

SISTEM INFORMASI ESTIMASI POTENSI TENAGA AIR PERENCANAAN PEMBANGKIT LISTRIK DI KAYO KALIMANTAN BARAT

¹⁾Sukma Prayogi ²⁾Haryanto Tanuwijaya

S1 / Sistem Informasi. Sekolah Tinggi Manajemen Informatika & Teknik Komputer Surabaya

Email : 1)ogik.wizardy@gmail.com 2)haryanto@stikom.edu

Abstract: Planning is the beginning of an activity. One of the activities of planning is to estimate the potential of hydropower in electricity generation planning. Because there is still any facility or information system tools that can assist in the calculation, calculations performed with the help of Excel tools. Planners must design and create a formula, the formula used manual input, print all the data and combine the print is to be able to meet the desired report. *Gumbel* method used in calculating the maximum rainfall perperiode, while for *Melchior*, *Weduwen*, and *Hasper* method used in the calculation of the maximum flood discharge perperiode. Alternative power generated is calculated based on water availability. The calculation is done to assist in the analysis of power plant construction location.

Keywords : *Gumbel, Melchior, Weduwen, Hasper, Power Plant*

Menurut Hartono (2005:11) sistem informasi adalah suatu sistem di dalam suatu organisasi yang mempertemukan kebutuhan pengolahan transaksi harian, mendukung operasi, bersifat manajerial dan kegiatan strategi dari suatu organisasi dan menyediakan pihak luar tertentu dengan laporan-laporan yang diperlukan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia *Online*, Potensi adalah kekuatan, kesanggupan, daya, kemampuan yang mempunyai kemungkinan untuk dikembangkan. Dalam konteks perencanaan tenaga air, potensi merupakan kemampuan dari tenaga air yang mempunyai kemungkinan untuk dikembangkan atau dimanfaatkan, salah satu contoh adalah untuk pembangunan sebuah pembangkit listrik.

Menurut Sihombing dan Simanjuntak (2010:1) Pembangkit Listrik Tenaga Minihidro (PLTMH) adalah sebuah sistem pembangkit tenaga listrik yang memanfaatkan tenaga air skala kecil sebagai sumber energi primer. Pembangunan PLTMH sangat tergantung pada suatu lokasi, yang terdapat potensi tenaga air skala kecil dapat dikembangkan. Dapat dibangun suatu pembangkit pada lokasi tersebut perlu dilakukan beberapa tahapan kegiatan untuk mendapatkan parameter yang dibutuhkan dalam menentukan kapasitas terpasang dan *lay out* PLTMH. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia *Online*, Estimasi adalah perkiraan, penilaian atau pendapat. Dalam konteks perencanaan pembangunan PLTA, estimasi potensi tenaga air merupakan perkiraan mengenai nilai (*value*), jumlah (*amount*), ukuran (*size*), atau berat (*weight*) dari tenaga air, umumnya disebut perkiraan atau perhitungan dari tenaga air tersebut.

Estimasi potensi daya dilakukan dengan asumsi-asumsi tentang komponen-komponen elektromekanikal dan efisiensinya. Berdasarkan data net head, debit desain, dan asumsi-asumsi komponen elektromekanika, maka potensi daya terbangkit PLTMH dapat terestimasi (Sihombing dan Simanjuntak, 2010:7).

Potensi daya Listrik Terbangkit dapat dihitung dengan rumus (1):

$$P_g = g \cdot Q_d \cdot H_g \quad (1)$$

Dimana:

P_g = Potensi Daya (kW)

Q_d = Debit aliran air (m^3/dtk)

H_g = Head Kotor (m)

g = Konstanta gravitasi ($9,8 m^2/dtk$)

GUMBEL

Menurut Hardaningrum dkk (2005) distribusi *Gumbel* banyak digunakan untuk analisis data maksimum. Dengan menggunakan distribusi *Gumbel*, data curah hujan dari stasiun hujan dapat diolah untuk estimasi potensi tenaga air. Dari pengolahan ini, akan diperoleh curah hujan dengan kala ulang (periode berkala) selama beberapa tahun (2, 5, 10, 25, 50, 100 dan 200 tahun). Untuk perkiraan debit maksimum, sebaiknya menggunakan kala ulang yang pendek, yakni 2, 5 dan 10 tahun. Oleh karena itu, pilih distribusi tidak sembarangan. Sebuah ilustrasi numerik diberikan perhitungannya kembali tingkat untuk satu set data tunggal curah hujan harian maksimum tahunan. Sebuah perbandingan dibuat dengan *Gumbel* dan distribusi nilai maksimal, distribusi *Gumbel* terbukti menguntungkan (Klara Persson dan Jesper Ryden, 2001:2). Flowchart metode *Gumbel* dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. *Flowchart* metode *Gumbel*

Pada perhitungan *Gumbel*, data hujan harian maksimum tahunan tersebut dihitung nilai rata-rata ($\bar{X}$) dan deviasi standar (s). hujan rata-rata didapat dari rumus (Kamiana, 2011:27):

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (2)$$

Dimana:

$\bar{X}$ = Rata – rata curah Hujan tahunan

X_i = Data hujan ke- i

n = jumlah data curah hujan

i = nilai awal

Setelah dilakukan perhitungan tersebut, kemudian menghitung kedalaman hujan dengan beberapa periode ulang, dengan menggunakan persamaan (3):

$$X = x - \ln \ln T - 1 + \frac{y}{n\sigma} S \quad (3)$$

Dimana:

X = Rata – rata curah Hujan tahunan

n = jumlah data curah hujan

i = nilai awal

T = waktu (tahun)

δ = deviasi standart dari populasi

y = factor reduksi *Gumbel*

s = deviasi standart

p = hasil perhitungan *Gumbel* (mm)

MELCHIOR

Menurut Kamiana (2011:90) langkah-langkah perhitungan debit maksimum ($Q_{\max}$) dalam *Metode Melchior* adalah Menentukan Koefisien Pengaliran (α). Melchior menetapkan koefisien pengaliran (α) sebagai angka perbandingan antara limpasan dan curah hujan total, yang besarnya tergantung dari kemiringan, vegetasi, keadaan tanah, temperatur, angin, penguapan, dan lama hujan. Pada umumnya koefisien pengaliran ini bernilai antara 0.42 – 0.62. Menentukan Koefisien Reduksi (β). Menentukan Intensitas Hujan (I). Rumus (4) adalah untuk menghitung $Q_{\max}$ untuk suatu daerah pengaliran.

$$Q = \alpha * I * A * r^{200} \quad (4)$$

Dimana:

$Q_{\max}$ = Debit Maksimum (m^3/det)

α = Koefisien pengaliran (*runoff*)

β = Koefisien Reduksi

I = Intensitas Hujan ($m^3/det/km^2$)

A = Luas daerah aliran sungai (km^2)

r = curah hujan maksimum (mm)

Flowchart metode *Melchior* dapat dilihat pada Gambar 2:

Gambar 2 Flowchart metode *Melchior*

Untuk menentukan koefisien reduksi (β), pada *Metode Melchior* dapat dihitung dengan rumus (4) :

$$\beta = \beta_1 * \beta_2 \quad (4)$$

Nilai β_1 ditentukan berdasarkan rumus (5):

$$F = 1970\beta_1 - 0,12 - 3960 + (1720 * \beta_1) \quad (5)$$

Sebelumnya, Nilai F dihitung dengan rumus (6) :

$$F = 1/4\pi * a * b \quad (6)$$

Dimana :

F = Luas Elips yang mengelilingi daerah aliran sungai dengan sumbu panjang (a) tidak lebih pendek dari 1,5 kali sumbu (b) dan dinyatakan dalam km², nilainya > luas daerah pengaliran (A).

β_2 = ditentukan berdasarkan hubungan F dan lama hujan.

a = Sumbu panjang a ellips *Melchior*

b = Sumbu panjang b ellips *Melchior*

Untuk menentukan Intensitas hujan (I), pada *Metode Melchior* dapat dihitung dengan rumus (7) :

$$I = 10 * \beta * R^{24\text{maximum}36} * t_c \quad (7)$$

Dengan t_c ditentukan berdasarkan rumus (8):

$$t_c = 10 * L^{36} * V \quad (8)$$

Dengan V ditentukan berdasarkan rumus (9):

$$V = 1,31 * (Q * S^2)^{0,2} \quad (9)$$

Dengan S ditentukan berdasarkan rumus (10):

$$S = H 0,9 * L \quad (10)$$

Dimana :

R_{24} = Hujan Harian (mm)

t_c = Waktu Konsentrasi (jam)

V = Kecepatan rata-rata aliran (m/det)

Q = Debit Banjir I_{coba} (m³/det)

S = Kemiringan Rata – rata sungai

H = Beda tinggi antara titik
pengamatan dan titik terjauh
sungai (Km)

L = Panjang Sungai Utama (Km)

WEDUWEN

Metode perhitungan banjir *Weduwen* atau *Der Weduwend* diterbitkan pertama kali pada tahun 1937. *Metode Weduwen* digunakan untuk menghitung debit banjir maksimum. Langkah-langkah perhitungan debit maximum (Q_{max}) dengan metode *Weduwen* adalah menghitung t , menghitung β menghitung I , menghitung α , menghitung Q_{max} .

Metode Weduwen digunakan untuk menghitung debit banjir maksimum dirumuskan sebagai berikut :

$$Q_{max} = \alpha * \beta * I * A \quad (11)$$

Koefisien Pengaliran (α) ditentukan dengan rumus :

$$\alpha = 1 - 4,11 + 7 \quad (12)$$

Koefisien reduksi (β) ditentukan dengan rumus :

$$\beta = 120 + t + 1t + 9A 120 + A \quad (13)$$

Lamanya hujan (t dalam satuan jam) ditentukan dengan rumus :

$$t = 0,746 * A^{3/8} \alpha * \beta * I^{1/8} S^{1/4} \quad (14)$$

Dalam Perhitungan $Q_{\max}$ atau debit maksimum dengan kala ulang tertentu, intensitas hujan (I) harus dibandingkan dengan intensitas hujan dengan periode ulang 70 tahun. Nilai intensitas hujan maksimum dengan kala ulang 70 tahun ditentukan dengan rumus :

$$I = 2,4 \cdot t + 3006 \cdot t + 7 \quad (14)$$

Perhitungan curah hujan dengan periode ulang i tahun (R_i), dengan persamaan (15) :

$$R_i = m_i m_n \cdot R_n \quad (15)$$

Setelah langkah tersebut, langkah selanjutnya adalah menghitung Q_i , dengan persamaan :

$$Q_i = Q_{\max} \text{ Jakarta} \cdot R_i^{240} \quad (16)$$

Dimana:

$Q_{\max}$ = DebitMaximum (m^3/det)

S = Kemiringan Sungai Rata-rata

α = Koefisien Limpasan Air hujan

β = Koefisien pengurang daerah

untuk curah hujan daerah aliran

sungai

A = Luas daerah aliran sungai (km^2)

sampai dengan 100 km^2

t = Lamanya curah hujan (jam)

L = Panjang sungai (km)

I = Intensitas Hujan ($\text{m}^3/\text{det}/\text{km}^2$)

R_i = curah hujan dengan periode
ulangi tahun.

m_i = Koefisien perbandingan curah hujan disuatu wilayah dengan periode ulang i tahun.

m_n = Koefisien perbandingan curah hujan disuatu wilayah dengan periode ulang n tahun.

R_n = Curah hujan di suatu wilayah dengan periode ulang n tahun.

Flowchart metode *Weduwen* dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3 *Flowchart* metode *Weduwen*

HASPER

Pada dasarnya metode *Hasper*, *Weduwen* dan *Melchior* merupakan metode empiris yang dikembangkan untuk keadaan di Indonesia dan didasarkan pada konsep metode Rational untuk menentukan hubungan antara hujan dan banjir sungai. Menurut Kamiana (2011:100) metode *Hasper* digunakan untuk menghitung debit banjir maximum.

Menurut Kamiana (2011:100) bentuk persamaan metode *Hasper* yang digunakan untuk menghitung debit banjir maximum adalah seperti rumus (16):

$$Q_{\max} = \alpha * \beta * I * A \quad (16)$$

Dimana:

$Q_{\max}$ = Debit maksimum (m^3/dt)

I = Intensitas hujan ($m^3/km^2/dt$)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

α = Koefisien pengaliran (*run off*
coefisien) dan

β = Koefisien reduksi (*reduction*
coefisien)

Koefisien pengaliran (α) dihitung menggunakan persamaan :

$$\alpha = 1 + 0,012 A^{0,71} + 0,075 A^{0,7} \quad (17)$$

Koefisien reduksi (β) dihitung menggunakan persamaan :

$$\beta = 1 / (1 + t + 3,7 \cdot 100,4 t t^2 + 15 \cdot A^{0,75} 12) \quad (18)$$

Waktu konsentrasi (t_c) dihitung dengan persamaan :

$$t_c = 0,1 L^{0,8} \cdot S^{-0,3} \quad (19)$$

Besarnya intensitas hujan (I dalam satuan $\text{m}^3/\text{det}/\text{Km}^2$) ditentukan berdasarkan hubungan antara r (mm) dan t (jam) dengan rumus :

$$I = r3,6*t \quad (20)$$

Besarnya curah hujan (r dalam satuan mm) untuk lama hujan tertentu ($t=t_c$ dalam satuan jam) dan hujan harian maksimum (R_{24} dalam satuan mm) dirumuskan sebagai berikut :

Persamaan (21) untuk ($t < 2$ jam) :

$$R = t R_{24\text{maks}} + 1 - 0,008(260 - R)(2 - t)^2 \quad (21)$$

Persamaan (22) untuk ($2 \text{ jam} < t < 19 \text{ jam}$):

$$R = t R_{24\text{maks}}(t+1) \quad (22)$$

Persamaan (23) untuk ($19 \text{ jam} < t < 30 \text{ hari}$) :

$$R = 0,707 R_{24\text{maks}}(t+1)^{1/2} \quad (23)$$

Dimana:

Q_{max} = debit maksimum (m^3/det).

α = Koefisien Pengaliran.

β = Koefisien Reduksi.

I = Intesitas Hujan ($\text{m}^3/\text{det}/\text{Km}^2$).

A = Luas Daerah Pengaliran (Km^2)

L = Panjang Sungai Utama (Km)

S = Kemiringan dasar sungai rata-rata

R = besar curah hujan (mm)

t = t_c = lama hujan tertentu (jam)

Besarnya intensitas hujan (I dalam satuan $\text{m}^3/\text{det}/\text{km}^2$) ditentukan berdasarkan hubungan r (mm) dan t (jam) dengan rumus (24):

$$I = r3.6*t \quad (24)$$

Alur metode *Hasper* dalam menghitung debit banjir digambarkan pada *flowchart* Gambar 4.

Gambar 4 *Flowchart* Metode *Hasper*

Alur Sistem

Diagram alir Sistem Informasi Estimasi Potensi Tenaga Air Perencanaan Pembangkit Listrik terdapat pada Gambar 5.

Gambar 5 Diagram Alir Sistem Informasi Estimasi Potensi Tenaga Air Perencanaan Pembangkit Listrik

System flow diawali dari penentuan Id Lokasi atau nama perencanaan oleh perencana. Data Id Perencanaan oleh perencana kemudian akan dilanjutkan oleh hidrolog untuk melakukan perhitungan curah hujan dan debit banjir. Perhitungan curah hujan dapat dimulai setelah Id Lokasi telah diinputkan dan dilanjutkan oleh hidrolog. Hal pertama yang dilakukan adalah pemilihan jenis data curah hujan yang diinputkan dan dalam sistem dibatasi hanya dua jenis, yaitu perbulan dan pertahun. Setelah itu, hidrolog dapat mengunggah data dari file excel (.xls) untuk kemudian ditentukan rata-rata curah hujanya. Setelah diketahui rata-rata curah hujan dari data yang diunggah, maka hidrolog dapat menginputkan deviasi dan periode ulang pada sistem. Jika proses tersebut selesai, maka dapat dihitung perhitungan curah hujan dengan metode *Gumbel*. Proses berikutnya adalah perhitungan debit banjir. Jika proses perhitungan curah hujan telah selesai, maka hidrolog dapat menginputkan data yang dibutuhkan untuk menghitung debit banjir dengan periode ulang berdasarkan metode *Melchior*, *Weduwen*, dan *Hasper*. Setelah itu, pekerjaan dapat dilanjutkan oleh perencana. Perencana melakukan analisa lokasi khususnya (SDA) sumber daya alam pada lokasi yang ditentukan. Pada tahap ini, perencana menginputkan data potensi SDA lokasi yang ditentukan. Data tersebut didapat dari hasil survey atau dari analisa dari *desk study*. Setelah selesai, maka analisa ketersediaan air dapat dilakukan oleh perencana dengan menginputkan data elevasi dan luas pada elevasi yang ditentukan.

Jika data yang diinputkan telah sesuai, maka dapat disimpan dan melakukan proses estimasi potensi dari data-data lokasi yang telah diinputkan.

Tahap estimasi potensi dilakukan dengan memilih elevasi yang memiliki kelayakan $\geq 50\%$ (lima puluh persen) atau $\leq 100\%$ (seratus persen) yang sebelumnya telah dibatasi oleh sistem. Jika kelayakan $> 100\%$, berarti akan terjadi luapan atau limpasan setiap harinya. Karena debit yang dihitung adalah debit harian yang bersifat dinamis mengikuti elevasi dan luas area tangkapan. Sedangkan jika $< 50\%$ maka kurang efisien, karena, debit yang dihitung adalah debit maksimum. Jika debit maksimum lokasi memiliki kelayakan $< 50\%$, maka akan memiliki kemungkinan untuk mengalami kekurangan air untuk pembangkit listrik. Dari perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat diketahui daya terbangkit yang dihasilkan. Gambar 6 merupakan *system flow* sistem informasi estimasi potensi tenaga air perencanaan pembangkit listrik di Kiayo.

Gambar 6 *System flow* Sistem Informasi Estimasi Potensi Tenaga Air Perencanaan Pembangkit Listrik di Kiayo, Kalimantan Barat

Context Diagram Sistem Informasi Estimasi Potensi Tenaga Air Perencanaan Pembangkit Listrik di Kiayo, Kalimantan Barat.

Context Diagram ini kemudian didekomposisi ke level yang lebih rendah. *Context Diagram* sistem informasi estimasi potensi tenaga air perencanaan pembangkit listrik di Kiayo, Kalimantan Barat akan dijelaskan pada Gambar 7.

Gambar 7 Context Diagram

1. Penentuan Lokasi. Proses ini digunakan untuk melakukan penentuan identitas lokasi atau nama perencanaan, untuk nantinya dilanjutkan dengan analisa dan perhitungan curah hujan serta debit banjir Hidrolog.
2. Analisa Lokasi. Proses analisa digunakan untuk menganalisa lokasi untuk perhitungan potensi lokasi, dan estimasi potensi pada lokasi yang ditentukan.

Penjelasan lebih lengkap mengenai DFD Level 0 Sistem Informasi Estimasi Potensi Tenaga Air Perencanaan Pembangkit Listrik di Kiayo, Kalimantan Barat dapat dilihat pada Gambar 8.

DFD Level 1 Sub Proses Analisa Lokasi

Proses analisa lokasi kemudian didekomposisi menjadi DFD level 1 subproses analisa lokasi. Dalam DFD level 1 subproses analisa lokasi terdapat 2 (dua) proses, yaitu proses perhitungan lokasi dan proses perhitungan hidrolog.

Gambar 8 DFD Level 0

Proses perhitungan lokasi yang dimaksud adalah proses perhitungan elevasi, ketersediaan air, daya tampung, dan estimasi Potensi.

PDM

Pada PDM sistem informasi estimasi potensi tenaga air perencanaan pembangkit listrik, memiliki 17 (tujuh belas) tabel. seperti pada Gambar 9.

Gambar 9 PDM Sistem Informasi Estimasi Potensi Tenaga Air Perencanaan Pembangkit Listrik.

Hasil dan Pembahasan

Pada saat program dijalankan, Form Login akan muncul pertama kali sebelum memasuki menu utama. Form ini digunakan untuk mengisi *Username* dan *Password* bagi pengguna agar dapat masuk ke form utama.

Form login merupakan form pengidentifikasi pengguna agar dapat menggunakan sistem sesuai fungsinya masing-masing. Form ini mengatur hak akses pengguna sistem. Form *login* muncul ketika pertama kali program dijalankan dan saat memilih menu *logout*. Dalam aplikasi ini terdapat 3 (tiga) hak akses, yaitu admin, hidrolog, dan perencanaan.

Admin dapat mengakses menu *User*, *Hidrolog*, *Perencana*, *Registrasi User* dan *option planning* pada Menu Admin, dan *Global Report*. Hak akses untuk hidrolog adalah dapat mengakses *User*, *Hidrolog*, dan *Global Report*. Hak akses untuk Perencana dapat mengakses menu *User*, *Perencana*, *option planning* pada Menu Admin, dan *Global Report*. Sedangkan selain user admin, perencana atau hidrolog hanya dapat mengakses Menu User (Login dan Exit), dan global report. Tampilan halaman utama seperti Gambar 10.

Gambar 10 Form Utama (Admin)

Evaluasi Hasil Uji Coba Perhitungan Nilai Terlampir.

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari pembuatan Sistem Informasi Estimasi Potensi Tenaga Air Perencanaan Pembangkit Listrik di Kiayo Kalimantan Barat adalah sebagai berikut:

1. Metode *Gumbel* dapat diterapkan untuk penghitung curah hujan perperiode yang menghasilkan periode dan hasil perhitungan curah hujan perperiode.
2. Metode *Weduwen*, *Hasper*, dan *Melchi* dapat diterapkan dalam perhitungan debit banjir yang menghasilkan perhitungan debit banjir sesuai periode waktu yang ditentukan.
3. Sistem informasi estimasi potensi tenaga air perencanaan pembangkit listrik di Kiayo Kalimantan Barat menghasilkan alternatif-alternatif potensi tenaga listrik yang memungkinkan untuk dibangun.

Daftar Pustaka

- Hardaningrum, Farida, M. Taufik, dan Bangun Muljo S. 2005. *Analisis Genangan Air Hujan Di Kawasan Delta Dengan Menggunakan Penginderaan Jauh Dan Sig*, Pertemuan Ilmiah Tahunan Mapin XIV, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Hartono, Jogiyanto. 2005. *Analisis & Desain*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Kamiana, I Made. 2011. *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Kamus Besar Bahasa Indonesia Online: <http://pusatbahasa.diknas.go.id/kbbi/index.php> diakses pada 7 September 2010 puku 18.33 WIB.
- Sihombing, JM dan A. Patar Simanjuntak. 2010. *Diklat teknis Evaluasi Studi Kelayakan (feasibility Study) Pembangunan PLTMH*. Departemen Energi Dan Sumberdaya Mineral.