

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS POTENSI LIMBAH PADI SEBAGAI SUMBER ENERGI  
TERBARUKAN DI PROVINSI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN  
SOFTWARE LEAP**

Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata Satu (S1)

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun Oleh:**

**FEBRI SETYA NUGRAHA**

**20120120098**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa sekripsi dengan judul “ ANALISIS POTENSI LIMBAH PADI SEBAGAI SUMBER ENERGI TERBARUKAN DI JAWA TENGAH MENGGUNAKAN SOFTWARE LEAP ” ini merupakan benar- benar karya saya sendiri, dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku. Atas pernyataan ini saya siap menanggung resiko apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini.

Yogyakarta 23 Mei 2017

Yang membuat pernyataan

FEBRI SETYA NUGRAHA

## MOTTO

*Kesuksesan hanya dapat diraih dengan segala upaya dan usaha disertai dengan doa, karena sesungguhnya nasib orang tidak akan berubah dengan berubah dengan sendirinya tanpa usaha.....*

Sesuatu akan menjadi kebanggaan, jika sesuatu itu dikerjakan, dan bukan hanya dipikirkan.

Sebuah cita-cita akan menjadi kesuksesan, jika diawali dengan bekerja untuk mencapainya.

Bukan hanya sebagai impian.

## PERSEMBAHAN

Penulis menyadari dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan, pengarahan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan terimakasih sedalam-dalamnya kepada :

1. Allah SWT yang senantiasa tidak pernah henti-hentinya memberikan Rahmat dan hidayahnya kepada penulis selama penulis menempuh Study di Teknik Elektro UMY ini.
2. Ibu Muti'ah yang tak pernah lelah bekerja keras untuk membesarkan dan mendidik penulis sampai saat sekarang ini. Bahkan ucapan terima kasih ini tidak akan pernah sebanding dengan apa yang ibu lakukan buat penulis mulai dari mengandung Sembilan bulan hingga sampai penulis telah memiliki gelar sekarang ini. Semoga Ibu selalu dibawah lindungan Allah SWT.
3. Bapak Musalit yang juga tak pernah lelah bekerja keras untuk membesarkan dan mendidik penulis sampai saat sekarang ini. Bahkan ucapan terima kasih ini tidak akan pernah sebanding dengan apa yang Bapak lakukan.
4. Buat saudara perempuanku satu-satunya Desti Nugraheni terima kasih banyak penulis ucapkan karena berkat doa dan dukungannya penulis bisa menyelesaikan Study S1 ini. Semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat dan hidayahNya kepada kalian semua.

5. Teman seperjuangan yang membimbing saya, saudara Andrean Hari Murti, Muhamad Irfan Alfarisi, Muhamad Ali Nurdin, Isna, Akmal, Banu, Bambang dll yang belum bisa saya sebut satu persatu.

6. Teman kos ( LELUR SQUAD) Anang triska, Anang Riyohi M, Khabib M Ikhsan, Irwan , dan masih banyak yang lain yg belum saya sebutkan.

7. Bapak / Ibu dosen dosen Fakultas Teknik Elektro Rahmat Adiprasetya A H, Anna Nur Nazilah Chamim, M Yusvin Mustar, serta masih banyak yang belum saya sebutkan satu-satu. Yang sudah memberikan banyak ilmu yang tidak terhitung banyaknya.

8. Serta orang orang yang sudah mendoakan saya hingga saya bisa menyelesaikan study ini.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>I</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN.....</b>	<b>III</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>IV</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>V</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>VII</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>IX</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>X</b>
<b>INTISARI .....</b>	<b>XI</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XII</b>
<b>BAB I Pendahuluan .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Pembatasan masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penelitian .....	4
<b>BAB II Tinjauan Pustaka.....</b>	<b>6</b>
2.1 Jenis Pembangkit Listrik konvensional .....	8
2.1.1 Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) .....	8
2.1.2 Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU).....	10
2.2 Jenis Pembangkit Listrik Terbarukan .....	15
2.2.1 Pembangkit Listrik tenaga air .....	15
2.2.2 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi.....	18
2.2.3 Pembangkit Listrik Tenaga Angin .....	20
2.2.4 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	22
2.2.5 Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa .....	26
2.3 Prinsip Kerja LEAP dalam Pemodelan Sistem.....	29
2.3.3 Struktur Leap .....	29
2.3.4 Kapabilitas Pemodelan dalam Leap.....	31
2.3.5 Metode – Metode dalam Leap .....	34

2.3.6 Perhitungan Permintaan Energi .....	38
2.3.7 Perhitungan Kapasitas Pembangkit Listrik .....	39
2.3.8 Proses Dispatch Pembangkit Listrik .....	41
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>44</b>
3.1 Langkah – langkah Penyusunan Tugas Akhir .....	44
3.2 Diagram Alir Pemodelan Dalam Leap .....	47
3.3 Simulasi Leap .....	48
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN....</b>	<b>53</b>
4.1 Data Umum.....	53
4.1.1 Keadaan Demografi Provinsi Jawa Tengah ....	53
4.1.2 Pertumbuhan Ekonomi.....	57
4.2 Data Pembangkit Listrik .....	59
4.2.1 Kapasitas Pembangkit Terpasang di Jawa Tengah.....	59
4.2.2 Produk dan Listrik Terjual .....	63
4.3 Potensi Energi Terbarukan .....	64
4.3.1 Potensi Pemanfaatan Limbah Tanaman Padi..	65
4.4 Hasil Simulasi dan Analisis .....	71
4.4.1 Menghitung Permintaan Energi Listrik .....	73
4.4.2 Prediksi Pembangunan Pembangkit Listrik Biomassa .....	75
4.4.3 Kapasitas Energi Listrik Dengan Energi Terbarukan .....	77
4.4.4 Kapasitas Daya Pembangkit Listrik di Provinsi Jawa Tengah .....	79
4.4.5 Peran Energi Terbarukan Dalam Menekan Pertumbuhan Emisi CO <sub>2</sub> .....	81
4.4.6 Perbandingan Emisi CO <sub>2</sub> Biomassa Batu Bara.	84
4.4.7 Perbandingan Biaya Dari Rekayasa Energi Terbarukan .....	86
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>88</b>
5.1 Kesimpulan .....	88
5.2 Saran .....	89
DAFTAR PUSTAKA .....	90
LAMPIRAN LAMPIRAN	

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Banyaknya Rumah Tangga dan Anggota.....	54
Tabel 4.2 Penduduk Jawa Tengah Menurut <i>Sex ratio</i> 2015...	56
Tabel 4.3 Pembangkit Terpasang di Jawa Tengah.....	61
Tabel 4.4 Luas Panen, Produksi dan Produktifitas Padi .....	66
Tabel 4.5 Asumsi Pertumbuhan Penduduk di Jawa Tengah ..	72
Tabel 4.6 Asumsi Pertumbuhan PDRB di Jawa Tengah.....	73
Tabel 4.7 Hasil Simulasi Permintaan Energi Listrik .....	74
Tabel 4.8 Energi Listrik yang Diproduksi oleh Biomassa .....	76
Tabel 4.9 Kapasitas Energi Listrik dengan Sumber Energi Terbarukan .....	79
Tabel 4.10 Total Kapasitas Daya Pembangkit Listrik .....	83
Tabel 4.11 Perbandingan Pertumbuhan Emisi CO <sub>2</sub> .....	83
Tabel 4.12 Perbandingan Emisi CO <sub>2</sub> Biomassa Batu Bara ..	85
Tabel 4.13 Perbandingan Biaya dan Implementasi Energi ...	87



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Kerja PLTU.....	11
Gambar 2.2 Proses Konversi Energi Pada PLTA .....	16
Gambar 2.3 Skema Sirkuit Uap dan Air Pada PLTP .....	20
Gambar 2.4 Sistem Instalasi Mandiri dengan Beban Ac .....	24
Gambar 2.5 Skema Photovoltaic Jaringan .....	25
Gambar 2.6 Diagram Alir Perhitungan dalam Leap .....	32
Gambar 2.7 Komulatif LDC .....	42
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penulisan .....	44
Gambar 3.2 Diagram Alir Pemodelan Dalam Leap .....	48
Gambar 4.1 Peta Provinsi Jawa Tengah.....	57
Gambar 4.2 Grafik Pertumbuhan Beberapa Usaha .....	58
Gambar 4.3 Sumber Pertumbuhan PDRB.....	59
Gambar 4.4 Peta Jaringan TT dan TET di Jawa Tengah .....	60
Gambar 4.5 Grafik Distribusi PLN Menurut Pelanggan.....	64
Gambar 4.6 Grafik Hasil Simulasi Permintaan Energi listrik	74
Gambar 4.7 Hasil Simulasi Energi oleh Biomassa .....	77
Gambar 4.8 Hasil Simulasi Kapasitas Energi Listrik dengan Energi Terbarukan.....	78
Gambar 4.9 Total Kapasitas Daya Pembangkit Listrik .....	80
Gambar 4.10 Perbandingan Pertumbuhan Emisi CO <sub>2</sub> .....	83
Gambar 4.11 Perbandingan Emisi CO <sub>2</sub> Biomassa .....	85
Gambar 4.12 Perbandingan Biaya dari Implementasi Energi Terbarukan .....	87

Lampiran 1. Data Jumlah Penduduk dan Jumlah Rumah Tangga

**Tabel** : 3.1.5  
*Table*

Banyaknya Rumahtangga dan Rata-rata Anggota Rumahtangga  
Menurut Kabupaten/Kota Tahun 2014  
*Number of Households and Average of Household Member  
by Regency/City in Jawa Tengah 2014*

Kabupaten/Kota <i>Regency/City</i>	Banyaknya <i>Member of</i>		Rata-rata Anggota Rumahtangga
	Penduduk *) <i>Population</i>	Rumahtangga **) <i>Household</i>	Average of <i>Household Member</i>
(1)	(2)	(3)	(4)
01. Kab. Cilacap	1 685 573	455 541	3,7
02. Kab. Banyumas	1 620 918	438 222	3,7
03. Kab. Purbalingga	889 214	221 366	4,0
04. Kab. Banjarnegara	895 986	234 045	3,8
05. Kab. Kebumen	1 181 006	317 370	3,7
06. Kab. Purworejo	708 038	205 801	3,4
07. Kab. Wonosobo	773 280	210 937	3,7
08. Kab. Magelang	1 233 695	333 076	3,7
09. Kab. Boyolali	957 857	268 718	3,6
10. Kab. Klaten	1 154 040	333 122	3,5
11. Kab. Sukoharjo	856 937	235 859	3,6
12. Kab. Wonogiri	945 817	260 996	3,6
13. Kab. Karanganyar	848 255	224 326	3,8
14. Kab. Sragen	875 600	252 812	3,5
15. Kab. Grobogan	1 343 960	389 487	3,5
16. Kab. Blora	848 369	243 087	3,5
17. Kab. Rembang	614 087	168 851	3,6
18. Kab. Pati	1 225 594	358 091	3,4
19. Kab. Kudus	821 136	204 791	4,0
20. Kab. Jepara	1 170 797	307 963	3,8
21. Kab. Demak	1 106 328	294 120	3,8
22. Kab. Semarang	987 557	266 243	3,7
23. Kab. Temanggung	738 915	192 853	3,8
24. Kab. Kendal	934 643	254 459	3,7
25. Kab. Batang	736 397	186 703	3,9
26. Kab. Pekalongan	867 573	202 313	4,3
27. Kab. Pemasang	1 284 236	317 586	4,0
28. Kab. Tegal	1 420 132	361 546	3,9
29. Kab. Brebes	1 773 379	462 950	3,8
30. Kota Magelang	120 373	31 734	3,8
31. Kota Surakarta	510 077	144 328	3,5
32. Kota Salatiga	181 193	49 990	3,6
33. Kota Semarang	1 672 999	441 747	3,8
34. Kota Pekalongan	293 704	72 918	4,0
35. Kota Tegal	244 998	65 133	3,8
Jumlah/Total	2014 <sup>1)</sup> 33 522 663	9 009 084	3,7

Lampiran 2. Perkembangan PDRB Jawa Tengah 2012-2014

**Tabel : 11.1.2** Produk Domestik Regional Bruto Menurut Lapangan Usaha Atas Dasar Harga Konstan Tahun 2010 di Jawa Tengah Tahun 2012 - 2014 (Juta Rupiah)  
*Gross Regional Domestic Product by Industrial Origin at Constant 2010 Market Price in Jawa Tengah 2012 - 2014 (Million Rupiahs)*

Lapangan Usaha <i>Industrial Origin</i>	2012	2013 <sup>*)</sup>	2014 <sup>**)</sup>
(1)	(2)	(3)	(4)
A. Pertanian, Kehutanan, dan Perikanan <i>Agriculture, Forestry and Fishing</i>	106 536 703,12	109 252 110,52	106 029 380,88
01.1. Pertanian, Peternakan, Perburuan dan Jasa Pertanian <i>Agriculture, Livestock, Hunting and Agriculture Services</i>	95 601 895,16	97 833 889,92	94 522 410,29
01.2. Kehutanan dan Penebangan Kayu <i>Forestry and Logging</i>	4 083 413,65	4 093 448,73	4 073 354,74
01.3. Perikanan/Fishery	6 851 394,31	7 324 771,87	7 433 615,85
B. Pertambangan dan Penggalian <i>Mining and Quarrying</i>	13 745 874,30	14 594 164,04	15 542 648,84
C. Industri Pengolahan/Manufacturing	241 528 855,93	254 519 318,92	274 971 473,26
D. Pengadaan Listrik dan Gas <i>Electricity and Gas</i>	751 160,19	814 722,94	836 739,65
E. Pengadaan Air, Pengelolaan Sampah, Limbah dan Daur Ulang <i>Water Supply, Sewerage, Waste Management and Remediation Activities</i>	547 794,91	549 040,43	567 980,08
F. Konstruksi/Construction	70 034 622,63	73 465 919,37	76 681 876,60
G. Perdagangan Besar dan Eceran; Reparasi Mobil dan Sepeda Motor <i>Wholesale and Retail Trade; Repair of Motor Vehicles and Motorcycles</i>	101 058 608,68	105 755 306,31	110 357 193,58
H. Transportasi dan Pergudangan <i>Transportation and Storage</i>	20 818 468,63	22 760 150,96	24 802 180,75
I. Penyediaan Akomodasi dan Makan Minum <i>Accommodation and Food Service Activities</i>	20 871 604,64	21 802 570,03	23 465 641,09
J. Informasi dan Komunikasi <i>Information and Communication</i>	24 690 219,27	26 663 583,07	30 130 161,63
K. Jasa Keuangan dan Asuransi <i>Financial and Insurance Activities</i>	18 588 738,12	19 389 724,91	20 207 820,52
L. Real Estat/Real Estate Activities	11 934 423,12	12 853 218,11	13 776 863,55
M,N. Jasa Perusahaan/Business Activities	2 087 130,46	2 340 118,41	2 534 615,61
O. Administrasi Pemerintahan, Pertahanan dan Jaminan Sosial Wajib <i>Public Administration and Defence; Compulsory Social security</i>	20 373 579,95	20 912 828,39	21 075 646,55
P. Jasa Pendidikan/Education	22 760 883,69	24 930 587,31	27 466 220,07
Q. Jasa Kesehatan dan Kegiatan Sosial <i>Human Health and Social Work Activities</i>	4 959 375,94	5 312 609,80	5 907 510,61
R,S,T,U. Jasa Lainnya/Other Services Activities	10 055 072,38	10 983 732,86	11 917 818,01
<b>Produk Domestik Regional Bruto <i>Gross Regional Domestic Product</i></b>	<b>691 343 115,96</b>	<b>726 899 706,38</b>	<b>766 271 771,27</b>

Sumber : BPS Provinsi Jawa Tengah  
Source : BPS-Statistics of Jawa Tengah Province



Lampiran 3. Penjualan Tenaga Listrik Menurut Unit PLN di Jawa Tengah (MWh) 2014

Tabel : 6.3.2  
Table

Penjualan Tenaga Listrik Menurut Unit PLN  
di Jawa Tengah Tahun 2014  
*Selling of Electricity Power by Regency/City by PLN Unit  
in Jawa Tengah 2014*

Unit PLN PLN Unit	Pelanggan Customer	Daya Tersambung (KVA)	Energi Jual (MWh)
(1)	(2)	(3)	(4)
01. Semarang	1 324 677	2 269 872	4 586 648
02. Surakarta	1 171 530	1 757 757	4 241 584
03. Purwokerto	954 641	840 424	1 312 942
04. Tegal	1 076 636	942 219	1 571 216
05. Magelang	700 549	615 393	1 064 479
06. Kudus	1 199 923	1 175 297	2 314 078
07. Salatiga	325 143	515 440	1 195 391
08. Klaten	484 345	503 367	1 068 758
09. Pekalongan	426 668	508 292	966 605
10. Cilacap	792 118	708 393	1 309 774
<i>Jumlah/Total</i>			
	2014	8 456 230	9 836 454
	2013	8 092 964	9 212 026
	2012	7 621 489	8 421 850
	2011	7 132 423	7 676 386
	2010	6 747 754	6 964 135

Sumber : PT. PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah

Source : PT. PLN (Persero), Jawa Tengah

## Lampiran 4. Luas Panen dan Produksi Padi 2014

Tabel : 5.1.2

Table

Luas Panen, Produksi dan Produktivitas Padi dan Jagung  
Menurut Kabupaten/Kota di Jawa Tengah Tahun 2014  
*Harvested Area, Production and Productivity of Paddy and Maize  
by Regency/City in Jawa Tengah 2014*

Kabupaten/Kota Regency/City	Padi Sawah / Padi Ladang Wet Land Paddy / Dry Land Paddy			Jagung Corn			
	Luas Panen Harvested Area (ha)	Produksi Production (ton)	Produkti- vitas Productivity (ku/ha)	Luas Panen Harvested Area (ha)	Produksi Production (ton)	Produkti- vitas Productivity (ku/ha)	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	
01. Kab. Cilacap	132 074	697 918	52,84	2 682	15 278	56,97	
02. Kab. Banyumas	63 831	316 917	49,65	2 683	14 220	53,00	
03. Kab. Purbalingga	36 149	174 031	48,14	5 861	31 801	54,26	
04. Kab. Banjarnegara	25 684	147 391	57,39	14 167	78 990	55,76	
05. Kab. Kebumen	80 248	447 306	55,74	4 221	23 415	55,47	
06. Kab. Purworejo	55 526	298 341	53,73	2 381	14 935	62,73	
07. Kab. Wonosobo	30 528	152 321	49,90	24 461	97 420	39,83	
08. Kab. Magelang	57 579	334 987	58,18	10 970	59 356	54,11	
09. Kab. Boyolali	49 781	266 490	53,53	26 933	136 434	50,66	
10. Kab. Klaten	63 751	344 548	54,05	11 178	82 935	74,19	
11. Kab. Sukoharjo	49 028	310 276	63,29	2 210	18 498	83,70	
12. Kab. Wonogiri	74 672	395 043	52,90	53 078	304 048	57,28	
13. Kab. Karanganyar	46 671	289 381	62,00	5 001	35 295	70,58	
14. Kab. Sragen	100 061	584 627	58,43	15 323	97 011	63,31	
15. Kab. Grobogan	113 540	579 076	51,00	105 447	590 776	56,03	
16. Kab. Blora	82 732	424 436	51,30	47 199	244 815	51,87	
17. Kab. Rembang	39 673	182 545	46,01	26 948	128 385	47,64	
18. Kab. Pati	92 559	497 070	53,70	20 751	126 411	60,92	
19. Kab. Kudus	21 682	129 088	59,54	2 792	17 064	61,12	
20. Kab. Jepara	38 833	204 011	52,54	6 752	52 162	77,25	
21. Kab. Demak	96 675	566 627	58,61	26 082	192 156	73,67	
22. Kab. Semarang	38 510	218 529	56,75	13 589	71 486	52,61	
23. Kab. Temanggung	27 156	161 625	59,52	22 865	104 530	45,72	
24. Kab. Kendal	43 616	235 580	54,01	31 607	214 637	67,91	
25. Kab. Batang	42 007	178 492	42,49	8 395	49 761	59,27	
26. Kab. Pekalongan	42 604	172 078	40,39	1 936	8 558	44,20	
27. Kab. Pemalang	82 961	421 639	50,82	8 179	27 764	33,95	
28. Kab. Tegal	60 649	297 206	49,00	15 790	99 963	63,31	
29. Kab. Brebes	99 756	571 508	57,29	17 799	111 333	62,55	
30. Kota Magelang	523	3 043	58,18	-	-	0,00	
31. Kota Surakarta	185	956	51,67	-	-	0,00	
32. Kota Salatiga	1 328	7 652	57,62	196	514	26,23	
33. Kota Semarang	7 808	25 490	32,65	626	1 566	25,02	
34. Kota Pekalongan	1 882	8 305	44,13	-	-	-	
35. Kota Tegal	646	3 569	55,25	-	-	-	
Jumlah/Total	2014	1 800 908	9 648 104	53,57	538 102	3 051 516	56,71
	2013	1 845 447	10 344 816	56,06	532 061	2 930 911	55,09
	2012	1 773 558	10 232 934	57,70	553 372	3 041 630	54,97
	2011	1 724 246	9 391 959	54,47	520 149	2 772 575	53,30
	2010	1 801 397	10 110 830	56,13	631 816	3 058 710	48,41

Sumber : BPS Provinsi Jawa Tengah

Sumber : BPS - Statistics of Jawa Tengah

Lampiran 5. Kapasitas Terpasang Pembangkit (RUPTL)

No	Nama Pembangkit	Jenis	Jenis Bahan Bakar	Pemilik	Kapasitas Terpasang MW	Daya Mampu MW
1	Jelok	PLTA	Air	Indonesia Power	20,5	20,4
2	Timo	PLTA	Air	Indonesia Power	12,0	11,9
3	Ketenger	PLTA	Air	Indonesia Power	8,0	8,5
4	Gerung	PLTA	Air	Indonesia Power	26,4	26,4
5	Wonogiri	PLTA	Air	Indonesia Power	12,4	12,4
6	Sempor	PLTA	Air	Indonesia Power	1,0	1,0
7	Mrica	PLTA	Air	Indonesia Power	180,9	157,9
8	Wadas Lintang	PLTA	Air	Indonesia Power	18,0	18,0
9	Kedung Ombo	PLTA	Air	Indonesia Power	22,5	22,3
10	Lambu	PLTA	Air	Indonesia Power	1,2	1,2
11	Pengkol	PLTA	Air	Indonesia Power	1,4	1,4
12	Selorejo	PLTA	Air	Indonesia Power	100,0	56,0
13	Tambak Lorok 1-2	PLTU	BBM	Indonesia Power	200,0	155,0
14	Tambak Lorok 3	PLTU	BBM	Indonesia Power	517,0	508,3
15	Tambak Lorok Blok 1	PLTGU	BBM	Indonesia Power	517,0	508,3
16	Tambak Lorok Blok 2	PLTGU	BBM	Indonesia Power	55,0	40,0
17	Cilacap	PLTG	BBM	Indonesia Power	55,0	40,0
18	Dieng	PLTP	Panas Bumi	Swasta	60,0	45,0
19	Cilacap 1-2	PLTU	Batubara	Swasta	600,0	562,0
20	Tanjung Jati B 1-2	PLTU	Batubara	PLN	1320,0	1321,6
21	Tanjung Jati B 3-4	PLTU	Batubara	PLN	1320,0	1322,2

No	Nama Pembangkit	Jenis	Jenis Bahan Bakar	Pemilik	Kapasitas Terpasang MW	Daya Mampu MW
----	-----------------	-------	-------------------	---------	------------------------	---------------



22	Rembang	PLTU	Batubara	PLN	630,0	560,0
<b>Jumlah</b>					<b>5624,6</b>	<b>5361,2</b>

Sumber: RUPTL PLN 2014-2024

Lampiran 6. Pengembangan Pembangkit (RUPTL)

**Tabel B4.3. Rencana Pengembangan Pembangkit**

No	Asumsi Pengembang	Jenis	Nama Proyek	MW	COD	Status
1	PLN	PLTU	Adipala	660,0	2015	Konstruksi
2	Swasta	PLTU	Cilacap <i>exp</i>	614,0	2015	Konstruksi
3	PLN	PLTMG	Karimunjawa	4,0	2016	Pengadaan
4	Swasta	PLTM	Kunci Putih	1,0	2016	Konstruksi
5	Swasta	PLTM	Logawa Sunyalangu	1,5	2016	Konstruksi
6	Swasta	PLTM	Logawa Baseh	3,0	2017	Pendanaan
7	Swasta	PLTM	Banjaran Kebonmanis	2,2	2017	Pendanaan
8	Swasta	PLTM	Logawa Babakan	1,3	2017	Pendanaan
9	Swasta	PLTM	Logawa Baseh Karangpelem	1,9	2017	Pendanaan
10	Swasta	PLTM	Palumbungan	1,6	2017	Pendanaan
11	Swasta	PLTM	Gelang	0,3	2018	Pengadaan
12	Swasta	PLTM	Bendosari	4,0	2018	Pengadaan
13	Swasta	PLTM	Pugeran	6,0	2018	Pengadaan
14	Swasta	PLTM	Adipasir 2	0,3	2018	Pengadaan
15	Swasta	PLTM	Ambal	2,1	2018	Pengadaan
16	Swasta	PLTM	Pagarpelah	3,2	2018	Pengadaan
17	Swasta	PLTM	Gunung Wugul	3,0	2018	Pengadaan
18	Swasta	PLTM	Timbangreja	0,4	2018	Pengadaan
19	Swasta	PLTU	Jawa-8	1.000,0	2018	Pengadaan
20	Swasta	PLTM	Adipasir 1	0,3	2019	Pengadaan
21	Swasta	PLTM	Banyumlayu	0,5	2019	Pengadaan
22	Swasta	PLTM	Serayu	8,6	2019	Pengadaan
23	Swasta	PLTP	Dieng (FTP2)	55,0	2019	Rencana
24	Swasta	PLTU	Jawa Tengah (PPP)	950,0	2019	Pendanaan
25	Swasta	PLTU	Jawa Tengah (PPP)	950,0	2019	Pendanaan

Tabel B4.3. Rencana Pengembangan Pembangkit (Lanjutan)

No	Asumsi Pengembang	Jenis	Nama Proyek	MW	COD	Status
26	Swasta	PLTU	Jawa-4 (FTP2)	1.000,0	2019	Rencana
27	Swasta	PLTU	Jawa-4 (FTP2)	1.000,0	2019	Rencana
28	PLN	PLTU	Jawa-10	660,0	2019	Rencana
29	PLN	PLTMG	Karimunjawa	1,0	2020	Rencana
30	Swasta	PLTM	Preng-1	1,8	2020	Rencana
31	Swasta	PLTM	Preng-2	4,5	2020	Rencana
32	Swasta	PLTM	Tulis	9,0	2020	Rencana
33	Swasta	PLTM	Harjosari	9,9	2020	Rencana
34	Swasta	PLTM	Lambur	8,0	2020	Rencana
35	Swasta	PLTM	Prukut Sambirata	1,5	2020	Rencana
36	Swasta	PLTM	Dadapayam	3,0	2020	Rencana
37	Swasta	PLTM	Binangun	3,8	2020	Rencana
38	Swasta	PLTM	Jimat	0,5	2020	Rencana
39	Swasta	PLTM	Damar	2,1	2020	Rencana
40	Swasta	PLTM	Pageruyung	4,4	2020	Rencana
41	PLN	PLTS	Karimunjawa	1,0	2021	Rencana
42	Swasta	PLTP	Dieng (FTP2)	55,0	2021	Rencana
43	Swasta	PLTP	Ungaran (FTP2)	55,0	2021	Rencana
44	Swasta	PLTP	Baturaden (FTP2)	110,0	2021	Rencana
45	Swasta	PLTP	Guci (FTP2)	55,0	2021	Rencana
46	Swasta	PLTP	Umbul Telomoyo (FTP2)	55,0	2022	Rencana
47	<i>Unallocated</i>	PS	Matenggeng PS	225,0	2022	Rencana
48	<i>Unallocated</i>	PS	Matenggeng PS	225,0	2022	Rencana
49	Swasta	PLTP	Baturaden (FTP2)	110,0	2023	Rencana
50	<i>Unallocated</i>	PS	Matenggeng PS	225,0	2023	Rencana
51	<i>Unallocated</i>	PS	Matenggeng PS	225,0	2023	Rencana
52	<i>Unallocated</i>	PLTU	Jawa-13	1.000,0	2024	Rencana
53	<i>Unallocated</i>	PLTU	Jawa-13	1.000,0	2024	Rencana
	<b>Jumlah</b>			<b>10.324,7</b>		



Lampiran 7. Cost and Performance Data For Power Generation Technologies (NREL)

**Table 19. Cost and Performance Projection for a Stand-Alone Biomass Power Plant (50 MW Net)**

Year	Capital Cost \$/kW	Variable O&M Cost (\$/MWh)	Fixed O&M Cost (\$/kW-Yr)	Heat Rate (Btu/KWh)	Construction Schedule (Months)	POR (%)	FOR (%)	Minimum Load (%)
2008	4,020	-	-	-	-	-	-	-
2010	3,830	15	95	14,500	36	7.6	9	40
2015	3,830	15	95	14,200	36	7.6	9	40
2020	3,830	15	95	14,000	36	7.6	9	40
2025	3,830	15	95	13,800	36	7.6	9	40
2030	3,830	15	95	13,500	36	7.6	9	40
2035	3,830	15	95	13,200	36	7.6	9	40
2040	3,830	15	95	13,000	36	7.6	9	40
2045	3,830	15	95	12,800	36	7.6	9	40
2050	3,830	15	95	12,500	36	7.6	9	40

**Table 22. Cost and Performance Data for a Hydroelectric Power Plant (500 MW)**

Year	Capital Cost (\$/kW)	Variable O&M (\$/MWh)	Fixed O&M (\$/kW-Yr)	Construction Schedule (Months)	POR (%)	FOR (%)
2008	3,600	-	-	-	-	-
2010	3,500	6	15	24	1.9	5.0
2015	3,500	6	15	24	1.9	5.0
2020	3,500	6	15	24	1.9	5.0
2025	3,500	6	15	24	1.9	5.0
2030	3,500	6	15	24	1.9	5.0
2035	3,500	6	15	24	1.9	5.0
2040	3,500	6	15	24	1.9	5.0
2045	3,500	6	15	24	1.9	5.0
2050	3,500	6	15	24	1.9	5.0

**Table 2. Cost and Performance Projection for a Gas Turbine Power Plant (211 MW)**

Year	Capital Cost (\$/kW)	Variable O&M (\$/MWh)	Fixed O&M (\$/kW-yr)	Heat Rate (Btu/kWh)	Construction Schedule (Months)	POR (%)	FOR (%)	Min. Load (%)	Spin Ramp Rate (%/min)	Quick Start Ramp Rate (%/min)
2008	671	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	651	29.9	5.26	10,390	30	5.00	3.00	50	8.33	22.20
2015	651	29.9	5.26	10,390	30	5.00	3.00	50	8.33	22.20
2020	651	29.9	5.26	10,390	30	5.00	3.00	50	8.33	22.20
2025	651	29.9	5.26	10,390	30	5.00	3.00	50	8.33	22.20
2030	651	29.9	5.26	10,390	30	5.00	3.00	50	8.33	22.20
2035	651	29.9	5.26	10,390	30	5.00	3.00	50	8.33	22.20
2040	651	29.9	5.26	10,390	30	5.00	3.00	50	8.33	22.20
2045	651	29.9	5.26	10,390	30	5.00	3.00	50	8.33	22.20
2050	651	29.9	5.26	10,390	30	5.00	3.00	50	8.33	22.20

**Table 21. Cost and Performance Projection for an Enhanced Geothermal Systems Power Plant**

Year	Capital Cost (\$/kW)	Variable O&M (\$/MWh)	Fixed O&M (\$/kW-Yr)	Construction Schedule (Months)	POR (%)	FOR (%)
2008	10,400	31	0	36	2.41	0.75
2010	9,900	31	0	36	2.41	0.75
2015	9,720	31	0	36	2.41	0.75
2020	9,625	31	0	36	2.41	0.75
2025	9,438	31	0	36	2.41	0.75
2030	9,250	31	0	36	2.41	0.75
2035	8,970	31	0	36	2.41	0.75
2040	8,786	31	0	36	2.41	0.75
2045	8,600	31	0	36	2.41	0.75
2050	8,420	31	0	36	2.41	0.75

Table 8. Cost and Performance Projection for a Pulverized Coal-Fired Power Plant (606 MW)

Year	Capital Cost (\$/kW)	Variable O&M (\$/MWh)	Fixed O&M (\$/kW-Yr)	Heat Rate (Btu/kWh)	Construction Schedule (Months)	POR (%)	FOR (%)	Min Load (%)	Spin Ramp Rate (%/min)
2008	3040	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	2890	3.71	23.0	9,370	55	10	6	40	2.00
2015	2890	3.71	23.0	9,370	55	10	6	40	2.00
2020	2890	3.71	23.0	9,370	55	10	6	40	2.00
2025	2890	3.71	23.0	9,000	55	10	6	40	2.00
2030	2890	3.71	23.0	9,000	55	10	6	40	2.00
2035	2890	3.71	23.0	9,000	55	10	6	40	2.00
2040	2890	3.71	23.0	9,000	55	10	6	40	2.00
2045	2890	3.71	23.0	9,000	55	10	6	40	2.00
2050	2890	3.71	23.0	9,000	55	10	6	40	2.00

Lampiran 8. Asumsi Harga Bahan Bakar (RUPTL)

Jenis Energi Primer	Harga	Nilai Kalor
Batubara – Sub Bituminous	USD 80/Ton	5.100 kcal/kg
Batubara – Lignite	USD 60/Ton	4.200 kcal/kg
Batubara – Lignite di Mulut Tambang	USD 35/Ton	< 4.000 kcal/kg
Gas alam	USD 7/MMBTU	252.000 kcal/Mscf
LNG	USD 16/MMBTU	252.000 kcal/Mscf
HSD <sup>*)</sup>	USD 0,86/Liter	9.070 kcal/l
MFO <sup>*)</sup>	USD 0,70/Liter	9.370 kcal/l
Uap Panas Bumi	(tidak mempengaruhi hasil simulasi perencanaan karena diperlakukan sebagai <i>fixed plant</i> )	
Bahan bBakar Nuklir	USD 1.400 /kg	

\*) Harga tersebut adalah untuk harga *crude oil* US\$ 100/barrel

Lampiran 9. Asumsi *Residue to Product Ratio* dan *Surplus Availability Factor* (T Panklib)

<b>Product</b>	<b>Residue</b>	<b>RPR</b>	<b>Surplus Availability Factor (SAF)</b>
Sugarcane	Bagasse	0.250	0.207
	Top & trash	0.302	0.986
Paddy	Husk	0.230	0.469
	Straw (top)	0.447	0.684
Oil palm	Empty	0.428	0.584
	Fiber	0.147	0.134
	Shell	0.049	0.037
	FronD	2.604	1.000
	Male bunches	0.233	1.000
Cassava	Stalk	0.088	0.407
Maize	Corn cob	0.250	0.670

Lampiran 10. Asumsi Nilai Kalor (Arief Tajalli)

Tabel 1. Asumsi nilai kalor dari beberapa sumber bahan baku

No	Jenis Industri	Bahan Baku (Feedstock)	Calorific Value Kkal/kg	Moisture %
1	Kelapa Sawit	Serat sawit (fiber)	3340	30
		Cangkang sawit (shell)	4300	15
		Tandan kosong sawit (EFB)	1200	45
		Pelepah sawit (Fronde)	3350	20
		Batang replanting sawit (Trunk)	3500	20
2	Tebu	Ampas tebu (bagasse)	1850	50
		Daun dan pucuk tebu (Cane)	3000	30
3	Kelapa	Sabut kelapa	3300	30
		Tempurung kelapa (coconut shell)	4300	15
4	Karet	Batang replanting karet (trunk)	4400	15
5	Padi	Sekam padi (rice husk)	3350	12
		Jerami padi	2800	50
6	Jagung	Tongkol jagung (corn cob)	3500	14
		Batang dan daun jagung	2500	40
7	Kayu	Kayu limbah industri (woodwaste)	4400	15
8	Sampah Kota	Refuse derived fuel (RDF from MSW)	2200	20
9	Pulp & Paper	Black liquor	3300	70



Lampiran 11. Faktor Kapasitas (NREL)

**Table 8. Capacity Factors for 2010**

Technology	Data Set						Standard Deviation	Coefficient of Variation
	AEO	GPRA	NREL-SEAC	MiniCAM	EPA	MERGE		
Coal	85%	---	85%	80%	85%	80%	0.027	3%
IGCC	85%	---	81%	80%	85%	80%	0.026	3%
Combustion Turbine	92%	---	88%	10%	92%	---	0.404	57%
Combined Cycle	87%	---	85%	80%	87%	80%	0.035	4%
Nuclear	90%	---	90%	90%	89%	90%	0.004	0%
Biomass	83%	---	84%	80%	83%	85%	0.019	2%
Geothermal (hydrothermal)	90%	95%	85%	90%	87%	---	0.039	4%
Wind (onshore) <sup>13</sup>	44%	43%*	43%*	42%	39%	35%	0.034	8%
Wind (offshore) <sup>14</sup>	40%	36%*	45%*	---	---	---	0.045	11%
Solar Thermal <sup>15</sup>	31%	42%+	32% <sup>16</sup>	73%+	36%	22%	0.178	45%
PV	22%	23%	21%	25%	24%	26%	0.019	8%