

Potensi Hidrologi Dan Tenaga Air PLTA/PLTM Sungai Maros, Sulawesi Selatan

Yelvius Data^{*1}, Sitampang Bato' Sau^{*2}, Erni Rante Bungin^{*3}, Benyamin Tanan^{*4}

^{*1,2} Mahasiswa Prodi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia
yelvius_data@yahoo.com, sitampang_batosau@yahoo.com

^{*3,4} Dosen Prodi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia Paulus, Makassar, Indonesia
erni_bungin@yahoo.co.id, nyamintanan2002@yahoo.com

ABSTRAK

Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah alternatif pembangkit energi listrik dengan memanfaatkan potensi tenaga air. Pada penelitian ini dilakukan analisis hidrologi untuk mengetahui potensi tenaga air pada Sungai Maros. Metode penelitian yang digunakan adalah metode analisis data sekunder berupa data curah hujan dan data AWLR. Debit terbesar didapat pada alternatif 1 dengan rata-rata sebesar 16,43 m³/detik dengan Q90 sebesar 1,819 m³/det dan Q95 sebesar 1,482 m³/det, pada alternatif 2 debit rata-rata sebesar 10,41 m³/det dengan Q90 sebesar 1,152 m³/det dan Q95 sebesar 0,938 m³/det, dan pada alternatif 3 debit rata-rata sebesar 9,56 m³/det dengan Q90 sebesar 1,059 m³/det dan Q95 sebesar 0,862 m³/det. Untuk tenaga air potensi terbesar didapat pada alternatif 2 dengan potensi bangkitan untuk Q90 sebesar 150 Kw dan Q95 sebesar 122 Kw, pada alternatif 1 potensi bangkitan untuk Q90 sebesar 119 Kw dan Q95 sebesar 97 Kw, dan pada alternatif 3 potensi bangkitan untuk Q90 sebesar 138 Kw dan Q95 sebesar 113 Kw. Sehingga dapat dikatakan bahwa untuk lokasi 1, 2, dan 3 dapat dibangun PLTA Mini.

Kata Kunci : pembangkit listrik tenaga air; daerah aliran sungai; Sungai Maros.

ABSTRACT

Hydroelectric Power Plant (PLTA) is an alternative electricity generation by utilizing hydropower potential. In this study a hydrological analysis was conducted to determine the potential of hydropower on the Maros River. The research method used is a secondary data analysis method in the form of rainfall data and AWLR data. The biggest discharge is obtained in alternative 1 with an average of 16.43 m³ / sec with Q90 of 1.819 m³ / sec and Q95 of 1.482 m³ / sec, in alternative 2 the average discharge is 10.41 m³ / sec with Q90 of 1.152 m³ / det and Q95 are 0.938 m³ / sec, and in alternative 3 the average discharge is 9.56 m³ / det with Q90 of 1.059 m³ / det and Q95 is 0.862 m³ / det. For potential hydropower the biggest potential is found in alternative 2 with a generation potential for Q90 of 150 Kw and Q95 of 122 Kw, in alternative 1 the potential generation for Q90 is 119 Kw and Q95 is 97 Kw, and in alternative 3 the potential generation for Q90 is 138 Kw and Q95 is 113 Kw. So that it can be said that for locations 1, 2, and 3 a mini hydropower can be built.

Keywords: hydroelectric power plants; watershed; Maros River.

1. PENDAHULUAN

Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) merupakan salah satu pembangkit listrik yang menggunakan energi terbarukan berupa air. Salah satu keunggulan dari pembangkit ini adalah responnya yang cepat sehingga sangat sesuai untuk kondisi beban puncak maupun saat terjadi gangguan di jaringan. Selain kapasitas daya keluarannya yang paling besar diantara energi terbarukan lainnya, pembangkit listrik tenaga air ini juga telah ada sejak dahulu kala. Jumlah daya listrik yang dapat dibangkitkan pada suatu pusat pembangkit listrik tenaga air tergantung pada ketinggian (h) dimana air jatuh dan debit aliran (q) airnya. Salah satu sungai yang memiliki potensi untuk pembangkit listrik tenaga air adalah Sungai Maros, hal ini ditunjukkan dengan adanya pemanfaatan sebagai sumber air baku Kota Makassar pada Bendung Lekopancing atau dengan kata lain dapat dikatakan bahwa Sungai Maros memiliki ketersediaan debit yang mencukupi. Oleh karena itu perlu diadakan penelitian kuantitatif untuk mendapatkan besaran-besaran yang diperlukan seperti debit aliran bulanan, evapotranspirasi, dan potensi tenaga air. Selain itu peninjauan karakteristik hidro-klimatologi daerah Sungai Maros yang ditentukan oleh letak geografis dan karakteristik fisiknya (keadaan topografi, geologi, dan vegetasi/penutupan lahan), maka interpretasi terhadap letak geografis dan kondisi fisik daerah studi merupakan bagian integral dari analisis hidro-klimatologi yang dilakukan. Pemilihan metode analisis mengacu kepada pedoman perencanaan yang berlaku dengan tetap mempertimbangkan ketersediaan data dari daerah studi. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik debit Sungai Maros dan potensi tenaga air Sungai Maros

1.1. Klasifikasi Pembangkit Listrik Tenaga Air

Klasifikasi Berdasarkan Head

Head tinggi : $H > 100$ m
 Head menengah : 30-100 m
 Head rendah : 2- 30 m

Klasifikasi Berdasarkan Kapasitas

PLTA Pico : < 500 W
 PLTA Micro : 0,5-100 kW
 PLTA Mini : 100-1000 kW
 PLTA Kecil : 1MW-10 MW
 PLTA Skala Penuh : > 10 MW

Klasifikasi Berdasarkan Jenis Desain

Run off The River. Bentuk yang paling sederhana dalam konteks PLTA mikro dan mini. Skema ini tidak

memanfaatkan bendungan untuk mengarahkan air ke bangunan penadap, melainkan mengubah lajur aliran air menuju turbin melalui pipa atau *penstock*.

Sistem Penyimpanan. Dalam penggunaan sistem ini. Air ini akan disimpan terlebih dahulu dalam jangka waktu tertentu (beberapa jam atau dalam beberapa bulan) dan akan digunakan untuk menghasilkan energi ketika dibutuhkan.

Sistem Pompa Penyimpan. Ketika terjadi kebutuhan listrik yang rendah atau kelebihan kebutuhan listrik secara tiba-tiba, maka pompa secara otomatis akan mengisi penuh tangki tangki penyimpanan. Namun apabila terjadi lonjakan kebutuhan listrik yang tinggi, maka tangki - tangki yang ada akan segera dikosongkan menuju turbin untuk memenuhi kebutuhan produksi yang mencukupi.

1.2. Potensi Tenaga Air

Total daya yang terbangkitkan dari suatu turbin air adalah merupakan reaksi antara tinggi tekanan dan debit air seperti ditunjukkan pada persamaan berikut ini :

$$P = \eta \times g \times Q \times H \quad (1)$$

dengan P = potensi tenaga air (MW); η = efisiensi (%); g = gravitasi (m/s^2); Q = debit andal (m^3/det); H = tinggi tekanan (m)

1.3. Analisis Hidrologi

Curah Hujan

Data curah hujan dapat dianalisis untuk menghasilkan besaran-besaran hidrologi yang dibutuhkan dengan menghitung curah hujan rata-rata daerah dengan metode poligon Thiessen (*Thiessen Polygon Method*). Metode ini bisa digunakan untuk daerah-daerah dimana distribusi dari pengamatan hujan tidak tersebar merata. Rumus yang digunakan [1]:

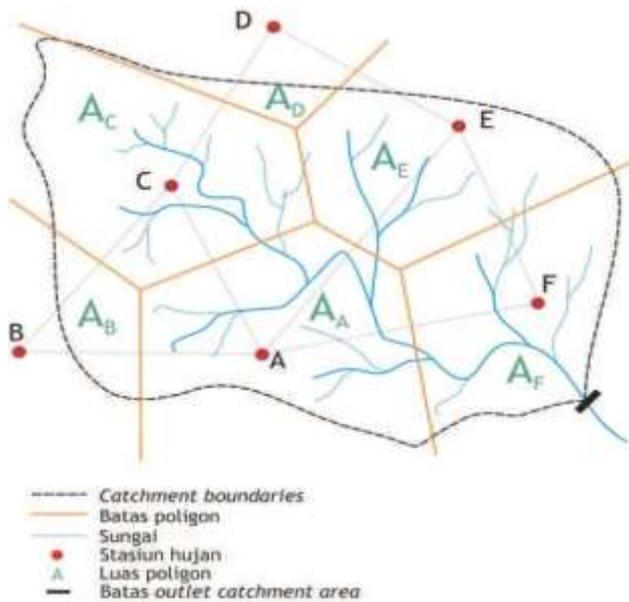
$$\bar{r} = \sum_{i=1}^n \frac{A_i}{A} r_i \quad (2)$$

Dengan \bar{r} = curah hujan rata-rata daerah (mm); r_i = curah hujan pada stasiun ke i (mm); $i = 1, 2, \dots, n$; A_i = luas polygon dari stasiun ke i (Km^2); A = Total luas daerah tadah hujan (Km^2)

$$A = \sum_{i=1}^n A_i \quad (3)$$

Dengan n = jumlah stasiun

Prosedur penggambaran dengan menggunakan Metode Thiessen yaitu : gambarkan Peta Daerah Tangkapan Hujan (DTH) dengan skala, dan plot letak stasiun pada peta tersebut; hubungkan masing-masing stasiun dan lukis garis yang membagi dua sama besar dan tegak lurus garis hubung tersebut; lukis polygon Thiessen; dan ukur luas masing-masing polygon dengan planimeter. (Lihat Gambar 1).



Gambar 1. Metode Thiessen

Menghitung curah hujan bulanan dan curah hujan harian maksimum. Curah hujan bulanan dan curah hujan harian maksimum ditentukan dari curah hujan harian rata-rata daerah. Curah hujan bulanan selanjutnya akan digunakan untuk menganalisis ketersediaan air.

Automatic Water Level Recorder

Automatic Water Level Recorder adalah alat ukur ketinggian muka air otomatis. Alat ini merekam fluktuasi muka air terus menerus sehingga diperoleh data air ekstrim (minimum dan maksimum) sehingga data pengukuran tinggi muka air terekam secara otomatis.

Lengkung aliran debit (*Discharge Rating Curve*) adalah kurva yang menggambarkan hubungan antara tinggi muka air dan debit. Dibuat berdasarkan data pengukuran debit dari berbagai ketinggian muka air, yang mencakup keadaan tinggi muka air rendah sampai tinggi. Jumlah dan sebaran data pengukuran debit yang dapat menggambarkan hubungan antara tinggi muka air dan debit dari muka air terendah sampai tertinggi harus cukup mewakili keadaan sebenarnya kejadian di lapangan.

1.4. Analisa Klimatologi

Evapotranspirasi

Evapotranspirasi potensial adalah evapotranspirasi yang mungkin terjadi pada kondisi air yang tersedia berlebihan. Faktor penting yang mempengaruhi evapotranspirasi potensial adalah tersedianya air yang cukup banyak. Jika jumlah air selalu tersedia secara berlebihan dari yang diperlukan oleh tanaman selama proses transpirasi, maka jumlah air yang ditranspirasikan relatif lebih besar dibandingkan apabila tersedianya air dibawah keperluan.

Metode Penman Modifikasi

Metode ini menggunakan data suhu udara, kelembaban udara, lama penyinaran matahari, kecepatan angin dan elevasi lokasi studi dalam perhitungannya.

$$E_{to} = c [W (R_{ns} - R_{nl}) + (1 - W) f(u) (E_a - E_d)] \quad (4)$$

Dengan T = Suhu ($^{\circ}C$); W = faktor yang berhubungan dengan temperatur (T) dan elevasi daerah ; untuk daerah di Indonesia dengan elevasi antara 0 – 500 m; E_a = tekanan uap jenuh (mbar) ; $f(T)$ = fungsi suhu; R_a = radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer (angka Angot) yang dipengaruhi oleh letak lintang daerah ; R_s = radiasi gelombang pendek dalam satuan evaporasi (mm/hari) ;

$$R_s = R_a (0,25 + 0,50 n/N) \quad (5)$$

Dengan $R_{ns} = 0,75 (R_s)$ mm/hari; R_{nl} = radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari)

$$R_{nl} = f(T) f(E_d) f(n/N) \quad (6)$$

Dengan R_h = kelembaban udara relatif (%); E_d = tekanan uap sebenarnya (mbar)

$$E_d = E_a R_h \quad (7)$$

Dengan $f(E_d)$ = fungsi tekanan uap

$$F(E_d) = 0,34 - 0,044 \cdot \sqrt{E_d} \quad (8)$$

Dengan n/N = Penyinaran Matahari (%); $f(n/N)$ = fungsi kecerahan

$$f(n/N) = 0,1 + 0,9 n/N \quad (9)$$

dengan U = kecepatan angin (m/dt)

$$f(U) = 0,27 (1 + 0,864 U) \quad (10)$$

dengan $(E_a - E_d)$ = perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya; c = angka koreksi Penman yang memperhitungkan perbedaan kondisi cuaca siang dan malam

1.5. Analisis Peta Topografi

Penggambaran Daerah Tangkapan Air

Catchment Area / batas-batas daerah tangkapan digambarkan menurut peta dan dilihat dari kontur yang ada pada peta kemudian di dapat luas masing-masing stasiun yang telah di tentukan. Penggambaran *Catchment Area* (Daerah Aliran Sungai).

1.6. Analisis Debit

Analisa Hubungan Hujan – Limpasan

Analisis hubungan hujan – limpasan dilakukan dengan Metode F.J. Mock. Dalam perhitungan ini, digunakan besaran evapotranspirasi potensial yang dihitung dengan Metode Penman. Model Mock ini mensimulasikan kesetimbangan air bulanan pada suatu cathment area tertentu yang ditujukan untuk menghitung total *run off*, dengan menggunakan hujan bulanan, evapotranspirasi, kelembaban tanah, dan persediaan air tanah.

Evapotranspirasi Aktual

Evapotranspirasi aktual adalah evapotranspirasi yang terjadi pada kondisi air yang tersedia terbatas. Evapotranspirasi aktual dipengaruhi oleh proporsi permukaan luar yang tidak tertutupi tumbuhan hijau (*exposed surface*) pada musim kemarau. Besarnya *exposed surface* (m) untuk tiap daerah berbeda-beda. F.J. Mock mengklasifikasikan menjadi tiga daerah [2] dengan masing-masing nilai *exposed surface* sebagai berikut. Tabel *Exposed Surface* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. *Exposed Surface* (m)

No.	M	Daerah
1	0%	Hutan primer, sekunder
2	10 – 40 %	Daerah tererosi
3	30 – 50 %	Daerah ladang pertanian

Selain *exposed surface* evapotranspirasi aktual juga dipengaruhi oleh jumlah hari hujan (n) dalam bulan yang bersangkutan. Menurut Mock rasio antara selisih evapotranspirasi potensial dan evapotranspirasi aktual dipengaruhi oleh *exposed surface* (m) dan jumlah hari hujan (n), seperti ditunjukkan dalam formulasi sebagai berikut:

$$\frac{\Delta E}{E_p} = \left(\frac{m}{20}\right)(18 - n) \quad \text{atau} \quad \Delta E = E_p \left(\frac{m}{20}\right)(18 - n) \quad (11)$$

Sehingga evapotranspirasi aktual:

$$E_{\text{actual}} = E_p - \Delta E \quad (12)$$

Dengan : E_{actual} = evapotranspirasi aktual (mm/bulan) ; E_p = evapotranspirasi potensial (mm/bulan) ; ΔE = beda antara evapotranspirasi potensial dengan evapotranspirasi terbatas (mm) dengan ketentuan apabila nilai $n \geq 18$, maka ΔE dianggap 0 ; m = singkapan lahan (*Exposed Surface*)

Aliran Permukaan

Excess Rainfall (ER)

Excess rainfall atau hujan lebih adalah hujan netto yang sudah dikurangi dengan kehilangan air akibat evapotranspirasi.

$$ER_i = P_i - AET_i \quad (13)$$

Dengan : ER_i = *excess rainfall* (mm/bln) ; P_i = hujan (mm/bln) ; AET_i = evapotranspirasi aktual (mm/bln) ; i = besarnya komponen bulan ini.

Water Surplus (WS)

Hujan lebih cenderung akan mengisi kelembaban tanah (*soil moisture*) terlebih dahulu sebelum nantinya menjadi water surplus atau kelebihan air. Setelah kelembaban tanah terpenuhi, WS akan bergerak ke lapisan tanah lebih dalam atau disebut sebagai perkolasi.

$$WS_i = ER_i - SS_i \quad (14)$$

Dengan : WS_i = kelebihan air (mm/bln) ; $SS_i = SM_i - SM_{i-1}$ adalah tampungan air yang mengisi pori-pori tanah (mm/bln), merupakan selisih antara kelembaban tanah bulan ini dan bulan sebelumnya. SS dapat bernilai negatif atau positif. Jika SS bernilai negatif berarti besarnya SM (*soil moisture*) bulan ini lebih kecil daripada bulan sebelumnya dan biasanya terjadi di saat musim kemarau.

$$SM_i = SM_{i-1} + ER_i \quad (15)$$

Dengan : SM_i = *soil moisture* pada bulan ini (mm/bln) ; SM_{i-1} = *Initial Soil Moisture* atau *soil moisture* pada bulan sebelumnya (mm/bln). SM tidak bernilai negatif dan jika nilai SM lebih besar dari SMC (*Soil Moisture Capacity* atau kapasitas lapangan), maka $SM_i = SMC$, sehingga kisaran nilainya adalah $0 < SM_i < SMC$. Oleh karena besarnya WS sangat tergantung pada besarnya jumlah air yang terkandung dalam tanah, maka WS akan sama dengan nol jika SS pada bulan bersangkutan bernilai negatif. Jika $WS = 0$ maka tidak akan terjadi proses infiltrasi.

Infiltrasi (I)

Infiltrasi merupakan air yang telah mengisi *moisture* tanah dan kemudian mengalir vertikal mencapai lapisan kenyang air.

$$I_i = WIC \times WS_i \text{ atau } I_i = DIC \times WS_i \quad (16)$$

Dengan : I_i = infiltrasi (mm/bln); WIC = koefisien infiltrasi saat musim hujan, DIC adalah koefisien infiltrasi saat musim kemarau. Nilai WIC dan DIC didasarkan pada kondisi porositas tanah dan kemiringan daerah pengaliran. Saat musim kemarau, nilai koefisien infiltrasi akan lebih besar daripada saat musim hujan, sehingga $DIC \geq WIC$. Koefisien infiltrasi berkisar antara 0,5 – 1,0 dan ditentukan dengan cara coba ulang. Sisa dari *water surplus* yang tidak terinfiltrasi akan menjadi *run off*.

Direct run off (DRO)

Direct run off (DRO) merupakan gabungan antara limpasan permukaan dan aliran antara (*interflow*).

$$DRO_i = WS_i - I_i \quad (17)$$

Dengan : DRO_i = *Direct run off* atau limpasan langsung (mm/bln) ; WS_i = kelebihan air (mm/bln) ; I_i = infiltrasi (mm/bln).

Storm run off (SRO)

Pada bulan dengan $WS = 0$, sejumlah kecil limpasan langsung terjadi saat hujan deras. Akan tetapi besarnya *Storm run off* (SRO) ini hanya beberapa persen saja dari hujan (5 – 10%). SRO akan mewakili besarnya DRO di saat WS pada bulan tersebut = 0.

Dalam perhitungan *water balance*, hujan (P_i) harus dikurangi dengan *storm run off* (SRO_i) terlebih dahulu sebelum dikurangi dengan evapotranspirasi aktual untuk mendapatkan *excess rainfall* (ER_i). Adapun persamaan perhitungan ER menjadi seperti di bawah ini.

$$ER_i = (P_i - SRO_i) - AET_i \quad (18)$$

Dengan : ER_i = *excess rainfall* (mm/bln) ; P_i = hujan (mm/bln) ; DRO_i = *Direct run off* atau limpasan langsung (mm/bln) ; AET_i = evapotranspirasi aktual (mm/bln).

Ground Water Storage (GWS)

Ground Water Storage atau tampungan air tanah merupakan jumlah atau volume air tanah yang berada di lapisan kenyang air/akuifer.

$$GWS_i = 0,5 (1 + K) I_i + K GWS_i \quad (19)$$

Dengan : GWS_i = volume air tanah pada bulan ini (mm/bln) ; GWS_{i-1} = volume air tanah pada bulan sebelumnya (mm/bln) ; Nilai K = 0,5 – 1,0

Base Flow (BSF)

Base flow atau aliran dasar merupakan aliran air tanah yang akan mengisi sistem jaringan sungai. Ketika musim kemarau, saat tidak ada hujan, pada suatu sistem sungai akan terjadi pengatusan akuifer yang menyebabkan adanya aliran secara tetap dan menerus.

$$BSF_i = I_i - (GWS_i - GWS_{i-1}) \quad (20)$$

Dengan : BSF_i = *Baseflow*; I_i = infiltrasi (mm/bln) ; GWS_i = volume air tanah pada bulan ini (mm/bln) ; GWS_{i-1} = volume air tanah pada bulan sebelumnya (mm/bln),

Aliran Sungai

Besarnya aliran di sungai merupakan kontribusi dari aliran limpasan langsung (DRO), aliran dasar (BSF), dan aliran saat hujan deras atau SRO (jika ada) dengan persamaan berikut.

$$TRO = DRO + BSF + SRO \quad (21)$$

Sedangkan debit aliran sungai terhitung dicari dengan persamaan di bawah ini.

$$Q_{cal} = \frac{A \times TRO}{h \times 86,4} \quad (22)$$

Dengan: Q_{cal} = debit limpasan terhitung (m³/det); TRO

Tabel 2. Nilai keseimbangan air

No.	Parameter	Nilai	Satuan
1	WIC	0.5 -1.0 dan harus \leq DIC	
2	DIC	0.5 - 1.0	
3	ISM	10.0 - 100	mm/bulan
4	SMC	300 - 700	mm/bulan
5	IGWS	1000 - 3000	mm/bulan
6	K	0.5 - 1.0	

1.7. Analisis Debit Andal

Debit andal adalah debit yang tersedia sepanjang tahun dengan besarnya resiko kegagalan tertentu. Menurut pengamatan dan pengalaman, besarnya debit andal untuk berbagai keperluan air minum 99% (seringkali mendekati 100%); industri 95 – 98% ; PLTA 85 – 95% ; irigasi : setengah lembab 70 – 85%

Untuk analisis debit andal menggunakan Metode *Plotting Position*. Pada metode ini besaran debit diurut mulai dari yang terbesar hingga yang terkecil dan *plotting position* ditentukan dengan persamaan:

$$P = \frac{m}{N + 1} \quad (23)$$

Dengan : p = Plotting position (%); m = nomor urut data; N = banyaknya data. Dengan menggambarkan hubungan antara debit Q dan plotting position p , selanjutnya dapat ditentukan besaran debit dengan keandalan tertentu.

1.8. Penelitian Terdahulu

Analisis kondisi hidrologi daerah aliran sungai Kedurus untuk mengurangi banjir menggunakan model hidrologi SWAT menghasilkan debit simulasi tertinggi sebesar 15,59 m³/det dan volume luapan 546.797,53 m³ [3].

Penelitian potensi pembangkit listrik tenaga mikrohidro dan pemanfaatannya untuk masyarakat di daerah aliran Sungai Cikurai dengan hasil berdasarkan tinggi jatuhan efektif dan letak kontur dari titik lokasi sampel yang diambil, 7 lokasi berpotensi memiliki bangkitan energi listrik yang baik [4].

Potensi sumber daya air untuk pembangkit listrik mikrohidro wilayah perbatasan Kalimantan Barat menghasilkan PLTM/PLTMH berpotensi menjadi alternatif solusi untuk memenuhi kebutuhan listrik di wilayah perbatasan [5].

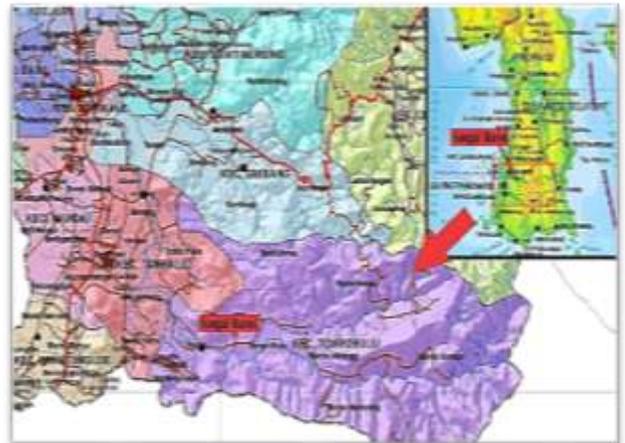
Pada penelitian kajian optimasi energi pembangkit listrik tenaga mikrohidro Kanzy I di Kabupaten Pasuruan dengan hasil tinggi jatuh efektif sebesar 50,8 m, Q_{56} sebesar 4,63 m³/det, diameter pipa pesat 1,45 m, energi per tahun 10.312.459,94 kWh [6].

Analisis potensi sumber daya air Sungai Kayuwatu Wangko untuk perencanaan pembangkit listrik di Desa Karor Kecamatan Lembean Timur Kabupaten Minahasa menghasilkan daya terbangkit 28,224 kWh dapat memenuhi kebutuhan listrik penduduk Dusun Rarumis hingga tahun 2024 sebesar 26,1 kWh [7].

Analisis potensi sumber daya air Sungai Deme untuk pembangkit listrik di Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Gorontalo Utara debit andalan 58,80 kWh dari Metode Mock, 51,74 kWh dari Metode Nreca, dan 54,10 kWh dari metode Sacramento dan jenis pembangkit listrik PLTMH [8].

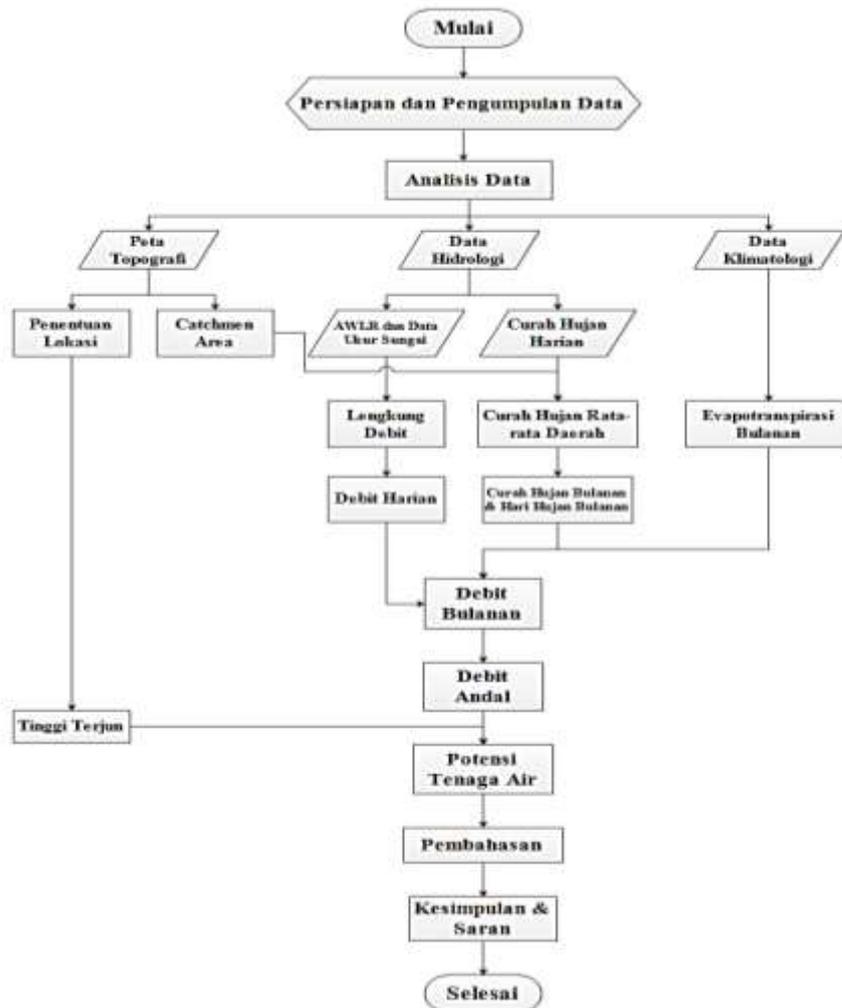
2. METODOLOGI PENELITIAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros merupakan bagian dari Satuan Wilayah Sungai (SWS) Jeneberang. DAS Maros sebagian besar berada di wilayah Kabupaten Maros. Batas astronomi Sungai Maros 4° 58' 37" - 5° 12' 4.16" S dan 119° 28' 33.75" - 119° 54' 53.40" E. Hulu Sungai Maros berada di Kecamatan Tombolo Pao Kabupaten Gowa, muara Sungai Maros berada di Selat Makassar. Ketinggian DAS Maros antara 0 – 1657 m di atas permukaan laut, dengan relief permukaan dari datar, bergelombang sampai berbukit. Panjang Sungai Maros dari hulu sampai muara 65,625 Km dengan pola aliran parallel dan arah aliran dari timur ke barat. Luas keseluruhan DAS Maros 676,543Km². Penutupan lahan yang ada di wilayah DAS Maros didominasi oleh pertanian lahan kering bercampur dengan semak dan sawah. Wilayah DAS Maros didominasi oleh tujuh formasi yaitu Luvisols, Fluvisols, Lithosols, Chromic Andosols, Cambisols, ndosols dan Nitosols. Peta Sungai Maros disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta gambar Sungai Maros

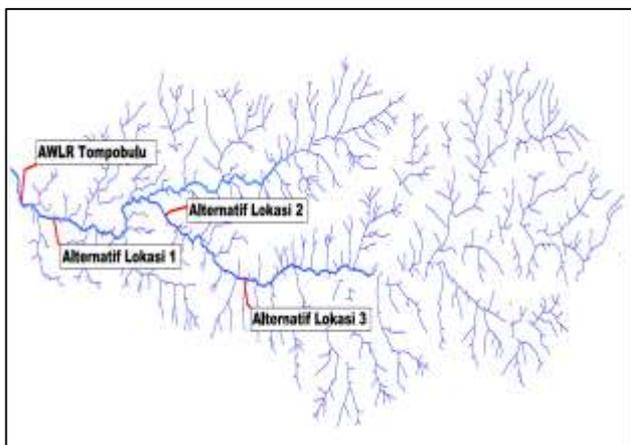
Secara garis besar tahap-tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Bagan Alir (*Flow Chart*) Gambar 3.



Gambar 3. Bagan alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini ditentukan tiga lokasi alternatif perencanaan yang berada disepanjang Sungai Maros.



Gambar 4. Lokasi perencanaan

Berdasarkan hasil penelitian debit hubungan antar Q dan H pada Sungai Maros dapat dinyatakan dengan persamaan $Q = 14,264H^{2,696}$. Karakteristik debit pada Sungai Maros diuraikan sebagai berikut :

Alternatif 1

Debit minimum sebesar $4,12 \text{ m}^3/\text{det}$, debit maksimum sebesar $37,94 \text{ m}^3/\text{det}$, dengan rata-rata sebesar $16,43 \text{ m}^3/\text{det}$. Debit andal pada lokasi tersebut untuk Q_{90} sebesar $1,819 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Q_{95} sebesar $1,482 \text{ m}^3/\text{det}$.

Alternatif 2

Debit minimum sebesar $2,61 \text{ m}^3/\text{det}$, debit maksimum sebesar $24,02 \text{ m}^3/\text{det}$, dengan rata-rata sebesar $10,41 \text{ m}^3/\text{det}$. Debit andal pada lokasi tersebut untuk Q_{90} sebesar $1,152 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Q_{95} sebesar $0,938 \text{ m}^3/\text{det}$.

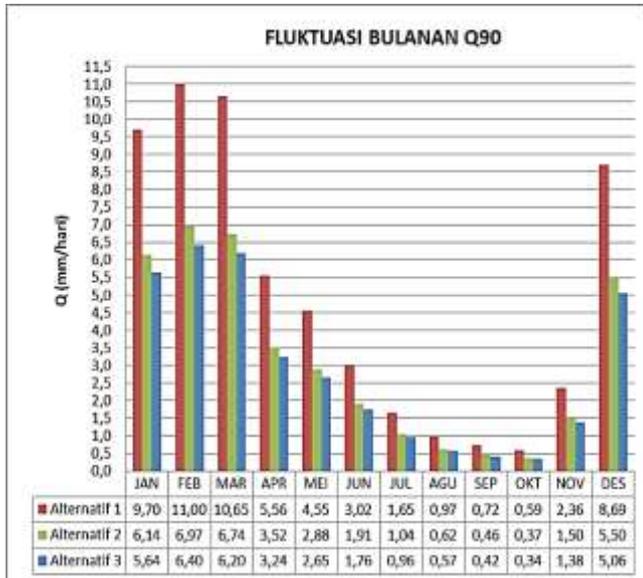
Alternatif 3

Debit minimum sebesar $2,4 \text{ m}^3/\text{det}$, debit maksimum sebesar $22,08 \text{ m}^3/\text{det}$, dengan rata-rata sebesar $9,56$

3.1. Kondisi Debit pada Sungai Maros

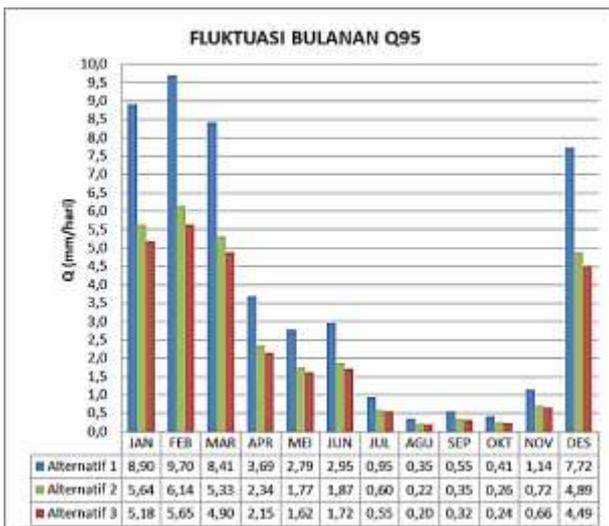
m³/det. Debit andal pada lokasi tersebut untuk Q₉₀ sebesar 1,059 m³/det dan Q₉₅ sebesar 0,862 m³/det.

Debit andal tertinggi di setiap alternatif terjadi pada bulan Februari dan terendah pada bulan Oktober. Penurunan Q terbesar terjadi antara bulan Maret sampai April dan kenaikan tertinggi antara bulan November sampai Desember.



Gambar 4. Grafik fluktuasi bulanan Q₉₀

Berdasarkan Gambar 4, maka dapat diketahui bahwa Q₉₀ tertinggi terjadi pada bulan Februari dan terendah pada bulan Oktober. Penuruna Q₉₀ terbesar terjadi antara bulan Maret sampai April dan kenaikan tertinggi antara bulan November sampai Desember.



Gambar 5. Grafik fluktuasi bulanan Q₉₅

Berdasarkan Gambar 5, maka dapat diketahui bahwa Q₉₀ tertinggi terjadi pada bulan Februari dan terendah pada bulan Oktober. Penurunan Q₉₀

terbesar terjadi antara bulan Maret sampai April dan kenaikan tertinggi antara bulan November sampai Desember.

3.2. Potensi Tenaga Air

Alternatif 1

Potensi tenaga air untuk Q₉₀ sebesar 119 Kw dan Q₉₅ sebesar 97 Kw.

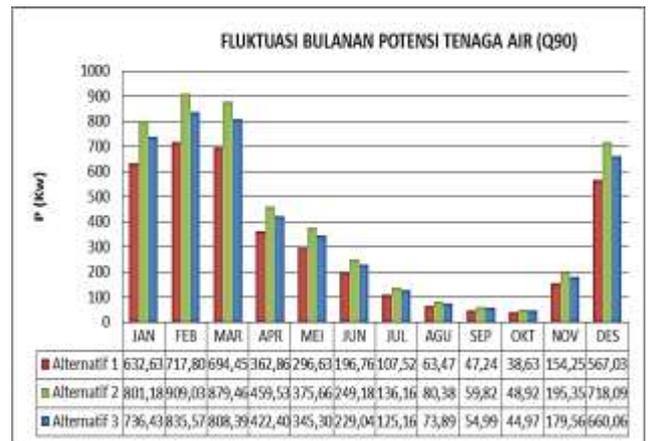
Alternatif 2

Potensi tenaga air untuk Q₉₀ sebesar 150 Kw dan Q₉₅ sebesar 122 Kw.

Alternatif 3

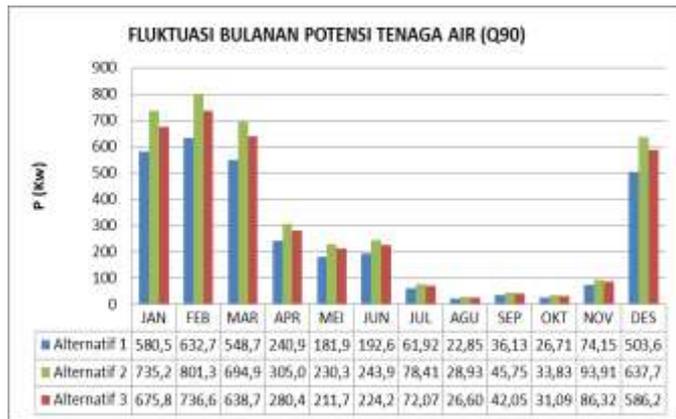
Potensi tenaga air untuk Q₉₀ sebesar 138 Kw dan Q₉₅ sebesar 113 Kw.

Potensi tenaga air tertinggi disetiap alternatif terjadi pada bulan Februari dan terendah pada bulan Oktober. Penurunan P terbesar terjadi antara bulan Maret sampai April dan kenaikan tertinggi antara bulan November sampai Desember.



Gambar 6. Grafik fluktuasi bulanan potensi tenaga air (Q₉₀)

Berdasarkan Gambar 6, maka dapat diketahui bahwa P terbesar terjadi pada bulan Februari dan terendah pada Bulan Oktober. Penurunan P terbesar terjadi antar bulan Maret sampai April dan kenaikan P terbesar terjadi antara bulan November sampai Desember.



Gambar 7. Grafik fluktuasi bulanan Q_{95}

Berdasarkan Gambar 7, maka dapat diketahui bahwa P terbesar terjadi pada bulan Februari dan terendah pada Bulan Oktober. Penurunan P terbesar terjadi antar bulan Maret sampai April dan kenaikan P terbesar terjadi antara bulan November sampai Desember.

5. KESIMPULAN

Debit terbesar didapat pada alternatif 1 dengan rata-rata sebesar $16,43 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan Q_{90} sebesar $1,819 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Q_{95} sebesar $1,482 \text{ m}^3/\text{det}$, pada alternatif 2 debit rata-rata sebesar $10,41 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan Q_{90} sebesar $1,152 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Q_{95} sebesar $0,938 \text{ m}^3/\text{det}$, dan pada alternatif 3 debit rata-rata sebesar $9,56 \text{ m}^3/\text{det}$ dengan Q_{90} sebesar $1,059 \text{ m}^3/\text{det}$ dan Q_{95} sebesar $0,862 \text{ m}^3/\text{det}$.

Potensi tenaga air terbesar didapat pada alternatif 2 dengan potensi bangkitan untuk Q_{90} sebesar 150 Kw dan Q_{95} sebesar 122 Kw, pada alternative 1 potensi bangkitan untuk Q_{90} sebesar 119 Kw dan Q_{95} sebesar 97 Kw, dan pada alternatif 3 potensi bangkitan untuk Q_{90} sebesar 138 Kw dan Q_{95} sebesar 113 Kw. Sehingga dapat dikatakan bahwa untuk lokasi 1, 2, dan 3 dapat dibangun PLTA mini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. U. Sdak, "Modul 7 Perhitungan hidrologi," p. 159.
- [2] "Sni 03-1724-1989 Perencanaan Hidrologi." [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/258996098/Sni-03-1724-1989-Perencanaan-Hidrologi>. [Accessed: 10-Dec-2019].
- [3] S. Purwitaningsih and A. Pamungkas, "Analisis Kondisi Hidrologi Daerah Aliran Sungai Kedurus untuk Mengurangi Banjir Menggunakan Model Hidrologi SWAT," *JTITS*, vol. 6, no. 2, pp. C107–C111, Sep. 2017.
- [4] F. S. Pratama, D. Rohmat, and Y. Malik, "Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Dan Pemanfaatannya Untuk Masyarakat Di Daerah Aliran Sungai Cikurai," p. 8.
- [5] Y. Susilowati and B. E. Leksono, "Potensi Sumberdaya Air Untuk Pembangkit Listrik Mikrohidro Wilayah Perbatasan Kalimantan Barat," p. 16.
- [6] Staf Sungai Wilayah Timur Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, R. K. Ellanda, P. T. Juwono, Teknik Pengairan Jurusan Manajemen Sumber Daya Air Universitas Brawijaya, R. Asmaranto, and Teknik Pengairan Jurusan Manajemen Sumber Daya Air Universitas Brawijaya, "Kajian Optimalisasi Energi Pada Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro Kanzy I Di Kabupaten Pasuruan," *pengairan*, vol. 9, no. 1, pp. 29–36, May 2018.
- [7] W. C. Rompies, L. Kawet, F. Halim, and J. D. Mamoto, "Analisis Potensi Sumber Daya Air Sungai Kayuwatu Wangko Untuk Perencanaan Pembangkit Listrik Di Desa Karor Kec. Lembean Timur Kab. Minahasa," p. 7, 2013.
- [8] F. Kalapati, L. Kawet, T. Mananoma, and F. Halim, "Analisis Potensi Sumber Daya Air Sungai Deme Untuk Pembangkit Listrik Di Desa Deme 1 Kecamatan Sumalata Gorontalo Utara," p. 9, 2014.