BAB V

SIMULASI MODEL MATEMATIK

Dalam mempelajari perilaku hidraulika aliran, perlu dilakukan permodelan yang mampu menggambarkan kondisi sebuah aliran. Permodelan dapat dilakukan dengan menggunakan HEC-RAS 5.0.3. HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*). Selain itu, HEC-RAS mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, dan grafik. HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi:

- 1. Hitungan profil muka air aliran permanen
- 2. Simulasi aliran tidak permanen
- 3. Hitungan transport sedimen
- 4. Hitungan kualitas air

Pada studi ini analisis dilakukan menggunakan *Steady Flow* untuk analisis kedalaman gerusan. Berikut merupakan langkah-langkah permodelan HEC-RAS:

1. Starting HEC-RAS

Untuk membuka HEC-RAS dapat dilakukan dengan cara *double klik icon* HEC-RAS di *deskop*. HEC-RAS 5.0.3 akan tampil pada layar *windows* sebagaimana pada Gambar 5.1.

🗃 HEC-RAS 5.0.3 —	X
File Edit Run View Options GIS Tools Help	
ᄚ▣◨⊻ёііॼ`ў;;;;ॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾॾ	Hall
Project:	
Plan:	
Geometry:	
Steady Flow:	
Unsteady Flow:	
Description :	Units

Gambar 5.1 Kotak dialog utama HEC-RAS 5.0.3

2. Membuat project baru

Langkah-langkah untuk membuat project baru adalah sebagai berikut:

a. Pilih menu *file* \rightarrow *new project* seperti yang terlihat di Gambar 5.2.

L		File Ed	tAS 5.0.3 — 🗌 X t Run View Options GiS Tools Help	
	New Project		· 지수가성 🖓 🖶 기위험 🧊 🗢 스웨티드 최어 🖓 🖩 🖩 🗗 🛯 💽 🚺	į.
	Open Project			-
	Save Project	it:		2
	Save Project As			-
	Rename Project Title	v Flo	N:	-
	Delete Project	ady	Normal States and States	-
	Project Summary	ption	: SI Units	1
	Import HEC-2 Data			-
	Import HEC-RAS Data			
	Generate Report			
	Export GIS Data			
	Export to HEC-DSS			
	Restore Backup Data	>		
	Debug Report (compress current plan files)			
	Exit			
	C:\Users\hp\Documents\A\1.prj			
	d:\1\a\cobacoba.prj			

Gambar 5.2 Membuat project baru

b. Pilih directory dan folder yang diinginkan untuk membuat folder baru dengan mengklik *create folder* → beri nama folder → OK. Tulis juga *title* dan *file name* di kolom yang tersedia seperti Gambar 5.3.

New Project					
Title RUNNING1	File Name RUNNING1.prj	Selected Folder Default Project Folder Documents d:\1\1. TUGAS AKHIR\T.A TIKA			
TUGAS AKHIR 1	TUGASAKHIR.prj	 ☐ d:\ ☐ 1 ☐ 1. TUGAS AKHIR ☐ T.A. TIKA 			
OK Cancel Help	Create Folder	☐ d: [CIVIL ENGINEERING]			
Set drive and path, then enter a new project title and file	name.				

Gambar 5.3 Kotak dialog new project

3. Memilih satuan untuk simulasi

Pilih menu options \rightarrow unit system (US Customary/SI) \rightarrow pilih system internasional (metric system) \rightarrow OK. Langkah dilihat pada Gambar 5.4 dan gambar 5.5.

	H 🔚	IEC-RA	S 5.0.3			
No. of Concession, Name	File	Edit	Run	View	Options	GIS Tools H
Program Setup	•				>	🛁 片 彦
Default Parame	eters				>	
Unit system (U	S Cust	omary	/SI)			
Convert Projec	t Units	i				<u> </u>
Convert Horizo	ontal C	oordin	iate Sy	stems		
	Unste Descri	ady Flo iption :	w:			

Gambar 5.4 Dialog options

HEC-RAS		
	Select Units System	
○ US Customary ⊙ System Intern □ Set as default	, ational (Metric Systen for new projects	n)
OK	Cancel	Help

Gambar 5.5 Dialog select units system

- 4. Input data geometri
 - a. Klik menu edit → geometric data atau klik icon view/edit geometric data untuk menginput/mengedit data geometri. Tampilan kotak dialog geometric data terlihat seperti Gambar 5.6.



Gambar 5.6 Dialog geometric data

b. Klik icon *river reach* → dan buat skema saluran sesuai dengan bentuk sungai yang diinginkan, alur sungai dibuat dari hulu ke hilir. Untuk mengakhiri pembuatan saluran, *double click*. Akan muncul kotak dialog seperti Gambar 5.7 dan beri nama pada kolom *river* dan *reach*.

×	×
Selec River r R	t existing River or enter a new name (16 Char Max), and enter each name (16 Char Max).
River:	FLUME 💌
Reach:	LABAIR
	OK Cancel

Gambar 5.7 Pengisian nama saluran dan penggal saluran

Setelah langkah di atas akan muncul bentuk saluran dan anak panah pada Gambar 5.8 menunjukkan arah aliran air.

└✓ Geometric Data - SUBKRITIK	_		×
File Edit Options View Tables Tools GIS Tools Help			
Tools River Storage 20F/lew SA/20 Area 20Area 20Ar	ŝ.	Plot WS	extents f
Junct.			*
Cross Section			
Brdg/Culv			
Inline Structure			
Lateral Structure			
Storage			
aD Flow Area			
SA/26/Prea			
Pump Station			
HTab Param.			
View Picture ddb			Ŧ
			F
		0.2177,	0.9792

Gambar 5.8 Tampilan skema aliran

- 5. *Input* tampang melintang
 - a. Klik icon cross section Section
 Section
 Akan muncul dialog cross section data
 seperti Gambar 5.9. Untuk mengisi data cross section klik menu
 options → add a new cross section seperti Gambar 5.10. Akan muncul
 kotak dialog yang dapat diisi dengan river Sta.



Gambar 5.9 Dialog cross section data



Gambar 5.10 Tampilan menu options

b. Pada bagian cross section coordinat, isi station dengan titik-titik koordinat dan elevation dengan titik elevasi. Pada bagian downstream reach leght isi jarak antar bantaran, LOB (left overbank), jalur utama (channel), dan ROB (right overbank). Isi nilai manning pada bagian manning 's value. Pada bagian main channel bank station diisi dengan batas bibir saluran. Klik apply data untuk menampilkan data cross section yang telah diinput. Tampilan dapat dilihat pada Gambar 5.11.



Gambar 5.11 Tampilan cross section data

c. Untuk membuat cross section yang sama klik options → copy current cross section → isi river Sta sesuai dengan urutan tampang. Langkah dapat dilihat pada Gambar 5.12 dan Gambar 5.13. Lakukan hal yang sama hingga penampang melintang terakhir. Hasil terlihat seperti Gambar 5.14.



Gambar 5.12 Tampilan menu options

Copy Cross Section	
Select a River and Reach	and then enter a new river station.
River: FLUME	•
Reach: LABAIR	▼ River Sta: 9
	OK Cancel

Gambar 5.13 Dialog copy cross section



Gambar 5.14 Skema saluran dan tampang melintang

- 6. Membuat struktur melintang sungai
 - a. Klik *icon bridge culvert data* → *options* → *add a bridge and/or culvert* → isi *river* Sta dimana struktur berada → OK. Langkah-langkah dapat dilihat pada Gambar 5.15 dan Gambar 5.16.



File	View	Options	Help	
	Add a l	Bridge and/	/or Culvert	Apply Data
	Copy E Renam	Bridge/Culv e River Stat	ert tion	·↓ t
	Delete	Bridge/Cul	vert	e between: (not set) (m)
	Interna	l Bridge Cr	oss Sections	



HEC-	RAS			
Enter brid	a new riv ge or culv	ver station vert in read	i for th ch "LA	e new BAIR"
	6.5			
	ОК		Cano	el

Gambar 5.16 Pengisian letak struktur

b. Klik options → internal bridge cross section untuk menginput tampang melintang pada struktur → isikan tampang melintang pada struktur → OK. Langkah dapat dilihat pada Gambar 5.17 dan Gambar 5.18.

Bridge Culvert Data - SUBKRITIK File View Options Help	
Add a Bridge and/or Culvert Copy Bridge/Culvert Rename River Station Delete Bridge/Culvert	Apply Data + 100 6.5 V 1 1 e between: 0.5 (m)
Internal Bridge Cross Sections	
Momentum Equation	
Class B defaults	
Pressure flow criteria	

Gambar 5.17 Tampilan menu options

	Upstr	eam Inside					Downs	tream Insi	de
1	Main Chanr	nel Bank Sta	ations				Main Chani	nel Bank St	tations
L	eft Bank	Righ	nt Bank		Γ	L	eft Bank	Rig	ht Bank
Þ		2.46			2	2		2.46	
C	ross Sectio	n X-Y Coor	dinates			С	ross Sectio	n X-Y Coo	rdinates
	Station	Elevation	n	-	Γ		Station	Elevation	i n 🖌
1	1.	0.94	0.015			1	1.	0.92	0.015
2	1.5	0.94				2	1.5	0.92	
3	1.5	0.44				3	1.5	0.42	
4	2.	0.44	0.015			4	2.	0.42	0.015
5	2.	0.2				5	2.	0.18	
6	2.46	0.2	0.015			6	2.46	0.18	0.015
7	2.46	0.44				7	2.46	0.42	
8	2.96	0.44				8	2.96	0.42	
9	2.96	0.94		-		9	2.96	0.92	
10	5.40	2.04		⊥.	1	10	0.40	0.00	
۵	el Row	I	ns Row			0	el Row	1	Ins Row
	Adjust Sel	ected Eleva	tions		1		Adjust Sel	ected Elev	ations

Gambar 5.18 Dialog bridge cross sections

c. Untuk menginput lantai jembatan, klik *icon deck / roadways* ∑.
Pada kolom *distance* dapat diisi dengan jarak antara *upstream* dengan *deck*. Sedangkan pada kolom *width* diisi dengan tebal *deck*. Isi data elevasi lantai jembatan sisi atas dan sisi bawah → OK. Langkah dan hasil *input* dapat dilihat pada Gambar 5.19 dan Gambar 5.20.



Gambar 5.19 Tampilan deck/roadway data editor

Deck/ Roadway



Gambar 5.20 Tampilan deck pada bridge culvert data

Pier

d. Untuk menginput data pilar, klik *icon pier* ▲. Pada kolom *centerline station upstream* dan *centerline station downstream* diisi dengan letak pilar jembatan. Pada kolom *pier width* diisi dengan lebar pilar. Pada kolom *elevation* diisi dengan elevasi pilar → OK. Langkah dan hasil *input* data pilar dapat dilihat pada Gambar 5.21 dan Gambar 5.22.



Gambar 5.21 Tampilan pier data editor



Gambar 5.22 Tampilan pilar pada bridge culvert data

e. Untuk input data abutment, klik *icon sloping abutment* \checkmark . Isi data abutment bagian kiri $\rightarrow Add \rightarrow$ isi data abutment bagian kanan \rightarrow OK. Langkah dan hasil dapat dilihat pada Gambar 5.23 dan Gambar 5.24



Gambar 5.23 Tampilan *sloping abutment data editor* untuk abutment (a) kiri dan (b) kanan



Gambar 5.24 Tampilan abutment pada bridge culvert data

f. Klik icon *HTab Param* → isi elevasi muka air maksimum pada *head water maximum elevation* seperti yang terlihat pada Gambar 5.25 → OK.

上 Parameters for Hydraulic Property Tables						
Number of points on free	50					
Number of submerged cu	50					
Number of points on each	20					
Apply number of points to all bridges and culverts						
Head water maximum ele	0.42					
Tail water maximum eleva						
Maximum Flow (Recomme						
	ОК	Cancel				

Gambar 5.25 Tampilan parameters for hydraulic property tables

- 7. Menginput data debit
 - a. Untuk melakukan input data debit. Klik *icon view/edit steady flow data* i → *file* → *new flow data* → beri nama *file* yang dibuat → OK. Langkah dapat terlihat pada Gambar 5.26.

ण्ने Steady Flow Data	
File Options Help	
New Flow Data	Boundary Conditions Apply Da
Open Flow Data	0.065
Save Flow Data	Add Multip
Save Flow Data AS	Add A Flow Change Loca
Rename Flow Title	
Delete Flow Data	

Gambar 5.26 Tampilan menu file

b. Kolom PF 1 diisi dengan data debit. Klik *reach boundary conditions* → normal depth. Akan muncul kotak dialog yang diisi dengan nilai slope. Langkah-langkah dapat dilihat pada Gambar 5.27, Gambar 2.28 dan Gambar 5.29.

$\frac{\sigma}{\bar{q} \rightarrow}$ Steady Flow Data - LINGKARANSUB	_		×					
File Options Help								
Enter/Edit Number of Profiles (32000 max): 1 Reach Boundary Conditions Apply Data	Enter/Edit Number of Profiles (32000 max): 1 Reach Boundary Conditions Apply Data							
Locations of Flow Data Changes								
River: FLUME Add Multiple								
Reach: LABAIR River Sta.: 10 Add A Flow Change Location								
Flow Change Location Profile Names and Flow Rates								
River Reach RS PF 1								
1 FLUME LABAIR 10 0.00437284								
			_					

Gambar 5.27 Tampilan steady flow data

HEC-RAS	
Enter the upstream depth computati LABAIR for	slope for normal on for reach: all profiles.
0.004	
ОК	Cancel

Gambar 5.28 Dialog untuk memasukkan nilai slope

Steady Flow Boun	dary Conditions							
Set boundary for all profiles Set boundary for one profile at a time								
		Available Externa	al Boundary Condtio	n Types				
Known W.S.	Critical De	pth	Normal Depth	Ratin	g Curve		Delete	
	Sel	ected Boundary	Condition Locations	and Types				
River	Reach	Profile	Upstream		Dov	vnstream	eam	
FLUME	LABAIR	all Normal Depth S = 0.004		0.004	Normal Depth S = 0		004	
		1			1	. 11		
Steady Flow Reach	n-Storage Area Opti	mization		OK	Cano	el	Help	
Enter to make the b	oundary for selecte	ed location norma	al depth.					
,								

Gambar 5.29 Tampilan steady flow boundary conditions

8. Running debit

Klik *icon perform a steady flow simulation* A. Pada kolom *short ID* diberi nama dan pilih jenis aliran pada bagian *flow regime* seperti pada Gambar 5.30. Klik *compute*. Hasil *compute* terlihat pada Gambar 5.31.

🛓 Steady Flow Analysis			_		×			
File Options Help								
Plan :		Short ID	LINGKARAN					
Geometry File :	SUBKRITIK				•			
Steady Flow File :	LINGKARANSUB				-			
Flow Regime Subcritical Supercritical Mixed Optional Programs Floodplain Mapping	Plan Description :							
	Compute							
Select flow regime for steady flow computations								

Gambar 5.30 Tampilan steady flow analysis

HEC-RAS Finished Computations			-		×		
Write Geometry Information Layer: Complete							
Steady Flow Simulation River: FLUME R Reach: LABAIR N Profile: PF 1	RS: Node Type:	10 Cross Section					
Simulation: 1/1							
Computation Messages							
Simulation: 1/1 Computation Messages Plan:: LinkGRARM (CUNNING1.p01) Simulation started at: 24%ar2017 03:04:34 AM Using 64 Bit Computation Engines Writing Geometry Computing Bank Lines Bank Lines generated in 127 ms Computing New Edge Lines River Edge Lines generated in 22 ms Computing XS Interpolation Surfaces XS Interpolation Surfaces XS Interpolation Surfaces Stomet Edge Lines River Edge Lines Computing XS Interpolation Surfaces XS Interpolation Surfaces XS Interpolation Surfaces Steady Flow Simulation HEC-RAS 5.0.3 September 2016 Finished Steady Flow Simulation Computation Task Time(hh:mm:so) Computation Task Time(h:mm:so) Computation Task 1 Computation Summary 3 Steady Flow Computations(64) 1 Complete Process 4							
L							
Pause Take Snapshot of Results			C	Close	•		

Gambar 5.31 Tampilan compute

- 9. Kedalaman scour bridge
 - a. Pilih *icon perform hydraulic design computation* $\bowtie \rightarrow$ *file* \rightarrow *new hydraulic design data* seperti pada Gambar 5.32.



Gambar 5.32 Tampilan menu file

b. Klik *pier* → *maximum V1 Y1*. Pilih jenis pilar pada bagian kolom *shape*. Ubah nilai Y1 sesuai dengan nilai debit aliran, D50 sesuai nilai diameter rata-rata sedimen dan V1 sesuai dengan nilai kecepatan aliran. Pilih metode yang digunakan pada kolom *method*. Penghitungan ini menggunakan *Froehlich's equation* maka hanya perlu mengisi kolom a' dengan nilai lebar rencana pilar. Kemudian *compute*.



Gambar 5.33 Hasil compute