

# **DAYA TERSERAP PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HYDRO KARANGTALUN YANG DIGABUNG DENGAN PT PLN (PERSERO) RAYON BOJA AREA SEMARANG**

Agung Nugroho<sup>\*)</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang  
Jl. Prof. Sudharto, SH, kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail: *agung\_nugroho@undip.ac.id*

## **Abstrak**

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH) menggunakan sumber energi primer yang terbarukan, yaitu air. Daya tenaga listrik yang dihasilkan, juga tergantung adanya energi primer, yang sifatnya fluktuatif, tergantung musim. Sehingga daya yang dihasilkan PLTMH, sangat beresiko bila langsung dijual ke konsumen tetap. Untuk mengatasi hal tersebut, daya yang dihasilkan PLTMH, seyogyanya digabung dengan penghasil tenaga listrik yang sudah ada dan tetap, yaitu PLN. Sehingga pemenuhan kebutuhan konsumen yang selama ini tercatat oleh PLN, dapat dijamin kelangsungannya. Dalam penggabungan daya dari pembangkit kecil dan tersebar dengan PLN, perlu dilakukan analisa daya PLTMH yang mampu terserap oleh PLN. Analisa dilakukan menggunakan Electrical Transient Analysis Program (ETAP-7). Hasil analisa menunjukkan, apabila penggabungan dilakukan di Gardu Induk Boja, daya PLTMH Karangtalun mampu terserap PLN 97,88 %. Namun perlu diperhitungkan investasi yang harus dikeluarkan untuk membangun jaringan listrik 20 kV 3 fasa sepanjang 26 km. Alternatif selanjutnya adalah menyambung jaringan distribusi tenaga listrik yang dekat dengan power house PLTMH, yaitu di titik tiang B6-500, dan analisa menunjukkan daya yang terserap 49,56%. Analisa penggabungan di titik yang lain, yaitu pada tiang B6-389 dan tiang B6-312, daya yang terserap adalah 63,84% dan 80,12%.

*Kata kunci : pltmh, penggabungan daya, daya terserap*

## **Abstract**

Micro hydro power plant (MHPP) utilizes water as primary renewable energy resource. Electrical power generated by this power plant is fluctuated and it depends on the season when water reserve is sufficient to turn turbine as the prime mover of micro hydro power plant. The power generated by MHPP is very risky when it is directly sold to consumers. To overcome the problem above, the power generated by MHPP should be merged with the other electrical source such as fixed grid provided by Electrical Company. This merger is expected to guarantee that the needs of consumers can be continued. In merging the electrical power of scattered small power plants and with PLN, it is necessary to analyze the power generated by MHPP in order the power can be absorbed into the fixed grid. In this paper the analysis was performed by using Electrical Transient Analysis Program (ETAP-7). The result of ETAP analysis shows that if the connecting point is carried out in Substation Boja, then the generated power from MHPP Karangtalun can be absorbed into the grid up to 97.88%. However this efficiency still excludes the cost of investment to build a line transmission 20 kV three phase along 26 km. The next alternative is to connect the power distribution network which is close to the power house of MHPP at pole point B6-500. The analysis of this connecting point showed that 49.56% of power can be absorbed into the grid. The analysis on the other connecting point namely the pole B6-389 and B6-312 pole, shows the absorbed power is 63.84% and 80.12 % consecutively.

*Keyword : mhpp, merge, power absorbed*

## **1. Pendahuluan**

Pemakaian air sebagai energi baru dan terbarukan untuk membangkitkan energi listrik saat ini berkembang[1]. Air selain digunakan untuk mendukung kehidupan, juga digunakan sebagai sumber tenaga primer PLTMH[2].

Berdasarkan laporan Rencana Umum Pengelolaan Energi Daerah (RUPED) dari Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), di Jawa Tengah sudah banyak dibangun pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMH). Hal ini dikarenakan melimpahnya air yang tersedia di Indonesia, khususnya di JawaTengah[3].

Energi listrik yang dibangkitkan oleh PLTMH dapat langsung dipakai konsumen di sekitar PLTMH, dan atau digabung dengan PT PLN (Persero), yang disebut *on grid*. Penjualan secara langsung hasil daya yang dibangkitkan PLTMH, disinyalir sangat beresiko, karena fluktuasi sumber energi primer yang berupa air. Fluktuasi sumber energi primer air, keberadaannya sangat tergantung musim. Untuk meminimisasi kendala tersebut, dilakukan penggabungan penyaluran daya dengan PLN. Penggabungan energi listrik dengan PLN dimungkinkan, karena dalam Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RUPL), memberi kesempatan pembangkit kapasitas kecil dan tersebar, untuk *on grid* dengan PLN[4].

Dengan tergabungnya PLTMH dengan PLN, daya yang terserap dari PLTMH dapat diketahui dari pengukuran KVA masuk (*on going*) di titik penyambungan. Sehingga dapat diperkirakan penghasilan finansial pengelola PLTMH diperoleh dari PLN. Untuk dapat mengetahui KVA yang dihasilkan PLTMH dan terserap PLN, ternyata harus diperhitungkan secara tepat. Hal ini perlu dilakukan, karena dengan masuknya pembangkit kecil dan tersebar dalam jaringan PLN, maka PLN harus mengatur pembangkit tenaga listrik yang besar dan mengurangi kapasitas pembangkitan tenaga listrik pembangkit besar, seperti pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) yang menggunakan bahan bakar fosil, sehingga terjadi penghematan bahan bakar fosil[5]. Demikian pula pendapatan finansial pengelola PLTMH diperoleh dari jumlah daya yang terserap PLN.

Apabila PLTMH Karangtalun *on grid* langsung ke gardu induk PLN Rayon Boja, dimungkinkan seluruh daya yang dihasilkan PLTMH dapat terserap maksimum. Kendala yang dihadapi pengelola PLTMH adalah investasi pembangunan jaringan distribusi[6] dari *power house* PLTMH ke GI Rayon Boja yang cukup jauh sekitar 26 km[7], seperti ditunjukkan Gambar 1. Untuk mengatasi kondisi tersebut, PLTMH dapat *on grid* dengan PLN pada jaringan distribusi tenaga listrik 20 kV tiang terdekat, dengan syarat diameter konduktor pada tiang tersebut harus >70 sqm dan pada jaringan 3 phasa.

Untuk mengetahui daya terserap pada titik *on grid*, dilakukan analisa. Berdasarkan analisa, dapat diketahui jumlah daya yang dapat diserap PLN, sehingga dapat dilakukan perjanjian pengadaan energi listrik antara PLN dengan pengelola PLTMH, mengenai kemampuan menyediakan daya PLTMH, yang berdampak terhadap pengaturan pembangkit energi listrik besar milik PLN[4]. Dengan dilakukannya pengaturan pembangkitan daya pada pembangkit besar dan utama, maka dilakukan perjanjian dengan pengelola PLTMH, yaitu keharusan untuk mensuplai daya sesuai dengan perjanjian kemampuan PLTMH. Jika terjadi ketidakmampuan suplai daya dari PLTMH, maka yang dirugikan adalah konsumen pemakai tenaga listrik. Hal ini dikarenakan

kekurangan daya listrik akan mengakibatkan pemadaman sebagian pemakai tenaga listrik.

## 2. Metode

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. PLTMH Karangtalun Boja, Tabel 1[8]
2. Jaringan Distribusi 20 kV PT PLN (Persero) Rayon Boja Area Semarang.
3. Data beban PT PLN (Persero) Rayon Boja Area Semarang, Tabel 2
4. Data pengukuran arus dari PT PLN (Persero) Area Pengatur Distribusi (APD) Semarang[9].

Metoda penelitian dilakukan dengan analisa daya terserap PLN pada jaringan distribusi 20 kV 3Ø PT PLN Rayon Boja di titik *on going* yang diameter konduktor >70 sqm. Analisa pertama dilakukan dengan berasumsi apabila PLTMH Karangtalun langsung *on grid* ke gardu Induk Boja, yang terletak di desa Cacaban Bumi Semarang Baru Boja. Analisa berikutnya mulai dari posisi ujung konduktor jaringan distribusi 20 kV Rayon Boja, dengan diameter konduktor > 70 sqm, terdapat di tiang B6-500, seperti ditunjukkan Gambar 3. Titik analisa berikutnya ditentukan di tiang B6-389, seperti ditunjukkan Gambar 3, dan tiang B6-312, seperti ditunjukkan Gambar 4. Alat yang digunakan dalam analisa penelitian ini adalah Electrical Transient Analysis Program[10].

## 3. Hasil dan Analisa

Tabel 1. Spesifikasi PLTMH Karangtalun[8]

Parameter	Rate PLTMH
Arus (A)	254,6
Daya Aktif (kW)	2.500
Daya Semu (kVA)	2.778
Tegangan (kV)	20

Tabel 2. Pelanggan, Daya dan Kwh terjual PT PLN Rayon Boja, Des 2013[11]

Jumlah	Planggan	Daya (VA)	kWH
Sosial	2,465	2.286.450	100.246.959
Rmh Tgg	74.153	45.879,050	792.588,028
Bisnis	2.204	4.785,400	343.772,209
Industri	10	1.073,700	92.763,225
Pmerintah	195	190,350	13.166,585
Total		2.338.378,500	1.342.537,006

Sumber : PT.PLN (Persero) RayonBoja 2013

PLTMH Karangtalun di Kabupaten Temanggung memiliki daya sebesar 2,5 MW. Untuk mengetahui seberapa besar daya PLTMH terserap oleh PLN, diperlukan analisa aliran daya pada jaringan. Dalam hal ini, jalur distribusi tenaga listrik 20 kV, adalah PTPLN (Persero) Rayon Boja.

Data data yang di gunakan dalam menganalisa jaringan, di sesuaikan dengan pemetaan jaringan sesuai dengan lapangan, seperti ditunjukkan Gambar 1. Data pengukuran arus berdasarkan data *real time* pada Area Pengatur Distribusi (APD) Semarang (Tabel 3 dan Tabel 4).

**Tabel 3. Pengukuran beban Penyulang GI Boja**

Unit	Transformator			Beban Penyulang					
	Daya (MVA)	Teg. (kV)	In (A)	Jam 10.00			Jam 19.00		
				R	S	T	R	S	T
I	20	20	577	0	0	0	0	0	0
				57	46	31	82	73	35
II	60	20	1.732	7	8	8	35	70	28
				123	87	123	136	69	144
				161	189	182	238	290	302

**Tabel 4. Pengukuran beban persection pada feeder BSB 4**

Tiang	Alamat	Komponen	Beban
BSB 4-4	BSB	ABSW	285 A
B6 - 142	BSB	ABSW	282 A
BSB1 - 54	KALIMAS	ABSW	232 A
BSB1-116	JATISARI	ABSW	230 A
BSB1-181	CAMPUREJO	RECLOSER	224 A
B6 - 312	TAMPINGAN	ABSW	203 A
B6 - 324	TAMPINGAN	LBS	126 A
B6 - 335	BOJA	ABSW	82 A
B6 - 394	NGAREANAK	RECLOSER	54 A
B6-441	SINGOROJO	ABSW	36 A

Sumber : PT.PLN (Persero) APD Semarang 2013

Untuk menganalisa daya listrik Rayon Boja sebelum dan sesudah PLTMH masuk, menggunakan software ETAP 7.0 sehingga dapat mengetahui seberapa besar efisiensi PLTMH terhadap daya yang dihasilkan dan daya yang diserap di jaringan 20 kV eksisting dengan adanya PLTMH tersebut, seperti ditunjukkan dalam Tabel 5.

**Tabel 5. Analisa PLTMH on grid di GI Boja pada penyulang BSB 4**

BSB 4	Sebelum		Sesudah	
	Jam 10	Jam 19	Jam 10	Jam 19
Arus (A)	179,2	278,7	113,9	175,2
Daya Aktif (kW)	6.029	9.222	3.854	5.863
Daya Semu (kVA)	4.994	7.496	3.290	4.960
Tegangan (kV)	19,422	19,120	19,550	19,336
Terserap %			66,96	97,88

Dari table terlihat daya yang terserap dari PLTMH pada keadaan beban puncak yaitu sebesar 97,88% (2447 kW dari 2500 kW), dimana PLTMH di hubungkan secara paralel dengan ujung bus 20 kV Feeder BSB-4 Gardu Induk Boja yang terletak di daerah Cacaban. Hasil pengukuran ditunjukkan dalam Tabel 3.

Dengan cara analisa yang sama, analisa selanjutnya dilakukan di tiang distribusi tenaga listrik 20 kV yang terdekat dengan *power house* PLTMH, yaitu di tiang B6-500 yang berjarak 2,9 km dari PLTMH (Tabel 6). Analisa berikutnya pada tiang B6-389 yang berjarak 4,4 km dari PLTMH dan B6-312 yang terletak di daerah Tampingan dan berjarak 11,6 km dari PLTMH.

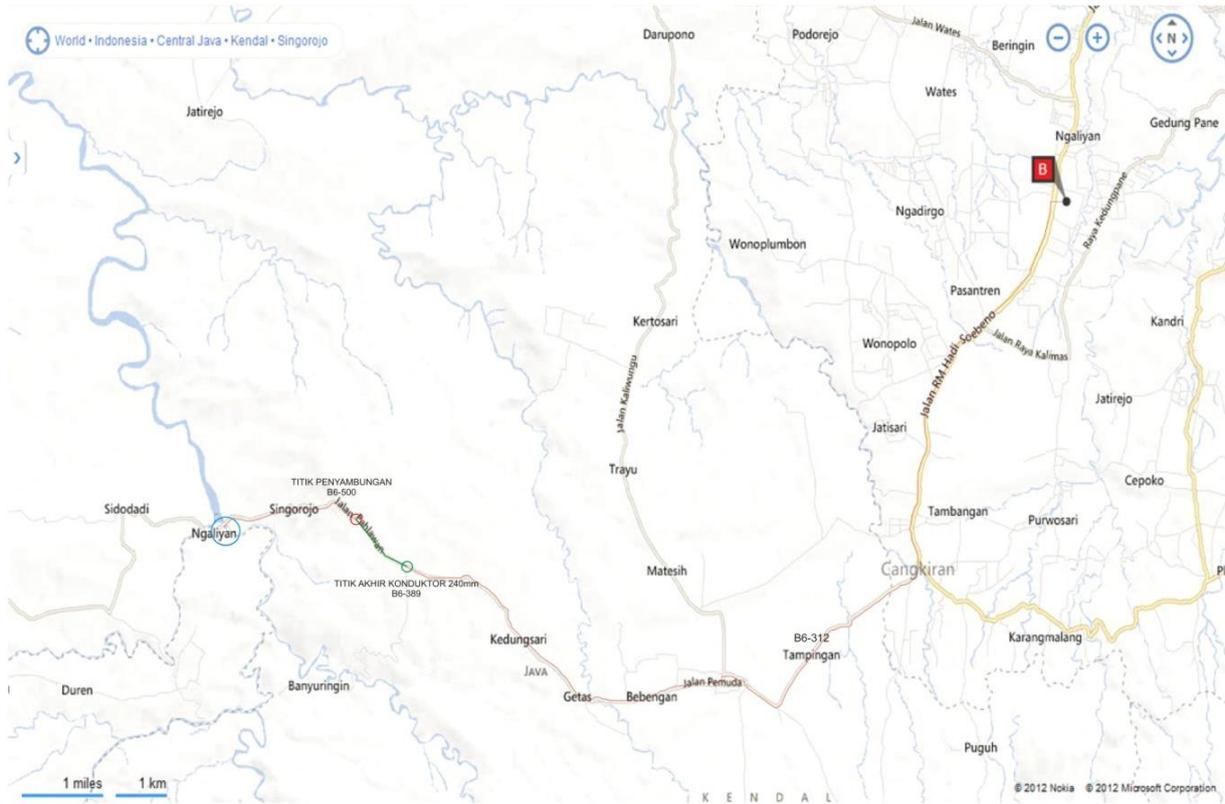
**Tabel 6. Analisa PLTMH on grid di tiang B6-500**

UJUNG B6-500	Sebelum		Sesudah	
	Jam 10	Jam 19	Jam 10	Jam 19
Teg sisi kanan (kV)	18,304	17,334	18,95	18,384
Teg sisi kiri (kV)	18,226	17,219	19,164	18,721
Terserap %				49,56

Hasil penelitian menunjukkan :

1. Titik BSB 4 gardu induk Boja, jarak dari *power house* ke titik BSB-4 adalah 26 km (Gambar 1), daya terserap 97,88 %.
2. Titik B6-500, jarak dari *power house* ke titik tiang 2,9 km (Gambar 2), daya terserap 49,56 %.
3. Titik B6-389, jarak dari *power house* ke titik tiang 4,4 km (Gambar 2), daya terserap 63,84 %.
4. Titik B6-312, jarak dari *power house* ke titik tiang 11,6 km (Gambar 2), daya terserap 80,12 %.

Analisa menggunakan ETAP-7 menunjukkan bahwa semakin banyak beban yang tercakup oleh PLTMH, maka daya terserap PLTMH semakin besar. Hasil analisa ini berdampak terhadap pengambilan keputusan pengelola PLTMH, karena menyangkut investasi dan *break even point*.



Gambar 1. Panjang jalur jaringan 20 KV Rayon Boja ke Power House PLTMH



Gambar 2. Tiang B6-500, B6-389 dan B6-312 titik on grid terdekat PLN dengan lokasi PLTMH

## Kesimpulan

1. Daya terserap dari PLTMH yang *on-grid* dengan PT PLN (Persero) Rayon Boja harus dihitung pada titik penggabungan.
2. Penghitungan daya terserap PLTMH *on-grid* dengan PT PLN (Persero) Rayon Boja dilakukan dengan simulasi menggunakan software ETAP.
3. Simulasi perhitungan daya terserap dilakukan pada 4 (empat) titik simulasi, yaitu pada titik Gardu Induk PT PLN (Persero) Rayon Boja pada penyulang BSB-4, tiang B6-500, tiang B6-389 dan tiang B6-312.
4. Hasil perhitungan daya terserap menggunakan software ETAP pada titik BSB-4 adalah 97,88 %, tiang B6-500 adalah 49,56%, tiang B6-389 adalah 63,84%, dan tiang B6-312 adalah 80,12 %.
5. Daya yang terserap pada posisi mendekati gardu induk semakin besar.

## Referensi

1. DeMeo, E.A., Galdo, J.F. *Renewable Energy Technology Characterizations*. U.S. Department of Energy 1000 Independence Avenue Washington, D.C. 1997.
2. Sasongko, D. *Teknik Sumber Daya Air*. Penerbit Erlangga Jakarta. 1986.
3. Anonimus. *Rencana Umum Pengelolaan Energi Daerah 2014*. Propinsi Jawa Tengah.
4. Anonimus. *Rencana Umum Perencanaan Listrik (RUPL)*. Kepmen ESDM RI No. 3314R/ZL/MEM/2011.
5. Adam Harvey et al, *Microhydro Design Manual*, Intermediate Technology Publications, London, 1993.
6. Anonimus. *Desan Kriteria Jaringan Distribusi Jawa Tengah*. PLN Distribusi Jawa Tengah. 1983
7. <https://www.Geogle.com/maps/dir/-7.0793704.110.1849945>
8. *Stamford Generator*. Cummins Generator Technology Manufacturer. Barnack Road, Stamford, Lincoln Shire Pe9 2NB. United Kingdom.
9. Anonimus. *Area Pengatur Distribusi (APD) PT PLN (Persero) Distribusi Jawa Tengah dan DIY 2013*.
10. Electrical Transient Analysis Program.
11. Anonimus. *Data Pelanggan Rayon Boja PLN (Persero ) Area Semarang 2013*