

Perencanaan Saluran Buang Boga Daerah Irigasi Wariori Menggunakan Perangkat Lunak Storm Water Management Model (SWMM) 5.1 (Distrik Masni, Manokwari, Papua Barat)

* Nizar Achmad¹, Muhlis Andiansyah Harahap², Titiek Widyasari³

^{1,2,3} Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Janabadra, Jl. Tentara Rakyat Mataram No 55-57 Yogyakarta, Kode pos 55271
^{*)} nizar_achmad@janabadra.ac.id

Abstract

The water demand for D.I. Wariori has been met by the irrigation network system. However, a new issue has emerged regarding the impact of water capacity during the rainy season on the risk of inundation flooding. One example of this is the Boga area. The resolution of these issues necessitates the implementation of a sustainable drainage system. One of the programmes currently under development for drainage planning is the Storm Water Management Model (SWMM) version 5.1, which is intended to implement rainwater management measures in accordance with the available data. The objective of this research is to calculate the estimated volume of water and surface flow rate in the designed and modelled outfall channel using the SWMM 5.1 software. The analysis entailed the conversion of existing rainfall data into hourly rainfall intensity, employing the Mononobe method. Furthermore, the subcatchment area was divided and a flue channel model created in accordance with the available data in the Boga area. Once all the requisite parameters have been entered into the SWMM 5.1 program, The results of the exhaust channel design for the Boga Ka-1 area (5 DTA) yielded three dimensions: 0.8 × 0.8 m for SAL 1 and SAL 2, 1 × 1 m for SAL 3 and SAL 4, and 1 × 1.5 m for SAL 5 and SAL 6. In contrast, the Boga Ka-2 area (2 DTA) and Boga Ki-1 (3 DTA) exhibit uniform channel dimensions of 1 × 1 m in each channel.

Keywords: Boga Area, D.I. Wariori, Rice Field Drainage, Sewer, SWMM

Abstrak

Kebutuhan air untuk D.I. Wariori sudah tercukupi dengan adanya sistem jaringan irigasi, disisi lain timbul permasalahan baru dimana kapasitas air saat musim penghujan membawa dampak banjir genangan salah satunya di area Boga. Mengatasi permasalahan tersebut diperlukan perencanaan sistem pembuangan (drainase) berkelanjutan. Salah satu program untuk perencanaan saluran drainase yang berkembang adalah *Storm Water Management Model* (SWMM) versi 5.1 untuk mengimplementasikan tindakan penanganan air hujan yang sesuai dengan data yang tersedia. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung estimasi volume air dan laju aliran permukaan di saluran buang yang didesain dan dimodelkan menggunakan perangkat lunak SWMM 5.1. Analisis yang dilakukan adalah mengubah data hujan eksisting menjadi intensitas hujan jam-jaman dengan menggunakan metode Mononobe. Selain itu juga dilakukan pembagian subcatchment area dan pembuatan model saluran buang sesuai data yang tersedia di area Boga. Setelah semua parameter di-input kedalam program SWMM 5.1. Hasil perancangan dimensi saluran buang area Boga Ka-1 (5 DTA) didapat 3 ukuran yakni 0,8 × 0,8 m untuk SAL 1 dan SAL 2, ukuran 1 × 1 m untuk SAL 3 dan SAL 4, ukuran 1 × 1,5 m untuk SAL 5 dan SAL 6. Sedangkan untuk area Boga Ka-2 (2 DTA) dan Boga Ki-1 (3 DTA) memiliki dimensi saluran yang seragam yakni 1 × 1 m pada masing-masing saluran.

Kata Kunci: Area Boga, D.I. Wariori, Drainase Sawah, Saluran Buang, SWMM

PENDAHULUAN

Daerah Irigasi (D.I) Wariori yang berada di wilayah transmigrasi Distrik Masni, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat memiliki karakteristik khusus yang didominasi oleh dataran rendah, pegunungan dan hutan hujan tropis. Terletak di pesisir utara Pulau Papua Barat, D.I Wariori memiliki banyak potensi salah satunya pengembangan sektor pertanian. Potensi lahan irigasi di D.I. Wariori perlahan mengalami peningkatan seiring terlaksananya pembangunan sistem jaringan irigasi yang sesuai dengan kebutuhan. Hal ini membawa banyak nilai positif, yang dahulu ketersediaan air hanya berasal dari hujan, kini irigasi menjadi tulang punggung dalam pencapaian produksi tanaman, meningkatnya areal irigasi dan memperbanyak masa panen.

Kebutuhan air untuk D.I. Wariori sudah tercukupi dengan adanya sistem jaringan irigasi, disisi lain timbul permasalahan baru dimana saat musim penghujan membawa dampak banjir genangan sawah sebagaimana

salah satunya di area Boga, hal ini meningkatkan kerusakan pada tanaman padi (Liu et al., 2021; Wu et al., 2022). Mengatasi permasalahan tersebut diperlukan perencanaan sistem drainase berkelanjutan. Salah satu program untuk perencanaan saluran drainase yang berkembang adalah Storm Water Management Model (SWMM) versi 5.1 untuk mengimplementasikan tindakan penanganan air hujan yang sesuai dengan data yang tersedia seperti hasil penginderaan jauh (Ariwibowo et al., 2018).

Perangkat Lunak SWMM dirancang untuk mensimulasikan dan menganalisis aliran air permukaan, manajemen air hujan, dan perencanaan sistem drainase berkelanjutan yang sesuai ketersediaan data dan keperluan seperti drainase kampus (Andrianto et al., 2021), perumahan (Kartiko & Wasposito, 2018) dan drainase Kawasan (Fransiska et al., 2020). Perangkat lunak SWMM memiliki beberapa kelebihan diantaranya menghasilkan data analisis aliran air permukaan dan manajemen air hujan dengan akurasi data yang berkualitas, integrasi dengan perangkat lunak hidrologi

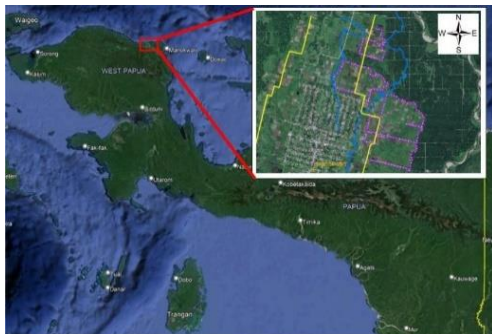
lainnya, interaksi saluran/permukaan tanah dan memeriksa berbagai skenario dengan memperhitungkan faktor-faktor seperti kondisi fisik lahan, penggunaan lahan, pola hujan, dan fitur-fitur hidrologi untuk menghasilkan model simulasi yang akurat (Bambang, 2008).

Dengan program SWMM 5.1 dapat diperoleh perencanaan sistem saluran buang (drainase) pertanian yang mampu mengendalikan kelebihan air hujan sesuai dengan kebutuhan di area Boga. Sehingga dapat diambil keputusan yang lebih tepat dalam mengimplementasikan solusi yang efektif untuk mengatasi permasalahan pengelolaan air dan risiko banjir (Schwab et al., 1993). Dengan tersedianya rencana sistem saluran buang yang baik, diharapkan mampu membantu menjaga keseimbangan yang optimal, baik untuk lingkungan masyarakat maupun lahan pertanian itu sendiri.

METODOLOGI

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di area Boga Kanan 1 (Boga Ka-1), Boga Kanan 2 (Boga Ka-2), dan Boga Kiri 1 (Boga Ki-1) D.I. Wariori yang secara administrasi termasuk di kawasan Transmigrasi Satuan Permukiman (SP) 7 Sumberboga, Distrik Masni, Kabupaten Manokwari, Provinsi Papua Barat.



Gambar 1. Area Boga D.I Wariori di SP 7 Sumberboga, Distrik Masni Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat



Gambar 2. Area Boga Kanan dan Boga Kiri D.I Wariori di SP 7 Sumberboga, Distrik Masni Kabupaten Manokwari Provinsi Papua Barat

Secara astronomi terletak antara $0^{\circ} 46' 0,76''$ LU - $0^{\circ} 47' 31,89''$ LS sampai $133^{\circ} 43' 50,81''$ BB - $133^{\circ} 44' 49,70''$ BT kawasan ini memiliki topografi dataran rendah yang berbatasan langsung dengan Samudera Pasifik

di sebelah utara DAS bagian hilir, sehingga memiliki karakteristik daerah pemanfaatan air dan daerah rawan banjir genangan dikarenakan kemiringan lereng yang kecil hingga sangat kecil (Mitchell et al., 2013), zona sedimentasi tinggi, pengaturan pemakaian air ditentukan oleh bangunan irigasi, dan jenis vegetasi umumnya merupakan tanaman pertanian, seperti pada gambar 1 dan 2.

Wilayah penelitian terbagi menjadi 3 DTA sebagai zonasi genangan (Suherlan, 2001) dengan luasan masing-masing seperti yang disajikan pada Tabel 1 dibawah ini:

Area (Catchment)	Subcatchment	Luasan (Ha)	Jumlah (Ha)
Boga Ka-1	Subcatchment 1	3,93	109,45
	Subcatchment 2	5,80	
	Subcatchment 3	32,07	
	Subcatchment 4	25,28	
	Subcatchment 5	42,39	
Boga Ka-2	Subcatchment 1	21,79	43,99
	Subcatchment 2	22,21	
Boga Ki-1	Subcatchment 1	6,46	19,97
	Subcatchment 2	10,39	
	Subcatchment 3	3,17	

Tahapan Penelitian perencanaan saluran pembuangan sesuai dengan maksud dan tujuan dari penelitian serta pertimbangan ruang lingkup dan batasan penelitian, maka rencana pelaksanaan penelitian akan mengikuti tahapan - tahapan bagan alir sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah

Permasalahan pada area kajian adalah karena belum tersedianya perencanaan saluran buang sehingga menyebabkan terjadinya banjir genangan akibat kelebihan kapasitas air hujan.

2. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah observasi tidak langsung serta studi literatur terdahulu sehingga diperoleh data sekunder sebagai berikut:

- Data curah hujan selama 16 tahun (tahun 2006 sampai dengan tahun 2021) Stasiun Manokwari pada Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika,
- Data Seamless Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS) resolusi 8,1 m NLP 3014-44 wilayah Papua pada Badan Informasi Geospasial (BIG),
- Citra satelit resolusi tinggi Distrik Masni guna identifikasi tata guna lahan dan area kedap air (pervious area) serta area tidak kedap air (impervious area).

3. Data Hujan

- Data curah hujan yang digunakan berasal dari Stasiun Meteorologi Manokwari, Kabupaten Manokwari dari tahun 2006 - tahun 2021 (16 tahun).
- Analisis hujan rancangan meliputi tahap pengumpulan data curah hujan yang tersedia sesuai area kajian, pengolahan data agar sesuai dengan distribusi probabilitas yang akan digunakan.
- Menggunakan data curah hujan, historis analisis frekuensi dilakukan untuk mempelajari pola dan distribusi curah hujan dalam jangka waktu tertentu, hasil analisis frekuensi akan digunakan dalam menentukan distribusi probabilitas yang sesuai.

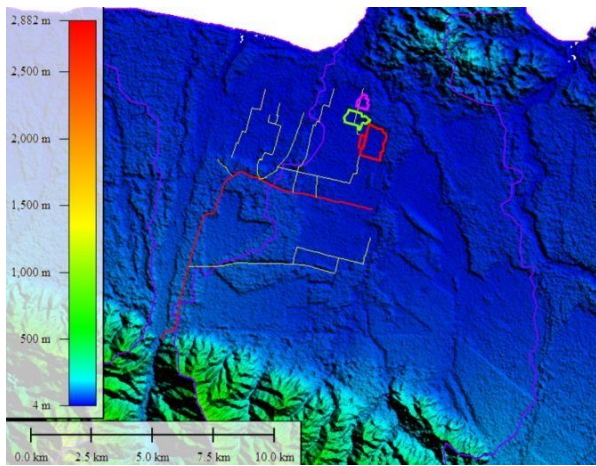
- d. Setelah menentukan dan menaksir parameter distribusi probabilitas dari data yang digunakan, dilakukan uji kesesuaian distribusi untuk mengevaluasi sejauh mana data yang diamati secara statistik cocok dengan distribusi probabilitas yang diuji. Metode uji kesesuaian yang digunakan yakni uji Chi-Kuadrat
- e. Jika nilai p-value yang dihasilkan melebihi ambang batas yang ditentukan sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa data tersebut cocok dengan distribusi probabilitas yang diuji dan sebaliknya.

4. Data Tata Guna Lahan

Tujuan utama dari pengumpulan data tata guna lahan untuk memahami pola penggunaan lahan di area Boga dan bagaimana pola ini mempengaruhi saluran buang di wilayah tersebut. Data ini dapat digunakan untuk merencanakan pengembangan pertanian yang berkelanjutan, mengidentifikasi masalah saluran yang mungkin timbul, dan merancang strategi pengelolaan lahan yang efektif.

5. Data Elevasi

Data elevasi dibutuhkan untuk melakukan analisis hidrologi dan perencanaan sistem saluran buang pada area Boga. Data ini penting dalam pemodelan dan perencanaan saluran buang untuk memahami pola aliran air, menentukan arah aliran, dan merancang sistem drainase aktif. Informasi tentang elevasi diperoleh dari Data DEMNAS resolusi 8,1 m yang diolah dengan perangkat lunak *Geographic Information System (GIS)*, yang dapat dilihat di gambar 3.



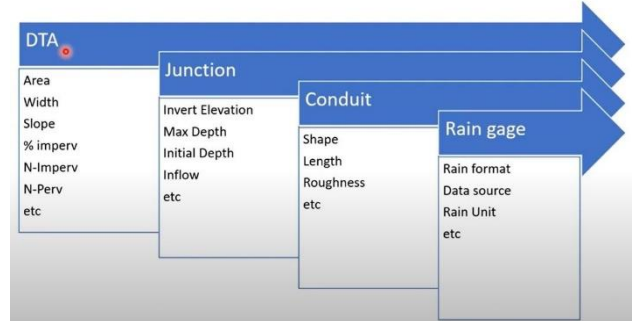
Gambar 3. Data Seamless Digital Elevation Model Nasional (DEMNAS)

6. Analisis Waktu Konsentrasi (Tc)

Dalam analisis waktu konsentrasi digunakan metode SCS dengan mempertimbangkan sifat-sifat hidrologi lahan seperti infiltrasi, kapasitas penyimpanan air tanah, dan retensi air dalam tanah. Metode ini menghitung waktu konsentrasi berdasarkan waktu aliran. Waktu konsentrasi dihitung sebagai waktu yang dibutuhkan untuk debit puncak yang dihasilkan dari hujan yang jatuh pada seluruh daerah aliran untuk mencapai titik pengamatan.

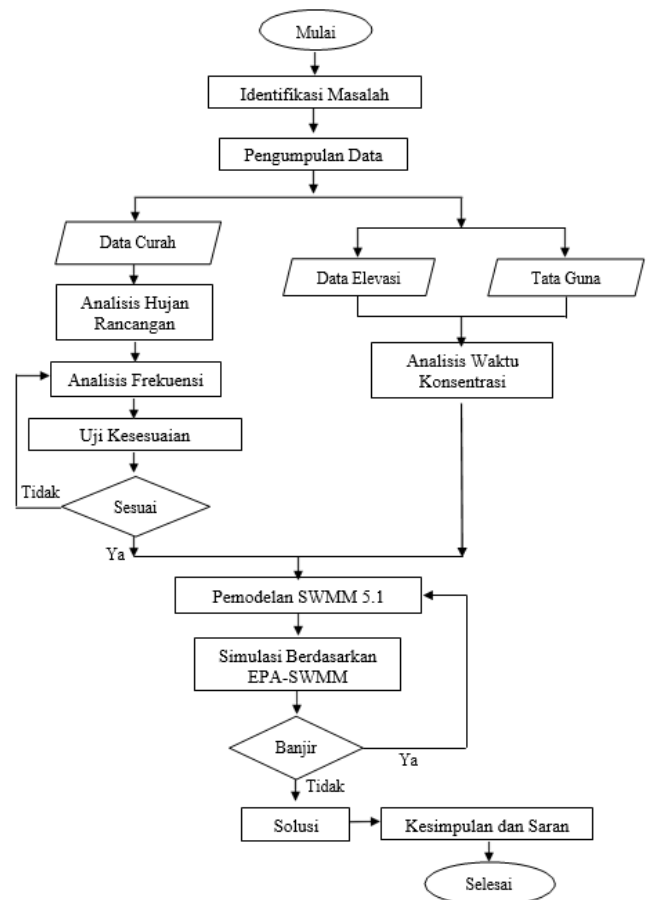
7. Pemodelan SWMM versi 5.1

Pada tahapan pembuatan model, terbagi menjadi 4 parameter utama yang sudah dilakukan analisis terlebih dahulu untuk di- input ke dalam program agar berjalan sesuai dengan perencanaan, berikut parameter yang harus ada :



Simulasi berdasarkan SWMM versi 5.1

Setelah semua parameter dimasukkan kedalam program SWMM, dilakukan konfigurasi antara data dengan model saluran buang yang telah direncanakan. Program akan mengolah data dan menjalankan simulasi berdasarkan konfigurasi model dan instruksi input yang telah diatur. Selanjutnya program SWMM akan menghasilkan berbagai keluaran (output) yang meliputi aliran permukaan, tinggi muka air, dan aliran saluran.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

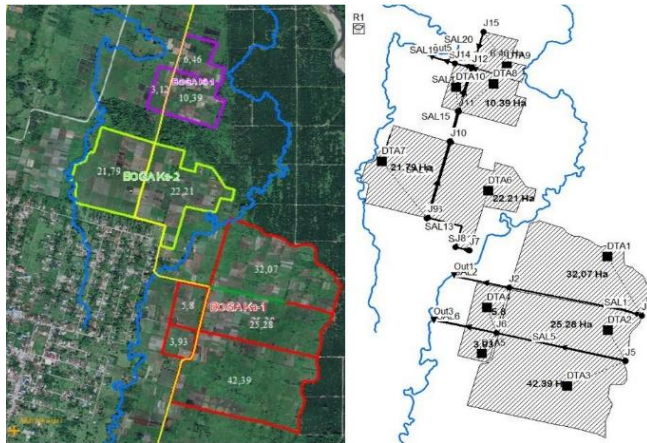
Keluaran ini digunakan untuk menganalisis kinerja sistem saluran buang, mengidentifikasi area yang rentan

terhadap banjir, dan mengevaluasi efektivitas pengelolaan air hujan. Berdasarkan hasil analisis program SWMM apabila masih ditemukan kelebihan kapasitas air di saluran (meluap), perlu dievaluasi performa sistem saluran buang yang direncanakan serta rekomendasi yang dihasilkan perlu dilakukan pengoptimalan dan perbaikan model.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Saluran Buang Area Boga Menggunakan Software SWMM 5.1

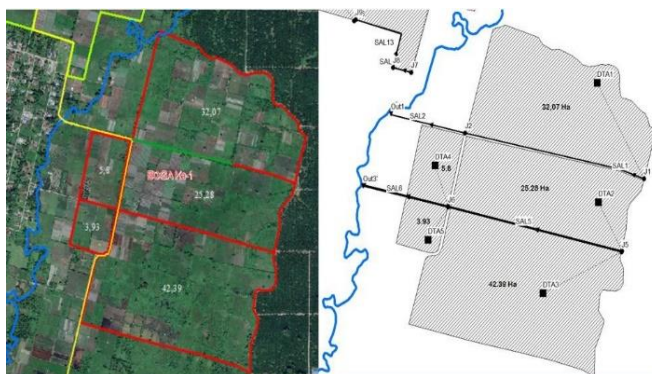
Wilayah penelitian area Boga memiliki 3 daerah tangkapan air (*catchment area*) yang terdiri dari 10 sub daerah tangkapan air seperti pada Tabel 1, dan Berikut rencana saluran buang dari masing -masing area tersebut:



Gambar 5. Skema saluran buang area Boga

1. Saluran Buang Boga Ka-1

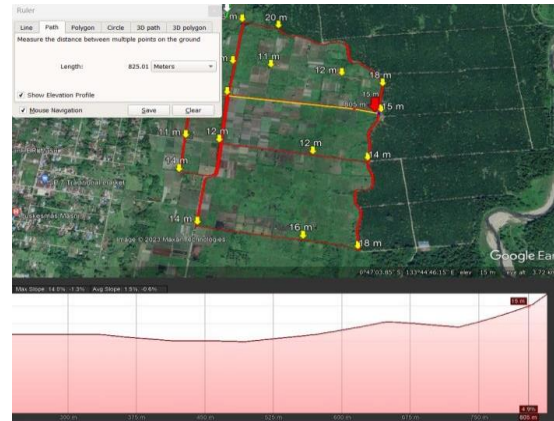
Area Irigasi Boga Ka-1 memiliki total luasan terbesar yakni 109,45 hektar dengan jumlah subcatchment area sebanyak 5 area yang keseluruhan areanya berupa lahan pertanian (sawah) yang bisa dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Rencana saluran buang di area Boga Ka-1

Parameter subcatchment yang akan dimasukkan kedalam program SWMM terdiri dari *outlet, area, width, %, slope %, impervious, N-impervious, N-pervious, D-store Impervious, D-store Pervious, % zero impervious, impervious method, infiltration method, dan curve number.*

Data area, width, %, slope %, pada subcatchment area menggunakan metode penginderaan jauh seperti pada gambar 7.



Gambar 7. Elevasi titik *conduit* dan kemiringan lahan area Boga Ka-1

Berdasarkan data diatas, ada beberapa data yang diambil hanya berdasarkan Tabel seperti *N-impervious, N-pervious, dan D-store Pervious.* Namun ada juga yang harus dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilainya seperti *% impervious, curve number, dan conduit roughness.*

- a. *impervious* sebesar 0. sedangkan untuk nilai *N-pervious* (lapisan tidak kedap air) dengan penggunaan lahan yang ada di area Boga berupa lahan pertanian (sawah), maka diperoleh nilai *N-impervious* sebesar 0,15.
- b. *D-store impervious* dan *D-store pervious* dengan penggunaan lahan di area Boga berupa lahan pertanian (sawah), maka diperoleh nilai *D-store impervious* sebesar 0, sedangkan untuk nilai *D-store pervious* dengan penggunaan lahan yang ada di area Boga berupa sawah maka diperoleh nilai *D-store pervious* sebesar:

$$D - store\ pervious = \frac{\text{luas permukaan pervious}}{\text{luastotal area}} \times 100\%$$

$$D - store\ pervious = \frac{109,45}{109,45} \times 100\% = 1$$
- c. Seluruh area Boga kanan 1 memiliki penggunaan lahan yaitu sawah, yang berarti nilai *% impervious* nya adalah 0.
- d. Besaran nilai *Curve Number* untuk keseluruhan area Boga kanan 1 dengan penggunaan lahan sawah yang relatif memiliki kekasaran yang sedang dan tidak mengalami erosi memiliki nilai CN berkisar 75-85 (Hawkins et al., 2019; Xiao & Vasconcelos, 2023).
- e. *Conduit Roughness*, saluran buang yang direncanakan di area Boga akan terbuat dari pasangan batu disemen, sesuai dengan Tabel 3.5 tentang besaran nilai koefisien *Manning (n)*, maka digunakan nilai *n = 0,025.*

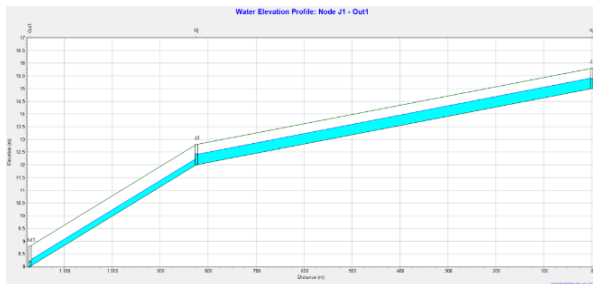
Setelah semua nilai parameter didapat berdasarkan pengukuran dan nilai pada Tabel lampiran, maka didapat parameter nilai masukkan untuk karakteristik subcatchment pada SWMM 5.1 dan selanjutnya adalah parameter junction, conduit, dan outfall. nilai parameter tersebut diambil dengan bantuan interpretasi di google earth. Berikut

detail dari masing-masing komponen perencanaan di saluran buang Boga Ka-1 disajikan dalam Tabel 2 .

Tabel 2. Data rencana saluran buang Boga Ka-1

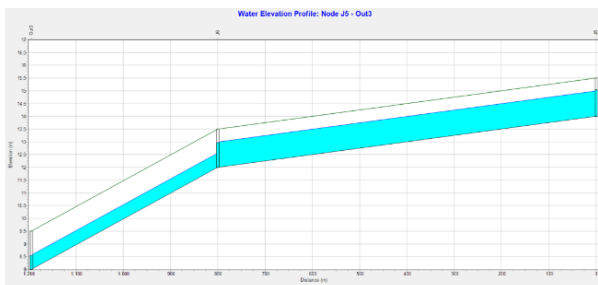
DTA	Ruas Saluran (Conduit)	Junction		Panjang Saluran Rencana (m)	Dimensi rencana		Koefisien Manning (n)
		Elevasi (mdpl)			b	h	
		awal	akhir				
1	SAL 1	J1	J2	825	0,8	0,8	0,025
1	SAL 2	J2	OUT1	347	0,8	0,8	0,025
2	SAL 3	J3	J4	800	1	1	0,025
2	SAL 4	J4	OUT2	395	1	1	0,025
3	SAL 5	J5	J6	800	1	1,5	0,025
3	SAL 6	J6	OUT3	395	1	1,5	0,025

Hasil pemodelan saluran buang area Boga Ka-1 menggunakan program SWMM versi 5.1. Dimensi saluran dari J1 sampai dengan OUT 1 sebesar 1 m x 1 m menggunakan data intensitas hujan periode ulang 10 tahunan diambil menit ke 18 dengan besar curah hujan = 80,414 mm/jam. SAL1 memiliki puncak aliran tertinggi di menit ke 43 sebesar 0,53 m dan di SAL 2 pada menit ke 46 sebesar 0,36 m (Gambar 8). Sehingga desain saluran dengan arah dan dimensi yang sesuai rencana dapat digunakan.

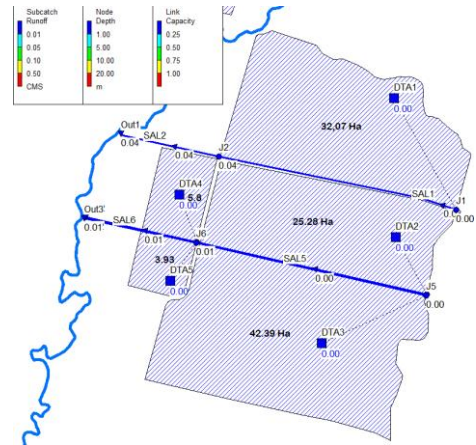


Gambar 8. Profil muka air tertinggi di SAL 1-SAL 2-OUT 1 dari DTA 1 area Boga Ka-1

Dimensi saluran dari J6 sampai dengan OUT 3 sebesar 1 m x 1,5 m menggunakan data intensitas hujan periode ulang 10 tahunan diambil menit ke 18 dengan besar curah hujan = 80,414 mm/jam. Puncak aliran tertinggi ada di menit ke 35 (gambar 9). Sehingga desain saluran dengan arah dan dimensi yang sesuai rencana dapat digunakan.



Gambar 9. Profil muka air tertinggi di SAL 5-SAL 6-OUT 3 dari DTA 3 area Boga Ka-1

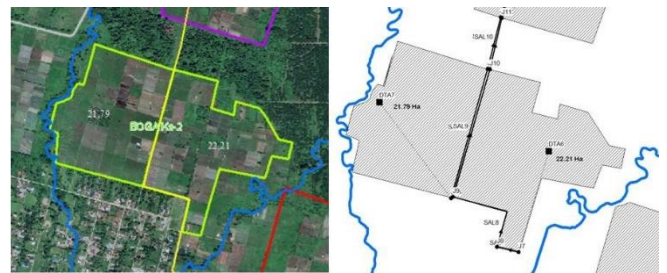


Gambar 10. Hasil running program SWMM 5.1 saluran buang Boga Ka-1

Dapat dilihat dari gambar 10 saluran buang yang direncanakan tidak mengalami luapan di sepanjang saluran.

2. Saluran Buang Boga Ka-2

Area irigasi Boga Ka-2 memiliki total luasan sebesar 43,99 hektar. Terbagi menjadi 2 subcatchment area yang keseluruhan areanya berupa lahan pertanian (sawah) yang bisa dilihat pada gambar 11.



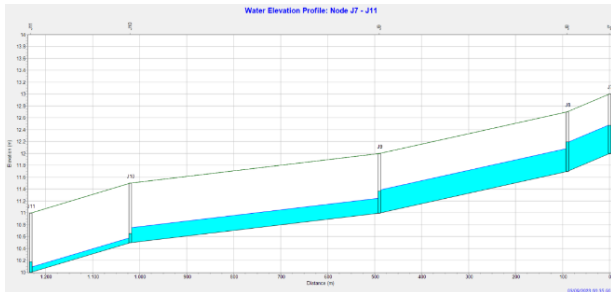
Gambar 11. Rencana saluran buang di area Boga Ka-2

Setelah semua nilai parameter didapat berdasarkan pengukuran dan nilai pada Tabel lampiran, maka didapat parameter nilai masukkan untuk karakteristik subcatchment pada SWMM 5.1 dan selanjutnya adalah parameter junction, conduit, dan outfall. nilai parameter tersebut diambil dengan bantuan interpretasi di google earth. Berikut detail dari masing-masing komponen perencanaan di saluran buang Boga Ka-2 disajikan dalam Tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Data rencana saluran buang Boga Ka-2

DTA	Ruas Saluran (Conduit)	Junction		Panjang Saluran Rencana (m)	Dimensi rencana		Koefisien Manning (n)
		Elevasi (mdpl)			b	h	
		awal	akhir				
6	SAL 7	J7	J8	90	1	1	0,025
6	SAL 8	J8	J9	400	1	1	0,025
6	SAL 9	J9	J10	530	1	1	0,025
6	SAL 10	J10	J11	212	1	1	0,025
7	SAL 16	J16	J17	160	1	1	0,025
7	SAL 17	J17	J18	800	1	1	0,025

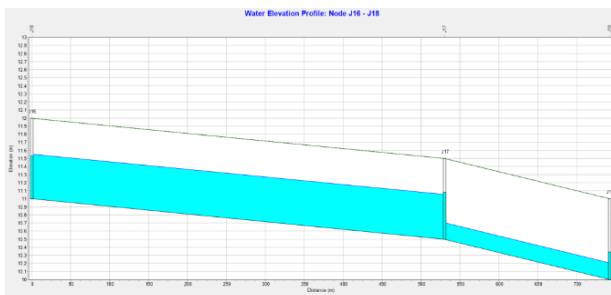
Saluran buang pada area Boga Ka-2 akan menyambung pada saluran buang di area Boga Ki-1, hal ini dikarenakan topografi yang masih memungkinkan untuk dibuat menjadi satu kesatuan saluran buang dan memiliki titik akhir aliran air di drainase (*outfall*) yang sama. Hasil pemodelan saluran buang area Boga Ka-2 menggunakan program SWMM versi 5.1 disajikan pada gambar 5.13.



Gambar 12. Profil muka air tertinggi di SAL 7-SAL 8-SAL 9 dari DTA 6 area Boga Ka-2

Dimensi saluran dari J7 sampai dengan J11 sebesar 1 m x 1 m menggunakan data intensitas hujan periode ulang 10 tahunan diambil menit ke 18 dengan besar curah hujan = 80,414 mm/jam. Puncak aliran tertinggi ada di SAL 7 pada menit ke 35 sebesar 0,5 m. Sehingga desain saluran dengan arah dan dimensi yang sesuai rencana dapat digunakan.

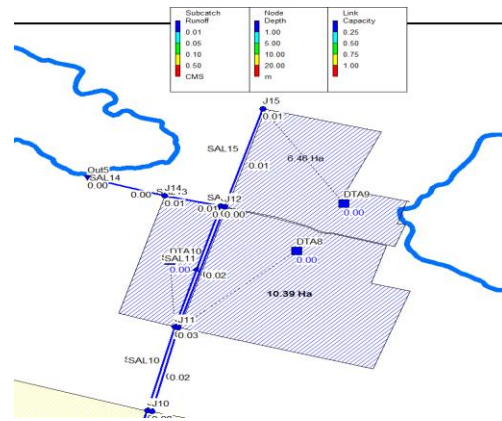
Dengan menggunakan data intensitas hujan periode ulang 5 tahunan diambil menit ke 20 dengan besar curah hujan = 70 mm/jam. Puncak aliran tertinggi ada di menit ke 55. Sehingga desain saluran dengan arah dan dimensi yang sesuai rencana dapat digunakan. Dapat dilihat dari gambar 13 saluran buang yang di rencanakan tidak mengalami luapan di sepanjang saluran.



Gambar 13. Profil muka air tertinggi di SAL 16-SAL 17 dari DTA 7 area Boga Ka-2

Dimensi saluran dari J16 sampai dengan J18 sebesar 1 m x 1 m menggunakan data intensitas hujan periode ulang 10 tahunan diambil menit ke 18 dengan besar curah hujan = 80,414 mm/jam. Puncak aliran tertinggi ada di SAL 16 pada menit ke 43 sebesar 0,53 m. Sehingga desain saluran dengan arah dan dimensi yang sesuai rencana dapat digunakan.

Dapat dilihat dari gambar 14 saluran buang yang di rencanakan tidak mengalami luapan di sepanjang saluran.



Gambar 14. Hasil *running program SWMM 5.1* di saluran buang Boga Ki-1

Hasil Perhitungan Debit di DTA Program SWMM

Ketika data hujan dimasukkan, perangkat lunak SWMM akan menggunakan data tentang topografi, penggunaan lahan, curah hujan, dan sifat hidrologi daerah tangkapan air untuk menghitung debit yang dihasilkan oleh aliran permukaan. Perhitungan ini mencakup debit aliran awal, debit aliran permukaan, dan perubahan dalam debit selama berlangsungnya hujan. Debit di catchment area merujuk pada nilai aliran air yang dihasilkan di dalam area tangkapan air yang dimodelkan dalam perangkat lunak SWMM. Berikut besaran debit yang dihasilkan dari perangkat lunak SWMM 5.1 disajikan dalam Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Perhitungan debit di DTA kala ulang 2, 5 dan 10 tahun

DTA	Total Runoff (mm)			Total runoff (10 ⁶)			Peak Runoff (CMS)		
	2	5	10	2	5	10	2	5	10
1	0,43	0,84	1,4	0,14	0,27	0,45	0,18	0,3	0,44
2	0,54	1,05	1,72	0,14	0,26	0,43	0,17	0,3	0,44
3	7,46	9,04	10,54	3,16	3,83	4,47	0,18	2,19	2,57
4	0,09	0,18	2,45	0,05	0,1	0,14	0,06	0,11	0,15
5	0,83	1,54	2,49	0,03	0,06	0,1	0,04	0,07	0,1
6	0,94	1,49	2,25	0,21	0,33	0,5	0,21	0,33	0,47
7	0,92	1,46	2,2	0,2	0,32	0,48	0,2	0,32	0,45
8	0	0,04	0,21	0	0	0,02	0	0,01	0,05
9	0	0,05	0,28	0	0	0,02	0	0,01	0,04
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σ	13,21	20,69	33,54	5,93	10,17	16,61	3,04	8,64	14,71

Dalam perencanaan dan analisis sistem drainase kondisi debit disaluran sangat penting terdapat tiga saluran yang mengalami aliran super kritis setiap periode ulang 2, 5, dan 10 tahun yakni SAL5, SAL6, dan SAL12. Salah satu penyebab aliran super kritis adalah kemiringan yang tinggi dengan DTA yang luas dan saluran buang (drainase) yang memiliki jarak yang pendek. Aliran dikatakan kritis ($Fr = 1$) apabila kecepatan aliran sama dengan kecepatan gelombang gravitasi dengan amplitudo kecil. Gelombang gravitasi dapat dibangkitkan dengan mengubah kedalaman, jika kecepatan aliran lebih kecil daripada kecepatan kritis, maka alirannya lebih besar daripada kecepatan kritis, maka alirannya disebut superkritis ($Fr > 1$). Parameter yang menentukan ketiga

jenis aliran tersebut adalah nisbah antara gaya gravitasi dan gaya inersia, yang dinyatakan dengan bilangan Froude (Fr).

Aliran super kritis dapat menyebabkan dampak besar pada keamanan dan kestabilan konstruksi serta dapat menjadi bahaya bagi lingkungan sekitarnya jika tidak dikelola dengan benar. Untuk mengatasi hal tersebut diperlukan modifikasi pada desain saluran buang (drainase) yang mengalami aliran super kritis dengan membuat loncat air sehingga aliran berubah menjadi subkritis.

KESIMPULAN

Area Boga D.I Wariori memiliki intensitas curah hujan (I) sebesar 58,543 mm/jam untuk periode ulang 2 tahun dengan durasi 20 menit, 70,003 mm/jam untuk periode ulang 5 tahun dengan durasi 20 menit dan 74,892 mm/jam untuk periode ulang 10 tahun dengan durasi 20 menit

Hasil perancangan dimensi saluran buang area Boga Ka-1 (5 DTA) didapat 3 ukuran yakni $0,8 \times 0,8$ m untuk SAL 1 dan SAL 2, ukuran 1×1 m untuk SAL 3 dan SAL 4, ukuran $1 \times 1,5$ m untuk SAL 5 dan SAL 6. Sedangkan untuk area Boga Ka-2 (2 DTA) dan Boga Ki-1 (3 DTA) memiliki dimensi saluran yang seragam yakni 1×1 m pada masing-masing saluran.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, A., Junaidi, A., & Irawan, B. B. (2021). Evaluasi Jaringan Drainase Kampus Universitas Dharma Andalas (UNIDHA) Menggunakan Software Storm Water Management Model (SWMM). *JURNAL RIVET*, 1(01).
<https://doi.org/10.47233/rivet.v1i01.230>
- Ariwibowo, M. L., Suripin, S., & Atmojo, P. S. (2018). Aplikasi Penginderaan Jauh dan EPA-SWMM untuk Simulasi Debit Banjir Akibat Perubahan Lahan Sub DAS Banjaran. *Teknik*, 38(2).
<https://doi.org/10.14710/teknik.v38i2.13804>
- Bambang, T. (2008). Hidrologi terapan. In *Beta Offset, Yogyakarta* (Vol. 59).
- Fransiska, Y., Junaidi, J., & Istijono, B. (2020). Simulasi Dengan Program EPA SWMM Versi 5.1 Untuk Mengendalikan Banjir pada Jaringan Drainase Kawasan Jati. *Jurnal Civronlit Unbari*, 5(1).
<https://doi.org/10.33087/civronlit.v5i1.56>
- Hawkins, R. H., Theurer, F. D., & Rezaeianzadeh, M. (2019). Understanding the Basis of the Curve Number Method for Watershed Models and TMDLs. *Journal of Hydrologic Engineering*, 24(7).
[https://doi.org/10.1061/\(asce\)he.1943-5584.0001755](https://doi.org/10.1061/(asce)he.1943-5584.0001755)
- Kartiko, L., & Waspodo, R. S. B. (2018). Analisis Kapasitas Saluran Drainase Menggunakan Program SWMM 5.1 di Perumahan Tasmania Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 3(3).
<https://doi.org/10.29244/jsil.3.3.133-148>
- Liu, L., Ouyang, W., Liu, H., Zhu, J., Ma, Y., Wu, Q., Chen, J., & Zhang, D. (2021). Potential of paddy drainage optimization to water and food security in

- China. *Resources, Conservation and Recycling*, 171.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105624>
- Mitchell, J., Cheth, K., Seng, V., Lor, B., Ouk, M., & Fukai, S. (2013). Wet cultivation in lowland rice causing excess water problems for the subsequent non-rice crops in the Mekong region. *Field Crops Research*, 152.
<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.12.006>
- Schwab, G. O., Fangmeier, D. D., Elliot, W. J., & Frevert, R. K. (1993). Soil and water conservation engineering. 4th edition. *Soil and Water Conservation Engineering. 4th Edition*.
- Suherlan, E. (2001). Zonasi Tingkat Kerentanan Banjir Kabupaten Bandung Menggunakan Sistem Informasi Geografis. In *Jurnal Fakultas MIPA Institut Pertanian Bogor*.
- Wu, Q., He, Y., Qi, Z., & Jiang, Q. (2022). Drainage in paddy systems maintains rice yield and reduces total greenhouse gas emissions on the global scale. *Journal of Cleaner Production*, 370.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133515>
- Xiao, H., & Vasconcelos, J. G. (2023). Evaluating Curve Number Implementation Alternatives for Peak Flow Predictions in Urbanized Watersheds Using SWMM. *Water (Switzerland)*, 15(1).
<https://doi.org/10.3390/w15010041>