KAJIAN POTENSI ARUS SUNGAI LAGAN DI DESA LAGAN TENGAH KAB. TANJAB TIMUR SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK

H. Myson[1]

Abstrak

Lagan village Tengan Eastern District Geragai Tanjab District is one of the village is still experiencing problems in meeting the electricity needs for the community, but the middle of the village crossed by the river lagan lagan.

River is a river lagan adequate when used as a power plant to meet the needs of rural communities. Based on the observations and calculations is known that power can be generated by current and discharge sengai amounted to 4821 watts.

Key word: The river lagan, Tanjab East Electricity, Power Flow

Latar Belakang

Perkembangan kebutuhan energi listrik masyarakat Indonesia saat ini meningkat dengan pesat, hal ini dikarenakan tingkat kesejahteraan masyarakat Indonesia sudah meningkat dan kesadaran akan perlunya energi listrik bagi kehidupan juga terus meningkat.

Indonesia sampai saat ini baru dapat melistriki desa-desa hanya 67% dari seluruh desa-desa yang ada di Indonesia, dengan kata lain rasio elektrifikasi Indonesia 67%. Untuk Provinsi Jambi masih dibawah dari rasio elektrifikasi nasional yaitu 56% dan kalau dikerucutkan lagi pada kabupaten Tanjung Jabung Timur maka rasio itu akan mejadi lebih rendah lagi yaitu berkisar 45%.

Selama ini pemerintah hanya fokus pada pembangunan pembangkit yang bersekala besar baik untuk pembangkit listrik tenaga air, tenaga gas maupun tenaga uap. Pada kenyataannya banyak daerah-daerah terpencil di Indonesia yang jauh dari jaringan listrik yang sangat sulit untuk mendapatkan aliran listrik dari PLN. Akhirnya disadari bahwa untuk mengantarkan energi listrik ke rumah-rumah ternyata perlu jaringan listrik yang sangat panjang dan dibutuhkan investasi yang sangat besar untuk membangun dan merawatnya.

Perumusan Masalah

Salah satu Desa yang sampai saat ini belum mendapatkan arus listrik adalah Desa Lagan Tengah. Desa lagan tengah ini dilintasi oleh sungai lagan. Maka pemerintah kabupaten Tanjung Jabung Timur perlu mengeksploitasi potensi sungai lagan tersebut khususnya pada titik Desa Lagan Tengah sebagai potensi pembangkit tenaga listrik untuk keperluan masyarakat setempat. Untuk itu perlu dilakukan pendataan guna mendapatkan seberapa besar potensi sungai lagan khususnya di desa lagan tengan untuk dapat dimanfaatkan sebagai pembangkit listrik.

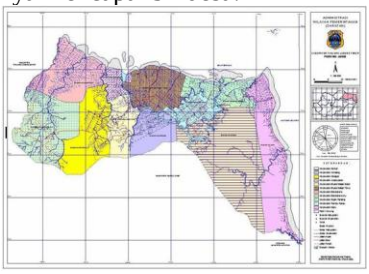
Tujuan Penelitian

Hal utama yang dilakukan dalam kegiatan penelitian ini adalah guna membantu pemerintah daerah dalam memenuhi kebutuhan energi, khususnya energi listrik masyarakat dengan memanfaatkan sumber daya alam yang ada.

Selain itu yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah dalam rangka rekomendasi peneliti pada pemerintah, terutama untuk Pemerintah Daerah Tanjung Jabung Timur dan khususnya Kecamatan Geragai yang saat ini masih sangat rendah dalam rasio elektrifikasinya.

Umum

Tanjung Jabung Timur merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jambi yang letaknya berbatasan dengan Kabupaten Muaro Jambi di sebelah selatan dan sebelah barat, Tanjung Jabung Barat di sebelah barat, Sumatera Selatan di sebelah selatan, dan Laut Cina Selatan di sebelah utara dan timur. Letak astronomisnya antara 0°53' dan 1°41' Lintang Selatan dan antara 103°23' dan 104°31' Bujur Timur. Untuk semua wilayah di Kab Tanjung Jabung Timur, sepanjang tahun 2011 mempunyai curah hujan tahunan sekitar 2231 mm, dimana 4 bulan basah, 8 bulan kering. Rata-rata curah hujan bulan basah 179 – 279 mm dan bulan kering 71 – 103 mm. Curah hujan terbanyak di tahun 2011 yaitu pada bulan desember 2011 yaitu sekitar 352 mm. Sebaliknya, curah hujan terendah terjadi pada bulan mei yaitu sekitar 123 mm. Sebagian besar desa di Kabupaten Tanjung Jabung Timur merupakan desa hamparan yang jumlahnya mencapai 91 desa.



Gambar 1. Peta Wilayah Tanjung jabung Timur

[1] Dosen Fak. Teknik Universitas Batanghari

Desa Lagan Tengan Kecamatan Geragai Kabupaten Tanjab Timur merupakan salah satu desa yang sampai saat ini masih mengalami kendala dalam memenuhi kebutuhan listrik untuk masyarakatnya. Masyarakat pernah berswadaya untuk melistriki desa mereka, namun karena kendala sulitnya untuk mendapatkan bahan bakar (minyak solar) dan mahalnya bahan bakar tersebut setelah sampai dilokasi maka upaya tersebut terhenti pada pertengahan tahun 2012.

Desa lagan tengah yang berada pada sisi sungai Lagan dan dikelilingi beberapa desa lain yang sedikit lebih jauh dari sungai lagan. Namun karena masyarakat lagan tengan banyak yang sudah tidak bergantung penuh pada sungai lagan kecuali mandi, cuci dan kakus dan sedikit transportasi.

Sungai dan Manfaatnya

Dengan dikeluarkannya peraturan Pemerintah Nomor : 35 Tahun 1991 tentang sungai, sebagai pelaksanaan Undang-Undang Nomor : 11 Tahun 1974 tentang pengairan, sehingga dapat digunakan sebagai pegangan dalam pengelolaan, pengusahaan, pemeliharaan dan pengamanan, agar manfaat sungai tetap terjaga kelestariannya. Didalam peraturan Pemerintah Nomor : 35 Tahun 1991, disebutkan bahwa pengertian sungai adalah tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya serta sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan. Garis sempadan sungai adalah garis batas luar pengamanan sungai. Garis sempadan ini dalam bentuk bertanggul dengan ketentuan batas lebar sekurang-kurangnya 5 meter yang terletak disebelah luar sepanjang kaki tanggul.

Sungai dapat merupakan sumber malapetaka apabila tidak dijaga, baik dari segi manfaatnya maupun pengamanannya. Misalnya dengan tercemarnya air oleh zat-zat kimia selain mematikan kehidupan yang ada disekitarnya juga merusak lingkungan.(Subagyo, 1999), untuk itu sungai perlu :

1. Dilindungi dan dijaga kelestariannya
2. Ditingkatkan fungsi dan kemanfaatannya
3. Dikendalikan daya rusaknya terhadap lingkungan

Air Sungai

Air sungai ada yang bersifat asin, payau dan tawar. Ini dapat dilihat dari posisi air dengan laut, karena muara dari sungai adalah ke laut. Dimuara sungai air akan terasa asin, sedangkan air yang jauh dari muara akan terasa payau dan yang lebih jauh lagi akan terasa tawar. Perlu diketahui bahwa air laut mempunyai titik beku ($-1{,}9^0$ C); massa jenis air tawar sebesar 1 pada 4^0 C. Batas jauh dekatnya air asin, payau dan tawar juga ditentukan oleh air pasang dilaut, dan musim hujan di daerah hulu sungai. Air yang berubah akan berdampak pada mahluk hidup disungai tersebut. Apabila air sungai menjadi asin, maka disamping mahluk hidup berubah, maka benda-benda logam juga akan mengalami korosi.

Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan wilayah yang dikelilingi dan dibatasi oleh topografi alami berupa punggung bukit atau pegunungan, dimana presipitasi yang jatuh di atasnya mengalir melalui titik keluar (outlet) tertentu yang akhirnya bermuara ke danau atau laut.

Komponen-komponen utama ekosistem DAS, terdiri dari :manusia, hewan, vegetasi, tanah, iklim, dan air. Masing-masing komponen tersebut memiliki sifat yang khas dan keberadaannya tidak berdiri sendiri, namun berhubungan dengan komponen lainnya membentuk kesatuan sistem ekologis (ekosistem). Manusia memegang peranan yang penting dan dominan dalam mempengaruhi kualitas suatu DAS.

Prinsip keberlanjutan (sustainability) menjadi acuan dalam mengelola DAS, dimana fungsi ekologis, ekonomi, dan sosial-budaya dari sumberdaya-sumberdaya (resources) dalam DAS dapat terjamin secara berimbang (balance).

DAS dibagi menjadi hulu, tengah, dan hilir. DAS bagian hulu sebagai daerah konservasi, berkerapatan drainase tinggi, memiliki kemiringan topografi besar, dan bukan daerah banjir. Adapun DAS bagian hilir dicirikan sebagai daerah pemanfaatan, kerapatan drainase rendah, kemiringan lahan kecil, dan sebagian diantaranya merupakan daerah banjir. Daerah aliran sungai tengah merupakan transisi diantara DAS hulu dan DAS hilir. Masing-masing bagian tersebut saling berkaitan.

Pola Aliran

Aliran air sungai merupakan suatu proses yang cukup kompleks. Air bergerak turun melalui kanal sungai karena pengaruh gaya gravitasi. Kecepatan aliran meningkat sesuai dengan kelerengan atau kemiringan sungai. Aliran air tidak saja lurus tetapi dapat pula acak (turbulent). Energi aliran sungai meningkat sejalan dengan peningkatan kemiringan dan volume air karenanya mampu membawa muatan sedimen. Aliran sungai sangat fluktuatif

dari waktu ke waktu dan dari tempat ke tempat. Beberapa variabel penting dalam dinamika sungai adalah: (1) debit air (discharge), (2) kecepatan (velocity), (3) gradient, (4) Muatan sedimen (sediment load), dan (5) base level (level terendah sungai).

Debit Aliran

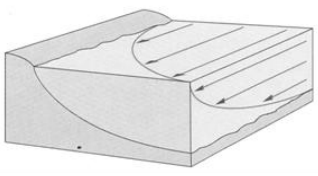
Debit adalah jumlah air yang melalui suatu titik tertentu dengan interval waktu tertentu. Biasanya diukur dalam satuan meter kubik per detik. Debit aliran sangat bermanfaat untuk mengetahui perubahan pasokan air ke tubuh sungai dengan melakukan pengamatan sehingga diketahui datangnya air ke tubuh sungai apakah dari aliran permukaan atau dari rembesan airtanah yang masuk kedalam kanal sungai. Air tanah sangat penting karena menjamin kelangsungan air sungai sepanjang tahun yang disebut sebagai sungai permanen (permanent streams). Jika pasokan air sungai tergantung dari musim, maka sungai kadangkala kering dan kadangkala terisi air sehingga disebut sungai tidak permanen (intermittent streams).

Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran tidak sama sepanjang tubuh kanal sungai hal ini tergantung dari bentuk, kekasaran kanal sungai dan pola sungai. Kecepatan terbesar terletak pada bagian tengah kanal dan bagian atas dari bagian terdalam kanal yang jauh dari seretan friksional pada bagian dinding dan dasar kanal (Gambar 4).

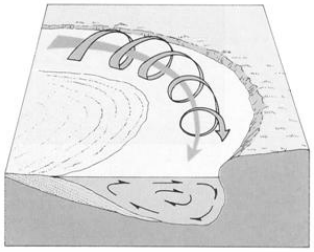
Pada sungai berkelok, zona kecepatan maksimum berada pada bagian luar kelokan dan zona kecepatan minimum berada pada bagian dalam kelokan. Pola ini sebagai penyebab penting terjadinya erosi secara lateral pada kanal sungai dan migrasi pola sungai (Gambar 5).

Kecepatan air mengalir secara proporsional terhadap kemiringan kanal sungai. Tingkat kelerengan yang besar menghasilkan aliran yang lebih cepat dimana biasa terjadi pada sungai di daerah pegunungan. Lereng yang sangat curam mendorong berkembangnya air terjun dimana air bergerak jatuh bebas. Pada kelerengan landai, menghasilkan kecepatan lambat bahkan mendekati nol. Aliran juga tergantung dari volume air. Volume semakin besar, maka aliran menjadi lebih cepat.



Gambar 3. Potongan daerah aliran sungai

Variasi kecepatan aliran dalam kanal sungai alami terjadi pada posisi vertikal dan horizontal. Friksi mereduksi kecepatan sepanjang dasar kanal dan dinding kanal. Kecepatan maksimum pada kanal yang lurus berada pada bagian atas dan bagian tengah dari kanal sungai (Hamblin & Christiansen, 1995).



Gambar 4. Aliran pada kanal berkelok mengikuti pola skrup

Air pada sisi luar kelokan terdorong lebih cepat dibanding yang berada pada bagian dalam kelokan. Perbedaan kecepatan ini bersama seretan friksi normal pada dinding kanal menghasilkan pota skrup tersebut. Akibatnya erosi terjadi pada bagian luar kelokan dan pengendapan terjadi pada bagian dalam kelokan. Hal ini menghasilkan kanal yang tidak simetris (Hamblin & Christiansen, 1995).

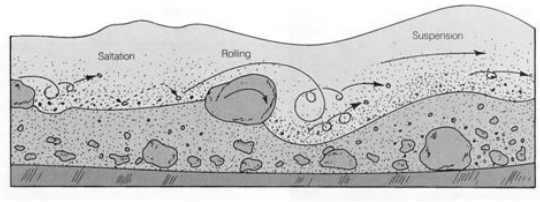
Tingkat kelerengan sungai (stream gradient)

Tingkat kelerengan sungai yang lebih curam biasa dijumpai di daerah hulu, sedangkan tingkat kelerengan sungai yang landai biasa dijumpai pada daerah hilir. Penampang longitudinal dari sungai dapat memperlihatkan kenampakan yang mulus, cekung, cembung yang kemudian menjadi sangat datar pada bagian akhir sungai. Contoh sungai yang berada di pegunungan Rocky memiliki tingkat kelerengan 50m/km sedangkan pada bagian hilir di sungai Mississippi tingkat kelerengannya hanya 1 atau 2 cm/km.

Muatan sedimen (sediment load)

Air yang mengalir secara alamiah membawa material menuju ke lautan. Kapasitas aliran sungai untuk mengangkut sedimen meningkat 3 hingga 4 kali dari kekuatan kecepatan aliran semula. Air mengalir merupakan penyebab utama erosi tidak saja mampu mengabrasi dan mengerosi kanal tetapi berkemampuan besar membawa sedimen urai hasil pelapukan. Didalam sistem sungai, sedimen terangkut dalam tiga cara yaitu:

1. Partikel halus terbawa dalam suspensi.
2. Partikel kasar terbawa melalui traksi (traction) seperti rolling, sliding dan saltation.
3. Material terlarut terbawa dalam larutan (dissolved load)



Gambar 5. Pergerakan muatan sedimen didalam sungai.

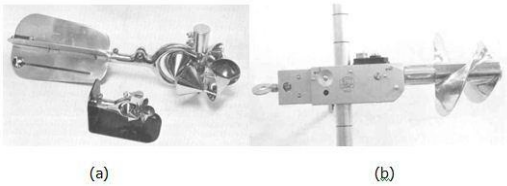
Lempung dan serpih terbawa secara suspensi. Partikel yang lebih besar terbawa secara menggelinding (rolling), menggeser (sliding) dan saltasi (Hamblin & Christiansen, 1995).

Pengukuran Kecepatan Aliran Sungai

Ada dua metode yang bisa dilakukan untuk mengukur kecepatan arus sungai. Yang pertama adalah dengan menggunakan propeller dan yang kedua dengan pelampung. Alat yang dipakai untuk mengukur kecepatan aliran sungai tersebut adalah curent meter.

Prinsip kerja current meter propeller

Prinsip kerja curent meter ini adalah propeler berputar dikarenakan partikel air yang melewatinya. Jumlah putaran propeler per waktu pengukuran dapat memberikan kecepatan arus yang sedang diukur. Propeler curent meter ini menghasilkan pekerjaan yang cukup akurat dan cepat apabila dilakukan dengan baik dan pelaksanaan yang cermat. Jenis alat curent meter yang menggunakan sumbu propeler sejajar dengan arah arus disebut Ott propeler curent meter dan yang sumbunya tegak lurus terhadap arah arus disebut Price cup current meter. Peralatan dengan sumbu vertikal tidak peka terhadap arah aliran. Curent meter dapat dipengaruhi oleh kapal (pitching dan rolling), sehingga kecepatan arus yang diukur bukan hanya kecepatan arus aliran sungai saja. Ott current-meter dapat digunakan baik dengan digantung pada kabel/tali maupun pada tiang. Cara yang pertama dapat dilaksanakan pada pengukuran di sungai maupun di muara sungai, sedangkan cara kedua dapat dipakai pada pengukuran di kanal yang kecil atau digantung di jembatan.



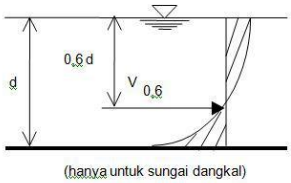
Gambar 6. (a) Cup current meter dan (b) Propeler current meter

Sementara jika menggunakan pelampung ada beberapa metoda, yaitu Metode satu titik, dua titik dan tiga titik.

a. Metode satu titik

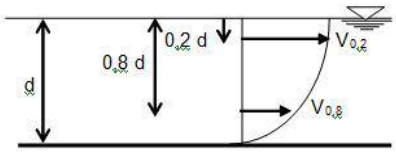
Metode ini digunakan untuk sungai yang dangkal dengan mengukur pada kedalaman 0,6 h. Kecepatan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$V = V_{0,6}$



Gambar 7. Metode 1 titik

b. Metode dua titik



Gambar 8. Metode 2 titik

Pengukuran dilakukan pada kedalaman 0,2 h dan 0,8 h. Kecepatan rata-rata dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{V_{0,2} + V_{0,8}}{2}$$

c. Metode tiga titik

$$V = \frac{V_{0.2} + V_{0.6} + V_{0.8}}{3} \quad \text{or} \quad V = \frac{\left[\left(\frac{V_{0.2} + V_{0.8}}{2}\right) + V_{0.6}\right]}{2}$$

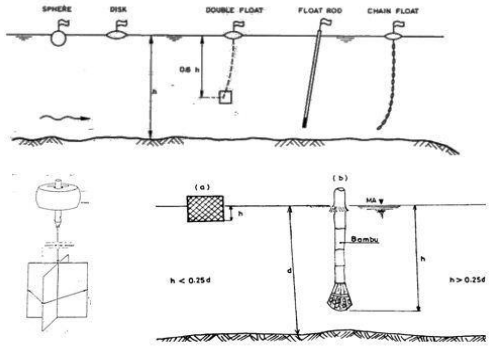
d. Metode lima titik

$$V = \frac{V_s + 3V_{0.2} + 2V_{0.6} + 3V_{0.8} + V_b}{10}$$

Pengukuran kecepatan dengan menggunakan Pelampung

Pelampung merupakan alat ukur kecepatan arus yang paling sederhana. Pelampung bergerak terbawa oleh arus dan kecepatan arus didapat dari jarak tempuh pelampung dibagi dengan waktu tempuh. Pelampung dapat berupa pelampung permukaan, pelampung ganda, pelampung tongkat dan lain-lain.

Cara ini dapat dengan mudah digunakan meskipun permukaan air sungai itu tinggi. Cara ini sering digunakan karena tidak dipengaruhi oleh kotoran atau kayu-kayuan yang hanyut dan mudah dilaksanakan.



Gambar 9. Macam-macam pelampung untuk mengukur kecepatan aliran

Tempat yang harus dipilih adalah bagian sungai yang lurus dengan perubahan lebar sungai, dalamnya air dan gradien yang kecil. Seperti terlihat dalam gambar, tiang-tiang untuk observasi dipancangkan pada 2 buah titik dengan jarak dari 50 sampai 100 m. Waktu mengalirnya pelampung diukur dengan "stopwatch." Setelah kecepatan aliran dihitung, maka diadakan perhitungan debit yakni kecepatan kali luas penampang melintangnya.

Biasanya digunakan 3 buah pelampung yang dialirkan pada satu garis pengukuran aliran dan diambil kecepatan rata-rata. Mengingat arah mengalirnya pelampung itu dapat dirubah oleh pusaran-pusaran air dan lain-lain, maka harga yang didapat dari pelampung yang arahnya sangat berbeda harus ditiadakan.

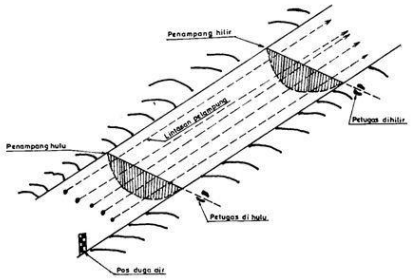
Pelampung permukaan

Pengukuran kecepatan aliran dengan pelampung permukaan digunakan dalam keadaan banjir atau jika diperlukan segera harga perkiraan kasar dari debit, karena cara ini adalah sangat sederhana dan dapat menggunakan bahan tanpa suatu pilihan.

Akan tetapi, harga yang teliti adalah sulit diketahui karena disebabkan oleh pengaruh angin atau perbandingan yang berubah-ubah dari kecepatan aliran permukaan terhadap kecepatan aliran rata-rata yang sesuai dengan keadaan sungai. Kecepatan rata-rata aliran pada penampang sungai yang diukur adalah kecepatan pelampung permukaan dikali dengan koeffisien 0,70 atau 0,90, tergantung dari keadaan sungai dan arah angin. Dr. Bazin menggunakan koeffisien 0,86.

Pelampung tangkai

Pelampung tangkai dibuat dari sepotong/setangkai kayu atau bambu yang diberi pemberat pada ujung bawahnya. Pemberat itu dibuat dari kerikil yang dibungkus dengan jaring atau kain di ujung bawah tangkai.



Gambar 10. Sketsa Alur Sungai Untuk Pengukuran Debit Metode Pelampung

Untuk mengukur kecepatan aliran permukaan digunakan sepotong kayu dengan diameter 2 cm dan panjang 100 cm. Pada jarak 40 cm dari ujung di beri pelampung sedang pada ujung 60 cm di beri pemberat agar tangkai tegak. Bahan pelampung yang digunakan adalah sepotong kayu.

Kecepatan rata-rata aliran pada penampang sungai yang diukur adalah kecepatan pelampung permukaan dikali dengan koeffisien 0,70 atau 0,90, tergantung dari keadaan sungai dan arah angin. Dr. Bazin menggunakan koeffisien 0,86

Pelepasan pelampung

Pelampung dilepaskan kira-kira 20-50 m di sebelah hulu garis observasi pertama, sehingga pada waktu observasi, pelampung itu telah mengalir dalam keadaan yang stabil. Mengingat posisi pelepasan pelampung sulit ditentukan, maka sebelumnya harus disiapkan tanda yang menunjuk posisi tersebut dengan jelas.

Perhitungan Potensi Arus Sungai

Potensi arus sungai dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$\mathbf{P_{air\ sungai} = \rho A V^3}$$

Dimana :

ρ = adalah density air (Kg/m3)

A = luasan penampang piringan turbin (m2)

V = besaran kecepatan arus (m/det)

Dengan mengalikan potensi arus sungai dengan faktor efisiensi, maka didapatlah potensi listrik yang dimiliki sungai tersebut.

Sementara perhitungan potensi daya listrik yang akan dihasilkan adalah dengan mengailakan potensi arus sungai dengan koefisien Betz dan effisiensi turbin :

$P_{listik} = P_{air\ sungai} * 0{,}593 * \eta_{turbin} * \eta_{generator}$

Dimana :

η_{turbin} = effisiensi turbin

$\eta_{generator}$ = effisiensi generator

0,593 = faktor konversi

Data Penelitian

Titik tangkap tempat pengambilan data sungai yaitu pada jarak 40 meter dari bibir sungai yang landai. Adapun data sungai pada

titik tangkap adalah sebagai berikut :

Lebar sungai saat pasang tinggi : ± 156 meter
Lebar sungai saat sedang surut : ± 54 meter
Selisih saat pasang dan surut : ± 4,3 meter
Luas Sungai saat pasang : ± 664 km^2
Luas Daerah Pinggiran Sungai : 1,15%
Waktu pasang Rata-rata : ± 8 Jam

Data diambil sebanyak 5 kali pada titik yang sama. Metode yang digunakan untuk mengukur kecepatan aliran adalah dengan cara apung (float area methode). Adapaun alat yang digunakan pelampung yang terbuat dari kayu yang disugu halus dengan ukuran panjang 25 cm dan lebar 10 cm serta tebal 5 cm. Untuk mengetahui kecepatan aliran sungai maka dilakukan pengukuran waktu tempuh yang dibutuhkan oleh pelampung dari titik tangkap mengikuti arus sungai sejauh 100 meter. Waktu yang diperlukan adalah :

1. 06 menit 38,78 detik = 397,78 dt
2. 06 menit 83,22 detik = 443,22 dt
3. 06 menit 40,15 detik = 400,15 dt
4. 06 menit 15,27 detik = 375,27 dt
5. 05 menit 55,37 detik = 355,37 dt

Dari hasil perhitungan didapatkan energi yang dimiliki arus sungai lagan pada titik tangkap desa lagan tengan adalah sebesar 4821 joule per detik atau 4821watt.

Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan-persamaan energi dan data-data yang didapatkan di lapangan, maka diperoleh energi yang dimiliki aliran sungai Lagan pada titik Desa Lagan Tengah adalah 4821 Watt atau setara dengan 4,821 kW. Hasil ini memungkinkan untuk dapat digunakan sebagai pembangkit listrik untuk menerangi sebagian desa lagan tengah.

Saran

Untuk merealisasikan penelitian ini maka perlu penerapan teknologi, agar masyarakat dapat menikmati listrik yang telah lama dinanti-nantikan. Saya berharap keterlibatan pemerintah daerah dalam pengaplikasiaan teknologi ini, karena akan ada daerah atau desa-desa yang dapat menggunakan teknologi dimaksud.

DAFTAR PUSTAKA

Arismunandar. A, Kuwahara. S, 2004, Teknik Tenaga Listrik, Gardu Induk, Pradnya Paramita Jakarta

Arvin Grabel at al. 2003. " *Problem in magnetic induction for full voltage production*". IEEE Trans. on Industry Applications, Vol.7 No. 2 June 2003. p 433 – 438.

Butar-butar, Abdul Hakim, 2000, Manajemen Faktor Daya di Industri, Energi, Yogyakarta

Charles W at al. 2003. " *Current and voltage force in small electric generator* ". IEEE Trans On PWRD Vol.4. No. 2. p. 329. 2003.

Dally, James W. 1999. "*Instrumentation for Engineering Measurements*". John Wiley & Sons, Inc, p.605.

DeGarmo Paul E Sulllivan GW Bontadelli A J & Wicks M Elin, 1997 Engineering Economy , Tenth Edition, Prentice Hall

Durbin C at al. 2002. " *Coil induction and optimum induction in coil and core* ". IEEE Trans. On PWRD. Jan/Febr. 2002. Vol. 6. No. 4. p.566.

Endro, Herman, 2003, Teknik Penghematan Energi Pada System Pencahayaan, Bagian Proyek Pelaksanaan Efisiensi Energi DEPDIKNAS. Jakarta

Hayt Kemmerly at al. 2002. " *RLC caracteristic serie in over load electric generator*". IEEE Trans. On Industry Appl. Vol.6. No. 1. Jan. 2002. p 213 – 217.

http://adnorthya.blogspot.com/2012/04/pola-aliran-sungai.html 12/1/2013

http://chan22.wordpress.com/download/tips-memilih-jurusan-di-ptn/dinamika-aliran-sungai/ 12/1/13

http://mayong.staff.ugm.ac.id/site/?page_id=110 /12/1/13

http://perhubungan2.wordpress.com/2012/01/16 /pengukuran-kecepatan-aliran-sungai/12/1/13

http://tanjabtimkab.bps.go.id/index.php?option=com_content&view=article&id=59:sekilas-tentang-tanjung-jabung-timur&catid=8:berita-bps-sabak12/1/13

Margunadi AR, 1996. " *Pengantar Umum Elektroteknik* " PT. Dian Rakyat, Juni 1996.

Marsudi, Djiteng., 2006, Operasi Sistem Tenaga Listrik, Graha Ilmu Yogyakarta

Peter G at al. 2000. " *Design small electric generation and Low Excitation* " IEEE Trans. On PWRD. Jun/Jul. 2000. Vol.3. No.2. p. 132

Suhardi, Diding. 2006. "*Pemanfaatan Minyak Goreng Sawit Sebagai Media Pendingin Transformator Catu Daya*". Lemlit UMM. Desember 2006.

Warsito,2003, Sosialisasi dan Evaluasi diri Konservasi Energi Universitas Diponegoro tahun 2003, Badan Penerbit Universitas Diponegoro,

Amri, Khairul, "Kajian Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro Disungai Air Kule Kabupaten KAUR"

Merancang Mikrohidro, http://www.google.com/mikrohydropower/energisungai

Indiatmoko, yayan, 2008,"Upaya masyarakat rumah panjang sungai pelaik membuat pembangkit listrik tenaga mikro-hydro. http://www.google.com/newsletters_TNDS_3_mikrohidro/2008/09/03

http://www.anneahira.com/manfaat-sungai.htm(manfaat sungai)