

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Fasilitas Pengujian Model Fisik

Penelitian analisa gerusan menggunakan Model Fisik Bendung PLTM Bantaeng dilaksanakan di Laboratorium Sungai dan Rawa Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang dengan alat-alat sebagai berikut:

1. 2 buah pompa listrik masing-masing berkapasitas 30 l/dt.
2. Kolam penampung air (tandon) sebagai sistem distribusi air di model.
3. Bangunan ukur *Rechbox* yang terbuat dari beton *impermeable*.
4. Alat pengukur tinggi muka air berupa meteran taraf (*point gauge*), *waterpass*, dan bak ukur.
5. Alat pengukur kecepatan dengan *current meter* dan tabung pitot
6. Alat pengukur tekanan menggunakan *piezometer*.
7. Model bangunan Bendung PLTM Bantaeng, peredam energi, sungai sebelum bendung dan setelah bendung, saluran *intake* dan saluran peluncur *intake*, pintu *intake* dan pintu pembilas sesuai dengan skala yang digunakan (1:25)



Gambar 3.1. Laboratorium Sungai dan Rawa

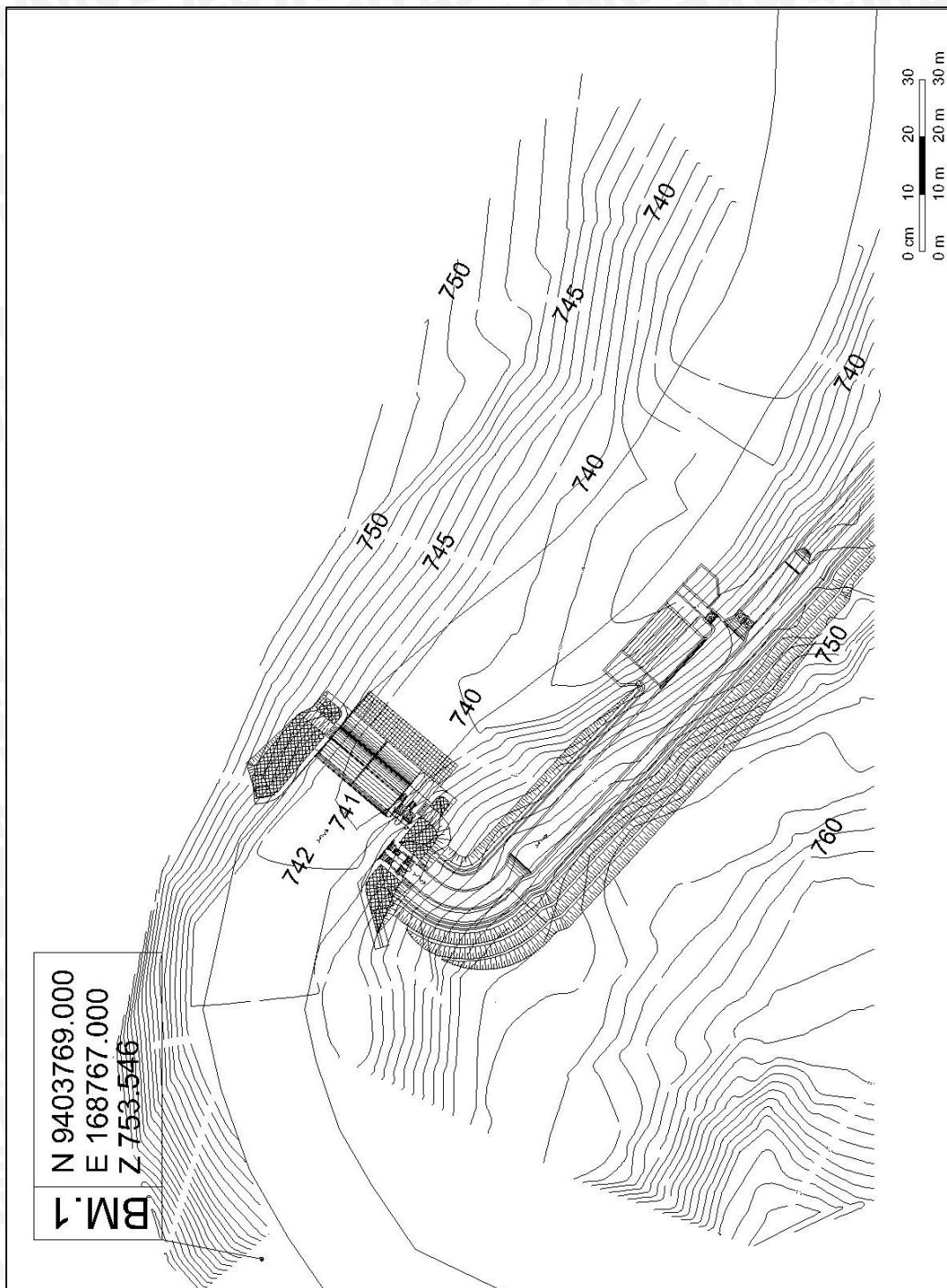
3.2. Skala Model

Apabila hubungan antar skala dan kesebangunan telah dipenuhi, maka sebelum menetapkan besaran skala yang akan digunakan terlebih dahulu harus memperhatikan tingkat ketelitian.

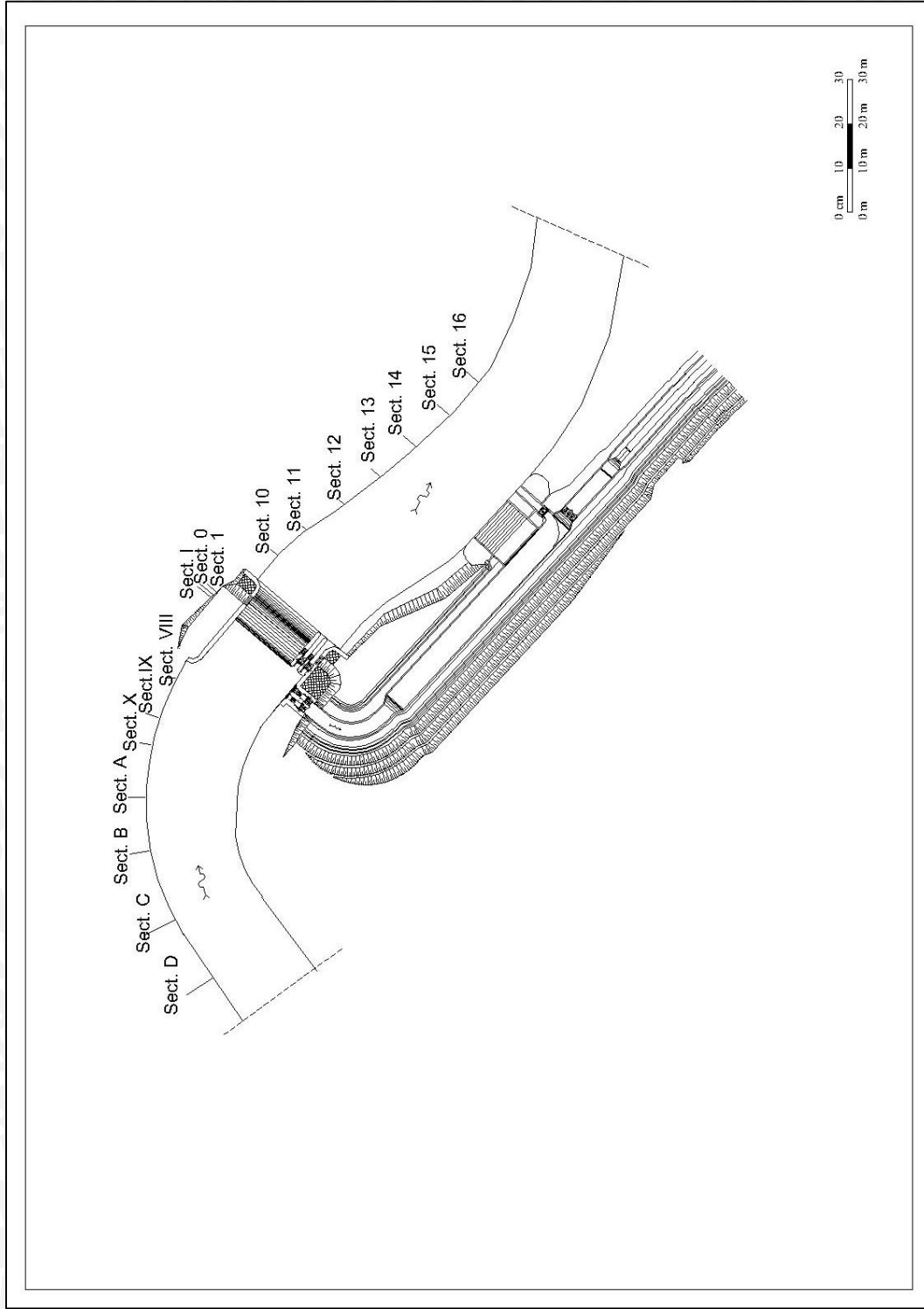
Skala model yang digunakan dalam pengujian ini berdasarkan beberapa pertimbangan berikut:

- a. Tujuan dari pengujian
- b. Ketelitian yang diharapkan
- c. Fasilitas yang tersedia di laboratorium (ruang, peralatan, dan kapasitas pompa)
- d. Waktu dan biaya yang tersedia.





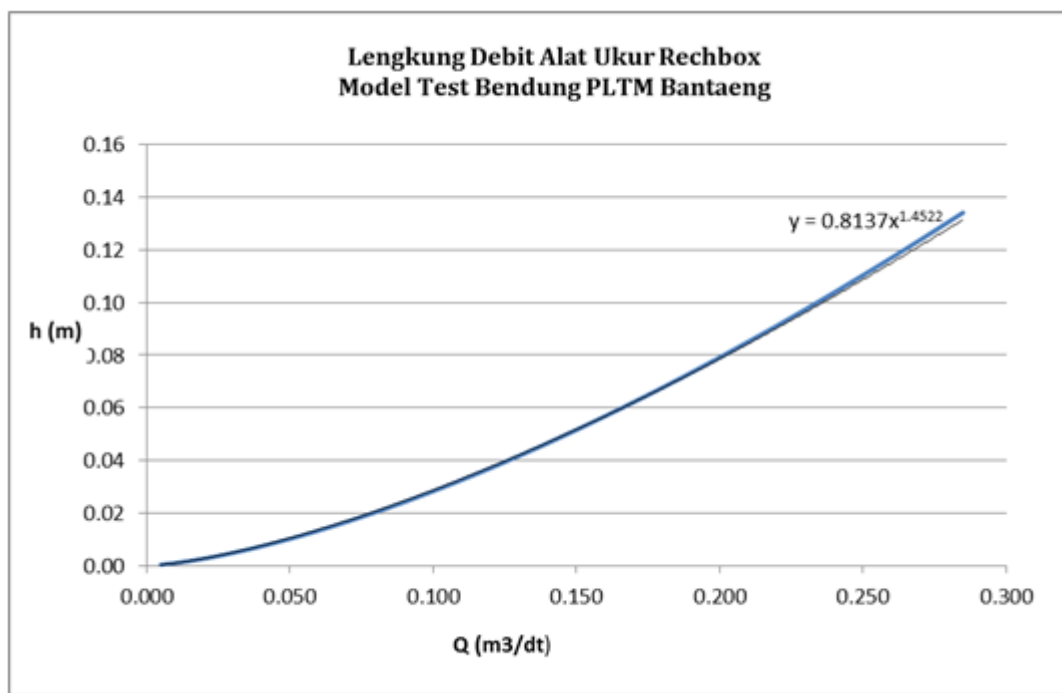
Gambar 3.2. Denah Situasi Bendung



Gambar 3.3. Denah desain model fisik bendung

3.3. Pengukuran Debit

Pembacaan debit pada alat *Rechbox* yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3.1.



Gambar 3.4. Grafik Lengkung Debit Alat Ukur Rechbox



Tabel 3.1. Bacaan Tinggi Muka Air untuk Alat Ukur Rechbox

kala ulang (tahun)	Q (m ³ /dt)	B (m)	Hd		Hd/Ho	C	B' (m)	Cs/C	Cs	Hd (cm)	
			(m)	Model							
Q _{1.01}	23.97	20	0.69	0.278	2.1	20	1	2.1	2.1	2.75	
Q ₂	61.1	20	1.28	0.519	2.1	20	1	2.1	2.1	5.14	
Q ₅	82.17	20	1.56	0.632	2.1	20	1	2.1	2.1	6.26	
Q ₁₀	95.09	20	1.72	0.696	2.1	20	1	2.1	2.1	6.9	
Q ₂₅	110.42	20	1.9	0.769	2.1	20	1	2.1	2.1	7.62	
Q ₅₀	121.22	20	2.03	0.819	2.1	20	1	2.1	2.1	8.11	
Q ₁₀₀	131.49	20	2.14	0.864	2.1	20	1	2.1	2.1	8.56	
Q ₂₀₀	141.41	20	2.25	0.907	2.1	20	1	2.1	2.1	8.99	
Q ₅₀₀	149.36	20	2.33	0.941	2.1	20	1	2.1	2.1	9.32	
Q ₁₀₀₀	163.63	20	2.48	1	2.1	20	1	2.1	2.1	9.9	

Sumber: Perhitungan

3.4. Konstruksi Model

3.4.1. Bangunan Fisik Bendung

Dengan menggunakan skala tersebut serta memperhatikan sasaran dari hasil pengujian, bagian hulu bendung (*upstream*) dan hilir bendung (*downstream*) dibuat dalam bentuk dasar tetap (*fixed bed*), dengan spesifikasi :

1. Bendung Utama, peredam energi (*stilling basin*), pintu pengambilan utama (*intake*), saluran primer (*intake*) serta pintu pembilas pada kantong lumpur (*sediment excluder*) dibuat dari fiber yang diperhalus dan dicat.
2. Dasar sungai hulu (*upstream*) dibuat dari pasangan mortar semen.
3. Dasar sungai hilir (*downstream*) dibuat dari campuran pasir dan batubara dengan komposisi campuran yang disesuaikan dengan hasil pengujian laboratorium untuk mendekati kondisi asli lapangan.
4. Bronjong terbuat kerikil yang dibentuk dengan kawat kassa.

Dengan menetapkan skala tanpa distorsi 1:25 pada pengujian Model Fisik Hidraulik Bendung PLTM Bantaeng-1 ini maka secara garis besar ukuran dari konstruksi model fisik hidraulik adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2. Konversi Dimensi dari Prototype ke Model

Deskripsi	Prototype (m)	Ratio	Model (cm)
I. Bendung			
-Tinggi	3	1:25	12
-Lebar	20	1:25	80
II. Pembilas			
-Tinggi Pintu	6	1:25	24
-Lebar Pintu	1	1:25	4
-Lebar Pilar	1	1:25	4
III. Peredam Energi			
-Panjang	5,68	1:25	22,72
-Lebar	16	1:25	64
-Tinggi <i>end sill</i>	1,23	1:25	4,92
IV. Kantong Lumpur			
-Lebar Saluran	5	1:25	20

Lanjutan Tabel 3.2.

Deskripsi	Prototype (m)	Ratio	Model (cm)
-Panjang Saluran	55	1:25	220
V. Pelimpah Samping			
-Lebar Saluran	11	1:25	44
-Tinggi Saluran	1,37	1:25	34,25
VI. Intake			
-Lebar	1	1:25	4
-Tinggi	4,77	1:25	19,08
VII. <i>Sedimen Excluder</i>			
-Lebar	1,5	1:25	6
-Tinggi	3,91	1:25	15,64

Sumber: Data teknis Uji Model Fisik Bendung PLTM Bantaeng-1



Gambar 3.5. Bendung pada Model Fisik



Gambar 3.6. Dasar Sungai pada Model Fisik Hilir Bendung Menggunakan *Movable Bed*

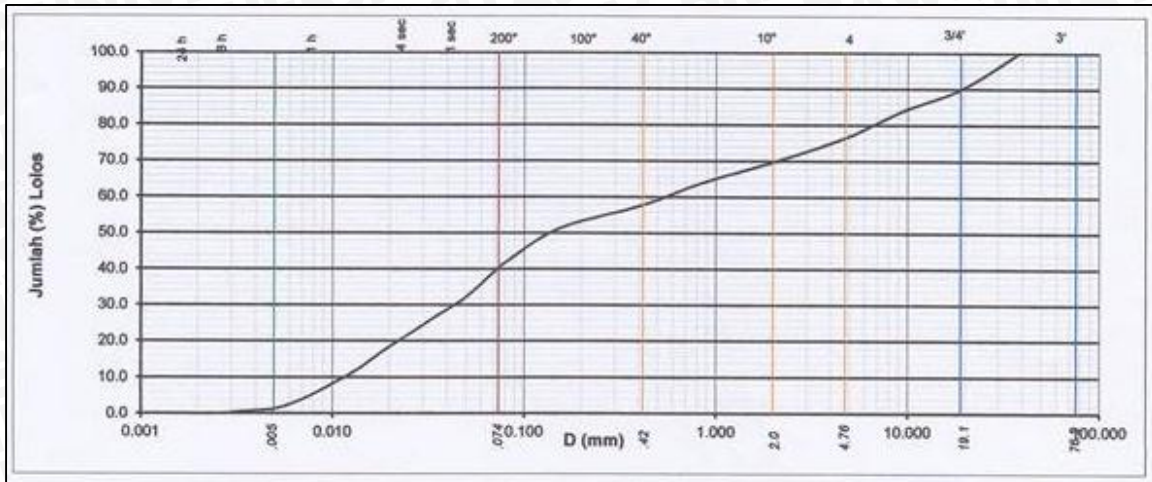
3.4.2. Material untuk Dasar Bergerak

Berikut merupakan data penentuan diameter butir untuk dasar saluran sungai Bialo:

Tabel 3.3. Penentuan Diameter Butir

KLIEN : PT. Mega Power Makmur		DIKERJAKAN OLEH : Joko				
PROYEK : PLTM-Bialo PK		TANGGAL MULAI : 30/03/'11				
LOKASI : L - 01 S. Bialo, Pataneteang-Tompobulu, Bantaeng-SULSEL		TANGGAL SELESAI : 01/04/'11				
KEDLMN. :		DIPERIKSA OLEH :				
Analisa Saringan						
Brt Tertahan di No.4 : 3.75 g		Brt Contoh Kering : 50 g				
		Brt Lewat No.200 : 20.46 g				
Saringan No	Brt. Tthn. g	Brt. Kor. g	Persen tertahan (%)	Persen Kumulatif (%)	Diameter D (mm)	Kumulatif Halus (%)
1.5	0.00	0.00	0.00	0.00	38.100	100.00
3/4	5.00	5.00	10.00	10.00	19.100	90.00
3/8	2.99	2.99	5.98	15.98	9.520	84.02
4	3.75	3.75	7.50	23.48	4.760	76.52
10	3.37	3.37	6.74	30.22	2.000	69.78
20	2.88	2.88	5.76	35.98	0.850	64.02
40	3.05	3.05	6.10	42.08	0.420	57.92
100	3.44	3.44	6.88	48.96	0.149	51.04
200	5.06	5.06	10.12	59.08	0.075	40.92
Pan	20.46	20.46	40.92			
Jumlah	50.00	50.00	100.00			

Sumber: Anonim, 2014



Gambar 3.7. Grafik Hubungan antara Persentase Lolos dengan Diameter Butir

Penyesuaian material di model agar menyerupai kondisi *prototype* maka dilakukan pengujian laboratorium. Pengujian material asli di dasar sungai dan campuran material yang digunakan pada model dilaksanakan di laboratorium air dan tanah Jurusan Teknik Pengairan. Selanjutnya akan diperoleh spesifikasi material yang digunakan untuk pembuatan model.

Agar material di model dan *prototype* mempunyai nilai berat isi yang mendekati, digunakan material campuran antara pasir hitam dan batu bara dengan perbandingan tertentu.

3.5. Data Hasil Model Fisik

3.5.1. Pengukuran Data

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui hasil pengaliran dan kebutuhan perbaikan atau perubahan desain sesuai kajian hidrolika, morfologi, dan sedimentasi sungai.

- **Elevasi Dasar Sungai dan Muka Air**

Elevasi dasar sungai dan muka air diukur menggunakan *point gauge* yang dipasang pada titik tinjau masing-masing section. Implementasi elevasi dasar saluran dan muka air pada *prototype* dihitung dengan persamaan berikut:

$$E = (\text{IPG}-b) \times 0,25 + \text{EPG}$$

Dengan:

E = elevasi muka air / dasar sungai *prototype* (m)

EPG = elevasi yang dipakai sebagai indeks alat ukur (m)

IPG = bacaan *point gauge* pada titik acuan (*Bench Mark*)

b = bacaan *point gauge* pada titik tinjau

Contoh perhitungan elevasi dasar sungai dan tinggi muka air di *prototype*:

Diketahui: BM= 0 = +747,00 IPG = 122

Hasil pembacaan *section X*

Dasar sungai = 144,50

Muka air = 135,00

Penyelesaian:

$$\text{Elevasi dasar di } \textit{prototype} \text{ (As)} = \frac{(122-144,5)}{100} \times 25 + 747,00$$

$$= +741,38 \text{ m}$$

Elevasi dasar rata-rata

$$= \frac{(741,5+741,38+741,53)}{3}$$

$$= +741,47 \text{ m}$$

$$\text{Elevasi muka air di } \textit{prototype} \text{ (As)} = \frac{(122-135,0)}{100} \times 25 + 747$$

$$= +743,75$$

Elevasi muka air rata-rata

$$= \frac{(743,75+743,75+743,68)}{3}$$

$$= +743,73$$

Perhitungan selanjutnya ditabulasikan pada tabel 3.3.

Tabel 3.4. Perhitungan Tinggi Muka Air Q 25 tahun

Section	No.Section	Elevasi Dasar	Elevasi Muka Air	H (m)
Hulu	D	741.98	743.73	1.76
	C	742.88	743.86	0.98
	B	742.06	743.73	1.67
	A	742.06	743.70	1.64
	X	741.47	743.73	2.26
	IX	741.33	743.78	2.45
	VIII	740.84	743.78	2.93
	VII	740.13	743.84	3.72
Apron	VI	740.13	743.88	3.75
	V	740.10	743.86	3.76
	IV	740.08	743.85	3.78
	III	740.08	743.82	3.74
	II	739.93	743.82	3.89
	I	740.83	743.80	2.97
Bendung	0	740.88	743.53	2.64
	1	740.82	743.21	2.39
	2	742.32	741.00	1.32
	3	741.30	741.00	0.30
	4	739.98	741.00	1.02
	5	739.43	741.00	1.58
	6	739.68	740.96	1.28
	7	740.70	741.58	0.88
	8	740.36	740.63	0.28
	9	740.25	740.43	0.18
	10	737.04	740.08	3.03
Hilir	11	739.03	739.89	0.86
	12	738.03	739.73	1.70
	13	737.72	739.38	1.66
	14	737.69	738.83	1.13
	15	737.70	738.30	0.60
	16	737.66	738.30	0.64

Sumber: Perhitungan

- **Kecepatan Aliran**

Pengukuran distribusi kecepatan menggunakan tabung pitot untuk menghitung kecepatan di model dan prototype menggunakan persamaan:

$$V_m = C_p x \sqrt{2gh}$$

$$V_p = v_m \cdot nh^{1/2}$$

Dengan :

v_m = kecepatan di model (m/dt)

c_p = koefisien *pitot tube*

h = tinggi muka air di pitot tube (m)

v_p = kecepatan di *prototype*

nh = skala model

contoh perhitungan pada *running* kalibrasi:

Pengukuran menggunakan tabung pitot di section D, tabung pitot di letakkan di atas ambang sampai jarak antar tinggi muka air pada pitot stabil. Kemudian diukur selisihnya dengan menggunakan penggaris.

Section D – kiri

Data: h_{ki} = 1,30 cm = 0,013 m

c_p = 0,98

g = 9,81 m/dt²

maka:

$$\begin{aligned} v_m &= C_p \sqrt{2gh} \\ &= 0,98 \times \sqrt{2 \times 9,81 \times 0,013} \\ &= 49,49 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_p &= v_m \cdot nh^{1/2} \\ &= (49,49 \times 25^{\frac{1}{2}}) / 100 \\ &= 2,47 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya ditabulasikan pada tabel 3.4.



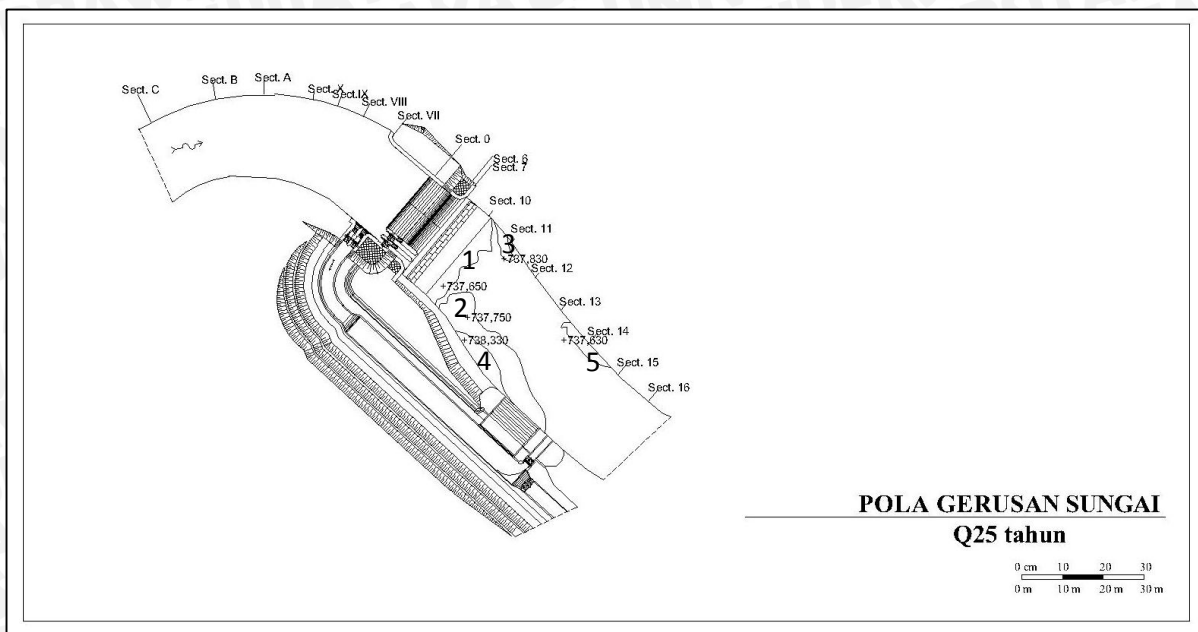
Tabel 3.5. Perhitungan Kecepatan Q 25 tahun

Section	No.Section	Prototype (m/dt)				Froude	Jenis Aliran
		Kiri	As	Kanan	Rerata		
Hulu	D	2.47	1.19	0.69	1.45	0.3490	Subkritis
	C	2.75	1.94	2.28	2.32	0.7482	Subkritis
	B	2.57	1.19	1.37	1.71	0.4225	Subkritis
	A	2.83	1.53	1.94	2.1	0.5236	Subkritis
	X	1.37	1.82	1.37	1.52	0.3228	Subkritis
	IX	3.07	3.07	3.07	3.07	0.6262	Subkritis
	VIII	3.36	3.88	3.63	3.63	0.6771	Subkritis
	VII	0.69	0.69	0.97	0.78	0.1291	Subkritis
Apron	VI	1.19	0.69	0.69	0.85	0.1401	Subkritis
	V	1.19	0.97	0.69	0.95	0.1564	Subkritis
	IV	0.97	0.69	0.97	0.88	0.1445	Subkritis
	III	1.37	1.37	1.19	1.31	0.2163	Subkritis
	II	0.97	0.69	0.69	0.78	0.1263	Subkritis
	I	0.69	0.69	0.97	0.78	0.1445	Subkritis
Bendung	0	3.15	2.91	2.66	2.91	0.5718	Subkritis
	1	4	3.82	3.57	3.8	0.7848	Subkritis
	2	5.09	4.9	5.23	5.07	1.4089	Superkritis
	3	6.58	5.98	6.02	6.2	3.6141	Superkritis
	4	7.89	7.67	7.2	7.59	2.3994	Superkritis
	5	6.44	6.79	6.55	6.59	1.6739	Superkritis
	6	3.76	4.06	3.88	3.9	1.1006	Superkritis
	7	1.68	0.97	1.68	1.44	0.4901	Subkritis
	8	1.19	1.37	0.97	1.18	0.7120	Subkritis
	9	3.88	4.34	3.07	3.76	2.8295	Superkritis
	10	1.53	0.97	2.06	1.52	0.2788	Subkritis
Hilir	11	3.07	2.66	1.53	2.42	0.8332	Subkritis
	12	3.07	3.15	3.15	3.12	0.7640	Subkritis
	13	1.68	0.97	3.15	1.93	0.4783	Subkritis
	14	1.53	1.82	3.36	2.24	0.6728	Subkritis
	15	2.17	3.76	2.17	2.7	1.1129	Superkritis
	16	4.34	4.29	5.32	4.65	1.8558	Superkritis

Sumber: Perhitungan

Perhitungan Volume Gerusan

Metode ini dilakukan dengan cara mengukur luas pola gerusan pada model fisik dikalikan dengan kedalaman gerusan. Penjelasan lebih lengkap dapat dilihat pada gambar dan tabel berikut:



Gambar 3.8. Penomoran Luasan Gerusan

Tabel 3.6. Perhitungan Volume Sedimen Terangkut Hasil Model Fisik

	Luas	Elevasi Gerusan	Elevasi Sebelum	h	volume sedimen terangkut
Luasan I	80.5697	737.65	741	3.35	269.908495
Luasan II	262.8719	737.75	739	1.25	328.589875
Luasan III	17.9754	737.83	740	2.17	39.006618
Luasan IV	56.6308	738.33	739	0.67	37.942636
Luasan V	33.0755	737.63	740	2.37	78.388935
				model	753.836559 cm ³
				prototype	753836559 cm ³
					753.836559 m ³

Sumber: Perhitungan

3.5.2. Kalibrasi Pemodelan Numerik

• Pengolahan *Input Files*

Secara garis besar, input files yang dibutuhkan pada program SSIIM 2 ada 3 macam yaitu control file, geodata file, dan timei file. Control file digunakan untuk memasukkan berbagai data penunjang seperti ukuran sedimen, fall velocity, waktu pengaliran, dan berbagai pilihan running pada program SSIIM 2. Geodata file berisi koordinat dan elevasi

masing-masing titik untuk membuat grid utama. Geodata file dapat dibuat menggunakan program bantuan Arcview dan nantinya akan dibuat grid pada antar-muka utama program SSIIM 2. Sedangkan timei file adalah input untuk menjelaskan distribusi ukuran sedimen terhadap debit dan waktu pengaliran.

Control File dan Timei File

Kebutuhan simulasi yang dapat dimasukkan pada *control file* antara lain ukuran sedimen, waktu iterasi, *fall velocity*, koefisien van rijm, dan berbagai pemilihan *default running* dengan grid yang telah dibuat.

Untuk memasukkan ukuran sedimen, digunakan *data set* S 1, dengan 2 integer yang diinput masing-masing adalah ukuran sedimen dan *fall velocity*. Ukuran sedimen yang dimasukkan adalah 5 mm sesuai dengan data lapangan. Sedangkan untuk *fall velocity* digunakan tabel hubungan antara ukuran sedimen dengan *shape factor* (gambar 2.16). Dari ukuran 5 mm dan *shape factor* 0,7 maka didapat *fall velocity* sebesar 8 cm/det = 0,08 m/det. Dari data diatas, dimasukkan kedalam *data set* S 1 0,005 0,08

Selanjutnya untuk waktu iterasi digunakan *data set* F 33, dengan menggunakan waktu iterasi 120 detik dan jumlah iterasi sebanyak 30 kali. Pada *data set* F 33 dituliskan F 33 120 30.

Timei file berisi pilihan simulasi untuk elevasi muka air pada hulu dan hilir sungai, dan debit untuk masing-masing waktu iterasi. *Data set* yang digunakan adalah I dan D. *Data set* I digunakan untuk memasukkan debit dan elevasi muka air pada hulu dan hilir di masing-masing waktu iterasi, sedangkan *Data set* D digunakan untuk menunjukkan perubahan debit pada masing-masing waktu iterasi jika dibutuhkan. Jika data untuk debit atau muka air tidak diketahui, maka dapat dimasukkan nilai negatif sehingga program akan melakukan komputasi untuk muka air maupun debit.

Untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.8. dan 3.9. dibawah ini:

```

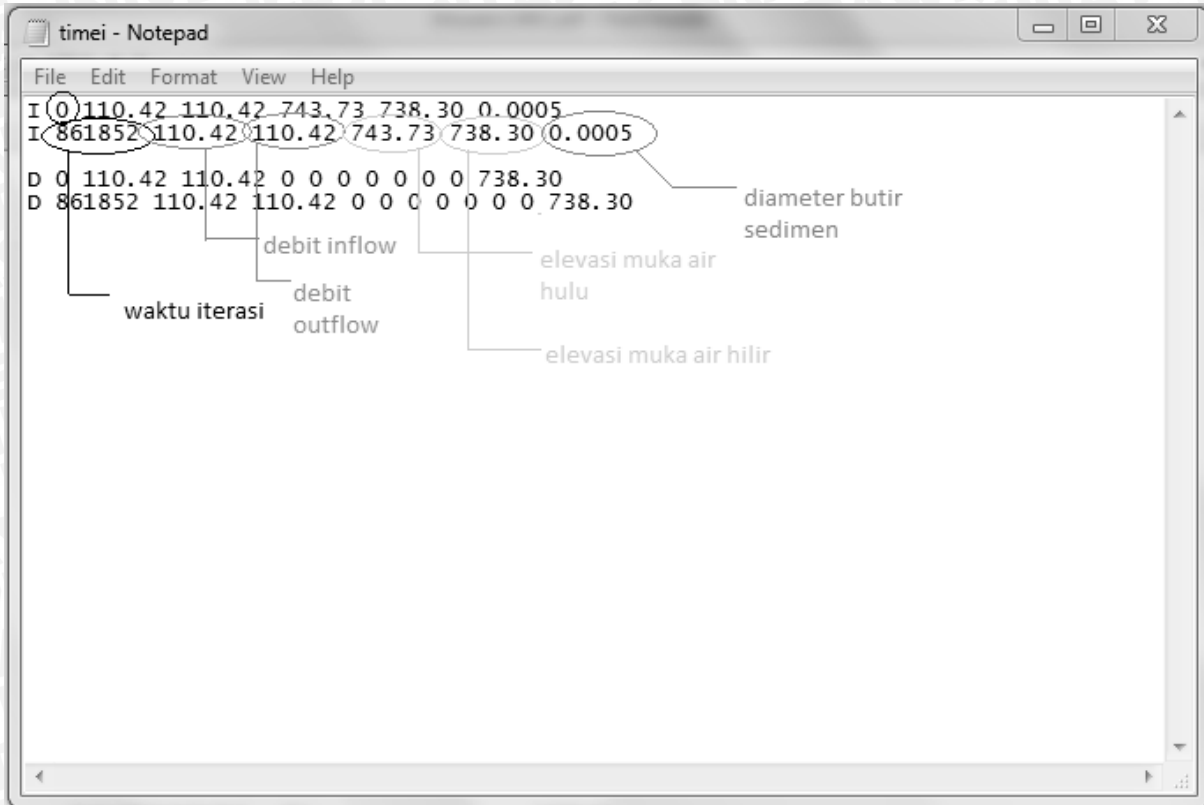
control - Notepad
File Edit Format View Help
T Bantaeng-Kalibrasi
F 2 U run option
F 6 0.025 1.5 0.3 coefficient for van riijn
F 10 R van riijn formula
F 16 0.1 roughness
F 33 120 30 time step, inner iteration
F 36 7 free water surface
F 37 2 transient sed calculation
F 70 1 no wall-lawss on sides
F 94 0.5 2.0 minimum cell size
F 102 1 wetting/drying
F 105 2 water update
F 106 0.5 active sediment layer
F 113 7 stabilize triangle cell
F 139 8.5 0.1 minimum value of u+
F 147 80 0 1 0.2 1.0 1.0 extrapolation
F 159 1 2 0 1 5 avoiding grid problem
F 164 31 consistent solver
F 168 9 multigridsolver
F 178 4 smoothing function for the water surface
F 179 1 1 upwind function for free water surface comp.
F 187 -1 special boundary conditions for water surface
F 200 1 0.1 0.01 k and epsilon
F 206 2 maximum processor
F 222 3 avouding inflow/outflow-area sedimentation
F 224 100.0 surface residual
F 233 7 depth-averaged pressure field
F 246 1 1 -3 0.01 surface limiters

S 1 0.0005 0.7 sediment fraction nr, size, fall velocity
K 5 0 0 0 10 0 0 block correction
K 6 1 1 1 0 0 0 water flow equation

N 1 1 0.06 bed sediments
B 0 0 0 0 0 bed sediments
    
```

Gambar 3.9. Control file





Gambar 3.10. *Timei file*

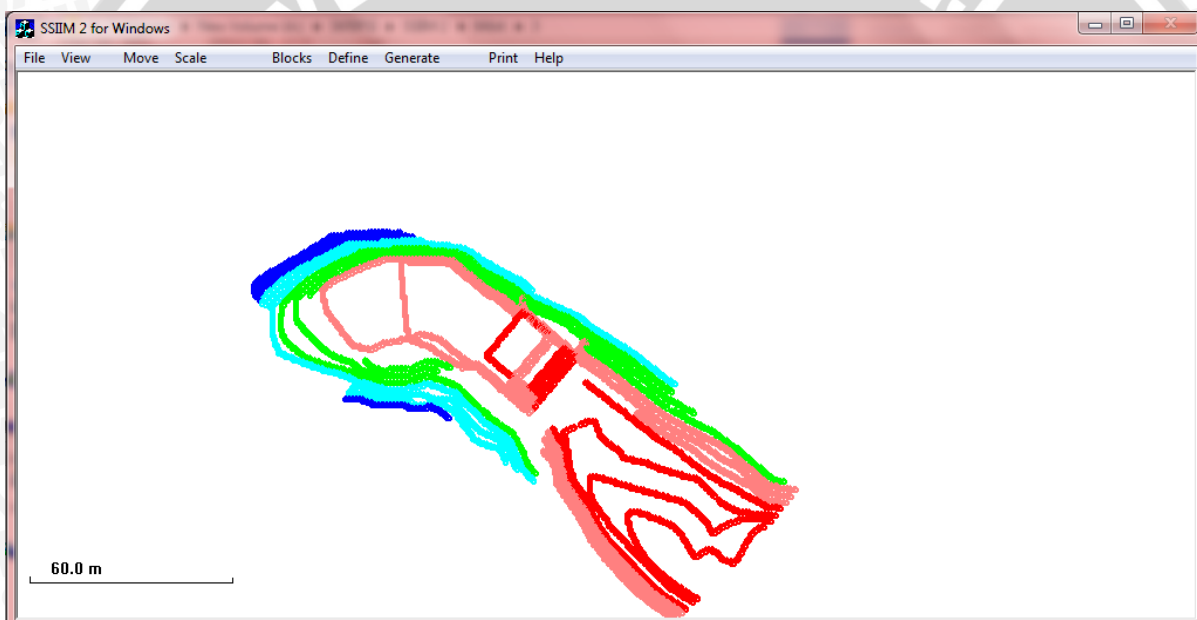
Geodata File

Merupakan file yang berisi koordinat dari point pada kontur pada bendung dan sungai yang akan dikaji. *file* ini dibuat dengan bantuan program CAD2SHAPE dan Arcview. *File* ini kemudian dibaca secara otomatis oleh program SSIIM sebagai pola kontur dasar objek kajian. Setelah membuka kontur dalam program, selanjutnya dibuat *grid* untuk membentuk sungai serta bendung yang akan dikaji. Hal ini merupakan proses terpenting dalam pemodelan numerik menggunakan program SSIIM karena kualitas *grid* dan kontur dalam *geodata file* akan menentukan bisa tidaknya objek kajian dijalankan.

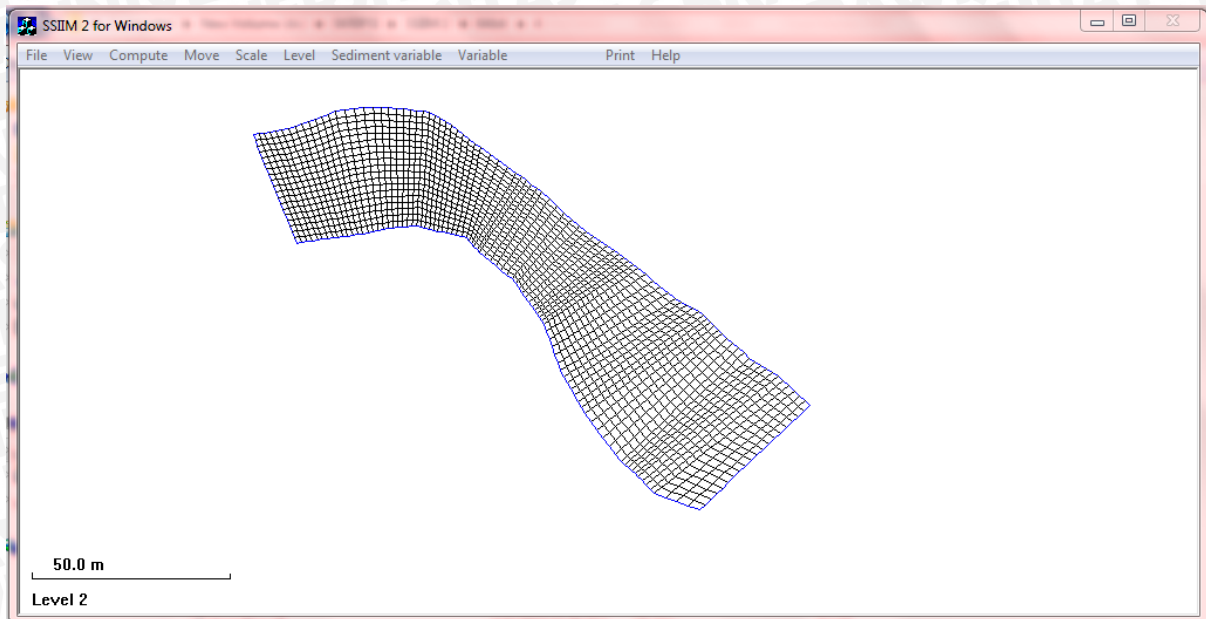
Geodata file dapat dilihat pada Gambar 3.10. dan 3.11.



Gambar 3.11. Geodata file



Gambar 3.12. Geodata point pada SSIIM 2



Gambar 3.13. *Grid* untuk bendung PLTM Bantaeng-1

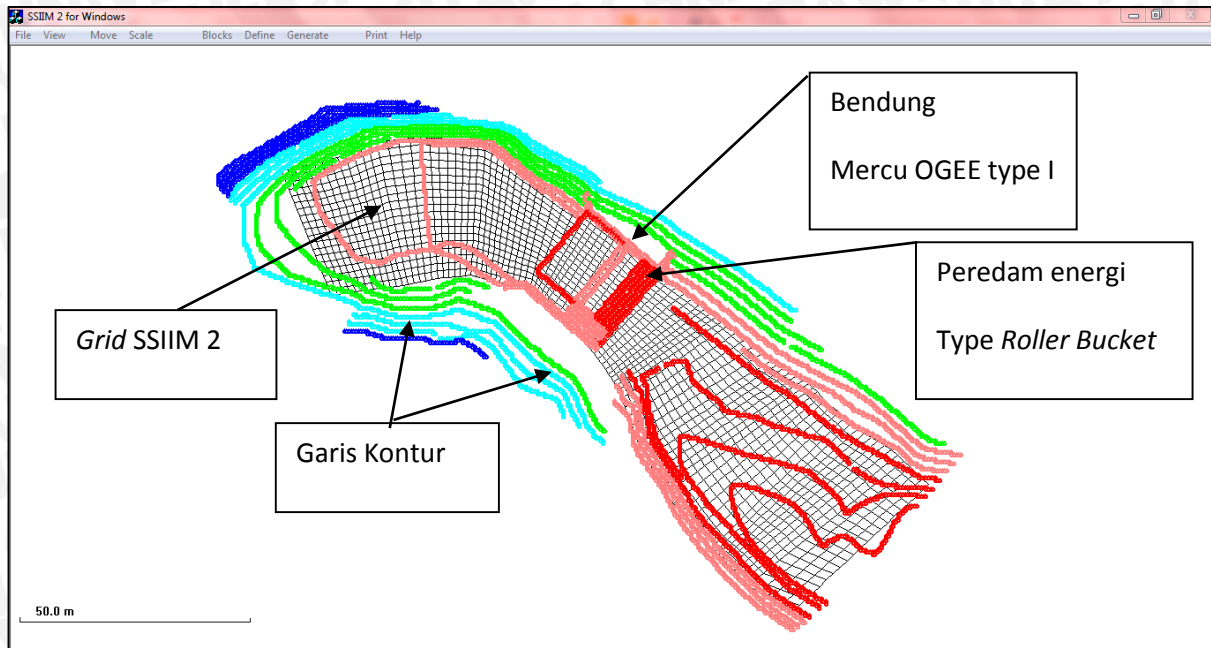
- **Komputasi Menggunakan SSIIM 2**

Setelah menyimpan *control file* dan *timei file* pada satu folder dengan program SSIIM 2, maka langkah selanjutnya adalah melakukan komputasi *waterflow* dan *sediment*. Tahap ini dilakukan dengan cara membuka program dan membaca *unstruc* pada *File – Read unstruc*. Kemudian juga *unstruc* sudah terbaca maka klik *Compute – Waterflow* dan *Compute - Sediments*, lalu klik F10 pada *keyboard*. Setelah tertulis angka residual program, maka hasil komputasi bisa dilihat pada *View – Map*, lalu klik *variable*, pilih sesuai kebutuhan.

3.6. Tahapan Rancangan Pemodelan Numerik menggunakan SSIIM

3.6.1. Pembuatan Grid

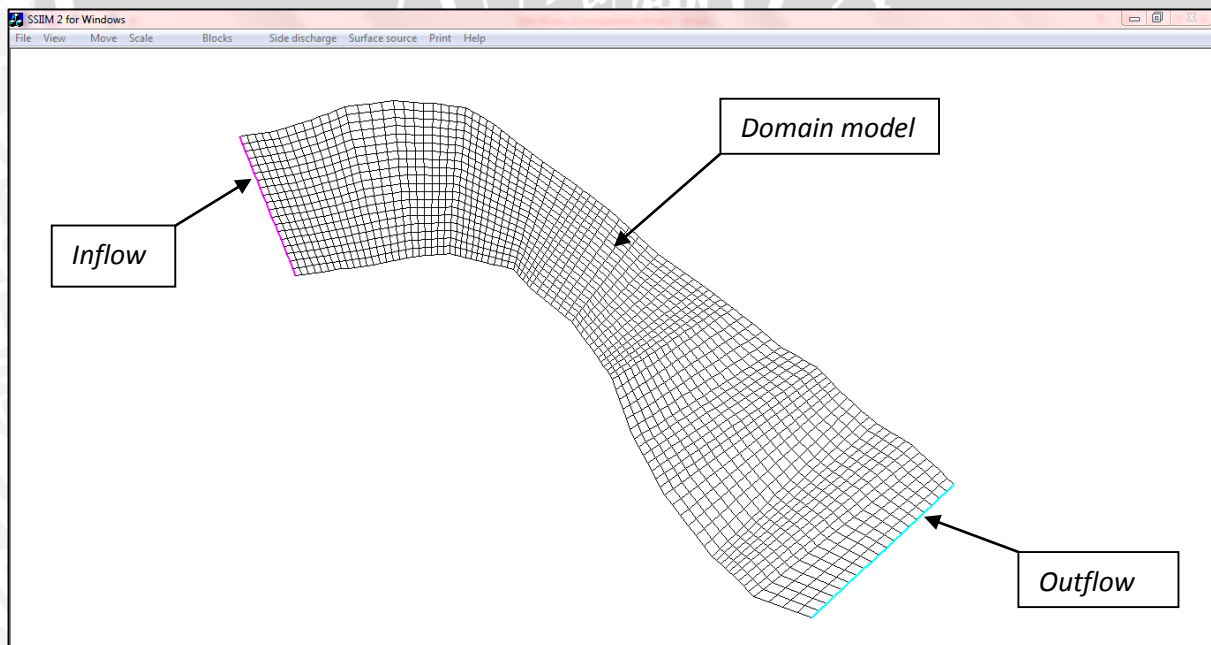
Pembuatan *grid* dilakukan dengan menggunakan data hasil model fisik. Untuk membuat grid dari denah gambar ekstensi CAD, harus diubah dulu menjadi bentuk *shape*. Karena input SSIIM membutuhkan data koordinat x,y dan z yang nantinya dijadikan *geodata file*. File *geodata* dibuat dari aplikasi Notepad pada sistem operasi windows dengan menghilangkan ekstensi *.txt*. pembuatan koordinat dibuat dari program Microsoft Excel, data koordinat dibuat dari pembangkitan data *shape* menggunakan aplikasi CAD2Shape dan *Arcview*.



Gambar 3.14. Tahap pembuatan *grid* di dalam SSIIM 2.

3.6.2. Penentuan Debit Inflow dan Outflow

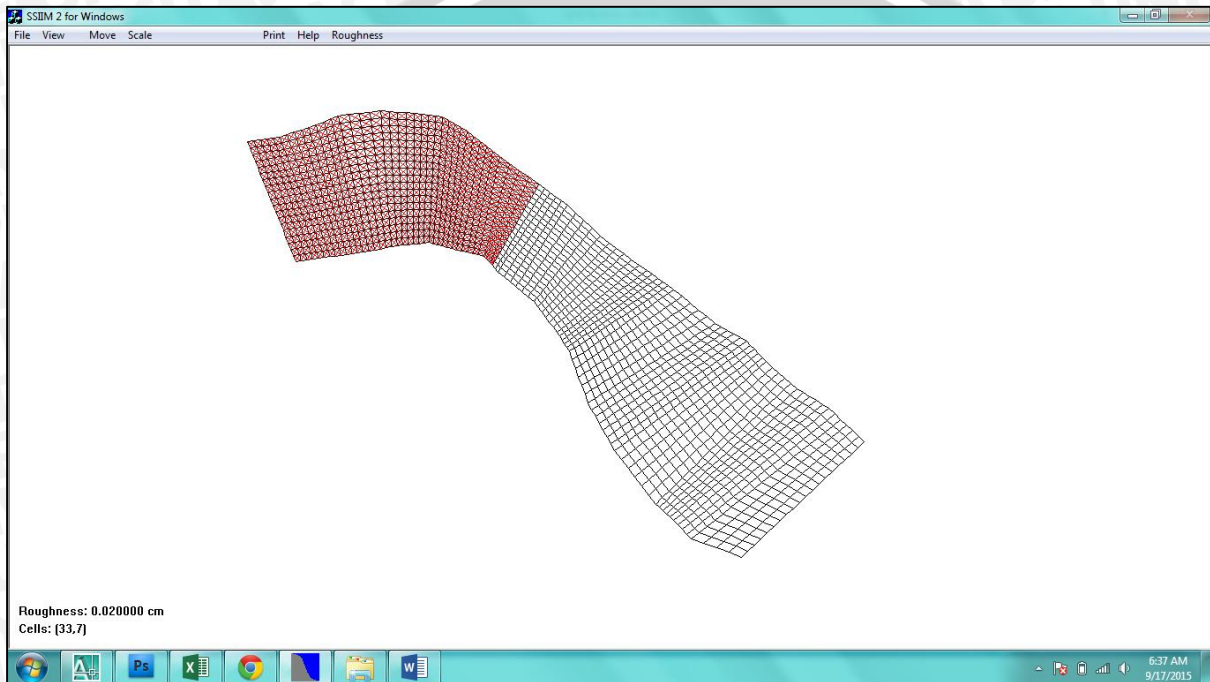
Selanjutnya adalah tahap memasukkan data debit banjir rancangan yang dilakukan di dalam program SSIIM. tahap input debit inflow dan outflow dilakukan dengan memilih *grid* hulu dan hilir.



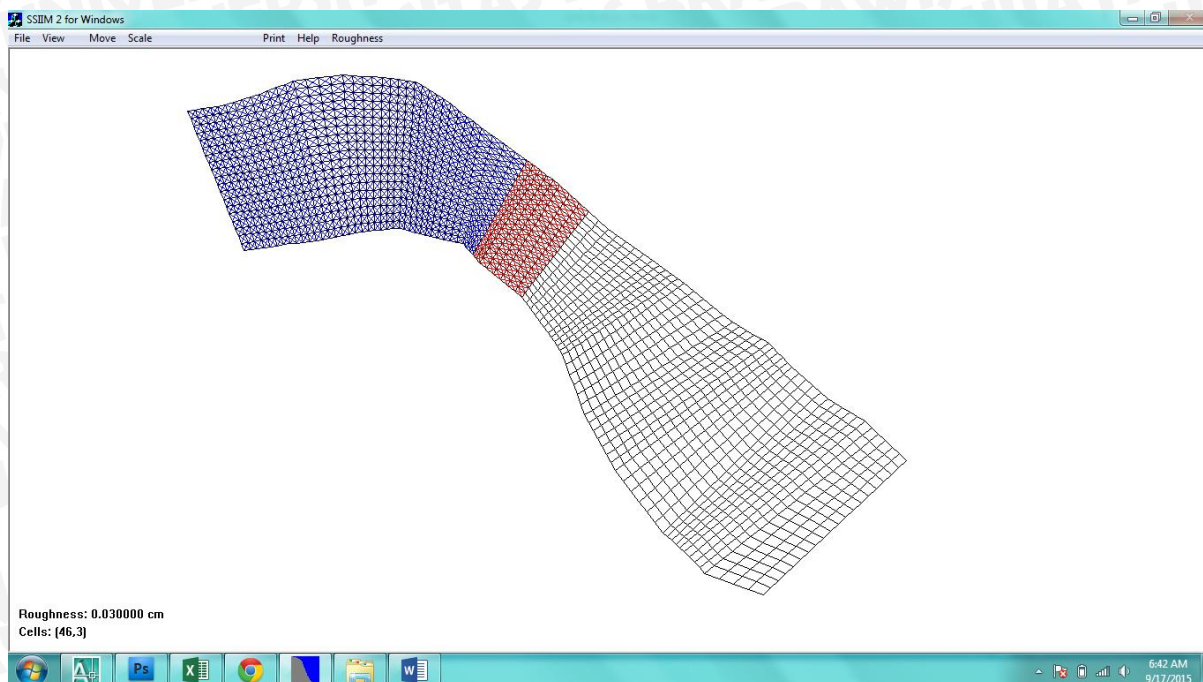
Gambar 3.15. Penentuan titik *inflow* dan *outflow*

3.6.3. Penentuan Kekasaran Dasar Sungai (Roughness)

Untuk membedakan angka kekasaran pada *grid*, dilakukan *editing* pada program sehingga simulasi dapat mendekati kondisi asli. Untuk model numerik Bendung Bantaeng ini digunakan 2 tipe dasar saluran dengan masing-masing angka kekasarannya. Pada bangunan bendung dan pilar serta peredam energi digunakan angka kekasaran beton 0,03. Sedangkan untuk dasar sungai asli digunakan angka kekasaran 0,02. Langkah ini dilakukan menggunakan pilihan *Roughness Editor* pada program SSIIM 2.



Gambar 3.16. *Roughness Editor* untuk Dasar Sungai



Gambar 3.17. *Roughness Editor* untuk Bangunan Bendung

3.6.4. Penentuan Data Sedimen

Tahap ini dilakukan didalam file *control* yang secara otomatis tertulis di folder SSIM tersebut. Data yang dimasukkan adalah waktu pengaliran, *transient*, diameter, *fall velocity*, dan inflow concentration.


```

control - Notepad
File Edit Format View Help
IT Running Q 5 th
F 2 U run option
F 6 0.025 1.5 0.3 coefficient for van rijn
F 10 R van rijn formula
F 16 0.025 roughness
F 33 120 30 time step, inner iteration
F 36 7 free water surface
F 37 2 transient sed calculation
F 70 1 no wall-lawss on sides
F 94 0.5 2.0 minimum cell size
F 102 1 wetting/drying
F 105 2 water update
F 106 0.5 active sediment layer
F 113 7 stabilize triangle cell
F 139 8.5 0.1 minimum value of u+
F 147 80 0 1 0.2 1.0 1.0 extrapolation
F 159 1 2 0 1 5 avoiding grid problem
F 164 31 consistent solver
F 168 9 multigridsolver
F 178 4 smoothing function for the water surface
F 179 1 1 upwind function for free water surface comp.
F 187 -1 special boundary conditions for water surface
F 200 1 0.1 0.01 k and epsilon
F 206 2 maximum processor
F 222 3 avouding inflow/outflow-area sedimentation
F 224 100.0 surface residual
F 233 7 depth-averaged pressure field
F 246 1 1 -3 0.01 surface limiters

S 1 0.0005 0.08 sediment fraction nr, size, fall velocity
K 5 0 0 10 0 0 block correction
K 6 1 1 1 0 0 0 water flow equation

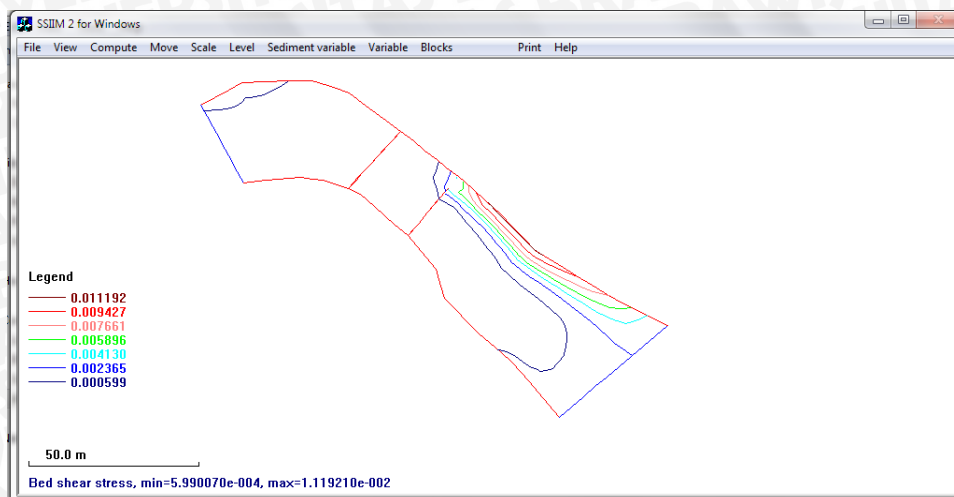
N 1 1 0.06 bed sediments
B 0 0 0 0 0 bed sediments

```

Gambar 3.18. *Input* untuk kondisi sedimen yang akan disimulasikan

3.6.5. Perhitungan dan Simulasi Model

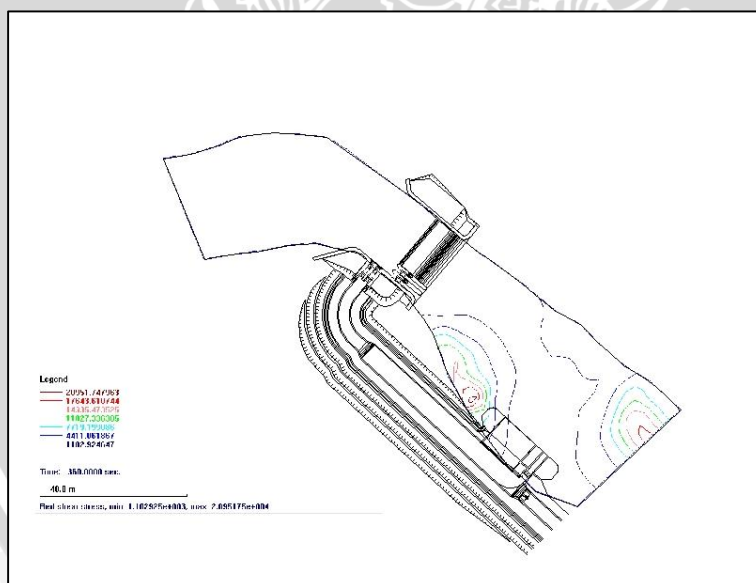
Setelah semua data sudah dimasukkan, komputasi dilakukan untuk mengetahui fenomena dan hasil pengaliran dari semua input data yang sudah dilakukan. Hasil pengaliran bisa dilihat sesuai dengan variabel yang diinginkan.



Gambar 3.19. Contoh Hasil Komputasi untuk *Bed Shear Stress*

3.6.6. Penyajian Hasil

Langkah selanjutnya adalah menyajikan hasil dari simulasi sedimen yang dilakukan secara numerik oleh program SSIIM 2. Penyajian dapat dilakukan dengan cara *export output* SSIIM ke dalam format ASCII dalam bentuk x, y, z, lalu dibaca menggunakan program ArcView. Berikut merupakan contoh penyajian hasil menggunakan program Arcview.



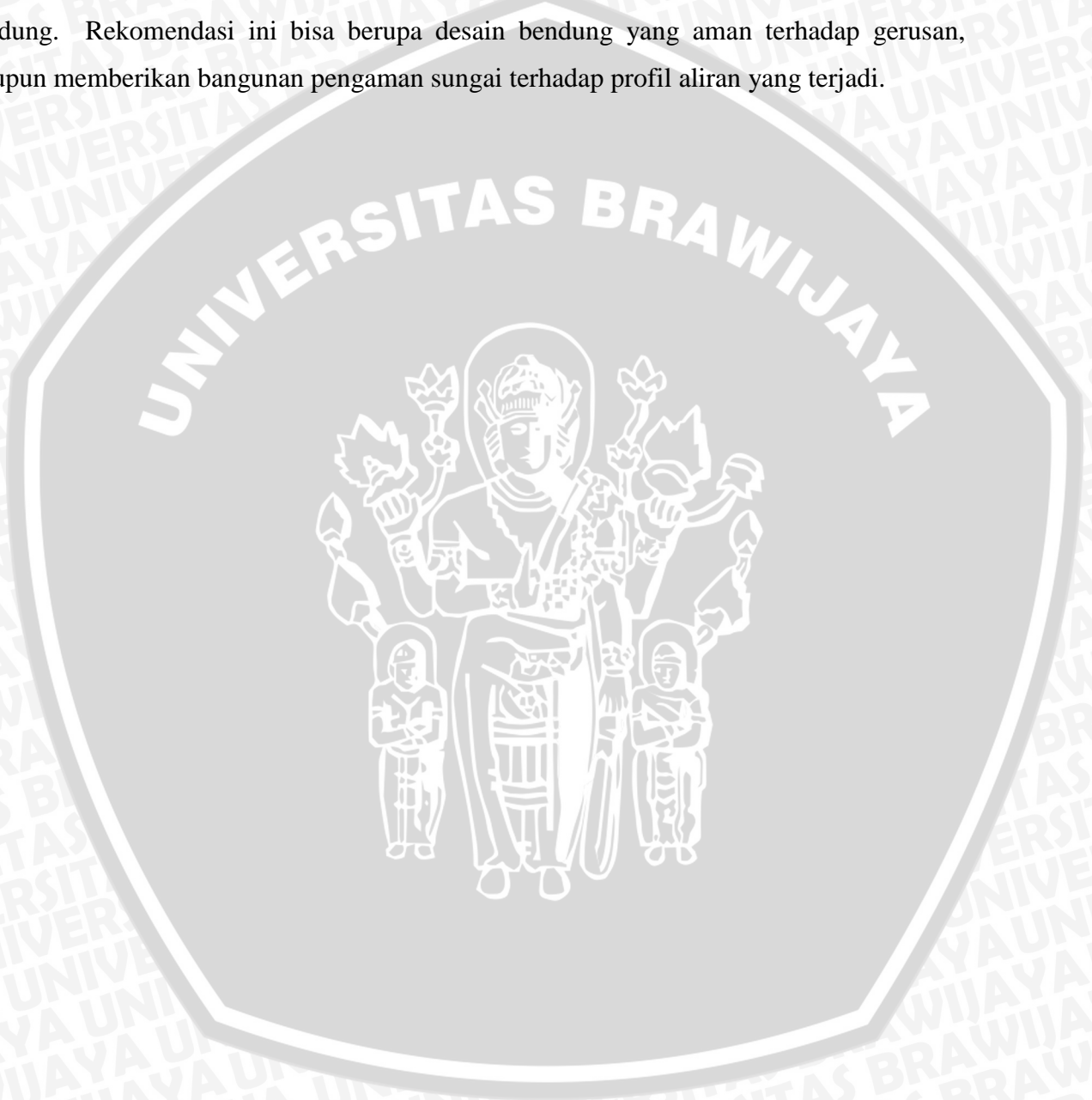
Gambar 3.20. Contoh penyajian menggunakan *Arcview*

3.7. Tahapan Rencana Analisa dan Perbaikan Bangunan

Setelah menganalisa hasil perbandingan dari pemodelan fisik dan numerik, rencana selanjutnya adalah rekomendasi untuk perbaikan desain apabila hasil yang diperoleh kurang memuaskan. Adapun beberapa hal yang ditinjau dalam membuat rekomendasi model ini antara lain:

1. Pola aliran dan kecepatan pada model fisik
2. Besar kecepatan dan profil aliran pada bendung
3. Pola gerusan hasil dari pemodelan numerik.

Langkah selanjutnya adalah *running* tahap perbaikan yang dilakukan berdasarkan rekomendasi desain yang ditujukan untuk mengurangi gerusan yang terjadi pada hilir bendung. Rekomendasi ini bisa berupa desain bendung yang aman terhadap gerusan, maupun memberikan bangunan pengaman sungai terhadap profil aliran yang terjadi.



3.8. Diagram Alir Pengerjaan Skripsi

