

ANALISA PENGENDALIAN BANJIR DENGAN MODEL KOLAM RETENSI PADA DAS BATANG KURANJI DENGAN PROGRAM MIKE FLOOD DI KOTA PADANG

Nofrizal

Dosen Teknik Sipil Institut Teknologi Padang

Email : nofri-sk@yahoo.com

ABSTRAK

Batang Kuranji merupakan salah satu sungai yang melintasi Kota Padang dan bermuaradiwilayahKota Padang Bagian Utara yang merupakan bagian dari wilayah Kota Padang, Sumatera Barat. Kondisi geografis Kota Padang bagian utara merupakan daerah dataran yang berbatasan dengan lautan pantai padang dengan muka air tanah relatif tinggi. Permasalahan dominan yang dihadapi kawasan ini adalah genangan air yang terjadi setiap musim hujan yang menggenangi sebagian besar kawasan di sepanjang alur sungai utama bagian hilir dan yang merupakan salah satu sungai induk di kota padang ini. Berbagai studi yang bertujuan untuk mencari solusi penanggulangan banjir di kota padang ini telah banyak dilakukan dan menghasilkan alternatif penanggulangan banjir, di mana salah satunya adalah dengan retarding basin.

Mengacu kepada kondisi geografis dan lingkungan yang ada, alternative penanganan banjir Batang Kuranji Basin ini dengan retarding basin diperkirakan akan menemukan banyak kendala dalam implementasinya di lapangan. Studi ini mencoba untuk meninjau rencana penanganan banjir dengan retarding basin untuk DAS Batang Kuranji ini, dari sisi kinerja hidraulik alur sungai dalam mengalirkan debit banjir dan daya tampung rencana retarding basin sesuai dengan debit banjir rencana. Simulasi dilakukan dengan menggunakan aplikasi program Mike Flood 11 dan Mike Flood 21. Simulasi dilakukan terhadap kondisi alur sungai saat ini (kondisi eksisting) dan terhadap kondisi eksisting yang didasarkan atas hasil detail desain retarding basin di kota Padang yang sudah ada.

Hasil evaluasi menunjukkan pengendalian banjir dengan retarding basin dengan beban banjir kala ulang 2 (dua) tahun menghasilkan penurunan muka air rata-rata sebesar 0,42 meter atau rata-rata 12 % dari tinggi muka air maksimum pada kondisi tanpa retarding basin, yang terjadi di sepanjang alur pada bagian hilir dan terjadi genangan di beberapa tempat terutama di bagian hilir Bendung Gunung Nago. Tampungannya efektif retarding basin berdasarkan hasil simulasi adalah 282.630,00 m³ dengan kemampuan menampung banjir selama 3-4 jam.

Kata kunci: Penelusuran Banjir, Tampungan, Mike Flood

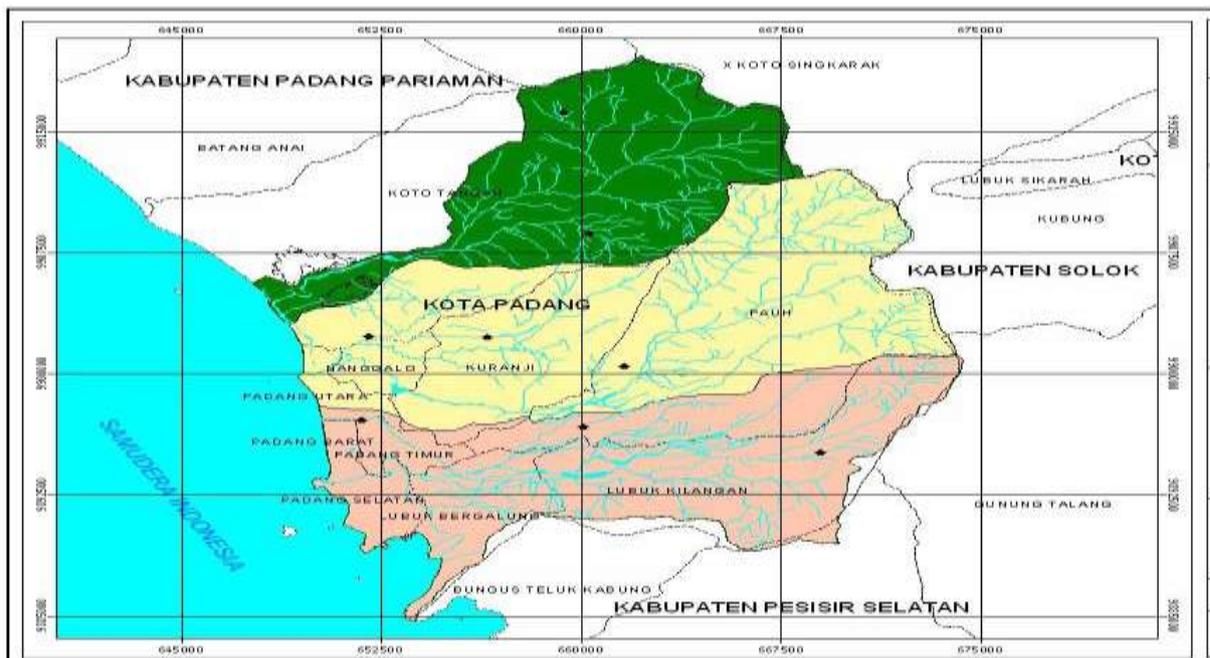
LATAR BELAKANG

Batang Kuranji merupakan salah satu sungai yang melintasi Kota Padang dan bermuara di wilayah bagian utara kota yang merupakan bagian dari wilayah Kota Padang. Kondisi geografis Kota Padang merupakan daerah dataran dengan muka air tanah relative tinggi. Sungai Batang Kuranji mengalir melalui dua wilayah administrasi yaitu Kecamatan Pauh sekitarnya (bagian hulu dan hilir) dan Kecamatan Nanggalo (bagian tengah), dan muaranya sebagian kecamatan padang Barat. Topografi di bagian hulu merupakan daerah perbukitan dengan lembah sungai yang sempit dan kelandaian yang relatif curam, sedang di bagian tengah merupakan dataran rendah dengan kemiringan dasar sungai landai. Bagian hilir sungai Bt Kuranji bermuara di Pantai Padang yang merupakan Daerah Perumahan dan fasilitas social lainnya.

Beberapa peneliti terdahulu telah membuktikan, Dengan adanya perubahan penggunaan tata guna lahan dari lahan hijau menjadi lahan pemukiman pada daerah tangkapan DAS akan menyebabkan kenaikan debit aliran permukaan dari tahun 1995 sampai tahun 2002 rata-rata sebesar 6,39 %, (Pranoto SA, dkk, 2001).

Akibat perubahan tata guna lahan dari lahan hijau ke lahan pemukiman, tanpa adanya kompensasi pengganti bangunan resapan di hulu daerah hulu sungai maupun dalam daerah DAS akan mengakibatkan kenaikan debit puncak sampai 25 kali karena intensitas hujan yang turun cenderung menjadi aliran runoff karena daerah resapan telah berubah fungsi. (Adipandang, Y, 2011).

Ditinjau dari kondisinya, alur sungai Batang Kuranji yang dangkal dan sempit disebabkan karena akumulasi sedimen pada palung sungai serta sudah diperkuat tebing sungai yang dibangun oleh masyarakat yang bermukim di sepanjang sungai untuk pengembangan pemukiman. Permasalahan dominan yang dihadapi kawasan ini adalah genangan air yang terjadi di setiap musim hujan yang menggenangi sebagian besar kawasan di sepanjang alur sungai utama bagian hilir yang merupakan salah satu anak sungai. Genangan banjir yang rutin terjadi diantaranya sekitar kecamatan Nanggalo, Siteba sekitarnya. Penanganan dan studi tentang banjir Kota Padang sudah cukup banyak dibuat oleh instansi terkait dan sebagian telah pula diimplementasikan. Salah satunya dapat dilihat dari pembangunan alur sungai dan Bangunan pengendalian sedimen sungai Batang Kuranji ini yang sebagian telah dinormalisasi dan dilengkapi dengan bangunan-bangunan pengairan, terkait peningkatan debit pengaliran sungai. Namun demikian, permasalahan banjir tidak serta merta



dapat diselesaikan (Anonim, 2009).

Berbagai studi lanjutan yang bertujuan untuk mencari solusi penanggulangan banjir Kota Padang telah dilakukan dan menghasilkan alternatif penanggulangan banjir, dimana salah satunya adalah dengan retarding basin (kolam retensi). Kolam retensi merupakan konstruksi yang berfungsi menampung sebagian aliran banjir untuk memperkecil puncak banjir pada titik yang harus dilindungi. Kolam retensi umumnya diletakkan tepat di hulu kawasan yang dilindungi dengan tujuan untuk memotong puncak banjir. Mengacu kepada kondisi geografis dan lingkungan yang ada, alternatif penanganan banjir DAS Batang Kuranji dengan kolam retensi diperkirakan akan menemukan banyak kendala dalam implementasinya di lapangan. Studi ini mencoba untuk meninjau rencana penanganan banjir dengan kolam retensi untuk DAS Kuranji dari sisi kinerja hidraulik alur sungai dalam mengalirkan debit banjir dan daya tampung rencana kolam retensi sesuai dengan debit banjir rencana.

	Aliran DAS Batang Anai
	Aliraan DAS Das Batang Kuranji
	Aliran DAS Batang Arau

Gambar 1. Alur dan Daerah Aliran Sungai Di Kota Padang

STUDI PUSTAKA

Banjir dan Penyebabnya

Penyebab banjir dapat dibagi dalam dua kelompok yaitu banjir akibat alami dan banjir akibat aktivitas manusia. Banjir akibat alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, kapasitas sungai, kapasitas drainase dan pengaruh air pasang. Sedangkan banjir akibat aktivitas manusia disebabkan karena ulah manusia yang menyebabkan perubahan-perubahan lingkungan seperti perubahan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS), kawasan pemukiman disekitar bantaran, rusaknya drainase lahan, kerusakan bangunan pengendali banjir, rusaknya hutan (vegetasi alami), dan perencanaan sistem pengendali banjir yang tidak tepat dan perubahan tata guna lahan (Sebastian, 2008).

Pengendalian Banjir

Kodoatie dan Sugiyanto (2002) menyebutkan pengendalian banjir merupakan kegiatan perencanaan, pelaksanaan pekerjaan pengendalian banjir, eksploitasi dan pemeliharaan, yang pada dasarnya untuk mengendalikan banjir, pengaturan penggunaan daerah dataran banjir dan mengurangi atau mencegah adanya bahaya / kerugian akibat banjir. Pengelolaan banjir secara menyeluruh merupakan kombinasi dari penanganan secara struktur dan penanganan non struktur. Penanganan secara struktur meliputi perbaikan dan pengaturan system sungai (system jaringan sungai, normalisasi sungai, tanggul, sudetan / shortcut, floodway) serta pembuatan bangunan pengendali banjir (waduk dan polder). Penanganan non struktur antara lain pengelolaan DAS, pengaturan tata gunalahan, pengendalian erosi, pengaturan dan pengembangan daerah banjir, penanganan kondisi darurat, peramalan banjir dan peringatan dini, asuransi dan penegakan hukum.

Kejadian banjir harus dikendalikan untuk mengurangi dampak yang terjadi dengan menerapkan prinsip pengendalian banjir. Terdapat beberapa prinsip pengendalian banjir, yaitu menahan air sebesar mungkin di hulu dengan membuat waduk dan konservasi tanah dan air, meresapkan air hujan kedalam tanah sebanyak mungkin dengan sumur-sumur resapan dan menyediakan daerah terbuka hijau, mengendalikan air di bagian tengah dengan menyimpan sementara di daerah retensi (kolam retensi), mengalirkan air secepatnya ke muara atau ke laut dengan menjaga kapasitas waduk-waduk air, mengamankan penduduk, prasarana vital serta harta benda. Kolam retensi adalah bangunan yang berfungsi menampung sebagian aliran banjir untuk memperkecil puncak banjir pada titik yang harus dilindungi. Dalam kasus ideal, kolam retensi diletakkan tepat di hulu daerah yang dilindungi dan dioperasikan untuk memotong puncak banjir. Hal ini dilaksanakan dengan mengalirkan semua aliran masuk kedalam kolam retensi hingga aliran keluar mencapai kapasitas yang aman bagi alur sungai yang dihilirnya (Wahyudi, 2009)

Penempatan kolam retensi harus diletakkan pada daratan yang lebar sehingga diperlukan daerah yang sangat panjang dan daerah yang sangat luas untuk lahan dasar yang akan tergenang. Bila terjadi banjir, retensi akan terisi dan debit air meningkat hingga banjir lewat sehingga aliran masuk sama besar dengan aliran keluar. Setelah itu secara otomatis air dibuang dari retensi sampai semua air yang tertampung sepenuhnya dialirkan. Spillway dan fasilitas outlet yang memadai disediakan untuk melindungi dari overtoping dan untuk pengendalian debit dari retensi, dalam beberapa kasus air dibelokkan ke tanah pertanian yang lebih rendah dibelakang tanggul, outflow bias

dikontrol dengan bangunan berpintu yang digabung dengan tanggul (Linsley dan Franszini, 1986).

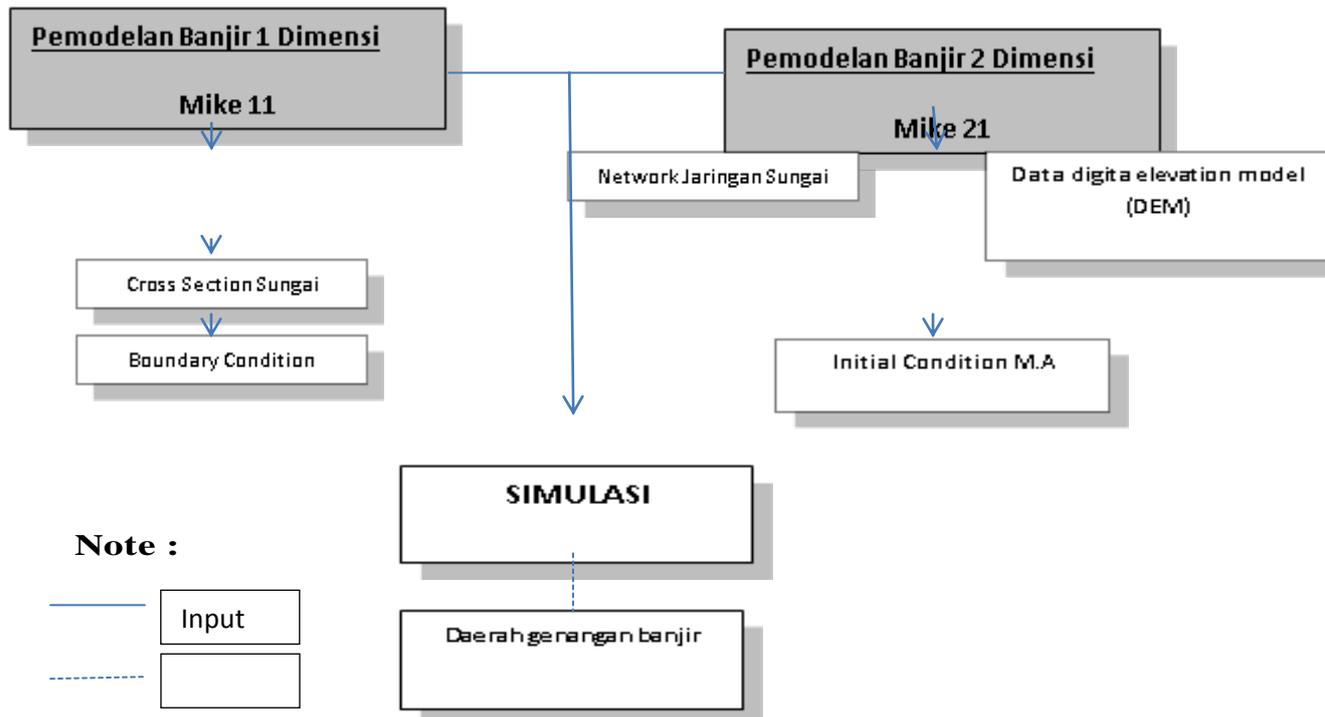
Penentuan Debit Banjir

Penelusuran aliran adalah prosedur untuk menentukan waktu dan debit aliran (hidrograf aliran) disuatu titik pada aliran berdasarkan hidrograf yang diketahui disebelah hulu. Ada dua macam penelusuran aliran yaitu penelusuran hidrologis dan hidraulis. Pada penelusuran hidrologis dapat berupa penelusuran waduk dan penelusuran sungai. Pada penelusuran hidraulik dicari hidrograf debit di beberapa titik disepanjang aliran. Penelusuran aliran hidraulik memerlukan kemampuan yang mencukupi dalam menurunkan model matematikanya. Prinsip model matematik adalah mendeskripsikan fenomena alam dalam satu setpersamaan. Aliran air di sungai dapat dikategorikan sebagai aliran tak tetap (unsteadyflow) dan dalam kondisi aliran ini berlaku prinsip konservasi massa dan prinsip konservasi momentum.

METODOLOGI

Potensi banjir diperoleh dari analisis data curah hujan dengan berbagai kala Ulang dalam bentuk hidrograf banjir dimodelkan dengan bantuan program perangkat lunak Mike Flood. Untuk mengetahui potensi lokasi dan tinggi luapan pada alur sungai. Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan syarat batas hulu dalam pemodelan yang dalam hal ini berupa hidrogra fbanjir. Dari data hujan harian yang diperoleh melalui BMKG, dilakukan perhitungan untuk memperoleh hujan rata-rata DAS dengan menggunakan metode polygon Thiessen. Kemudian dilakukan analisis frekuensi untuk memperkirakan curah hujan rancangan dengan berbagai kala ulang, dimana sebelumnya dilakukan uji distribusi konsistensi data hujan untuk mengetahui penyimpangan data hujan. Mengingat dilokasi tinjauan tidak terdapat pencatatandebit, makadebit banjir dihitung dengan alihragam dari pengolahan data frekuensi curah hujan menjadi debit dengan menggunakan metode hidrograf satuan sintetik Nakayasu.

Analisis hidraulika dilakukan untuk mengetahui profil muka air disungai baik dalam kondisi eksisting maupun pada kondisi dengan retarding basin. Analisis hidraulika dilakukan dengan mensimulasi aliran di sungai menggunakan model matematik dengan bantuan program Mike Flood, dimana sebelumnya dilakukan input data yaitu data debit banjir dengan kala ulang sebagai syarat batas hulu, data geometri dan bangunan serta data pasang surut sebagai syarat batas hilir. Setelah input data, dilakukan kalibrasi untuk menyesuaikan model dengan keadaan di lapangan, sehingga dapat mendekati kondisi yang sebenarnya (kondisi eksisting) tanpa kolam retensi. Model yang telah dikalibrasi kemudian di simulasi kembali dengan menambahkan kolam retensi, sehingga dapat diketahui perbedaan elevasi atau profilmuka air sebelum (kondisi eksisting) dan setelah ada kolam retensi. Simulasi hidraulik 1D/2D dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Mike Flood. Simulasi 1D di Sungai dilakukan dengan menggunakan modul Mike 11. Simulasi 2D di area floodplain dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Mike 21. Modul Mike 11 & Mike 21 diintegrasikan dengan modul Mike flood, sehingga simulasi 1D di sungai dan 2D di lahan terintegrasi. Dengan demikian kedua model running bersamaan dan interaksi pengaruh dari kedua model dapat update tiap time step pemodelan. Dengan mengkombinasikan kedua modul pemodelan maka user dapat menggunakan keistimewaan yang ada pada masing - masing aplikasi sehingga dihasilkan model yang terbaik dari kedua aplikasi tersebut. Untuk lebih jelasnya berikut ini skema tahapan pemodelan daerah genangan banjir dengan menggunakan program Mike Flood dijelaskan pada diagram Flow Chat berikut :

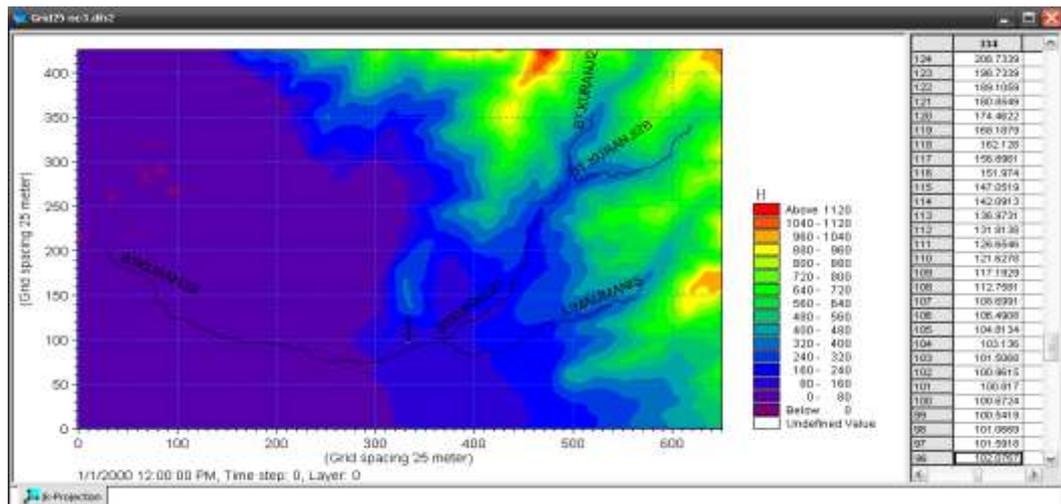


Gambar 2 diagram Skema Tahapan Pemodelan Banjir Dan Daerah Genangan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Banjir

Identifikasi banjir terbesar yang terjadi akibat luapan *sungai Batang Kuranji* dan anak sungainya 20 tahun terakhir di Kota Padang, tercatat terjadi genangan banjir yang sebagian besar terjadi pada bagian hilir dari sungai yang merupakan daratan rendah dari Das, yang termasuk kawasan Nanggalo, Siteba sekitarnya, dengan kedalaman banjir antara 0,3 sampai 1,5 meter. Menurut laporan dari BNPB Sumatera Barat. (Anonim, 2014). sebagaimana ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 3 .Titik-titik Daerah genangan DAS Sungai Batang Kuranji

Simulasi Banjir

Analisis frekuensi dilakukan dengan menggunakan software berdasarkan input data berupa seri hujan harian maksimum tahunan (*maximum annua lseries*) selama rentang waktu 37 tahun yaitu dari tahun 1975-2012. Dengan analisis frekuensi akan diperkirakan besarnya curah hujan rancangan untuk berbagai kala ulang sebagai input dalam perhitungan debit untuk syarat batas hulu dan lateral inflow yaitu hujan rancangan DAS Sungai BT Kuranji dan Anak –anak Sungainya, Hujan rancangan selengkap nya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Rekapitulasi Debit Banjir Maksimum Dengan Metode Nakayashu Untuk Setiap STA Hujan

NO	Kala Ulang (Tahun)	Rekapitulasi Debit Banjir Maksimum Setiap STA Hujan (Q m ³ /dt)			
		Limau Manis	Pdg Jernih	Pdg Keruh	Gng Nago
1	1.0	294.5	201.3	441.9	294.5
2	2.0	388.5	265.5	583.0	388.5
3	5.0	466.0	318.5	699.3	466.0
4	10.0	512.5	350.3	769.1	512.5
5	20.0	554.4	378.9	831.9	554.4
6	50.0	605.6	413.9	908.8	605.6
7	100.0	719.3	491.6	1079.4	719.3
8	1000.0	1412.2	965.2	2119.1	1412.2

Tabel 2 Rekapitulasi Debit Banjir CheckDam Kuranji Metode Nakayashu

N o	Kala Ulang (Tahun)	Debit banjir Q (M ³ /dt)	N o	Kala Ulang (Tahun)	Debit Banjir (Q m ³ /dt)
1	1.0	441.9	5	20.0	831.9
2	2.0	583.0	6	50.0	908.8
3	5.0	699.3	7	100.0	1079.4
4	10.0	769.1	8	1000.0	2119.1

Simulasi aliran dengan Program Mike Flood 11 dan Mike Flood 21 dilakukan pada kondisi alur saat ini dan dengan alternatif pengendalian banjir menggunakan kolam retensi. Untuk mendapatkan kondisi yang mirip dengan kondisi existingnya, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi untuk selanjutnya dilakukan simulasi pada kondisi alur saat ini dan dengan alternatif pengendalian banjir menggunakan kolam ketensi. Input data geometri dimulai dengan pembuatan *reach* yang terdiri dari *reach* sungai BtKuranj bagian hulu, tengah dan hilirnya. Input data cross section dan geometri bangunan dimulai dari *cross section* paling hulu ke hilir.

Pada simulasi ini, debit inflow dalam pemodelan 1D yang digunakan adalah Debit Rencana dengan periode ulang 2 tahun (Q₂). Hasil simulasi MIKEFlood merupakan hasil dari simulasi MIKE 11 dan MIKE 21 yang di-couple. Berikut ini uraian hasil simulasi banjir dengan menggunakan perangkat lunak MIKE Flood untuk masing-masing skenario simulasi sebagai berikut :

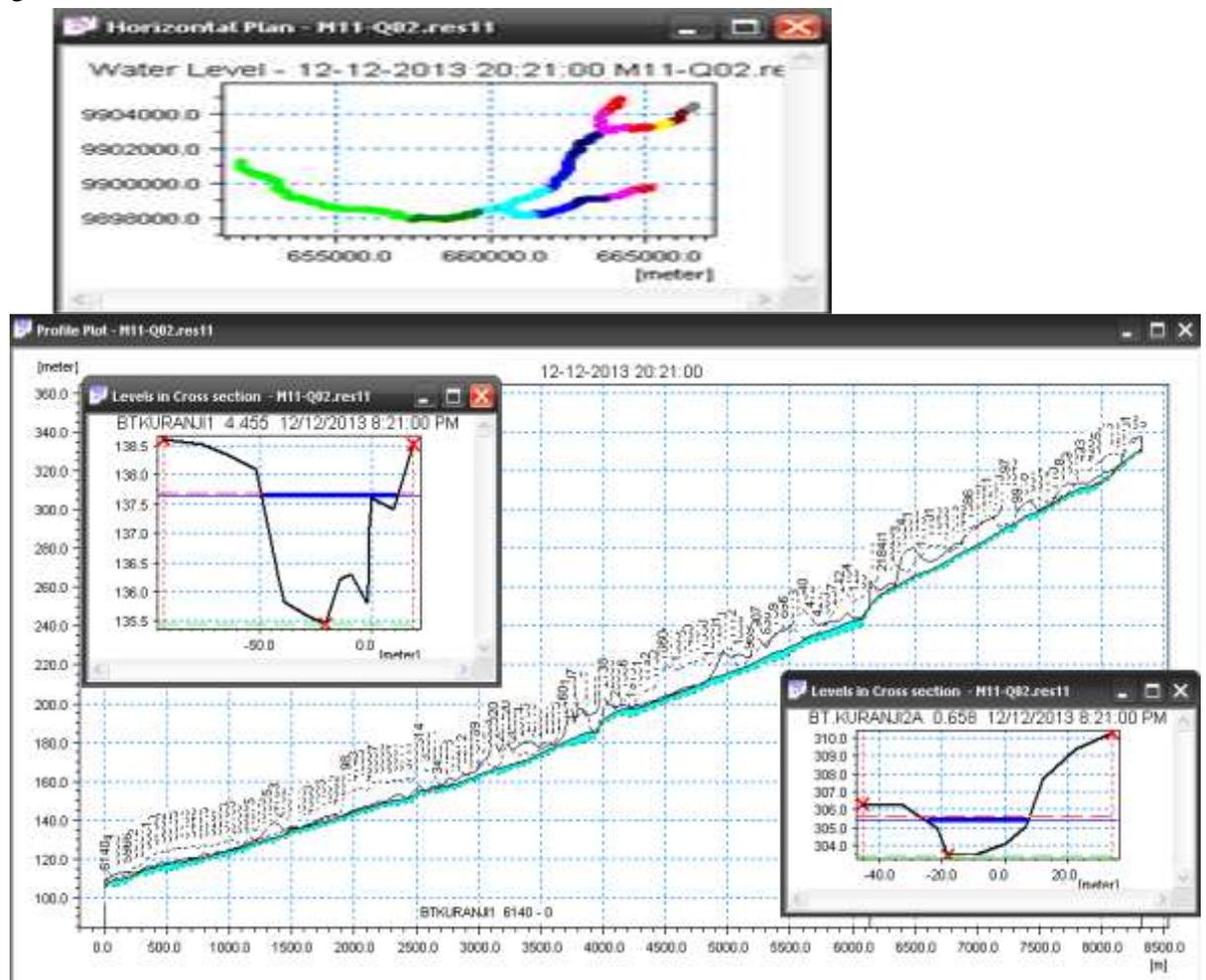
1. Sungai Kuranji

Dari hasil simulasi 1D/2D dapat dilihat bahwa pada beberapa bagian ruas Sungai Kuranji sebelum pertemuan dengan Sungai Limau Manis rawan mengalami overtopping atau peluapan Rinciannya dapat adalah sebagai berikut :

- Ruas 1 sepanjang ± 130 m. (Anak Sungai Kuranji 2A)
- Ruas 2 sepanjang ± 240 m.
- Ruas 3 sepanjang ± 619 m.
- Ruas 4 sepanjang ± 400 m.
- Ruas 5 sepanjang ± 100 m.

- Ruas 6 sepanjang ± 800 m

Besarnya peluapan yang terjadi akibat peluapan dari debit banjir dapat dilihat pada gambar hasil simulasi berikut ini.

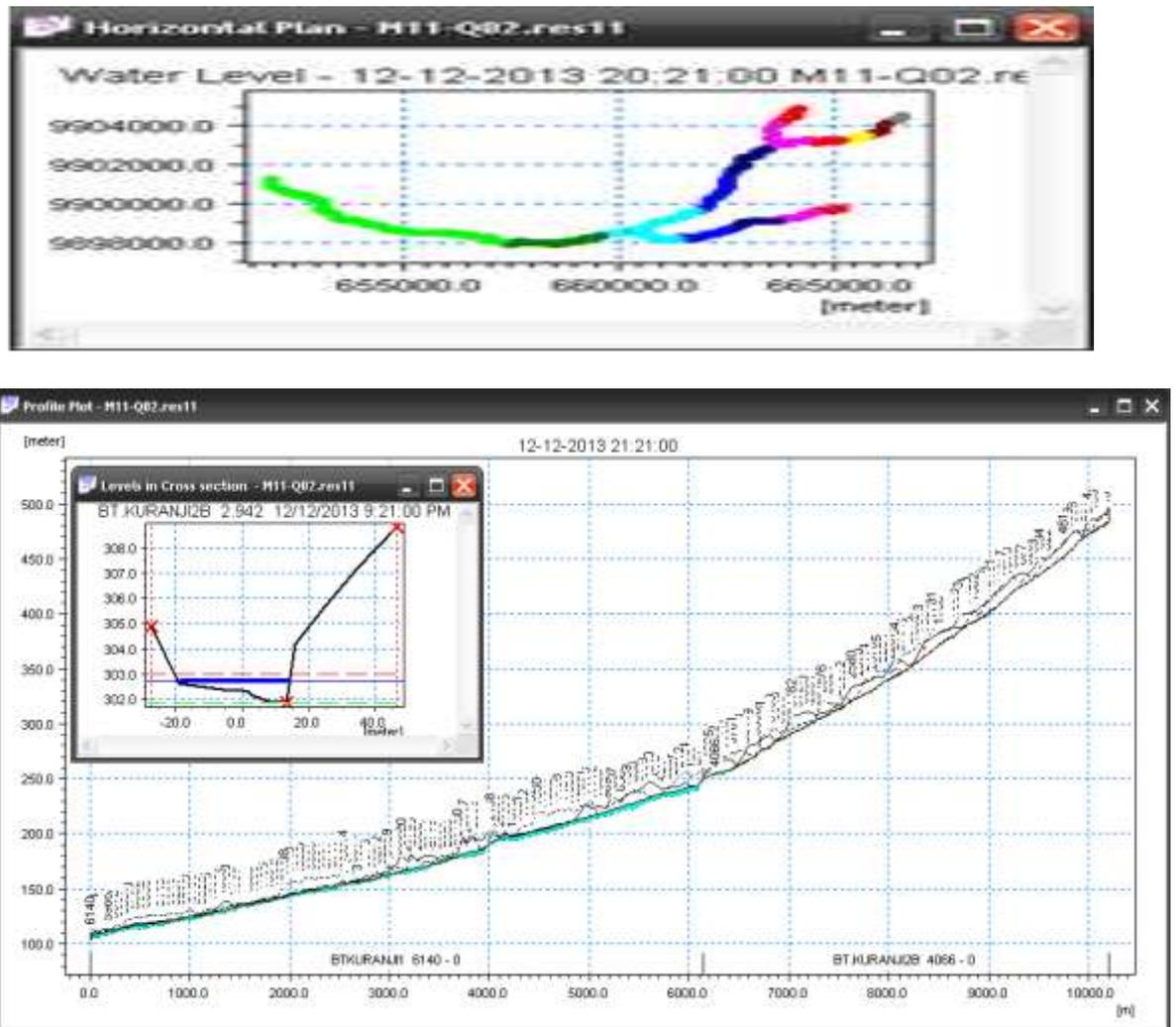


Gambar 4. Profil muka air hasil simulasi Sungai Kuranji sebelum pertemuan dengan Sungai Limau Manis + Anak Sungai Kuranji A

2. Sungai Limau Manis

Dari hasil simulasi 1D/2D dapat dilihat bahwa pada beberapa bagian ruas Sungai Limau Manis rawan mengalami overtopping. Rinciannya dapat adalah sebagai berikut :

- Ruas 7 sepanjang ± 110 m.
- Ruas 8 sepanjang ± 300 m.
- Ruas 9 sepanjang ± 450 m.

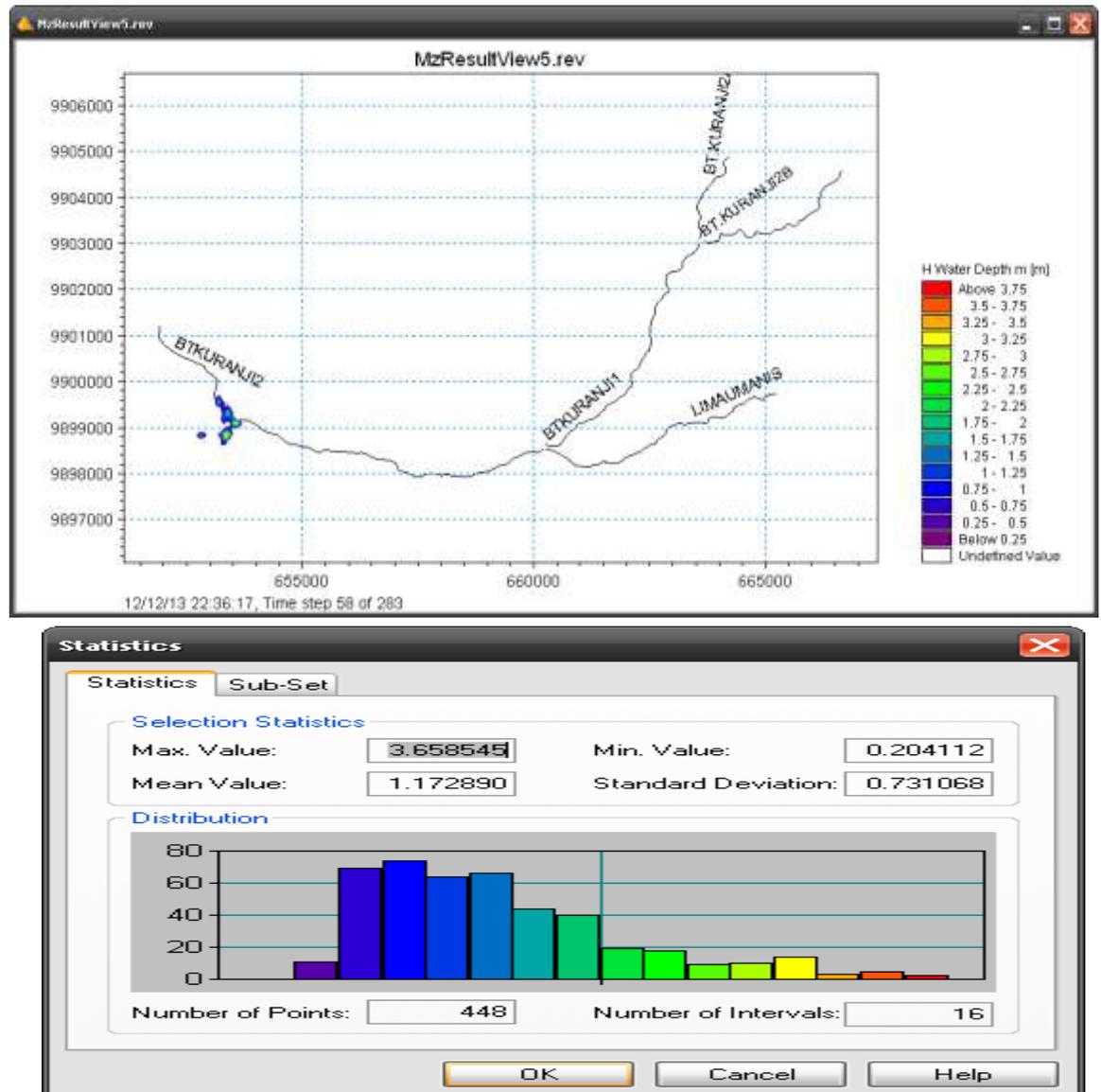


Gambar 5. Profil muka air hasil simulasi Sungai Kuranji sebelum pertemuan dengan Sungai Limau Manis + Anak Sungai Kuranji B

3. Area genangan

Salah satu hasil running MIKE Flood adalah berupa area genangan. Untuk simulasi dengan skenario Q 5 terjadi genangan banjir di area floodplain, dengan data seperti dibawah ini :

- Total Luas Genangan := 28 ha = 280.000 m² .
- Kedalaman air area genangan sekitar +0,20 m sampai dengan +3,66 m.
- Peta genangan hasil simulasi 2D dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 6. Hasil Simulasi Daerah Genangan Dengan Q 5 Tahun

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dari penelitian ini yang telah diuraikan sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Pada saat banjir datang terjadi peluapan pada tanggul sungai dengan tinggi peluapan dari 0.20 m sampai 3.66 m pada daerah sub Das kuaranji 2 pada daerah dataran
2. Dari hasil analisis dan simulasi terdapat daerah potensi terendam lebih kurang sebesar 28.000 m² didaerah sekitar sungai
3. Tampungan efektif kolam retensi yang dibutuhkan kon disi pada saat elevasi muka air naik dibutuhkan volume tampungan dikolamretensi sebesar 100,800 M³ untuk luas genangan 28 Ha
4. Kolam retensi mampu menampung dan menahan banjir selama 3-4 jam berdasarkan hasil penelusuran (routing) pada beban banjir kala ulang2 dan 5 tahun, dan menurunkan muka air banjir secara merata di hilir dan di sekitar lokasi retarding basin rata-rata 0,20 meter.
5. Dalam hal penelusuran banjir dikota padang untuk Das Sungai Batang Kuranji ini dibutuhkan areal lebih kurang 28 sampai 50 Ha.

REFERENSI

- Anonim, 2009. Studi Mitigasi Penangan Bahaya Banjir Pekerjaan Pembangunan Pengendalian Banjir Dan Sedimen Sungai Batang kuranji Balai Wilayah Sungai V Sumatera Barat, Padang 2014
- Deviana, Aninda, dkk. 2014. Kajian Pemodelan Spasial Banjir Untuk Mendukung Kebijakan Sempa dan Sungai Dan Tata Ruang Wilayah, Jurnal. Institut Teknologi Bandung, 2014
- Aryadi, N.M., 2011. Kajian Alternatif Pengendalian Banjir di Tukad Mati, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Pande Surya dinata I. Gede, dkk, 2012 Rencana Pengendalian Banjir Tukad Mati Dengan Retarding Basin, Prosiding Pertemuan Imiah Tahunan HATHI, Bandung, 2012
- Kodoatie, R. dan Sugiyanto, 2002. Banjir, Beberapa Penyebab dan Metode Pengendaliannya dalam Perspektif Lingkungan. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Kodoatie, R. , 2013. Rekayasa Dan Manajemen Banjir Kota, Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Linsley R.K dan Franszini J.B. 1986. Teknik Sumber daya Air. Terjemahan, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sebastian, L., 2008. Pendekatan Pencegahan dan Penanggulangan Banjir. Dinamika Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Palembang. Vol.8 No.02 Juli 2008 hal.162-169. Palembang.
- Wahyudi, J., 2009. Kajian Penanganan Banjir Pada DAS Sekanak Kota Palembang). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- DHI Software (2014). MIKE 11 User Manual and Tutorial. DHI Software (2014) .MIKE View User Manual.
- Gilles D. and M. Moore (2010) 'Review of Hydraulic Flood Modeling Software used in Belgium, The Netherlands, and the United Kingdom', Int. Perspectives in Water Resource Management, IIHR, Hydrosience & Engineering University of Iowa