
**EFEKTIFITAS SALURAN PRIMER JETU TIMUR
TERHADAP GERUSAN DASAR DAN SEDIMENTASI
PADA SISTEM DAERAH IRIGASI DELINGAN**

Tri Prandono¹, Nina Pebriana²^{1,2}Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Surakarta^{1,2}Jl. Raya Palur Ngringo Km. 5, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57773

Email : tri.prandono@gmail.com

Saluran Primer Jetu Timur merupakan sebuah saluran suplai utama irigasi yang mengambil air bakunya berasal dari bendungan Delingan, pada saat ini banyak sekali pemukiman-pemukiman baru di sekitar kanan kiri saluran tersebut bahkan pada perkembangan pada satu dasa warsa terakhir berkembang juga daerah-daerah industri di sekitarnya sehingga sistim irigasi yang telah dibuat dengan biaya tinggi menjadi kurang efektif dikarenakan perkembangan pemukiman dan industri yang sangat pesat, disamping memang sudah cukup umur Pada perkembangan saat ini daerah irigasi yang telah dibuat dengan biaya tinggi menjadi kurang efektif dikarenakan perkembangan pemukiman dan industri yang sangat pesat, disamping memang sudah cukup tuanya umur daerah irigasi tersebut. Hal tersebut akan sangat berpengaruh terhadap efektifitas sistem irigasi yang telah ada terutama terhadap kestabilan saluran yang berupa endapan sedimen ataupun gerusan dasar saluran. Penelitian ini bertujuan secara khusus mencoba meneliti kestabilan Saluran Primer Jetu Timur yang memang terdapat ditengah-tengah pemukiman dan perkotaan.

Dalam melakukan penelitian ini penulis mengambil data primer dari lapangan ini dengan mengambil data langsung dari saluran berupa data primer yaitu debit, lebar dan kedalaman saluran, kemiringan saluran, contoh sedimen dasar maupun melayang sampai dengan konsentrasi sedimennya dan didukung data sekunder berupa gambar purna laksana dan data saluran. Hasil dari kedua data tersebut dianalisis efektifitas berupa kestabilan salurannya baik itu dari segi ketahanan terhadap gerusan saluran maupun besaran sedimen jika terdapat konsentrasi sedimen di saluran tersebut. Untuk menganalisa kestabilan saluran terhadap tranport sedimen dasar menggunakan metode perhitungan dari rumus Kalinske, MPM (Mayer, Peter Muller) serta persamaan, Einstein dan Brook untuk angkutan sedimen melayangnya.

Hasil pengujian dan berdasarkan hasil analisis perhitungan secara umum saluran cenderung tidak stabil, yaitu menurut teori dari Kalinske dan Peter Meyer Muller saluran ruas saluran primer Jetu Timiur relatif terjadi sedimentasi. Demikian juga hasil dari analisis perhitungan angkutan sedimen melayang berdasarkan teori dari Einstein dan Brooks saluran Primer ruas Jetu Timur relatif kestabilannya cenderung terjadi sedimentasi. Hal tersebut didukung juga dari hasil pengamatan langsung di lapangan pada saluran Primer Jetu Timur ini yang merupakan saluran oncoran dari Bendungan Delingan banyak terdapat konsentrasi-konsentrasi endapan pada titik-titik tertentu.

Kata Kunci: Stabilitas saluran, Sedimen melayang, Sedimen dasar.

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai sebuah negara agraris sudah barang tentu mempunyai sebuah program pembangunan dalam rangka mendukung pemantapan ketahanan pangan nasional. Hal tersebut sangatlah berkaitan dengan industri pertanian yang efektif dan efisien dan sangatlah wajar mengingat sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani (berdasarkan laporan bulanan BPS Bulan Februari 2014

“Data Sosial Ekonomi” edisi 45 sektor pertanian mendominasi sebesar 40,5 % dari sektor lapangan usaha lainnya di Indonesia).

Untuk mendukung sektor pertanian ini salah satu langkahnya adalah perlu adanya eksploitasi yang efektif dan efisien yang bertujuan agar supaya tingkat pelayanan jaringan dan umur pelayanan jaringan irigasi dapat bisa bertahan lebih lama. Secara umum kondisi jaringan daerah irigasi Delingan yang dari tahun ke tahun semakin memburuk yang

disebabkan oleh cepatnya perkembangan wilayah kota dan diperparah oleh perubahan tata guna lahan yang seharusnya untuk pertanian banyak diubah menjadi lahan industri dan kurangnya kesadaran masyarakat dalam hidup yang bersih dan sehat. Hal tersebut dikhawatirkan akan mengurangi tingkat pelayanan maupun umur pelayanan yang telah direncanakan.

Dalam mendukung sektor pertanian ini penulis mencoba melakukan sebuah kajian tentang stabilitas saluran terhadap endapan di lapangan yang mengambil lokasi di Saluran Primer Jetu Timur pada Sistem Irigasi Daerah Irigasi Delingan yang pada saat ini telah mengalami banyak sekali perubahan terutama akibat perkembangan industri dan perumahan penduduk yang sangat cepat.

Saat ini sangat dibutuhkan sebuah kajian studi yang efektif dan efisien yang bisa digunakan sebagai sebuah rekomendasi kegiatan eksploitasi serta pemeliharaan agar supaya tingkat pelayanan jaringan dan umur pelayanan jaringan irigasi dapat bertahan lebih lama. Meskipun pada dasarnya selama ini juga telah disediakan dana untuk melakukan kegiatan operasi dan pemeliharaan tetapi nilainya masih jauh dari yang dibutuhkan. Oleh karena itu kondisi jaringan irigasi yang telah direhabilitasi / dibangun selama ini dari tahun ke tahun semakin memburuk dan dikhawatirkan akan mengurangi tingkat pelayanan ataupun umur pelayanan yang telah direncanakan.

Maka sebelum keadaan sistem irigasi Daerah Irigasi Delingan semakin memburuk, maka diperlukan sebuah kajian studi yang mempelajari kondisi permasalahan sesungguhnya yang terjadi di lapangan serta memberikan saran-saran solusi agar permasalahan tersebut dapat ditanggulangi dan diselesaikan.

CARA PELAKSANAAN PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada satu ruas saluran primer dari sekian banyak ruas-ruas saluran yang ada pada sistem irigasi untuk Daerah Irigasi Delingan, yaitu Saluran Primer Jetu Timur dengan pertimbangan lokasi yang terkepung dengan pemukiman penduduk maupun perkembangan kota.

Analisa data dilakukan dengan pengumpulan data primer seperti panjang saluran,

kemiringan saluran, sampel material serta kondisi nyata saluran, data sekunder seperti gambar purna, besar debit rencana dan kemiringan rencana. Untuk data primer dilakukan uji laboratorium sehingga didapat analisa saringan, grafik gradasi serta berat jenis. Data primer dan data sekunder dilakukan pengolahan data.

Pada tahap selanjutnya dari dua data primer dan sekunder tersebut dianalisis dengan mendasarkan teori dasar kestabilan saluran. Langkah pertama yaitu dengan menganggap ada 4 (empat) buah ruas saluran yang akan diuji kestabilannya dengan menentukan 5 buah titik sebagai stasiun uji materialnya, adapun masing-masing ruas tersebut dapat dijabarkan dan dijelaskan pada penjelasan berikut, yaitu,

1. Ruas pertama R-1, terletak antara titik awal / hulu (Besar angkutan sedimen totalnya sebesar T-1) dengan titik antara 1 (besar angkutan sedimen totalnya sebesar T-2).
2. Ruas kedua R-2, terletak antara titik antara 1 (dengan besar total angkutan sedimennya sebesar T-2) sampai dengan titik tengah (dengan besar total angkutan sedimennya sebesar T-3).
3. Ruas ketiga R-3, terletak antara titik tengah (dengan besar total angkutan sedimennya sebesar T-3) sampai dengan titik antara 2 (dengan besar total angkutan sedimennya sebesar T-4).
4. Ruas keempat R-4, terletak antara titik antara 2 (dengan besar total angkutan sedimennya sebesar T-4) sampai dengan titik akhir / hilir (dengan besar total angkutan sedimennya sebesar T-5).

Kemudian sesuaikan dengan tabel kestabilan aliran / proses sedimen untuk contoh misalnya ruas satu atau R-1, lihat pada Tabel 1

Tabel 1. Contoh tabel kesatabilitasan saluran pada ruas 1

Perbandingan Nilai T	Proses	
	Sedimen	Stabilitas saluran
T-1 = T-2	Seimbang	Stabil
T-1 < T-2	Erosi	Tidak stabil / Degradasi
T-1 > T-2	Pengendapan	Tidak stabil / Agradasi

Analisis perhitungan dibagi menjadi 2 perlakuan yaitu analisis stabilitas saluran sekunder terhadap bahaya endapan sedimen maupun terhadap gerusan dasar saluran dengan mendasarkan pada data riel di lapangan sebagai perlakuan 1. Perlakuan 2 merupakan analisis stabilitas saluran sekunder terhadap bahaya endapan sedimen maupun terhadap gerusan dasar saluran dengan mendasarkan pada data geometris saluran, debit saluran yang diambil dari gambar purna laksana serta data sedimen riel di lapangan.

Hasil akhir merupakan perbandingan antara analisa perhitungan dengan perlakuan 1 dan metode perhitungan perlakuan 2 sehingga dapat dibuat suatu kesimpulan serta dapat memberikan saran untuk penelitian selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN PENELITIAN

A. Analisis Stabilitas Saluran Dengan Perlakuan 1.

Berikut ini merupakan data awal sedimen pada perlakuan 1 seperti pada tabel 1.

Tabel 2. Data-data sedimen dasar dan sedimen melayang pada perhitungan perlakuan 1

No	Data	Lokasi Pengambilan				
		Hulu	Antara 1	Tengah	Antara 2	Hilir
1.	Lebar dasar saluran rerata, b (m).	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00
2.	Kedalaman aliran, h (m)	0.28	0.28	0.27	0.27	0.26
3.	Kemiringan dasar saluran, S	1.4x10 ⁻³	1.5x10 ⁻³	1.2x10 ⁻³	1.1x10 ⁻³	1.0x10 ⁻³
4.	Debit pada alat ukur, m ³ /dt	0.3450	0.3450	0.2412	0.2412	0.2412
5.	Komposisi butiran dasar :					
	ds ₀ (mm) ³¹	0.445	0.595	0.235	0.397	0.825
	ds ₁₀ (mm) ³¹	0.605	0.954	0.385	0.545	0.985
	ds ₃₀ (mm) ³¹	0.935	1.148	0.745	0.865	4.350
	ds ₆₀ (mm) ³¹	7.725	7.723	7.785	5.328	11.105
6.	Rapat massa :					
	ρ _s (kg/m ³) ³¹	2.79	2.81	2.69	2.69	2.86
	ρ _w (kg/m ³) ³¹	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
7.	Rapat massa relatif, Δ	1.79	1.81	1.69	1.69	1.86
8.	Suhu air, T (°C)	27 ^o	26 ^o	27 ^o	27 ^o	28 ^o
9.	Kekentalan kinematis, ν (cm ² /s) ³¹	0.00854	0.00873	0.00854	0.00854	0.00856
10.	Konsentrasi sedimen, Ca (x10 ² ppm) ³¹	0.00012	0.00011	0.000114	0.00030	0.000073
		0226	0595	385	6111	756
11.	Kekasaran saluran, n ³¹	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025

Analisis perhitungan ini menghitung besar sedimen dasar / *Bad Load* dengan teori persamaan dari Kalinske, Mayer Peter dan Muller, Einstein serta Frijilink dengan persamaan sebagai berikut :

▪ persamaan Kalinske

$$\frac{q_B}{U_* \cdot d} = f' \left(\frac{\tau_c}{\tau} \right) \text{ atau } q_B = f' \left(\frac{\tau_c}{\tau} \right) U_* \cdot d$$

dimana :

q_B = Volume angkutan dasar.

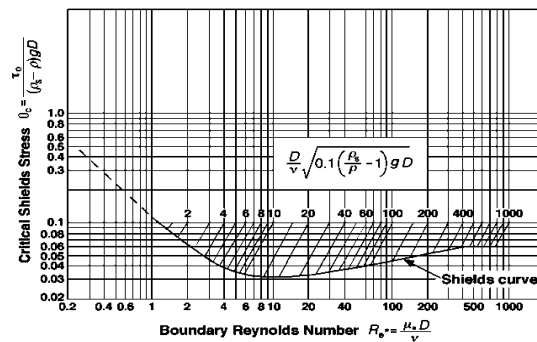
U_* = Kecepatan geser.

d = Diameter media partikel.

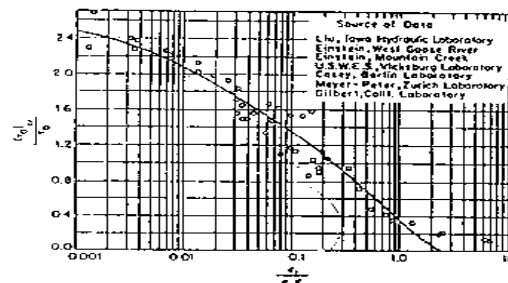
τ_c = Tegangan geser kritis

τ = Tegangan geser dasar.

Kalinske dalam mencari nilai tegangan geser dasar τ dan tegangan geser kritis τ_c menggunakan bantuan grafik S3 atau grafik Shields / grafik 1 berikut ini,



Grafik 1 Grafik untuk mencari tegangan geser. Kemudian dari perbandingan nilai tegangan geser kritis dengan tegangan geser dasar akan diketahui nilai volume angkutan dasarnya dengan membaca Grafik 2. Berikut,



Grafik 2. Grafik persamaan Kalinske untuk sedimen dasar.

▪ Persamaan Mayer Peter & Muller

$$\frac{Q_s}{Q} \left(\frac{k_s}{k_r} \right)^{3/2} \cdot R \cdot I = 0,047 \left(\frac{\gamma_s - \gamma_w}{\gamma_w} \right) \cdot d_{50} + 0,25 \left(\frac{1}{g} \right)^{1/3} \cdot (T'_b)^{2/3}$$

Dimana :

$\frac{Q_s}{Q} = \frac{R}{h}$ = factor koreksi berkaitan dengan tampang saluran.

$\left(\frac{k_s}{k_r} \right)^{3/2} = \mu$: ripple factor.

R = Jari-jari hidraulik, $R \approx h$, bila h (kedalaman saluran) $< 5\% \times b$ (lebar saluran).

I = slope/kemiringan dasar saluran.

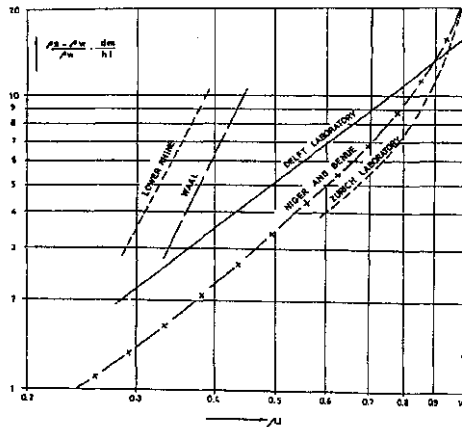
d_{50} = diameter rata-rata butiran.

γ_w = berat jenis air (t/m^3).

γ_s = berat jenis sedimen (t/m^3).

g = percepatan gravitasi (m/s^2).

T'_b = berat sedimen padat dalam air persatuan lebar persatuan waktu ($T/m.s$).



Grafik 3. Grafik S2 untuk mencari nilai ripple factor

Adapun teori-teori tentang persamaan angkutan sedimen melayang atau *suspended load* ini disampaikan oleh beberapa ahli yaitu :

▪ Teori Persamaan Einstein (1950)

$$q_s = 11,6 U_*' C_a \cdot a \left[2,303 \cdot \log \left(\frac{30,2 D}{\Delta} \right) \cdot I_1 + I_2 \right]$$

Dimana :

q_s = angkutan sedimen melayang ($lb/s/ft$)

U_*' = kecepatan geser (ft/s)

C_a = konsentrasi sedimen ($0/100$)

$a = 2 d$; dengan $d = d_{65}$

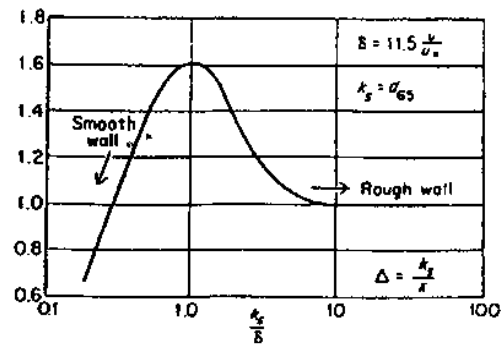
d_{65} = diameter lolos saringan 65 %.

D = kedalaman aliran (in)

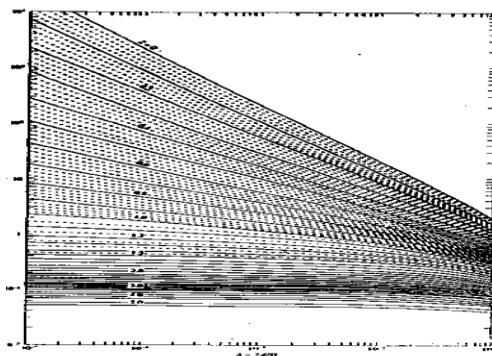
Δ = rapat massa relatif

I_1, I_2 = nilai integral 1 dan 2 yang tergantung dari kedalam Z dan faktor koreksi $A = \frac{2d}{D}$ untuk mencari nilai integral 1 dan 2 bisa menggunakan grafik 6 .dan grafik 7.

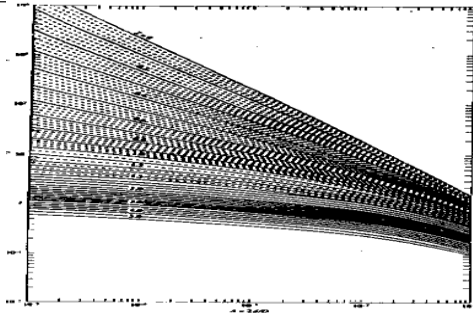
Adapun untuk menentukan besar rapat massa relative Δ bisa dengan menggunakan grafik 4 tentang hubungan grafik χ vs $\frac{k_s}{\delta}$ berikut ini,



Grafik 4 Grafik Hubungan antara χ vs $\frac{k_s}{\delta}$ untuk sedimen melayang.



Grafik 5. Grafik Hubungan antara I_1 dan A untuk berbagai nilai Z .



Grafik 6. Grafik Hubungan antara I₂ dan A untuk berbagai nilai Z.

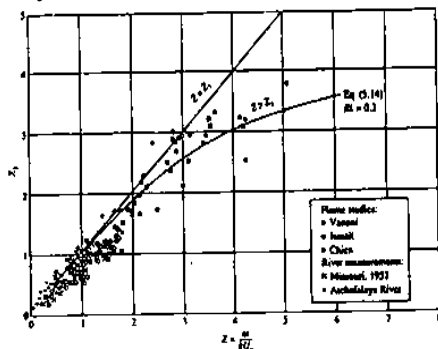
Teori Persamaan Brooks (1963)

Persamaan untuk sedimen melayang yang diturunkan oleh Brook seperti yang di jabarkan berikut ini,

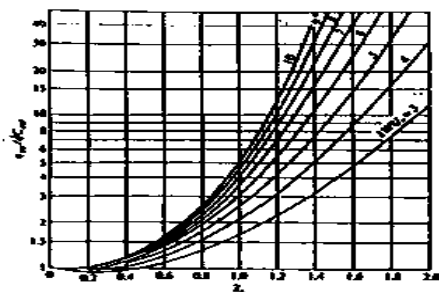
$$q_s = q \cdot C_{md}$$

Dimana:

- q_s = Berat sedimen per satuan waktu & lebar.
- Q = Debit air per satuan lebar
- C_{md} = Konsentrasi sedimen referensi pada y = 1/2.D



Grafik 7. Grafik Hubungan antara nilai Z dan Z₁



Grafik 8. Grafik fungsi angkutan sedimen menurut Brooks.

Kemudian sesuai dengan langkah kerja penelien dibuatlah *spread sheet* dari *excell* untuk melakukan perhitungan dengan memasukan semua nilai / parameter baik yang diperoleh dari lapangan maupun dari hasil uji laboratorium dengan hasil seperti pada Tabel. 3 berikut.

Tabel 3. Analisis sedimen total (total load) dan stabilitas saluran Primer Jetu Timur DI. Delingan untuk kondisi perlakuan 1

NO	DATA	LOKASI PENGAMBILAN				
		HULU	ANTARA 1	TENGAH	ANTARA 2	HILIR
I Besarnya Angkutan Sedimen Dasar (Bed Load)						
1	Metode Kalinske	0,00989	0,00895	0,00378	0,09972	0,00195
2	Metode MPM	0,09928	0,25263	0,25267	0,39471	0,11649
II Besarnya Angkutan Sedimen Melayang (Suspended Load)						
1	Metode Einstein	0,00029	0,00426	0,01315	0,01231	0,12835
2	Metode Brooks	0,24705	0,16578	0,22699	0,15870	0,49159
III Besarnya Angkutan Sedimen Total (Total Load)						
1	Metode Kalinske - Einstein	0,0102	0,0132	0,0169	0,1060	0,1303
2	Metode MPM - Brooks	0,3463	0,4184	0,4797	0,5534	0,6081
IV Selisih angkutan sedimen total antar titik						
1	Metode Kalinske - Einstein	0,0030	0,0037	0,0081	0,0243	0,0243
2	Metode MPM - Brooks	0,0721	0,0612	0,0738	0,0547	0,0547

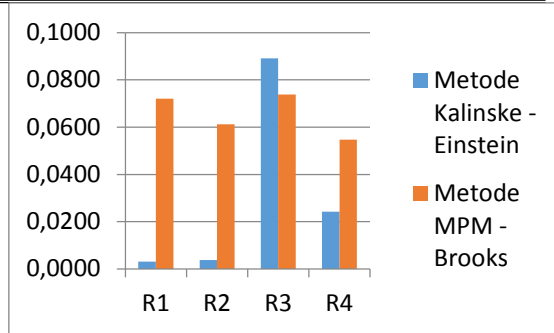
Dari hasil simulasi tersebut terlihat bahwa nilai perhitungan menunjukkan angka positif semua yang berarti saluran Primer Jetu Timur untuk perlakuan 1 memang menghasilkan instabilitas TI

No	Data	Lokasi Pengambilan				
		Hulu	Antara 1	Tengah	Antara 2	Hilir
1.	Lebar dasar saluran rerata, b (m)	1.50	1.50	1.00	1.00	1.00
2.	Kedalaman aliran, h (m)	0.25	0.25	0.28	0.28	0.28
3.	Kemiringan dasar saluran, S	1.85 × 10 ⁻¹	1.85 × 10 ⁻¹	1.04 × 10 ⁻¹	1.04 × 10 ⁻¹	1.04 × 10 ⁻¹
4.	Debit pada alat ukur, m ³ /dt	0.2997	0.2997	0.1821	0.1821	0.1821
5.	Komposisi butiran dasar :					
	d ₅₀ (mm) ²	0.445	0.595	0.235	0.397	0.825
	d ₈₀ (mm) ²	0.605	0.954	0.385	0.545	0.985
	d ₉₅ (mm) ²	0.935	1.148	0.745	0.865	4.350
	d ₉₈ (mm) ²	7.725	7.723	7.785	5.328	11.105
6.	Rapat massa :					
	ρ _s (kg/m ³) ²	2.79	2.81	2.69	2.69	2.86
	ρ _w (kg/m ³) ²	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7.	Rapat massa relatif, Δ	1.79	1.81	1.69	1.69	1.86
8.	Suhu air, T (°C)	27°	27°	27°	27°	27°
9.	Kekentalan Kinematis, ν (cm ² /s) ²	0.00854	0.00854	0.00854	0.00854	0.00854

Kemudian sesuai dengan langkah kerja penelien dibuatlah *spread sheet* dari *excell* untuk melakukan perhitungan dengan memasukan semua nilai / parameter baik yang diperoleh dari lapangan maupun dari hasil uji laboratorium dengan hasil seperti pada Tabel. 5 berikut.

Tabel 5. Analisis sedimen total dan stabilitas saluran Primer Jetu Timur DI. Delingan untuk kondisi perlakuan 2.

NO	DATA	LOKASI PENGAMBILAN				
		HULU	ANTARA 1	TENGAH	ANTARA 2	HIRU
I	Besarnya Angkutan Sedimen Dasar (<i>Bed Load</i>)					
	1 Metode Kalinske - Einstein	0,01067	0,01095	0,00396	0,00401	0,01410
2	Metode MPM - Brooks	0,10826	0,16411	0,29400	0,68347	0,41040
II	Besarnya Angkutan Sedimen Melayang (<i>Suspended Load</i>)					
	1 Metode Einstein	0,00030	0,00030	0,00796	0,07697	0,07580
2	Metode Brooks	0,15110	0,28395	0,23038	0,10027	0,47282
III	Besarnya Angkutan Sedimen Total (<i>Total Load</i>)					
	1 Metode Kalinske - Einstein	0,0110	0,0112	0,0119	0,0810	0,0899
2	Metode MPM - Brooks	0,2594	0,4481	0,5244	0,7837	0,8832
IV	Selisih angkutan sedimen total antar titik					
	1 Metode Kalinske - Einstein		0,0003	0,0007	0,0691	0,0089
2	Metode MPM - Brooks		0,1887	0,0763	0,2594	0,0995



Grafik 9. Grafik hasil perhitungan akhir pada masing-masing teori dengan kondisi perlakuan 1.

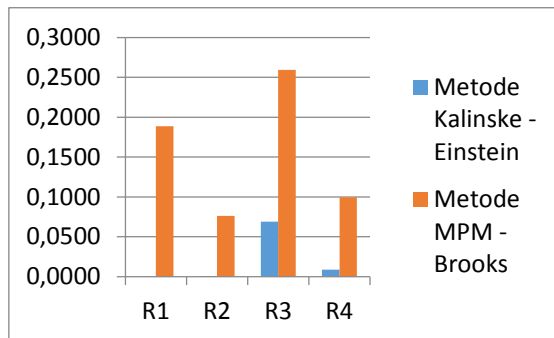
ANALISA PERBANDINGAN

Untuk proses perbandingan antara dua metode perhitungan ini langkah pertama adalah membuat tabel hasil perhitungan selisih total angkutan sedimen antar stasiun dengan metode perhitungan perlakuan 1 dengan tabel metode perhitungan selisih total angkutan sedimen antar stasiun dengan metode perhitungan perlakuan 2. Dari tabel tersebut kemudian dibuatkan tabel tren perhitungannya dibawahnya sehingga akan terlihat tren besar total angkutan sedimennya seperti tercantum dalam tabel 5.

Tabel 5. Analisis selisih sedimen total (*Total Load*) dan tren stabilitas Saluran Sekunder Daerah Irigasi Delingan untuk kondisi perlakuan 1 dan 2.

NO	DATA	LOKASI PENGAMBILAN				
		HULU	ANTARA 1	TENGAH	ANTARA 2	HIRU
I	Selisih angkutan sedimen total antar titik		R-1	R-2	R-3	R-4
	Dengan metode perlakuan 1					
1	Metode Kalinske - Einstein		0,0030	0,0037	0,0891	0,0243
2	Metode MPM - Brooks		0,0721	0,0612	0,0738	0,0547
II	Selisih angkutan sedimen total antar titik		R-1	R-2	R-3	R-4
	Dengan metode perlakuan 2					
1	Metode Kalinske - Einstein		0,0003	0,0007	0,0691	0,0089
2	Metode MPM - Brooks		0,1887	0,0763	0,2594	0,0995
III	Selisih besar angkutan sedimen antara		R-1	R-2	R-3	R-4
	2 metode perhitungan.					
1	Metode Kalinske - Einstein		0,0028	0,0030	0,0200	0,0154
2	Metode MPM - Brooks		-0,1166	-0,0151	-0,1856	-0,0448

Kemudian untuk mempermudah pembacaannya maka perlu dibuatkan grafik baik itu grafik selisih perhitungan analisis antar stasiun dengan perlakuan 1 maupun perlakuan 2 yang kemudian dari kedua grafik tersebut kemudian dipadukan.



Grafik 10. Grafik hasil perhitungan akhir pada masing-masing teori dengan kondisi perlakuan 2.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Mendasarkan analisis pada data eksisting riel di lapangan baik itu geometris saluran maupun data sedimennya menunjukkan bahwa kecenderungan adanya ketidakstabilan saluran yang diakibatkan oleh endapan.
2. Mendasarkan analisis pada data geometris sesuai gambar purna laksana dan data sedimennya eksisting riel di lapangan menunjukkan kecenderungan adanya ketidakstabilan saluran yang diakibatkan oleh endapan.
3. Setelah membandingkan hasil analisis perhitungan dengan kedua perlakuan metode perhitungan di atas ternyata perubahan geometris saluran mempunyai pengaruh terhadap kestabilan saluran hal ini dapat dilihat dari besar perbedaan debit ataupun geometrik saluran pada data awal dan perubahan besaran selisih angkutan sedimen antar stasiun meskipun memiliki tren yang sama.

Saran

Adapun saran-saran yang bisa penulis berikan dalam penelitian ini ada beberapa poin antara lain adalah sebagai berikut :

1. Untuk memperpanjang masa guna sistem irigasi tetaplah harus dilakukan pemeliharaan berkala saluran tersebut mengingat lokasi saluran yang berada di tengah daerah perkotaan / pemukiman penduduk.
2. Untuk mengurangi tingkat kesalahan dalam perhitungan analisis dikarenakan terbatasnya kemampuan fisik manusia, maka penulis menyarankan untuk dapat dibuat sebuah *software* yang bisa mengubah sebuah grafik ke dalam sebuah program komputer.
3. Khusus untuk analisis perhitungan sedimen melayang dapat penulis sarankan agar grafik-grafik yang ada yang mendasarkan pada perhitungan dengan satuan imperial / Inggris agar dapat digantikan grafik-grafik dengan dasar perhitungan satuan standar internasional (SI) sehingga dalam sebuah perhitungan besar total sedimen tidak terjadi dua buah analisis perhitungan dengan dua buah satuan yang berbeda yang akan mengurangi tingkat keakurasian perhitungan.
4. Perlunya sebuah usaha penelitian baru yang disepakati sebagai sebuah perhitungan nilai angkutan sedimen yang bisa mendekati nilai angkutan sedimen riil di lapangan, mengingat dari beberapa teori nilai angkutan sedimen ternyata tidak menghasilkan jumlah nilai angkutan sedimen yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

Abdurrosyid, Jaji., 2003. *Transpor Sedimen*. (Buku Ajar) Surakarta, Penerbit UMS.

DPU, Dirjen Irigasi. 1985. *Kriteria Perencanaan Jaringan Irigasi KP-*

01, Jakarta, Badan Penerbit Pekerjaan Umum.

DPU, Dirjen Irigasi, 1985. *Kriteria Perencanaan Bangunan Utama KP-02*, Jakarta, Badan Penerbit Umum.

DPU, Dirjen Irigasi, 1985. *Kriteria Perencanaan Irigasi Saluran KP-03*, Jakarta, Badan Penerbit Umum.

DPU, Dirjen Irigasi, 1985. *Kriteria Perencanaan Bangunan KP-04*, Jakarta, Badan Penerbit Umum.

DPU, Dirjen Irigasi, 1985. *Kriteria Perencanaan Irigasi Petak Tersier KP-05*, Jakarta, Badan Penerbit Umum.

DPU, Dirjen Irigasi, 1985. *Kriteria Perencanaan Irigasi Parameter Bangunan KP-06*, Jakarta, Badan Penerbit Umum.

DPU, Dirjen Irigasi, 1985. *Kriteria Perencanaan Irigasi Standart Penggambaran KP-07*, Jakarta, Badan Penerbit Umum.

Sosrodarsono, S., dan Takeda, K., 1987. *Hidrologi untuk Pengairan*, P.T., Pradnya Paramita, Jakarta, 226p.

Ikhsan C., 2007, *Pengaruh Variasi Debit Air Terhadap Laju Bed Load Pada Saluran Terbuka Dengan Pola Aliran Steady Flow*, Jurnal Media Teknik Sipil hal. 63-68

Istiarto. 2004. *Transpor Sedimen*, (Buku Ajar) Penerbit KMTS-UGM, Yogyakarta.

H.Moch, Soediono, BIE, ME, *Buku Perencanaan Irigasi dan Bangunan Air*, Jakarta, Penerbit Erlangga.

Sriyono, Ir, 2003, *Irigasi dan Bangunan Air*, Jakarta, Penerbit Erlangga

Susiati H., 2008, *Studi Dinamika Transport Sedimen Menggunakan Perunut Radio Isotop dan Citra Satelit Untuk Evaluasi Rekayasa Perlindungan Pantai*, Pusat Pengembangan Energi Nuklir Batan