

Kajian Potensi Sumber Daya Air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro di Kabupaten Lampung Timur Provinsi Lampung

Eva Rolia, S.T., M.T. (Ketua)

Dra. Sebastiana Siti Chadidjah, M.Eng. (Anggota)

Dosen Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro.

ABSTRAK

Air merupakan Potensi sumber energi yang besar, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air (*Hydropower*) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Di sebagian besar wilayah Kabupaten Lampung Timur jaringan listrik dikelola oleh KLP (Koperasi Listrik Pedesaan). Kurangnya kapasitas listrik yang ada menyebabkan terjadinya pemadaman listrik hampir setiap hari. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji potensi sumber daya air di daerah Lampung Timur terutama untuk menggerakkan pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Metode yang digunakan adalah dengan melakukan survey pengukuran debit dan kecepatan arus sungai dan didukung oleh data-data sekunder. Kemudian data primer dan sekunder dihitung untuk mengetahui ketersediaan air bagi keperluan domestik dan pembangkit listrik tenaga mikrohidro. Perhitungan ketersediaan air menggunakan rumus FJ Mock. Hasil penelitian diperoleh bahwa Potensi Daerah Aliran Sungai (DAS) Propinsi Lampung Timur memiliki sumberdaya air yang cukup untuk menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan energi listrik, mencukupi 5 KK setara dengan kebutuhan air sebesar 1,5 m³/hari (dengan asumsi : 1 KK = 5 orang, kebutuhan air = 60 liter/orang/hari). Debit aliran sungai = 0,038 m³/detik. Persediaan air yang selalu tersedia sepanjang tahun di Kabupaten Lampung Timur merupakan salah satu energi yang dapat di manfaatkan PLTMH, karena memiliki sumberdaya air yang cukup baik dimusim hujan maupun dimusim kemarau. Perkiraan daya listrik yang dihasilkan oleh PLTMH pada Way Curup 2,60 kW sedangkan pada Way Sukadana 2,80 kW.

I. Pendahuluan

Air merupakan Potensi sumber energi yang besar, karena pada air tersimpan energi potensial (pada air jatuh) dan energi kinetik (pada air mengalir). Tenaga air (*Hydropower*) adalah energi yang diperoleh dari air yang mengalir. Energi yang dimiliki air dapat dimanfaatkan dan digunakan dalam wujud energi mekanis maupun energi listrik. Pemanfaatan energi air banyak dilakukan dengan menggunakan kincir air atau turbin air yang memanfaatkan adanya suatu air terjun atau aliran air di sungai.

Kebutuhan listrik dewasa ini akan terus meningkat seiring dengan membaiknya kondisi perekonomian, penambahan jumlah penduduk, dan peningkatan pembangunan. Infrastruktur ini merupakan salah satu prasyarat utama yang harus dibangun seiring dengan pembangunan itu sendiri.

Keterbatasan jumlah pembangkit ternyata tidak dapat mengimbangi pertumbuhan industri maupun tingkat sosial ekonomi masyarakat. Sedangkan infrastruktur ini merupakan salah satu prasyarat utama investasi yang sekarang ini tengah digalakkan oleh pemerintah. Di sisi lain pemenuhan pembangunan tenaga listrik untuk masyarakat umum terutama di pedesaan masih cukup rendah. Upaya pemecahan dari permasalahan tersebut adalah pembangunan listrik pedesaan untuk memenuhi kebutuhan listrik bagi masyarakat di pedesaan yang bersumber dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) maupun sumber lainnya. Pembangunan ketenagalistrikan tersebut bertujuan untuk pemerataan pembangunan ketenagalistrikan agar dapat memacu pertumbuhan ekonomi di pedesaan. Untuk memenuhi kebutuhan listrik di daerah-

daerah pedesaan yang jauh dari jaringan listrik dapat memanfaatkan potensi energi setempat untuk membangkitkan listrik. Sumber energi setempat yang sangat potensial, yaitu diantaranya adalah tenaga air yang dapat dimanfaatkan untuk pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Teknologi pembangkit listrik tenaga mikro hidro merupakan teknologi yang paling matang untuk dikembangkan di daerah pedesaan yang jauh dari jangkauan jaringan listrik. Sumber energi listrik dengan mikro hidro termasuk bersih dan ramah lingkungan. Keanekaragaman teknologi pembangkit listrik mikro hidro memungkinkan diintegrasikan dengan jaringan yang ada dan dapat didistribusikan ke daerah terpencil serta dapat dimanfaatkan secara komersial dalam skala kecil untuk dapat mendorong terciptanya aktivitas pembangunan yang dapat meningkatkan taraf hidup masyarakat di pedesaan.

Indonesia yang memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang sangat tinggi, sehingga memiliki banyak sumber-sumber air yang salah satunya adalah sungai. Di Indonesia terdapat ratusan sungai yang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi terutama di daerah-daerah pedesaan yang masih belum dilalui jaringan listrik, yaitu dengan memanfaatkan tenaga air untuk menjadi tenaga listrik. Di sebagian besar wilayah Kabupaten Lampung Timur jaringan listrik dikelola oleh KLP (Koperasi Listrik Pedesaan). Kurangnya kapasitas listrik yang ada menyebabkan terjadinya pemadaman listrik hampir setiap hari. Dampak yang terjadi adalah kurang majunya perekonomian dan rusaknya alat-alat elektronik akibat arus atau tegangan yang tidak stabil. Untuk membantu memenuhi kebutuhan energi listrik tersebut, dapat dilakukan upaya pembuatan Pembangkit Listrik Tenaga

Mikro Hidro (PLTMH) dengan pertimbangan bahwa Kabupaten Lampung Timur memiliki potensi sumberdaya air yang cukup untuk menggerakkan turbin yang dapat menghasilkan energi listrik.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengkaji potensi dan pengembangan sumber daya air sebagai pembangkit listrik tenaga air di Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung.

Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan masukan pengembangan penyediaan air dalam rangka pembangkit listrik tenaga air di Kabupaten Lampung Timur, Provinsi Lampung, dikaitkan dengan kebutuhan akan daya listrik di beberapa desa yang masih belum terjangkau jaringan listrik PLN, tetapi memiliki sumberdaya air yang cukup baik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro

Pemanfaatan tenaga air oleh manusia telah dilakukan sejak ribuan tahun yang lalu, dimulai dengan pembuatan kincir air yang ditempatkan pada aliran air. Energi yang dihasilkan pada mulanya dimanfaatkan secara mekanik. Pada awal abad ke 19 perkembangan mini hidro di dunia, khususnya di Eropa, sangat pesat. Energi mekanik dan energi listrik yang dihasilkan disalurkan ke industri di sekitar lokasi stasiun pembangkit. Dengan berkembangnya proyek-proyek mega hidro di tahun 1930-an, pengembangan mini hidro sangat menurun, bahkan diabaikan oleh pemerintah. Sehubungan dengan kerugian ekologi yang ditimbulkan oleh proyek-proyek mega hidro dan naiknya harga minyak bumi, industri mini hidro bangkit kembali sekitar empat puluh tahun yang lalu. Dengan semakin

meningkatnya kebutuhan energi listrik, pemerintah di banyak negara membuka kesempatan kepada swasta untuk terlibat dalam pengembangan mini hidro dan mikro hidro. Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), biasa disebut mikrohidro, adalah suatu pembangkit listrik kecil yang menggunakan tenaga air dengan kapasitas tidak lebih dari 100 kW yang dapat berasal dari saluran irigasi, sungai, atau air terjun alam dengan cara memanfaatkan tinggi terjunan (*head*) dan debit air (Prayogo, 2003). Umumnya PLTMH merupakan pembangkit listrik tenaga air jenis *run-off river* dimana *head* diperoleh tidak dengan cara membangun bendungan besar, tetapi dengan mengalihkan sebagian aliran air sungai ke salah satu sisi sungai dan menjatuhkannya lagi ke sungai yang sama pada suatu tempat dimana *head* yang diperlukan sudah diperoleh. Dengan melalui pipa pesat air diterjunkan untuk memutar turbin yang berada di dalam rumah pembangkit. Energi mekanik dari putaran poros turbin akan diubah menjadi energi listrik oleh sebuah generator.

2.2 Model F.J. Mock

Perhitungan debit dengan Model F.J. Mock ini dilakukan dengan menggunakan bantuan Microsoft Excel. Perhitungan dilakukan dengan membentuk suatu tabel perhitungan keseimbangan air (*Water Balance Calculation*) Dalam perhitungan debit dengan metode F.J. Mock, ada beberapa parameter yang perlu ditentukan dengan menggunakan beberapa batasan tertentu. Parameter-parameter tersebut adalah :

a. Koefisien refleksi (r) untuk perhitungan evapotranspirasi dengan metode *Penmann*. Koefisien refleksi adalah perbandingan antara radiasi elektromagnetik yang dipantulkan oleh suatu benda dengan jumlah radiasi yang

terjadi dan dinyatakan dengan presentase.

b. Faktor yang digunakan untuk menghitung evapotranspirasi terbatas yaitu m .

Harga m merupakan asumsi dari proporsi permukaan luar yang tidak tertutupi tumbuhan hijau pada musim kering. Potensi dari permukaan luar yang tidak tertutupi oleh tumbuhan hijau terutama tergantung pada musim, tata guna lahan setempat dan kondisi erosi. Koefisien infiltrasi (Cif), sangat berpengaruh terhadap besarnya *ground storage* dan limpasan langsung. Koefisien infiltrasi sangat tergantung pada kondisi DAS dan besarnya curah hujan yang terjadi. Koefisien infiltrasi ditentukan berdasarkan kondisi porositas tanah dan kemiringan daerah aliran. Harga Cif berkisar antara 0-1.

c. Konstanta Resesi Aliran (K), yang merupakan proporsi dari air tanah, waktu sebelumnya yang masih ada pada saat ini. Besarnya konstanta Kini sangat berpengaruh dalam perhitungan *run off* dan *ground storage*. Nilai K cenderung lebih besar pada bulan hujan dan lebih kecil pada bulan kering. Harga K, antara 0 - 1.

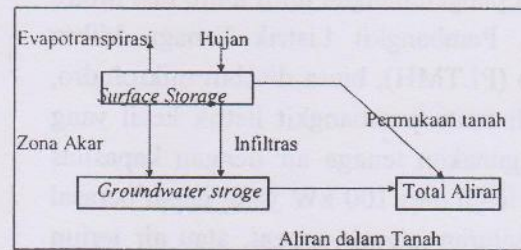
d. Faktor presentase hujan yang menjadi limpasan (PF), yang berpengaruh pada perhitungan *run off*. Pada perhitungan *water balance*, *storm run off*, hanya dimasukkan ke dalam *total run off*. Ada banyak metoda untuk menaksir debit limpasan. Akurasi dari masing-masing metoda tersebut bergantung pada keseragaman dan keandalan data yang tersedia. Salah satu metoda tersebut adalah Metoda Mock. Metoda Mock adalah suatu metoda untuk memperkirakan keberadaan air berdasarkan konsep *water balance*. Keberadaan air yang dimaksud di sini adalah besarnya debit suatu daerah aliran sungai. Data yang digunakan untuk memperkirakan debit ini berupa data

klimatologi dan karakteristik daerah aliran sungai.

Metoda Mock dikembangkan oleh Dr. F. J. Mock berdasarkan atas daur hidrologi. Metoda Mock merupakan salah satu dari sekian banyak metoda yang menjelaskan hubungan *rainfall-runoff*. Metoda Mock dikembangkan untuk menghitung debit bulanan rata-rata. Data-data yang dibutuhkan dalam perhitungan debit dengan Metoda Mock ini adalah data klimatologi, luas dan penggunaan lahan dari *catchment* area. Metoda yang dikembangkan oleh Dr. F.J. Mock, dengan menghasilkan metode perhitungan debit yang timbul di sungai akibat adanya hujan untuk kurun waktu tertentu. Model ini dapat digunakan untuk memperkirakan *run-off* bila tidak tersedia data pengukuran debit. Metode ini menganggap bahwa hujan yang jatuh di DAS sebagian akan hilang sebagai evapotranspirasi, sebagian akan menjadi limpasan langsung (*direct run-off*) dan sebagian lagi akan masuk ke tanah sebagai air terinfiltrasi, kemudian jika kapasitas menampung lengas tanah (*soil moisture capacity*) telah terlampaui air akan mengalir ke bawah akibat gravitasi (*perkolasi*) ke air tanah (*groundwater*) yang akibatnya akan keluar ke sungai sebagai aliran dasar (*base flow*).

Pada prinsipnya, Metoda Mock memperhitungkan volume air yang masuk, keluar dan yang disimpan dalam tanah (*soil storage*). Volume air yang masuk adalah hujan. Air yang keluar adalah infiltrasi, perkolasi dan yang dominan adalah akibat evapotranspirasi. Perhitungan evapotranspirasi menggunakan Metoda *Penmann*. Sementara *soil storage* adalah volume air yang disimpan dalam pori-pori tanah, hingga kondisi tanah menjadi jenuh. Secara keseluruhan perhitungan debit dengan Metoda Mock ini mengacu pada *water balance*, dimana volume air total yang

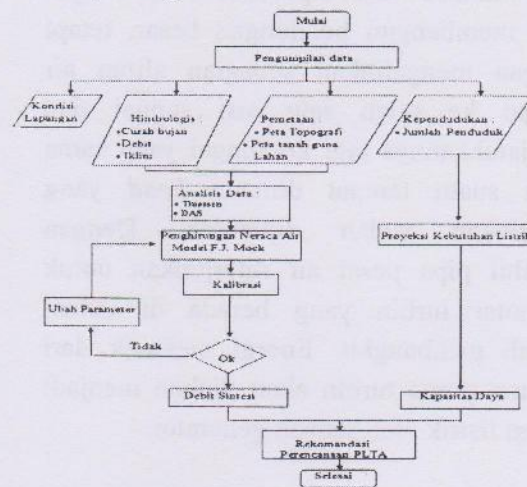
ada di bumi adalah tetap, hanya sirkulasi dan distribusinya yang bervariasi.



2.1 Gambar Bagan Alir Model *Rainfall-Runoff* F.J. Mock

III. METODE PENELITIAN

Alur pikir pelaksanaan studi dapat dilihat pada gambar berikut ini



Gambar 3.1. Pola Pikir Pelaksanaan Studi

IV. PEMBAHASAN

4.1 Daerah Aliran Sungai Kabupaten Lampung Timur

Sumber daya air dilaksanakan melalui kegiatan penataguna, penyedia, pengembangan, sumber daya air dengan mengacu pada pola pengelolaan sumber daya air yang ditetapkan pada setiap wilayah sungai. Kondisi tersebut menuntut pelaksanaan pengelolaan SDA yang ada di wilayah Kabupaten Lampung Timur tidak bisa lepas dengan daerah lainnya, walaupun secara administratif tidak termasuk dalam wilayah kerja Pemerintah Kabupaten Lampung Timur. Hal ini karena prinsip pengelolaan air adalah satu wilayah sungai satu kesatuan pengelolaan. Secara hidrologis

wilayah Kabupaten Lampung Timur sebagian berada di dalam DAS Sukadana, sebagian lagi di dalam DAS Sekampung serta seluruh DAS Way Kambas-Way Jepara.

4.1.1 Sub Das DiLampung Timur

Dari besarnya sumber daya air yang ada dari data diperkirakan banjir yang terjadi di daerah Lampung Timur dengan luas DAS yang kecil akan lebih besar dibandingkan banjir yang terjadi di sungai dengan DAS yang lebih luas hal ini disebabkan karena di DAS yang kecil, air hujan mudah mencapai sungai sedangkan pada DAS yang luas kemungkinan terdapat danau, rawa, kolam, yang dapat menahan air hujan. luas DAS dipandang berpengaruh besar terhadap debit sungai, hal itu dilakukan dengan membagi wilayah menurut sub-DAS, yakni satuan wilayah terkecil yang dapat mewakili kondisi hidrologis. Pembagian Sub DAS di wilayah Kabupaten Lampung Timur dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.1 Sub DAS Di Kabupaten Lampung Timur

Nama	Nomor Sta Pda	Luas Sub Das (km ²)
Way Curup	104	167.393
Way Sukadana	104	501.675

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.2 Panjang Sungai Sub DAS Di Kabupaten Lampung Timur

Sub DAS	Luas (km ²)	Panjang Sungai (km ²)
Way Curup	167.393	22.103
Way Sukadana	501.675	48.280

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.2 Analisis Data Curah Hujan

Analisis data curah hujan digunakan pada penelitian ini yaitu data curah hujan harian bersumber dari BMG pencatatan 2003 – 2012. Dipilih pos hujan tersebut karena dekat dengan wilayah penelitian. Data klimatologi yang digunakan dalam analisa ini adalah bersumber dari Way Curup Kabupaten Lampung Timur. Dalam menganalisa ketersediaan air sangat

bergantung pada kelengkapan data hidrologi dan klimatologi. Dengan demikian tidak lengkapnya data menjadi hambatan utama dalam usaha memperkirakan perilaku debit sungai. Data sekunder yang ada diperoleh dari stasiun meteorologi Way Curup data ini merupakan data bulanan selama jangka waktu 10 (sepuluh) tahun, yaitu tahun 2003 sampai dengan tahun 2012.

Meskipun demikian, data hujan yang didapat tersebut dirasakan kurang cukup detail untuk mengatasi hal ini, digunakan data curah hujan di tempat lain yang diperkirakan mempunyai perilaku yang serupa dengan dengan perilaku hujan. Daerah yang diambil curah hujannya adalah curah hujan, Way Curup Kabupaten Lampung Timur untuk kemiripan hujan dilakukan uji homogenitas terhadap kedua data hujan. Sebagai langkah pertama, perlu dikerjakan analisis frekuensi terhadap data hujan pada waktu yang sama di kedua tempat tersebut. Untuk analisis frekuensi ini, ada berbagai metoda seperti metoda Penman, metoda Fj. mock dan Pada tulisan ini, digunakan analisis frekuensi metoda Fj. mock. Dengan analisis frekuensi ini, secara statistik dapat perkiraan besarnya curah hujan yang terjadi untuk suatu periode ulang tertentu.

Tabel 4.3 Uji Data Stasiun Hujan Way Sukadana

Tahun	Data Hujan Tahunan (mm)	
	Way Sukadana	Way Curup
2003	2354	8222
2004	2492	8290
2005	2561	4603
2006	1481	4974
2007	1439	4547
2008	2098	4367
2009	2711	1813
2010	3172	1813
2011	1908	2245
2012	1755	1816
Rata - Rata	2197	4268

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.4 Data Debit Sukadana

No	Tahun	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Ags.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Rata rata
1	2005	18.84	2.01	0.80	0.32	0.13	0.05	11.57	5.03	2.01	0.80	0.32	30.65	6.04
2	2006	0.00	39.52	52.69	46.12	31.87	24.94	21.94	9.17	3.67	1.47	0.59	0.23	19.35
3	2007	0.00	25.19	26.90	28.24	13.15	15.90	10.23	4.21	1.68	0.67	0.27	0.11	10.55
4	2008	50.00	16.24	22.84	32.29	24.03	26.03	22.96	9.60	3.84	23.33	10.09	73.99	26.27
5	2009	14.27	43.62	39.71	32.98	26.08	15.91	9.64	3.96	1.59	0.63	0.25	26.66	17.94
6	2010	28.67	34.33	39.50	34.65	27.90	25.69	23.25	9.73	3.89	1.56	0.62	44.23	22.84
7	2011	0.00	26.69	36.18	33.32	27.37	12.29	5.08	2.03	0.81	0.32	0.13	0.87	12.09
8	2012	0.00	21.9	27.28	27.51	23.36	9.75	3.9	1.56	0.62	0.25	0.1	0.04	9.69

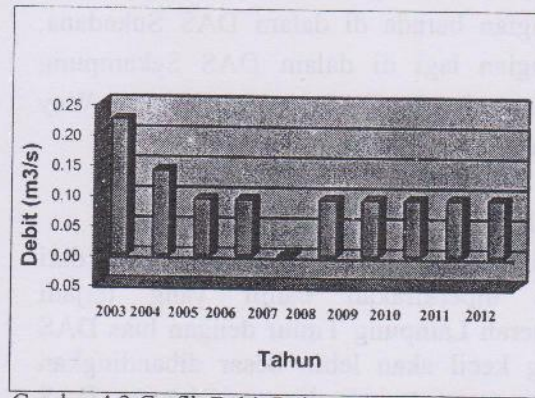
Sumber : Hasil Perhitungan

4.2

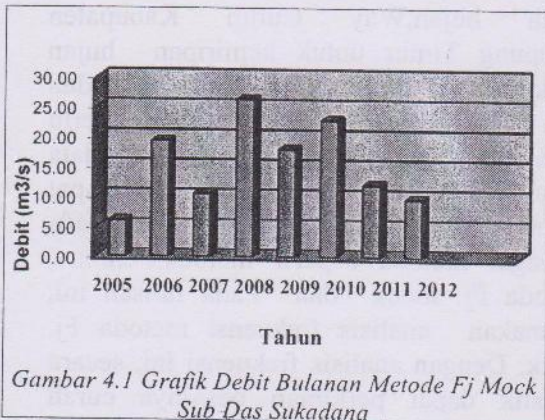
Kalibrasi Model

Sebelum dapat digunakan, model terlebih dahulu dikalibrasi untuk memperoleh variable atau parameter yang sesuai dengan kondisi DAS kajian. Kalibrasi dilakukan dengan cara coba-coba dengan merubah parameter model atau dengan bantuan *tools-solver* pada program *Microsoft Excel*, sehingga diperoleh hasil perhitungan yang mendekati dengan hasil pengamatan. Hasil parameter model yang diperoleh adalah sebagai berikut :

- a. *Initial Soil Moisture (ISM)*
= 200 mm
- b. *Soil Moisture Capacity (SMC)*
= 200 mm
- c. *Ground Water (GW)*
= 200 m/bln
- d. Koefisien infiltrasi (Cif)
= 0.60
- e. Koefisien *Base Flow* (Kbase)
= 0,40
- f. Koefisien lahan terbuka (m)
= 0.30
- g. Koefisien faktor (PF)
= 0,10



Gambar 4.2 Grafik Debit Bulanan Metode Fj Mock Sub Das Way Curup



Gambar 4.1 Grafik Debit Bulanan Metode Fj Mock Sub Das Sukadana

Tabel 4.5 Data Debit Way Curup

No	Tahun	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Mei	Jun.	Jul.	Ags.	Sep.	Okt.	Nov.	Des.	Rata rata
1	2003	0,00	1,61	0,65	0,26	0,10	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
2	2004	0,00	1,01	0,40	0,16	0,06	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14
3	2005	0,00	0,67	0,27	0,11	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
4	2006	0,00	0,67	0,27	0,11	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
5	2008	17,86	10,71	4,29	1,71	0,69	0,27	0,11	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
6	2009	0,00	0,67	0,27	0,11	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
7	2010	0,00	0,67	0,27	0,11	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
8	2011	0,00	0,67	0,27	0,11	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
9	2012	0,00	0,67	0,27	0,11	0,04	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.6 Debit Hasil Kalibrasi Metode F.J. Mock

BWTh	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Jan	7.21	4.72	5.00	7.83	4.71	15.26
Feb	7.96	7.43	8.71	14.17	8.38	7.36
Mar	5.23	7.07	2.99	2.71	6.09	8.52
Apr	0.63	2.18	1.17	0.88	4.08	2.79
May	0.17	0.80	0.92	0.91	1.16	1.44
Jun	0.11	0.51	0.33	0.84	1.30	1.36
Jul	0.14	0.25	0.28	0.55	1.58	0.85
Aug	0.11	0.34	1.01	0.41	0.62	0.73
Sep	0.11	0.19	0.25	0.37	1.89	0.61
Oct	0.24	0.86	0.34	0.68	0.84	1.39
Nov	1.72	4.05	3.93	1.18	12.30	3.68
Dec	3.49	5.31	12.42	5.40	5.29	1.76

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.1 Analisis Evapotranspirasi

Evapotranspirasi adalah proses penguapan atau berpindahnya sejumlah air yang berasal dari permukaan air bebas, vegetasi (tumbuh-tumbuhan) serta dari tanah yang lengas ke atmosfer. Pada analisis ini, data-data Klimatologi sangat diperlukan sebagai parameter dalam perhitungan besaran evapotranspirasi sepanjang tahun. Metode yang digunakan dalam analisis ini adalah Metode Penmann Modifikasi dan data-data iklim tahun 2003 - 2012 diperoleh dari stasiun klimatologi way jepara yang berada di kecamatan Mataram baru, Kabupaten Lampung Timur Data tersebut terlampir di (Lampiran).

4.2.2 Evapotranspirasi Potensial Bulanan Dari Daerah Pengaliran Sungai

$$ET_o = C \cdot ET_o^* \quad (4.1)$$

Dengan :

ET_o = Evapotranspirasi potensial bulanan (mm / hari)

C = Angka koreksi

ET_o^* = Evapotranspirasi (mm / hari)

Tabel 4.7 Perhitungan Ketersediaan Air Dan Debit

No	Bulan	2003	2004	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	Rata Rata	Eto*	C	Eto
1	Jan	2.27	2.26	1.32	1.31	1.49	1.48	2.19	34.43	7.21	6.00	53.98	23.71	9647.437
2	Feb	2.28	2.27	2.27	2.27	1.45	1.45	1.19	20.38	14.21	5.31	53.06	281.575	563.151
3	Mar	2.28	2.27	2.27	2.27	1.45	1.45	2.13	20	6.71	4.54	45.37	205.84	7411.694
4	April	2.27	2.26	2.26	2.26	1.46	1.41	1.34	20.2	9.2	4.74	47.39	224.546	449.092
5	Mei	2.29	2.27	2.27	2.27	1.51	1.42	1.98	9.83	5.65	3.28	32.77	107.37	214.754
6	Juni	2.26	2.29	2.29	2.29	1.46	1.40	1.39	15	2.67	3.45	34.48	118.91	9237.839
7	Juli	2.27	2.30	2.30	2.30	0.48	0.47	2.12	10.5	0.13	2.54	25.42	64.620	129.240
8	Agust	2.20	2.27	2.27	2.15	0.58	0.43	2.09	0	0	1.33	13.33	17.764	35.529
9	Sept	2.24	2.15	2.15	2.15	0.54	0.53	1.04	1.5	0	1.37	13.68	18.727	37.454
10	Okt	2.17	2.15	2.16	2.16	1.28	0.79	1.12	19.7	4.52	4.01	40.06	160.49	320.983
11	Nov	2.22	2.16	2.38	2.38	1.38	0.85	1.09	8.67	2.63	2.64	26.41	69.741	139.482
12	Des	2.29	2.36	2.36	2.36	1.49	1.01	1.16	17.96	15.58	5.17	51.73	267.801	535.602

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.8 Data Debit Bulanan Way Sukadana

Tahun	Bulan												Rata - Rata M3/det	
	Jan	Feb	Mart	April	Mei	Juni	Juli	Agust	Sept	Oktober	Nov	Des		
2003														
2004														
2005							26.54	20.02	0.66	2.59	3.34	30.07	13.87	
2006	43.09	39.43	37.59	37.09	34.63	29.57	26.56	16.66		0.41		8.28	27.33	
2007	31.65	35.33	39.58	33.89	31.45	27.17	22.2	17.93	5.7		2.71	34.68	29.01	
2008	35.64	31.01	36.26	25.85	14.35							30.94	29.01	
2009	42.75	37.34	38.03	33.43	20.26	0.73	22.68	15.43	6.5		12.11	30.08	23.58	
2010	39.94	34.84	34.75	33.53	22.61	0.93	24.46	16.56			12.07	37.22	25.69	
2011	38.25	33.4	36.48	24.4	13.73	0.73	17.76	15.63	6.55		12.22	37.25	21.49	
2012	42.71	42.05	35.025	36.12	121.11	0.88	27.3	12.91	0.82			34.92	35.38	
total	274.03	253.4	257.71	224.31	258.14	60.01	167.5	115.14	20.23	3	42.45	243.44	159.95	
Max	43.09	42.05	39.58	37.09	121.11	29.57	27.3	20.02	6.55	2.59	12.22	37.25	34.87	
Min	31.65	31.01	34.75	24.4	13.73	0.73	17.76	12.91	0.66	0.41	2.71	8.28	14.92	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.9 Data Debit Bulanan Way Curup

Tahun	Bulan												Rata - Rata M3/det
	Jan	Feb	Mart	April	Mei	Juni	Juli	Agus	Sept	Okt	Nov	Des	
2003	70.5	63.8	70.6	68.1	70.9	67.8	70.3	68.2	67.3	67.2	64.3	71.1	68.3
2004	70.3	63.5	70.4	67.7	70.4	68.6	71.4	70.4	64.6	67.0	71.5	73.2	69.1
2005	41.1	36.9	38.8	37.3	44.0	41.4	32.6	24.6	28.8	51.2	48.3	35.4	38.4
2006	40.8	45.8	67.0	72.4	61.0	44.3	14.6	13.3	16.5	48.1	38.5	35.2	41.5
2007													
2008	44.5	40.6	45.0	43.9	46.8	43.7	14.8	16.3	16.1	39.8	41.5	44.7	36.5
2009	17.3	17.6	17.3	16.5	16.8	16.1	14.9	13.3	12.5	10.7	12.5	15.9	14.9
2010	16.6	17.4	15.5	12.2	12.5	13.3	16.1	16.1	14.7	16.5	15.6	17.1	15.3
2011	18.7	16.1	18.2	19.2	18.8	17.0	17.1	14.5	13.6	14.4	14.3	15.6	16.5
2012	37.5	37.2	37.5	35.8	36.6	35.2	33.7	31.2	29.0	25.7	28.9	33.9	33.5
Total	357.1	338.8	380.2	373.1	377.7	347.3	285.4	267.9	263.0	340.6	335.3	342.0	334.1
Max	70.5	63.8	70.6	72.4	70.9	68.6	71.4	70.4	67.3	67.2	71.5	73.2	69.8
Min	16.6	16.1	15.5	12.2	12.5	13.3	14.6	13.3	12.5	10.7	12.5	15.6	13.8

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.3 Evapotranspirasi Aktual

Evapotranspirasi aktual adalah evapotranspirasi yang sebenarnya terjadi atau *actual evapotranspiration*, dihitung sebagai berikut:

$$E_{\text{actual}} = EP - \Delta E. \quad (4.2)$$

Keterangan :

EP= Evaporasi Potensial

ΔE = Evapotranspirasi actual

Tabel 4.10 Perhitungan Evapotranspirasi Aktual

Tahun	Ep	Δe	Ea Aktual
2003	3721,29	494,20	3227,09
2004	3721,29	486,99	3234,30
2005	3721,29	494,23	3227,06
2006	3721,29	494,23	3227,06
2008	3721,29	373,63	3347,66
2009	3721,29	372,16	3349,13
2010	3721,29	407,48	3721,29
2011	3721,29	484,33	3236,96
2012	3721,29	460,00	3261,29

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.4 Water Surplus

Water surplus ini berpengaruh langsung pada infiltrasi atau perkolasi dan total *run off* yang merupakan komponen debit. Persamaan *water surplus* (disingkat WS) adalah sebagai berikut:

$$WS = (P - E_a) + SS \quad (\text{Linsley, JR. Ray K. 1986}) \quad (4.3)$$

Keterangan :

WS = *Water surplus*

P = *Presipitasi*

E_a = Evapotranspirasi

SS = *Soil storage*

Tabel 4.11 Perhitungan Water Surplus

Tahun	P	E_a	WS
2003	754,400	3721,29	4475,690
2004	829,00	3721,29	4550,29
2005	460,70	3721,29	4181,99
2006	497,40	3721,29	4218,69
2007	1753,40	3721,29	5474,69
2008	432,36	3721,29	4153,65
2009	384,85	3721,29	4106,14
2010	403,54	3721,29	4124,83
2011	197,55	3721,29	3918,84
2012	402,08	3721,29	4123,37

Sumber : Hasil Perhitungan

4.2.5 Pemilihan Model Perhitungan

Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan maka perlu dilakukan perbandingan terhadap dua model di atas terhadap data

pengamatan. Tujuan perbandingan model tersebut adalah untuk mengetahui tingkat akurasi hasil perhitungan debit masing-masing model, sehingga diharapkan akan didapat perhitungan yang mendekati debit aliran yang terjadi di lapangan. Untuk mengetahui tingkat keakurasian dari masing-masing model maka ditentukan berdasarkan korelasi debit hasil perhitungan dengan debit hasil pengukuran atau data AWLR (*Automatic Water Level Recorded*). Korelasi yang baik adalah yang mendekati nilai 1 (satu). (U. Satria Putra, 2008).

Untuk melihat tingkat keakurasiannya berdasarkan tingkat kesalahan maka ditentukan kesalahan rata-rata (*Root Mean Square Error/RMS*). Selain itu, untuk mengetahui tingkat kedekatan hidrograf hasil simulasi dengan pengamatan maka perlu dirumuskan penyimpangan antara kedua model tersebut. Ukuran yang dipakai selain RMS di atas, adalah Kesalahan Absolut Rata-rata (KAR), mengetahui besarnya deviasi/penyimpangan antara kedua model tersebut. Selanjutnya, pemilihan parameter dari RMS dan KAR didasarkan pada nilai yang terkecil.

Tabel 4.12 Hasil Kalibrasi dengan Correl, RMS, Way Sukadana

PARAMETER UKURAN		Hasil Kalibrasi Debit (Q)		Target
		Model		
		NRECA	F.J. Mock	
Akurasi	CORREL		0.267	1
Kesalahan	KAR	1,000	1.299	0
	RMS	0.279	0.670	0

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.13 Hasil Kalibrasi dengan Correl, RMS, Way Curup

PARAMETER UKURAN		Hasil Kalibrasi Debit (Q)		Target
		Model		
		NRECA	F.J. Mock	
Akurasi	CORREL		0.062	1
Kesalahan	KAR	1,000	0,979	0
	RMS	0.299	0,119	0

Sumber : Hasil Perhitungan

4.3 Hidrometri

Kegiatan survei hidrometri dimaksudkan untuk mengetahui secara hidrologis potensi

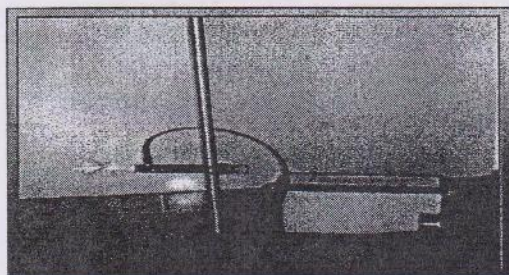
sumber daya air yang akan dimanfaatkan untuk keperluan air baku dan PLTMH.

Definisi Hidrometri adalah ilmu yang mempelajari cara-cara pengukuran air (Sri Harto Br, 2000). Dalam pengertian sehari-hari diartikan sebagai kegiatan untuk mengumpulkan data mengenai sungai, baik yang menyangkut tentang ketinggian muka air maupun debit sungai serta sedimentasi atau unsur aliran lainnya. Hasil analisis hidrometri menjadi dasar untuk mengidentifikasi besaran potensi sumber daya air yang terkandung dalam setiap sumber air.

Pengukuran debit di saluran/sungai memerlukan 2 (dua) pengukuran yaitu luas penampang aliran (A) dan kecepatan aliran (v). Dalam praktek terdapat 2 (dua) cara pengukuran debit, yaitu :

1. Pengukuran langsung (*direct measurement*) misalnya dilakukan dengan *current* meter.
2. Pengukuran tidak langsung (*indirect measurement*), misalnya dengan metode *slope area*, *velocity area*, dan beberapa konstruksi khusus seperti penyempitan penampang saluran, bendung, gorong, gorong.

Dalam studi ini untuk mengetahui debit aliran sungai digunakan alat *Current Meter Digital* seperti ditunjukkan pada Gambar 4.1 berikut :



Gambar 4.3 Current Meter Digital

4.4 Desain Bangunan Air Way Curup

Perhitungan besarnya kebutuhan air penduduk dilakukan dengan persamaan:

$$Q_{\text{domestik}} = P_t \cdot U_n$$

dimana : Q_{domestik} = Jumlah kebutuhan air domestik (liter/hari)

P_t = Jumlah penduduk (orang)

U_n = Standar kebutuhan air (liter/hari/orang)

Dalam setiap kategori wilayah tertentu orang mempunyai kebutuhan akan air yang berbeda satu sama lain seperti ditunjukkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.14 Standar Kebutuhan Air Bersih

Kategori Kota	Kebutuhan Air (liter/orang/hari)
Kota Metropolitan	150-200
Kota Besar	120-150
Kota Sedang	90-120
Kota Kecil	60-90
Desa	40-60

Sumber : DPU Cipta Karya, 1984

Untuk lokasi studi diasumsikan standar kebutuhan air sesuai dengan standar kebutuhan air untuk desa yaitu sebesar 60 liter/orang/hari. Perkiraan Kebutuhan Air Penduduk Way Curup dengan jumlah rumah pada saat dilakukannya survey sebanyak 15 rumah dan dengan mengasumsikan bahwa dalam 1 (satu) rumah terdapat 5 orang anggota keluarga, maka dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_{\text{domestik}} = 25 \text{ orang} \times 60 \text{ liter/orang/hari} \\ = 1.500 \text{ liter/hari}$$

$$= 1,5 \text{ m}^3/\text{hari (kebutuhan air)}$$

$$Q_{\text{sungai}} = 0,038 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$= 3283,2 \text{ m}^3/\text{hari (ketersediaan air di sungai)}$$

Untuk mencukupi kebutuhan air penduduk sebanyak ± 25 orang Way Curup, maka berdasarkan kebutuhan air dan ketersediaan air yang ada dapat dibangun reservoir dengan kapasitas $\geq 1,5 \text{ m}^3$. Dalam studi ini direncanakan suatu bangunan reservoir dengan kapasitas 100 m^3 .

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari kajian pengelolaan sumber daya air Daerah Aliran Sungai (DAS) Propinsi Lampung Timur didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Potensi Daerah Aliran Sungai (DAS) Propinsi Lampung Timur memiliki sumberdaya air yang cukup untuk menggerakkan turbin yang dapat

menghasilkan energi listrik. mencukupi 5 KK setara dengan kebutuhan air sebesar $1,5 \text{ m}^3/\text{hari}$ (dengan asumsi : 1 KK = 5 orang, kebutuhan air = 60 liter/orang/hari).

1. Dari analisis teknis yang telah dilakukan diperoleh data-data. Potensi Air dan PLTMH Way Curup : Debit aliran sungai = $0,038 \text{ m}^3/\text{detik}$
 2. Jumlah rumah yang dapat dilayani oleh daya yang mampu dihasilkan PLTM = 15 rumah (@ 100 VA)
 3. Potensi air dengan kapasitas reservoir 100 m^3 , mampu untuk mencukupi 5 KK setara dengan kebutuhan air sebesar $1,5 \text{ m}^3/\text{hari}$ (dengan asumsi : 1 KK = 5 orang, kebutuhan air = 60 liter/orang/hari).
2. Persediaan air yang selalu tersedia sepanjang tahun di Kabupaten Lampung Timur merupakan salah satu energi yang dapat di manfaatkan PLTMH, karena memiliki sumberdaya air yang cukup baik dimusim hujan maupun dimusim kemarau.
- Perkiraan daya listrik yang dihasilkan oleh PLTMH pada Way Curup 2,60 kW sedangkan pada Way Sukadana 2,80.

DAFTAR PUSTAKA

Antheaume, Sylvain., Thierry Maitre, Jean-Luc Achard.(2007). *A Innovative Modelling Approach to Investigate The Efficiency of Cross Flow Water Turbine Farm*. Romania: Scientific bulletin of the "politenhica" university of Timisoara.

Chadidjah, S.St. 2010. *Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Pada Daerah Way Sekampung Lampung Tengah*. Hasil Penelitian. Kopertis Wilayah II. Palembang.

Harto, Sri .1993 . *Analisis Hidrologi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Legowo, Sri . 1998. *Diktat Mata Kuliah Hidrologi*, FTSP

ITB, Bandung. Linsley, JR.

Ray K . 1986. *Hidrologi Untuk Insinyur*. Erlangga. Jakarta

Martha, Joyce .1985.

Mengenal Dasar - dasar

Hidrologi. Nova, Bandung. M.

M., Dandekar .1991.

Pembangkit Listrik Tenaga

Air. UI Press, Jakarta.

Prayogo, Endardjo . 2003. *Teknologi*

Mikrohidro dalam Pemanfaatan Sumber

Daya Air untuk Menunjang Pembangunan

Pedesaan. Semiloka Produk – produk

Penelitian Departemen Kimpraswil.

Makasar.

Sabar, Husni . 1995. *Waduk dan Tenaga*

Air, Penerbit ITB, Bandung.

Seyhan, Ersin. 1990. *Dasar-dasar*

Hidrologi. Diterjemahkan oleh Sentot

Subagio; Editor Soenardi Prawirohatmodjo,

Cetakan ke-2, Gadjahmada University

Press, Yogyakarta.

Soewarno. 1991. *Hidrologi*

Pengukuran dan Pengolahan Data

Aliran Sungai

(Hidrometri). Penerbit Nova, Bandung.

Sosrodarsono. 1977. *Hidrologi Untuk*

Pengairan, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Sujarwadi. 1987. *Teknik Sumber Daya*

Air. Diktat Kuliah Fakultas Teknik

UGM.

Yogyakarta

Viteazul, Mihai.(2005). *About Design*

Optimization Of Cross Flow Hydraulic

Turbine.

Romania: Scientific bulletin of the

"politenhica" university of

Timisoara.