

[DM47]

Penentuan Lokasi dan Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro di Kabupaten Malang

Suwignyo^{1*}, Azhar Adi Darmawan¹, Chairil Saleh¹, Andi Syaiful Amal¹

¹Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Malang,
Jalan Raya Tlogomas No. 246 Kota Malang, Jawa Timur 65144
Email Penulis Korespondensi: suwignyo@umm.ac.id

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro adalah pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air di bawah kapasitas 1 MW yang dapat berasal dari jaringan irigasi, sungai, dan air terjun, dengan cara memanfaatkan tinggi terjunnya dan jumlah debit air. Kabupaten Malang mempunyai potensi besar bagi pengembangan PLTMH. Hingga saat ini saluran irigasi atau sumber air yang berpotensi sebagai sumber energi baru sangat sedikit yang memanfaatkan. Ketersediaan air dan tinggi jatuh pada saluran irigasi dan pembuangan di daerah studi merupakan faktor utama potensi pembangunan PLTMH. Pembangunan PLTMH di desa Gondanglegi dapat digunakan sebagai penerangan jalan yang saat ini masih kurang atau dapat digunakan sebagai tempat pembelajaran tentang PLTMH bagi warga sekitar dan SMK Mutu ataupun Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah (PPEM). Dengan adanya potensi sumber daya serupa yang ada maka dapat juga dilakukan identifikasi dan inventarisasi hingga perencanaan pembangunan PLTMH di aliran irigasi sebelah PPEM. Berdasarkan observasi dan pengukuran awal, debit air sesaat di lokasi Gondanglegi sebesar 3,5 m³/dtk dan akan digunakan pada tiap turbin untuk desain debit pembangkit sebesar 1,75 m³/dtk, potensi tinggi jatuh hidrolik total sebesar 2,00 m. Sehingga, potensi daya yang dapat dipasang sebesar 49,44 KWh.

Kata kunci: *Tinggi Jatuh, Debit, PLTMH, Pembangkit*

1. PENDAHULUAN

Energi Baru Terbarukan (EBT) terus dikembangkan dan dioptimalkan, dengan mengubah pola pikir bahwa EBT bukan sekedar sebagai energi alternatif dari bahan bakar fosil, tetapi harus menjadi pasokan energi nasional dengan porsi EBT 23% pada tahun 2025 dan di tahun 2050 paling sedikit sebesar 31% (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 79 Tahun 2014 Tentang Kebijakan Energi Nasional, 2014). Dalam (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2009 Tentang Ketenagalistrikan, 2009) disebutkan salah satu upaya pemerintah dalam pengembangan dan pengoptimalan potensi tenaga air adalah dengan memanfaatkan aliran sungai sebagai PLTMH.

Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro atau biasa disebut dengan PLTMH adalah suatu

pembangkit listrik skala kecil yang menggunakan tenaga air di bawah kapasitas 1 MW yang dapat berasal dari jaringan irigasi, sungai, atau air terjun alam berikut cara memanfaatkan tinggi terjunnya dan jumlah debit air (A Buyer's, 2004). Kabupaten Malang mempunyai potensi besar bagi pengembangan pembangkit listrik mikrohidro atau PLTMH. Hingga saat ini saluran irigasi atau sumber air yang berpotensi sebagai sumber energy baru sangat sedikit yang memanfaatkan, dan sebagian besar masih belum dimanfaatkan (Fachri, 2019).

Dalam pengabdian ini tim melakukan identifikasi di 3 (tiga) tempat yaitu Sumber Nyolo Karangploso, Bendung Mahardho dan salah satu potensi lain yang ada berada di desa Gondanglegi tepatnya disekitar Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah (PPEM). Dilihat dari kondisinya, ketinggian *head* sekitar 2 meter, disamping itu melihat

kondisi iklimnya, intensitas curah hujan di Kecamatan Gondanglegi termasuk dalam kategori lokasi yang bisa dimanfaatkan sebagai sumber energi baru terbarukan (Pedoman Studi Kelayakan Hidrologi Buku 2A, 2009); (Pedoman Studi Kelayakan Sipil Buku 2B, 2009). Pembangunan PLTMH di PPEM dapat digunakan sebagai penerangan jalan sekitar karena penerangan jalan di sekitar PPEM masih sangat minim dan juga dapat digunakan sebagai tempat pembelajaran tentang PLTMH bagi warga sekitar dan SMK Mutu ataupun PPEM (Darmawan, Adibah, et al., 2021). Sebelumnya juga telah dilakukan penelitian terkait potensi air tanah dalam dan juga telah dilakukan eksplorasi (Darmawan, Saleh, et al., 2021). Dengan adanya potensi-potensi sumber daya serupa yang tersedia maka sangat memungkinkan dilakukan identifikasi dan inventarisasi untuk kedepan dibuat perencanaan pembangunan PLTMH di aliran irigasi sebelah PPEM Gondanglegi.

Sebagai lembaga atau mitra yang tidak produktif secara ekonomi, pesantren ini merupakan salah satu pusat pendidikan khususnya pendidikan agama, Pondok Pesantren terus melakukan pengembangan fasilitas pendukung guna memberikan kenyamanan dalam proses belajar dan mengajar. Salah satu fasilitas yang sangat dibutuhkan adalah ketersediaan air bersih dan pasokan listrik yang murah. Ketersediaan air bersih hanya bisa diperoleh dari instalasi PDAM saja, yang tiap tahun secara kuantitatif tidak mencukupi kebutuhan selain biaya yang ditanggung oleh pengelola juga terlalu tinggi. Pemanfaatan air tanah yang digagas oleh tim pengabdian telah dilakukan pada pertengahan tahun 2019, selanjutnya dilakukan pengukuran terkait posisi titik bor dan potensi debit yang ada. Pada awal tahun 2020 telah dilakukan pengeboran sesuai arahan serta didampingi oleh tim, Alhamdulillah telah didapatkan sumber air baku yang baik. Sehingga sumber air baku yang baru ini menjadi solusi yang telah digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di lokasi ponpes dengan kontinuitas serta kualitas yang baik (Darmawan, Saleh, et al., 2021). Sehingga pada proposal kegiatan tahun ini sekiranya dapat diidentifikasi dan diinventarisasi lokasi potensi PLTMH di daerah sekitar Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah (PPEM).

2. METODE

PLTMH merupakan pembangkit listrik tenaga air dibawah ukuran 200 KW, dimana dalam perencanaan pembangunannya diperlukan pengetahuan tentang:

- a. Permesinan
- b. Hidrologi
- c. Ekonomi untuk studi kelayakan
- d. Kelistrikan dan
- e. Bangunan sipil

Pembangunan PLTMH beranjak dari beberapa konsep seperti:

- a. Pengelolaan dan penggunaan PLTMH pada masyarakat di desa merupakan sarana bagi usaha pengembangan masyarakat.
- b. Memanfaatkan air yang melimpah akan energi, untuk dapat dilakukan penghematan sumber energi lain seperti BBM / kayu.
- c. Hasil listrik diarahkan untuk pemakaian yang bersifat produktif agar dapat mendorong aktifitas ekonomi pedesaan.

Dari segi teknologi PLTMH memiliki kemudahan dan keuntungan dibandingkan pembangkit listrik lainnya. Hal tersebut karena:

- a. Kontruksi relatif sederhana (Kriteria Perencanaan 02 Bangunan Utama (Head Works) KP-02, 2013).
- b. Masyarakat pedesaan secara mandiri telah dapat mengontrol teknologi mikrohidro.
- c. Mudah dalam *operation and maintenance* serta penyediaan suku cadang, karena hampir semua komponen yang dibutuhkan mudah didapat.
- d. Mudah dioperasikan dan dirawat oleh masyarakat pedesaan.
- e. Biaya *operation and maintenance* cukup murah.

PLTMH baik terhadap lingkungan, karena tidak menghasilkan gas buangan ataupun limbah buruk, serta tidak merusak ekosistem. adapun keuntungan lain PLTMH dari segi lingkungan adalah:

- a. Mengurangi pemakaian bahan bakar fosil untuk penerangan dan kegiatan rumah tangga seperti memasak, contoh: minyak tanah, solar, kayu bakar.
- b. Terpeliharannya daerah tangkapan air, untuk menjamin suplai air bagi kelangsungan PLTMH.
- c. Ramah terhadap lingkungan.

Adapun metode pelaksanaan dalam kegiatan ini meliputi survey potensi, pengukuran kecepatan air, tinggi jatuh dan analisa debit (Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai Dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus Dan Pelampung, 2015). Secara lengkap tahapan pelaksanaan dapat dilihat pada Gambar 8.

Pelaksanaan survey potensi daerah kajian tentunya didasarkan pada adanya 3 (tiga) hal, yakni: tinggi jatuh (*head*), ketersediaan debit, dan adanya daerah layanan atau tujuan kemanfaatan. Pengukuran kecepatan air menggunakan alat ukur kecepatan air pada saluran terbuka atau biasa disebut dengan *Current meter*. Hasil pengukuran alat masih berupa jumlah putaran baling-baling yang nantinya dilakukan konversi ke satuan kecepatan. Analisis tinggi jatuh (*head*) dapat dilakukan dengan melakukan pengukuran situasi (kontur) dengan menggunakan alat ukur teodolit atau *total station*. Dan yang terakhir kegiatan analisis debit dapat dilakukan dengan mengalikan kecepatan air dengan luas penampang yang ada atau biasa digunakan rumus $Q = V.A$ (Triatmodjo, 1996).

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Kegiatan ini dilakukan pada beberapa tempat di Kabupaten Malang, namun secara detail kegiatan ini difokuskan pada Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah (PPEM), pada tahun 2021.

Alat dan Bahan

Beberapa peralatan yang tim gunakan pada survei pengukuran topografi ini meliputi:

1. Peta topografi: digunakan untuk informasi tentang keadaan lokasi, rute perjalanan, jarak dan komunikasi. Peta topografi juga menampilkan variasi daerah, tingkat tutupan vegetasi dan perbedaan ketinggian kontur. Peta topografi juga bisa digantikan dengan peta Google Map.
2. Meteran atau tali ukur: digunakan untuk mengukur panjang atau ketebalan suatu lapisan. Pita meteran ini biasanya berbentuk roll agar mudah dibawa.



Gambar 1. Roll Meter

3. GPS: digunakan untuk menganalisa koordinat posisi, kecepatan, arah dan waktu saat survey. GPS juga berguna untuk mengetahui medan lokasi agar kita tidak tersesat.



Gambar 2. GPS

4. Kamera: berguna untuk mendokumentasikan hasil kegiatan lapangan yang dilakukan, mulai dari lokasi hingga kegiatannya.



Gambar 3. Kamera

5. Kompas: digunakan sebagai navigasi penunjuk arah secara akurat.



Gambar 4. Kompas

- Waterpass: digunakan untuk mengukur atau menentukan sebuah benda atau garis dan kontur dalam posisi rata.



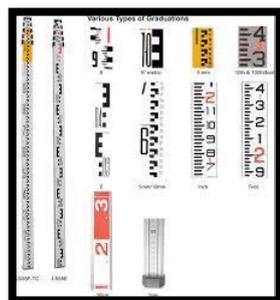
Gambar 5. Gambar Waterpass

- Tripod: digunakan untuk menyangga alat total station, theodolite, waterpass, dan lain-lain untuk berdiri tegaknya alat pengukur.



Gambar 6. Tripod

- Rambu ukur: digunakan menentukan beda tinggi dan mengukur jarak dengan menggunakan pesawat waterpass atau total station. Rambu ukur terbuat dari kayu atau campuran logam aluminium. Pada bagian bawah diberi sepatu, agar tidak aus karena sering dipakai. Rambu ukur dibagi dalam skala, angka-angka menunjukkan ukuran dalam desimeter. Ukuran desimeter dibagi dalam sentimeter oleh E dan oleh kedua garis. Oleh karena itu, kadang disebut rambu E.



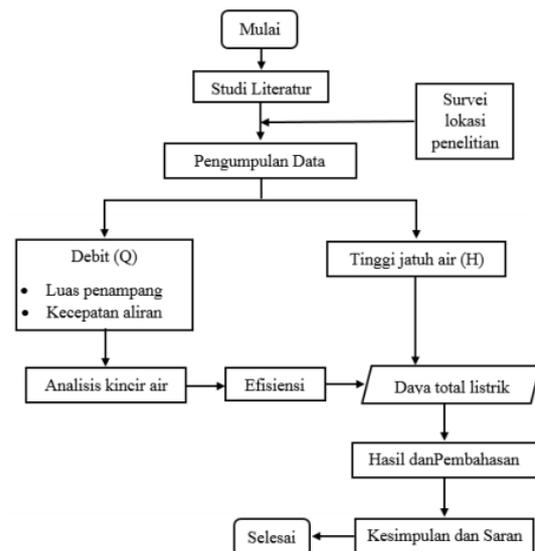
Gambar 7. Rambu Ukur

Langkah Pelaksanaan

Pada pengabdian ini dilakukan studi literatur mengenai potensi PLTA, debit, turbin air, tinggi

jatuh air (*head*), dan energi listrik yang dapat dibangkitkan oleh sebuah generator. Survei lokasi dilakukan pada saluran irigasi yang memiliki potensi secara topografi dan dilakukan pada beberapa titik disekitar wilayah kerja Kabupaten Malang yang telah ditentukan.

Pengumpulan data berupa data primer debit dan tinggi jatuh air (*head*) yang diambil langsung dilokasi saluran irigasi. Data-data hasil pengukuran kemudian dianalisa untuk mengetahui potensi yang ada, selanjutnya dibuat inventarisasi dan skala prioritas perencanaan (Kriteria Perencanaan 07 Standar Penggambaran KP-07, 2013). Secara garis besar, tahapan pelaksanaan pengabdian diperlihatkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 8.



Gambar 8. Langkah Pelaksanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk kegiatan pengabdian masyarakat ini, diharapkan dapat memanfaatkan dan mengembangkan potensi yang ada untuk melanjutkan dan mengembangkan kegiatan yang belum tercapai dan dapat membantu memberi solusi permasalahan pada pihak yang berkepentingan serta pondok pesantren dalam mendukung kegiatan belajar mengajar kepada santri. Adapun secara khusus kegiatan yang direncanakan adalah identifikasi dan inventarisasi potensi debit dan tinggi jatuh yang bisa direkomendasikan sebagai lokasi PLTMH (Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai Dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus Dan Pelampung, 2015).

Selain itu dengan demikian diharapkan dari kegiatan pengabdian ini akan didapat manfaat sebagai berikut:

1. Dapat diketahui lokasi-lokasi yang berpotensi dapat dibangun PLTMH.
2. Menggalakkan dan ikut berperan serta dalam program pemerintah, dalam rangka pencarian alternatif sumber energi baru.
3. Meningkatkan keterampilan para santri maupun mahasiswa dalam menentukan lokasi yang berpotensi untuk bisa dimanfaatkan.
4. Menambah database tim pengabdian dalam rangka mengidentifikasi dan menginventarisir lokasi yang berpotensi direncanakan PLTMH di Kabupaten Malang.

Dari hasil pelaksanaan kegiatan ini, dapat dibuat hasil inventarisasi kegiatan yang dibedakan menjadi 2 (dua) yakni daerah yang menjadi focus pengabdian dan daerah lain yang menjadi pembanding atau yang tidak menjadi skala prioritas perencanaan. Namun secara keseluruhan lokasi titik-titik hasil survey dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Peta Titik-titik Pengukuran

3.1. PPEM

Hasil survey yang telah diinventarisir dan analisis terkait potensi adanya PLTMH, yaitu Saluran induk Kedung Kandang, dengan hasil analisa sebagai berikut.

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| Desa | : Gondanglegi |
| Kecamatan | : Gondanglegi |
| Potensi debit | : 3,5 m ³ /dt |
| Tinggi hidrolis | : 2,00 m |
| Potensi pemanfaatan | : |
- ✓ Penyediaan energi listrik terbarukan untuk SMK Mutu.
 - ✓ Penyediaan energi listrik terbarukan untuk PPE Muhammadiyah Gondanglegi.

- ✓ Sisa daya dipersiapkan kerjasama jual-beli listrik dengan PT PLN.
- ✓ PLTMH dioptimalkan sebagai Laboratorium Lapangan untuk SMK Mutu & Universitas Muhammadiyah Malang.



Gambar 10. Dokumentasi Survey di PPEM

3.2. Lokasi Lain

Hasil survey lokasi lain yang telah diinventarisir dan analisis terkait potensi adanya pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Mikro Hidro (PLTMH), yaitu:

1. Sumber Nyolo

- | | |
|---------------|--|
| Desa | : Ngenep |
| Kecamatan | : Karangploso |
| Potensi debit | : Ada, namun secara head tidak tersedia. |

Potensi pemanfaatan:

- ✓ Pengembangan wisata domestic.
- ✓ Perbaikan jaringan distribusi pemanfaatan air baku.





Gambar 11. Dokumentasi Survey di Sumber Nyolo

2. Dam Mahardho

Desa : Wonokerto

Kecamatan : Wonokerto

Potensi debit: Ada, namun secara head tidak tersedia.

Potensi pemanfaatan:

- ✓ Pengembangan wisata domestik.
- ✓ Pengembangan pemanfaatan air di bendung sebagai tempat memelihara ikan.



Gambar 12. Dokumentasi Survey di Dam Mahardho

3. Sumber Jeruk

Desa : Karangsuco

Kecamatan : Pagelaran

Potensi debit : 1.100 lt/dt

Tinggi hidrolik : 7,50 m

Potensi daya terpasang : 65 kW

Potensi pemanfaatan :

- ✓ Pemompaan air minum Kota Kepanjen & sekitarnya, potensi kapasitas 100 ltr/dt.
- ✓ Penerangan jalan umum.



Gambar 13. Dokumentasi Survey di Sumber Jeruk

3.3. Hasil Analisa Potensi Daya

Dari analisa kondisi eksisting yang ada dilokasi pengabdian dan pihak mitra, maka tim pengabdian merumuskan beberapa permasalahan yang perlu diselesaikan sebagai bentuk alternatif solusi permasalahan yaitu:

1. Pihak pengelola pondok dan santri tidak memahami aspek teknis pembuatan atau perancangan potensi listrik mikro hidro.
2. Pihak pengelola pondok dan santri kurang memiliki ketrampilan dalam rangka optimalisasi pemanfaatan lahan dan saluran irigasi.

Berdasarkan observasi dan pengukuran awal, debit air di lokasi Gondanglegi sebesar 3,5 m³/detik dan akan digunakan pada masing – masing turbin untuk desain debit pembangkit sebesar 1,75 m³/detik, potensi tinggi jatuh hidrolik total = 2,00 m. Sehingga, desain tinggi jatuh hidrolik efektif yang digunakan, $H_{eff} = 2,0$ m. Potensi daya terbangkit diformulasikan sebagai berikut (Triatmodjo, 1996):

$$P = \eta \cdot \rho \cdot g \cdot Q \cdot H_{eff}$$

Dimana:

P = Daya Terbangkit (kW)

η = $\eta_t \times \eta_g$ = Efisiensi Total

η_t = Efisiensi turbin = 0,80

η_g = Efisiensi generator = 0,90

ρ = Berat Volume Air (1 ton/m³)

g = Gravitasi (9,81 m/s²)

Q = Debit Pembangkit (1,75 m³/s)

H_{eff} = Tinggi Jatuh Efektif (2 m)

$$P = 0,80 \times 0,90 \times 1,00 \times 9,81 \times 1,75 \times 2 \\ = 24,72 \text{ kWatt}$$

Maka dalam perencanaannya digunakan 2 (dua) turbin, sehingga potensi daya terbangkit PLTMH Gondanglegi,

$$P = 2 \times 24,72 = 49,44 \text{ kWatt.}$$

Degan potensi tersebut maka manfaat yang dapat digunakan adalah sebagai:

1. Penyediaan energi listrik terbarukan untuk penerangan dalam PPEM Gondanglegi.
2. Sisa daya dipersiapkan untuk fasilitas umum disekitar.
3. PLTMH dioptimalkan sebagai Laboratorium Lapangan untuk SMK Mutu & Universitas Muhammadiyah Malang.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisa dapat disimpulkan ada 4 (empat) lokasi hasil inventarisasi yang memiliki potensi adanya PLTMH. Namun dalam pengabdian ini difokuskan pada lokasi PPEM yang memiliki jaringan kerjasama dan pemanfaatan PLTMH lebih besar yaitu saluran kedung kendang atau tepatnya berlokasi pada Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah (PPEM) dengan hasil potensi daya yang dapat dimanfaatkan sebesar 49,44 kWh. Untuk saat ini tim pengabdian masih belum mengetahui secara pasti berapa penggunaan daya dan biaya yang dibutuhkan PPEM selama ini untuk menerangi daerah sekitar, namun demikian dapat dipastikan bahwa dengan adanya energi alternatif maka tentunya akan ada dampak positif dalam efisiensi pengeluaran anggaran biaya bulanan.

Adapun saran yang dapat diberikan adalah perlu adanya dukungan dari berbagai pihak guna pemanfaatan secara riil, yaitu misalnya Langkah berikutnya dukungan pendanaan pembangunan PLTMH sesuai perencanaan yang telah diperhitungkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Direktorat Penelitian dan Pengembangan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Malang (DPPM-UMM) sebagai pemberi dana kegiatan pemberdayaan masyarakat, dan juga disampaikan terima kasih kepada pihak mitra Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah (PPEM) yang memberi kesempatan serta membantu pelaksanaan kegiatan pemberdayaan masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A Buyer's. (2004). *Guide: Micro-Hydropower System*.
- Darmawan, A. A., Adibah, A. N., Abadi, K., & Saleh, C. (2021). *Pemetaan Batas Lahan Pondok Pesantren Entrepreneur Muhammadiyah Gondanglegi Kabupaten Malang (Mapping of Land Boundaries of the Entrepreneur Muhammadiyah Boarding School nasional dengan milik pesantren , sehingga walaupun bentuknya adalah sebuah pondok t. 5(1), 60–68.*
- Darmawan, A. A., Saleh, C., Setyono, E., & Amal, A. S. (2021). Analisa Model Struktur Geologi Untuk Menduga Air Tanah Dengan Menggunakan Metode Geolistrik. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 21(1), 289.
<https://doi.org/10.33087/jiubj.v21i1.1261>
- Kriteria Perencanaan 02 Bangunan Utama (Head Works) KP-02, (2013).
- Kriteria Perencanaan 07 Standar Penggambaran KP-07, (2013).
- Fachri, A. (2019). *STUDI POTENSI DEBIT DAN TINGGI JATUH AIR PADA ENERGI LISTRIK KAWASAN EKOWISATA DI DESA SRIHARJO Ahmad Fachri 1 , Rita Dewi Triastianti , Rosiana Indrawati Email : afachri960@gmail.com Teknik Energi , Institut Teknologi Yogyakarta STUDY OF THE DEBIT AND HI. 19(1), 1–14.*
- Pedoman Studi Kelayakan Hidrologi Buku 2A, 14 Jakarta, hal 15 (2009).
- Pedoman Studi Kelayakan Sipil Buku 2B, (2009).
- Undang-undang republik indonesia nomor 30 Tahun 2009 tentang Ketenagalistrikan, 2 Hukum Online 255 (2009).
- Peraturan pemerintah republik indonesia nomor 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional, Hukum Online 1 (2014).
- Tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung, (2015).
- Triatmodjo, B. (1996). *Hidrolika II*. Beta Offset.