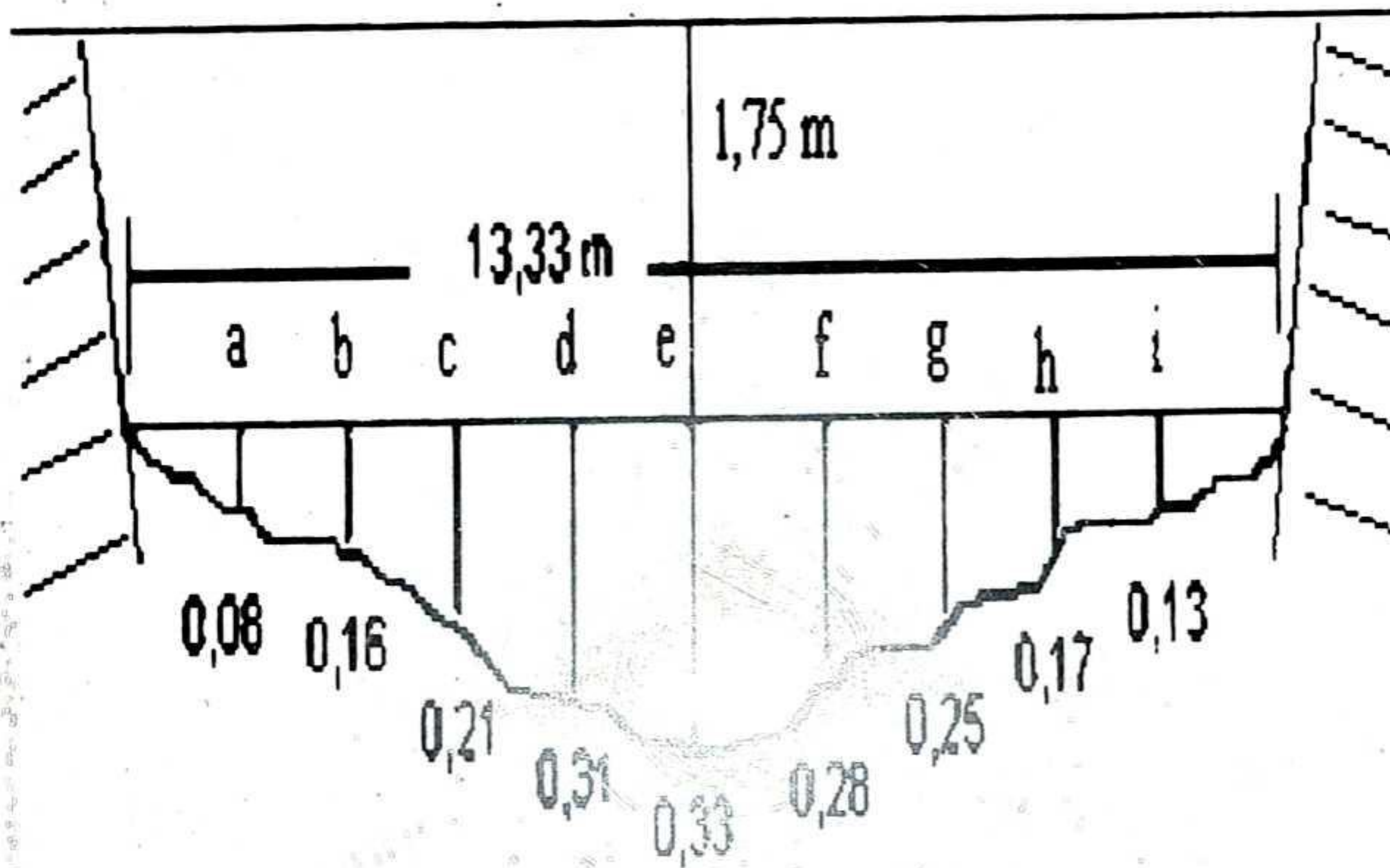


JURNAL TEKNIK



Volume 10, No.1. Juni 2012

Diterbitkan oleh:

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

JURNAL TEKNIK

Volume 10, No. 1. Juni 2012 – ISSN : 1693 – 6191

- Pengarah** : Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo
- Penanggung Jawab** : Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo
- Ketua** : Rifadli Bahsuan, ST, MT.
Sekretaris : Irwan Wunarlan, ST, MSi.
Bendahara : Marike Mahmud, S.T., M.Si.
Anggota : Yuliyanti Kadir, ST, MT.
Yasin Muhamad, ST, MT.
Darwis Hineho, ST, MT.
L. Ningrayati Amali, S.Kom, M.Kom.
Hasmah, S.Pd.
Harley Rizal Lihawa, ST, MT.
- Reviewer untuk Edisi ini** : Harley R. Lihawa, ST, MT
Rifadli Bahsuan, ST, MT
Yuliyanti Kadir, ST, MT
- Pelaksana Tata Usaha** : Alexander Badjuka, A.M.d.
Charles Mopangga, S.Pd.
Laswi Kamali, A.Md.
Sri Niņang Hadjarati, A.Md.

JURNAL TEKNIK adalah jurnal ilmiah Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo. Jurnal ini diterbitkan sebagai wadah komunikasi ilmiah penyebar luasan hasil-hasil penelitian, maupun kajian ilmiah di dalam bidang Teknik Sipil, Teknik Elektro, Teknik Informatika, Teknik Kriya Teknik Arsitektur, dan Teknik Industri serta bidang teknik terkait lainnya. Jurnal terbuka bagi civitas akademika Universitas Negeri Gorontalo, maupun masyarakat akademis pada umumnya dan diterbitkan setiap bulan Juni dan Desember. Terbit pertama kali pada bulan Juni 2003.

Redaksi berhak menetapkan tulisan yang akan dimuat, mengadakan perubahan susunan naskah memperbaiki bahasa, meminta penulis untuk memperbaiki naskah, dan menolak naskah yang tidak memenuhi syarat.

ALAMAT REDAKSI

JURNAL TEKNIK, Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo.

Jl. Jenderal Sudirman No. 6 Gorontalo - 96128

Telp. (0435) 821125 Pes. 281; Fax.: (0435) 821752 atau (0435) 821183

e-mail: rifadli_b03@yahoo.com atau wunarlan.irwan@gmail.com

DAFTAR ISI

Volume 10, No. 1, Juni 2012 – ISSN : 1693 – 6191

Dampak Pencemaran Merkuri Di Air Dan Sedimen Akibat Penambangan Emas Tradisional Di Sungai Tulabolo Marike Mahmud	1
Penentuan Debit Rata-Rata Sungai Sepanjang Tahun Sebagai Energi Pembangkit Listrik Tenaga Air Melalui Metode <i>Discharge Rating Curve</i> (Drc) Sardi Salim	20
Pengaruh Faktor Aksesibilitas (Jalan) Terhadap Perkembangan Kota Gorontalo Moh. Yusuf Tuloli	32
Efek Lubang Memanjang Pada Balok Beton Bertulang Kasmat Saleh Nur	43
Pengembangan Jaringan Jalan Berdasarkan Kesesuaian Medan Berbasis Sistem Informasi Geografi Di Kawasan Aladi- Tulabolo Kabupaten Bone Bolango Provinsi Gorontalo Anton Kaharu	56
Analisis Stabilitas Elemen Baja Ringan Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Baja Konvensional Pada Rangka Batang (Studi Kasus Rangka Atap Gedung Fakultas Teknik UNG) Arfan Utiahman	74
Daftar Intisari dan Abstrak Jurnal Teknik Vol.9, No. 2, Desember 2011	86
Sampul Depan: Nilai hasil pengukuran lapangan penampang sungai (artikel halaman 28)	

PENENTUAN DEBIT RATA-RATA SUNGAI SEPANJANG TAHUN SEBAGAI ENERGI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR MELALUI METODE *DISCHARGE RATING CURVE* (DRC)

Sardi Salim¹

Intisari

Pembangunan pembangkit listrik tenaga air sepenuhnya tergantung dari energi debit aliran sungai. Dalam menentukan potensi energi debit aliran sungai biasanya dilakukan dengan melakukan pengukuran langsung di lapangan. Pengukuran debit di sungai hanya merepresentasi nilai debit aliran pada saat melakukan pengukuran. Perubahan debit yang terjadi pada waktu selanjutnya akibat adanya hujan yang sering berubah-ubah setiap saat atau perubahan pada sistem DAS tidak dapat terdeteksi dengan jelas. Oleh karenanya nilai debit sungai diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan tidak dapat secara langsung digunakan sebagai nilai debit sungai untuk pembangkit tenaga listrik.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan potensi daya listrik PLTA di suatu aliran sungai berdasarkan nilai debit rata-rata sepanjang tahun dengan metode *discharge rating curve*. Diharapkan melalui metode tersebut nilai debit sungai untuk keperluan pembangkit tenaga listrik dapat terpenuhi sepanjang tahun tanpa harus terpaksa tidak dapat beroperasi karena energi debit aliran sungai tidak cukup untuk memutar turbin generator.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis metode *Discharge Rating Curve* (DRC) dapat diketahui sebaran nilai debit sungai sepanjang tahun. dalam menentukan nilai debit untuk pembangkit listrik digunakan nilai debit rata-rata yang 90% tersedia sepanjang tahun walaupun terjadi penurunan debit sungai yang pada tingkat paling rendah. Nilai debit rata-rata 90% terpenuhi sebagai debit sungai dianalisis dengan menggunakan metode *Flow Duration Curve* (FDC). Berdasarkan analisis tersebut diperoleh debit rata-rata Sungai Bula adalah sebesar 5,04 m³/det. Debit rata-rata 90% merupakan potensi sumberdaya air sungai yang akan digunakan sebagai energi pembangkit listrik tenaga air.

Kata kunci: Debit, Sungai, Energi, Pembangkit, Listrik

Abstract

Construction of hydroelectric energy is entirely dependent on the river flow. In determining the potential energy of the river flow is usually done by direct measurement in the field. In river discharge measurements only represent the value flow at the time of measurement. Discharge changes that occur at a later time due to the rain that often change at any time or change in watershed systems can not be detected clearly. Therefore streamflow values obtained through direct measurements in the field can not be directly used as streamflow values for power generation.

The purpose of this study was to determine the potential for hydro electric power in a river stream flow values based on average throughout the year with a discharge rating curve method. Hopefully, through such methods streamflow values for the purposes of generating electricity energy can be met throughout the year without being forced to not be able to operate because the river flow energy is not enough to turn a turbine generator.

The results showed that the method of analysis Discharge Rating Curve (DRC) can know the distribution of the value of streamflow throughout the year. in determining the value of the power plant discharge to use the value of the average discharge is 90% available throughout the

¹ DR. Sardi Salim, M.Pd., Dosen Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Gorontalo

year despite the drop in the river discharge at the lowest level. Discharge values average 90% fulfilled as streamflow were analyzed by using Flow Duration Curve (FDC). Based on the analysis of the obtained average river discharge Bula is 5,04 m³/sec. Discharge an average of 90% a river of water resource potential to be used as hydroelectric energy.

Keywords: Discharge, River, Energy, Power, Electricity

PENGANTAR

Sumberdaya air sungai merupakan potensi energi yang belum banyak digunakan untuk menjadi energi pembangkit tenaga listrik. Energi air merupakan energi yang sangat potensial dalam menghasilkan energi listrik yang besar, dibanding dengan menggunakan energi mesin yang menggunakan minyak bensin/solar. Walaupun untuk pembangunannya memerlukan pembiayaan yang besar, namun dalam pengoperasiannya hanya membutuhkan biaya yang relatif kecil, dan produksi energi listrik yang dihasilkan cukup besar.

Pembangkit listrik tenaga air sepenuhnya tergantung dari bagaimana potensi energi aliran air sungai atau debit sungai. Dalam menentukan potensi energi aliran sungai dapat dilakukan dengan melakukan observasi potensi aliran di lapangan untuk mengetahui bagaimana dan dimana potensi aliran sungai yang tepat untuk pembangunan pembangkit tenaga listrik. Volume dan debit aliran sungai dapat diukur secara langsung di lapangan, namun hasil ukur hanya merepresentasi potensi aliran pada saat melakukan pengukuran. Perubahan yang terjadi akibat adanya hujan yang sering berubah-ubah setiap saat dan perubahan karakteristik DAS sebagai akibat perubahan penggunaan lahan secara langsung akan mempengaruhi nilai volume dan debit aliran sungai. Perubahan nilai volume dan debit aliran sungai sebagai akibat perubahan yang terjadi pada kondisi alam akan sulit teramati secara langsung. Oleh karenanya dibutuhkan cara tertentu untuk menentukan nilai debit aliran sungai sepanjang tahun melalui suatu teknik pemodelan aliran sungai.

Metode *Discharge Rating Curve* (DRC) merupakan metode hubungan tinggi muka air dengan debit sungai yang digambarkan melalui grafik/kurva lengkung aliran. Dengan menggunakan metode tersebut dapat diketahui nilai debit sungai setiap saat sepanjang tahun tanpa harus sering dilakukan pengukuran debit di lapangan. Pengukuran debit sungai secarta langsung di lapangan cukup

dilakukan beberapa kali yang penting dapat merepresentasi nilai debit saat air sungai minimum, nilai debit saat di tengah-tengah, dan debit di saat ketinggian air maksimum. Yang harus selalu diketahui adalah nilai ketinggian muka air sungai pada setiap saat. Untuk mengukur nilai ketinggian muka air dapat dilakukan melalui cara manual dengan memasang alat ukur papan duga air. Namun cara tersebut tidak dapat perubahan yang terjadi di luar pemantauan manusia, misalnya pada malam hari atau pada saat hujan. Untuk mengukur ketinggian muka air yang tercatat setiap saat secara terus menerus adalah dengan memasang alat ukur ketinggian air otomatis yaitu *Automatic Level Water Recorder* (AWLR).

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan potensi daya listrik PLTA di suatu aliran sungai berdasarkan debit rata-rata sepanjang tahun dengan metode *discharge rating curve*. Hasil penelitian dapat menentukan nilai debit aliran sungai yang tersedia sepanjang tahun sebagai energi penggerak pembangkit listrik tenaga air.

TINJAUAN PUSTAKA

Pembangkit listrik mikrohidro adalah pembangkit listrik yang menggunakan energi air (aliran air anak sungai) sebagai energi penggerak generator pembangkit listriknya. Kondisi air yang dapat dimanfaatkan sebagai sumberdaya (*resources*) penghasil listrik memiliki kapasitas aliran dan ketinggian tertentu dari sistem saluran airnya. Semakin besar kapasitas aliran maupun ketinggiannya maka semakin besar energi yang bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan tenaga listrik (Ketut, 2009).

Dalam praktek penggunaannya pembangkit mikro hidro sama dengan mini hidro. Yang membedakan adalah daya output yang dihasilkan. Mikrohidro daya *output* adalah 100 – 500 kilo watt, dan mini hidro *output* daya listriknya adalah 500 – 1000 kilo watt (Arismunandar dan Kuwahara, 2000).

Total energi yang tersedia dari suatu reservoir air adalah merupakan energi potensial air yaitu (Agung, 2008):

$$E = mgh \dots\dots\dots (1)$$

dengan E adalah energi potensial air ($m^3/\text{det.}$)
 m adalah massa air, h adalah head (m)
 g adalah percepatan gravitasi ($m/\text{det.}^2$)

Pembangkitan tenaga air adalah suatu bentuk perubahan tenaga dari tenaga air dengan ketinggian dan debit tertentu menjadi tenaga listrik, dengan menggunakan turbin air dan generator. Daya (*power*) yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan Persamaan 2 (Arismunandar dan Kuwahara, 2000).

$$P = 9,8 \cdot H \cdot Q \cdot \eta T \dots\dots\dots (2)$$

Dengan:

P = tenaga listrik yang dikeluarkan secara teoritis (kilo watt)

H = tinggi jatuh air efektif (m)

Q = debit air (m³/s)

ηT = efisiensi turbin

Discharge rating curve merupakan hubungan debit dan tinggi muka air yang digunakan untuk memperoleh data *series* debit hasil lapangan/observasi. Melalui proses *software Microsoft excel* data Debit dan TMA di *input* dengan menggunakan *chart scatter* untuk memperoleh persamaan garis lengkung ($Y = X^Z$). dengan memasukkan seluruh nilai TMA pada variabel X dapat diperoleh nilai Y atau nilai debit *series* sebanyak data TMA. Lengkung aliran debit (*Discharge Rating Curve*), adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara tinggi muka air dan debit pada lokasi penampang sungai tertentu. Debit sungai adalah volume air yang melalui penampang basah sungai dalam satuan waktu tertentu, biasanya dinyatakan dalam satuan m³/detik atau l/detik (Walling dan Horowitz, 2005).

Selain itu, menurut Warrick, J. A., and J. D. Milliman (2003), Rating Curve adalah Sebuah plot yang menunjukkan hubungan antara panggung dan debit (debit sungai) dari aliran tertentu pada lokasi tertentu. Ini adalah salah satu langkah untuk merencanakan tahap aliran pada sumbu y dari plot dan debit pada sumbu-x. Hubungan yang dihasilkan biasanya berupa kurva. Penilaian kurva dapat digunakan untuk memperkirakan debit (yang memakan waktu dan mahal untuk mengukur) menggunakan pengukuran tahap tunggal (yang dapat dikumpulkan dengan peralatan otomatis).

Lengkung aliran dibuat berdasarkan data pengukuran aliran yang dilaksanakan pada muka air dan waktu yang berbeda-beda. Kemudian data

pengukuran aliran tersebut digambarkan pada kertas arithmatik atau kertas logaritmik, tergantung pada kondisi lokasi yang bersangkutan. Tinggi muka air digambarkan pada sumbu vertikal sedang debit sumbu horizontal. Lengkung aliran disamping berguna untuk dipakai sebagai dasar penentuan besarnya debit sungai di lokasi dan tinggi muka air pada periode waktu tertentu, juga dapat digunakan untuk mengetahui adanya perubahan sifat fisik dan sifat hidraulis dari lokasi penampang sungai yang bersangkutan.

Apabila penampang sungainya teratur dan stabil, maka baik luas penampang basah sungai (A) maupun kecepatan aliran sungai (v) merupakan fungsi dari nilai tinggi muka air (H). Semua titik dengan koordinat-koordinat (H) dan debit (Q) pada grafik arithmatik akan merupakan garis lengkung.

Dalam penelitian ini nilai debit andalan yang digunakan adalah sebesar 90%. Debit andalan dianalisis menggunakan metode *Flow Duration Curve* (FDC) yakni dengan menggambarkan grafik kurva hubungan debit dengan frekuensi kejadiannya. Proses pembuatan kurva FDC adalah dengan mengurutkan data debit dari data terbesar hingga data terkecil pada sumbu Y, dan membuat probabilitas ranking angka kejadian dari 1 – 100% pada sumbu X. Probabilitas debit untuk setiap presentasi dihitung menggunakan Persamaan 3 (Soemarto, 1986):

$$P = 100 \times \left[\frac{M}{n + 1} \right] \dots\dots\dots (3)$$

Dengan: P = Probabilitas dari debit air

M = Posisi ranking dari data debit

n = Total data

Sebaran data debit menurut persentase kejadian yang disajikan melalui hasil analisis kurva FDC merupakan informasi penting dalam merancang struktur dan kapasitas pembangkit listrik mikro hidro yang akan dibuat. Dalam menentukan debit aliran sungai secara rinci berdasarkan waktu kejadian yang akan digunakan untuk memutar turbin generator listrik sepanjang tahun, digunakan nilai debit 90 % dari total debit aliran yang tersedia sepanjang waktu sebagai debit minimum sungai. Debit minimum diperoleh dengan memplot hidrograf debit aliran sepanjang satu tahun berdasarkan waktu kejadian. Jika terdapat 360 nilai debit dalam 1 tahun, maka ada 36 nilai debit tidak terpenuhi sebagai nilai debit yang akan memutar turbin generator untuk menghasilkan

energi listrik. Dengan proses tersebut dapat diketahui kapan terjadinya nilai debit minimum di sungai sehingga untuk penggunaannya dapat diperhitungkan kapasitas komponen/generator listrik. Untuk jelasnya penentuan debit minimum yang terpenuhi 90 % berdasarkan kejadian hidrograf debit aliran sungai

CARA PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Discharge Rating Curve* (DRC) dalam menentukan nilai debit rata-rata sungai sepanjang tahun untuk pembangkit listrik mikro hidro.

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. AWLR : Untuk mengukur tinggi muka air yang terbaca setiap 10 detik sepanjang 1 tahun
2. *HOBO USB* : Downloader data AWLR.
3. Papan duga air : untuk melihat level air secara manual
4. Meteran : untuk mengukur lebar dan tinggi basah sungai.
5. selang kecil : untuk mengukur luasan basah sungai.
6. pelampung : untuk mengukur kecepatan aliran air
7. Stopwatch : mengukur waktu kecepatan aliran
8. Buku catatan : untuk mencatat hasil lapangan
9. Komputer : menganalisis data penelitian.

Penelitian dilaksanakan selama 5 (lima) Bulan, dengan lokasi penelitian di Sungai Bula, Desa Tulabolo, Kecamatan Suwawa Timur Kabupaten Bone Bolango.

Data penelitian adalah data primer yang diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan. Data penelitian yaitu:

1. Data debit untuk beberapa nilai ketinggian air.
2. Data tinggi muka air setiap saat selama rentang waktu penelitian.

Pengukuran debit lapangan dilakukan beberapa kali berdasarkan nilai ketinggian air yang diamati pada papan duga ketinggian muka air yang dipasang dipinggiran sungai.

Debit sungai diperoleh melalui persamaan $Q = v \cdot A$ (m^3/det)..... (4)

Dimana Q = Debit sungai (m^3/det)

$$v = \text{Kecepatan aliran (m/det)}$$
$$A = \text{Luas penampang basah (m}^2\text{)}$$

Kecepatan aliran (v) diukur dengan menggunakan metode pelampung. Metode pelampung dapat digunakan pada sungai dengan kondisi saluran lurus serta perubahan lebar, kedalaman dan gradient sungai relatif kecil (Sostrodarsono, 1978). Penggunaan pelampung untuk mengukur aliran memperhitungkan konstanta dari jenis pelampung yang digunakan. Sosrodarsono (1978), menjelaskan untuk mengukur kecepatan rata-rata aliran pada penampang sungai dengan metode pelampung harus dikali dengan koefisien pelampung sebesar 0,86

Luas penampang basah sungai diukur dengan menggunakan metode *area velocity* yakni metode perhitungan luas penampang sungai dengan membagi penampang sungai menjadi beberapa bagian dan menghitung luas tiap bagian dengan cara perhitungan trapesium. Jumlah masing-masing bagian merupakan luas penampang basah sungai.

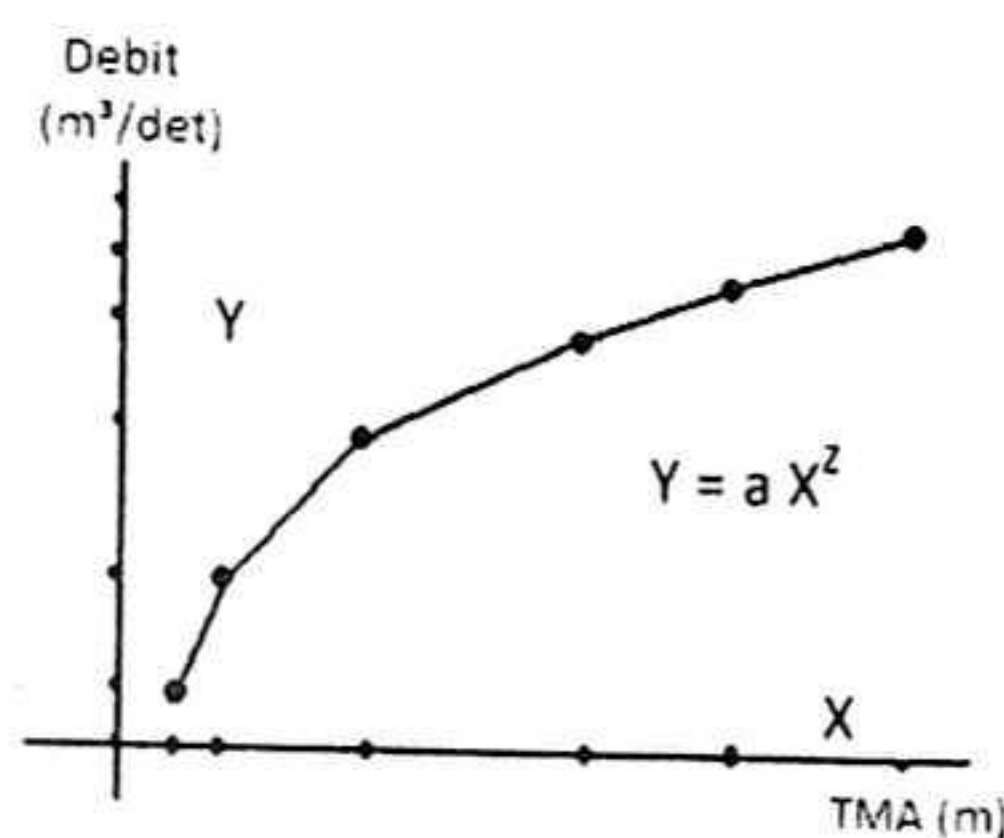
Pengukuran debit lapangan dilakukan beberapa kali untuk memperoleh data debit pada ketinggian air minimum dan ketinggian air maksimum (saat air surut dan banjir). Setiap melakukan pengukuran disesuaikan dengan nilai ketinggian air yang terbaca pada papan duga air. Dalam penelitian ini dilakukan pengukuran sebanyak 9 kali untuk memperoleh data *series* debit lapangan. Data debit lapangan dicatat berdasarkan waktu dan tanggal saat melakukan pengukuran.

Pengukuran tinggi muka air setiap saat, dilakukan dengan menggunakan AWLR. AWLR di pasang di pinggir sungai dimana air sungai dapat setiap saat terbaca nilai ketinggiannya. AWLR diseting pada perekaman data setiap 10 detik. Setiap 1 bulan dilakukan pengambilan (*download*) data hasil perekaman AWLR. Data hasil pembacaan AWLR di masukkan ke computer untuk dilakukan analisis sebaran nilai ketinggian muka air sungai sepanjang waktu.

Data hasil pembacaan AWLR terlebih dahulu di rubah menjadi data berupa angka desiman dengan menggunakan software HOBOWare. Dengan proses tersebut maka terdapat sebatang data Tinggi Muka Air (TMA) sesuai waktu dan tanggal kejadiannya. Data debit hasil pengukuran lapangan dipasangkan dengan data Tinggi Muka Air (TMA) sesuai waktu dan tanggal kejadian. Karena ada 9

data hasil penguran debit, maka ada 9 pasang data Debit-TMA yang sesuai waktu dan tanggal pengukurannya. Pasangan data Debit-TMA digunakan untuk membuat kurva lengkung aliran (*discharge rating curve*).

Discharge rating curve merupakan hubungan debit dan tinggi muka air yang digunakan untuk memperoleh data *series* debit hasil lapangan/observasi. Melalui proses *software Microsoft excel*. Data Debit dan TMA di *input* dengan menggunakan *chart scatter* untuk memperoleh persamaan garis lengkung ($Y = X^Z$), seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



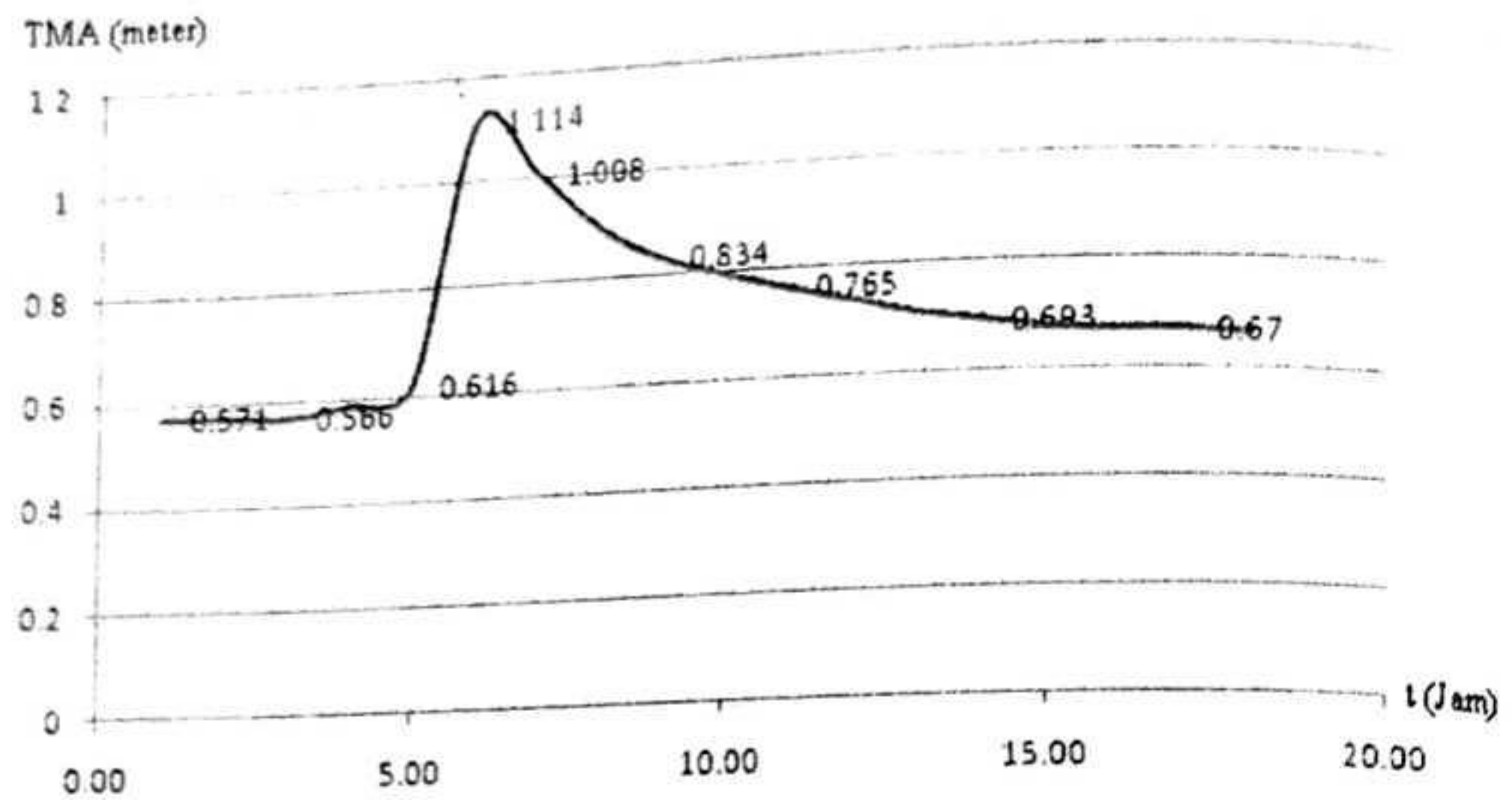
Gambar 1, Kurva Lengkung TMA-Debit

Variabel X merupakan nilai TMA, dan variable Y merupakan nilai Debit. Dengan memasukkan seluruh nilai TMA pada variabel X dapat diperoleh nilai Y atau nilai debit *series* sebanyak data TMA. Data deit tersebut merupakan nilai debit sungai sepanjang waktu.

Untuk menentukan nilai debit rata-rata yang akan digunakan sebagai nilai debit aliran sungai untuk PLTA diambil nilai debit terkecil yang 90% tersedia sepanjang tahun walaupun terjadi penurunan debit sungai yang pada tingkat paling rendah. Nilai debit rata-rata 90% terpenuhi sebagai debit sungai dapat dianalisis dengan menggunakan metode *Flow Duration Curve* (FDC).

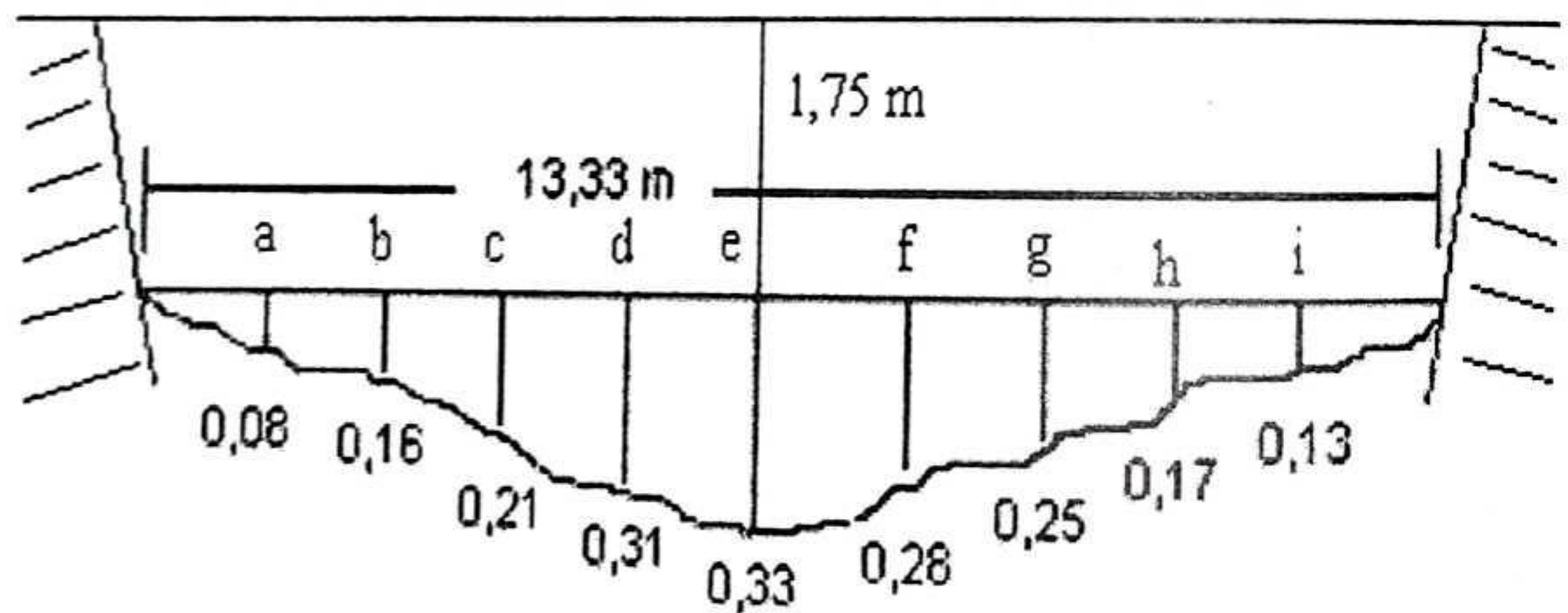
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Data tinggi muka air sungai sepanjang waktu diperoleh dari setasiun AWLR yang dipasang di Sungai Bula pada titik koordinat $0^{\circ}29'54,38$ LU, $123^{\circ}15'52,88$ BT untuk lengkung kurva hidrograf paling tinggi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik TMA pada kurva hidrograf tertinggi

Data debit sungai dilakukan pada beberapa nilai ketinggian muka air, sesuai pengamatan pada papan duga air pada waktu yang berbeda. Nilai debit diperoleh melalui perkalian antara kecepatan aliran air dan luas penampang basah sungai. Salah satu hasil pengukuran luas penampang basah sungai disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Nilai hasil pengukuran lapangan penampang Sungai

Dengan metode yang sama untuk sembilan kali pengukuran pada waktu yang berbeda diperoleh data debit lapangan seperti pada Table 1.

Tabel 1. Data hasil pengukuran debit lapangan di Sungai Bula.

No	Hari/Tanggal/Jam	Luas Penampang basah sungai $A - (m^2)$	Kecepatan aliran (v) (m/det)	Lebar penampang basah sungai $L - (m)$	Debit Aliran Q (m^3/det)
1	09/5-2011, 16.35	2,56	0,91	13,33	2,31
2	27/5-2011, 17.23	2,53	0,91	13,33	2,32
3	30/6-2011, 17.15	2,53	0,91	13,33	2,31
4	01/7-2011, 17.00	2,53	0,90	13,33	2,30
5	22/7-2011, 15.00	2,55	0,91	13,33	2,31
6	2/8-2011, 16.00	4,56	1,05	14,80	4,80
7	05/8-2011, 09.00	5,71	1,14	15,02	6,51
8	17/9-2011, 14.00	9,86	1,37	15,28	13,50
9	13/9-2011, 17.00	14,53	1,69	15,60	24,63

Sumber: Hasil pengukuran debit di lapangan

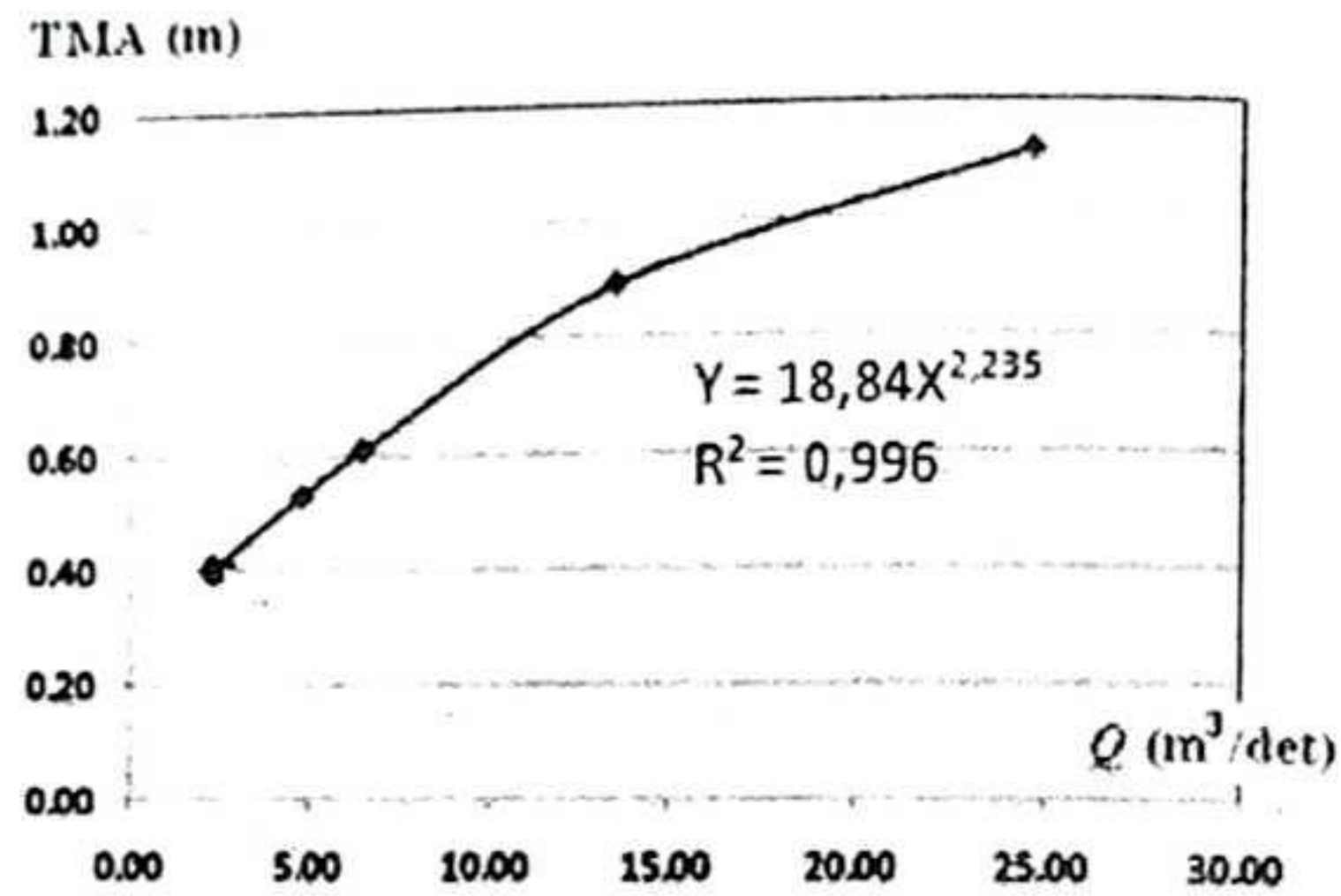
Untuk menentukan nilai debit aliran secara keseluruhan digunakan pasangan TMA hasil AWLR dan Debit pengukuran lapangan dengan menggunakan metode Lengkung Aliran. Pasangan data TMA dan debit lapangan Sungai Bula disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pasangan nilai TMA dan debit lapangan Sungai Bula

No	Hari/Tanggal/Jam	TMA (m)	Debit (m^3/s)
1	09/5-2011, 16.35	0,40	2,30
2	28/5-2011, 16.53	0,41	2,31
3	30/6-2011, 17.15	0,41	2,31
4	01/7-2011, 17.00	0,39	2,29
5	22/7-2011, 15.00	0,40	2,31
6	24/8-2011, 16.00	0,53	4,08
7	05/8-2011, 09.00	0,61	6,51
8	17/9-2011, 14.00	0,89	13,50
9	13/9-2011, 17.00	1,11	24,63

Sumber: Data TMA dan data Debit hasil pengukuran lapangan

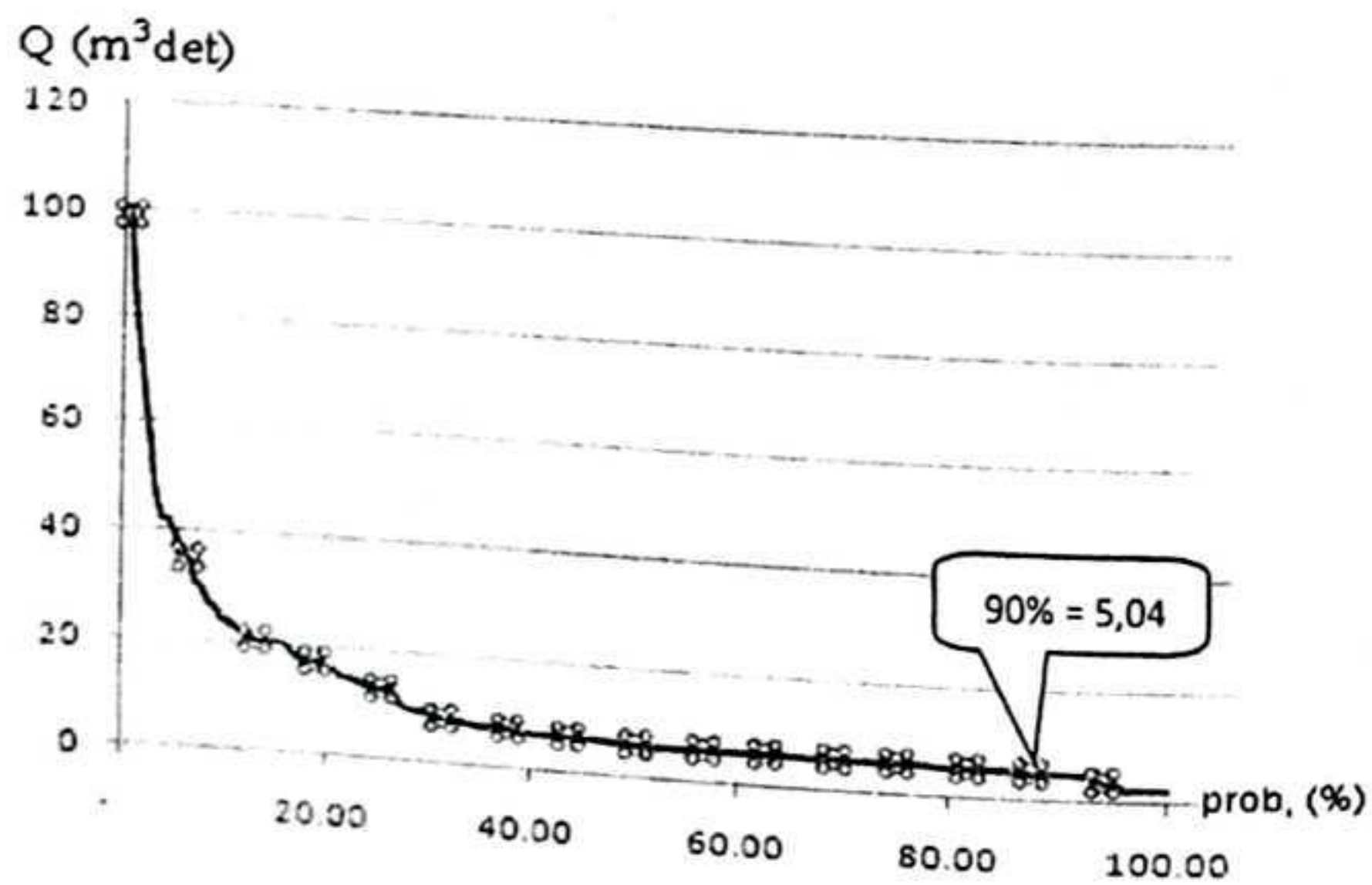
Berdasarkan data pasangan tinggi muka air dan debit hasil pengukuran lapangan dibuat grafik lengkung aliran sebagaimana disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4, Lengkung aliran hubungan TMA – Debit

Berdasarkan grafik lengkung aliran diperoleh nilai persamaan $Y = 18,84 X^{2,24}$, dengan $R^2 = 0,996$. Nilai debit aliran sungai diperoleh dengan memasukkan nilai TMA yang menjadi variable X dalam persamaan. Y merupakan nilai debit hasil perhitungan. Berdasarkan proses tersebut diperoleh nilai debit aliran sungai sesuai banyaknya data TMA.

Perhitungan debit rata-rata terpenuhi 90% sepanjang waktu dilakukan dengan menggunakan metode *flow duration curve* (FDC) dengan menetapkan frekuensi capaian yang terpenuhi sebagai potensi debit sungai adalah sebesar 90% seperti disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5, Grafik FDC untuk memperoleh debit rata-rata sungai

Berdasarkan grafik FDC di atas dapat dijelaskan bahwa debit aliran sungai sebagai debit andalan 90% yang dapat terpenuhi sepanjang waktu di Sungai Bula Bone Bolango adalah sebesar 5,04 m³/det. Debit rata-rata 90% merupakan potensi sumberdaya air sungai yang akan digunakan sebagai energi pembangkit listrik tenaga air.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah:

1. Analisis debit aliran sungai dengan metode *Discharge Rating Curve* (DRC) dapat menghasilkan sebaran nilai debit sungai sepanjang tahun
2. Debit rata-rata yang terpenuhi 90% untuk PLTA di Sungai Bula dengan menggunakan metode *Flow Duration Curve* (FDC) memperoleh nilai sebesar 5,04 m³/det.
3. Debit rata-rata 90% merupakan potensi sumberdaya air sungai yang dapat digunakan sebagai energi pembangkit listrik tenaga air

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar A., S. Kuwahara, 2000, Teknik Tenaga Listrik Jilid I: Pembangkitan dengan Tenaga Air, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Ketut, D.N., 2009, Kajian Potensi Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Memanfaatkan Aliran Sungai Kelampauk di Desa Tamblang-Buleleng, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram, Vol. 3 No.1, 121-126.
- Soemarto, C.D., 1999, Hidrologi Teknik, Edisi kedua, Erlangga, Surabaya.
- Walling D.E., and Arthur J. Horowitz. 2005. **Error! Hyperlink reference not valid.** New York: Elsevier.
- Warrick, J. A., and J. D. Milliman. 2003. *Hyperpycnal sediment discharge from semiarid southern California rivers: Implications for coastal sediment budgets*, *Geology*, 31, 781-784.