



KAJIAN POTENSI ENERGI SUNGAI KHAYAN SEBAGAI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA AIR DI KALIMANTAN UTARA

Tamrin^{1*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No. 9, Kampus Gunung Kelua, Samarinda
*Email: fts_tamrin@yahoo.com

Abstrak

Kajian potesi debit air sungai kyahan ini dapat dijadikan sebagai bahan analisis dan masukan kepada provinsi kalimantan Utara dalam rangka mendorong peningkatan layanan listrik terhadap masyarakat Kalimantan Utara, mengingat sampai saat ini masih banyak penduduk yang rumahnya belum dialiri listrik, sehingga dengan adanya penelitian ini diharapkan akan mendorong pembangunan pembangkit listrik di sungai khayon Kalimantan Utara sehingga akan mendorong peningkatan kesejahteraan masyarakat diwilayah ini. Di samping itu Pembangkit Listrik Tenaga Air ini diharapkan dapat dijadikan sumber energi baru untuk mendorong peningkatan industri kecil dan besar, dan sekaligus dapat membantu pemenuhan tenaga listrik nasional. Seperti diketahui bahwa sumber energi listrik yang berbasis pada pemanfaatan air akan memiliki biaya produksi yang rendah, sehingga dengan merancang pembangkit listrik bersusun di sungai khayon diperkirakan akan menghasilkan listrik lebih dari 4 MW dengan ketinggian mercu bendungan dengan tinggi 5-6 m. Nilai produksi ini bisa bertambah dengan menambah tinggi terjunan air yang mengarah ke pinstock

Kata Kunci : PLTA, Potensi SDA, Sungai Khayan

1. PENDAHULUAN

Kalimantan Utara adalah sebuah provinsi di Indonesia yang terletak di bagian utara pulau kalimantan. Provinsi ini berbatasan langsung dengan negara tetangga, yaitu negara Bagian Sabah dan Serawak, seperti diketahui bahwa provinsi Kalimantan Utara merupakan provinsi termuda Indonesia, yang statusnya resmi disahkan menjadi provinsi pada tanggal 25 Oktober 2012 dalam rapat paripurna DPR-RI. Provinsi ini menyimpan potensi yang sangat besar namun belum dimanfaatkan dengan baik, sehingga penghidupan masyarakat di Kalimantan Utara berbanding terbalik dengan sumberdaya alam yang dimilikinya. Salah satu potensi Kalimantan Utara yang dapat dikembangkan adalah sungai khayon yang airnya mengalir sepanjang tahun. Sehingga keberadaan sungai khayon yang dapat dijadikan pusat pembangkit listrik tenaga air untuk menjawab kebutuhan listrik masyarakat Kalimantan Utara yang meningkat seiring dengan perkembangan penduduk yang begitu pesat setelah terbentuknya provinsi baru ini, yang mana hal ini telah memicu perkebangan ekonomi di Provinsi Kalimantan Utara. Hal lain yang dapat berkembang akibat adanya pembangkit listrik ini adalah industri kecil, menengah dan besar yang nantinya akan meningkatkan kesejahteraan bagi masyarakat kalimantan utara dan sekitarnya.

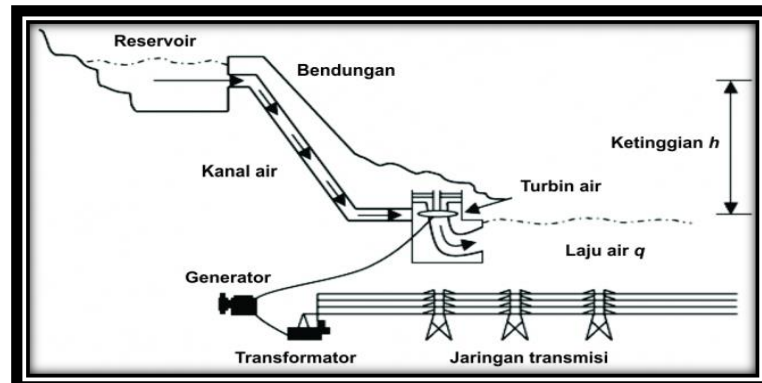
Debit sungai Khayan sangat besar dan tidak pernah surut sepanjang tahunnya, serta ditunjang oleh jeram yang cukup tinggi dibahagian hulunya membuat potensi energy listrik disungai ini sangatlah besar, sehingga dengan rancangan yang baik maka potensi sungai ini dapat dimanfaatkan secara maksimal.

Hal yang perlu mendapat perhatian adalah jarak antara air terjun ke pusat kota yang cukup jauh sehingga diperlukan jaringan transmisi untuk mengalirkan listrik dari pembangkit ke tempat yang akan ditujuh, olehnya itu diperlukan informasi awal tentang besar energy yang dapat dihasilkan oleh bebangkit listrik tersebut, dengan demikian jika ada investor yang akan masuk maka dapat melakukan kalkulasi tentang utung rugi pembangunan pembangkit listrik di Sungai Khayan.

2. DASAR TEORI

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Air

Jumlah daya listrik yang dapat dibangkitkan pada suatu pusat pembangkit listrik tenaga air tergantung pada ketinggian (h) dimana air jatuh dan laju aliran airnya yang dapat diilustrasikan seperti pada gambar 1 berikut ini



Gambar 1. Pusat Pembangkit Listrik Tenaga Air pada Umumnya

Ketinggian (h) menentukan besarnya energi potensial (EP) pada pusat pembangkit ($EP = m \times g \times h$). Laju aliran air adalah volume dari air (m^3) yang melalui penampang kanal air per detiknya ($q \text{ m}^3/\text{s}$). Daya teoritis kasar ($P \text{ kW}$) yang tersedia dapat ditulis sebagai:

$$P = 9.81qh \quad (1)$$

dengan

P : Daya (Horse Power)

q : Debit (m^3/s).

h : Tinggi jatuh (m)

Daya yang tersedia ini kemudian akan diubah menggunakan turbin air menjadi daya mekanik. Karena turbin dan peralatan elektro-mekanis lainnya memiliki efisiensi yang lebih rendah dari 100% (biasanya 90% hingga 95%), daya listrik yang dibangkitkan akan lebih kecil dari energi kasar yang tersedia. Laju q dimana air jatuh dari ketinggian efektif h tergantung dari besarnya luas penampang kanal. Jika luas penampang kanal terlalu kecil, daya keluaran akan lebih kecil dari daya optimal karena laju air q dapat lebih besar. Di lain pihak, ukuran kanal tidak dapat dibuat besar secara sembarangan karena laju air q yang melalui kanal tergantung dari laju pengisian air pada reservoir air di belakang bendungan.

Volume air pada reservoir dan ketinggian h yang bersangkutan, tergantung dari laju air yang masuk ke dalam reservoir. Selama musim kering, ketinggian air pada reservoir dapat berkurang karena jumlah air dalam reservoir lebih sedikit. Selama musim hujan, ketinggiannya dapat naik kembali karena air yang masuk dari berbagai aliran air yang mengisi bendungan. Fasilitas pembangkit listrik tenaga air harus di desain untuk menyeimbangkan aliran air yang digunakan untuk membangkitkan energi listrik dan jumlah air yang mengisi reservoir melalui sumber alami seperti curahan hujan, salju, dan aliran air lainnya.

2.2 Komponen PLTA

Secara garis besar komponen – kompenen PLTA berupa dam, turbin, generator ,transmisi dan reservoir air. Adapun penjelasan beberapa macam komponen PLTA tersebut disajikan dalam penjelasan berikut ini :

1. Dam

Dam berfungsi untuk menampung air dalam jumlah besar karena turbin memerlukan pasokan air yang cukup dan stabil. Selain itu dam juga berfungsi untuk pengendalian banjir. contoh

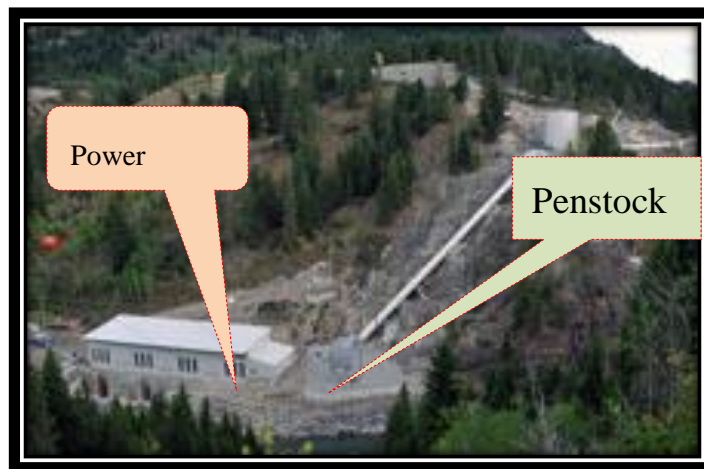
bendungan Jatiluhur yang berkapasitas 3 miliar kubik air dengan volume efektif sebesar 2,6 miliar kubik.

2. Intake

Intake adalah suatu bangunan pada bendung yang berfungsi sebagai penyalur aliran sungai, mengatur pemasukan air dan sedimen serta menghindarkan sedimen dasar sungai dan sampah masuk ke intake. Terletak di bagian sisi bendung, di tembok pangkal dan merupakan satu kesatuan dengan bangunan pembilas.

3. Penstock

Penstock adalah saluran dimana air dari resevoir bergerak untuk menuju turbin. Aliran fluida pada penstock mempengaruhi unjuk kerja sebuah turbin. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan penstock untuk PLTA adalah diameter. Dimana semakin kecil diameter maka kecepatan air dalam penstock akan semakin naik untuk debit yang sama, kerugian pada penstock disebabkan debit air dan tinggi jatuh yang relatif kecil dan ketersediaan material di daerah lokal.



Gambar 2. Penstock

Dibawah ini perhitungan dari penampang pipa saluran (*penstock*) dengan menggunakan pipa beton, beberapa Persamaan Persamaan dasar pada aliriran melalui pipa

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot d^2 \quad (2)$$

$$Q = A \times V \quad (3)$$

$$A = Q / V \quad (4)$$

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}} \quad (5)$$

Dalam perencanaan pembangkit ini, direncanakan menggunakan pipa pesat atau *penstock* terbuat dari pipa beton dibuat lurus untuk mengurangi rugi – rugi pusaran dan rugi gesekan. Untuk mengurangi rugi-rugi pusaran air pada sisi masuk *penstock* maka minimum *intake penstock* dari permukaan air *forebay*:

Jarak minimum batang pipa dari permukaan penampung air :

$$s = \frac{0,9}{d} \quad (6)$$

Ketebalan dinding batang pipa adalah :

$$P = V + [20\% \times V] \quad (7)$$

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot \eta - 0,6 \cdot P} + 0,15 \quad (8)$$

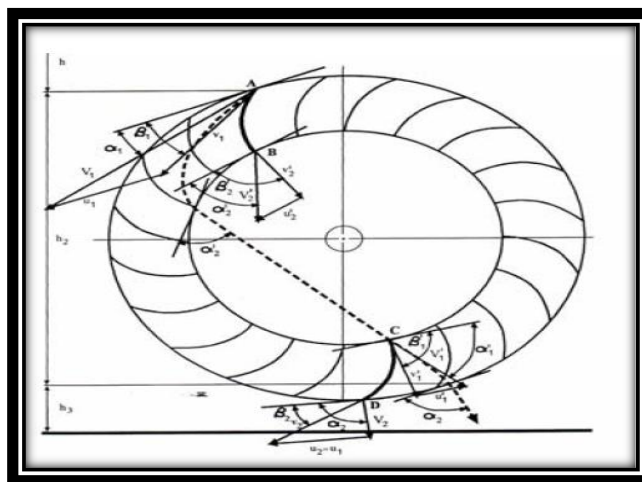
4. Turbin

Turbin berfungsi untuk mengubah energi potensial menjadi energi mekanik. Air akan memukul sudu-sudu dari turbin sehingga turbin berputar. Perputaran turbin ini di hubungkan ke generator. Turbin terdiri dari berbagai jenis seperti turbin Francis, Kaplan, Pelton, dan lain-lain. Turbin memiliki prinsip kerja yakni sebagai berikut gaya jatuh air yang mendorong baling-baling menyebabkan turbin berputar. Turbin air kebanyakan seperti kincir angin, dengan menggantikan fungsi dorong angin untuk memutar baling-baling digantikan air untuk memutar turbin. Selanjutnya turbin merubah energi.

2.3 Perencanaan mesin turbin

Dari pengukuran diperoleh H_n dalam m dengan Q dalam m^3/det digunakan turbin Impuls aliran radial yaitu turbin Crossflow dengan konversi :

- H_n dalam m dikonversikan ke ft
- Q dalam m^3/det dikonversikan ke ft^3/det

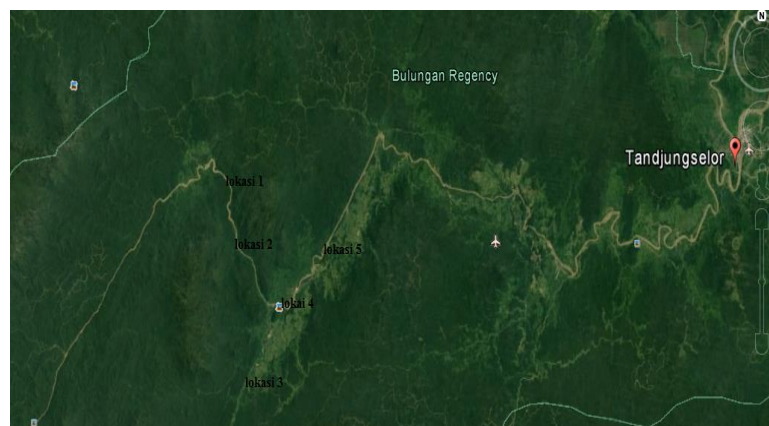


Gambar 3. Jalan Air Pada Turbin Crossflow

3. PEMBAHASAN

3.1 Konsep Pembangunan PLTA Sungai Khayan

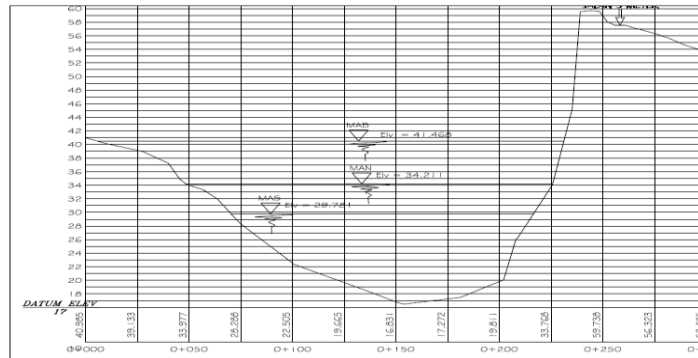
Sungai Kayan merupakan sungai yang memiliki arus deras dibagian hulunya, dengan grade 1/2 atau tingkat kesulitan di atas rata-rata, sehingga bisa digunakan untuk objek wisata arung jeram. Sungai ini melewati lebih dari 20 desa yang memiliki sub suku yang berbeda namun bahasanya sebagian besar sama, Sepintas sungai khayan dapat di lihat sbb:



Gambar 4. Peta Lokasi Potensi PLTA Sungai Khayan



Gambar 5. Debit dan arus Sungai Khayan

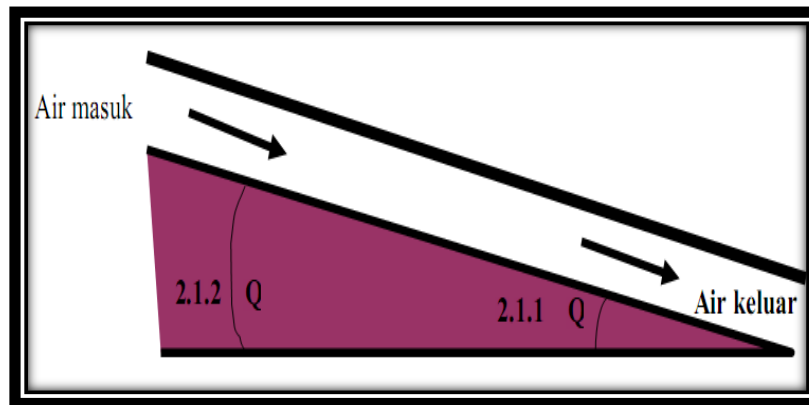


Gambar 6. Penampang Sungai Khayan

Potensi sungai Khayan untuk dijadikan PLTA dapat dilihat dari arusnya yang cukup cepat dan penampang sungainya yang diapit oleh tebing batu serta debit yang tidak pernah habis, olehnya itu dapat dijadikan dasar untuk menganalisis potensi pembuatan PLTA. Agar ketersediaan air untuk pengoperasian PLTA khayen, baik dalam keadaan musim penghujan maupun musim kemarau panjang, diperlukan pengukuran ketersediaan air untuk bendungan atau dam, guna perhitungan berapa besar debit air yang harus dialirkan melalui pintu yang dialirkan ke turbin dan bila terjadi banjir, berapa besar volume air yang harus dibuang keluar dari bendungan atau dam melalui pintu pembuangan air, sehingga tetap terjadi keseimbangan air dalam bendungan atau dam. Olenya itu beberapa parameter yang harus diperhatikan antara lain:

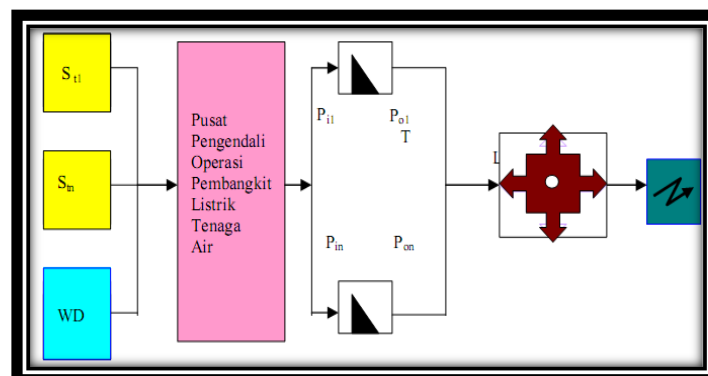
- Aliran permukaan (*surface flow*)
- Aliran dasar (*base flow*)
- Tinggi muka air
- Kehilangan air karena keadaan lingkungan
- Keadaan DAS

Kecepatan gerakan turbin, dipengaruhi oleh besar tekanan aliran air yang dialirkan ke turbin. Besar tekanan aliran air yang dialirkan tersebut, dipengaruhi debit air yang dialirkan beserta konstruksi dan penempatan saluran air yang mengalirkan air tersebut. Semakin lebar diameter dan semakin tinggi pintu saluran air dibuka, semakin besar debit air yang dialirkan, semakin tinggi tekanan air yang terjadi masuk ke turbin. Selain hal tersebut diatas, rancangan dan peletakan saluran air tersebut, juga mempengaruhi tekanan air yang dialirkan ke turbin. Semakin besar perbedaan sudut antara posisi saluran pintu masuk air dari bendungan atau dam (Q2) dengan posisi saluran pintu air keluar yang mengalirkan air masuk ke turbin (Q1) pada gambar di bawah ini, semakin besar tekanan air yang mengalir masuk ke turbin, dengan demikian perputaran turbin semakin cepat. Semakin cepat perputaran turbin, semakin besar listrik yang terjadi. Bentuk peletakan posisi saluran air yang mengalirkan air ke turbin, dipaparkan pada gambar di bawah ini :



Gambar 7. Bentuk posisi pintu saluran masuk air dan keluar, dengan Q_1 = sudut posisi peletakan pintu keluar air dengan garis horizontal, Q_2 = sudut posisi peletakan pintu saluran air masuk dari bendungan/dam dengan garis horizontal

Data hasil pengukuran yang ditransmisikan ke pusat kontrol operasi PLTA tersebut diproses sesuai kebutuhan masing-masing data tersebut. Dari hasil olahan data tersebut, diketahui berapa besar listrik yang dapat dihasilkan dari setiap operasi yang dilakukan, berdasarkan besar debit air yang dialirkan melalui pintu saluran air ke turbin, beserta keputusan apa yang segera diinstruksikan untuk dioperasikan, dalam upaya pengamanan sistem pembangkit listrik tenaga air secara menyeluruh. block diagram alur data hasil pengukuran dipaparkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 8. Block Diagram Alur Data Hasil Pengukuran

Dengan St_1 s/d St_n =stasiun ukur pada DAS, WD = stasiun ukur pada bendungan / dam, P_{11} s/d P_{in} = pintu-pintu masuk air ke saluran air, P_{01} s/d P_{on} =pintu-pintu keluar air dari saluran, T = turbin, L = listrik yang dihasilkan

3.2 Perhitungan Potensi Energi Air Sungai Khayan

Potensi Air sungai Khayan dapat dibuat 5 PLTA besusun dengan debit rata-rata 25 m³/det
Daya Turbin

- Direncanakan tinggi terjun bersih $H_{ef} = 10$ m
 - Debit rata-rata $Q_r = 30$ m³/dt
 - Ef Turbin $\eta_T = 0,75$
 - Ef Generator $\eta_G = 0,85$
 - Daya yang dihasilkan
- $$P_k = 9,81 \times Q_r \times H_{ef} \times \eta_T \times \eta_G \text{ KW}$$
- $$= 1.876 \text{ MW}$$

Karena lokasi yang terletak di hulu sungai dan area yang tersedia sangat luas, maka PLTA sungai Khayan dapat dibuat di lima lokasi pada sungai yang sama maka potesi air di sungai Khayan

ini sangat besar dan jika disetarakan dengan harga BBM yang digunakan pada PLTD maka dapat dikatakan bahwa potensi pendapatan daerah di sungai sangat besar hal ini dapat dihitung seperti tabel berikut ini

Tabel 1. Perhitungan Perbandingan Potensi Air dengan Biaya BBM pada PLTD

Bendung	Head	Debit		Debit		Daya		Daya		Produksi	Ekivalen	Harga	Ekivalen
	Perkiraan	Min	Max	Rata-rata	Desain	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Desain				
	(m)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(kW)	(kW)	(kW)	(kW)	(kWh/tahun)	(Liter HSD/tahun)	(Rp/Liter)	(Rp/tahun)
Lokasi 1	10	40	30	35	30	2275.92	1706.94	1991.43	1706.94	14952794.40	4490328.65	7500	33,677,464,865
Lokasi 2	10	40	30	35	30	2275.92	1706.94	1991.43	1706.94	14952794.40	4490328.65	7500	33,677,464,865
Lokasi 3	10	40	30	35	30	2275.92	1706.94	1991.43	1706.94	14952794.40	4490328.65	7500	33,677,464,865
Lokasi 4	10	40	30	35	30	2275.92	1706.94	1991.43	1706.94	14952794.40	4490328.65	7500	33,677,464,865
Lokasi 5	10	40	30	35	30	2275.92	1706.94	1991.43	1706.94	14952794.40	4490328.65	7500	33,677,464,865
Jumlah :						11379.60	8534.70	9957.15	8534.70	74763972.00	22451643.24		168,387,324,324

Potensi sungai Khayan jika disetarakan dengan pemakaian BBM pada PLTD maka sungai Khayan dapat mengefisiensi penggunaan Bahan Bakar Minyak (BBM) Rp.168.387.324.324 (Seratus Enam Puluh Delapan Milyard Tiga Ratus Delapan Puluh Tujuh Tigaratus Duapuluh Empat Ribuh Tiga Ratus Dua Puluh Empat Rupiah).

4. KESIMPULAN

- Dengan debit rata-rata 30 m³/det dengan tinggi rencana 10 m maka energi daya listrik yang bisa dihasilkan sebesar 1.706.94 MW/PLTA sehingga jika dibangun 5 PLTA akan menghasilkan sekitar 8.5 MW
- Jika Hasil PLTA diequivalenkan dengan PLTD harga BBM Rp.7500/liter maka daya PLTA Khayan dapat menghasilkan efisiensi BBM sebesar kurang lebih 168 M per tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim A., 1987, *Direktorat Tata Kota dan Tata Daerah*, Direktorat Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum.
- Arismunandar, A. dan Kuwahara, A., 1991, *Teknik Tenaga Listrik*, Jilid I, Cetakan ke enam, PT. Pradya Paramitha, Jakarta.
- Asdack, C., 2002, *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, Gadjah Mada niversity Press, yogyakarta.
- Chow, Ven Te, 1985, *Hidrolika Saluran Terbuka*, Penerbit rlangga, Jakarta.
- Departemen P.U, 1986, *Dirjen Pengairan, Standar Perencanaan Irigasi bagian Perencanaan Jaringan Irigasi KP-01 dan KP-04*, CV Galang Persada, Bandung.
- Lily Montarcih L., 2008, *Hidrologi Dasar*. Malang : Tirta Media. Patty, O.F, 1985, *Tenaga Air*, Cetakan Pertama, Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Subarkah, Imam, 1980, *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*, Bandung Idea Dharma.
- Trihatmodjo, Bambang, 1993, *Hidrolika II*, Penerbit Fakultas Teknik, UGM.