DESIGN ALAT REKAYASA ARUS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ARUS SUNGAI LAGAN DI DESA LAGAN TENGAN KABUPATEN TANJUNG JABUNG TIMUR

H. Myson[1]

Abstract

Need of the Indonesia people kept rising, while supply energy electricity the goverment is very limited. As we know that country has various sorts of the type renewebel energy. For those it shall meet the needs of innovations in energy. River lagan in the catch of the middle lagan village have smoll flow but with innovation engineering, river flow can be to meet the need of the village.

Key word : River flow , renewebel energy, water turbin

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan yang memiliki banyak sekali sungai besar dan kecil. Sungai-sungai tersebut memiliki kecuraman aliran bervariasi. Mulai dari yang curam, hingga yang melandai. Semakin curam aliran suatu sungai maka akan semakin tinggi kecepatan aliran sungai tersebut.

Pada setiap sungai terdapat bagian hulu dan hilir. Aliran suatu sungai akan bergerak dari hulu menuju ke hilir. Aliran pada sungai memiliki kecepatan yang berbeda-beda. Perbedaan ini ditentukan oleh kondisi kecuraman, bentuk tepian sungai, bentuk dasar sungai dan lain-lain. Sungai yang berada di daerah huluan akan memiliki kecepatan aliran yang lebih tinggi dibandingkan dengan daerah hilir. Hal ini disebabkan karena posisi daerah huluan sungai selalu berada pada daerah yang lebih tinggi. Namun begitu kecepatan aliran sungai yang berada didaerah hilir walaupun kecil cenderung masih dapat menghasilkan energi.

Pada penelitian terdahulu telah di dapatkan data bahwa kecepatan arus sungai Lagan pada titik tangkap Desa Lagan Tengah dengan posisi pelampung ukur berada pada aliran sungai yang lurus adalah 0,269 m/dt. Saat pengukuran kecepatan angin berkisar 3 m/dt dengan arah sudut 150^0 . Dengan demikian maka didapatkan kenyataan bahwa kecepatan aliran sungai yang terukur masih dibawah ambang batas efektivitas untuk pembangkit listrik. Untuk itu perlu upaya peningkatan kecepatan arus, megingat bahwa luas penampang sungai lagan pada titik tangkap didesa lagan tengah cukup besar.

Aliran sungai termasuk kedalam kelompok energi baru terbarukan. Energi yang dimiliki arus sungai akan terus terbaharui artinya energi ini tidak akan pernah habis kecuali sungai tersebut mengering. Makin besar debit dari suatu aliran sungai maka akan semakin besar pula potensi energi yang dimiliki, dan semakin kencang kecepatan aliran dari suatu sungai maka akan semakin besar pula energi mekanis yang dapat dihasilkan. Artinya dua komponen utama ini sangat menentukan dalam menghasilkan energi mekanis dari suatu sungai.

Dari data penelitian yang telah dilakukan pada tahap pertama, ternyata kecepatan permukaan alian sungai Lagan pada titik desa Lagan tengah masih rendah yaitu 0,296 m/dt. Hal ini berdampak pada efektifitas sistim dalam menghasilkan energi mekanis. Untuk itu perlu peningkatkan kecepatan aliran sungai pada daerah titik tangkap desa Lagan tengah.

Tujuan penelitian kali ini adalah untuk mendapatkan kecepatan aliran yang mampu menggerakan turbin agar dapat membangkitkan tenaga listrik. Selanjutnya generator akan berputar akibat perputaran turbin. Untuk itu sebelum masuk kedalam perencanaan sistim, maka perlu dilakukan rekayasa kecepatan aliran sungai agar didapat sistim yang baik pada pembangkit listrik tenaga arus sungai ini.

Dengan didapatkannya hasil rekayasa kecepatan aliran ini, maka perencanaan sistim pembangkit listrik tenaga arus sungai pasang surut pada sungai lagan di titik tangkap desa lagan tengah dapat dilanjutkan.

Landasan Teori

Umum

Sebagai negara kepulauan sumber-sumber energi alternatif berbasis air yang berkelanjutan dan terbarukan (energi arus laut/sungai,energi ombak, energi pasang surut permukaan laut, dan energi perbedaan temperatur antara permukaan laut dan dasar laut (OTEC) cukup melimpah . Dari sumber-sumber energi alternatif tersebut yang tersedia melimpah, namun belum dapat dimanfaatkan secara optimal salah satunya adalah sumber energi yang berasal dari arus laut/sungai. Sumber ini banyak terdapat hampir di seluruh wilayah Indonesia.

Keuntungan penggunaan energi arus laut/sungai adalah selain ramah lingkungan

[1] Dosen Fakultas Teknik Universitas Batanghari

juga energi arus laut/sungai mempunyai densitas yang jauh lebih besar dibandingkan dengan energi angin (830 kali) sehingga dengan kapasitas yang sama, dimensi turbin arus akan jauh lebih kecil dibandingkan turbin angin (lebih efisien).

Turbin arus Sungai

Listrik adalah sumber energi utama dalam kehidupan. Tanpa listrik maka aspek-aspek yang lain, seperti aspek ekonomi,sosial, keamanan dan pendidikan tidak akan berjalan dengan baik. Namun faktanya, masih banyak wilayah-wilayah yang memiliki sumber kecepatan arus cukup besar tetapi wilayahnya belum sepenuhnya terlayani oleh listrik PLN sehingga aspek-aspek seperti disebutkan di atas menjadi tidak berjalan dengan baik. Kondisi inilah yang menyebabkan suatu Daerah menjadi terbelakang tingkat pembangunan-nya dibanding daerah lainya yang sudah terlayani listrik.

Ada beberapa teori dalam perencanaan pembangkit listrik tenaga arus sungai ini. Diantaranya adalah apabila pada daerah yang memiliki selisih ketinggian muka air sungai yang rendah maka design pembangkit dibuat dengan sistem membuat Dam (bendungan). Namun konstruksi seperti ini memerlukan biaya yang sangat mahal dan tidak sesuai apabila sungai tersebut masih digunakan untuk sebagai sarana transportasi.

Selain itu ada design lain yang bisa dikatakan tepat untuk sungai yang masih digunakan untuk transportasi. Pada design ini tidak semua lebar sungai dimanfaatkan, melainkan hanya sebagian kecil. Pada bagian tertentu dari sungai tersebut dibuatkan semacam perangkap aliran sehingga arus yang masuk kedalam perangkap akan memiliki kecepatan yang lebih tinggi. Sistim ini hanya menggunakan sebagian kecil dari lebar sungai. Desain ini akan mengharuskan perencanaan turbin yang berbeda dibandingkan dengan turbin-turbin pada umumnya yang rumit. Hal ini juga berbeda untuk desain turbin untuk aliran sungai datar seperti yang pada umumnya terdapat di sejumlah sungai-sungai besar di Sumatra,Kalimantan atau Papua.

Energi listrik dihasilkan dengan cara mengubah energi kinetik arus yang di alirkan ke rotor turbin kemudian melalui generator dirubah menjadi listrik. Pada struktur turbin tanpa Duct, energi yang dihasilkan oleh rotor relatif kecil karena penurunan tekanan aliran di daerah sekitar rotor sangat kecil sehingga aliran juga kecil. Dengan menggunakan duct, maka arus dapat dipercepat hampir dua kali lipat karena terjadi penurunan tekanan (Pressure drop) sehingga menyebabkan peningkatan kecepatan aliran menuju turbin. Peningkatan kecepatan ini berpengaruh pada besar tenaga yang dihasilkan untuk menghasilkan listrik, atau dengan kata lain untuk menghasilkan tenaga yang sama maka dimensi dari turbin bisa deperkecil hampir separohnya sehingga akan menghemat biaya produksi.

Selain fungsi tersebut, beberapa keuntungan dari turbin yang menggunakan Duct adalah :

- Efisiensi turbin menjadi lebih besar sehingga dengan kebutuhan tenaga yang sama, tidak memerlukan ukuran peralatan pendukung yang terlalu besar.
- Dapat melindungi turbin dari benda-benda di sungai yang dapat mengganggu operasional turbin.
- Melindungi turbin dari terpaan gelombang yang dapat menyebabkan turunnya efisiensi.
- Melindungi turbin dari sinar matahari secara langsung sehingga akan menghambat pertumbuhan binatang/tumbuhan laut yang menempel pada daun turbin.
- Pada corong duct dapat dipasang kisi-kisi untuk mencegah kotoran,atau barang-barang lainnya masuk ke turbin.
- Aliran pada duct yang dipercepat akan mempercepat putaran turbin sehingga dapat mengurangi ongkos pembuatan gear box.

Keuntungan dari turbin ini adalah tidak membutuhkan bendungan (dam) sehingga biaya produksi menjadi jauh lebih murah serta tidak terlalu menghalangi lalu lintas perahu yang melewati alur sungai tersebut. Literatur lainnya yang ditulis oleh Kirke,B.K (2005).” *Developments in ducted water current turbines”* dilaporkan hasil desain duct dari gabungan potongan foil sehingga foil tersebut membentuk leher dan corong duct. Dari hasil penelitian terbukti mampu meningkatkan efisiensi daya turbin.



Gambar 1. Prototipe Duct di Bengkel UPT-BPPH

Ekonomis.

Instalasi turbin arus sungai ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan, khususnya bagi Daerah-daerah yang memiliki sungai-sungai dengan kecepatan arus cukup deras hingga arus lebih rendah dan masih layak untuk di pasang turbin arus. Biaya pembuatan dan perawatan di desain se ekonomis mungkin sehingga penduduk setempat mampu untuk meng-operasikannya.

Disamping itu, untuk wilayah area sungai di perkotaan, pemasangan turbin arus Sungai ini disamping dapat digunakan sebagai sarana pendidikan juga bisa dimanfaatkan sebagai sarana wisata (taman teknologi) untuk memperkenalkan kepada warga (khususnya para pelajar) tentang pentingnya pemanfaatan sumber energy terbarukan yang ramah lingkungan dan tidak akan pernah habis sampai akhir zaman.

Perhitungan Turbin Arus Sungai

Perhitungan Daya listrik didasarkan pada formula :

$$\mathbf{P = 0{,}593 \times 0{,}5 \times \rho \times A \times V^3}$$

Dimana :

0.593 adalah besaran efisiensi berdasarkan ketetapan Betz (Betz law)

ρ adalah density air (Kg/m^3)

A adalah luasan penampang piringan turbin (m^2)

V adalah besaran kecepatan arus (m/det)

Energi arus sungai adalah energi kinetik yang dapat dengan mudah dikonversikan menjadi energi listrik dengan efisiensi yang cukup tinggi. Melalui kegiatan penelitian dan rancang bangun pembangkit listrik tenaga arus ini, diharapkan muncul sebuah solusi teknologi untuk suplai listrik di daerah yang jauh dari jaringan listrik PLN namun memiliki sumber arus sungai.

METODE PERHITUNGAN

Perhitungan Potensi Arus Sungai

Potensi arus sungai dapat dihitung dengan rumus dibawah ini :

$$\mathbf{P = 1/2\rho AV^3}$$

Dimana :

P = 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 :

$P_{listik} = P * 0{,}593 * \eta_{turbin}$

Kemudian dengan memanfaatkan putaran turbin yang ada akan digunakan untuk memutar generator,

PEMBAHASAN

Kebutuhan listrik minimal untuk satu keluarga

Dalam ketentuan yang berlaku di Indonesia, bahwa kebutuhan daya listrik minimal untuk satu keluarga adalah 450 VA. Dengan mengasumsikan bahwa kebutuhan untuk penerangan sebanyak 3 titik lampu sebesar 60 watt, dan sisanya digunakan untuk televisi, kulkas atau motor listrik apakah itu untuk pompa air, blender, mikser, mesin cuci, atau untuk keperluan pertukangan. Kebutuhan ini adalah kebutuhan realistis untuk masyarakat pedesaan.

Setelah ditentukan kebutuhan daya minimal berdasarkan penetapan pemerintah yaitu sebesar 450 VA, maka dengan membagi dengan tegangan DC sebesar 12 V, maka dibutuhkan generator DC dengan kekuatan minimal sebesar 37,5 atau lebih kecil.

Menghitung besarnya luas saluran

Besarnya saluran yang direncanakan dengan mengasumsikan kecepatan aliran sungai ditingkatkan menjadi 3 kalinya, yaitu 3 x 0,296 m/dt. Maka kecepatan rekayasa adalah 0,89 m/dt. Dengan diketahuinya kecepatan aliran pada saluran maka dengan menggunakan formula dibawah ini dapat dicari luas penampang saluran yang akan direkayasa.

$$\mathbf{P = 1/2\rho * A_2 * V_2^3}$$

Sebelumnya dengan memasukan faktor efisiensi elektrik betz maka 450 W/0,593 = 0,5 * 1000 kg/m^3 * A * $(0{,}89\ m/dt)^3$ Sehingga didapatkan luas saluran A = 2,15 m^2. Dengan demikian saluran masuk pada alat rekayasa kecepatan arus ini adalah :

$A_1 * V_1 = A_2 * V_2$

Dimana

A_1 = Luas saluran masuk

V_1 = Kecepatan aliran masuk

A_2 = Luas saluran keluar

V_2 = Kecepatan aliran keluar

maka

0,269 m/dt * A_1 = 2,15 m^2 * 0,89 m/dt.

Sehingga A_1 = 7,11 m^2

Putaran Turbin

Turbin yang dipilih adalah turbin dengan poros vertikal. Untuk mendapatkan putaran turbin yang akan dihasilkan oleh arus sungai, maka perlu diketahui dahulu jari-jari dari turbin tersebut. Diatas telah diketahui bahwa luas saluran keluar adalah 2,15 m^2 , dengan dipilih tinggi dari turbin adalah 1 meter berdasarkan tinggi air minimal dari dasar sungai pada titik yang telah dipilih, maka lebar bilah turbin adalah 2,15 m. Lebar bilah turbin dibuat sama dengan jari-jari turbin. Maka keliling turbin adalah

Kell = 2π r

= $2\ \pi$ 2,15 m

= 13,5 m

Putaran turbin adalah = Kecepatan aliran /

Kell
= 0,89 m/dt /13,5 m
= 0,065 putaran / detik
= 3,95 rpm

Sementara putaran generator DC diharapkan sebesar 1500 rpm agar generator tersebut dapat menhasilkan arus listrik yang akan disuplaikan ke aki sebagai alat penyimpan energi listrik. Maka rasio putaran anatara turbin dan generator adalah 380.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa dimensi dari alat perekayasa kecepatan arus adalah sebahai berikut :

P = 450 VA
A_1 = 7,11 m^2
V_1 = 0,269 m/dt
A_2 = 2,15 m^2
V_2 = 0,89 m/dt
Ratio putaran = 380
Generator DC = 37,5 A
Putaran Generator = 1500 rpm

Saran

Penelitian ini adalah lanjutan dari penelitian terdahulu, sehingga data kecepatan aliran yang dipakai untuk menentukan dimensi dari alat perekayasa kecepatan aliran adalah data pada penelitian terdahulu. Hal ini perlu mendapat perhatian karena kecepatan aliran sungai lagan pada daerah titik tangkap di desa lagan tengan akan berubah sesuai dengan kondisi iklim dan keadaan ketinggian bulan.

Disarankan bagi yang berminat untuk melanjutkan penelitian ini agar menggunakan data kecepatan aliran pada beberapa kondisi selama satu tahun, sehingga hasil penelitian ini akan lebih tepat guna dan bermanfaat besar bagi masyarakat setempat.

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.

Ponta dan Dutt (1999),'*An Improved vertical axis water current turbine incorporating a channeling device",*

Kirke,B.K (2005)." *Developments in ducted water current turbines"*

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

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)