



Analisis Penanganan Banjir DAS Jatimulya (Studi Kasus: Perumahan Jatimulya, Bekasi)

Darmojo

Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Tama Jagakarsa

e-mail: Kyaimojo23@yahoo.com

Dr.Ir. Suardi Natasaputra, MEng

Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Tama Jagakarsa

ABSTRAK

Jatimulya termasuk wilayah Bekasi dan terletak di Zona Equatorial yang mengalami hujan yang lebat sepanjang tahun. Hujan lebat yang turun secara terus-menerus dengan durasi beberapa hari dapat mengakibatkan banjir besar. Keterbatasan lahan di perkotaan mengakibatkan terjadinya intervensi kegiatan perkotaan pada lahan yang seharusnya berfungsi sebagai daerah konservasi dan ruang terbuka hijau. Penyempitan luas daerah resapan air tidak bisa dihindari sehingga terjadi peningkatan aliran permukaan yang berakibat banjir. Oleh karena itu dilakukan penelitian dengan **tujuan** sebagai berikut: (1) Menghitung besarnya debit banjir yang terjadi di saluran Jatimulya. (2) Menghitung kapasitas kondisi saluran existing. (3) Menganalisis alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi banjir. **Metoda** yang dipakai untuk menelaah banjir Jatimulya adalah : pengumpulan data curah hujan, peta tata guna lahan, peta genangan, peta rupa bumi, data memanjang dan melintang saluran Jatimulya. Analisis hidrologi dibantu dengan software yang dikeluarkan Subdit PSDA dan analisis hidrolika menggunakan software HECRAS. Analisis curah hujan menunjukkan debit banjir pada segmen hulu-Kali Malang dan Kali Malang Sasak- Jarang masing-masing diperoleh 33.74 m³/s dan 36.93 m³/s, dengan perhitungan kala ulang 25 tahun. Debit banjir kala ulang 25 tahun segmen Sasak Jarang-Rawa Kalong adalah 37.74 m³/s dan segmen Rawa Kalong-CBL sebesar 58.33 m³/s. Perhitungan kapasitas saluran rencana berurutan keempat segmen adalah 14.8 m² (4 m x 3.7 m), 15.3 m² (4.5 m x 3.4 m), 16.0 m² (5 m x 3.2 m) dan 25.8 m² (6 m x 4.3 m), sedang kondisi existing sebesar 4.2 m² (3 m x 1.4 m), 4.5 m² (3 m x 1.5 m), 12 m² (4.3 m x 2.8 m) dan 15 m² (5 m x 3 m). Kesimpulan dari data di atas adalah perlu pembesaran dimensi saluran di setiap segmen. Dimensi bangunan box culvert Tol (2mx2m), shypon kali malang (2mx2m) dan Jembatan Rawa Kalong (3mx2.4m) tidak mampu mengalirkan debit yang dihasilkan DAS Jatimulya, sehingga perlu dilebarkan menjadi masing-masing 16 m² (8 m x 2m), 16 m² (8 m x 2m) dan Jembatan Rawa Kalong menjadi 16.5 m² (5.5 m x 3 m). Peninggian tanggul dan pompanisasi menjadi alternatif yang dianjurkan, karena keterbatasan lahan pelebaran saluran. Pelebaran dimensi box culvert melintang jalan tol sangat sulit dan mahal sehingga disarankan kelebihan debit di alirkan oleh pompa dengan pipa pembuang melintang di atas jalan tol.

Kata kunci: *Banjir Bekasi, Hidrologi, Hidrolika dan ABSAH*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kali Jatimulya dari jembatan Pengasinan (hulu) sampai pertemuan sungai Jatimulya dengan kali CBL (hilir) di Desa Srimur, Bekasi Utara sepanjang 13.2 km dengan luas DAS 2132 Ha.

Daerah Jatimulya merupakan daerah dataran rendah yang mempunyai permasalahan drainase yang cukup rumit. Banyak faktor yang mempengaruhi dan perlu pertimbangan yang matang dalam perencanaan, antara lain peningkatan debit, penyempitan dan pendangkalan saluran, reklamasi, amblesan tanah, limbah sampah dan pasang surut air laut.

Sumber permasalahan utama di Jatimulya adalah peningkatan jumlah penduduk, baik akibat pertumbuhan penduduk asli maupun dari peningkatan urbanisasi. Peningkatan jumlah penduduk selalu diikuti dengan peningkatan infrastruktur kawasan, seperti perumahan, sarana transportasi, air bersih, pendidikan dan lain sebagainya. Peningkatan jumlah limbah baik limbah cair maupun padat juga menjadikan masalah besar dalam perencanaan drainase. Selain itu dengan perubahan tata guna lahan yang sangat pesat terutama yang menghilangkan daerah resapan atau daerah genangan banjir akibat perluasan hunian, menjadikan perencanaan drainase jadi semakin rumit.

Oleh sebab itu, dengan mengantisipasi semua itu maka dicoba untuk merencanakan kembali sistim drainase yang sudah ada walaupun dengan keterbatasan dana yang ada dan diupayakan mengurangi seoptimal mungkin akibat kegagalan drainase.

1.2. Rumusan Permasalahan

Masalah banjir di Perumahan Jatimulya dapat dirumuskan sebagai berikut:

- (1) Apakah penyebab banjir khususnya di DAS Jatimulya ?

- (2) Kajian Kondisi Existing sungai, banjir serta daerah genangan dan kerugian.
- (3) Kajian alat pengendali banjir ?

1.3. Tujuan

Merujuk rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian adalah:

- (1) Menghitung besarnya debit banjir yang terjadi di saluran Jatimulya.
- (2) Menghitung kapasitas kondisi saluran existing.
- (3) Menganalisis alternatif yang dapat dilakukan untuk mengatasi banjir.

1.4. Batasan Penelitian

Kajian tesis ini dilakukan sepanjang alur kali Jatimulya dari jembatan Pengasinan (hulu) sampai pertemuan sungai Jatimulya dengan kali CBL (hilir) di Desa Srimur, Bekasi Utara sepanjang 13.2 km dengan luas DAS 2132 Ha. Analisis banjir dibatasi hanya yang diakibatkan debit banjir yang dihasilkan oleh curah hujan di DAS Jatimulya. Kali Jatimulya dibagi menjadi 4 segmen:

2. Dasar Teori

Dasar perencanaan untuk penanganan banjir di daerah Jatimulya ini mengacu pada desain untuk saluran dan bangunan air yang ada. Kriteria yang digunakan untuk desain saluran adalah banjir 25 tahunan (Q25) dan untuk bangunan air digunakan banjir 50 tahunan (Q50). Analisis saluran dibagi menjadi 4 segmen berdasarkan perbedaan masalah :

Tabel 1. Tabel Panjang Segmen Sungai dan Luas DAS Jatimulya

No	Segmen	Panjang (m)	Luas Sub DAS (Ha)	Panjang Kumulatif (m)	Luas Kumulatif (m)
1	Hulu- Kali Malang	1139	369.9	1139	369.9
2	Kl. Malang-Ssk. Jarang	1455	219.7	2594	589.6
3	Ssk. Jarang-Rawa Kalong	3737	326.9	6331	916.5
4	Rawa Kalong-CBL	6869	1215.5	13200	2132.0

Saluran terbuka merupakan cara yang umum untuk mengalirkan air banjir ke saluran pembuang utama. Saluran-saluran terbuka direncanakan dengan menggunakan persamaan Manning (atau

yang sejenis). Bangunan pintu pembuang direncanakan sebagai bangunan drainasi gravitasi atau stasiun pompa, tergantung pada kondisi setempat. Sedangkan upaya untuk memperkecil aliran permukaan (run off) yang masuk ke sungai dapat dilakukan diantaranya dengan :

(1) Pengelolaan Aliran Air Permukaan
Pengelolaan Aliran Air Permukaan (storm water management); yaitu pengelolaan aliran air hujan ke tempat penerima air; sungai atau alur aliran. Secara definisi, itu merupakan pengontrolan aliran air menuju sungai, dan bukan aliran pada sungai itu sendiri yang biasa disebut sebagai pengendalian banjir. Dengan demikian permasalahan drainase dan banjir dapat dikontrol langsung pada sumbernya dengan menggunakan prinsip “tidak ada penambahan aliran” dari keadaan sebelum pengembangan (pembangunan). Sistem drainase alamiah tidak dapat menerima peningkatan debit aliran. Hal itu disebabkan dataran banjir yang ada khususnya dibagian hilir telah banyak terbangun. Pengendalian peningkatan aliran ini dapat dilakukan pada tingkat yang berbeda; rumah perorangan, kompleks perumahan atau daerah komersial, pada daerah aliran sungai, dan lain-lain. Detensi setempat (OSD=On site detention) pada 50 mm curah hujan akan mengoptimalkan kapasitas hidrolis dari hampir seluruh saluran drainase utama. Jumlah ini setara dengan volume 500 m³/ha, 5 m³/100m², atau kira-kira 50% dari curah hujan rencana. Hal tersebut dapat dicapai dengan detensi menggunakan daerah cekungan terbuka, tangki atau tong air, simpanan air atap rumah, kolam-kolam, situ-situ, sumur resapan, biopori dan penataan ruang untuk retensi maksimum. Penting sekali bahwa volume tersebut disediakan untuk menahan sedikitnya 50% dari curah hujan rencana, dan tidak dilepaskan sebelum aliran masuk ke saluran-saluran/sungai. Diusulkan juga untuk fasilitas tersebut pemasangannya agar berada diatas tanah

guna memudahkan pemeriksaan dan pengamatan. Kriteria-kriteria berdasar volume tersebut harus digunakan untuk seluruh pembangunan berskala kecil dan kegiatan pembangunan kembali. Selanjutnya pemasangan fasilitas tersebut agar dimasukkan dalam persyaratan untuk Ijin Mendirikan Bangunan. Untuk pembangunan lebih besar, misal lebih dari 10 ha, suatu rencana pengelolaan aliran air permukaan yang lebih baik harus di buat berdasar pada prinsip tiada peningkatan aliran. Prinsip ini sedang diangkat dalam Kebijakan Sumber Daya Air yang sedang dikembangkan oleh Departemen Pekerjaan Umum. Kebijakan ini disebut sebagai “zero delta q”. Kira-kira 3 - 5 % dari daerah pembangunan atau pengembangan harus disisihkan untuk pembangunan kolam detensi atau situ tergantung dari kedalaman yang dipilih.

(2) Infiltrasi.

Peningkatan kekedapan akibat perkerasan telah menimbulkan pengaruh yang besar pada debit puncak dan volume dari aliran dan pada pengisian kembali air tanah dan tinggi muka air tanah. Debit puncak dapat dikurangi dengan tampungan detensi tetapi jumlah volume aliran hanya dapat dikurangi dengan retensi dan peresapan. Sumur resapan yang diwajibkan oleh Gubernur DKI sejak 2001 harus diterapkan juga di Bekasi dan ditetapkan dengan volume 1 m³ untuk tiap 25 m² luas atap. Ketetapan tersebut setara dengan 40 mm curah hujan jika sumur dapat beroperasi efektif yaitu jika tinggi muka air tanah selalu dibawah dasar sumur dan kosong kembali dalam satu hari. Keadaan efektif tersebut dapat dijumpai pada kurang dari separuh luas Bekasi dan pemetaan lebih detail sangat diperlukan untuk menetapkan lokasi yang berpotensi untuk penerapan efektif sumur resapan tersebut. Penerapan sumur resapan dengan mengikuti konsep sumur resapan yang telah teruji harus lebih mendapat perhatian untuk lokasi dimana sumur resapan

dangkal tidak efektif. Sumur dangkal tidak efektif pada hampir seluruh wilayah meskipun tidak semua tempat di Bekasi. Diseluruh daerah Bekasi penerapan sumur resapan dangkal tidak akan lebih efektif dibanding dengan upaya detensi. Disarankan daerah dimana sumur resapan efektif harus ditetapkan tempatnya; seluruh daerah lainnya harus menerapkan sumur resapan dalam untuk bangunan komersial dan detensi permukaan untuk daerah hunian.

(3) Tata Guna Lahan dan Perencanaan Tata Ruang

Pertumbuhan daerah Bekasi sangat pesat, rawa-rawa diurug untuk perumahan sehingga resapan air berkurang. Pengembang berlomba-lomba membangun perumahan dengan perencanaan padat bangunan untuk memperbesar keuntungan yang mengakibatkan infiltrasi tanah berkurang dan aliran permukaan bertambah sehingga merubah rasio antara daerah konservasi dan daerah perkotaan yang kedap air di hulu daerah tangkapan air sungai-sungai yang mengalir ke Bekasi. Pembangunan ini dapat secara langsung menciptakan aliran banjir lebih tinggi yang akan menimbulkan permasalahan banjir di daerah Bekasi. Umumnya permasalahan perencanaan tata ruang adalah akibat ketidakkonsistenan tata ruang, lemahnya penegakan hukum dalam mengendalikan pelaksanaan tata ruang, dan ketiadaan kesadaran masyarakat dan lembaga-lembaga dalam hal isu-isu lingkungan. Pembangunan yang pesat di Bekasi telah memaksa masyarakat miskin untuk membangun permukiman dekat sungai dan drainase yang menyebabkan permasalahan lebih banyak pada sungai dan drainase yang pada akhirnya meningkatkan masalah banjir. Oleh karena pembangunan dan pertumbuhannya tidak mungkin dapat dihentikan maka direkomendasikan beberapa hal untuk diperhatikan guna mengendalikan dampak pertumbuhan dan

pembangunan perkotaan.

(4) Melakukan beberapa tindakan penyeimbang (membangun kolam-kolam, situ, bangunan akuifer buatan simpanan air hujan (ABSAH), sumur penyerapan dan lain-lain) untuk pembangunan di atas tanah basah atau daerah konservasi di kawasan hulu daerah resapan sungai untuk meminimalkan dampak negatif pembangunan.

(5) Meningkatkan kepedulian lembaga, organisasi, dinas dan masyarakat atas isu-isu lingkungan sehingga mampu melestarikan keseimbangan ekosistem daerah Jakarta dan sekitarnya.

(6) Pemberdayaan Masyarakat

Pemberdayaan masyarakat memiliki kegunaan dalam merencanakan dan melaksanakan kampanye pemberdayaan masyarakat dalam memfasilitasi penyampaian informasi dan pembelajaran komunitas melalui berbagai media terkait Tanggap Darurat dampak banjir. Selanjutnya, hal tersebut diarahkan untuk menyampaikan instruksi pada komunitas agar tidak membuang sampah ke sistem drainase. Isu-isu yang tercakup adalah :

- (a) Penyiapan dan Tanggap Darurat oleh masyarakat terhadap banjir,
- (b) Pemberdayaan masyarakat untuk tidak melakukan tindakan penyempitan drainase dan tidak membuang sampah padat kedalam drainase,
- (b) Kemauan masyarakat untuk mendukung program pengurangan banjir.

3. Metodologi Penelitian

3.1 Metode Kajian Banjir Jatimulya

(1) Secara garis besar metoda kajian banjir Jatimulya dilakukan melalui pengumpulan data-data berupa: peta topografi, peta tata guna lahan dan data curah hujan harian, data potongan memanjang dan potongan melintang sungai.

- (2) Analisis Hidrologi dilakukan untuk mendapatkan curah hujan rencana dan banjir rencana untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, dan 50 tahunan.
- (3) Analisis Hidrolika dilakukan dengan bantuan software HEC-RAS dan dibuat simulasi serta pemodelan hidrolika sungai Jatimulya sehingga dapat dilihat daya tampung saluran dan tinggi muka air banjir rencana.
- (4) Hasil analisis hidrologi dan hidrolika di atas bisa dipakai sebagai dasar menentukan langkah-langkah secara struktural dalam rangka pengendalian banjir sungai Jatimulya.

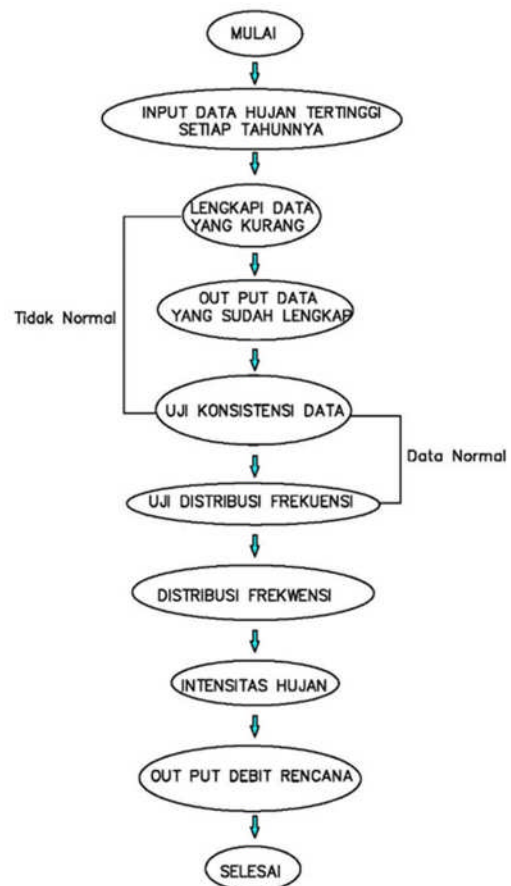
3.2 Langkah-langkah Analisis Hidrologi.

Adapun Analisa Hidrologi yang dilakukan meliputi:

- (1) Perhitungan curah hujan wilayah DAS Jatimulya berdasarkan pencatatan data-data curah hujan dari 3 (tiga) stasiun hujan yang ada di sekitar DAS Jatimulya dihitung besaran hujan rata-ratanya dengan menggunakan Metode rata-rata.
- (2) Uji kesesuaian distribusi frekuensi, untuk mengetahui kecocokan analisis curah hujan rencana terhadap simpangan data vertical dan horizontal dengan Software Subdit. Hidrologi PSDA, sehingga diketahui distribusi yang dipilih dapat diterima atau tidak berdasarkan nilai simpangan terkecil.
- (3) Analisis curah hujan rencana melalui analisis statistik (distribusi frekuensi) hujan wilayah tahunan dengan Software dari Subdit. Hidrologi PSDA.
- (4) Analisis distribusi curah hujan rencana pada setiap periode ulang untuk mendapatkan curah hujan efektif yang akan digunakan dalam analisis debit banjir rencana.
- (5) Analisis debit banjir rencana, untuk menghitung debit/hidrograf banjir rencana berdasarkan curah hujan rencana setiap periode ulang dengan Metode Mononobe.

4. Analisis Desain

Dalam menghitung debit banjir rencana dari data hujan yang ada, dapat dibuat bagan alir sesuai Tata Cara Perhitungan Debit Banjir dari Standar Nasional Indonesia.



Gambar 1 . Bagan Alir Perhitungan Debit Rencana

Data hujan diambil dari Stasiun Setu, St. Cikeas, St. Bendung Bekasi, St. Cibitung, Stasiun Bendung Cipamingkis dan Stasiun Babakan. Poligon Thiessen digunakan dalam menganalisis hujan yang berpengaruh di DAS Jatimulya. Sedangkan sebaran normal berdasar uji kecocokan distribusi dinyatakan cocok.

Tabel.2.Hujan Maksimum Tahunan
DAS Jatimulya Bekasi

Tahun	Hujan Rata-Rata Harian (mm)	
	Cara Rata-rata	Pol. Thiessen
2001	80.00	67.37
2002	102.17	99.59
2003	74.17	71.12
2004	71.92	81.99
2005	112.16	110.03
2006	86.00	92.97
2007	91.00	108.15
2008	51.67	44.12
2009	77.00	102.17
2010	73.67	86.00
2011	62.50	67.29
2012	55.00	61.57
2013	111.73	124.62
Rerata	80.69	85.92

Hasil dari analisis hujan untuk hujan rencana 1, 2, 5, 10,20 ,50 dan 100 tahunan disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Analisis Hujan rencana
DAS Jatimulya

Probabilitas	Kala-Ulang	T	Karakteristik Debit (m ³ /dt) Menurut Probabilitasnya					
			NORMAL		LOG-NORMAL		GUMBEL	
			KT	KT	KT	KT	KT	KT
0.9	1.11		98.4639	1.28119	57.17019	-1.25080	60.62677	1.10034
0.5	2		85.87112	0.00000	82.84661	-0.13376	82.14515	-0.16427
0.2	5		70.52661	0.84152	105.70030	0.88048	102.45863	0.71346
0.1	10		65.37884	1.38155	120.05490	1.48498	115.90791	1.30467
0.05	20		62.77270	1.64485	133.36778	2.00416	128.80879	1.86582
0.02	50		61.12856	2.05375	150.12519	2.79318	145.50768	2.59230
0.01	100		59.39452	2.32635	162.43095	3.32941	158.02113	3.13669
0.001	1000		55.95315	3.08023	202.65201	5.07835	199.36971	4.93955

Berdasarkan curah hujan rancangan, dapat dihitung intensitas hujan selama waktu konsentrasi (tc), dengan menggunakan rumus Mononobe.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Dimana :

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

R24 = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

T = durasi (lamanya) curah hujan (jam)

Debit rencana dihitung menggunakan metoda rasional praktis dengan rumus:

$$Q_p = 0,00278 C.I.A$$

Qp = adalah debit puncak banjir (m3/detik);

C = adalah koefisien limpasan;

I = adalah intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam);

A = adalah luas daerah aliran (ha).

Untuk menghitung dimensi saluran drainase yang direncanakan (sesuai banjir rencana), dipakai rumus Strickler:

$$Q = A \cdot V = k \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Q = debit banjir rencana (m3/ det)

A=luas tampang basah aliran (m2)

V = kecepatan aliran (m/ det)

K = angka kekasaran Strickler

R = jari-jari hidrolis (m)

S = kemiringan dasar saluran

Dari hasil hujan rencana, dapat dihitung debit banjir rencana untuk saluran sebesar 25 tahunan dan bangunan air yang ada di saluran dengan periode ulang 50 tahunan. Hasil perhitungan banjir rencana dapat disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Time
Concentration (Tc) dan Banjir Rencana

No	Segmen	Kala Ulang (Thn)	TC (menit)	Intensitas (mm/Jam)	Luas DAS (Ha)	Debit (m3/sec)
1	Hulu- Kali Malang	2	60.69	29.56	369.9	22.80
		5		36.63		28.25
		10		40.28		31.07
		20		43.22		33.33
		25		43.74		33.74
		50		46.38		35.77
		75		47.39		36.55
2	Kali Malang-Ssk. Jarang	100	111.27	48.39	589.6	37.32
		2		20.30		24.95
		5		25.16		30.92
		10		27.66		34.01
		20		29.68		36.48
		25		30.04		36.93
		50		31.85		39.15
3	Kali Malang-Rawa Kalong	75	211.51	32.54	916.5	40.00
		100		33.23		40.85
		3		13.35		25.50
		5		16.54		31.61
		10		18.19		34.76
		20		19.51		37.29
		25		19.75		37.74
4	Rawa Kalong-CBL	50	373.43	20.94	2132.0	40.02
		75		21.40		40.89
		100		21.85		41.75
		2		8.87		39.41
		5		10.99		48.84
		10		12.08		53.71
		20		12.96		57.62
		25		13.12		58.33
		50		13.91		61.84
		75		14.21		63.18
		100		14.52		64.52

Kemiringan saluran (S) dibuat sedemikian rupa sehingga pengendapan dan gerusan dasar sungai (*scouring*) dapat dihindari. Selain itu dibuat kemiringan dasar sungai mendekati kemiringan sungai yang sudah ada, yaitu sebesar 0.0012 (0,12%). Kapasitas saluran kondisi eksisting dianalisis dengan hasil:

Dimensi saluran existing Jatimulya dengan Q hitung $6.60 \text{ m}^3/\text{s}$, ternyata tidak mampu menampung debit banjir rencana yang dihasilkan oleh curah hujan harian maksimum Q rencana $33.74 \text{ m}^3/\text{s}$.

Segmen Hulu-Kalimalang dengan dimensi (3 m x 1.4 m) mempunyai kapasitas mengalirkan air sebesar $6.60 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan kecepatan alir 1.57 m/s , sedangkan segmen Kalimalang- Sasak Jarang berukuran (3 m x 1.5 m) dapat mengalirkan debit $7.50 \text{ m}^3/\text{s}$ dan V 1.67 m/s .

Segmen Sasak Jarang- Rawa Kalong (4.3 m x 2.8 m) berkapasitas alir $26.26 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan V 2.18 m/s serta segmen Rawa Kalong- CBL (5 m x 3 m) memiliki kapasitas $29.07 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan nilai V 1.94 m/s . Debit yang mampu dialirkan saluran existing lebih kecil dari pada debit banjir rencana yang dihasilkan oleh air hujan, sehingga saluran existing tidak mampu menampung debit tersebut dan terjadilah banjir. Oleh karena itu diperlukan pengendalian kelebihan debit agar tidak menimbulkan banjir atau genangan dengan berbagai alternative.

Alternatif pengendali banjir yang diterapkan di DAS Jatimulya adalah:

1. Penanganan banjir dengan pelebaran

Penanganan banjir dengan pelebaran dasar saluran pada seluruh segmen saluran telah dianalisis dengan hasil sebagai berikut:

Segmen Hulu-Kali Malang memakai Q hasil perhitungan metoda rasional dengan nilai Q $33.74 \text{ m}^3/\text{s}$ sebagai acuan, maka dengan teknik coba gagal dan coba lagi (trial and error) di peroleh lebar saluran rencana 11.5 m dan tinggi 1.4 meter dengan kapasitas pengaliran $33.94 \text{ m}^3/\text{s}$, yang lebih tinggi dari debit banjir rencana $33.74 \text{ m}^3/\text{s}$ (ok). Dengan teknik perhitungan yang sama segmen Kali Malang-Sasak Jarang diperoleh lebar saluran rencana 11.0 m serta tinggi 1.5 m, segmen Sasak Jarang- Rawa Kalong lebar 5.7 m, tinggi 2.8 m. Sedangkan segmen Rawa Kalong- CBL

ditentukan lebar saluran rencana 8.5 m dan tinggi 3.0 m.

1. Penanganan dengan Peninggian Tanggul

Pelebaran dimensi saluran terkadang sulit dilakukan di daerah padat penduduk karena sisi kiri-kanan saluran mepet dengan bangunan. Keadaan ini mengharuskan dilakukan peninggian tanggul agar tidak terjadi luapan sungai. Penggunaan teknik trial and error dengan merubah-rubah tinggi saluran tanpa merubah lebar dasar saluran, akan didapat hasil sebagai berikut:

Hasil analisis menunjukkan bahwa tanpa merubah lebar bawah saluran diperoleh tinggi saluran yang harus dipenuhi adalah: Segmen Hulu-Kalimalang $h = 5.3 \text{ m}$, Kali Malang- Sasak Jarang $h = 5.5 \text{ m}$ serta segmen Sasak Jarang-Rawa Kalong dan Rawa Kalong- CBL masing-masing setinggi 3.8 m dan 5.3 m

3. Penanganan Banjir Kombinasi Pelebaran dan Peninggian Tanggul

Kombinasi pelebaran dan peninggian tanggul saluran akan lebih efektif dilakukan dalam upaya penambahan kapasitas saluran. Kombinasi pelebaran saluran dan peninggian tanggul untuk segmen Hulu-Kali Malang diperoleh penambahan lebar 1 m dan peninggian tanggul 2.3 m, sedang pelebaran saluran 1.5 m dan peninggian tanggul 1.9 m dilakukan pada segmen Kali Malang- Sasak Jarang. Adapun di segmen Sasak Jarang- Rawa Kalong saluran perlu dilebarkan 0.7 m dan peninggian tanggul 0.4 m. Segmen Rawa Kalong- CBL diterapkan peninggian tanggul 1.3 m dan pelebaran saluran 1 m.

4. Pengendalian Sistim polder dan pompa.

4.1. Segmen Hulu-Kali Malang

Pengendalian banjir dengan kombinasi sistem polder dan pompa pada segmen Hulu- Kalimalang dari hasil analisis adalah:

- (1) Dengan penambahan pompa berkapasitas 5 m³/s, maka diperlukan polder bervolume 102.588,3 m³.
- (2) Dengan penambahan pompa berkapasitas 10 m³/s, maka diperlukan polder bervolume 67.968,66 m³.
- (3) Dengan penambahan pompa berkapasitas 20 m³/s, maka diperlukan polder bervolume 7.490,22 m³.

4.2 Segmen Kali Malang- Sasak Jarang

Hasil perhitungan menyimpulkan bahwa dengan penambahan pompa berkapasitas 5 m³/s maka retensi yang dibutuhkan berkapasitas tampung 198.690,46 m³. Sedangkan penambahan pompa berkapasitas 10 m³/s dan 20 m³/s masing-masing diperlukan retensi 134.393,54 m³ dan 22.018,15 m³.

4.3 Segmen Sasak Jarang- Rawa Kalong

Hasil perhitungan volume kolam retensi dan kapasitas pompa yang diperlukan pada Segmen Sasak Jarang- Rawa Kalong:

- (1) Volume kolam retensi yang diperlukan yaitu 536.712,49 m³.
- (2) Penambahan pompa kapasitas 5 m³/s mengurangi volume kolam retensi yang diperlukan menjadi 402.846 m³.
- (3) Dipasang pompa 10 m³/s, volume kolam retensi menjadi 277.782 m³.
- (4) Volume kolam retensi berkurang menjadi 57.400 m³, jika ditambahkan pompa berkapasitas 20 m³/s.

4.4 Segmen Rawa Kalong- CBL

Hasil perhitungan di atas dapat ditentukan volume detensi yang diperlukan di segmen Rawa Kalong- CBL beserta variasi pemompaan. Hasil perhitungan tersebut adalah:

- (1) Volume kolam detensi yang diperlukan yaitu 1.486.806,60 m³.
- (2) Penambahan pompa kapasitas 5 m³/s mengurangi volume kolam detensi yang diperlukan menjadi 1.002.945 m³.
- (3) Dipasang pompa 10 m³/s, volume kolam detensi menjadi 565.751 m³.
- (4) Volume kolam berkurang menjadi 176.507 m³, jika ditambahkan pompa berkapasitas 20 m³/s.

5. Analisis Pengendali Banjir ABSAH

ABSAH (Aquifer Buatan Simpanan Air Hujan) merupakan salah satu bangunan pemanfaatan air hujan (PAH). Bangunan ini dilengkapi filter alami sehingga air yang dihasilkan layak dipakai sebagai air bersih. Bangunan ini memperhitungkan pemakaian air harian sehingga dimensi bangunan bisa dioptimumkan (mengurangi dimensi bak penampung hingga 80% dibanding PAH konvensional). Analisis dimensi optimum bangunan ABSAH tiap luas atap 300 m² di DAS Jatimulya adalah 26.09 m³. Hasil perhitungan untuk perumahan Jatimulya dengan luas aliran permukaan sebesar 140.128.1 m³ diperlukan 5.371 buah bangunan ABSAH.

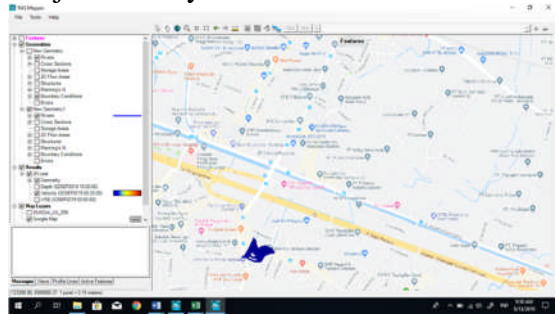
Visualisasi HECRAS

Langkah awal dalam digitasi sungai ini adalah dengan membuat project file terlebih dahulu, kemudian membuat file data geometri yang disimpan dalam folder yang sudah ditentukan. Setelah menyimpan file data geometri kemudian masuk pada jendela RAS mapper melalui ikon yang berada pada halaman utama HEC-RAS. RAS mapper berfungsi untuk mengolah data geospasial menjadi data geometri. Data geospasial yang digunakan dalam simulasi ini adalah data DEMNAS. Pekerjaan yang dilakukan pada jendela RAS mapper akan secara langsung terkoneksi pada file data geometri.

Pada Peta DEMNAS selanjutnya dibuat batasan DAS Jatimulya dengan alat

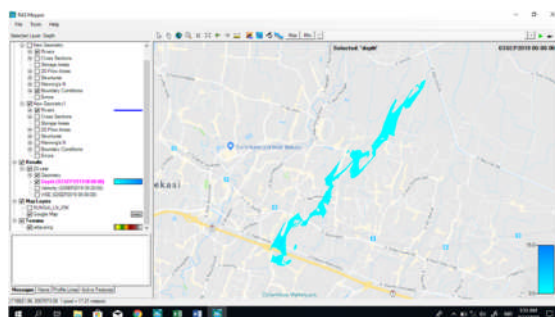
perimeter yang ada di jendela 2D Area dan digambar alur sungainya dengan perintah bank line.

Syarat batas di buat di awal saluran (normal depth) dan di akhir saluran (flow hidrograf) dan diisi dengan data hidrograf banjir Jatimulya



Gambar 2. Tampilan HECRAS pada Q 6.6 m³/s (eksisting)

Gambar 3. Tampilan HECRAS pada Q 6.6 m³/s, menunjukkan bahwa air debit tertahan di kolam retensi dan tidak terlihat pergerakan air banjir. Hal ini berarti pada Q 6.6 m³/s saluran masih berfungsi dengan baik dan tidak terjadi banjir, pada Q 7.5 m³/s, dapat di lihat debit banjir mulai bergerak dan menggenangi sebagian kecil perumahan Jatimulya dan perumahan Auri yang terletak setelah tol Jalarta-Cikampek.



Gambar 3. Tampilan HECRAS pada Q 33.74 m³/s (Q 25 Tahun)

Saluran Jatimulya sepanjang 13.200 m hampir seluruhnya meluap pada debit rencana kala ulang 25 tahun dengan nilai Q 33.74 m³/s.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Dari analisis curah hujan di dapat debit

banjir pada segmen hulu-Kali Malang dan Kali Malang- Sasak Jarang masing-masing diperoleh 33.74 m³/s dan 36.93 m³/s, dengan perhitungan kala ulang 25 tahun. Debit banjir segmen Sasak Jarang- Rawa Kalong adalah 37.74 m³/s, sedang segmen Rawa Kalong-CBL sebesar 58.33 m³/s perhitungan dengan kala ulang 25 tahun.

Perhitungan kapasitas saluran rencana berurutan keempat segmen adalah 14.8 m² (4m x 3.7 m), 15.3 m² (4.5 m x 3.4 m), 16.0 m² (5 m x 3.2 m) dan 25.8 m² (6 m x 4.3 m), sedang kondisi existing sebesar 4.2 m² (3 m x 1.4 m), 4.5 m² (3 m x 1.5 m), 12 m² (4.3 m x 2.8 m) dan 15 m² (5 m x 3 m). Kesimpulan dari data di atas adalah perlu pembesaran dimensi saluran di setiap segmen. Dimensi bangunan box culvert Tol (2mx2m), shypon kali malang (2mx2m) dan Jembatan Rawa Kalong (3mx2.4m) tidak mampu mengalirkan debit yang dihasilkan DAS Jatimulya, sehingga perlu dilebarkan menjadi masing-masing 16 m² (8m x 2m), 16 m² (8m x 2m) dan Jembatan Rawa Kalong menjadi 16 m² (6 m x 3 m).

4.2. Saran

Konservasi daerah hulu harus dilakukan secara maksimal dengan reboisasi dan perencanaan tata ruang yang pro konservasi. Pembuatan situ, polder dan sumur resapan sangat diperlukan untuk memperbesar infiltrasi dan menahan/mengurangi aliran permukaan. Zero run-off harus dicanangkan dengan memberi contoh pembuatan bangunan PAH, ABSAH pada bangunan instansi pemerintah. Penyuluhan tentang menjaga saluran agar terhindar dari limbah, sampah dan pemanfaatan tanggul sungai untuk bangunan harus intens dilakukan. Mitigasi (menghindar sementara) juga merupakan alternatif yang harus

dipertimbangkan. Pelebaran saluran keempat segmen berbenturan dengan perumahan padat sehingga sulit dilaksanakan, maka peninggian tanggul merupakan pilihan yang paling tepat. Banjir dapat diatasi dengan pompanisasi ke saluran. Pelebaran dimensi box culvert Tol sangat mahal dan sulit dilakukan baik perijinan maupun pelaksanaan maka bisa dibuat kolam retensi memakai pompa dengan pipa pembuang melintas aman di atas jalan tol menuju saluran setelah tol..

Daftar Pustaka

- Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana. (2008): Review Design of Integrated and Water Resources and Flood Management Project for Semarang, Semarang.
- BR, Sri Harto. (2000):
 , Analisis Kepekaan Hidrograf Satuan Sintetik Gama I dalam Penentuan Debit Banjir Rancangan, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Chow, Ven Te. (1955): Open-Channel Hydraulics, Erlangga, Jakarta.
- JICA (1993): The Masterplan of the Water Resource Development and Feasibility Study For Urgent Flood Control and Urban Drainage In Semarang City and Suburbs, Semarang.
- JICA. (2000): The Detailed Design of Flood Control, Urban Drainage and Water Resources in Semarang in the Republic of Indonesia, Semarang.
- JICA. (2005): Special Assistance for Project Formation, Semarang.
- JICA. (2008): Review Detailed Design of Integrated Water Resources and Flood Management Project for Semarang, Semarang.
- McGraw-Hill. (2017): Hydraulic Design Handbook, American Water Works Association, Florida.
- SNVT Pembangunan Waduk Jatibarang. (2016): Detail Desain Muara Banjir Kanal Barat, Semarang.
- SNVT Pembangunan Waduk Jatibarang. (2011): Survei Investigasi dan Desain Hulu DAS Garang, Semarang.
- Sturm, Terry W. (2010): Open Channel Hydraulics, McGraw-Hill International Edition, New York.
- SNI 2415. (2016): Tata cara perhitungan debit banjir rencana.
- Kiyotoka Mori. (2003): Hidrologi Untuk Pengairan, PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Soewarno. (1995): Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data, Nova, Bandung.
- Wilson E.M. (1990): Hidrologi Teknik, Edisi Keempat, ITB Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. (2016): Tata Cara Perhitungn Banjir Rencana, BSN Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum (2019): Tata Cara Pembuatan Kolam Retensi dan Polder (NSPM), Direktorat Cipta Karya Jakarta, 21.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2012): Tata Cara Penyusunan Rencana Induk Sistem Drainase Perkotaan Buku Jilid 1A, Direktorat Cipta Karya Jakarta, hal. 91