

# VALIDASI ALAT UKUR TARAF MUKA AIR DIGITAL SEDERHANA UNTUK SALURAN IRIGASI

Robby Yussac Tallar<sup>[1]</sup>, Jimmy Agustian Loekito, Jonathan Chandra, Pin Panji Yapinus<sup>[2]</sup>,  
Hendrik Lesmana, Leon Karsten, Tonny<sup>[3]</sup>

<sup>[1]</sup> Dosen Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

<sup>[2]</sup> Dosen Program Studi S-1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha

<sup>[3]</sup> Mahasiswa Program Studi S-1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Kristen

Maranatha Jalan Prof. Drg. Suria Sumantri No. 65 Bandung 40164

e-mail: robbyyussac@yahoo.com

## ABSTRAK

Irigasi merupakan upaya yang dilakukan manusia untuk mengairi lahan pertanian. Secara keseluruhan sistem irigasi di Indonesia merupakan suatu bangunan irigasi yang dimulai dari suatu daerah pengambil air atau bendung dan mendistribusikannya ke berbagai daerah pertanian melalui saluran-saluran pembagi primer sampai kuarter. Untuk itu diperlukan infrastruktur pendukung dalam proses mengambil/menyalurkan air dari sumber air hingga ke petak-petak irigasi. Salah satu infrastruktur utama irigasi adalah saluran-saluran irigasi dengan alat pengatur atau pengukur debit pada bagian hulunya seperti papan duga air atau *peilchaal* yang bersifat manual untuk mengukur tinggi muka air yang melewati suatu saluran irigasi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah merencanakan alat ukur tinggi muka air secara digital pada saluran irigasi agar mempermudah para petugas penjaga pintu air ataupun petani dalam mengetahui debit aliran yang melewati suatu saluran irigasi. Data-data yang akan dikumpulkan adalah data primer yang dihasilkan dari hasil percobaan dengan membandingkan hasil dari manual maupun digital. Data-data tersebut berupa data tinggi muka air pada alat ukur Thomson untuk mencari debit aliran yang lewat model saluran terbuka. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa hasil validasi yang didapat dari digitalisasi memiliki tingkat keakurasian sangat tinggi. Nilai prosentase selisih antara nilai yang didapat dari meteran taraf manual dengan digital memiliki nilai rata-rata sebesar 1-6%. Besarnya prosentase ini sangat dipengaruhi oleh digit dibelakang koma yang memang belum disamakan dengan yang terbaca di meteran taraf manual. Oleh karena itu, untuk kedepannya akan ditingkatkan lagi kapasitasnya dalam membaca tinggi muka air secara akurat sampai ke digit terdekat.

**Kata Kunci:** alat ukur tinggi muka air digital, studi eksperimen, saluran irigasi.

## ABSTRACT

*Irrigation is an effort made by humans to irrigate agricultural land. Overall the irrigation system in Indonesia is an irrigation building that starts from a water taking area or a weir and distributes it to various agricultural areas through primary dividing channels to the quarter. This requires supporting infrastructure in the process of extracting/distributing water from water sources to irrigation plots. One of the main irrigation infrastructures is irrigation channels with a means of regulating or measuring the discharge at the upstream such as a water gauge board or manual peilchaal to measure the water level that passes through an irrigation channel. The main objective of this research is to plan a digital water level measuring instrument in the irrigation channel to make it easier for sluice guard officers or farmers to find out the flow rate that passes through an irrigation channel. The data that will be collected are primary data generated from the experimental results by comparing the results from manual and digital. These data are in the form of water level data on the Thomson measuring instrument to find the flow rate through the open channel model. Based on the research results, it can be concluded that the validation results*

*obtained from digitization have a very high level of accuracy. The percentage value difference between the value obtained from the manual and digital level meter has an average value of 1-6%. The amount of this percentage is strongly influenced by the decimal digits that have not been compared to those read on the manual level meter. Therefore, in the future, its capacity to read the water level accurately to the nearest digit will be increased.*

**Keywords:** *digital water level, experimental study, irrigation channel.*

## **1. PENDAHULUAN**

Secara umum definisi irigasi adalah usaha penyediaan dan pengaturan air untuk menunjang pertanian yang jenisnya termasuk jenis irigasi air permukaan (KP-01, 2013). Irigasi juga dapat berarti suatu proses mengalirkan air secara buatan dari sumber air yang tersedia kepada sebidang lahan untuk memenuhi kebutuhan lahan persawahan (KP-03, 2010). Dengan demikian tujuan irigasi adalah mengalirkan air secara teratur sesuai kebutuhan tanaman di petak-petak sawah pada suatu jaringan irigasi (KP-04, 2010). Pemberian air irigasi haruslah efisien agar pemberian air sesuai dengan kebutuhan air yang diperlukan pada suatu petak irigasi. Oleh karena itu diperlukan suatu alat ukur debit pada suatu aliran air di saluran irigasi (Pramono, 2017). Papan duga air atau *peilschaal* adalah alat ukur tinggi muka air yang seringkali digunakan di lapangan. Sementara meteran taraf seringkali digunakan di laboratorium. Hal ini disebabkan meteran taraf seringkali hilang atau dicuri sehingga digunakanlah alat ukur yang lebih murah atau tertanam permanen.

Permasalahan utama yang terkait dengan pengukuran tinggi muka air adalah keakurasian pengamatan akibat dari berbagai hal antara lain kesalahan pembacaan, gangguan alam dan lain sebagainya. Metode konvensional yang masih dipergunakan seringkali berdampak kepada jumlah debit aliran yang seharusnya teranalisa secara baik (Bos, 1989). Terlebih lagi di era digital sekarang ini dimana segala sesuatunya begitu cepat dengan menggunakan teknologi digital sangatlah mudah dan tingkat akurasi lebih tinggi bila dibandingkan dengan cara konvensional yang masih mengandalkan ketelitian mata.

## **2. TINJAUAN PUSTAKA**

Aliran pada saluran terbuka disebut aliran permukaan bebas (*free surface flow*) atau aliran saluran terbuka (*open channel flow*). Tekanan aliran pada saluran terbuka sama dengan tekanan atmosfer (Chow, 1989). Saluran terbuka dapat berupa:

1. saluran buatan atau saluran alamiah;
2. dapat terbuat dari berbagai macam material seperti batu, beton, pasir, semen, bata, tanah, dan material lainnya;

3. saluran dapat berbentuk persegi, segitiga, lingkaran, trapesium, tapal kuda dan tidak beraturan.

## 2.1 Debit Aliran

Debit merupakan banyaknya fluida yang melewati suatu tempat dengan satuan volume per waktu. Pengukuran pada debit dilakukan untuk mengetahui debit aktual dalam rangka pengendalian maupun pemanfaatan aliran. Pengukuran debit dapat dilakukan dengan dua cara pengukuran yaitu pengukuran tidak langsung dan pengukuran langsung. Pengukuran langsung umumnya dilakukan dengan alat bantu seperti *current meter*, pelampung, zat warna, dan lain sebagainya (Tallar & Ivan, 2020). Debit yang didapat dari hasil pengukuran tersebut dapat langsung dicari. Pengukuran debit tidak langsung biasanya dilakukan dengan menggunakan rumus hidraulik (Tallar & Suen, 2016). Pengukuran dilakukan dengan mengukur beberapa parameter hidraulik pada saluran maupun sungai.

Besarnya debit umumnya ditentukan oleh luas penampang air dan kecepatan aliran, yang dapat dinyatakan pada Persamaan 1:

$$Q = A \times V \quad (1)$$

Keterangan:

$Q$  = Debit aliran ( $m^3/s$ )

$A$  = Luas penampang saluran ( $m^2$ )

$V$  = Kecepatan rata-rata ( $m/s$ )

## 2.2 Pengukuran Debit Tidak Langsung

Pengukuran debit tidak langsung pada sungai maupun saluran terbuka dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti mengukur luas penampang saluran atau sungai sedangkan kecepatan aliran dihitung secara analitis. Adapun cara lain seperti menghitung debit menggunakan bantuan bangunan air, curah hujan, dan menggunakan rumus-rumus empiris (Leomitro & Tallar, 2015). Pengukuran tidak langsung umumnya dipakai saat pengukuran secara langsung tidak dimungkinkan. Pengukuran ini memerlukan beberapa data yang didapat dari hasil pengamatan. Penentuan debit sungai yang dihitung secara analitis, dan dapat dilakukan dengan beberapa metode analisis hidrologi seperti metode empiris, rasional, dan matematik.

### 2.3 Pengukuran Debit Langsung

Besarnya aliran dalam tiap waktu atau yang dikenal dengan nama debit, akan bergantung pada kecepatan dan luas penampang aliran. Pengukuran pada kecepatan dan tampang aliran dapat digunakan sebagai pendekatan dalam menentukan nilai debit (Triatmodjo, 2008). Cara ini merupakan salah satu prosedur umum yang sering digunakan dalam menentukan nilai debit.

Pengukuran luas penampang aliran dapat dilakukan dengan mengukur tinggi dan lebar dasar saluran. Dalam mendapatkan hasil yang lebih baik, pengukuran dapat dilakukan menjadi beberapa titik sepanjang aliran. Adapun beberapa pengukuran yang dapat dilakukan secara langsung seperti:

#### 1. *Floating Method* (Metode Apung)

Pengukuran ini dilakukan pada bagian sungai atau saluran yang lurus dengan perubahan lebar sungai yang kecil. Pada metode ini biasanya digunakan 3 pelampung. Pelampung-pelampung tersebut akan dihubungkan dengan sebuah garis. Cara kerja metode ini adalah dengan menempatkan benda yang mengapung dari jarak tertentu. Ketika benda tersebut bergerak dari titik ke titik lainnya maka kecepatan rata-rata dapat diperoleh. Kecepatan dihitung dengan Persamaan 2:

$$Q = s/t \tag{2}$$

Keterangan:

$Q$  = Debit aliran ( $m^3/s$ )

$s$  = Jarak

$t$  = Waktu

#### 2. Alat Ukur Thomson

Alat ukur Thomson merupakan alat ukur yang dapat berbentuk segitiga siku-siku, dengan sudut puncak yang berada di bawah. Sudut puncak merupakan sudut  $90^\circ$ . Untuk mengukur debit yang relatif kecil yaitu sekitar 200 lt/detik sering menggunakan alat ukur Thomson. Alat ukur Thomson biasanya terbuat dari plat yang dipasang pada pasangan batu. Kelebihan alat ukur Thomson yaitu:

- a. sederhana dan mudah dibuat;
- b. biaya pelaksanaan tidak mahal.

Kekurangan alat ukur Thomson yaitu:

- a. hanya dapat digunakan untuk debit aliran kecil;
- b. pengukuran sering kurang optimal karena turbulensi aliran air.

Besarnya debit yang dialirkan oleh bangunan ukur Thomson ini dapat dihitung dengan Persamaan 3.

$$Q = 1,39 \cdot \tan \frac{\alpha}{2} \cdot \Delta h^{5/2} \quad (3)$$

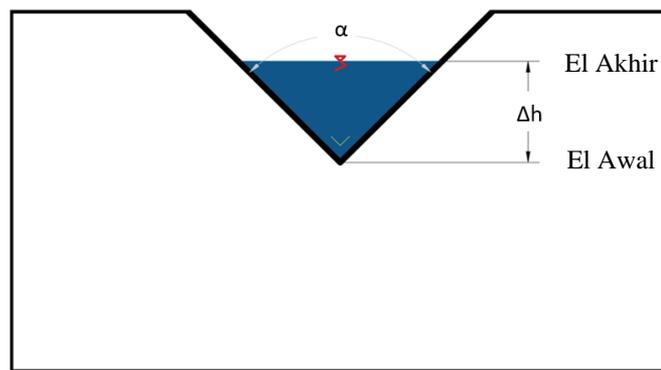
Keterangan:

Q = Debit yang dapat dialirkan (m<sup>3</sup>/s)

$\alpha$  = Sudut Thomson (90°)

$\Delta h$  = Tinggi muka air hulu dari ambang Thomson (m)

Gambar tampak depan dari alat ukur Thomson seperti terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Tampak Depan Alat Ukur Thomson

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan model fisik yang berada di dalam Laboratorium Hidraulika Program Studi S-1 Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha yaitu saluran terbuka dengan ukuran 8 m panjang x 40 cm lebar dan berbentuk bujursangkar.

#### 3.1 Pengumpulan Data

Data-data yang dikumpulkan adalah data primer yang dihasilkan dari percobaan dengan menjalankan beberapa skenario. Disamping itu, dilakukan juga beberapa pengujian awal untuk menghasilkan data pendukung yang diperlukan. Beberapa titik telah dilakukan dan kemudian dibuat lengkung debit. Data ini nantinya akan dibandingkan dengan alat *e-peilschaal* yang dibuat oleh rekan-rekan dari Program Studi Sistem Komputer. Alat-alat telah dibeli untuk dirakit dan kemudian akan diuji pada

saluran terbuka yang berada di Laboratorium Hidraulika, Prodi Studi S-1 Teknik Sipil, Universitas Kristen Maranatha.

Untuk mendapatkan lengkung debit dilakukan dengan mengalirkan air kedalam saluran terbuka, setelah air menjadi konstan dilakukan pembacaan tinggi air menggunakan alat meteran taraf. Selanjutnya turunkan tinggi muka air sedikit demi sedikit dan lakukan kembali pembacaan pada alat meteran taraf. Untuk mendapatkan debit aliran pada saluran, perlu dihitung terlebih dahulu hasil elevasi air dikurangi dengan elevasi pintu Thomson, maka debit aliran dapat dihitung dengan Persamaan 3. Debit hasil percobaan lengkung debit dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1** Debit Aliran

No	Elevasi Awal (cm)	$\Delta h = \text{El. Awal} - \text{El. dasar Thomson}$ (cm)	Debit (Q) (m <sup>3</sup> /detik)
1	32,41	17,47	0,0177
2	32,24	17,30	0,0173
3	32,00	17,06	0,0167
4	31,99	17,05	0,0167
5	31,61	16,67	0,0158
6	31,45	16,51	0,0154
7	31,08	16,14	0,0145
8	30,46	15,52	0,0132
9	29,51	14,57	0,0113
10	28,82	13,88	0,0100
11	28,24	13,30	0,0090
12	27,00	12,06	0,0070
13	26,17	11,23	0,0059

Berikut contoh perhitungan debit aliran:

1. Mencari beda elevasi muka air:

$$\text{Elevasi Dasar Thomson} = 14,94 \text{ cm}$$

$$\Delta h = \text{El. Awal} - \text{El. Dasar Thomson} = 32,41 - 14,94 = 17,47 \text{ cm}$$

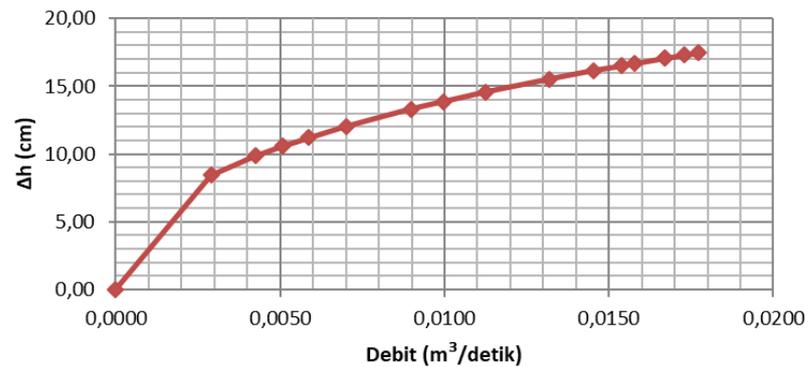
2. Menghitung debit aliran:

$$\text{Sudut Ambang Tajam} = 90^\circ$$

$$Q = 1,39 * \tan (1/2 \alpha) * (\Delta h)^{5/2} = 1,39 * \tan (1/2 * 90) * (17,47)^{5/2} \\ = 0,0177 \text{ m}^3$$

Setelah debit tiap beda ketinggian air didapatkan maka dapat dibuat lengkung debit dengan membuat grafik antara debit air dengan  $\Delta h$ . Dari grafik lengkung debit dapat ditentukan debit maksimum yaitu puncak tertinggi dari grafik tersebut. Dari puncak

tersebut dapat ditentukan debit rencana untuk penelitian. Grafik lengkung debit dari percobaan lengkung debit dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2** Lengkung Debit

### 3.2 Alat dan Bahan

Penelitian ini telah dilakukan dengan melakukan percobaan pada saluran terbuka untuk mengambil data tinggi muka air dengan menggunakan meteran taraf yang bersifat manual/konvensional. Adapaun alat-alat utama yang digunakan lainnya adalah meteran taraf atau biasa disebut *peilschaal* seperti pada Gambar 3 dan alat ukur debit aliran Thomson pada Gambar 4. Alat percobaan lainnya adalah pompa air dan saluran terbuka itu sendiri.



**Gambar 3** Meteran Taraf



**Gambar 4** Tampak Depan Alat Ukur Thomson

#### 4. ANALISIS

Hasil penelitian berupa hasil percobaan dengan menjalankan beberapa skenario. Tahapan penelitian terdiri dari pengujian awal dan pengujian akhir. Pengujian awal berupa pengukuran dimensi saluran terbuka yang digunakan dan pembuatan lengkung debit aliran. Lengkung debit aliran digunakan untuk menentukan debit aliran yang digunakan pada skenario penelitian yang akan diuji pada pengujian akhir. Skenario yang direncanakan terdiri dari 4 yaitu:

Skenario 1: debit aliran maksimum atau  $Q_{25\%}$  dengan hasil pada Tabel 2;

Skenario 2: debit aliran tinggi atau  $Q_{50\%}$  dengan hasil pada Tabel 3;

Skenario 3: debit aliran rata-rata atau  $Q_{75\%}$  dengan hasil pada Tabel 4;

Skenario 4: debit aliran rendah atau  $Q_{100\%}$  dengan hasil pada Tabel 5.

**Tabel 2** Skenario 1: Debit Aliran  $Q_{25\%} = 0,0059 \text{ m}^3/\text{det}$

Percobaan	Bacaan meteran taraf	Bacaan <i>e-peilschaal</i>	% selisih
1	11,23	11,2	3
2	11,23	11,2	3
3	11,23	11,2	3
4	11,24	11,2	4
5	11,24	11,2	4
6	11,23	11,2	3
7	11,23	11,2	3
8	11,24	11,2	4
9	11,23	11,2	3
10	11,23	11,2	3

**Tabel 3** Skenario 2: Debit Aliran  $Q_{50\%} = 0,0154\text{m}^3/\text{det}$ 

Percobaan	Bacaan meteran taraf	Bacaan <i>e-peilschaal</i>	% selisih
1	16,51	16,5	1
2	16,51	16,5	1
3	16,51	16,5	1
4	16,51	16,5	1
5	16,51	16,5	1
6	16,51	16,5	1
7	16,51	16,5	1
8	16,52	16,5	2
9	16,52	16,5	2
10	16,52	16,5	2

**Tabel 4** Skenario 3: Debit Aliran  $Q_{75\%} = 0,0167\text{ m}^3/\text{det}$ 

Percobaan	Bacaan meteran taraf	Bacaan <i>e-peilschaal</i>	% selisih
1	17,05	17,1	-5
2	17,05	17,1	-5
3	17,05	17,1	-5
4	17,05	17,1	-5
5	17,05	17,1	-5
6	17,05	17,1	-5
7	17,05	17,1	-5
8	17,05	17,1	-5
9	17,04	17,1	-6
10	17,04	17,1	-6

**Tabel 5** Skenario 4: Debit Aliran  $Q_{100\%} = 0,0177\text{ m}^3/\text{det}$ 

Percobaan	Bacaan meteran taraf	Bacaan <i>e-peilschaal</i>	% selisih
1	17,47	17,5	-3
2	17,47	17,5	-3
3	17,48	17,5	-2
4	17,48	17,5	-2
5	17,47	17,5	-3
6	17,47	17,5	-3
7	17,48	17,5	-2
8	17,47	17,5	-3
9	17,47	17,5	-3
10	17,47	17,5	-3

Di masa revolusi Industri 4.0 seperti sekarang ini, pengembangan alat ukur tinggi muka air secara digital untuk saluran-saluran irigasi sangatlah penting. Terlebih lagi di Indonesia yang memiliki banyak jaringan irigasi dan kelengkapannya. Perkembangan alat ukur tinggi muka air di Indonesia relatif lambat dengan masih sering ditemukannya papan

duga air atau yang biasa disebut *peilschaal* di banyak tempat di saluran-saluran irigasi. Meteran taraf seperti pada Gambar 5 lebih banyak digunakan di laboratorium penelitian atau untuk kegiatan akademik. Sistem digital di pengelolaan jaringan irigasi sendiri secara bertahap sudah dilakukan antara lain dengan adanya beberapa pintu air otomatis untuk mengatur debit aliran yang dibutuhkan. Oleh karena itu, *e-peilschaal* seperti Gambar 6 dibuat sederhana dengan tetap memiliki keakurasian yang tinggi untuk menggantikan papan duga air yang masih digunakan di waktu mendatang.



**Gambar 5** Pembacaan dengan Alat Ukur Manual



**Gambar 6** Pembacaan dengan Alat Ukur Digital

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa *e-peilschaal* yang dibuat dapat digunakan pada saluran terbuka. Hal ini ditunjukkan dengan hasil validasi yang memiliki tingkat keakurasian sangat tinggi. Nilai prosentase selisih antara nilai yang didapat dari meteran taraf manual dengan *e-peilschaal* memiliki nilai rata-rata sebesar 1% sampai 6% saja. Besarnya prosentase ini sangat dipengaruhi oleh digit dibelakang koma yang memang belum disamakan dengan yang terbaca di meteran taraf manual. Oleh karena itu, untuk kedepannya *e-peilschaal* akan ditingkatkan lagi kapasitasnya dalam membaca tinggi muka air secara akurat sampai ke digit terdekat. Diperlukan juga wadah atau *casing* yang baik sehingga lebih terlihat sempurna dalam proses akhir digitalisasi alat ukur tinggi muka air ini.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Bos, M.G. 1989. *Discharge measurement structures (Third Revision)*. International Institute for Land Reclamation and Improvement/ILRI, Wageningen, Netherland.
2. Chow, V.T., 1989, *Open-Channel Hydraulic*, Penerbit Erlangga, Bandung.
3. Direktorat Jendral Irigasi. 2010. Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi Bagian Bangunan (KP-04). Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
4. Direktorat Jendral Pengairan. 2010. Standar Perencanaan Irigasi kriteria Perencanaan Saluran Irigasi (KP-03). Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
5. Direktorat Jendral Pengairan. 2013. Standar Perencanaan Irigasi (KP-01). Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
6. Leomitro, N., Tallar, R.Y. 2015. Kajian Perangkat Perlindungan Dampak Rendah Suatu Kawasan di Dalam Perencanaan Pengembangan Suatu Lahan dan Pelestarian Sumberdaya Air. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha*. Bandung Vol 16 No. 2.
7. Pramono, S. 2017. Evaluasi dan Penentuan Prioritas Rehabilitasi Jaringan Irigasi (Studi Kasus Pada Daerah Irigasi di Kabupaten Brebes). *Jurnal. Universitas Islam Sultan Agung*. Semarang Vol. 10 No. 2.
8. Tallar, R.Y., Ivan. 2020. Studi Eksperimental Pengaruh Blok-Halang Pada Lantai Kolam Olak Bendung Terhadap Penggerusan Lokal. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Kristen Maranatha*. Bandung Vol 16 No. 2.
9. Tallar, R.Y., Suen, J. P. 2016. *Aquaculture Water Quality Index: A Low-Cost Index to Accelerate Aquaculture Development in Indonesia*. *Aquac. Int.*, 24, 295–312.
10. Triatmodjo, B. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.