

PENGUKURAN DEBIT DI SALURAN IRIGASI (Studi Lokasi Daerah Irigasi Kabupaten Jember)

Saifurridzal^{1*}, Entin Hidayah¹, Gusfan Halik¹, Wiwik Yunarni Widiarti¹, Sri Irawan Laras Prasajo²

¹Jurusan Teknik Sipil, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember, 68121, Indonesia

²Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Sumber Daya Air Kabupaten Jember

*Penulis Korespondensi, email : saifurridzal.teknik@unej.ac.id

ABSTRAK

Masalah pendistribusian air akibat perbedaan jumlah debit pada bangunan ukur di lapangan dengan debit sebenarnya menyebabkan terjadinya konflik antar petani, sehingga perlu adanya kalibrasi bangunan ukur irigasi untuk mengatasi permasalahan tersebut. Tujuan dilaksanakannya kegiatan pengabdian masyarakat ini adalah memberikan edukasi dan pelatihan dalam pengukuran debit untuk kalibrasi bangunan ukur irigasi kepada petugas juru dan pengamat Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Sumber Daya Air Kabupaten Jember. Peserta yang mengikuti kegiatan ini lebih dari 20 orang di setiap 16 wilayah irigasi yang ada di Kabupaten Jember. Pengukuran dilakukan dengan *current meter* menggunakan metode tampang rerata, sehingga didapatkan hasil besar debit hulu dan hilir pada 16 wilayah pengamat mengalami perbedaan yang signifikan dimana debit terbesar terletak pada saluran wilayah Mayang yakni 1,98 m³/s dan debit terkecil terletak di saluran wilayah Sumberbaru yakni 0,07 m³/s, dengan rerata kondisi saluran ukur mengalami kerusakan pada dinding saluran, sedimentasi dan penumpukan sampah rumah tangga. Kegiatan kalibrasi bangunan ukur irigasi telah memberikan pemahaman kepada pengamat dan juru bahwa kalibrasi perlu dilakukan dengan baik dan benar agar pembagian air dapat akurat dan terukur sesuai kebutuhan.

Kata kunci: alat, ukur, debit

ABSTRACT

The problem of water distribution due to the difference in the amount of discharge at the measuring structure in the field and the actual discharge causes conflict between farmers, so it is necessary to calibrate the irrigation measuring structure to overcome this problem. The aim of carrying out this community service activity is to provide education and training in measuring discharge for calibration of irrigation measuring structures to interpreters and observers of the Jember Regency Public Works, Highways, and Water Resources Department. More than 20 participants took part in this activity in each of the 16 irrigation areas in Jember Regency. Measurements were carried out with a current meter using the average view method, so the results obtained were that the magnitude of the upstream and downstream discharges in the 16 observation areas experienced significant differences, where the largest discharge was located in the Mayang region channel, namely 1.98 m³/s and the smallest discharge was located in the Sumberbaru region channel, 0.07 m³/s, with the average condition of the measuring channel experiencing damage to the channel walls, sedimentation and accumulation of household waste. Calibration activities for irrigation measuring structures have provided observers and interpreters with an understanding that calibration needs to be carried out properly and correctly so that water distribution can be accurate and measured according to needs.

Keywords: instrument, measuring, discharge

PENDAHULUAN

Irigasi merupakan salah satu kegiatan yang ditujukan dalam rangka peningkatan produktifitas pertanian tanaman pangan. Kabupaten Jember yang merupakan salah satu Kabupaten di Provinsi Jawa Timur memiliki areal irigasi ± 86.169 ha merupakan potensi yang strategis untuk menjadi salah satu Kabupaten pemasok beras di Provinsi Jawa Timur. Perencanaan dan pengelolaan sistem irigasi sangat diperlukan khususnya dalam penentuan keseluruhan kebutuhan air tanaman dalam satu jaringan irigasi supaya target produksi tercapai. Dalam proses pembagian kebutuhan air tanaman tiap petak tersier sangat diharapkan adanya prinsip efisiensi, adil dan merata serta kehilangan air seminimal mungkin harus dicapai. Berbagai potensi kehilangan air irigasi saat proses pelayanan air irigasi antara lain: kebocoran, penguapan, kesalahan pola operasi dan minimnya pemeliharaan jaringan irigasi secara berkala.

Permasalahan pelayanan jaringan irigasi lainnya yang sering dijumpai yakni keluhan debit air belum mencukupi untuk kebutuhan air tanaman milik petani. Keluhan petani didasari karena ketidak akuratan bangunan ukur irigasi terhadap debit nyata di lapangan menyebabkan konflik antar petani di daerah hulu dan hilir dalam pembagian air. Faktor lain disebabkan oleh ketidak sesuaian pola tata tanam mengakibatkan hasil panen tidak sesuai yang diharapkan. Oleh sebab itu diperlukan kalibrasi bangunan ukur irigasi untuk memastikan kebutuhan air tanaman terukur secara tepat dan akurat.

Metode kalibrasi yang perlu dilakukan dilapangan adalah metode tampang rerata (*mean section method*). Metode ini dilakukan dengan cara menghitung kecepatan aliran rata-rata pada suatu penampang saluran yang dapat ditentukan dengan alat ukur *current meter* dan rumus empiris (matematis).

Berdasarkan uraian permasalahan diatas maka perlu adanya modul tata cara pengukuran dan perhitungan debit lapangan di bangunan ukur sebagai acuan pemahaman khususnya kepada pengamat dan juru SDA untuk melakukan pengukuran dan perhitungan secara mandiri guna menjaga kinerja bangunan ukur dalam ketepatan mengukur kebutuhan air tanaman dalam jaringan irigasi.

METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan sosialisasi kalibrasi bangunan ukur debit Kabupaten Jember dilakukan selama 30 hari (1 bulan) dari tanggal 1 September 2021 hingga 30 September 2021. Studi lokasi pada Daerah Irigasi Kabupaten Jember dengan peserta sosialisai berasal dari Universitas Jember, PU Sumber Daya Air, dan pengamat daerah meliputi pengamat SDA Wilayah Sumpalsari, pengamat SDA Wilayah Mayang, pengamat SDA Wilayah Jenggawah, pengamat SDA Wilayah Ambulu, pengamat SDA Wilayah Patrang, pengamat SDA Wilayah Rambipuji, pengamat SDA Wilayah Sukowono, pengamat SDA Wilayah Bangsalsari, pengamat SDA Wilayah Gumukmas, pengamat SDA Wilayah Tanggul, pengamat SDA Wilayah Sumberbaru, pengamat SDA Wilayah Balung, pengamat SDA Wilayah Wuluhan, pengamat SDA Wilayah Kalisat, pengamat SDA Wilayah Semboro, dan pengamat SDA Wilayah Kencong. Studi lokasi pada Daerah Irigasi Kabupaten Jember,

Kegiatan pengabdian diawali dengan pemaparan materi mengenai pengenalan alat *current meter*, tata cara pengukuran, dan perhitungan debit aliran oleh Dosen dan mahasiswa jurusan Teknik Sipil Universitas Jember seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Pemaparan Materi oleh Dosen Teknik Sipil UNEJ

Metode yang digunakan untuk menghitung kecepatan dan debit aliran dengan beberapa metode yakni tampang rerata (*mean section method*), rumus praktis *Stickler*, dan bangunan ukur. Metode tampang rerata (*mean section method*) adalah metode pengukuran debit pada potongan melintang saluran dengan membagi beberapa segmen dan nilai daripada kecepatan saluran titik pertama dengan titik selanjutnya di rata-ratakan (Triatmodjo, 2008).

Pengukuran kecepatan aliran pada setiap jalur vertikal dengan metode 1 titik, 2 titik, dan 3 titik berdasarkan kedalaman air dan ketelitian yang diinginkan (Standar Nasional Indonesia 8066, 2015) ditunjukkan pada Gambar 2. Pengukuran kecepatan aliran dilakukan pada lokasi terpilih. Lokasi pengukuran harus mudah dicapai oleh pengukur atau pengamat serta tidak ada halangan aliran atau *back water*. Kecepatan rata-rata dihitung menggunakan persamaan berikut:

a. Apabila menggunakan cara satu titik:

$$\bar{v} = v_{0,6} \dots\dots\dots(1)$$

b. Apabila menggunakan cara dua titik:

$$\bar{v} = \frac{v_{0,2} + v_{0,8}}{2} \dots\dots\dots(2)$$

c. Apabila menggunakan cara tiga titik:

$$\bar{v} = \left[\left(\frac{v_{0,2} + v_{0,8}}{2} \right) + v_{0,6} \right] \times \frac{1}{2} \dots\dots\dots(3)$$

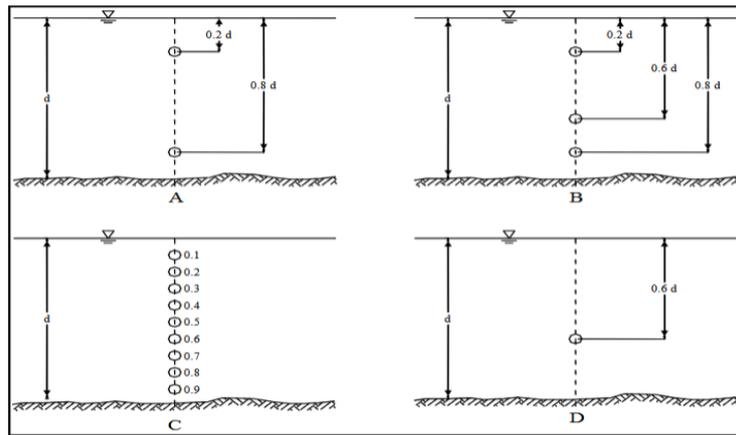
Keterangan:

\bar{v} = kecepatan aliran rata-rata pada suatu titik vertikal, (m/s);

$v_{0,2}$ = kecepatan aliran pada titik 0,2 d, (m/s);

$v_{0,6}$ = kecepatan aliran pada titik 0,6 d, (m/s);

$v_{0,8}$ = kecepatan aliran pada titik 0,8 d, (m/s).



Gambar 2. Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Cara 1 Titik, 2 Titik, dan 3 Titik

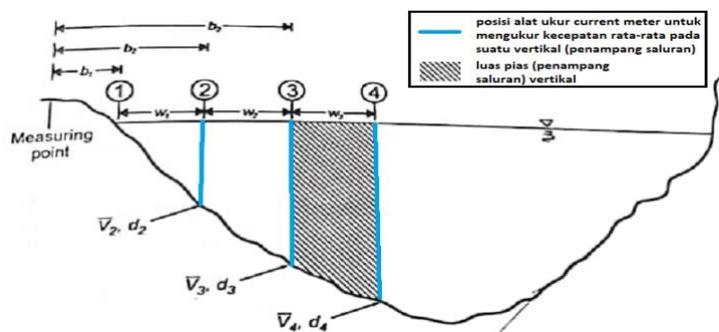
Luas penampang basah dihitung dari kedalaman air dan lebar saluran yang ditunjukkan pada Gambar 3. Kedalaman air diperoleh dengan cara mengukur kedalaman air menggunakan tongkat penduga. Luas penampang basah dihitung dengan rumus:

$$a_x = \frac{d_{(x)} - d_{(x+1)}}{2} W_x \dots\dots\dots(4)$$

$$A = \sum_{x=1}^n a_x \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- a_x = luas penampang basah pada bagian ke x, (m²);
- $b_{(x)}$ = kedalaman aliran pada pias ke x, (m);
- $b_{(x+1)}$ = kedalaman aliran pada pias ke x+1, (m);
- W_x = lebar permukaan air pada pias ke x, (m);
- A = luas seluruh penampang basah, (m²).



Gambar 3. Metode Tampang Rerata

Perhitungan debit dihitung dengan metode tampang rerata menggunakan rumus sebagai berikut:

$$q_{x-(x+1)} = \left(\frac{v_x + v_{x+1}}{2} \right) \times \left(\frac{d_x + d_{x+1}}{2} \right) \times W_x \dots\dots\dots(6)$$

$$Q = \sum q_{x-(x+1)} \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan:

- $q_{x-(x+1)}$ = debit pada pias ke x dan ke x+1, (m³/dtk);
- Q = debit aliran rata-rata penampang saluran, (m³/dtk).

Selanjutnya dilakukan analisis terkait kesesuaian debit oleh pengamat dan juru yang didampingi Dosen dan mahasiswa UNEJ dengan cara kalibrasi. Kalibrasi dilakukan karena alat ukur yang ada di saluran umumnya dapat mengalami degradasi berupa penurunan keakuratan dalam pembacaan debit (Nurrochmad, 2005) sehingga sudah tidak sesuai dengan keadaan saat ini. Kalibrasi adalah cara untuk mencapai keakuratan dari pengukuran dan dapat dikaitkan untuk mendapatkan standar dari perhitungan (Qalzum et al., 2020).

Setelah dilakukan pemaparan dan praktek lapangan diharapkan pengamat dan juru memahami tata cara mengkalibrasi alat ukur debit yang ada di lapangan. Namun tetap perlu dilakukan monitoring setiap 5 tahun sekali guna meningkatkan pemahaman pengamat dan juru.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran dilakukan pada tanggal 1 September 2021 pukul 14.10 di Saluran 1 Kertosari (Hilir BKS 4), Kecamatan Summersari, Kabupaten Jember. Saluran ini memiliki bentuk penampang trapesium dengan lebar 3,2 meter. Material dasar dan tebing saluran berupa tanah dan pasangan batu. Debit yang di alirkan adalah laminer dengan angka Froude (Fr) < 1 . Tipe bangunan ukur berupa *drempe* yang memiliki lebar ambang sebesar 4 meter. Pembagian pias didasarkan pada lebar saluran per 1 meter sehingga didapatkan sebanyak 5 pias. Foto kegiatan pengukuran kecepatan aliran di lapangan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 4. Kegiatan Pengukuran Kecepatan Aliran dengan Current Meter

Alat yang digunakan saat pengukuran antara lain meteran gulung, meteran tangan, tali rafia 1 gulung, patok kayu atau bambu, tongkat ukur dengan nivo, *stick current meter*, *stopwatch*, dan alat tulis. Data hasil pengukuran kecepatan aliran yang telah dilakukan disajikan pada tabel 1 dan 2 berikut ini.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Hulu Saluran 1 Kertosari

No.	Rai (Pias)	Lebar Air w (m)	Kedalaman d (m)	Dalam Kincir (m)			Kecepatan, v (m/s)			Kecepatan Rerata \bar{v} (m/s)	Luas A (m ²)	Debit Q (m ³ /s)	
				0,2d	0,6d	0,8d	0,2d	0,6d	0,8d				
1 awal			0						0				
2	1	w1	0.62	0.69	0.138	0.414	0.552	0.65	0.44	0.35	0.48	0.214	0.051
3	1			0.69						0.48			
4	2	w2	1	0.71	0.142	0.426	0.568	0.75	0.65	0.45	0.62	0.700	0.384
5	2			0.71						0.62			
6	3	w3	1	0.71	0.142	0.426	0.568	0.75	0.55	0.35	0.55	0.710	0.414
7	3			0.71						0.55			
8	4	w4	1	0.67	0.134	0.402	0.536	0.65	0.58	0.55	0.59	0.690	0.394
9	4			0.67						0.59			
10	5	w5	0.45	0.62	0.124	0.372	0.496	0.45	0.41	0.35	0.40	0.290	0.145
11	5			0.62						0.40			
12 akhir		w6	0.62	0	0		0	0		0	0	0.192	0.039
Jumlah =										2.80	1.43		
\bar{v} total (m/s) =										0.51			

Tabel 2. Hasil Pengukuran Kecepatan Aliran Hilir Saluran 1 Kertosari

No.	Rai (Pias)	Lebar Air w (m)	Kedalaman d (m)	Dalam Kincir (m)			Kecepatan, v (m/s)			Kecepatan Rerata \bar{v} (m/s)	Luas A (m ²)	Debit Q (m ³ /s)	
				0,2d	0,6d	0,8d	0,2d	0,6d	0,8d				
1 awal			0							0			
2	1	w1	0.75	0.78	0.156	0.468	0.624	0.65	0.45	0.35	0.48333	0.2925	0.07069
3	1			0.78						0.48333			
4	2	w2	1	0.77	0.154	0.462	0.616	0.7	0.65	0.5	0.61667	0.775	0.42625
5	2			0.77						0.61667			
6	3	w3	1	0.75	0.15	0.45	0.6	0.6	0.46	0.35	0.47	0.76	0.41293
7	3			0.75						0.47			
8	4	w4	1	0.75	0.15	0.45	0.6	0.55	0.45	0.35	0.45	0.75	0.345
9	4			0.75						0.45			
10	5	w5	0.12	0.74	0.148	0.444	0.592	0.4	0.37	0.35	0.37333	0.0894	0.0368
11	5			0.74						0.37333			
12 akhir		w6	0.76	0	0		0	0		0	0	0.2812	0.05249
Jumlah =										2.95	1.34		
\bar{v} total (m/s) =										0.46			

Contoh perhitungan kedalaman kincir, kecepatan rerata aliran, luas penampang, dan debit aliran pada pias awal di hulu saluran 1 Kertosari sebagai berikut:

a. Perhitungan Dalam Kincir

Menggunakan cara tiga titik kedalaman saluran lebih dari 0,75 meter.

$$d_{0,2} = 0,69 \times 0,2 = 0,138 \text{ m}$$

$$d_{0,6} = 0,69 \times 0,6 = 0,414 \text{ m}$$

$$d_{0,8} = 0,69 \times 0,8 = 0,552 \text{ m}$$

b. Perhitungan Kecepatan Rerata Aliran

Data kecepatan aliran yang sesuai dengan kedalaman kincir diperoleh dari pembacaan alat ukur. Maka, kecepatan rerata yang diperoleh:

$$\bar{v} = \left(\left(\frac{v_{0,2} + v_{0,8}}{2} \right) + v_{0,6} \right) \times 0,5$$

$$\bar{v} = \left(\left(\frac{0,65 + 0,35}{2} \right) + 0,44 \right) \times 0,5$$

$$\bar{v} = 0,47 \text{ m/s}$$

c. Perhitungan Luas Penampang Pias

$$A_{\text{awal-1}} = \frac{d_{\text{awal}} + d_1}{2} \times W_1$$

$$A_{\text{awal-1}} = \frac{0 + 0,69}{2} \times 0,62$$

$$A_{\text{awal-1}} = 0,214 \text{ m}^3$$

d. Perhitungan Debit

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,47 \times 0,214 = 0,050 \text{ m}^3/\text{s}$$

Hasil perhitungan rerata debit di hulu dan hilir saluran 1 Kertosari didapatkan nilai sebesar 1,43 m³/s dan 1,34 m³/s dengan rata-rata kecepatan aliran masing-masing 0,51 m/s dan 0,46 m/s. Kecepatan rerata pada saluran 1 Kertosari tergolong baik apabila dibandingkan dengan Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (KP-03) (2013) dimana nilai minimum kecepatan saluran dengan dinding saluran pasangan batu yakni sebesar 0,25 m/s.

Hasil perhitungan untuk 16 pengamat lainnya ada pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Debit 16 Pengamat

No	Pengamat	Debit Hulu (m ³ /s)	Debit Hilir (m ³ /s)
1	Sumbersari (01-9-21)	1.43	1.34
2	Mayang (02-9-21)	1.98	1.97
3	Jenggawah (06-9-21)	0.34	0.53
4	Ambulu (07-9-21)	0.17	0.16
5	Patrang (8-9-21)	0.13	0.08
6	Rambipuji (9-9-21)	0.10	0.13
7	Sukowono (14-9-21)	0.09	0.13
8	Bangsalsari (13-9-21)	0.10	0.11
9	Gumukmas (20-9-21)	0.23	0.21
10	Tanggul (21-9-21)	0.16	0.16
11	Sumberbaru (22-9-21)	0.07	0.11
12	Balung (27-9-21)	0.29	0.29
13	Wuluhan (27-9-21)	0.89	-
14	Kalisat (28-9-21)	0.16	0.21
15	Semboro (29-9-21)	0.23	0.17
16	Kencong (30-9-21)	0.23	0.27

Berdasarkan Tabel 3 didapatkan bahwa nilai debit terendah terjadi pada saluran wilayah Sumberbaru hulu yakni sebesar 0,07 m³/s sedangkan debit terbesar terjadi pada saluran wilayah Mayang yakni sebesar 1,98 m³/s. Hal tersebut terjadi akibat adanya perbedaan kebutuhan baku sawah dimana kebutuhan sawah pada wilayah Mayang cukup besar dengan luas baku sawah 6649 Ha.

Kondisi saluran pada masing-masing wilayah masih tergolong bagus. Namun, tentunya terdapat beberapa kerusakan pada dinding saluran berupa lubang, adanya sedimentasi dan menumpuknya sampah rumah tangga menyebabkan penurunan kondisi syarat hidrolis bangunan ukur berdampak pada terjadinya penurunan kinerja bangunan ukur.

Hasil dari kegiatan pelatihan ini, pengamat dan juru dapat mengimplementasikan cara pengukuran kecepatan aliran di lapangan dengan menggunakan alat current meter yang sesuai dengan SNI untuk mendapatkan nilai debit saluran. Sehingga pengamat dan juru dapat menghitung serta mengkalibrasi

bangunan ukur irigasi dengan cara membandingkan antara nilai debit di lapangan dan pada alat ukur debit saluran.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian masyarakat terkait pengukuran debit untuk kalibrasi bangunan ukur irigasi dapat disimpulkan bahwa:

1. Debit terendah dan tertinggi diantara 16 wilayah Jember masing-masing sebesar 0,07 m³/s pada wilayah Sumberbaru dan 1,98 m³/s pada wilayah Mayang dengan rerata keseluruhan kondisi wilayah saluran mengalami penurunan fungsi akibat adanya kerusakan dinding saluran, sedimentasi dan penumpukan sampah rumah tangga.
2. Perbandingan hasil analisis rata-rata dari 16 pengamat antara pengukuran menggunakan alat *current meter* dengan bangunan ukur memiliki perbedaan yang signifikan.
3. Penyampaian materi memiliki hasil yang cukup baik dan dapat diterima terbukti dengan keaktifan juru dan pengamat untuk mengikuti kegiatan monitoring dan evaluasi dengan tidak meninggalkan tempat sebelum waktu pelatihan berakhir.
4. Pengetahuan dan pemahaman juru dan pengamat SDA tentang pengukuran dan perhitungan kecepatan aliran menggunakan alat *current meter* semakin meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada para pengamat dan juru SDA Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga dan Sumber Daya Air Kabupaten Jember yang telah ikut serta dan berperan aktif dalam pelaksanaan kegiatan praktikum kalibrasi bangunan ukur yang merupakan salah satu bagian dari kegiatan monitoring dan evaluasi operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi.

Terima kasih kepada bapak Da'I Agus Muttaqin, ST selaku Kepala Bidang SDA dan Didit Supriono, ST selaku Kepala Seksi Operasi dan Pemeliharaan Saluran Primer dan Sekunder yang telah memberikan dukungan moril dan materiil dalam menyukseskan kegiatan monitoring dan evaluasi operasi dan pemeliharaan jaringan irigasi.

REFERENSI

- Direktorat Jenderal Sumber Daya Air (KP-03). (2013). *Perencanaan Jaringan Irigasi KP-03*. Dinas Pekerjaan Umum.
- Nurrochmad, F. (2005). Analisis Kalibrasi Bangunan Ukur Debit Cipoletti. *Media Teknik*.
- Qalzum, U., Musa, R., & Ashad, H. (2020). Analisis Kalibrasi Koefisien Manning pada Saluran Tanah dan Pasangan Batu Saluran Sekunder Belawa Daerah Irigasi Saddang Kabupaten Sidrap. *Jurnal Teknik Sipil: MACCA*, 3, 8.
- Standar Nasional Indonesia 8066. (2015). *Tata Cara Pengukuran Debit Aliran Sungai Dan Saluran Terbuka Menggunakan Alat Ukur Arus Dan Pelampung*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional.
- Triatmodjo, B. (2016). *HIDRAULIKA II*. Yogyakarta. Beta Offset.