

ANALISA DEBIT AIR UNTUK KAPASITAS PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR (PLTA) PEUSANGAN I TAKENGON KABUPATEN ACEH TENGAH

Anisah Lukman, Rumilla Harahap, Anang Tri Hardianto

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara
anisahlukman@ft.uisu.ac.id; rumiharahap@gmail.com; anangtrih77@gmail.com

Abstrak

PLTA adalah pembangkit listrik yang mengubah energi potensial dan energi kinetik yang berasal dari air untuk menghasilkan energi listrik. Secara umum pembangkit listrik tenaga air adalah suatu bangunan yang terdiri dari bendung pengatur (*regulating weir*), bendung pengalih (*diversion weir*), pipa pengalir air (*tailrace tunnel*), pipa pesat (*penstock*), rumah turbin dan generator (*power house*) dan *switchyard*. PLTA tidak selamanya bekerja dengan maksimal dalam menghasilkan energi listrik. Hal tersebut dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar PLTA. Kondisi diantaranya adalah debit air pada sungai yang tidak stabil, sehingga kapasitas listrik yang dihasilkan tidak terpenuhi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui debit air untuk kebutuhan pembangkit listrik tenaga air terhadap energi listrik yang dihasilkan oleh PLTA Peusangan. Metode yang digunakan dalam menganalisa debit air pada penelitian ini menggunakan metode F. J. Mock dimana dalam proses perhitungan metode F. J. Mock terdapat proses perhitungan *evapotranspirasi*. *Evapotranspirasi* dalam penelitian ini menggunakan metode Penman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 3 bulan debit air yang memenuhi untuk kebutuhan PLTA yaitu pada bulan Mei sebesar 27,54 m³/dtk, Oktober sebesar 25,23 m³/dtk, dan bulan Desember sebesar 25,65 m³/dtk sedangkan kebutuhan untuk PLTA Peusangan sendiri sebesar 25,0 m³/dtk.

Kata Kunci : F.J. Mock, Pembangkit Listrik Tenaga Air, Debit Air, Kapasitas Listrik, *Evapotranspirasi*.

I. PENDAHULUAN

Pasokan energi listrik pada masa yang akan mendatang merupakan suatu permasalahan yang menjadi perhatian bagi pemerintah karena dalam kehidupan modern sangat terkait dengan jumlah dan mutu energi yang dimanfaatkan. Energi listrik merupakan salah satu energi yang paling banyak dibutuhkan bagi seluruh masyarakat dunia khususnya di Indonesia. Dalam memenuhi kebutuhan energi tersebut pemerintah terus mengupayakan peningkatan sarana dan prasarana tenaga listrik agar dapat di distribusikan keseluruh wilayah Indonesia hingga ke pelosok Nusantara.

Di Indonesia ada sebanyak 5.950 daerah aliran sungai (DAS) yang dimanfaatkan sebagai PDAM, saluran irigasi, dan PLTA. Sungai Peusangan merupakan sumber dari PLTA Peusangan yang mampu menghasilkan energi listrik dimana pada power station 1 mampu menghasilkan listrik sebesar 45 megawatt dan pada power station 2 mampu menghasilkan listrik sebesar 43 megawatt sehingga kapasitas listrik yang dihasilkan sebesar 88 megawatt. Kapasitas listrik tersebut nantinya akan di salurkan ke provinsi ujung barat Indonesia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air

Pembangkit listrik tenaga air merupakan sistem pembangkit yang menghasilkan energi listrik dengan cara memanfaatkan aliran dari air untuk memutar turbin dan generator yang kemudian diubah menjadi

energi listrik. Pembangkit listrik tenaga air merupakan pembangkit yang ramah terhadap lingkungan dan pengoperasiannya sangat mudah.

2.2 Daerah Aliran Sungai

Daerah aliran sungai (DAS) merupakan suatu daerah daratan yang secara topografi diapit oleh punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan ditampung oleh punggung gunung tersebut. Air hujan yang ditampung tersebut kemudian akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil ke sungai utama. Daerah daratan tersebut merupakan daerah tangkapan air (*catchment area*) yang merupakan suatu ekosistem yang dialirnya terdapat komponen utama terdiri dari sumber daya manusia dan sumber daya alam yang terdiri dari air, tanah, dan vegetasi.

2.3 Hidrologi

Hidrologi dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari tentang sistem kejadian air di permukaan tanah, dan di dalam tanah. Secara terperinci hidrologi meliputi dari berbagai bentuk air, termasuk transformasi antara keadaan cair, padat, dan gas dalam atmosfer, di dalam dan di atas permukaan tanah.

2.4 Siklus Hidrologi

Air yang ada di bumi meliputi di atmosfer, di bawah dan atas permukaan tanah berjumlah sekitar $1400 \times 10^6 \text{ km}^3 = 1400 \times 10^4 \text{ m}^3$.

2.5 Debit

Debit dapat diartikan sebagai jumlah air yang mengalir di dalam saluran atau sungai per unit waktu. Metode umum yang digunakan untuk menentukan debit pada sungai adalah metode profil sungai (*cross section*). Dalam metode tersebut debit sungai merupakan hasil perkalian dari luas penampang vertikal sungai (profil sungai) dengan kecepatan aliran air. Debit merupakan salah satu komponen penting yang berhubungan dengan permasalahan daerah aliran sungai seperti sedimentasi, banjir, erosi, dan longsor.

2.6 Metode F.J. Mock

Metode untuk memperkirakan keberadaan air berdasarkan keseimbangan air (*water balance*). Keberadaan air yang dimaksud adalah besar debit terhadap suatu daerah aliran sungai. Data yang digunakan dalam metode ini untuk memperkirakan suatu debit berupa data klimatologi dan karakteristik daerah aliran sungai.

2.7 Debit Andalan

Debit andalan dapat diartikan debit yang tersedia sepanjang tahun dengan faktor kegagalan tertentu. Berdasarkan buku limantara, besarnya debit andalan untuk berbagai keperluan adalah sebagai berikut :

- Air minum 99% (sering kali mendekati 100%)
- Industri 95 – 98%
- Irigasi (setengah lembap) 70 – 85%
- Kering 80 – 95%
- PLTA 85 – 90%

Air yang tersedia dapat dinyatakan dalam debit minimum atau debit andalan sungai yang mungkin terpenuhi sebagai contoh 20% (kondisi musim basah, Q20%), 50% (kondisi normal, Q50%) dan 80% (kondisi musim kering, Q80%). Selanjutnya keandalan debit tersebut terjadi, dapat dihitung berdasarkan probabilitas kejadian mengikuti rumus Weibull :

$$P\% = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

Dimana :

- P = Kemungkinan terjadinya nilai selama pengamatan (%)
- m = Nomor urut kejadian
- n = Banyak data

III. METODOLOGI PENELITIAN

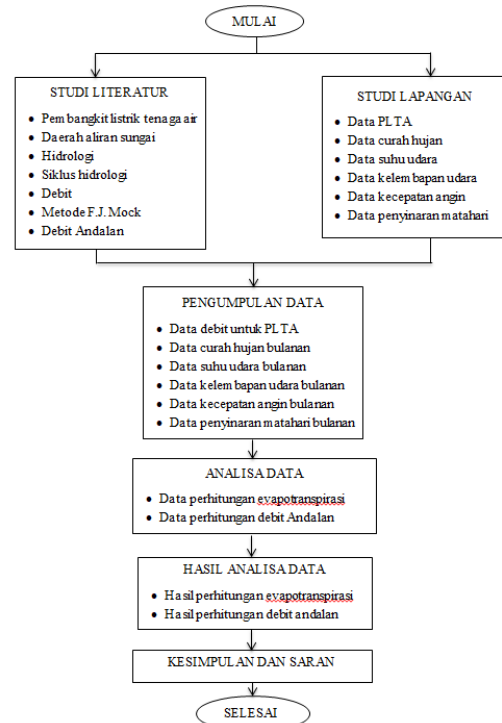
3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di daerah aliran sungai (DAS) Peusangan yang terletak antara 5° 16' 42.2" Lintang Selatan dan 96° 27' 3.24" Bujur Timur. Secara geografis, hulu daerah aliran sungai ini terletak di Aceh Tengah pada Danau Laut Tawar, Takengon, dan hilirnya terletak pada pesisir Kabupaten Bireuen.

3.2 Metode Analisa Data

Adapun analisis data yang saya lakukan adalah menghitung debit andalan dengan menggunakan metode F. J. Mock yang didalam perhitungan metode tersebut membutuhkan data curah hujan, evapotranspirasi, dan luas daerah aliran sungai serta kebutuhan debit andalan untuk PLTA Peusangan unit 1 untuk kebutuhan turbinnya.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

IV. ANALISA DATA

Analisa data pada penelitian ini terdiri dari data curah hujan serta data klimatologi yang bersumber dari PLTA Peusangan PT. PLN (Persero) UPP SUMBAGUT 2. Data klimatologi yang diperoleh antara lain suhu udara, kelembapan udara, kecepatan angin, penyinaran matahari.

Tabel 1. Hasil perhitungan evapotranspirasi

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
2012	4,98	4,47	4,65	4,20	4,27	2,95	2,95	4,14	5,43	6,01	6,80	5,46
2013	4,72	4,60	5,52	4,48	4,51	3,44	3,42	4,39	5,58	6,36	6,97	6,62
2014	6,73	4,36	4,61	4,43	4,52	2,78	2,22	5,16	7,06	8,22	6,88	6,41
2015	3,11	3,33	4,32	5,44	4,03	3,67	2,77	3,43	4,10	6,97	5,75	4,15
2016	6,47	3,26	4,57	3,43	3,89	2,40	3,10	3,08	4,72	4,85	6,19	5,44
2017	5,68	5,49	5,66	4,15	3,52	3,55	3,12	4,44	4,22	4,82	5,90	5,12
2018	6,60	5,45	5,52	4,14	4,79	3,04	3,10	3,73	6,13	6,76	7,52	8,09
2019	5,29	5,01	5,43	4,98	4,92	2,47	3,78	4,96	3,47	6,95	6,80	6,02
2020	3,96	4,31	6,79	5,44	5,18	4,16	4,60	4,97	5,99	6,01	6,96	5,63
2021	7,40	4,40	7,27	5,88	5,96	4,51	4,80	5,60	6,43	7,38	7,92	6,82

Tabel 2. Perhitungan dengan metode Mock

No	Uraian	Kor	Tahun Perkiraan										
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (ET)													
1	Curah hujan (mm/bulan)	(data)	1.448,29	1.800,04	2.141,71	2.971,00	1.500,10	2.265,50	2.378,40	1.930,50	2.396,70	1.775,41	
2	Defisit (mm/bulan)	(data)	210,00	195,00	205,00	202,00	138,00	175,00	142,00	129,00	126,00	185,00	
3	Kelembapan relatif (%)	(data)	56,33	60,62	63,39	51,09	51,42	55,67	64,37	60,09	64,02	74,37	
4	Kelembapan relatif (mm/bulan)	(1) x (2)	1.000,28	891,76	1.174,56	950,68	632,54	821,47	638,31	691,77	672,92	1.169,47	
5	Lahan terbuka (mm)	(data)	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	
6	E.T. (mm/bulan)	(data) x (5)	34,90	26,88	29,52	28,77	46,52	33,86	49,31	52,46	45,70	37,31	
7	E.T. (mm/bulan)	(4) - (6)	975,36	964,88	1.144,43	881,91	598,43	797,61	709,00	639,31	627,22	1.132,18	
KEPERLUAN AIR													
8	P. E.T.	(1) - (7)	482,93	835,16	996,58	2.099,39	911,67	1.472,89	1.589,40	1.291,19	1.769,48	641,23	
9	Kelembapan tanah	(data)	-1.680,00	-1.680,00	-1.680,00	-1.680,00	-1.680,00	-1.680,00	-1.680,00	-1.680,00	-1.680,00	-1.680,00	
10	Kelembapan tanah (mm)	(data)	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	2.400,00	
11	Air tanah (mm)	(1) - (10)	2.112,50	2.112,50	2.112,50	2.112,50	2.112,50	2.112,50	2.112,50	2.112,50	2.112,50	2.112,50	
LUBASAN DAN KAPORAN AIR TANAH													
12	Saluran	(1) x (11)	1.951,64	2.201,67	2.409,17	3.392,18	2.324,11	2.837,40	2.824,68	2.924,07	3.359,31	2.269,97	
13	0,3 x (1) (kelembapan) x (saluran)	(1) x (11)	1.662,29	1.924,10	2.047,90	2.883,36	1.984,16	2.411,96	2.482,79	2.372,96	2.698,85	1.777,29	
14	Saluran (mm/bulan)	(1) x (11)	594,00	594,00	594,00	594,00	594,00	594,00	594,00	594,00	594,00	594,00	
15	Volume irigasi (mm)	(1) x (14)	2.166,29	2.428,10	2.551,80	3.387,36	2.488,16	2.931,96	2.898,79	2.738,96	3.142,83	2.281,29	
16	ΔV (mm) = (V ₁ - V ₂) / (V ₁ - V ₂)	(1) x (14) - (1)	1.446,29	1.708,10	1.831,80	2.667,36	1.788,16	2.191,96	2.268,79	2.056,96	2.422,83	1.561,29	
17	Aliran dasar (mm/bulan)	(1) x (16)	590,35	555,55	577,38	724,83	566,53	641,64	654,67	617,11	681,68	529,64	
18	Aliran (mm/bulan)	(1) x (17)	317,28	211,52	267,69	376,81	259,37	315,28	324,94	297,12	344,85	232,32	
19	Aliran (mm/bulan)	(1) x (17) + (18)	706,64	807,06	845,06	1.101,74	825,51	956,69	979,61	914,23	1.026,63	761,96	
20	Saluran (mm/bulan)	(1) x (19)	141,29	156,93	164,32	214,23	165,52	186,67	190,48	177,77	199,62	148,18	
21	Debit (mm/bulan)	(1) x (20)	141,29	156,93	164,32	214,23	165,52	186,67	190,48	177,77	199,62	148,18	

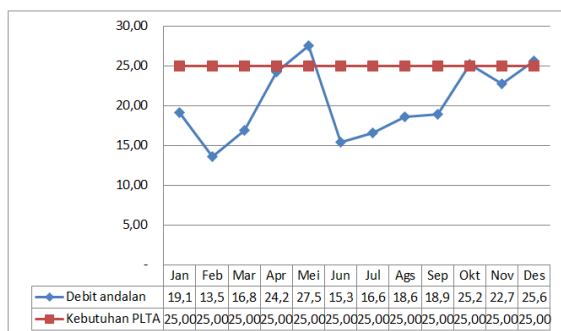
Tabel 3. Rekapitulasi hitungan debit aliran sungai

Tahun	Bulan											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Ag	Sep	Okt	Nov	Des
2012	10,54	9,80	10,44	13,14	14,63	10,51	10,81	11,94	11,68	12,62	13,65	11,52
2013	11,76	10,34	12,04	13,57	15,49	12,84	11,82	12,48	12,60	14,06	15,66	14,27
2014	14,14	9,99	11,21	13,50	14,18	11,16	10,10	14,30	18,62	20,55	13,88	12,68
2015	15,83	11,48	14,22	24,74	23,37	14,42	12,25	16,30	14,54	25,75	22,83	18,52
2016	15,18	11,90	12,93	13,75	15,84	13,89	12,04	10,89	13,04	11,75	16,21	13,08
2017	15,84	12,86	16,16	19,88	14,34	16,01	10,46	18,89	18,99	13,46	15,51	13,67
2018	16,48	13,52	12,74	13,14	18,31	12,95	12,48	12,35	14,69	15,16	22,21	26,44
2019	14,73	13,60	12,58	17,47	18,73	11,16	14,19	15,19	10,13	17,42	18,15	14,43
2020	11,58	11,40	16,93	19,65	28,00	15,22	16,87	16,43	15,27	13,95	19,62	14,71
2021	19,45	10,49	14,56	12,27	14,19	9,76	9,76	10,16	10,11	13,32	13,37	10,71

Tabel 4. Debit andalan

Nourut	P	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Juli	Ag	Sep	Okt	Nov	Des
1	9,09	10,54	9,80	10,44	12,27	14,18	9,76	9,76	10,16	10,11	11,75	13,37	10,71
2	18,18	11,58	9,99	11,21	13,14	14,19	10,51	10,10	10,89	10,13	12,62	13,65	11,52
3	27,27	11,76	10,34	12,04	13,14	14,34	11,16	10,46	11,94	11,68	13,32	13,88	12,68
4	36,36	14,14	10,49	12,58	13,50	14,63	11,16	10,81	12,35	12,60	13,46	15,51	13,08
5	45,45	14,73	11,40	12,74	13,57	15,49	12,84	11,82	12,48	13,04	13,95	15,66	13,67
6	54,55	15,18	11,48	12,93	13,75	15,84	12,95	12,04	14,30	14,54	14,06	16,21	14,27
7	63,64	15,83	11,90	14,22	17,47	18,31	13,89	12,25	15,19	14,69	15,16	18,15	14,43
8	72,73	15,84	12,86	14,56	19,65	18,73	14,42	12,48	16,30	15,27	17,42	19,62	14,71
9	81,82	16,48	13,52	16,16	19,88	23,37	15,22	14,19	16,43	18,62	20,55	22,21	18,52
10	90,91	19,45	13,60	16,93	24,74	28,00	16,01	16,87	18,89	18,99	25,75	22,83	26,44
Q	90,00	19,15	13,59	16,85	24,25	27,54	15,93	16,60	18,64	18,95	25,23	22,77	25,65

Nilai probabilitas curah hujan yang digunakan untuk PLTA dapat di lihat pada bab II sub bab 2.7 yaitu dengan tingkat keandalan 90%. Maka untuk mendapatkan nilai Q90 dilakukan dengan cara interpolasi.



Gambar 2. Grafik hubungan debit andalan dengan kebutuhan PLTA

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

- Berdasarkan dari hasil perhitungan debit andalan Q90 diperoleh : bulan Januari = 19,15 m³/dtk; Februari = 13,59 m³/dtk; Maret = 16,85 m³/dtk; April = 24,25 m³/dtk; Mei = 27,54 m³/dtk; Juni = 15,93 m³/dtk; Juli = 16,60 m³/dtk; Agustus = 18,64 m³/dtk; September = 18,95 m³/dtk; Oktober = 25,23 m³/dtk; November = 22,77 m³/dtk; Desember = 25,65 m³/dtk.
- Dari hasil analisa debit andalan dengan menggunakan metode F. J. Mock terdapat hanya 3 bulan yang mampu memenuhi kebutuhan PLTA yaitu pada bulan Mei, Oktober, dan Desember.
- Terdapat 1 bulan yang hampir memenuhi untuk kebutuhan PLTA yaitu pada bulan April yaitu sebesar 24,25 m³/dtk.

5.2 Saran

- Bagi yang ingin melakukan penelitian dengan metode yang sama, sebaiknya mengambil data dari 2 sumber yang berbeda sebagai bahan perbandingan data yaitu dari PLN dan BMKG.
- Untuk pengelola PLTA Peusangan, agar terpenuhi kebutuhan debit air baik dimasa sekarang maupun dimasa yang akan mendatang perlu dilakukan reboisasi di sekitar danau Laut Tawar dan perlu nya tindakan tegas bagi oknum yang melakukan galian C disekitar danau yang merupakan hulu dari sungai Peusangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Asari, Vitri. 2021. *Analisis Debit Andalan untuk Kebutuhan Air Daerah Irigasi Matajang pada DAS Matajang Kab. Baru – Pangkep*. Makassar : Universitas Muhammadiyah Malang.
- Asdak, Chay. 1995. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, UGM press, Yogyakarta.
- Chairin, R. 2009. *Analisis Ketersediaan Air dengan Metode F.J. Mock pada Daerah Aliran Sungai Babura*. Sumatera Utara : Universitas Sumatera Utara.
- Dapertemen kehutanan, 2000. *Pedoman Penyelenggaraan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Direktorat Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah, Jakarta.
- Hadisusanto, Nugroho. 2010. *Aplikasi Hidrologi*, jogja Mediautama, Yogyakarta
- Indra, zulfikar. 2012. *Analisis Debit Sungai Munte Dengan Metode Mock dan Metode Nreca Untuk Kebutuhan Pembangkit Listrik Tenaga Air*, jurnal sipil.

- [7]. Limantara, L. M. 2018. *Rekayasa Hidrologi Edisi Revisi*. Bandung : Lubuk Agung.
- [8]. Mock, F.J, Land. 1973. *Capability Appraisal Indonesia Water Availability Appraisal*. Bogor : Food And Agriculture Organization Of Te United Nation.
- [9]. Ompo, M. I. 2019. *Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Makassar: LPP Unismuh Makasar.
- [10]. Sudirman, Diding. 1999. *Penerapan Metoda Mock untuk Menghitung Debit Andalan di Sub Daerah Pengaliran Sungai Citarum Hulu*, Jurnal Adobe Raider.
- [11]. Sutrisno. 2017. *Studi Penerapan Metode F. J. Mock dan Statistik untuk Menghitung Debit Andalan PLTA Bakaru Kabupaten Pinrang*. Makassar : Universitas Muhammadiyah Malang.