

PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI LUMPIAS UNTUK RANCANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO

Prof. Dr. B. Limbong Tampang, M.Si¹⁾

¹⁾Dosen Fakultas Teknik Universitas Negeri Manado
Alumni S2 dan S3 Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan
Institut Pertanian Bogor
Email: benlintang58@gmail.com

Abstrak

Kisah nyata yang bukan hanya didengar dan dilihat, tetapi langsung dirasakan tentang pengaruh positif maupun negatifnya dari kemajuan teknologi yang begitu pesat terhadap perkembangan, kualitas, dan kesejahteraan hidup manusia. Tidak dipungkiri bahwa penyumbang terbesar dari kemajuan tersebut, dari sumberdaya alam dan energi. Alam menyediakan sejumlah sumberdaya alam dan energi yang dengan pertolongan teknologi sumberdaya tersebut, kita gunakan untuk berbagai kepentingan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian bertujuan untuk menganalisis: (1) Karakteristik Sungai Lumpias Kabupaten Minahasa Tenggara, (2) Rancangan model pembangkit listrik tenaga mikro-hidro. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1) Letak energi potensial yang paling efisien dan efektif untuk dikembangkan sebagai PLTMH di Sungai Lumpias berada pada koordinat 1°00' Lintang Utara dan 124°51' Bujur Timur terdapat elevasi head (H) 17,2 meter yang terletak pada ketinggian 186,6 m sampai 201,8 m dari permukaan laut. (2) Debit air Sungai Lumpias pada musim kemarau sebesar 0,7m³/det, dan pada musim hujan sebesar 1,2m³/det, jadi ada perbedaan debit air yang sangat signifikan pada musim kemarau dan musim hujan sebesar 1,2m³/det, dengan demikian efektifitas debit air yang akan dimanfaatkan sebagai energi primer PLTMH sebesar 0,7-0,8 m³/det. Untuk itu disarankan supaya: Masyarakat dan Instansi yang terkait, menjaga kelestarian Sungai Lumpias, dan mendukung rancangan model pembangkit Listrik tenaga mikro-hidro dalam rangka meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat pada umumnya, khususnya masyarakat Kabupaten Minahasa Tenggara Provinsi Sulawesi Utara.

Kata Kunci: Pengelolaan Daerah Aliran Sungai, PLTMH.

PENDAHULUAN

Lebih baik tidak makan daripada tidak minum, merupakan satu semboyan yang sangat krusial, sekaligus mengungkapkan bahwa Sumberdaya Air merupakan sumberdaya alam yang paling potensial untuk mendukung kehidupan makhluk hidup. Peningkatan jumlah penduduk yang semakin pesat, menyebabkan sumberdaya air bersih untuk kebutuhan hidup manusia mengalami perubahan, sehingga menimbulkan kelangkaan, kemudian menjadi barang dan jasa yang harus dinilai secara ekonomi.

Sumberdaya air, selain diminum juga untuk kebutuhan di bidang teknologi dan industri yang semakin maju. Sebagai

contoh kebutuhan listrik apabila tidak terpenuhi dengan baik, maka akan mempengaruhi pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat.

Pembangkit listrik menggunakan energi fosil yang merupakan bahan bakar minyak diesel sebagai energi primer untuk pembangkit listrik yang sangat tinggi dan sulit dikendalikan, sehingga timbul kekhawatiran akan habisnya sumber energi tersebut, dan dampaknya terhadap lingkungan. Energi fosil yang memproduksi emisi CO₂ yang mengakibatkan terjadinya perubahan iklim (*climate change*) yang berdampak terhadap kehidupan manusia di masa yang akan datang. Adanya kekhawatiran tersebut,



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.

sehingga penggunaan energi fosil sebagai sumber energi primer untuk pembangkit listrik mulai ditinggalkan. Agar kebutuhan listrik dapat terpenuhi dan terhindar dari pemanasan global, maka perlu dikembangkan energi non fosil, di antaranya energi hidro. Kelebihan energi hidro, yaitu dapat diperbaharui (*renewable*), berkelanjutan (*sustainable*), dan ramah lingkungan. Energi hidro sebagai sumber energi primer alternatif untuk pembangkit listrik saat ini, semakin dikembangkan di berbagai negara, selain biaya operasionalnya murah, juga dapat diperbaharui dan aman penggunaannya bagi kehidupan manusia di masa yang akan datang.

Menurut Linsley (1999) energi sebagai kapasitas untuk melakukan kerja. Dalam fluida, energi dapat dibedakan dua macam, yaitu: energi kinetik, dan energi potensial. Sedangkan energi potensial terdiri dari energi yang dihasilkan dari perbedaan tekanan, dan energi yang dihasilkan dari perbedaan elevasi. Bertolak dari teori tersebut, sehingga dapat dikatakan bahwa energi hidro timbul karena ada tekanan air, penyebab adanya tekanan karena ada air yang mengalir, sedangkan mengalirnya air karena adanya beda elevasi dan gravitasi. Dengan demikian, besar energi hidro tergantung pada besar volume air serta kuat (kecepatan) arus air yang mengalir pada suatu titik ke titik lain, di mana kedua titik tersebut, berada pada bidang miring yang memiliki beda atau selisih tinggi.

Data dari Departemen Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM) menyebutkan, bahwa cadangan minyak bumi Indonesia saat ini diperkirakan sebesar 9 milyar barel dengan tingkat produksi rata-rata 0,5 milyar barrel per tahun, sehingga diperkirakan cadangan minyak bumi yang ada sekarang ini akan habis dalam waktu sekitar 18 tahun. Sumber energi nasional yang tidak terbarukan lainnya adalah gas alam.

Cadangan gas alam saat ini sekitar 3 triliun feet³ per tahun, bila diasumsikan produksinya konstan, maka gas alam dapat memenuhi kebutuhan sekitar 61 tahun. Cadangan sumber energi lain yang cukup besar adalah batubara. Total perkiraan cadangannya adalah 57 miliar ton dengan tingkat produksi 130 juta ton per tahunnya, sehingga diperkirakan dapat memenuhi energi selama lebih kurang 147 tahun. Cadangan energi yang dimiliki Indonesia memang masih cukup besar, tetapi masalah utama yang terjadi di Indonesia adalah kebijakan yang belum dapat memberikan ketahanan energi secara nasional, di mana masih banyak yang belum mendapatkan pasokan energi seperti listrik, produksi minyak yang tidak dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, sehingga perlu impor harga minyak yang masih disubsidi, akibatnya memberatkan keuangan pemerintah dan jika dilakukan penyesuaian dengan harga internasional, akan terjadi gejolak di masyarakat, karena daya beli yang masih rendah. Oleh karena itu, perlu pendekatan realistis untuk mengembangkan sumber energi terbarukan (*renewable energy*).

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro-hidro, sudah dan sedang dikembangkan di negara-negara maju dan negara berkembang lainnya. Hal ini dilakukan, karena semakin menipis cadangan minyak dunia, biaya operasional murah, energi terbarukan, berkelanjutan, dan ramah lingkungan (*green energy*). Pembangkit tenaga listrik yang menggunakan energi hidro memiliki klasifikasi tertentu seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi ukuran Hydro-power menurut Intermediate Technology Development Group (ITDG)

No.	Klasifikasi	Kapasitas
1	Large-Hydro	100 MW
2	Medium-Hydro	15-100 MW
3	Small-Hydro	5 – 15 MW
4	Mini-Hydro	1 – 5 MW
5	Micro-Hidro	Di bawah 1 MW



Di Sulawesi Utara, beberapa tahun terakhir sering mengalami pemadaman listrik secara bergilir, tapi kebanyakan yang dikorbankan adalah masyarakat yang berada di perdesaan. Sedangkan di era globalisasi sekarang ini, khususnya di bidang pendidikan untuk mencerdaskan dan mensejahterakan masyarakat, maka lembaga pendidikan perlu listrik untuk mengakses informasi lewat media elektronik dan penggunaannya di bidang teknologi informatika, seperti internet, pembelajaran komputer di sekolah, dan sebagainya. Pemadaman listrik secara bergilir dilakukan, karena kapasitas pembangkit listrik yang memproduksi tenaga listrik di Sulawesi Utara sudah tidak mampu mengimbangi kebutuhan masyarakat, karena laju perkembangan penduduk dan industri. Untuk mengantisipasi masalah tersebut, maka di perdesaan perlu dibangun pembangkit listrik berskala kecil seperti PLTMH.

Kabupaten Minahasa Tenggara adalah salah satu kabupaten yang terakhir dimekarkan dari Kabupaten Minahasa Selatan, yang relatif kekurangan energi listrik, di mana beberapa desa di sekitar Sungai Lumpias seringkali tidak terpenuhi kebutuhan listrik, sebagaimana masyarakat Indonesia pada umumnya. Adakalanya listrik padam berhari-hari, sehingga masyarakat kurang mengikuti perkembangan global televisi dan para siswanya mengalami hambatan dalam proses pembelajaran teknik informatika yang sedang digalakan di sekolah-sekolah. Apabila kekurangan listrik tidak diantisipasi, maka akan mengakibatkan masyarakat semakin ketinggalan, bodoh dan miskin. Hal tersebut, merupakan masalah serius yang harus diatasi demi masa depan generasi bangsa.

Setelah mengadakan observasi di wilayah Kabupaten Minahasa Tenggara, terdapat beberapa sungai diidentifikasi memiliki energi potensial air yang dapat dikonversi untuk menghasilkan tenaga

listrik mikro-hidro, di antaranya Sungai Lumpias. Mengamati keadaan sungai tersebut, diperkirakan memiliki energi potensial air sebagai energi primer untuk pembangkit listrik berskala mikro-hidro.

Berdasarkan uraian tersebut, maka permasalahannya dapat dirumuskan sebagai berikut: (1) Bagaimana karakteristik Sungai Lumpias Kabupaten Minahasa Tenggara, (2) Bagaimana rancangan model pembangkit listrik tenaga mikro-hidro. Selanjutnya tujuan penelitian adalah: (1) Menganalisis karakteristik Sungai Lumpias Kabupaten Minahasa Tenggara, (2) Menganalisis rancangan model pembangkit listrik tenaga mikro-hidro.

2. METODE PENELITIAN

Instrumen pengumpulan data digunakan teodolit, *global positioning system* (GPS), currentmeter, dan flowmeter. Kegiatan pengukuran dilaksanakan untuk memperoleh data topografi lokasi, kuat arus atau kecepatan air (V), dan aliran air sungai (jumlah fluida air yang mengalir pada waktu tertentu). Data hasil pengukuran menggunakan teodolit dan GPS untuk keperluan pemetaan lokasi, sedangkan pengukuran menggunakan currentmeter dan flowmeter untuk memperoleh dapat debit air.

Teknik analisis data menggunakan topografi, dan *duration curve* (kurva durasi) debit air sebagai informasi data untuk merancang pembangkit listrik tenaga mikro-hidro di Sungai Lumpias Kabupaten Minahasa Tenggara. Untuk menghitung kecepatan arus dilakukan dengan metode kecepatan luas (*velocity area method*), yaitu dengan membagi penampang aliran sungai atas segmen-segmen, kemudian debit aliran sungai dihitung sebagai penjumlahan dari perkalian luas tiap segmen dengan kecepatan rata-rata aliran di dalam tiap segmen tersebut. Karena



aliran di sungai kecepatan yang relatif kecil, maka pengukuran dapat dilakukan dengan cara merawas dan menggunakan currentmeter (SNI 03-2819-1992) dan direncanakan pengukuran pada kedalaman 0,6 y (di mana y adalah rata-rata kedalaman air di dalam segmen). Setiap pengukuran kecepatan arus dilakukan sebanyak 3 (tiga) kali pada titik kedalaman yang sama, kemudian diambil nilai rata-ratanya.

Debit aliran dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$Q_a = \sum A_i \cdot V_i \dots\dots (1)$$

Keterangan:

Q_a = debit aliran

A_i = luas segmen i

V_i = kecepatan rata-rata dalam segmen i = $V_{0,6}$

Pengukuran bentuk penampang sungai untuk memperoleh geometri pada lokasi pengamatan atau pengukuran debit. Hal ini dilakukan pada meteran kayu yang ditanamkan di sungai pada jarak tertentu dari pada perubahan bentuk dasar sungai.

Untuk menganalisis perbedaan elevasi atau selisih tinggi (H) antara dua titik digunakan perhitungan matematis dengan prinsip dalil Pythagoras, yaitu:

$$L = \sqrt{D^2 + H^2}$$

dimana elevasi (selisih tinggi) $H = \sqrt{D^2 - L^2}$

Keterangan:

H = bidang tegak lurus

atau elevasi (meter)

D = bidang datar (meter)

L = bidang miring (meter)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang Sungai Lumpias dari hulu hingga muara sekitar 26 km, dan lebar sungai sangat bervariasi, yaitu 5 sampai 15 meter. Kecepatan arus cukup deras pada beberapa titik. Daerah tangkapan air Sungai Lumpias meliputi perbukitan bagian selatan Gunung Soputan pada ketinggian 1.200 meter di atas permukaan laut yang memiliki hutan yang relatif lebat,

sehingga curah hujan di wilayah ini diklasifikasi di atas rata-rata dibandingkan pada umumnya daerah lain di Sulawesi Utara dan sekitarnya.

Danau Bulilin merupakan hulu Sungai Lumpias berada pada ketinggian sekitar 560 meter dari permukaan laut atau titik nol. Apabila ditarik garis lurus ke titik nol, maka jaraknya sekitar 21,5 km, maka rata-rata kemiringan adalah 0,026 prosen. Karena kemiringan cukup besar, sehingga pada beberapa titik sungai dapat dikembangkan PLTMH yang berskala kecil.

Pada koordinat 1°03' Lintang Utara dan 124°52' Bujur Timur terdapat energi potensial yang berbentuk air terjun dengan head sebesar 17,2 meter yang terletak ada ketinggian 214,6 sampai dengan 231,8 meter dari permukaan laut. Dengan demikian, pada titik koordinat tersebut, diperhitungkan paling efisien dan efektif untuk ditetapkan atau dijadikan lokasi PLTMH di Sungai Lumpias.

Hasil pengukuran debit air Sungai Lumpias, dapat dilihat pada Tabel 2 sebagai berikut:

Tabel 1 Debit Air Sungai Lumpias

No.	Waktu Pengukuran	Q (m ³ /de)t
1	6 Pebruari 2016	1,5
2	20 Pebruari 2016	1,3
3	12 Maret 2016	1,2
4	26 Maret 2016	1,0
5	9 April 2016	0,8
6	23 April 2016	0,9
7	14 Mei 2016	0,9
8	28 Mei 2016	0,7
9	11 Juni 2016	0,8
10	25 Juni 2016	0,8
11	16 Juli 2016	0,8
12	30 Juli 2016	0,9
13	6 Agustus 2016	0,8
14	20 Agustus 2016	1,0
15	10 September 2016	1,0
16	24 September 2016	1,2
17	8 Oktober 2016	1,3
18	22 Oktober 2016	1,5



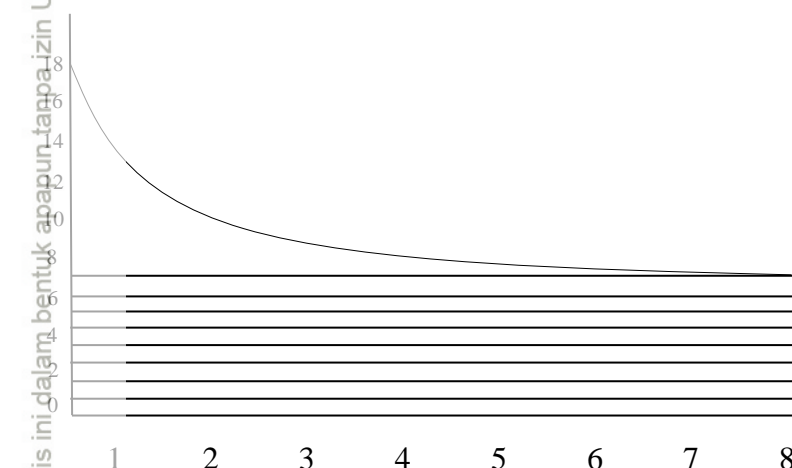
Hasil pengamatan debit air dari bulan Pebruari sampai November 2016, menunjukkan bahwa pada tanggal 19 November 2016 merupakan debit air maksimum, yaitu 1,9 m³/det yang terjadi pada musim hujan, sedangkan pada tanggal 28 Mei 2016 merupakan debit air

19	5 November 2016	1,6
20	19 November 2016	1,9

Hasil pengamatan debit air dari bulan Pebruari sampai November 2016, menunjukkan bahwa pada tanggal 19 November 2016 merupakan debit air maksimum, yaitu 1,9 m³/det yang terjadi pada musim hujan, sedangkan pada tanggal 28 Mei 2016 merupakan debit air

minimum, yaitu 0,7 m³/det yang terjadi pada musim kemarau. Dengan demikian, terdapat perbedaan debit air yang cukup signifikan antara musim hujan dan musim kemarau, yaitu sebesar $1,9 - 0,7 = 1,2$ m³/det.

Durasi debit air Sungai Lumpias dapat digambarkan dalam bentuk kurva sebagai berikut:



Gbr 1 Karakteristik Debit Air Sungai Lumpias.

4. KESIMPULAN

Letak energi potensial yang paling efisien dan efektif untuk dikembangkan sebagai PLTMH di Sungai Lumpias berada pada koordinat 1°00' Lintang Utara dan 104°51' Bujur Timur terdapat elevasi head (H) 17,2 meter yang terletak pada ketinggian 186,6 m sampai 201,8 m dari permukaan laut. Debit air Sungai Lumpias pada musim kemarau sebesar 0,7 m³/det, dan pada musim hujan sebesar 1,9 m³/det, jadi ada perbedaan debit air yang sangat signifikan pada musim kemarau dan musim hujan sebesar 1,2 m³/det, dengan demikian efektifitas debit air yang akan dimanfaatkan sebagai energi primer PLTMH sebesar 0,7-0,8 m³/det. Untuk itu disarankan supaya Masyarakat dan Instansi yang

terkait, menjaga kelestarian Sungai Lumpias, dan mendukung rancangan model pembangkit Listrik tenaga mikro-hidro dalam rangka meningkatkan pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat pada umumnya, khususnya masyarakat Kabupaten Minahasa Tenggara.

5. REFERENSI

- [1] Boyd, C.E. 1988. Water Quality in Warmwater Fish Ponds. Fourth Printing. Auburn University Agricultural Experiment Station. Alabama. USA
- [2] Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air. Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- [3] Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. 1998.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan Universitas Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak seluruh atau sebagian dari karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Riau.

Kebijakan dan Strategi Nasional Pengelolaan Lingkungan Hidup dalam Pembangunan Jangka Panjang Kedua (1994/1995-2019/2020). Jakarta.

[4] Khiatuddin, M. 2003. Melestarikan Sumber Daya Air dengan Teknologi Rawa Buatan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

[5] Linsley, R.K. dan J.B. Franzini. 1999. Water Resources Engineering. McGraw-Hill. Inc. New York.

[6] Muhammadi, E. Aminullah dan B. Soesilo. 2001. Analisis Sistem Dinamis. Lingkungan Hidup, Sosial, Ekonomi, Manajemen. UMJ Press. Jakarta.

[7] Patty, OF. 1998. Tenaga Air. Erlangga. Jakarta.

[8] Pemikiran Guru Besar IPB. 2009. Peranan IPTEKS dalam Pengelolaan Pangan, Energi, SDM, dan Lingkungan yang Berkelanjutan. IPB Press. Bogor.

[9] Pemikiran Guru Besar Perguruan Tinggi Badan Hukum Milik Negara. 2010. Pembangunan Perdesaan dalam Rangka Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat. IPB Press. Bogor.

[10] Sunu, P. 2001. Melindungi Lingkungan dengan Menerapkan ISO-14001. Grasindo. Jakarta.

[11] Williams Arthur. 2000. Micro Hydro – Electric Power. <http://www.eee.ntu.ac.uk/research/microhydro>

[12] Wilson, E.M. dan A. Marjuki. 1993. Hidrologi Teknik. Erlangga. Jakarta.

[13] Yayasan Bina Usaha Lingkungan. 2003. Energi Terbarukan Mendorong Pertumbuhan Ekonomi.

<http://www.ybul.or.id/media.htm>

[14] _____ 2003. Energi Terbarukan Ramah Lingkungan. <http://www.ybul.or.id>

