PEMODELAN BANJIR 2D DENGAN *RAIN ON GRID* DI KOTA NGABANG

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Oleh:
DEO FETTERWI
NIM. D1011221019

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

PEMODELAN BANJIR 2D DENGAN *RAIN ON GRID* DI KOTA NGABANG

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Oleh:
DEO FETTERWI
NIM. D1011221019



FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http:// Teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

PEMODELAN BANJIR 2D DENGAN *RAIN ON GRID* DI KOTA NGABANG

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh:

DEO FETTERWI
NIM. D1011221019

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 25 Juli 2026 dalam sidang akhir dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, S.T., M.T., IPM
	NIP. 197212262000031001
Dosen Pembimbing Kedua	: Ir. Danang Gunarto, S.T., M.T., IPM
	NIP. 197506182000121001
Dosen Penguji Utama	: Ir. Eko Yulianto, S.T., M.T
	NIP. 197107171998021004
Dosen Penguji Kedua	: Ir. Umar, S.T., M.T., IPM
	NIP. 197101031996011001

Pontianak, 25 Juli 2026

Dekan,

Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama,

Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, S.T., M.T., IPM
NIP. 197212262000031001

Dipindai dengan CamScanner

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Deo Fetterwi

NIM : D1011221019

Menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul "Pemodelan Banjir 2D Dengan *Rain on Grid* di Kota Ngabang" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan Saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Rujukan.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 25 Juli 2026

Deo Fetterwi
NIM D1011221019

PRAKATA

Puji dan syukur kehadirat Tuhan Yesus Kristus atas penyertaan dan kasih-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul "Pemodelan Banjir 2D Dengan *Rain on Grid* di Kota Ngabang".

Maksud dan tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk melengkapi persyaratan menempuh ujian Sarjana pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Penyelesaian penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan beberapa pihak, maka dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr.-Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Ibu Dr. Nurhayati S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Tanjungpura.
3. Ibu Dr. Eti Sulandari, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Tanjungpura.
4. Ibu Dr. Elsa Tri Mukti, S.T., M.T., selaku dosen Pembimbing Akademik atas bimbingannya.
5. Bapak Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, S.T., M.T., IPM, selaku dosen pembimbing pertama.
6. Bapak Ir. Danang Gunarto, S.T., M.T., IPM, selaku dosen pembimbing kedua.
7. Bapak Ir. Eko Yulianto, S.T., M.T, selaku dosen penguji utama.
8. Bapak Ir. Umar, S.T., M.T., IPM, selaku dosen penguji kedua.
9. Bapak/Ibu dosen, staff, serta karyawan di lingkungan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura..
10. Semua pihak yang telah membantu dalam proses penyusunan skripsi ini hingga selesai yang tidak dapat saya tuliskan satu persatu.

Dengan penuh kerendahan hati, penulis menyadari masih terdapat kekurangan pada tugas akhir ini dengan keterbatasan pengetahuan, kemampuan, dan pengalaman yang diperoleh, untuk itu kritik dan saran yang bersifat

membangun diharapkan oleh penulis untuk penyempurnaan dalam penulisan tugas akhir ini.

Demikian prakata ini disampaikan, penulis mengucapkan terima kasih dan berharap dengan adanya tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya mahasiswa jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Pontianak, 25 Juli 2026
Penulis,

Deo Fetterwi
NIM. D1011221019

ABSTRAK

Banjir di Kota Ngabang sering terjadi akibat kombinasi curah hujan tinggi dan luapan Sungai Landak yang mengakibatkan kerugian material serta mengganggu aktivitas masyarakat. Informasi mengenai karakteristik genangan banjir yang mampu merepresentasikan pengaruh hujan lokal dan luapan sungai masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik banjir dan membangun model hidrodinamika banjir dua dimensi menggunakan metode *Rain-on-Grid* pada HEC-RAS 2D.

Pemodelan dilakukan menggunakan data Digital Elevation Model (DEM), penampang Sungai Landak, curah hujan rancangan, dan hidrograf debit banjir. Simulasi menggunakan empat variasi ukuran grid dan divalidasi terhadap data kedalaman banjir hasil survei lapangan. Analisis meliputi stabilitas numerik, luas dan kedalaman genangan, kecepatan aliran, waktu kedatangan banjir, serta elevasi muka air maksimum.

Hasil penelitian menunjukkan seluruh skenario memenuhi kriteria stabilitas numerik. Grid 50 m memberikan hasil validasi terbaik pada periode ulang 5 tahun. Sekitar 31,93% wilayah Kota Ngabang berpotensi tergenang banjir. Pendekatan *Rain-on-Grid* mampu merepresentasikan banjir akibat hujan lokal dan luapan Sungai Landak secara bersamaan sehingga menghasilkan karakterisasi banjir perkotaan yang lebih komprehensif dibandingkan pendekatan yang hanya menggunakan debit sungai sebagai kondisi batas. Hasil pemodelan direkomendasikan sebagai dasar penyusunan peta kerawanan banjir berbasis SIG dan perencanaan mitigasi banjir.

Kata kunci: HEC-RAS 2D, *Rain-on-Grid*, hidrodinamika banjir, pemodelan banjir, Sungai Landak. Ngabang.

ABSTRACT

Flooding frequently occurs in Ngabang City due to the combined effects of intense rainfall and overflow of the Landak River, causing economic losses and disrupting community activities. Information describing flood inundation characteristics that simultaneously represent local rainfall and river overflow remains limited. This study aimed to analyze flood characteristics and develop a two-dimensional flood hydrodynamic model using the *Rain-on-Grid* approach in HEC-RAS 2D.

The model was developed using a *Digital Elevation Model* (DEM), Landak River cross-sections, design rainfall, and flood hydrographs. Simulations were performed using four computational grid sizes and validated against observed flood depths collected from field surveys. The analysis included numerical stability, inundation extent and depth, flow velocity, flood arrival time, and maximum water surface elevation.

The results indicate that all simulation scenarios satisfied the numerical stability criteria. The 50 m grid provided the best agreement with field observations for the 5-year return period. Approximately 31.93% of the study area is potentially inundated by flooding. The *Rain-on-Grid* approach successfully represented flooding caused by both local rainfall and Landak River overflow, providing a more comprehensive characterization of urban flooding than models that rely solely on river discharge as the boundary condition. The resulting flood maps are recommended as a basis for GIS-based flood hazard mapping and flood mitigation planning.

Keywords: HEC-RAS 2D; Rain-on-Grid; flood hydrodynamics; flood modeling; Landak River, Ngabang.

DAFTAR ISI

PRAKATA i
ABSTRAK iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR vii
DAFTAR TABEL xiii

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Luaran 3
1.5 Manfaat 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5

2.1 Banjir 5
2.2 *Rain on Grid* pada Perangkat Lunak HEC-RAS 6
2.3 Persamaan Air Dangkal 2D (2D *Shallow Water Equation*) 7
2.4 Bilangan Courant 11
2.5 Analisis Hidrologi 12
2.4.1 Uji Konsistensi Data Hujan 12
2.4.2 Uji Homogenitas 13
2.4.3 Periode Ulang 15
2.4.4 Distribusi Probabilitas Kontinu 15
2.4.5 Uji Kesesuaian Distribusi 20
2.4.6 Distribusi Hujan Jam-Jaman 23
2.4.7 Hujan Efektif Metode SCS 24
2.4.8 Hidrograf Satuan Sintesis Metode SCS (*Soil Conservation Service*) 26
2.4.9 Estimasi Infiltrasi Metode *SCS Curve Number* 28
2.6 Penelitian yang Relevan 29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN 31

3.1 Lokasi Penelitian 31
3.2 Data dan Teknik Pengumpulan Data 33
3.2.1 Data 33
3.2.2 Teknik Pengumpulan Data Penampang dan Debit Aliran Sungai 33
3.3 Metode Analisis 37
3.3.1 Analisis Hidrologi 38
3.3.2 Analisis Hidrolika dengan Bantuan HEC-RAS 64

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 87

4.1 Hasil Analisis Hidrologi 87
4.1.1 Uji Konsistensi 87
4.1.2 Uji Homogenitas 90
4.1.3 Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan 95

4.1.4 Curah Hujan Rancangan 106
4.1.5 Distribusi Hujan Jam-Jaman 106
4.1.6 Deliniasi DAS 109
4.1.7 Hujan Efektif Metode SCS 115
4.1.8 Hidrograf Satuan Sintetis SCS *Curve Number* 118
4.2 Analisis Hidrolika dengan Bantuan HEC-RAS 140
4.2.1 Pra-Pemrosesan Data 140
4.2.2 Syarat Batas (*Boundary Condition*) 149
4.2.3 Hasil Pemodelan 151
4.2.4 Kalibrasi dan Validasi Model 210
4.3 Pembahasan 226
4.3.1 Stabilitas Numerik 226
4.3.2 Pengaruh Ukuran *Grid* terhadap Luas Genangan Banjir 226
4.3.3 Pengaruh Ukuran *Grid* terhadap Akurasi Kedalaman Banjir 227
4.3.4 Kawasan Perkotaan Ngabang yang Terdampak Banjir 228
BAB V PENUTUP 239
5.1 Kesimpulan 239
5.2 Saran 241
DAFTAR PUSTAKA 243
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Contoh *grid* dengan sel, sisi grid, noda, dan arah aliran..... 7
Gambar 3.1 Wilayah perkotaan Ngabang dan lokasi Sungai Belantian. 31
Gambar 3.2 Wilayah Perkotaan Ngabang yang dimodelkan. 32
Gambar 3.3 Daerah tangkapan air Sungai Landak. 32
Gambar 3.4 Titik-titik pengukuran penampang sungai pada data sekunder. 34
Gambar 3.5 Peta stasiun observasi curah hujan Sub-DAS Landak. 33
Gambar 3.6 Kedudukan alat. 34
Gambar 3.7 Penampang melintang pengukuran debit. 36
Gambar 3.8 Bagan alir penelitian. 37
Gambar 3.9 *Mosaic to new raster.* 48
Gambar 3.10 *Define projection.* 48
Gambar 3.11 *Fill.* 49
Gambar 3.12 *Flow direction.* 49
Gambar 3.13 *Flow accumulation.* 50
Gambar 3.14 *Stream order.* 50
Gambar 3.15 *Raster calculator.* 51
Gambar 3.16 *Raster to polyline.* 51
Gambar 3.17 *Snap pour point.* 51
Gambar 3.18 *Watershed.* 52
Gambar 3.19 *Raster to polygon.* 52
Gambar 3.20 *Add field.* 53
Gambar 3.21 *Start editing.* 53
Gambar 3.22 Memasukkan golongan hidrologi tanah. 54
Gambar 3.23 *Union.* 54
Gambar 3.24 Menambahkan kolom gabungan jenis tanah dan tata guna lahan.. 54
Gambar 3.25 Menambahkan kolom CN. 55
Gambar 3.26 *Field calculator.* 55
Gambar 3.27 Memilih kategori tata guna lahan dan jenis tanah. 56
Gambar 3.28 Menggabungkan setiap area dengan tata guna lahan dan golongan hidrologi tanah yang sama. 56

Gambar 3.29 Memasukkan nilai CN. 56
Gambar 3.30 *Calculate geometry.* 57
Gambar 3.31 Menambahkan kolom luas area (A). 57
Gambar 3.32 Menghitung luas area (A). 57
Gambar 3.33 *Start editing* pada *polygon* sungai utama. 59
Gambar 3.34 *Construct points.* 59
Gambar 3.35 Pengaturan jarak antar poin. 60
Gambar 3.36 Hasil proses *construct point.* 60
Gambar 3.37 *Add XY coordinates.* 61
Gambar 3.38 *Add Z information.* 61
Gambar 3.39 Tampilan *attributes table layer point.* 62
Gambar 3.40 Bagan alir analisis hidrolika dengan HEC-RAS 2D. 64
Gambar 3.41 *New project.* 65
Gambar 3.42 Menu utama. 65
Gambar 3.43 RAS Mapper. 65
Gambar 3.44 *Create new geometries.* 66
Gambar 3.45 *Cross section.* 66
Gambar 3.46 *Rivers.* 66
Gambar 3.47 *Cross section data.* 67
Gambar 3.48 *Interpolation surface.* 67
Gambar 3.49 *Create bank lines form XS bank station.* 67
Gambar 3.50 *Create terrain geotiff from XS's (channel only).* 68
Gambar 3.51 *New terrain layer.* 68
Gambar 3.52 *Land cover layer.* 69
Gambar 3.53 Memasukkan *layer* tutupan lahan. 69
Gambar 3.54 Koefisien Manning. 70
Gambar 3.55 *Soils layer.* 70
Gambar 3.56 Memasukkan klasifikasi hidrologi tanah. 71
Gambar 3.57 *Infiltration layer from land cover / soil layers.* 71
Gambar 3.58 *Infiltration layer.* 72
Gambar 3.59 *Edit infiltration data table.* 72
Gambar 3.60 Memasukkan nilai CN. 72

Gambar 3.61 Daerah aliran sungai dan titik tangkap. 73
Gambar 3.62 *New geometry.* 73
Gambar 3.63 *Create a new ras terrain.* 74
Gambar 3.64 *Perimeters.* 74
Gambar 3.65 *2D flow area editor.* 75
Gambar 3.66 *Refinement regions.* 75
Gambar 3.67 *Breaklines.* 76
Gambar 3.68 *Boundary condition line* (hulu). 76
Gambar 3.69 *Boundary condition line* (hilir). 77
Gambar 3.70 *Manage layer association.* 77
Gambar 3.71 *Geometric data.* 77
Gambar 3.72 *Unsteady flow data.* 78
Gambar 3.73 Memasukkan distribusi hujan jam-jaman. 78
Gambar 3.74 Memasukkan debit hidrograf. 79
Gambar 3.75 *Normal depth.* 79
Gambar 3.76 *Unsteady flow analysis*. 80
Gambar 3.77 Pengaturan interval komputasi berdasarka bilangan Courant. 81
Gambar 3.78 *Computation options and tolerances.* 83
Gambar 3.79 *Multi-point layer.* 84
Gambar 3.80 Plot kedalaman genangan. 84
Gambar 3.81 Tabel kedalaman genangan. 84
Gambar 3.82 *Export layer.* 85
Gambar 3.83 Pengaturan *contour band polygons.* 85
Gambar 3.84 *Add data.* 86
Gambar 3.85 Kolom luas dalam hektar. 86
Gambar 3.86 *Layer properties.* 87
Gambar 3.87 Tampilan peta. 87
Gambar 4.1 Grafik distribusi hujan jam-jaman. 108
Gambar 4.2 Titik tangkap. 109
Gambar 4.3 Peta daerah tangkapan air. 110
Gambar 4.4 Peta jenis tanah daerah tangkapan air. 111
Gambar 4.5 Peta tutupan lahan daerah tangkapan air. 112

Gambar 4.6 Peta tutupan lahan-golongan tanah daerah tangkapan air. 113
Gambar 4.7 Grafik distribusi hujan efektif jam-jaman..... 117
Gambar 4.8 Grafik profil memanjang elevasi Sungai Landak. 118
Gambar 4.9 Grafik hidrograf banjir periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun..... 121
Gambar 4.10 Perbandingan DEM sebelum (a) dan sesudah koreksi (b). 140
Gambar 4.11 *Layer* tutupan lahan..... 141
Gambar 4.12 Parameter *layer* tutupan lahan. 142
Gambar 4.13 *Layer* golongan tanah. 142
Gambar 4.14 *Layer* infiltrasi. 143
Gambar 4.15 Nilai *Curve Number layer* infiltrasi. 144
Gambar 4.16 *Grid* 50 m x 50 m..... 145
Gambar 4.17 *Grid* 40 m x 40 m pada wilayah perkotaan Ngabang. 145
Gambar 4.18 *Grid* 30 m x 30 m pada wilayah perkotaan Ngabang. 146
Gambar 4.19 *Grid* 20 m x 20 m pada wilayah perkotaan Ngabang. 146
Gambar 4.20 Domain model pada HEC-RAS. 147
Gambar 4.21 Peta tutupan lahan domain model. 147
Gambar 4.22 Peta jenis tanah domain model. 148
Gambar 4. 23 *Input initial condition.* 149
Gambar 4. 24 Sungai Landak saat *initial condition.* 149
Gambar 4.25 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 2 tahun. 151
Gambar 4. 26 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 5 tahun. ... 152
Gambar 4.27 Grafik luas area bilangan Courant > 1 periode ulang 5 tahun. 152
Gambar 4.28 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 10 tahun. .. 153
Gambar 4.29 Grafik luas area bilangan Courant > 1 periode ulang 10 tahun. .. 153
Gambar 4.30 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 20 tahun. .. 154
Gambar 4. 31 Grafik luas area bilangan Courant > 1 periode ulang 20 tahun. . 154
Gambar 4.32 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 50 tahun. .. 155
Gambar 4.33 Grafik luas area bilangan Courant > 1 periode ulang 50 tahun. .. 155
Gambar 4.34 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 100 tahun. 156
Gambar 4. 35 Grafik luas area bilangan Courant > 1 periode ulang 100 tahun. 156
Gambar 4.36 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 2 tahun. 159

Gambar 4.37 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 5 tahun. 162
Gambar 4.38 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 10 tahun. 165
Gambar 4.39 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 20 tahun. 168
Gambar 4.40 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 50 tahun. 172
Gambar 4.41 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 100 tahun. 176
Gambar 4.42 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 2 tahun. 180
Gambar 4.43 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 5 tahun. 182
Gambar 4.44 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 10 tahun. 184
Gambar 4.45 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 20 tahun. 186
Gambar 4.46 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 50 tahun. 188
Gambar 4.47 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 100 tahun. 190
Gambar 4.48 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 2 tahun. 192
Gambar 4.49 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 5 tahun. 195
Gambar 4.50 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 10 tahun. 198
Gambar 4.51 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 20 tahun. 201
Gambar 4.52 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 50 tahun. 204
Gambar 4.53 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 100 tahun. 207
Gambar 4.54 Peta titik survey kedalaman banjir. 210
Gambar 4.55 Grafik kedalaman banjir periode ulang 5 tahun di titik 1. 211

Gambar 4.56 Ilustrasi kedalaman banjir (a) dan pengukuran menggunakan meteran (b) di titik 1. 212
Gambar 4.57 Situasi di sekitar titik 1. 212
Gambar 4.58 Grafik kedalaman banjir periode ulang 5 tahun di titik 2. 214
Gambar 4.59 Ilustrasi kedalaman banjir (a) dan pengukuran menggunakan meteran (b) di titik 2. 215
Gambar 4.60 Grafik kedalaman banjir periode ulang 5 tahun di titik 3. 216
Gambar 4.61 Ilustrasi kedalaman banjir (a) dan pengukuran menggunakan meteran (b) di titik 3. 217
Gambar 4.62 Grafik kedalaman banjir periode ulang 5 tahun di titik 4. 218
Gambar 4.63 Ilustrasi kedalaman banjir di titik 4. 219
Gambar 4.64 Grafik kedalaman banjir periode ulang 5 tahun di titik 5. 220
Gambar 4.65 Ilustrasi kedalaman banjir (a) dan pengukuran menggunakan meteran (b) di titik 5. 221
Gambar 4.66 Grafik kedalaman banjir periode ulang 5 tahun di titik 6. 223
Gambar 4.67 Ilustrasi kedalaman banjir (a) dan pengukuran menggunakan meteran (b) di titik 6. 224
Gambar 4.68 Sungai kecil di sekitar titik 6. 224
Gambar 4.69 Peta elevasi muka air banjir. 228
Gambar 4.70 Peta tinggi genangan banjir. 229
Gambar 4.71 Peta kecepatan maksimum banjir Kota Ngabang periode ulang 5 tahun *grid* 50 meter. 232
Gambar 4.72 Peta waktu puncak banjir Kota Ngabang periode ulang 5 tahun *grid* 50 meter. 232
Gambar 4.73 Arah dan kecepatan arus jam 03.00 WIB hari pertama simulasi. 235
Gambar 4.74 Arah dan kecepatan arus jam 11.30 WIB hari pertama simulasi. 236
Gambar 4.75 Arah dan kecepatan arus jam 16.15 WIB hari pertama simulasi. 237
Gambar 4.76 Arah dan kecepatan arus jam 02.15 WIB hari kedua simulasi. ... 238

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien *Manning* 9
Tabel 2.2 Nilai Kritik Q dan R 13
Tabel 2.3 Nilai t Kritis 14
Tabel 2.4 Probabilitas Kumulatif Distribusi Normal Standar 16
Tabel 2.5 Nilai K_T untuk Distribusi Log Pearson *Type* III 18
Tabel 2.6 Nilai y_n dan σ_n Fungsi Jumlah Data 19
Tabel 2.7 Nilai Chi-Kuadrat Kritik 21
Tabel 2.8 Nilai D Kritis untuk Uji Smirnov-Kolmogorov 22
Tabel 2.9 Intensitas Hujan Dalam Persen yang Disarankan PSA-007 23
Tabel 2.10 Nilai CN untuk Beberapa Tata Guna Lahan 24
Tabel 2.11 Klasifikasi Tanah Secara Hidrologi Berdasarkan Tekstur Tanah 26
Tabel 2.12 Hidrograf Satuan Sintesis Metode SCS 27
Tabel 3.1 Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Satu Harian Stasiun PTK-04 Untang, PTK-07 Serimbu, dan SC-06 Ngabang 33
Tabel 4.1 Hasil Uji Konsistensi Curah Hujan Maksimum Satu Harian Stasiun SC-06 Ngabang 87
Tabel 4.2 Hasil Uji Konsistensi Curah Hujan Maksimum Satu Harian Stasiun PTK-04 Untang 88
Tabel 4.3 Hasil Uji Konsistensi Curah Hujan Maksimum Satu Harian Stasiun PTK-07 Serimbu 89
Tabel 4.4 Data Curah Hujan Hujan SC—06 Ngabang dan PTK-04 Untang 90
Tabel 4.5 Hasil Uji Homogenitas Stasiun SC-06 Ngabang dan PTK-04 Untang 91
Tabel 4.6 Data Curah Hujan Hujan SC-06 Ngabang dan PTK-07 Serimbu 92
Tabel 4.7 Hasil Uji Homogenitas Stasiun SC-06 Ngabang dan PTK-07 Serimbu 93
Tabel 4.8 Data Curah Hujan Hujan PTK-04 Untang dan PTK-07 Serimbu 94
Tabel 4.9 Hasil Uji Homogenitas Stasiun PTK-04 Untang dan PTK-07 Serimbu 95
Tabel 4.10 Nilai (X) untuk Masing-Masing Peluang 96
Tabel 4.11 Hasil Uji Chi Kuadrat untuk Metode Distribusi Normal 96
Tabel 4.12 Nilai Logaritma Curah Hujan Maksimum (Log X_i) 97
Tabel 4.13 Nilai Log X untuk Masing-Masing Peluang 98

Tabel 4.14 Hasil Uji Chi Kuadrat untuk Metode Distribusi Log Normal 98
Tabel 4.15 Nilai Log X untuk Masing-Masing Peluang..... 99
Tabel 4.16 Hasil Uji Chi Kuadrat untuk Metode Distribusi Log Pearson Type III..... 99
Tabel 4.17 Nilai (X) untuk Masing-Masing Peluang 100
Tabel 4.18 Hasil Uji Chi Kuadrat untuk Metode Distribusi Gumbel 100
Tabel 4.19 Rekapitulasi Hasil Uji Kesesuaian Distribusi Chi Kuadrat 100
Tabel 4.20 Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Log Normal 103
Tabel 4.21 Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Log Pearson Type III..... 104
Tabel 4.22 Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Gumbel..... 105
Tabel 4.23 Rekapitulasi Uji Smirnov-Kolmogorov..... 105
Tabel 4.24 Curah Hujan Rancangan..... 106
Tabel 4.25 Konversi Durasi Hujan 106
Tabel 4.26 Persentase Hujan pada Setiap Jam..... 107
Tabel 4.27 Persentase Hujan Setiap Jam 107
Tabel 4.28 Persentase Hujan Jam-Jaman dalam Bentuk Lonceng 107
Tabel 4.29 Distribusi Hujan Jam-Jaman..... 108
Tabel 4.30 Luasan Tutupan Lahan.....112
Tabel 4.31 Luasan Tutupan Lahan-Golongan Tanah.....113
Tabel 4.32 Nilai *Curve Number*.....115
Tabel 4.33 Curah Hujan Efektif untuk Setiap Periode Ulang.....116
Tabel 4.34 Distribusi Jam-Jaman Curah Hujan Efektif.....116
Tabel 4.35 Nilai Ordinat Hidrograf 119
Tabel 4.36 Nilai Debit Satuan Jam-Jaman..... 120
Tabel 4.37 Debit Hidrograf Periode Ulang 2 Tahun..... 122
Tabel 4.38 Debit Hidrograf Periode Ulang 5 Tahun..... 125
Tabel 4.39 Debit Hidrograf Periode Ulang 10 Tahun..... 128
Tabel 4.40 Debit Hidrograf Periode Ulang 20 Tahun..... 131
Tabel 4.41 Debit Hidrograf Periode Ulang 50 Tahun..... 134
Tabel 4.42 Debit Hidrograf Periode Ulang 100 Tahun..... 137
Tabel 4.43 Luasan Tutupan Lahan pada Domain Model..... 148

Tabel 4.44 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 2 Tahun 151
Tabel 4.45 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 5 Tahun 152
Tabel 4.46 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 10 Tahun 153
Tabel 4. 47 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 20 Tahun 154
Tabel 4.48 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 50 Tahun 155
Tabel 4.49 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 100 Tahun 156
Tabel 4.50 Selisih Minimal, Maksimum, dan Rata-Rata Luas Area Bilangan Courant Antar Grid pada Seluruh Periode Ulang 157
Tabel 4.51 Luas Area Kedalaman Banjir Periode Ulang 2 Tahun 160
Tabel 4.52 Luas Area Kedalaman Banjir Periode Ulang 5 Tahun 163
Tabel 4.53 Luas Area Kedalaman Banjir Periode Ulang 10 Tahun 166
Tabel 4.54 Luas Area Kedalaman Banjir Periode Ulang 20 Tahun 169
Tabel 4.55 Luas Area Kedalaman Banjir Periode Ulang 50 Tahun 173
Tabel 4.56 Luas Area Kedalaman Banjir Periode Ulang 100 Tahun 177
Tabel 4.57 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 2 Tahun 180
Tabel 4.58 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 5 Tahun 183
Tabel 4.59 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 10 Tahun 185
Tabel 4.60 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 20 Tahun 187
Tabel 4.61 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 50 Tahun 189
Tabel 4.62 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 100 Tahun .. 191
Tabel 4.63 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 2 Tahun.... 193
Tabel 4.64 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 5 Tahun.... 196
Tabel 4.65 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 10 Tahun.. 199
Tabel 4.66 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 20 Tahun.. 202
Tabel 4.67 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 50 Tahun.. 205
Tabel 4.68 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 100 Tahun 208
Tabel 4.69 Nilai Kedalaman Maksimum, Waktu Puncak, Deviasi, dan Eror Titik 1 213
Tabel 4.70 Nilai Kedalaman Maksimum, Waktu Puncak, Deviasi, dan Eror Titik 2 215
Tabel 4.71 Nilai Kedalaman Maksimum, Waktu Puncak, Deviasi, dan Eror Titik 3 217

Tabel 4.72 Nilai Kedalaman Maksimum, Waktu Puncak, Deviasi, dan Eror Titik 4 219
Tabel 4.73 Nilai Kedalaman Maksimum, Waktu Puncak, Deviasi, dan Eror Titik 5 222
Tabel 4.74 Nilai Deviasi dan Eror di Sisi Lain Titik 5 222
Tabel 4.75 Nilai Kedalaman Maksimum, Waktu Puncak, Deviasi, dan Eror Titik 6 225
Tabel 4.76 Luasan Area Elevasi Muka Air dan Tinggi Genangan Banjir..... 229
Tabel 4.77 Luasan Area Elevasi Muka Air dan Kedalaman Sungai Landak..... 230
Tabel 4.78 Perbandingan Genangan Banjir pada Skenario Hujan Lokal dan Banjir Luapan Sungai Landak..... 231
Tabel 4.79 Luasan Area Waktu Puncak dan Kecepatan Arus Banjir..... 233
Tabel 4.80 Kecepatan Arus Sungai Landak dan Waktu Puncak..... 234

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir merupakan satu diantara bencana alam yang umum terjadi di seluruh dunia (Das, 2019). Curah hujan ekstrem akibat musim hujan di Indonesia diproyeksikan mengalami peningkatan diikuti dengan banjir yang lebih rentan terjadi (Yamamoto et al., 2021). Hal ini tidak terkecuali Kota Ngabang, yang bertatus sebagai pusat perekonomian dan administrasi Kabupaten Landak, Provinsi Kalimantan Barat (Akafi et al., 2023; Alfaro et al., 2023). Secara topografi, Kota Ngabang didominasi oleh dataran dengan beberapa kawasan berbukit. Kota Ngabang juga dilalui oleh Sungai Landak yang membentang sepanjang 403,6 km. Sungai ini berhulu di Gunung Niut dan berhilir di Kota Pontianak. Banjir Ngabang sering terjadi di bulan Desember hingga Januari sebagai dampak dari tingginya curah hujan (Akafi et al., 2023; Alfaro et al., 2023). Akibatnya lalu lintas kendaraan dan aktivitas perekonomian terganggu, serta penduduk mengalami kerugian material.

Banjir yang terjadi secara periodik dan cenderung meningkat dari waktu ke waktu mendorong perlunya upaya untuk melakukan mitigasi. Satu diantaranya adalah melakukan pemodelan hidrodinamika secara 2 dimensi (2D) untuk mendapatkan pola sebaran genangan banjir yang merupakan bagian penting dari langkah pengendalian banjir non-teknis saat ini (Zhu & Chen, 2024). Sehingga dapat menjadi acuan untuk peringatan dini di waktu yang akan datang. Salah satu alat bantu untuk pemodelan banjir yakni perangkat lunak HEC-RAS, dimana pemodelan dilakukan dengan pemodelan aliran dangkal menggunakan *rain on grid*.

Rain on grid adalah metode pemodelan banjir 2D yang menerapkan curah hujan secara langsung pada *grid-grid* dalam model (Godara et al., 2021), sehingga tinggi hujan yang jatuh pada lahan dapat ditransformasi secara langsung menjadi aliran banjir. Selain itu, *rain on grid* pada model banjir 2D juga merupakan pengembangan dari model banjir 1D yang hanya memperhitungkan pengaruh debit banjir terhadap luapan sungai (Utama et al., 2023). Dengan pertimbangan tersebut, *rain on grid* adalah pemodelan yang tepat untuk dilakukan di kawasan perkotaan

karena banjir tidak selalu diakibatkan oleh luapan sungai, namun juga dapat disebabkan oleh faktor topografi, kurangnya infiltrasi, dan lainnya. Pemanfaatan *rain on grid* sudah banyak digunakan para peneliti karena dapat memproyeksikan pola sebaran genangan yang akurat, baik akibat curah hujan tinggi maupun luapan sungai. Berdasarkan hasil penelitian Utama et al. (2023), pemodelan *rain on grid* pada kasus banjir Polder Pluit di Kota Jakarta memberikan hasil yang akurat terhadap data genangan hasil observasi.

Simulasi *rain on grid* pada Model HEC-RAS 2D dijalankan dengan menyelesaikan persamaan aliran dangkal 2D atau yang lebih dikenal dengan *Shallow Water Equations* (SWE) 2D dengan masukkan (*input*) berupa tinggi hujan yang didistribusikan ke seluruh area tinjauan dan data topografi berupa *Digital Elevation Model* (DEM). Untuk mempertimbangkan luapan sungai digunakan data penampang sungai dan debit sungai kondisi banjir berdasarkan data curah hujan. Dalam menganalisis aliran permukaan pada model hidrodinamika, topografi yang diwakili oleh data DEM merupakan parameter esensial (Pakoksung & Takagi, 2020). Data DEM memberikan informasi mengenai morfologi suatu area, seperti kemiringan lahan, sungai, saluran air, dan lainnya. Data DEM biasanya memiliki resolusi yang bervariasi. Namun, berdasarkan penelitian terdahulu, data DEM beresolusi tinggi menjadi faktor penting dalam memodelkan aliran air karena dapat menggambarkan morfologi area dengan lebih detail (Costabile et al., 2022). Kedalaman banjir pada titik-titik yang ditetapkan di area tinjauan kemudian dibandingkan dengan data hasil survey lapangan untuk mendapatkan tingkat akurasi dari pemodelan *rain on grid*.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pemodelan banjir 2D menggunakan metode *rain on grid* dalam perangkat lunak HEC-RAS merupakan pendekatan yang tepat untuk membuat model genangan banjir di Kota Ngabang. Metode ini memungkinkan untuk memodelkan banjir yang tidak hanya disebabkan oleh luapan sungai, tetapi juga oleh curah hujan ekstrem secara langsung, kondisi topografi, dan karakteristik permukaan tanah. Dengan menggunakan data berkualitas tinggi, seperti DEM resolusi tinggi, serta hasil pemodelan yang divalidasi dengan data lapangan, model ini diharapkan dapat menghasilkan proyeksi sebaran dan kedalaman genangan yang akurat. Hasil pemodelan ini pada

akhirnya akan menjadi dasar yang kritikal dalam menyusun sistem peringatan dini dan strategi mitigasi banjir yang efektif, guna meminimalisir dampak kerugian material dan gangguan sosial-ekonomi bagi masyarakat Kota Ngabang di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Pemodelan banjir 2 dimensi (2D) yang akurat penting untuk memproyeksikan pola sebaran genangan banjir akibat curah hujan di Kota Ngabang. Pemodelan ini menjadi penting karena Kota Ngabang sering mengalami banjir pada saat musim hujan yang mengakibatkan terganggunya lalu lintas kendaraan dan aktivitas perekonomian, serta kerugian material. Ketiadaan model yang memproyeksikan pola sebaran genangan dengan akurat mengakibatkan upaya mitigasi menjadi kurang efektif. Oleh karena itu, pemodelan ini akan berfokus pada banjir di wilayah perkotaan Ngabang akibat curah hujan. Untuk mengatasi masalah tersebut, pemodelan banjir dilakukan menggunakan bantuan perangkat lunak HEC-RAS 2D pada simulasi *rain on grid* dengan masukkan berupa data curah hujan dan DEM. Berikutnya, Pola sebaran genangan banjir hasil pemodelan akan divalidasi dengan membandingkannya terhadap hasil survey lapangan di beberapa titik.

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah di atas didapat tujuan penelitian sebagai berikut :

1. Menganalisis banjir di Kota Ngabang menggunakan model *rain on grid* dengan bantuan perangkat lunak HEC-RAS.
2. Membuat model untuk menganalisis genangan banjir di Kota Ngabang.

1.4 Luaran

Luaran penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Peta sebaran genangan banjir dapat menjadi acuan dalam langkah mitigasi banjir di Kota Ngabang.
2. Peta kecepatan arus yang dibuat berdasarkan hasil pemodelan sehingga kawasan yang arusnya deras dapat dideteksi.

1.5 Manfaat

Manfaat yang diberikan oleh penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat menjadi rujukan dalam perencanaan infrastruktur drainase dan pengendali banjir.
2. Memroyeksikan tinggi banjir di masa yang akan datang berdasarkan data curah hujan terbaru yang menjadi masukan.