

THE EFFECT OF TOPOGRAPHIC MEASUREMENT ACCURACY ON IRIGATION DESIGN (CASE STUDY AT GONGGANG)

PENGARUH KETELITIAN HASIL PENGUKURAN TOPOGRAFI TERHADAP DESAIN IRIGASI GONGGANG

Heri Wijayanto

Program Studi Teknik Sipil
Program Pascasarjana UMS
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura,
Tromol Pos I, Surakarta, 57102
Telp: 08122591936
heri_ddc@yahoo.com

Sri Sunarjono

Program Studi Teknik Sipil
Program Pascasarjana UMS
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura,
Tromol Pos I, Surakarta, 57102
Telp: 081329616090
ssunarjono@gmail.com

Jaji Abdurrosyid

Program Studi Teknik Sipil
Program Pascasarjana UMS
Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura,
Tromol Pos I, Surakarta, 57102
Telp: 087836312447
jarrosyid@yahoo.com

Abstrak

Perencanaan irigasi sangat ditentukan oleh pengukuran beda tinggi. Pengukuran ketinggian patok tetap meliputi patok *Bench Mark* (BM) dan *Control Point* (CP) ditulis 3 angka desimal, detail situasi serta ketinggian detail profil melintang cukup ditulis 2 angka desimal. Penelitian ini dilakukan pada Saluran Sekunder Wonosari, Janggan, Tugu, Sukun, Bowong dan Bowong Kiri di Daerah Irigasi Gonggang Kabupaten Magetan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil melintang dan memanjang, *bill of quantity*/BOQ, biaya konstruksi saluran dan uji signifikansi analisis tersebut. Metode penelitian yang dilakukan meliputi analisis profil melintang dan memanjang, *bill of quantity*/BOQ, biaya konstruksi saluran dan signifikansi analisis tersebut berdasarkan 2 dan 3 angka desimal. Hasil pengujian hipotesis terhadap profil melintang, *bill of quantity*/BOQ dan biaya konstruksi saluran dinyatakan tidak signifikansi terhadap masing – masing pengujian.

Kata Kunci: biaya, BOQ, profil, signifikansi

PENDAHULUAN

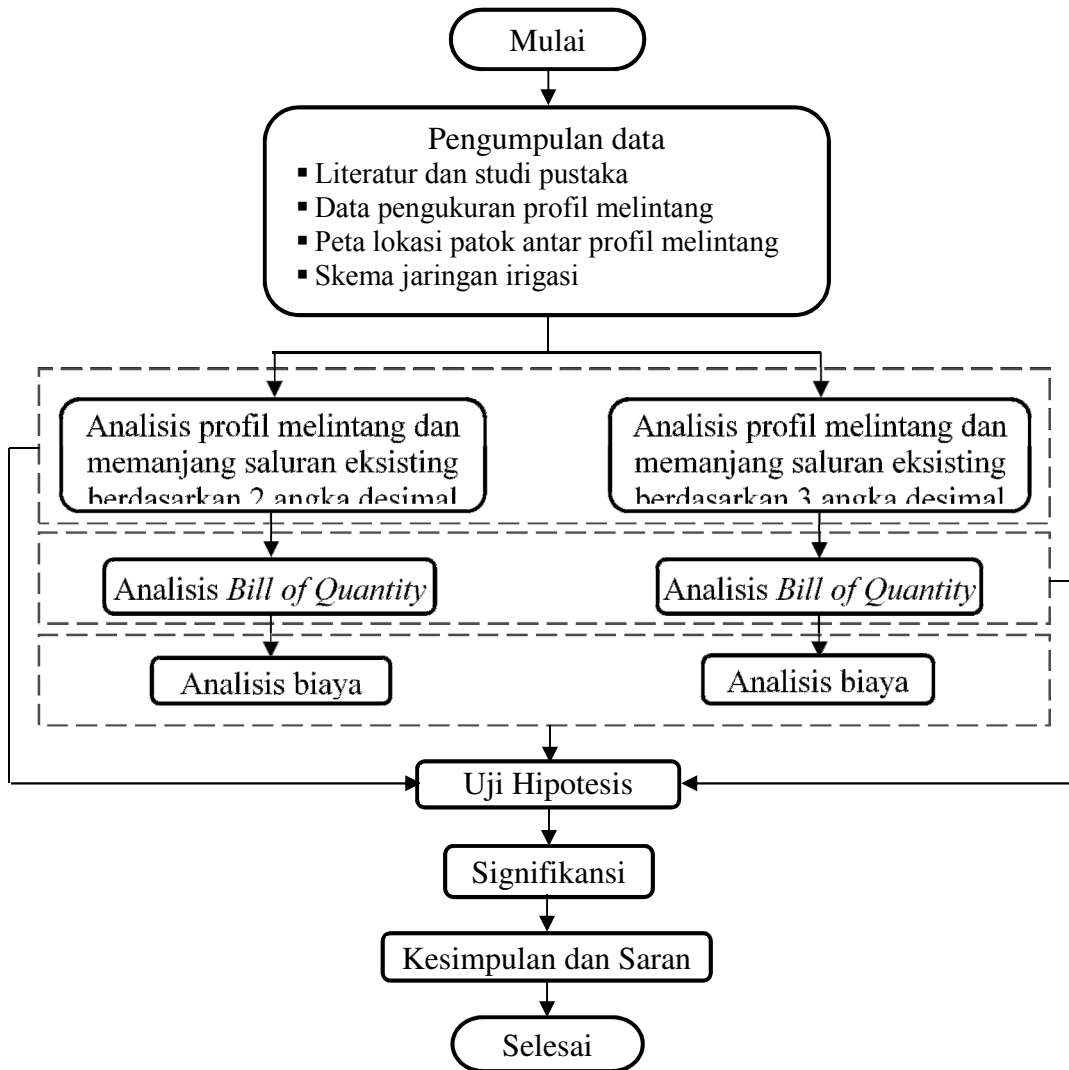
Pekerjaan – pekerjaan teknik sangat memerlukan peta topografi sebagai dasar bagi ahli teknik untuk menentukan pilihan perencanaan sampai dengan pilihan lokasi yang terbaik. Perencanaan irigasi sangat ditentukan oleh pengukuran beda tinggi (Rais, 1978). Data akhir pengukuran topografi dan saluran yang digunakan dalam perencanaan detail saluran meliputi peta topografi, peta situasi, penampang memanjang dan penampang melintang saluran (Direktorat Jenderal Pengairan, 1986).

Pengukuran ketinggian patok tetap meliputi patok *Bench Mark* (BM) dan *Control Point* (CP) ditulis 3 (tiga) angka desimal, detail situasi serta ketinggian detail profil melintang cukup ditulis 2 (dua) angka desimal (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004). Meskipun pernyataan tentang penulisan angka desimal sudah terdapat pada pedoman tersebut di atas tetapi pada kenyataannya penggambaran profil melintang dan memanjang yang berasal dari dana bantuan luar negeri menggunakan 3 (tiga) angka desimal sedangkan dana bantuan dalam negeri tidak mempermasalahkan penggambaran dengan menggunakan 2 (dua) atau 3 (tiga) angka desimal.

Penelitian ini dilakukan pada Saluran Sekunder Wonosari, Janggan, Tugu, Sukun, Bowong dan Bowong Kiri di Daerah Irigasi Gonggang Kabupaten Magetan. Penelitian ini bertujuan untuk: (a). Analisis profil melintang dan memanjang saluran eksisting berdasarkan hasil pengukuran lapangan; (b). Analisis *Bill of Quantity*/BOQ berdasarkan desain konstruksi saluran irigasi sekunder; (c). Analisis biaya konstruksi saluran irigasi sekunder; dan (d). Analisis signifikansi profil melintang, *Bill of Quantity*/BOQ dan biaya konstruksi saluran irigasi sekunder.

METODE PENELITIAN

Bagan alir pelaksanaan penelitian merupakan urutan rencana penelitian yang akan dilaksanakan. Bagan alir ini diawali dengan kata “mulai” dilanjutkan dengan kegiatan pengumpulan data, analisis profil melintang dan memanjang, analisis BOQ, analisis biaya konstruksi saluran, uji hipotesis (profil melintang, BOQ dan biaya konstruksi saluran), signifikansi (profil melintang, BOQ dan biaya konstruksi saluran), kesimpulan dan saran serta diakhiri dengan kata “selesai”.



Gambar 1 Bagan Alir Pelaksanaan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Profil Melintang dan Memanjang

Pengolahan analisis profil melintang dan memanjang saluran eksisting pada penelitian ini berdasarkan 2 (dua) dan 3 (tiga) angka desimal.

Langkah – langkah dalam kegiatan analisis profil melintang meliputi :

1. Input data pengukuran lapangan ke dalam form plot profil melintang pada *Microsoft Excel*.
2. Plot input data pengukuran lapangan yang telah dimasukkan dalam form plot profil melintang ke program AutoCAD versi 2005 ke bawah.

Langkah – langkah dalam kegiatan analisis profil memanjang meliputi :

1. Input data elevasi tanggul kiri, tanggul kanan dan dasar saluran berdasarkan gambar profil melintang ke dalam form plot profil memanjang pada *Microsoft Excel*.
2. Plot input elevasi tanggul kiri, tanggul kanan dan dasar saluran berdasarkan gambar profil melintang yang telah dimasukkan dalam form plot profil memanjang ke program AutoCAD versi 2005 ke bawah.

Hasil plot profil melintang dan memanjang berdasarkan 2 (dua) dan 3 (tiga) angka desimal disertai dengan desain saluran yang menggunakan konstruksi buis beton setengah lingkaran diperkuat dengan pemasangan batu kali (talud kanan maupun kiri) akan menghasilkan luas pada masing – masing jenis pekerjaan. Luas ini

akan digunakan dalam perhitungan *bill of quantity/BOQ*. Luas ini meliputi galian, timbunan, pasangan batu kali, plesteran, bongkaran dan siaran.

Tabel 1 Hasil Analisis Profil Melintang Berdasarkan 2 (Dua) Angka Desimal

No	Nama Saluran Sekunder	Luas Profil Melintang (m ²)					
		Galian	Timb.	Pas.	Plesteran	Bongk.	Siaran
1	Wonosari	37.43	13.40	47.45	106.10	6.40	-
2	a. Janggan (Pipa Pralon)	11.79	7.66	6.14	10.55	-	-
	b. Janggan (Buis Beton)	179.58	7.72	45.68	105.90	-	-
3	Tugu	18.50	6.91	18.69	44.40	1.52	-
4	Sukun	26.71	19.14	49.93	105.50	5.87	-
5	Bowong	40.81	19.65	55.69	110.09	6.82	5.18
6	Bowong Kiri	25.89	8.30	24.19	49.20	-	-

Tabel 2 Hasil Analisis Profil Melintang Berdasarkan 3 (Tiga) Angka Desimal

No	Nama Saluran Sekunder	Luas Profil Melintang (m ²)					
		Galian	Timb.	Pas.	Plesteran	Bongk.	Siaran
1	Wonosari	37.441	13.386	47.395	106.100	6.375	-
2	a. Janggan (Pipa Pralon)	11.779	7.630	6.130	10.548	-	-
	b. Janggan (Buis Beton)	179.621	7.690	45.580	105.900	-	-
3	Tugu	18.481	6.913	18.640	44.400	1.516	-
4	Sukun	26.691	19.183	49.680	105.500	5.884	-
5	Bowong	40.734	19.626	55.583	110.100	6.803	5.180
6	Bowong Kiri	25.823	8.276	24.190	49.200	-	-

Analisis *Bill of Quantity/BOQ*

Kegiatan analisis BOQ meliputi galian, timbunan, pasangan batu kali, buis beton, pipa PVC, plesteran, siaran dan bongkaran.

Langkah – langkah dalam kegiatan analisis *bill of quantity/BOQ* ini meliputi :

1. Menggabungkan antara gambar profil melintang 2 (dua) dan 3 (tiga) angka desimal dengan hasil desain saluran akan diperoleh luas pada masing – masing jenis pekerjaan.
2. Menghitung volume masing – masing jenis pekerjaan.

Tabel 3 Hasil Analisis *Bill of Quantity/BOQ* Berdasarkan 2 (Dua) Angka Desimal

No	Nama Saluran Sekunder	<i>Bill of Quantity/BOQ</i> (m ³)					
		Galian	Timb.	Pas.	Plesteran	Bongk.	Siaran
1	Wonosari	689.39	352.52	1,343.47	2,984.80	154.32	-
2	a. Janggan (Pipa Pralon)	129.98	321.31	197.41	341.97	-	-
	b. Janggan (Buis Beton)	5,571.71	254.63	1,523.34	3,522.95	-	-
3	Tugu	277.98	194.67	510.24	1,212.55	43.89	-
4	Sukun	206.69	532.55	1,350.22	2,852.90	163.26	-
5	Bowong	674.53	554.01	1,599.02	3,123.52	189.28	204.23
6	Bowong Kiri	591.40	325.87	897.39	1,825.20	-	-

Tabel 4 Hasil Analisis *Bill of Quantity/BOQ* Berdasarkan 3 (Tiga) Angka Desimal

No	Nama Saluran Sekunder	<i>Bill of Quantity/BOQ</i> (m ³)					
		Galian	Timb.	Pas.	Plesteran	Bongk.	Siaran
1	Wonosari	690.003	352.115	1,333.580	2,984.800	153.963	-
2	a. Janggan (Pipa Pralon)	130.710	319.953	197.027	341.785	-	-
	b. Janggan (Buis Beton)	5,573.287	253.723	1,519.758	3,522.950	-	-
3	Tugu	277.491	194.754	508.443	1,212.550	43.775	-
4	Sukun	204.931	533.633	1,343.613	2,852.900	163.631	-
5	Bowong	673.081	553.173	1,596.184	3,123.700	188.736	204.110
6	Bowong Kiri	589.146	325.298	897.390	1,825.200	-	-

Analisis Biaya Konstruksi Saluran

Analisis biaya ini diperoleh dari perkalian volume pekerjaan dengan harga satuan upah dan bahan setempat tahun 2012 yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Magetan.

Langkah – langkah dalam kegiatan analisis biaya ini meliputi :

1. Mencari analisis harga satuan upah dan bahan Kabupaten Magetan tahun 2012.
2. Mengalikan hasil analisis *bill of quantity*/BOQ dengan analisis harga satuan upah dan bahan pada masing – masing jenis pekerjaan.

Tabel 5 Hasil Analisis Biaya Konstruksi Saluran Berdasarkan 2 (Dua) Angka Desimal

No	Nama Saluran Sekunder	Biaya Konstruksi Saluran (Rp)			
		Galian	Timbunan	Pasangan	Plesteran
1	Wonosari	9,237,759.00	9,165,520.00	806,350,694.00	115,213,280.00
2	a. Janggan (Pipa Pralon)	1,741,665.00	8,353,930.00	118,482,481.00	13,199,849.00
	b. Janggan (Buis Beton)	74,660,914.00	6,620,380.00	914,305,667.00	135,985,870.00
3	Tugu	3,724,865.00	5,061,290.00	306,243,047.00	46,804,430.00
4	Sukun	2,769,579.00	13,846,170.00	810,399,043.00	110,121,940.00
5	Bowong	9,038,635.00	14,404,260.00	959,728,803.00	120,567,679.00
6	Bowong Kiri	7,924,693.00	8,472,620.00	538,613,478.00	70,452,720.00

Lanjutan **Tabel 5**

No	Nama Saluran Sekunder	Biaya Konstruksi Saluran (Rp)			
		Bongkaran	Siaran	Pipa Pralon	Buis Beton
1	Wonosari	75,030,384.00	-	-	91,740,500.00
2	a. Janggan (Pipa Pralon)	-	-	333,180,000.00	-
	b. Janggan (Buis Beton)	-	-	-	94,978,500.00
3	Tugu	21,339,318.00	-	-	30,680,520.00
4	Sukun	79,374,581.00	-	-	102,846,970.00
5	Bowong	92,027,936.00	5,942,947.50	-	102,782,310.00
6	Bowong Kiri	-	-	-	69,676,530.00

Tabel 6 Hasil Analisis Biaya Konstruksi Saluran Berdasarkan 3 (Tiga) Angka Desimal

No	Nama Saluran Sekunder	Biaya Konstruksi Saluran (Rp)			
		Galian	Timbunan	Pasangan	Plesteran
1	Wonosari	9,246,040.20	9,154,977.00	800,414,716.00	115,213,280.00
2	a. Janggan (Pipa Pralon)	1,751,507.30	8,318,778.00	118,255,305.30	13,192,901.00
	b. Janggan (Buis Beton)	74,682,045.80	6,596,798.00	912,158,451.50	135,985,870.00
3	Tugu	3,718,379.40	5,063,591.00	305,167,188.50	46,804,430.00
4	Sukun	2,746,068.70	13,874,445.00	806,436,222.50	110,121,940.00
5	Bowong	9,019,285.40	14,382,485.00	958,029,636.80	120,574,820.00
6	Bowong Kiri	7,894,556.40	8,457,748.00	538,613,478.00	70,452,720.00

Lanjutan **Tabel 6**

No	Nama Saluran Sekunder	Biaya Konstruksi Saluran (Rp)			
		Bongkaran	Siaran	Pipa Pralon	Buis Beton
1	Wonosari	74,856,567.50	-	-	91,740,500.00
2	a. Janggan (Pipa Pralon)	-	-	333,180,000.00	-
	b. Janggan (Buis Beton)	-	-	-	94,978,500.00
3	Tugu	21,283,161.90	-	-	30,680,520.00
4	Sukun	79,557,392.20	-	-	102,846,970.00
5	Bowong	91,763,443.20	5,939,601.00	-	102,782,310.00
6	Bowong Kiri	-	-	-	69,676,530.00

Uji Hipotesis

Pengujian hipotesis yang berasal dari data lapangan dilakukan dengan bantuan statistika dengan menggunakan metode uji rata-rata tidak berpasangan (Sudjana, 2005). Pengujian hipotesis penelitian dengan

bantuan statistika dimulai dengan merumuskan hipotesis statistika. Kegiatan pengujian hipotesis pada penelitian ini meliputi profil melintang, *Bill of Quantity*/BOQ dan biaya konstruksi saluran.

Langkah – langkah dalam kegiatan uji hipotesis ini meliputi :

1. Merumuskan hipotesis nol (H_0) dan hipotesis alternatif (H_a)

$H_0 : \mu_A = \mu_B$ (tidak terdapat perbedaan yang signifikansi untuk rata – rata A dan B)

$H_1 : \mu_A \neq \mu_B$ (terdapat perbedaan yang signifikansi untuk rata – rata A dan B)

2. Menentukan taraf signifikansi (α)

$\alpha = 5\%$

3. Menentukan kriteria pengujian hipotesis

a. $n_A + n_B - 2 > 30$, digunakan tabel “nilai kritis sebaran t” dengan derajat bebas tak terhingga (∞)

b. $n_A + n_B - 2 < 30$, digunakan tabel “nilai kritis sebaran t” dengan derajat bebas ($n_A + n_B - 2$)

Kriteria pengujian hipotesis ini menggunakan kurva pengujian dua sisi.

4. Menghitung uji hipotesis

Uji hipotesis ini menghitung dua mean (\bar{X}_A dan \bar{X}_B) serta standar deviasi (S_A dan S_B)

5. Kesimpulan

Kesimpulan ini menentukan H_0 diterima atau ditolak berdasarkan syarat – syarat pada kurva pengujian dua sisi yang berisi tentang terdapat / tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara 2 sampel yang diuji.

Tabel 7 Hasil Analisis Pengujian Hipotesis Terhadap Profil Melintang

No	Nama Saluran Sekunder	Uji Hipotesis					
		α	n_A+n_B-2	$Z(\alpha/2)$ atau $t(\alpha/2;df(n_{A+n_B-2}))$	Z_{hitung} atau t_{hitung}	Keputusan H_0	Ada/Tidak Perbedaan Signifikansi
1	Wonosari	5%	152	1.9600	0.075	Diterima	Tidak
2	a. Janggan (Pipa Pralon)	5%	32	1.9600	0.005	Diterima	Tidak
	b. Janggan (Buis Beton)	5%	122	1.9600	0.003	Diterima	Tidak
3	Tugu	5%	62	1.9600	0.075	Diterima	Tidak
4	Sukun	5%	154	1.9600	0.015	Diterima	Tidak
5	Bowong	5%	156	1.9600	0.019	Diterima	Tidak
6	Bowong Kiri	5%	82	1.9600	0.019	Diterima	Tidak

Tabel 8 Hasil Analisis Pengujian Hipotesis Terhadap *Bill of Quantity*/BOQ

No	Nama Saluran Sekunder	Uji Hipotesis					
		α	n_A+n_B-2	$Z(\alpha/2)$ atau $t(\alpha/2;df(n_{A+n_B-2}))$	Z_{hitung} atau t_{hitung}	Keputusan H_0	Ada/Tidak Perbedaan Signifikansi
1	Wonosari	5%	150	1.9600	0.016	Diterima	Tidak
2	a. Janggan (Pipa Pralon)	5%	30	2.0423	0.004	Diterima	Tidak
	b. Janggan (Buis Beton)	5%	120	1.9600	0.002	Diterima	Tidak
3	Tugu	5%	60	1.9600	0.006	Diterima	Tidak
4	Sukun	5%	152	1.9600	0.010	Diterima	Tidak
5	Bowong	5%	154	1.9600	0.008	Diterima	Tidak
6	Bowong Kiri	5%	80	1.9600	0.006	Diterima	Tidak

Tabel 9 Hasil Analisis Pengujian Hipotesis Terhadap Biaya Konstruksi Saluran

No	Nama Saluran Sekunder	Uji Hipotesis					
		α	n_A+n_B-2	$Z(\alpha/2)$ atau $t(\alpha/2;df(n_{A+n_B-2}))$	Z_{hitung} atau t_{hitung}	Keputusan H_0	Ada/Tidak Perbedaan Signifikansi
1	Wonosari	5%	150	1.9600	0.030	Diterima	Tidak
2	a. Janggan (Pipa Pralon)	5%	30	2.0423	0.003	Diterima	Tidak

No	Nama Saluran Sekunder	Uji Hipotesis					
		α	n_A+n_B-2	$Z(\alpha/2)$ atau $t(\alpha/2;df(n_A+n_B-2))$	Z_{hitung} atau t_{hitung}	Keputusan H_0	Ada/Tidak Perbedaan Signifikansi
	b. Janggan (Buis Beton)	5%	120	1.9600	0.019	Diterima	Tidak
3	Tugu	5%	60	1.9600	0.021	Diterima	Tidak
4	Sukun	5%	152	1.9600	0.034	Diterima	Tidak
5	Bowong	5%	154	1.9600	0.019	Diterima	Tidak
6	Bowong Kiri	5%	80	1.9600	0.001	Diterima	Tidak

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian ini meliputi :

- Perbedaan luas total profil melintang berdasarkan pengolahan data pengukuran topografi 2 (dua) dan 3 (tiga) angka desimal pada penelitian ini antara lain :
 - Saluran Sekunder Wonosari = 0.383 m^2
 - Saluran Sekunder Janggan dengan konstruksi pipa pralon $\varnothing 0.30 \text{ m} = 0.053 \text{ m}^2$
 - Saluran Sekunder Janggan dengan konstruksi buis beton = 0.089 m^2
 - Saluran Sekunder Tugu = 0.070 m^2
 - Saluran Sekunder Sukun = 0.212 m^2
 - Saluran Sekunder Bowong = 0.214 m^2
 - Saluran Sekunder Bowong Kiri = 0.091 m^2
- Perbedaan *bill of quantity*/BOQ total berdasarkan pengolahan data pengukuran topografi 2 (dua) dan 3 (tiga) angka desimal pada penelitian ini antara lain :
 - Saluran Sekunder Wonosari = 10.035 m^3
 - Saluran Sekunder Janggan dengan konstruksi pipa pralon $\varnothing 0.30 \text{ m} = 1.176 \text{ m}^3$
 - Saluran Sekunder Janggan dengan konstruksi buis beton = 2.908 m^3
 - Saluran Sekunder Tugu = 2.303 m^3
 - Saluran Sekunder Sukun = 6.894 m^3
 - Saluran Sekunder Bowong = 5.587 m^3
 - Saluran Sekunder Bowong Kiri = 2.821 m^3
- Perbedaan biaya konstruksi saluran total berdasarkan pengolahan data pengukuran topografi 2 (dua) dan 3 (tiga) angka desimal pada penelitian ini antara lain :
 - Saluran Sekunder Wonosari = Rp 6,112,056.30
 - Saluran Sekunder Janggan dengan konstruksi pipa pralon $\varnothing 0.30 \text{ m} = \text{Rp } 259,433.40$
 - Saluran Sekunder Janggan dengan konstruksi buis beton = Rp 2,149,665.70
 - Saluran Sekunder Tugu = Rp 1,136,199.20
 - Saluran Sekunder Sukun = Rp 3,775,244.60
 - Saluran Sekunder Bowong = Rp 2,000,989.10
 - Saluran Sekunder Bowong Kiri = Rp 45,008.60
- Uji signifikansi terhadap profil melintang, *bill of quantity*/BOQ dan biaya konstruksi saluran menyatakan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan untuk rata – rata pada 2 sampel yang diuji.

DAFTAR PUSTAKA

- Azmy, Zul. 1999. *Ketelitian Citra Spot Pankromatik untuk Pengukuran Luas Lahan (Studi Kasus : Luas Lahan Kampus ITS Surabaya)*. Jurnal Natur Indonesia, Vol. II, No. 1, 1999, p. 93 – 103.
- Direktorat Jenderal Pengairan. 1986. *KP-03 Saluran*. Cetakan Pertama. Bandung: CV. Galang Persada.
- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. 2004. *Pengukuran dan Pemetaan Teristris Sungai*. Pd T-10-2004-A, Jakarta.
- Frick, Heinz. 1979. *Alat Ukur Tanah Dan Penggunaannya*. Terbitan Pertama. Yogyakarta: Penerbitan Yayasan Kanisius.
- Jasmani; Sugiarto.2007. *Implementasi Bahasa Pemrograman Untuk Perhitungan dan Penggambaran Menggunakan Data Lapangan Hasil Pengukuran Dengan TS*.Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi 2007 (SNATI 2007), 16 Juni 2007, p. B.13 – B.19.

- Nuarsa, I Wayan. 2000. *Uji Ketelitian Analisis Digital Landsat TM Untuk Penggunaan Lahan. Jurnal Ilmu – Ilmu Pertanian*, Vol. 19, No. 1, Juni 2000, p. 32 – 35.
- Permen PU No. 07/PRT/M/2011. *Standar dan Pedoman Pengadaan Pekerjaan Konstruksi dan Jasa Konsultansi*. Jakarta.
- Rais, Jacub. 1978. *Ilmu Ukur Tanah*. Jilid Kedua. Jakarta.
- Sudarsono, Bambang; Julzarika, Atriyon. 2010. *Uji Ketelitian Hasil Koreksi Geometrik Citra Satelit Alos Prism Dengan Hitung Perataan Kuadrat Terkecil Metode Parameter. Teknik*, Vol. 31, No. 1, 2010, p. 50 – 57.
- Sudaryono. 2012. *Statistika Probabilitas*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Sudjana. 2005. *Metode Statistika*. Edisi Keenam. Bandung: Penerbit Tarsito.
- Sugiyono. 2013. *Statistika untuk Penelitian*. Cetakan ke-22. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sularto, Priyo; Sudjiman, FX; Marzuki, Anang. 2002. *Penentuan Titik Ikat Topografi Dengan Menggunakan Theodolit T1 di Efka dan Sekitarnya, Kalimantan Barat. Eksplorium*, Vol. XXII, No. 123 – 124, Mei 2002, p. 25 – 32.
- Wahyono, Herry Ludiro. 2007. *Studi Penurunan Tanah Pada Kawasan Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Wahana Teknik Sipil*, Vol. 12, No. 2, Agustus 2007, p. 125 – 132.