ANALISIS BANJIR AKIBAT PENGARUH ALIRAN SUNGAI MELAWI MENGGUNAKAN PEMODELAN HIDRODINAMIKA 2D *RAIN-ON-GRID* DI KOTA SINTANG

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Oleh:
MUHAMMAD SAUNAN
NIM. D1011211152

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

ANALISIS BANJIR AKIBAT PENGARUH ALIRAN SUNGAI MELAWI MENGGUNAKAN PEMODELAN HIDRODINAMIKA 2D *RAIN-ON-GRID* DI KOTA SINTANG

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Teknik Sipil

Oleh:
MUHAMMAD SAUNAN
NIM. D1011211152

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

ANALISIS BANJIR AKIBAT PENGARUH ALIRAN SUNGAI MELAWI MENGGUNAKAN PEMODELAN HIDRODINAMIKA 2D *RAIN-ON-GRID* DI KOTA SINTANG

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh:

MUHAMMAD SAUNAN
NIM. D1011211152

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 27 Agustus 2026 dalam sidang akhir dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana.

Susunan Penguji Skripsi

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

Pontianak, 27 Agustus 2026

Dekan,

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

Pembimbing Utama,

Ir. Umar, S.T., M.T., IPM
NIP. 197101031996011001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

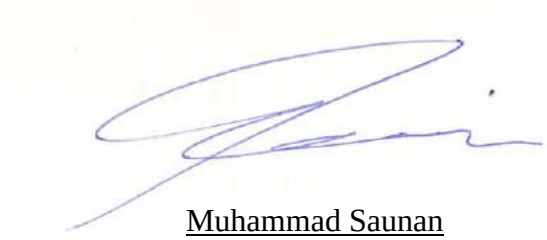
Nama : Muhammad Saunan

NIM : D1011211152

Menyatakan bahwa dalam SKRIPSI yang berjudul "Analisis Banjir Akibat Pengaruh Aliran Sungai Melawi Menggunakan Pemodelan Hidrodinamika 2D *Rain-on-Grid* di Kota Sintang" 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, 27 Agustus 2026



Muhammad Saunan
NIM. D1011211152

PRAKATA

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul "Analisis Banjir Akibat Pengaruh Aliran Sungai Melawi Menggunakan Pemodelan Hidrodinamika 2d *Rain-On-Grid* di Kota Sintang".

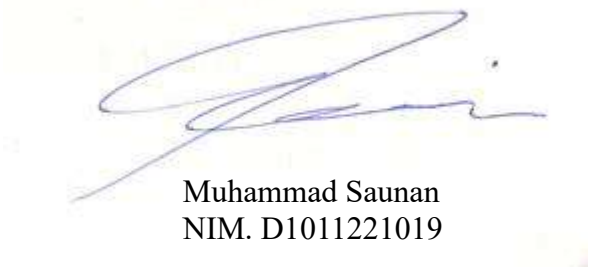
Maksud dan tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk melengkapi persyaratan menempuh ujian Sarjana pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. Penyelesaian penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam 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. Bapak Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, S.T., M.T., IPM, selaku dosen Pembimbing Akademik atas bimbingannya.
5. Bapak Umar, S.T., M.T., IPM, selaku dosen pembimbing pertama.
6. Bapak Dr. Stefanus Barlian Soeryamassoeka, 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. Danang Gunarto, 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 karena keterbatasan pengetahuan, kemampuan, dan pengalaman yang diperoleh. Untuk itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan dalam penulisan tugas akhir ini.

Demikian prakata ini disampaikan, penulis mengucapkan terima kasih dan berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang luas bagi pembaca, khususnya bagi rekan-rekan mahasiswa jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Pontianak, 27 Agustus 2026
Penulis,



Muhammad Saunan
NIM. D1011221019

ABSTRAK

Kota Sintang kerap dilanda banjir pada musim hujan, dengan kejadian terparah terjadi pada Oktober–November 2021. Wilayah ini dilalui oleh dua sungai besar, yaitu Sungai Melawi dan Sungai Kapuas, namun penelitian ini secara khusus membatasi kajian pada pengaruh Sungai Melawi terhadap kejadian banjir, sedangkan pengaruh Sungai Kapuas tidak dimodelkan dan berada di luar ruang lingkup penelitian. Banjir yang berulang dan cenderung meningkat ini menuntut pendekatan mitigasi yang lebih efektif melalui pemodelan sebaran genangan yang akurat. Penelitian ini bertujuan menganalisis kondisi banjir di Kota Sintang akibat pengaruh Sungai Melawi menggunakan pemodelan hidrodinamika 2D dengan pendekatan Rain-on-Grid pada perangkat lunak HEC-RAS. Data yang digunakan meliputi data curah hujan harian maksimum dari tiga stasiun pengamatan (1998–2024), data topografi DEMNAS resolusi 8 m, serta data penampang melintang dan debit banjir rancangan Sungai Melawi untuk beberapa periode ulang. Simulasi dilakukan dengan dua variasi ukuran grid, yaitu 50 m x 50 m dan 40 m x 40 m, untuk mengetahui pengaruh resolusi grid terhadap hasil pemodelan, kemudian divalidasi terhadap data survei lapangan pada beberapa titik pengamatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan Rain-on-Grid mampu menggambarkan proses terbentuknya genangan akibat hujan langsung yang kemudian berkembang menjadi banjir puncak akibat kombinasi limpasan permukaan dan luapan Sungai Melawi. Ukuran grid berpengaruh terhadap luas genangan, di mana grid yang lebih halus menghasilkan luas genangan lebih besar, namun pengaruhnya terhadap kedalaman banjir relatif kecil. Grid 50 m memberikan hasil validasi yang paling mendekati kondisi lapangan. Pada periode ulang 5 tahun, sekitar 50,054% wilayah penelitian berpotensi tergenang dengan ketinggian genangan didominasi rentang 0–3 m. Hasil pemodelan berupa peta kedalaman banjir, kecepatan aliran, dan elevasi muka air dapat menjadi dasar dalam penyusunan sistem peringatan dini dan strategi mitigasi banjir di Kota Sintang.

Kata Kunci: banjir, HEC-RAS 2D, *Rain-on-Grid*, Sungai Melawi, Kota Sintang, ukuran grid

ABSTRACT

Sintang City frequently experiences flooding during the rainy season, with the most severe event occurring in October–November 2021. The area is traversed by two major rivers, the Melawi and Kapuas, but this study specifically limits its scope to the influence of the Melawi River on flooding, while the influence of the Kapuas River is not modeled and falls outside the scope of this research. This recurring and increasingly frequent flooding demands a more effective mitigation approach through accurate inundation distribution modeling. This study aims to analyze flood conditions in Sintang City caused by the Melawi River using 2D hydrodynamic modeling with the Rain-on-Grid approach in HEC-RAS software. The data used include maximum daily rainfall data from three observation stations (1998–2024), 8 m resolution DEMNAS topographic data, and river cross-section and design flood discharge data for the Melawi River across several return periods. Simulations were conducted using two grid size variations, 50 m x 50 m and 40 m x 40 m, to determine the effect of grid resolution on the modeling results, which were then validated against field survey data at several observation points. The results show that the Rain-on-Grid approach can represent the process of inundation forming from direct rainfall, which then develops into peak flooding caused by the combined effect of surface runoff and Melawi River overflow. Grid size affects inundation extent, with finer grids producing larger inundated areas, while its effect on flood depth is relatively small. The 50 m grid provided validation results closest to field conditions. For the 5-year return period, approximately 50.054% of the study area is potentially inundated, with inundation depths dominated by the 0–3 m range. The resulting flood depth, flow velocity, and water surface elevation maps can serve as a basis for developing early warning systems and flood mitigation strategies in Sintang City.

Keywords: flood, HEC-RAS 2D, Rain-on-Grid, Melawi River, Sintang City, grid size

DAFTAR ISI

PRAKATA i
ABSTRAK iii
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR viii
DAFTAR TABEL xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Luaran Penelitian 4
1.5 Manfaat Penelitian 4
1.6 Batasan Masalah 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Banjir 5
2.2 *Rain-on-Grid* pada Perangkat Lunak HEC-RAS 5
2.3 Persamaan Air Dangkal 2D (*2D Shallow Water Equation*) 7
2.4 Bilangan Courant 11
2.5 Analisis Hidrologi 12
2.5.1 Estimasi Data Curah Hujan Hilang 12
2.5.2 Uji Konsistensi Data 13
2.5.3 Uji Homogenitas Data 14
2.5.4 Periode Ulang 16
2.5.5 Distribusi Probabilitas Kontinu 16
2.5.6 Uji Kesesuaian Distribusi 21
2.5.7 Distribusi Hujan Jam-Jaman 24

2.5.8 Hujan Efektif Metode SCS 25
2.5.9 Hidrograf Satuan Sintesis SCS (*Soil Conservation Service*) 28
2.5.10 Estimasi Infiltrasi Metode *SCS Curve Number* 29
2.6 Penelitian yang Relevan 30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 32
3.1 Lokasi Penelitian 32
3.2 Jenis dan Pengumpulan Data 33
3.3 Metode Analisis 37
3.3.1 Analisis Hidrologi 38
3.3.2 Analisis Curah Hujan Maksimum 41
3.3.3 Analisis Hidrolika dengan HEC-RAS 63
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 90
4.1 Hasil Analisis Hidrologi 90
4.1.1 Pengisian Data Curah Hujan Hilang 90
4.1.2 Hasil Uji Konsistensi 95
4.1.3 Hasil Uji Homogenitas 98
4.1.4 Hasil Uji Kesesuaian Distribusi Curah Hujan 104
4.1.5 Perhitungan Curah Hujan Rancangan 110
4.1.6 Distribusi Hujan Jam-Jaman 110
4.1.7 Deliniasi dan Karakteristik DAS 113
4.1.8 Perhitungan Hujan Efektif Metode SCS 121
4.1.9 Hidrograf Satuan Sintetis SCS *Curve Number* 125
4.2 Analisis Hidrolika dengan Bantuan HEC-RAS 192
4.2.1 Pra-Pemrosesan Data 192
4.2.2 Penentuan Syarat Batas (*Boundary Condition*) 200
4.2.3 Hasil Pemodelan 202
4.2.4 Kalibrasi dan Validasi Model 231

4.3 Pembahasan 238
4.3.1 Stabilitas Numerik 238
4.3.2 Pengaruh Ukuran *Grid* terhadap Luas Genangan Banjir 238
4.3.3 Pengaruh Ukuran *Grid* terhadap Akurasi Kedalaman banjir 239
4.3.4 Kawasan Perkotaan Sintang yang Terdampak Banjir 240
BAB V PENUTUP 249
5.1 Kesimpulan 249
5.2 Saran 251
DAFTAR PUSTAKA 253
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ilustrasi *grid* dengan sel, sisi *grid*, noda, serta arah aliran 6
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian yang dimodelkan..... 32
Gambar 3.2 Daerah Tangkapan Air Sungai Melawi..... 33
Gambar 3.3 Titik-titik pengukuran penampang sungai..... 34
Gambar 3.4 Peta Stasiun Observasi Curah Hujan Sub-DAS Melawi 35
Gambar 3.5 Bagan alir penelitian..... 37
Gambar 3.6 *Mosaic to New Raster*..... 49
Gambar 3.7 *Define Projection*..... 50
Gambar 3.8 *Fill* 50
Gambar 3.9 *Flow Direction*..... 51
Gambar 3.10 *Flow Accumulation*..... 51
Gambar 3.11 *Stream Order* 52
Gambar 3.12 *Raster Calculator*..... 52
Gambar 3.13 *Raster to Polyline* 53
Gambar 3.14 *Snap Pour Point*..... 53
Gambar 3.15 *Watershed*..... 54
Gambar 3.16 *Raster to Polygon* 54
Gambar 3.17 *Add field*..... 55
Gambar 3.18 Start editing..... 56
Gambar 3.19 Memasukkan golongan hidrologi tanah..... 56
Gambar 3.20 *Union* 56
Gambar 3.21 Menambahkan kolom gabungan jenis tanah dan tata guna lahan . 57
Gambar 3.22 Menambahkan kolom CN..... 57
Gambar 3.23 *Field calculator* 58
Gambar 3.24 Memilih kategori tata guna lahan dan jenis tanah 58
Gambar 3.25 Menggabungkan setiap area dengan tata guna lahan dan golongan hidrologi tanah yang sama..... 59
Gambar 3.26 Memasukkan nilai CN 59
Gambar 3.27 Menambahkan kolom luas area (A)..... 60
Gambar 3.28 *Calculate geometry*..... 60

Gambar 3.29 Menghitung luas area (A) 60
Gambar 3.30 *New project* 63
Gambar 3.31 Menu utama 63
Gambar 3.32 RAS *Mapper* 64
Gambar 3.33 *Create New Geometries* 64
Gambar 3.34 Cross *section* 64
Gambar 3.35 *Rivers* 65
Gambar 3.36 *Cross section data* 65
Gambar 3.37 *Interpolation surface* 66
Gambar 3.38 *Create bank lines form XS bank station* 66
Gambar 3.39 Create *terrain geotiff from XS's (channel only)* 67
Gambar 3.40 *New terrain layer* 67
Gambar 3.41 *Land cover layer* 68
Gambar 3.42 Memasukkan *layer* tutupan lahan 69
Gambar 3.43 Koefisien Manning 69
Gambar 3.44 *Soils layer* 70
Gambar 3.45 Memasukkan klasifikasi hidrologi tanah 70
Gambar 3.46 *Infiltration layer from land cover / soil layers* 71
Gambar 3.47 *Infiltration layer* 71
Gambar 3.48 *Edit infiltration data table* 72
Gambar 3.49 Memasukkan nilai CN 72
Gambar 3.50 Daerah aliran sungai dan area aliran 2D 73
Gambar 3.51 *New geometry* 74
Gambar 3.52 *Create a new RAS terrain* 74
Gambar 3.53 *Perimeters* 75
Gambar 3.54 *2D flow area editor* 75
Gambar 3.55 *Breaklines* 76
Gambar 3.56 *Boundary condition line* (hulu) 76
Gambar 3.57 *Boundary condition line* (hilir) 77
Gambar 3.58 *Manage layer association* 77
Gambar 3.59 *Geometric data* 77
Gambar 3.60 *Unsteady flow data* 78

Gambar 3.61 Memasukkan distribusi hujan jam-jaman 79
Gambar 3.62 Memasukkan debit hidrograf 80
Gambar 3.63 *Normal depth* 80
Gambar 3.64 *Unsteady flow analysis* 81
Gambar 3.65 Pengaturan interval komputasi berdasarka bilangan Courant 82
Gambar 3.66 *Computation Options and Tolerances* 84
Gambar 3.67 *Multi-point layer* 85
Gambar 3.68 Plot ketinggian genangan 85
Gambar 3.69 Tabel ketinggian genangan 86
Gambar 3.70 *Export layer* 87
Gambar 3.71 Pengaturan *contour band polygons* 87
Gambar 3.72 *Add data* 88
Gambar 3.73 Kolom luas dalam hektar 88
Gambar 3.74 *Layer properties* 89
Gambar 4.1 Grafik distribusi hujan jam-jaman 112
Gambar 4.2 Titik tangkap 113
Gambar 4.3 Peta daerah tangkapan air 114
Gambar 4.4 Peta jenis tanah daerah tangkapan air 115
Gambar 4.5 Peta tutupan lahan daerah tangkapan air 116
Gambar 4.6 Peta tutupan lahan-golongan tanah daerah tangkapan air 117
Gambar 4.7 Grafik distribusi hujan efektif jam-jaman 125
Gambar 4.8 Grafik hidrograf banjir periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun 131
Gambar 4.9 Perbandingan DEM sebelum (a) dan sesudah koreksi (b)..... 192
Gambar 4.10 *Layer* tutupan lahan 193
Gambar 4.11 Parameter *layer* tutupan lahan 193
Gambar 4.12 *Layer* golongan tanah 194
Gambar 4.13 *Layer* infiltrasi 195
Gambar 4.14 Nilai *Curve Number layer* infiltrasi 196
Gambar 4.15 *Grid* pada domain model 197
Gambar 4.16 Domain model pada HEC-RAS 197
Gambar 4.17 Peta tutupan lahan domain model 198

Gambar 4.18 Peta jenis tanah domain model 199
Gambar 4.19 *Input initial condition* 200
Gambar 4.20 Sungai Melawi saat *initial condition* 200
Gambar 4.21 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 2 tahun 202
Gambar 4.22 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 2 tahun 203
Gambar 4.23 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 5 tahun 204
Gambar 4.24 Grafik luas area bilangan Courant > 1 periode ulang 5 tahun 204
Gambar 4.25 Grafik luas araea bilangan Courant 0-1 periode ulang 10 tahun . 205
Gambar 4.26 Grafik luas area bilangan Courant > 1 periode ulang 10 tahun ... 206
Gambar 4.27 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 20 tahun ... 207
Gambar 4.28 Grafik luas area bilangan Courant > 1 periode ulang 20 tahun ... 207
Gambar 4.29 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 50 tahun ... 208
Gambar 4.30 Grafik luas area bilangan Courant > 1 periode ulang 50 tahun ... 209
Gambar 4.31 Grafik luas area bilangan Courant 0-1 periode ulang 100 tahun . 210
Gambar 4.32 Grafik luas area bilangan Courant > 1 periode ulang 100 tahun. 210
Gambar 4.33 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 2 tahun 212
Gambar 4.34 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 5 tahun 214
Gambar 4.35 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 10 tahun 215
Gambar 4.36 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 20 tahun 216
Gambar 4.37 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 50 tahun 217
Gambar 4.38 Grafik luas area kedalaman banjir periode ulang 100 tahun 218
Gambar 4.39 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 2 tahun 219
Gambar 4.40 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 5 tahun 220
Gambar 4.41 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 10 tahun 221
Gambar 4.42 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 20 tahun 222
Gambar 4.43 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 50 tahun 223

Gambar 4.44 Grafik luas area kecepatan arus maksimum periode ulang 100 tahun 224
Gambar 4.45 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 2 tahun 225
Gambar 4.46 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 5 tahun 226
Gambar 4.47 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 10 tahun 227
Gambar 4.48 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 20 tahun 228
Gambar 4.49 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 50 tahun 229
Gambar 4.50 Grafik luas area elevasi muka air maksimum periode ulang 100 tahun 230
Gambar 4.51 Peta titik survey kedalaman banjir..... 231
Gambar 4.52 Grafik kedalaman banjir periode ulang 5 tahun di titik 1..... 232
Gambar 4.53 Ilustrasi kedalaman banjir dan pengukuran menggunakan meteran di titik 1..... 233
Gambar 4.54 Grafik kedalaman banjir periode ulang 5 tahun di titik 2..... 234
Gambar 4.55 Ilustrasi kedalaman banjir dan pengukuran menggunakan meteran di titik 2..... 235
Gambar 4.56 Grafik kedalaman banjir periode ulang 5 tahun di titik 3..... 236
Gambar 4.57 Ilustrasi kedalaman banjir dan pengukuran menggunakan meteran di titik 3..... 237
Gambar 4.58 Peta elevasi muka air banjir..... 240
Gambar 4.59 Peta tinggi genangan banjir 241
Gambar 4.60 Peta kecepatan arus maksimum banjir Kota Sintang periode ulang 5 tahun *grid* 50 m 244
Gambar 4.61 Grafik sebaran luasan kecepatan maksimum banjir Kota Sintang periode ulang 5 tahun *grid* 50 m..... 244
Gambar 4.62 Arah dan kecepatan arus jam 03.00 WIB hari pertama simulasi . 246
Gambar 4.63 Arah dan kecepatan arus jam 16:00 WIB hari kedua simulasi 247

Gambar 4.64 Arah dan kecepatan arus jam 06:00 WIB hari ketiga simulasi 247
Gambar 4.65 Arah dan kecepatan arus jam 11:00 WIB hari keempat simulasi 248

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien Manning 9
Tabel 2.2 Nilai kritik Q dan R 14
Tabel 2.3 Nilai t kritis 15
Tabel 2.4 Probabilitas kumulatif distribusi normal standar 17
Tabel 2.5 Nilai K_T untuk distribusi Log Pearson *Type* III 19
Tabel 2.6 Nilai yn dan σ_n fungsi jumlah data 21
Tabel 2.7 Nilai Chi-Kuadrat Kritik 23
Tabel 2.8 Persentase intensitas hujan yang direkomendasikan berdasarkan PSA-007 24
Tabel 2.9 Nilai CN untuk beberapa tata guna lahan 25
Tabel 2.10 Klasifikasi tanah secara hidrologi berdasarkan tekstur tanah 27
Tabel 2.11 Hidrograf Satuan Sintesis Metode SCS 28
Tabel 3.1 Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Satu Harian Stasiun BMKG Susilo, BMKG Nanga Pinoh, dan STG-08 Nanga Serawai 36
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Maksimum 1 Harian Stasiun BMKG Susilo 90
Tabel 4.2 Data Curah Hujan Maksimum 1 Harian Stasiun BMKG Nanga Pinoh 91
Tabel 4.3 Data Curah Hujan Maksimum 1 Harian Stasiun STG-08 Nanga Serawai 91
Tabel 4.4 Hasil Pengisian Data Curah Hujan Maksimum 1 Harian yang Hilang Stasiun STG-08 Nanga Serawai Tahun 2013-2024 94
Tabel 4.5 Nilai Uji Konsistensi Curah Hujan Maksimum Satu Harian Stasiun BMKG Susilo 95
Tabel 4.6 Nilai Uji Konsistensi Curah Hujan Maksimum Satu Harian Stasiun BMKG Nanga Pinoh 96
Tabel 4.7 Nilai Uji Konsistensi Curah Hujan Maksimum Satu Harian Stasiun STG-08 Nanga Serawai 97
Tabel 4.8 Data Curah Hujan BMKG Susilo dan BMKG Nanga Pinoh 98
Tabel 4.9 Hasil Uji Homogenitas Stasiun BMKG Susilo dan BMKG Nanga Pinoh 99

Tabel 4.10 Data Curah Hujan Hujan BMKG Susilo dan STG-08 Nanga Serawai 100
Tabel 4.11 Hasil Uji Homogenitas Stasiun BMKG Susilo dan Stasiun STG-08 Nanga Serawai..... 101
Tabel 4.12 Data Curah Hujan Hujan BMKG Nanga Pinoh dan STG-08 Nanga Serawai 102
Tabel 4.13 Hasil Uji Homogenitas Stasiun BMKG Nanga Pinoh dan Stasiun STG-08 Nanga Serawai..... 103
Tabel 4.14 Nilai (X) untuk Masing-Masing Peluang 104
Tabel 4.15 Hasil Uji Chi Kuadrat untuk Metode Distribusi Normal..... 105
Tabel 4.16 Nilai Logaritma Curah Hujan Maksimum (Log X_i) 106
Tabel 4.17 Nilai Log X untuk Masing-Masing Peluang..... 106
Tabel 4.18 Hasil Uji Chi Kuadrat untuk Metode Distribusi Log Normal 107
Tabel 4.19 Nilai Log X untuk Masing-Masing Peluang..... 108
Tabel 4.20 Hasil Uji Chi Kuadrat untuk Metode Distribusi Log Pearson Type III 108
Tabel 4.21 Nilai (X) untuk Masing-Masing Peluang 108
Tabel 4.22 Hasil Uji Chi Kuadrat untuk Metode Distribusi Gumbel..... 109
Tabel 4.23 Rekapitulasi Hasil Uji Kesesuaian Distribusi Chi Kuadrat 109
Tabel 4.24 Curah Hujan Rancangan 110
Tabel 4.25 Konversi Durasi Hujan 110
Tabel 4.26 Persentase Hujan pada Setiap Jam.....111
Tabel 4.27 Persentase Hujan Setiap Jam 111
Tabel 4.28 Persentase Hujan Jam-jaman dalam Bentuk Lonceng.....111
Tabel 4.29 Distribusi Hujan Jam-jaman 112
Tabel 4.30 Luasan Jenis Tanah 115
Tabel 4.31 Luasan Tutupan Lahan.....117
Tabel 4.32 Luasan Tutupan Lahan-Golongan Tanah.....118
Tabel 4.33 Luasan Tutupan Lahan-Golongan Tanah (Lanjutan).....119
Tabel 4.34 Luasan Tutupan Lahan-Golongan Tanah (Lanjutan)..... 120
Tabel 4.35 Nilai *Curve Number*..... 121
Tabel 4.36 Nilai *Curve Number* (Lanjutan)..... 122

Tabel 4.37 Nilai *Curve Number* (Lanjutan) 123
Tabel 4.38 Curah Hujan Efektif untuk Setiap Periode Ulang 124
Tabel 4.39 Distribusi Jam-jaman Curah Hujan Efektif 124
Tabel 4.40 Nilai Ordinat Hidrograf 126
Tabel 4.41 Nilai Debit Satuan Jam-jaman 127
Tabel 4.42 Nilai Debit Satuan Jam-jaman (Lanjutan) 128
Tabel 4.43 Nilai Debit Satuan Jam-jaman (Lanjutan) 129
Tabel 4.44 Nilai Debit Satuan Jam-jaman (Lanjutan) 130
Tabel 4.45 Debit Hidrograf Periode Ulang 2 Tahun 132
Tabel 4.46 Debit Hidrograf Periode Ulang 5 Tahun 142
Tabel 4.47 Debit Hidrograf Periode Ulang 10 Tahun 152
Tabel 4.48 Debit Hidrograf Periode Ulang 20 Tahun 162
Tabel 4.49 Debit Hidrograf Periode Ulang 50 Tahun 172
Tabel 4.50 Debit Hidrograf Periode Ulang 100 Tahun 182
Tabel 4.51 Luasan Tutupan Lahan pada Domain Model 199
Tabel 4.52 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 2 Tahun 202
Tabel 4.53 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 5 Tahun 203
Tabel 4.54 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 10 Tahun 205
Tabel 4. 55 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 20 Tahun 206
Tabel 4.56 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 50 Tahun 208
Tabel 4.57 Luas Area Bilangan Courant Periode Ulang 100 Tahun 209
Tabel 4.58 Luas Area Kedalaman banjir Periode Ulang 2 Tahun 213
Tabel 4.59 Luas Area Kedalaman banjir Periode Ulang 5 Tahun 214
Tabel 4.60 Luas Area Kedalaman banjir Periode Ulang 10 Tahun 215
Tabel 4.61 Luas Area Kedalaman banjir Periode Ulang 20 Tahun 216
Tabel 4.62 Luas Area Kedalaman banjir Periode Ulang 50 Tahun 217
Tabel 4.63 Luas Area Kedalaman banjir Periode Ulang 100 Tahun 218
Tabel 4.64 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 2 Tahun 219
Tabel 4.65 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 5 Tahun 220
Tabel 4.66 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 10 Tahun 221
Tabel 4.67 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 20 Tahun 222
Tabel 4.68 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 50 Tahun 223

Tabel 4.69 Luas Area Kecepatan Arus Maksimum Periode Ulang 100 Tahun .. 224
Tabel 4.70 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 2 Tahun ... 225
Tabel 4.71 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 5 Tahun ... 226
Tabel 4.72 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 10 Tahun . 227
Tabel 4.73 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 20 Tahun . 228
Tabel 4.74 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 50 Tahun .. 229
Tabel 4.75 Luas Area Elevasi Muka Air Maksimum Periode Ulang 100 Tahun 230
Tabel 4.76 Nilai Ketinggian Maksimum, Waktu Puncak, Deviasi, dan Eror Titik 1 233
Tabel 4.77 Nilai Ketinggian Maksimum, Waktu Puncak, Deviasi, dan Eror Titik 2 235
Tabel 4.78 Nilai Ketinggian Maksimum, Waktu Puncak, Deviasi, dan Eror Titik 3 237
Tabel 4.79 Luasan Area Elevasi Muka Air dan Tinggi Genangan Banjir 241
Tabel 4.80 Luasan Area Elevasi Muka Air dan Kedalaman Sungai Melawi 242
Tabel 4.81 Perbandingan Genangan Banjir pada Skenario Hujan Lokal dan Banjir Luapan Sungai Melawi..... 243
Tabel 4.82 Sebaran Luasan Kecepatan Maksimum Banjir Kota Sintang Periode Ulang 5 Tahun *Grid* 50 Meter. 245
Tabel 4.83 Kecepatan Arus Sungai Melawi 245

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir adalah salah satu bencana alam berupa munculnya genangan pada area yang biasanya tidak tergenang air misalnya pada permukiman, perkantoran, jalan, lahan pertanian dan lain sebagainya (Arief Rosyidie dalam Bumi & Rezagama, 2023). Kejadian bencana alam banjir terjadi karena daya dukung Daerah Aliran Sungai (DAS) yang tidak mampu untuk menampung curah hujan yang turun pada area DAS tersebut sehingga akhirnya meluap dan menggenangi area yang rendah. (Bumi & Rezagama, 2023).

Secara geografis, Kota Sintang dilalui oleh 2 sungai besar yaitu Sungai Kapuas dan Sungai Melawi (Sutikno et al., 2025). Salah satu peristiwa banjir besar di Kabupaten Sintang terjadi pada periode Oktober–November 2021 dan tercatat sebagai peristiwa banjir terparah dalam beberapa dekade terakhir. Peristiwa ini berlangsung dalam durasi yang lama dan menimbulkan genangan luas di berbagai wilayah permukiman. Berdasarkan laporan lapangan, banjir tersebut bahkan disebut sebagai banjir terbesar yang terjadi sejak sekitar 57 tahun sebelumnya, sehingga menunjukkan adanya peningkatan tingkat keparahan kejadian banjir di wilayah tersebut (Lazismu Pusat, 2021).

Banjir yang terjadi secara berulang dan menunjukkan kecenderungan meningkat dari tahun ke tahun menegaskan pentingnya upaya mitigasi yang lebih efektif. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah pemodelan hidrodinamika dua dimensi (2D) untuk mengetahui distribusi genangan banjir, yang merupakan elemen penting dalam strategi pengendalian banjir non-teknis saat ini (Zhu & Chen, 2024). Hasil pemodelan tersebut dapat dijadikan sebagai acuan untuk peringatan dini di masa depan. Salah satu perangkat yang banyak dimanfaatkan dalam pemodelan banjir adalah perangkat lunak HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center's River Analysis System*) yang dikembangkan oleh US Army Corps of Engineers, 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, metode ini merupakan pengembangan dari model banjir 1D yang hanya mempertimbangkan pengaruh debit terhadap luapan sungai (Utama et al., 2023). Metode ini banyak dimanfaatkan oleh para peneliti karena mampu memproyeksikan distribusi genangan dengan akurat, baik yang timbul akibat curah hujan tinggi maupun luapan sungai. Sebagai contoh, pemodelan *rain-on-grid* pada kasus banjir Polder Pluit di Jakarta terbukti memberikan hasil genangan yang sesuai dengan data observasi lapangan (Utama et al., 2023).

Simulasi *rain-on-grid* pada model HEC-RAS 2D dilakukan dengan menyelesaikan persamaan aliran dangkal dua dimensi atau *Shallow Water Equations* (SWE) 2D dengan masukkan (input) berupa tinggi hujan yang didistribusikan ke seluruh area studi dan data topografi berupa *Digital Elevation Model* (DEM). Untuk mempertimbangkan luapan Sungai digunakan data penampang sungai dan debit sungai berdasarkan data curah hujan. Dalam menganalisis aliran permukaan pada model hidrodinamika, topografi yang diwakili oleh data DEM merupakan parameter yang sangat penting (Pakoksung & Takagi, 2020). Data DEM menyajikan informasi mengenai morfologi suatu wilayah, termasuk kemiringan lahan, aliran sungai, saluran drainase, dan elemen topografi lainnya. Resolusi data DEM biasanya bervariasi, namun penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa DEM dengan resolusi tinggi sangat penting dalam pemodelan aliran air karena mampu merepresentasikan morfologi area secara lebih detail (Costabile et al., 2022). Kedalaman banjir di titik-titik tertentu dalam area studi kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan data hasil survei lapangan untuk mengevaluasi akurasi pemodelan *rain-on-grid*.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pemodelan banjir 2D menggunakan metode *rain-on-grid* pada perangkat lunak HEC-RAS merupakan pendekatan yang tepat untuk mensimulasikan genangan banjir di Kota Sintang. Metode ini memungkinkan pemodelan banjir yang tidak hanya dipicu oleh luapan sungai, tetapi juga oleh curah hujan ekstrem, kondisi topografi, serta karakteristik permukaan tanah. Dengan pemanfaatan data berkualitas tinggi seperti DEM beresolusi tinggi dan validasi hasil pemodelan menggunakan data lapangan, proyeksi sebaran maupun ketinggian genangan dapat diperoleh dengan tingkat

akurasi yang lebih baik. Hasil pemodelan ini pada akhirnya dapat menjadi dasar penting dalam penyusunan sistem peringatan dini serta strategi mitigasi banjir yang efektif, sehingga mampu meminimalkan potensi kerugian material dan gangguan sosial-ekonomi bagi masyarakat Kota Sintang di masa mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Pemodelan banjir dua dimensi (2D) yang akurat sangat penting untuk memproyeksikan pola sebaran genangan di Kota Sintang. Hal ini menjadi krusial mengingat Kota Sintang kerap mengalami banjir pada musim hujan, yang berdampak pada terganggunya lalu lintas kendaraan, aktivitas perekonomian, serta menimbulkan kerugian material. Ketiadaan model yang mampu menggambarkan pola sebaran genangan secara akurat menyebabkan upaya mitigasi banjir menjadi kurang efektif.

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk melihat bagaimana hasil dari penerapan model hidrologi dan hidrolika dari perangkat lunak HEC-RAS dalam memodelkan sebaran genangan banjir akibat curah hujan langsung maupun akibat dari luapan Sungai Melawi di wilayah Kota Sintang. Pendekatan yang digunakan adalah pemodelan banjir berbasis perangkat lunak HEC-RAS 2D melalui metode *rain-on-grid*, dengan masukan berupa data curah hujan, debit banjir rancangan, penampang melintang Sungai serta DEM. Selanjutnya, pola sebaran genangan banjir yang dihasilkan dari pemodelan akan divalidasi dengan membandingkannya terhadap hasil survei lapangan di beberapa lokasi pengamatan.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas didapat tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menganalisis kondisi banjir di Kota Sintang menggunakan pemodelan *rain-on-grid* dengan bantuan perangkat lunak HEC-RAS.
2. Mengembangkan model untuk memetakan dan menganalisis sebaran genangan banjir di Kota Sintang.

1.4 Luaran Penelitian

Adaput luaran/output penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peta sebaran genangan banjir yang dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam perencanaan dan pelaksanaan upaya mitigasi banjir di wilayah Kota Sintang.
2. Peta kecepatan serta arah arus yang diperoleh dari hasil pemodelan, sehingga area dengan karakteristik arus yang kuat atau berbahaya dapat diidentifikasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menjadi rujukan dalam upaya pengendalian banjir di Kota Sintang.
2. Memprediksi tinggi banjir di masa yang akan datang berdasarkan data curah hujan terbaru yang menjadi masukan dalam pemodelan berikutnya.

1.6 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah di atas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pemodelan hidrodinamika banjir pada penelitian ini dititikberatkan dan hanya meninjau banjir yang diakibatkan oleh curah hujan lokal serta luapan dari Sungai Melawi.
2. Pengaruh hidrolika dan luapan banjir yang bersumber dari Sungai Kapuas secara eksplisit tidak dimodelkan dan berada di luar ruang lingkup penelitian ini, meskipun secara geografis Kota Sintang dilalui oleh kedua sungai besar tersebut.