ini memiliki presentase sekitar 59 % untuk pembangkit energi tebarukan (EBT), jika

dilihat besarnya nilai presentase kontribusi tersebut dapat diprediksi mampu mengurangi import energi listrik hampir separuh dari jumlah import sebelum adanya pembangkit energi terbarukan (EBT) untuk D.I Yogyakarta selama periode simulasi.

4.4.6 Biaya Investasi Pembangkit Energi Terbarukan (EBT)

Biaya investasi untuk pembangkit energi baru terbarukan (EBT) pada skenario (EBT) yang dihitung dengan menggunakan LEAP. Total biaya investasi operational dan maintenance untuk masing-masing pembangkit selama periode simulasi 2018-2024 dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20. Biaya Investasi untuk Pembangkit Sumber Energi Terbarukan (EBT) (Milyar Rupiah)

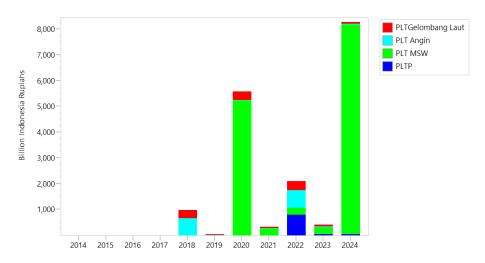
Tahun	Jenis Pembangkit Listrik (Milyar Rupiah)				Total
	PLT-GL	PLT Angin	PLT MSW	PLTP	
2014	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-
2016	-	-	-	-	-
2017	-	-	-	-	-
2018	303,1	663,0	-	-	966,1
2019	14,8	19,5	-	-	34,3
2020	317,9	19,5	5.246,0	-	5.583,4
2021	29,6	19,5	267,0	-	316,1
2022	332,7	682,5	267,0	807,4	2.089,5
2023	44,4	39,0	267,0	53,4	403,7
2024	44,4	39,0	8.136,0	53,4	8.272,7
Total					17.665,8

Dari hasil yang disajikan tabel 4.20 tersebut biaya investasi yang harus dikeluarkan untuk pembangunan pembangkit energi tebarukan (EBT) pada awal periode simulasi tahun 2018 untuk PLTGL mencapai angka 303,1 Milyar rupiah, dan untuk PLTBayu/Angin mencapai angka

663,0 Milyar rupiah total biaya investasi pembangunan pembangkit di tahun 2018 mencapai 966,1 Milyar rupiah. Untuk tahun 2019 karena tidak adanya pembangunan pembangkit dan hanya operasional dan maintenance total untuk 2 pembangkit PLTGL sebesar 14,8 Milyar rupiah dan PLTB/angin adalah sebesar 19,5 Milyar rupiah. Di tahun 2020 dengan di tambahnya kapasitas dari PLTGL sebesar 2,4 MW dan adanya pembangunan PLTSa(MSW) sebesar 100 MW memerlukan biaya 5.246,0 Milyar rupiah, total biaya investasinya naik menjadi 5.583,4 milyar rupiah. Untuk biaya investasi tahun 2021 karena tidak adanya penambahan pembangkit dan kapasitas total biaya untuk operasional dan maintenance mencapai 316,1 Milyar rupiah. Tahun 2022 karena adanya penambahan kapasitas untuk PLTGL sebesar 2,4 MW, PLTB/Angin 25 MW dan penambahan pembangkit PLTP sebesar 10 MW total biaya investasi adalah sebesar 2.089,5 Milyar rupiah. Untuk tahun 2023 dengan adanya 4 pembangkit dan tidak adanya penambahan kapasitas dan pembangkit, biaya untuk operasional dan maintenance di tahun tersebut adalah sebesar 403,7 Milyar rupiah. Di akhir tahun simulasi (2024) biaya invesatasi mengalami peningkatan yang sangat signifikan dengan di tambahnya kapasitas pembangkit PLTSa(MSW) sebesar 150 MW biaya investasi untuk pembangunan, operasional dan mantenance total di tahun 2024 mencapai 8.272,7. Total biaya investasi untuk 4 pembangkit EBT selama periode simulasi mencapai 17.665,8 Milyar rupiah. Nilai tersebut dihasilkan oleh capital cost dan fix om cost yang dihitung oleh LEAP.

Dari data-data yang disajikan tabel 4.20, dihasilkan grafik total biaya sosial pembangkitan (Social Cost) dari skenario energi terbarukan (EBT) dapat dilihat pada gambar 4.9.





Gambar 4.9 Grafik Biaya untuk Pembangkit Sumber Energi Terbarukan (EBT).

Dari gambar 4.9 diatas memperlihatkan di tahun yang adanya pembangunan dan peambahan kapasitas mengalami peningkatan yang sangat signifikan seperti di tahun 2018, 2020, 2022, dan di tahun 2024. Biaya investasi pembangkitan listrik energi terbarukan (EBT) dari skenario (EBT) jika melihat nilai dari harga dollar saat ini memang sangat mahal, namun dalam upaya mengurangi emisi CO₂, pertimbangan kerusakan lingkungan dan potensi sumber energi baru yang ada, maka pemilihan pembangkit dengan sumber energi terbarukan ini menjadi suatu solusi untuk menekan angka import energi untuk provinsi DIY dari sistem jamali. Total biaya investasi pembangkitan energi terbarukan (EBT) selama periode simulasi adalah sebesar 17.665,8 Milyar rupiah dengan pembangunan 4 pembangkit. Jumlah tersebut juga tak lepas dari biaya perawatan alat, biaya operasional pembangkit, anggaran pembangkitan dan gaji para karyawan.

4.4.7 Peran Energi Terbarukan dalam Menekan Pertumbuhan Emisi CO₂

4.4.7.1 Perbandingan Total Emisi CO₂ Skenario Dasar dan Skenario Energi Baru Terbarukan (EBT) selama periode 2014-2024

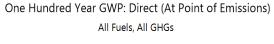
Dari hasil simulasi untuk perbandingan total emisi CO_2 antara skenario dasar dan skenario energi terbarukan diketahui bahwa peran energi terbarukan dalam menekan angka pertumbuhan emisi CO_2 dapat dilihat pada tabel 4.21. Pada tabel dibawah memperlihatkan perbandingan emisi CO_2 dari aktifitas pembangkit konvensional (skenario Dasar) dalam skenario (EBT).

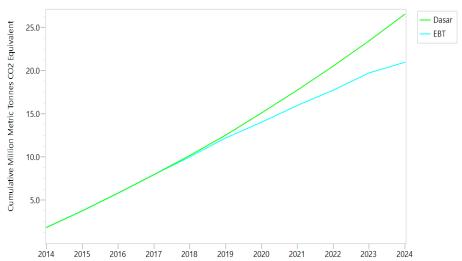
Tabel 4.21 Perbandingan Total Pertumbuhan Emisi CO₂ (juta ton)

Tahun	Skenario (Juta Ton)		
	Dasar	EBT	
2014	1,8	1,8	
2015	3,8	3,8	
2016	5,8	5,8	
2017	7,9	7,9	
2018	10,2	10,0	
2019	12,6	12,2	
2020	15,1	14,0	
2021	17,7	15,9	
2022	20,5	17,8	
2023	23,5	19,7	
2024	26,6	21,0	
Rata-rata Penurunan	21 %	27%	

Dari data yang disajikan pada tabel 4.22 terlihat total emisi CO₂ yang dihasilkan dari skenario Dasar selama periode 2014-2024 sebesar 26,6 juta ton. Setelah adanya pengembangan pembangkit energi terbarukan (skenario EBT) total emisi CO₂ yang dihasilkan selama periode 2014-2024 turun menjadi 21,0 juta ton. Rata-rata pertumbuhan emisi CO₂ dari skenario dasar sebesar 21 % dengan di kembangkannya energi terbarukan penurunan emisi CO₂ meningkat menjadi sebesar 27 %.

Kedua perbandingan total emisi CO₂ Skenario Dasar dan Skenario Energi Baru Terbarukan (EBT) menghasilkan grafik perbandingan emisi CO₂ yang dapat dilihat pada gambar 4.10.





Gambar 4.10 Grafik perbandingan total emisi CO₂ Skenario Dasar dengan Skenario Energi Baru Terabarukan (EBT) (Comulative Value)

Dari gambar 4.10 terlihat perbandingan emisi CO₂ yang dihasilkan pembangkit konvensional (skenario Dasar) terus mangalami peningkatan dari tahun ke tahun. Dengan adanya pembangkit energi terbarukan (EBT) pada tahun 2018 emisi yang CO₂ yang dihasilkan terus dapat ditekan dan terus mengalami penurunan. Pada akhir periode simulasi emisi yang dihasilkan untuk pembangkit konvensional (skenario Dasar) yaitu sebesar 26,6 juta ton, nilai ini lebih besar dibandingkan dengan setelah adanya pembangkit energi terbarukan (EBT) yaitu menjadi sebesar 21,0 juta ton.