

Perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan di Kecamatan Liang Anggang, Kota Banjarbaru

Eco-drainage system planning in Liang Anggang District, Banjarbaru City

Rony Riduan¹ dan Dewi Astuti Sri Devi Kurniawan^{1*}

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia

*Email korespondensi: dewiastutisrii@gmail.com

Abstrak. Kecamatan Liang Anggang masih mengalami sejumlah titik genangan akibat keterbatasan kapasitas saluran drainase dalam menampung debit banjir rencana periode ulang lima tahunan. Kondisi ini menunjukkan perlunya perencanaan sistem drainase yang berwawasan lingkungan untuk mendukung pembangunan wilayah yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk merencanakan sistem drainase berbasis ekodrainase melalui penerapan sumur resapan sebagai upaya pengurangan limpasan air hujan. Metode yang digunakan meliputi analisis hidrologi dan hidrolika dengan memanfaatkan data curah hujan harian maksimum selama 10 tahun (2013–2022). Pemodelan limpasan sebelum dan sesudah penerapan sumur resapan dilakukan menggunakan perangkat lunak Storm Water Management Model (SWMM) dengan fitur Low Impact Development (LID). Hasil simulasi menunjukkan bahwa sebelum penerapan sumur resapan terdapat 94 titik saluran drainase yang mengalami luapan. Penerapan sebanyak 3.750 unit sumur resapan dengan diameter 1 meter dan kedalaman 3 meter mampu mengurangi jumlah saluran yang meluap secara signifikan. Selain itu, total volume limpasan di Kecamatan Liang Anggang mengalami penurunan sebesar 29%, dari $585,03 \times 10^6$ liter menjadi $415,34 \times 10^6$ liter. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan sistem drainase berwawasan lingkungan efektif dalam mengurangi genangan dan mendukung pembangunan infrastruktur drainase perkotaan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Drainase; Ekodrainase; Limpasan; Sumur Resapan; SWMM

Abstract. Several inundation points remain in Liang Anggang District due to insufficient drainage capacity to accommodate a five-year return period flood discharge. This condition highlights the need for environmentally oriented drainage planning to support sustainable regional development. This study aims to design an eco-drainage system through the application of infiltration wells to reduce surface runoff. Analyses included hydrological and hydraulic simulation using maximum daily rainfall data over a 10-year period (2013–2022). Runoff simulations before and after infiltration well implementation were conducted using the Storm Water Management Model (SWMM) with the Low Impact Development (LID) feature. The simulation results indicate that prior to implementation, 94 drainage channels experienced overflow. The application of 3,750 infiltration wells with a diameter of 1 m and a depth of 3 m significantly reduced the number of overflowing channels. Additionally, total runoff volume in Liang Anggang District decreased by 29%, from 585.03×10^6 liters to 415.34×10^6 liters. These findings demonstrate that environmentally oriented drainage systems are effective in mitigating urban flooding and supporting sustainable drainage infrastructure development.

Keywords: Drainage; Ecodrainage; Infiltration Wells; Runoff; SWMM

1. Pendahuluan

Air merupakan suatu hal yang dibutuhkan oleh kehidupan. Dengan melimpahnya air di muka bumi ini bisa menjadi sebuah bencana jika tidak dikelola dengan baik. Salah satu contoh permasalahannya ialah permasalahan tergenangnya air di sekitar pemukiman setelah turunnya hujan. Saluran drainase yang bermasalah menyebabkan terjadinya genangan atau banjir karena tidak mampu menampung debit banjir rencana [1]. Air tergenang bisa karena kurangnya sistem drainase yang baik atau karena perencanaan drainase saat ini tidak sesuai lagi kondisi lingkungan yang semakin berkembang [2]. Drainase adalah bidang yang mempelajari cara mengalirkan air yang berlebihan ke suatu wilayah [3]. Drainase berwawasan lingkungan adalah cara untuk mengelola jumlah air yang berlebihan dengan meresapkan air ke dalam tanah secara alamiah. Konsep ini menjelaskan mengatur kelebihan air dari musim hujan dicegah agar tidak mengalir ke sungai dengan cepat, tetapi meresap ke dalam tanah dahulu untuk meningkatkan kadar air tanah untuk cadangan musim kemarau [4].

Banjir di Kota Banjarbaru terutama di kawasan permukiman menjadi tantangan bagi masyarakat dan pemerintah dalam mengevaluasi sistem drainase. Kecamatan Liang Anggang merupakan salah satu kecamatan yang berada di Kota Banjarbaru. Secara geografis Kecamatan Liang Anggang berbatasan dengan Kabupaten Banjar di sebelah utara dan barat, Kabupaten Tanah Laut di sebelah Selatan, dan Kecamatan Landasan Ulin di sebelah timur. Total luas daerah Kecamatan Liang Anggang ini sebesar 85,86 km² dan total jumlah penduduk mencapai 45.076 jiwa yang terdiri dari empat kelurahan, yaitu Kelurahan Landasan Ulin Utara, Landasan Ulin Tengah, Landasan Ulin Selatan, dan Landasan Ulin Barat. Diketahui bahwa di Kecamatan Liang Anggang ini memiliki sungai dengan lebar dan kedalaman yang berbeda di setiap kelurahannya [5]. Berdasarkan Review Masterplan Drainase Jalan Lingkungan Kota

Banjarbaru Tahun 2021 terdapat beberapa titik genangan pada Kecamatan Liang Anggang [6]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan peneliti lainnya mengenai skala prioritas penanganan peristiwa banjir atau genangan, Kecamatan Liang Anggang merupakan salah satu daerah prioritas utama penanganan dengan cara penataan sistem drainase [7].

Limpasan permukaan, juga dikenal sebagai aliran permukaan, terjadi ketika curah hujan jatuh di atas permukaan tanah dan mengangkut partikel-partikel tanah. Hal ini terjadi karena tingkat curah hujan yang jatuh di suatu tempat melebihi kapasitas infiltrasi. Air akan mengisi cekungan di permukaan tanah atau vegetasi setelah laju infiltrasi penuh. Selanjutnya aliran mengalir langsung ke sungai atau laut. Aliran permukaan sangat mempengaruhi tingkat kerusakan akibat erosi dan banjir. Selain itu, aliran di atas permukaan dimungkinkan oleh topografi dan kelerengan tanah. Pada lahan tanpa vegetasi, sebagian besar air hujan yang turun menjadi limpasan permukaan yang mengalir ke sungai, sehingga debit sungai meningkat dengan cepat. Pada lahan yang vegetasinya lebat, hujan yang turun tertahan pada vegetasi dan meresap ke dalam tanah melalui vegetasi dan daun-daun [8].

Sumur resapan menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Air hujan yang jatuh di atas atap rumah tidak dialirkan ke talang atau pekarangan, tetapi masuk ke sumur melalui pipa atau saluran air sehingga mengurangi jumlah limpasan [9]. Sumur resapan adalah lubang di permukaan tanah yang berfungsi untuk menampung dan menyerap air hujan yang jatuh ke tanah baik melalui atap bangunan, jalan maupun pekarangan. Penurunan muka air tanah dapat diatasi dengan bantuan sumur resapan. Turunnya muka air tanah disebabkan oleh perubahan lingkungan yang disebabkan oleh proses pembangunan seperti pembukaan lahan, penebangan hutan, dan pembangunan pemukiman dan industri. Kondisi seperti ini tidak baik untuk pertumbuhan ekonomi yang sedang membangun. Untuk konservasi air tanah dan mengendalikan banjir, semua pihak harus memberikan perhatian serius. Sumur resapan adalah salah satu metode pengendalian air untuk mengatasi banjir dan kekeringan [10].

Storm Water Management Model (SWMM) adalah model yang memiliki kemampuan untuk mempelajari masalah kualitas dan volume air yang terkait dengan limpasan di wilayah perkotaan. Selama periode simulasi, SWMM menghitung kuantitas dan kualitas debit aliran. Aplikasi ini dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti perencanaan jaringan pembuang dan pengukuran jaringan pengendalian banjir [11]. *Storm Water Management Model (SWMM)* merupakan salah satu model yang dapat menjadi solusi untuk masalah mengurangi banjir. SWMM termasuk model hujan dengan aliran dinamis yang dapat digunakan untuk simulasi dengan rentang waktu yang terus menerus atau banjir sesaat. Keuntungan dalam penggunaan *software* SWMM yaitu program ini dapat dengan mudah diunduh melalui laman situs resmi US EPA. Ukuran *file* program SWMM cukup rendah dan dapat dijalankan dengan lancar pada komputer yang spesifikasinya rendah. Halaman kerja dari *software* SWMM cukup sederhana dan mudah untuk dipelajari oleh pengguna baru. Program SWMM juga telah dikenal di seluruh dunia dan digunakan untuk berbagai keperluan termasuk penelitian, proyek, dan lain-lain [12].

Pada SWMM terdapat fitur *Low Impact Development* (LID), yaitu suatu metode untuk mengendalikan air hujan dalam skala mikro, terutama di wilayah dengan jumlah air hujan yang signifikan. Mempertahankan kondisi lingkungan alami tanpa mengganggu adalah prioritas utama saat mengembangkan konsep LID. LID dapat diterapkan melalui desain struktur bangunan yang digunakan untuk menginfiltrasikan, menguapkan (*evaporate*), menahan limpasan air hujan (*detain*), dan menyimpan atau menampung air hujan (*storage*). Prinsip LID memungkinkan untuk mengurangi limpasan di ujung saluran (*offsite stream*) dan membantu mengisi kembali air tanah (*groundwater recharge*) [13].

Konsep *Low Impact Development* (LID) diperkenalkan oleh Wilayah Prince George's Negara Bagian Maryland, Amerika Serikat di akhir tahun 1990an, yang selanjutnya telah diimplementasikan di beberapa daerah di negara bagian tersebut. LID sendiri merupakan pendekatan untuk pengembangan lahan terapan dan pengelolaan air hujan pada skala tertentu yang menekankan pentingnya konservasi dan fitur alami lapangan seperti pepohonan dan semak. Strategi ini dikombinasikan dengan rekayasa kontrol hidrologi skala mikro untuk meniru kondisi hidrologi sedapat mungkin sebagaimana sebelum pengembangan lahan. LID sendiri memiliki konsep dasar di antaranya menjadikan hidrologi sebagai kerangka kerja yang terintegrasi, berpikir secara *micro management*, mengontrol limpasan air hujan (*stormwater*) pada sumbernya, menggunakan metode non struktural yang sederhana, dan menciptakan penataan ruang (*landscape*), infrastruktur yang multifungsi. Beberapa teknik LID yang telah dikenal di antaranya adalah sumur resapan, bioretensi atau *rain garden*, parit infiltrasi, perkerasan yang lolos air, *green roof* dan sebagainya. Penerapan konsep LID di banyak lokasi mampu menurunkan volume dan puncak limpasan [14].

Analisis konservasi air yang didasarkan pada gagasan *zero runoff* dan analisis limpasan permukaan yang dihitung menggunakan metode rasional. Berdasarkan penelitian peneliti lain, analisis perhitungan intensitas curah hujan menggunakan sebaran log pearson tipe III dengan uji chi-kuadrat dan smirnov-kolmogorov, didapatkan daya tampung parit resapan dan sumur resapan di RS Eka Hospital Depok, Jawa Barat, adalah 20,63% debit yang dapat di tampung [15]. Salah satu alternatif untuk mengatasi banjir adalah menggunakan sumur resapan. Dari perhitungan yang dilakukan untuk menghitung jumlah sumur resapan yang dibutuhkan, diputuskan bahwa sumur resapan dengan diameter 1,5 meter dan kedalaman 3 meter akan digunakan. Berdasarkan perhitungan analisis yang dilakukan untuk kebutuhan sumur resapan dengan diameter 1,5 meter dan kedalaman 3 meter, diperoleh 222 sumur resapan di SubDAS 1 dan 162 sumur resapan di SubDAS 3 [16].

Kelebihan air yang menyebabkan banjir dapat dikurangi dengan menyimpannya di dalam tanah. Sumur resapan mampu mengurangi banjir dan menghemat air tanah. Hasil penelitian oleh peneliti lain didapatkan bahwa Sumur resapan yang ada di perumahan Hang Tuah Cipta dapat mengurangi limpasan sebesar 70% dari limpasan total yang akan terserap ke dalam tanah [17]. Kondisi perumahan yang sangat padat salah satu sarana tidak berfungsi dengan baik, yaitu saluran drainase mengakibatkan limpasan permukaan terjadi dan jumlah air yang meresap ke dalam tanah berkurang sehingga saat curah hujan tinggi terjadi genangan air atau

banjir. Direncanakan sumur berbentuk silinder dengan diameter satu meter dan kedalaman satu meter, serta penutupnya akan terbuat dari beton dengan celah 10 sentimeter di atasnya agar air dapat masuk. Dengan kapasitas 0,1356 m³/det untuk satu sumur, lima sumur resapan direncanakan di saluran yang mengalami genangan [18].

Perubahan tata guna lahan menyebabkan lebih sedikit daerah yang dapat menampung air hujan. Hal ini akan menyebabkan limpasan permukaan meningkat. Untuk mencegah banjir akibat limpasan air yang berlebihan, diperlukan perencanaan drainase yang memadai [19]. Hal tersebut menjadi tujuan utama dilakukannya perencanaan ini, yaitu menganalisis kondisi eksisting sistem drainase, merencanakan sistem drainase berwawasan lingkungan menggunakan sumur resapan, dan mengevaluasi penggunaan sistem drainase berwawasan lingkungan menggunakan sumur resapan dalam penurunan kurva *runoff* yang terjadi di Kecamatan Liang Anggang.

2. Metode

Lokasi perencanaan ini berada di Kecamatan Liang Anggang Kota Banjarbaru. Lingkup perencanaan berdasarkan Daerah Pengaliran Saluran (DPSAL). Dalam melakukan perencanaan ini dilakukan studi literatur yaitu mempelajari informasi dari berbagai sumber yang berkaitan, yakni jurnal, skripsi, buku, modul dari instansi terkait, dan sumber lainnya. Data primer dan sekunder digunakan dalam perencanaan ini. Data primer diperoleh melalui survei lapangan. Data yang tersedia dari penelitian orang lain ataupun data-data dari instansi terkait disebut data sekunder. Metode pada perencanaan ini ialah dengan melakukan analisis hidrologi dan analisis hidrolika.

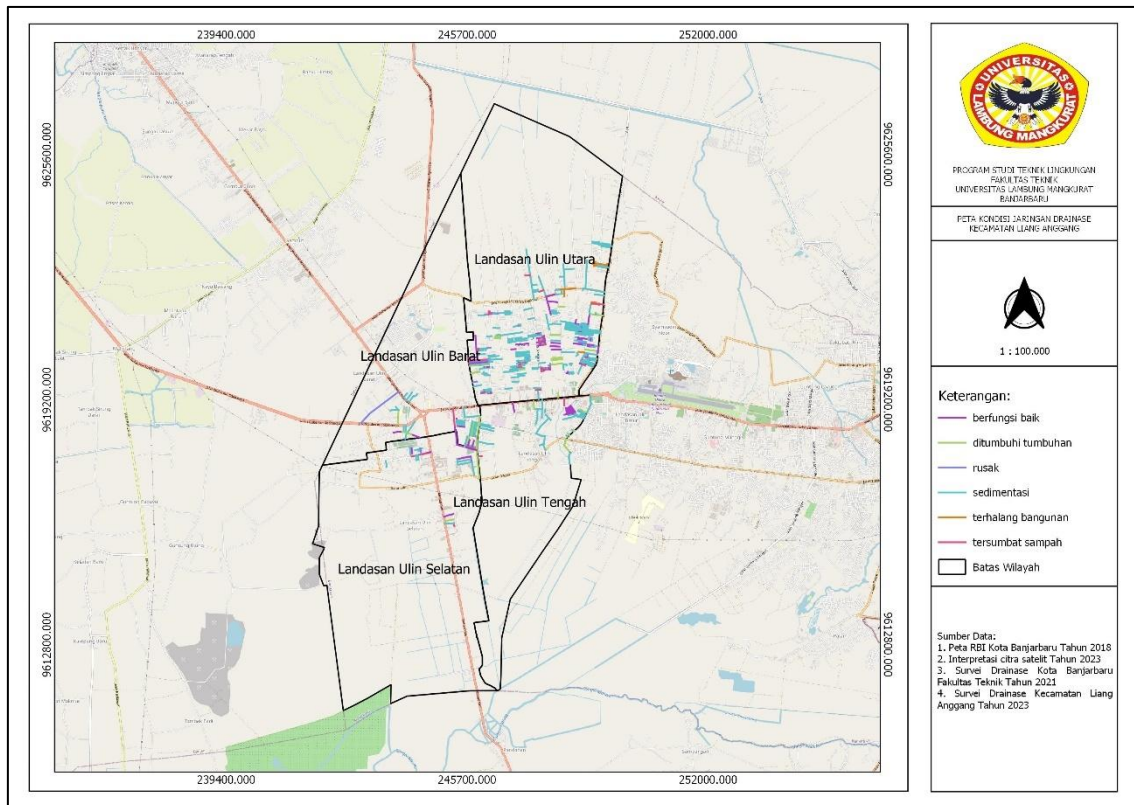
Analisis hidrologi ialah mengolah data hidrologi yang tersedia untuk mendapatkan debit perencanaan [20]. Analisis hidrologi ini meliputi uji validitas data, analisis distribusi frekuensi, analisis kecocokan distribusi, dan analisis intensitas curah hujan. Analisis hidrolika ialah menganalisis kapasitas penampang saluran terhadap debit banjir yang diperoleh dari perhitungan analisis hidrologi. Hal ini dilakukan untuk menentukan apakah kapasitas tampung saluran mampu menampung debit banjir rencana. Apabila debit banjir rencana lebih besar dari kapasitas tampung saluran, limpasan air hujan akan memenuhi saluran dan meluap. Dalam upaya menangani luapan air pada saluran drainase, dilakukan usaha mengurangi limpasan air hujan, maka direncanakan sumur resapan. Pemodelan simulasi *runoff* sebelum dan sesudah penerapan sumur resapan menggunakan *software* SWMM. Penerapan sumur resapan pada *software* SWMM menggunakan fitur *Low Impact Development* (LID).

3. Hasil penelitian dan pembahasan

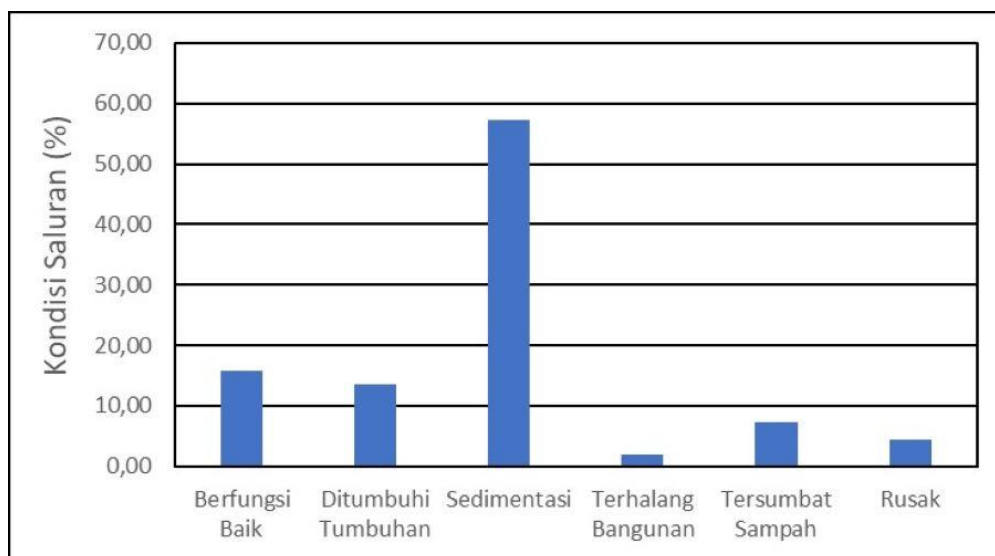
3.1. Kondisi eksisting drainase

Berdasarkan survei drainase yang telah dilakukan diketahui panjang saluran drainase di Kecamatan Liang Anggang sepanjang 75,95 km dan dapat digolongkan menjadi beberapa kondisi yaitu kondisi baik, ditumbuhi tumbuhan, terjadi sedimentasi, terhalang bangunan, tersumbat sampah, dan mengalami kerusakan. Kondisi drainase di Kecamatan Liang Anggang

yang berfungsi baik sepanjang 11,99 km (15,78%), ditumbuhi tumbuhan sepanjang 10,27 km (13,53%), mengalami sedimentasi sepanjang 43,46 km (57,20%), terhalang bangunan sepanjang 1,47 km (1,95%), mengalami penyumbatan oleh sampah sepanjang 5,48 km (7,22%), dan mengalami kerusakan sepanjang 3,28 km (4,32%). Peta kondisi eksisting jaringan drainase terdapat pada Gambar 1 dan persentase kondisi eksisting drainase disajikan dalam sebuah diagram batang pada Gambar 2.



Gambar 1. Peta kondisi eksisting jaringan drainase.



Gambar 2. Kondisi eksisting saluran drainase Kecamatan Liang Anggang.

3.2. Analisis hidrologi

Data curah hujan yang digunakan dalam perhitungan yaitu curah hujan rencana diperoleh dari stasiun penakar hujan sekitar daerah studi yaitu Stasiun Curah Hujan BMKG Banjarbaru. Data yang digunakan dalam analisis hidrologi ini adalah data curah hujan harian maksimum tahunan 10 tahun terakhir yaitu tahun 2013-2022. Data curah hujan yang digunakan dalam perhitungan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Curah hujan harian maksimum tahunan.

No	Tahun	Curah Hujan (mm)
1.	2013	87,8
2.	2014	213,9
3.	2015	116
4.	2016	108
5.	2017	87,2
6.	2018	91,3
7.	2019	97,4
8.	2020	126,1
9.	2021	255,3
10.	2022	149,2

3.2.1. Uji validitas data. Uji validitas data menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*) untuk memastikan bahwa data hujan yang digunakan konsisten dengan data hujan sebelumnya. Berikut hasil perhitungan uji validasi data menggunakan metode RAPS pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji validitas metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*).

N	Tahun	Xi	sk*	Dy ²	Dy	sk**
1	2013	87,80	-45,42	206,30	54,66	-0,83
2	2014	213,90	80,68	650,93		1,48
3	2015	116,00	-17,22	29,65		-0,32
4	2016	108,00	-25,22	63,60		-0,46
5	2017	87,20	-46,02	211,78		-0,84
6	2018	91,30	-41,92	175,73		-0,77
7	2019	97,40	-35,82	128,31		-0,66
8	2020	126,10	-7,12	5,07		-0,13
9	2021	255,30	122,08	1490,35		2,23
10	2022	149,20	15,98	25,54		0,29
Jumlah		1332,2		2987,26		
Rata-rata (Xr)		133,22				

Berdasarkan perhitungan $Q = 2,23$ dan $R = 3,08$ dan didapatkan $Q/\sqrt{n} = 0,71$ dan $R/\sqrt{n} = 0,97$. Hasil ini dibandingkan dengan nilai kritik menunjukkan data konsisten dan dapat digunakan karena nilai hasil perhitungan lebih kecil dari nilai kritik.

3.2.2. Analisis distribusi frekuensi. Data curah hujan yang didapatkan dicari koefisien kemencengan/skewness (C_s) dan koefisien kurtosis (C_k) untuk diuji kesesuaian distribusi sebarannya. Pada Tabel 3 merupakan penentuan distribusi yang memenuhi syarat dengan membandingkan nilai hasil perhitungan dengan nilai ketentuan, metode *Log Pearson III* memenuhi persyaratan yang berlaku.

Tabel 3. Pemilihan distribusi.

Nama Distribusi	Syarat Distribusi	Hasil Perhitungan	Keterangan
Normal	$C_s \approx 0$	$C_s = 1,46$	Tidak memenuhi
	$C_k = 3$	$C_k = 5,02$	
Log Normal	$C_s = 0$	$C_s = 1,06$	Tidak memenuhi
	$C_k > 0$	$C_k = 3,98$	
Gumbel	$C_s \approx 1,14$	$C_s = 1,46$	Tidak memenuhi
	$C_k \approx 5,4$	$C_k = 5,02$	
Log Pearson III	Tidak menunjukan sifat-sifat ketiga distribusi diatas	$C_s = 1,06$ $C_k = 3,98$	Memenuhi

3.2.3. Analisis kecocokan distribusi. Tujuan analisis uji kecocokan distribusi adalah menguji kesesuaian distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang. Terdapat 2 macam dari analisis kecocokan distribusi, yaitu uji chi-square dan uji smirnov-kolmogorov.

Tabel 4. Uji *chi-square*.

No	Probabilitas		Ei	Oi	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
1	>	164,93	2	2	0
2	123,38	-	2	2	0
3	103,97	-	2	2	0
4	90,26	-	2	2	0
5	<	90,26	2	2	0
Jumlah			10	10	0

Berdasarkan Tabel 4 diperoleh nilai chi-kuadrat terhitung (X_h^2) = 0. Nilai ini dibandingkan dengan nilai kritis (X_{cr}^2) = 5,991 pada tabel ketentuan derajat kebebasan $dk = 2$, tingkat kepercayaan 95%, dan tingkat signifikansi 5% didapatkan nilai chi-kuadrat lebih kecil dari chi kritik sehingga distribusi Log Pearson III diterima ($0 < 5,991$).

Tabel 5. Uji smirnov-kolmogorov

Tahun	Xi	Data Urut	Log Xi	P	f(t)	T	P'	Dmaks
2013	87,80	255,30	2,41	0,091	1,916	22,008	0,045	0,0455
2014	213,90	213,90	2,33	0,182	1,445	12,193	0,082	0,0998
2015	116,00	149,20	2,17	0,273	0,487	4,137	0,242	0,0310
2016	108,00	126,10	2,10	0,364	0,039	2,688	0,372	0,0084
2017	87,20	116,00	2,06	0,455	-0,183	1,989	0,503	0,0482
2018	91,30	108,00	2,03	0,545	-0,373	1,779	0,562	0,0168
2019	97,40	97,40	1,99	0,636	-0,647	1,474	0,678	0,0419
2020	126,10	91,30	1,96	0,727	-0,819	1,284	0,779	0,0517
2021	255,30	87,80	1,94	0,818	-0,923	1,211	0,825	0,0072
2022	149,20	87,20	1,94	0,909	-0,942	1,202	0,832	0,0771

Berdasarkan Tabel 5 diperoleh nilai $D_{max} = 0,09$. Nilai D_0 kritis pada data yang berjumlah 10 data dengan derajat kepercayaan 5% diketahui dari tabel ketentuan nilai kritis sebesar 0,41. Persamaan distribusi dapat diterima karena nilai D_{max} lebih kecil dari nilai D_0 kritis ($0,09 < 0,41$).

3.2.4. Analisis intensitas curah hujan. Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan (mm) yang terjadi per satuan waktu (jam). Rumus Mononobe digunakan untuk mencari nilai intensitas curah hujan. Berikut hasil perhitungan intensitas curah hujan terdapat pada Tabel 6.

Tabel 6. Intensitas curah hujan.

Lama Hujan t (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam) dengan Periode Ulang (Tr)				
	2 tahun	5 tahun	10 tahun	25 tahun	50 tahun
1	40,36	57,18	71,28	93,41	113,28
2	25,43	36,02	44,90	58,85	71,36
3	19,40	27,49	34,27	44,91	54,46
4	16,02	22,69	28,29	37,07	44,95
5	13,80	19,55	24,38	31,95	38,74
6	12,22	17,32	21,59	28,29	34,31
7	11,03	15,63	19,48	25,53	30,96
8	10,09	14,29	17,82	23,35	28,32
9	9,33	13,22	16,47	21,59	26,18
10	8,70	12,32	15,36	20,13	24,40
11	8,16	11,56	14,41	18,89	22,90
12	7,70	10,91	13,60	17,82	21,61
13	7,30	10,34	12,89	16,90	20,49
14	6,95	9,84	12,27	16,08	19,50
15	6,64	9,40	11,72	15,36	18,62
16	6,36	9,00	11,23	14,71	17,84
17	6,10	8,65	10,78	14,13	17,13
18	5,88	8,32	10,38	13,60	16,49
19	5,67	8,03	10,01	13,12	15,91
20	5,48	7,76	9,67	12,68	15,37
21	5,30	7,51	9,36	12,27	14,88
22	5,14	7,28	9,08	11,90	14,43
23	4,99	7,07	8,81	11,55	14,01
24	4,85	6,87	8,57	11,23	13,61

3.3. Analisis hidrolika

Menganalisis kapasitas tampung penampang saluran terhadap debit banjir yang diperoleh dari perhitungan analisis hidrologi merupakan tujuan dari analisis hidrolika. Hal ini dilakukan untuk menentukan kemampuan kapasitas tampung saluran terhadap debit banjir rencana.

3.3.1. Pemodelan SWMM saluran eksisting drainase. Kecamatan Liang Anggang memiliki 19 DPSAL, pada perencanaan ini yang menjadi objek perencanaan yaitu DPSAL 1, DPSAL 27, dan DPSAL 61. Penentuan dari DPSAL yang dipilih berdasarkan keberadaan adanya saluran drainase. Dalam melakukan analisis ini menggunakan aplikasi bantu, yaitu *software* SWMM. Beberapa data dimasukkan ke dalam aplikasi ini kemudian didapatkan total volume limpasan. DPSAL 1 Kecamatan Liang Anggang memiliki luasan wilayah sebesar 816 ha. Pemodelan SWMM pada DPSAL 1 Kecamatan Liang Anggang dilakukan dengan membagi beberapa wilayah menjadi beberapa *subcatchment*, *junction node*, dan *outfall node*. Adapun jumlah *subcatchment* pada DPSAL 1 Kecamatan Liang Anggang ini terbagi menjadi 90 *subcatchment*

area dengan jumlah *conduit link* sebanyak 34 titik, *junction node* sebanyak 34 titik dan jumlah *outfall node* sebanyak 27 titik. Pada *software* SWMM dimasukkan data-data seperti luasan setiap *subcatchment*, persentase daerah kedap air, ketinggian tanah atau elevasi, dimensi saluran drainase eksisting, dan nilai intensitas curah hujan yang telah didapat pada perhitungan analisis hidrologi. Hasil simulasi yang dilakukan dengan bantuan *software* SWMM didapat kualitas simulasi yang cukup baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai *continuity error* untuk limpasan permukaan (*surface runoff*) sebesar -0,14% dan penelusuran aliran (*flow routing*) sebesar -0,18%. Berdasarkan hasil *running* SWMM diketahui bahwa terdapat *node flooding* yang mengindikasikan bahwa pada beberapa titik atau segmen drainase yang terdapat di DPSAL 1 Kecamatan Liang Anggang telah mengalami luapan atau terjadi genangan. Jumlah titik yang mengalami luapan atau terjadi genangan pada DPSAL 1 Kecamatan Liang Anggang ini sebanyak 20 titik. Salah satu titik yang mengalami luapan atau terjadi genangan terbesar pada DPSAL ini adalah titik J23.

DPSAL 27 Kecamatan Liang Anggang memiliki luasan wilayah sebesar 1526 ha. Pemodelan SWMM pada DPSAL 27 Kecamatan Liang Anggang dilakukan dengan membagi beberapa wilayah menjadi beberapa *subcatchment*, *junction node*, dan *outfall node*. Adapun jumlah *subcatchment* pada DPSAL 27 Kecamatan Liang Anggang ini terbagi menjadi 103 *subcatchment area* dengan jumlah *conduit link* sebanyak 53 titik, *junction node* sebanyak 50 titik dan jumlah *outfall node* sebanyak 23 titik. Pada *software* SWMM dimasukkan data-data seperti luasan setiap *subcatchment*, persentase daerah kedap air, ketinggian tanah atau elevasi, dimensi saluran drainase eksisting, dan nilai intensitas curah hujan yang telah didapat pada perhitungan analisis hidrologi. Hasil simulasi yang dilakukan dengan bantuan *software* SWMM didapat kualitas simulasi yang cukup baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai *continuity error* untuk limpasan permukaan (*surface runoff*) sebesar -0,11% dan penelusuran aliran (*flow routing*) sebesar -0,05%. Berdasarkan hasil *running* SWMM diketahui bahwa terdapat *node flooding* yang mengindikasikan bahwa pada beberapa titik atau segmen drainase yang terdapat di DPSAL 27 Kecamatan Liang Anggang telah mengalami luapan atau terjadi genangan. Jumlah titik yang mengalami luapan atau terjadi genangan pada DPSAL 27 Kecamatan Liang Anggang ini sebanyak 7 titik. Salah satu titik yang mengalami luapan atau terjadi genangan terbesar pada DPSAL ini adalah titik J6.

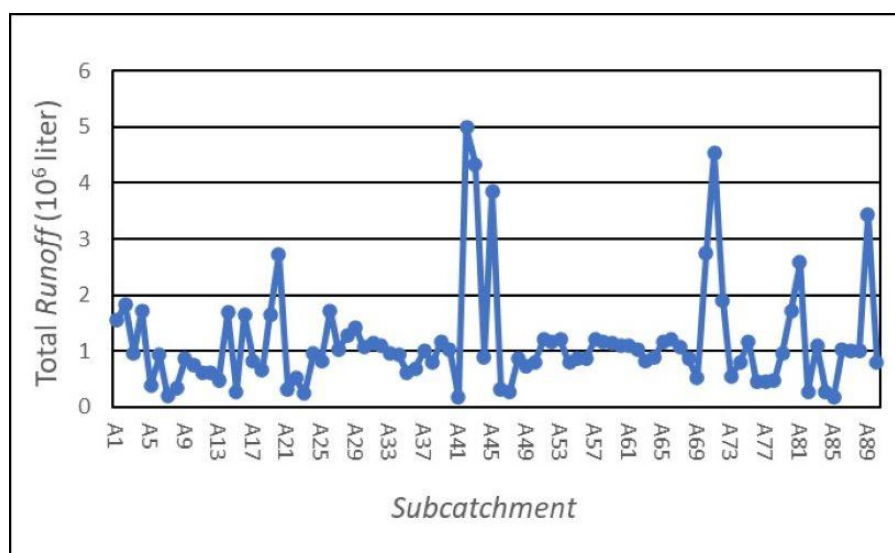
DPSAL 61 Kecamatan Liang Anggang memiliki luasan wilayah sebesar 1824 ha. Pemodelan SWMM pada DPSAL 61 Kecamatan Liang Anggang dilakukan dengan membagi beberapa wilayah menjadi beberapa *subcatchment*, *junction node*, dan *outfall node*. Adapun jumlah *subcatchment* pada DPSAL 61 Kecamatan Liang Anggang ini terbagi menjadi 477 *subcatchment area* dengan jumlah *conduit link* sebanyak 307 titik, *junction node* sebanyak 300 titik dan jumlah *outfall node* sebanyak 165 titik. Pada *software* SWMM dimasukkan data-data seperti luasan setiap *subcatchment*, persentase daerah kedap air, ketinggian tanah atau elevasi, dimensi saluran drainase eksisting, dan nilai intensitas curah hujan yang telah didapat pada perhitungan analisis hidrologi. Hasil simulasi yang dilakukan dengan bantuan *software* SWMM didapat kualitas simulasi yang cukup baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai *continuity error* untuk limpasan permukaan (*surface runoff*) sebesar -0,12% dan penelusuran

aliran (*flow routing*) sebesar -0,16%. Berdasarkan hasil *running* SWMM diketahui bahwa terdapat *node flooding* yang mengindikasikan bahwa pada beberapa titik atau segmen drainase yang terdapat di DPSAL 61 Kecamatan Liang Anggang telah mengalami luapan atau terjadi genangan. Jumlah titik yang mengalami luapan atau terjadi genangan pada DPSAL 61 Kecamatan Liang Anggang ini sebanyak 67 titik. Salah satu titik yang mengalami luapan atau terjadi genangan terbesar pada DPSAL ini adalah titik J75. Berikut rekapitulasi total volume *runoff* dan total volume air yang meluap setiap DPSAL.

Tabel 7. Rekapitulasi hasil *running* SWMM saluran eksisting setiap DPSAL.

No	Nama	Total <i>Runoff</i> (10 ⁶ liter)	Total <i>Flood</i> (10 ⁶ liter)	Jumlah Titik Genangan
1.	DPSAL 1	103,57	14,88	20
2.	DPSAL 27	75,09	7,93	7
3.	DPSAL 61	406,37	41,87	67

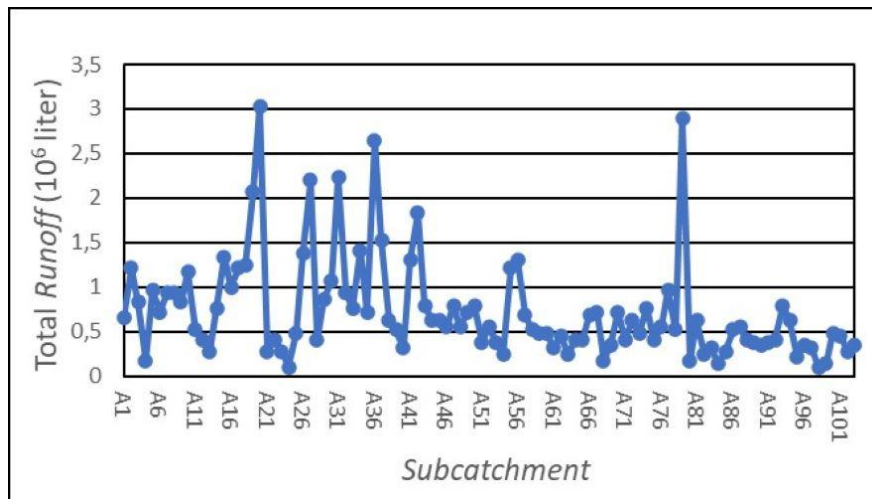
Rekapitulasi hasil *running* SWMM setiap DPSAL terdapat pada Tabel 7. Berdasarkan hasil *running* diketahui bahwa total volume limpasan permukaan atau *runoff* yang terjadi di DPSAL 1 sebesar 103,57 x 10⁶ liter dan total volume banjir pada saluran sebesar 14,88 x 10⁶ liter. *Subcatchment* yang memiliki limpasan terbesar di DPSAL 1 ini adalah *subcatchment* A42 yaitu sebesar 4,99 x 10⁶ liter, sedangkan *subcatchment* yang memiliki limpasan terkecil di DPSAL 1 ini adalah *subcatchment* A85 yang memiliki total limpasan sebesar 0,17 x 10⁶ liter. Gambar 3 merupakan grafik total *runoff* setiap *subcatchment* pada DPSAL 1.



Gambar 3. Total volume *runoff* DPSAL 1.

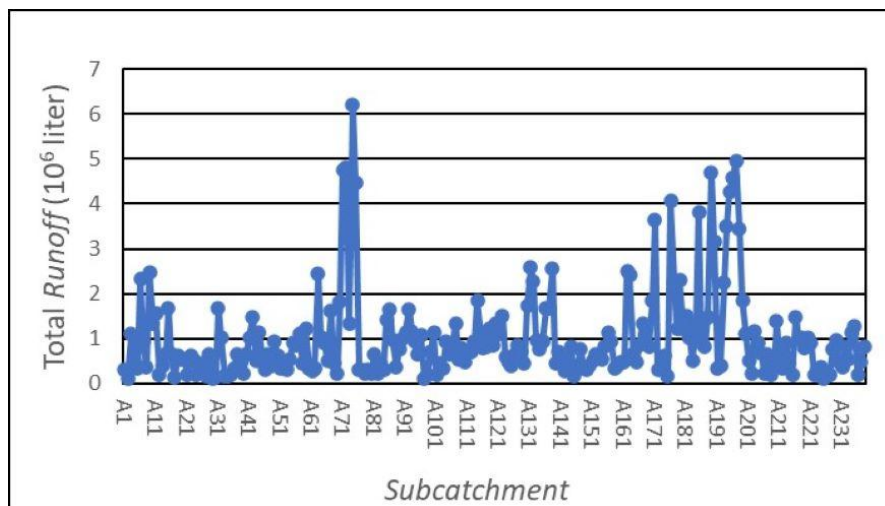
Berdasarkan hasil *running* diketahui bahwa total limpasan permukaan atau *runoff* yang terjadi di DPSAL 27 sebesar 75,09 x 10⁶ liter dan total volume banjir pada saluran sebesar 7,93 x 10⁶ liter. *Subcatchment* yang memiliki limpasan terbesar di DPSAL 27 ini adalah *subcatchment* A20

yaitu sebesar $3,03 \times 10^6$ liter, sedangkan *subcatchment* yang memiliki limpasan terkecil di DPSAL 27 ini adalah *subcatchment* A24 yang memiliki total limpasan sebesar $0,10 \times 10^6$ liter. Gambar 4 merupakan grafik total *runoff* setiap *subcatchment* pada DPSAL 27.

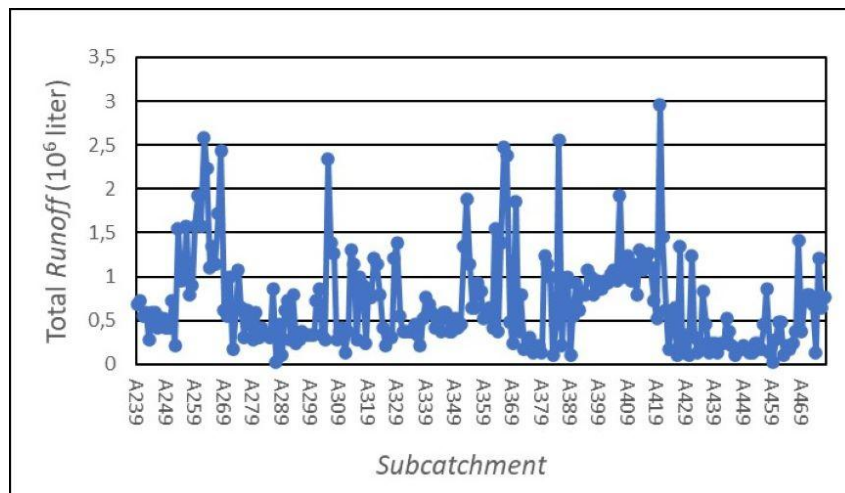


Gambar 4. Total volume *runoff* DPSAL 27.

Berdasarkan hasil *running* diketahui bahwa total limpasan permukaan atau *runoff* yang terjadi di DPSAL 61 ini sebesar $406,37 \times 10^6$ liter dan total volume banjir pada saluran sebesar $41,87 \times 10^6$ liter. *Subcatchment* yang memiliki limpasan terbesar di DPSAL 61 ini adalah *subcatchment* A74 yaitu sebesar $6,19 \times 10^6$ liter, sedangkan *subcatchment* yang memiliki limpasan terkecil di DPSAL 61 ini adalah *subcatchment* A287 yang memiliki total limpasan sebesar $0,03 \times 10^6$ liter. Gambar 5a dan Gambar 5b merupakan grafik total *runoff* setiap *subcatchment* pada DPSAL 61.



Gambar 5a. Total volume *runoff* DPSAL 61.

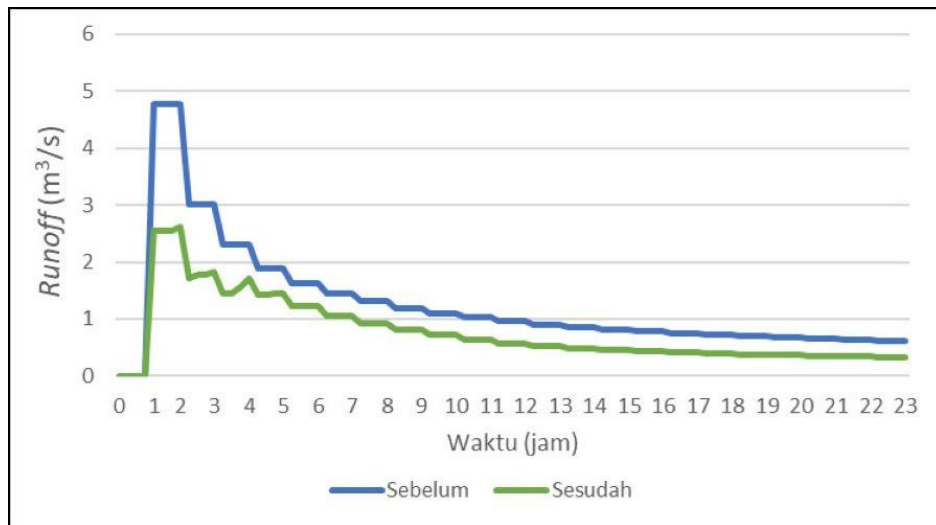


Gambar 5b. Total volume *runoff* DPSAL 61.

3.3.2. Pemodelan SWMM sumur resapan. Total volume banjir disetiap DPSAL menandakan terdapat beberapa saluran drainase yang tidak dapat menampung debit rencana, sehingga air meluap. Saluran drainase yang meluap diketahui dari hasil *running* SWMM, yaitu saluran drainase yang berada disekitar *node flooding*. *Subcatchment* disekitar *node flooding* memberikan andil dalam limpasan (*runoff*) air hujan ke saluran drainase. Dalam mengurangi limpasan, setiap *subcatchment* sekitar *node flooding* direncanakan pembuatan sumur resapan sesuai dengan aturan SNI 03-2453-2002 [21]. Pada perencanaan ini direncanakan sumur resapan dengan diameter sebesar 1 m dan kedalaman sebesar 3 m.

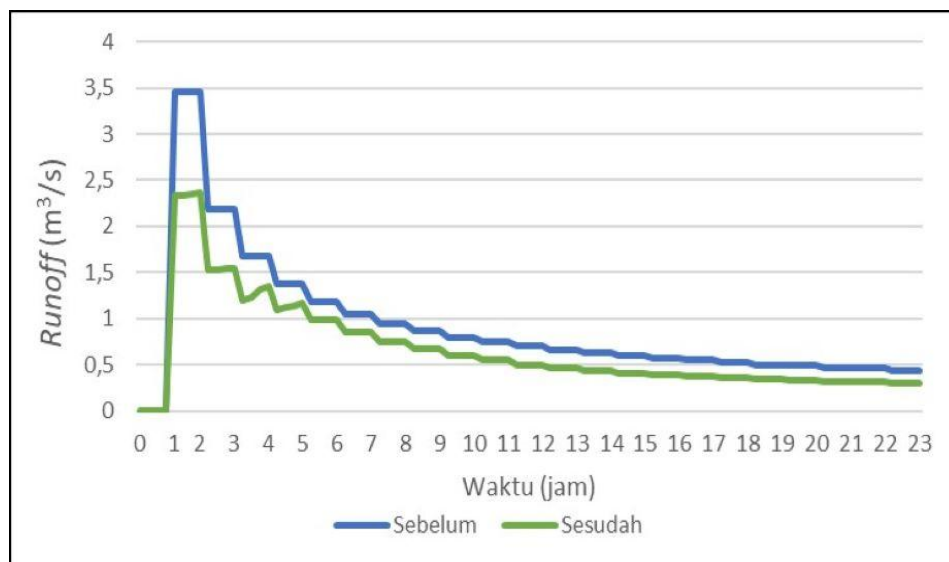
Pemodelan sumur resapan pada *software* SWMM menggunakan fitur *Low Impact Development* (LID) yaitu mengelola air hujan dalam skala mikro pada *subcatchment* yang besar. Berdasarkan hasil *running* didapatkan jumlah sumur resapan disetiap DPSAL yang direncanakan pembuatan sumur resapan, yaitu pada DPSAL 1 sebanyak 880 sumur resapan, DPSAL 27 sebanyak 450 sumur resapan, dan DPSAL 61 sebanyak 2420 sumur resapan. Hasil dari penerapan sumur resapan ini mampu menangani sejumlah saluran yang meluap menjadi tidak meluap. Persentase penurunan volume *runoff* pada DPSAL 1 sebesar 38,37%, persentase penurunan volume *runoff* pada DPSAL 27 sebesar 27,08%, dan persentase penurunan volume *runoff* pada DPSAL 61 sebesar 26,97%. Penurunan juga dapat dilihat dari kurva *runoff* perbedaan sebelum dan sesudah penerapan sumur resapan disetiap DPSAL.

Pada Gambar 6 merupakan kurva *runoff* sebelum dan sesudah penerapan sumur resapan pada DPSAL 1. Dapat dilihat terjadi penurunan *runoff* terhadap satuan waktu. Total *runoff* awal sebesar $103,57 \times 10^6$ liter menjadi $63,83 \times 10^6$ liter. Persentase penurunan *runoff* pada DPSAL 1 sebesar 38,37%. Sumur resapan diterapkan pada 34 *subcatchment* dengan total sumur resapan sebanyak 880 buah.



Gambar 6. Kurva *runoff* penerapan sumur resapan DPSAL 1.

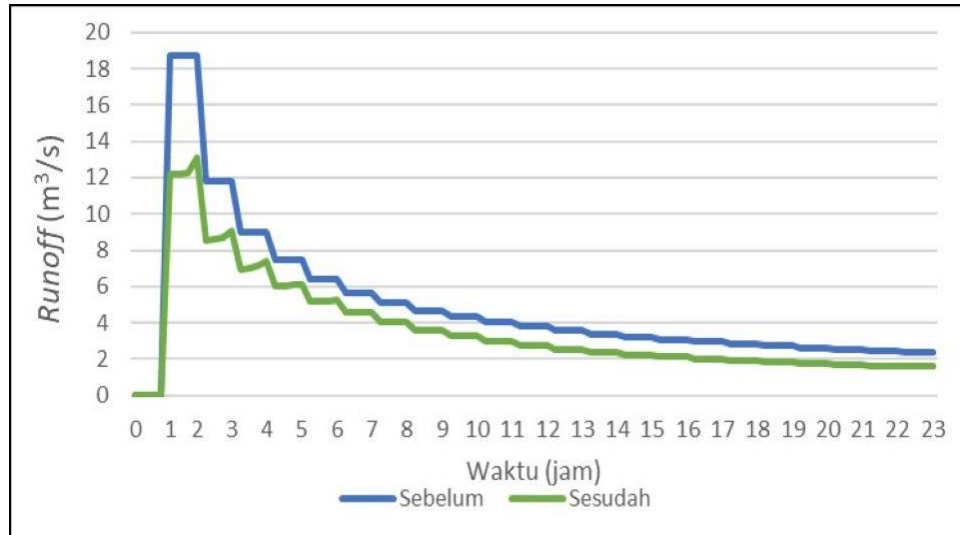
Pada Gambar 7 merupakan kurva *runoff* sebelum dan sesudah penerapan sumur resapan pada DPSAL 27. Dapat dilihat terjadi penurunan *runoff* terhadap satuan waktu. Total *runoff* awal sebesar $75,09 \times 10^6$ liter menjadi $54,75 \times 10^6$ liter. Persentase penurunan *runoff* pada DPSAL 27 sebesar 27,08%. Sumur resapan diterapkan pada 21 *subcatchment* dengan total sumur resapan sebanyak 450 buah.



Gambar 7. Kurva *runoff* penerapan sumur resapan DPSAL 27.

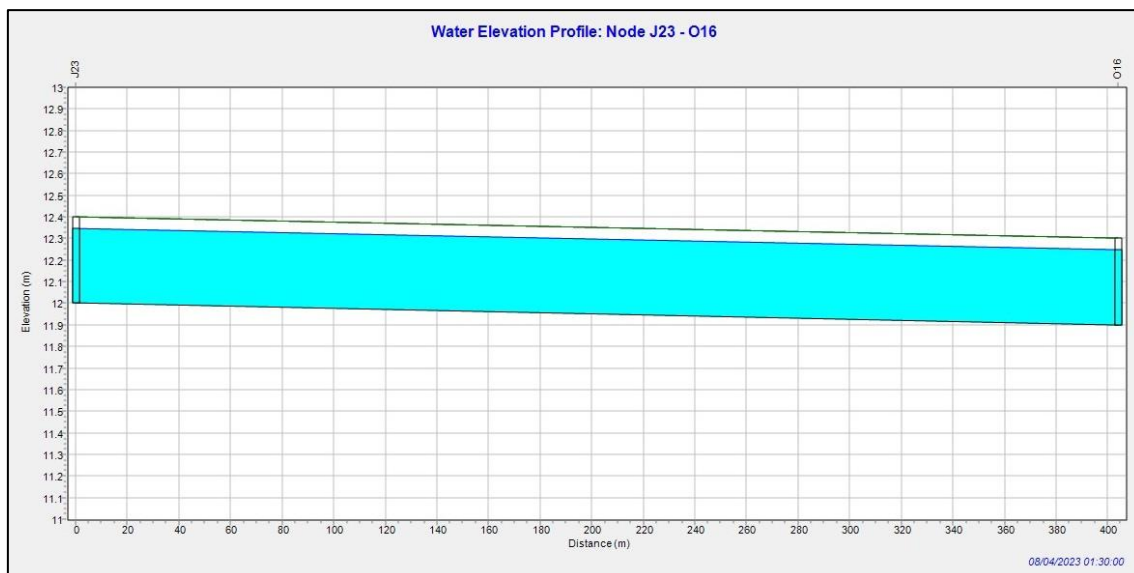
Pada Gambar 8 merupakan kurva *runoff* sebelum dan sesudah penerapan sumur resapan pada DPSAL 61. Dapat dilihat terjadi penurunan *runoff* terhadap satuan waktu. Total *runoff* awal sebesar $406,37 \times 10^6$ liter menjadi $296,76 \times 10^6$ liter. Persentase penurunan *runoff* pada DPSAL

61 sebesar 26,97%. Sumur resapan diterapkan pada 110 *subcatchment* dengan total sumur resapan sebanyak 2420 buah.



Gambar 8. Kurva *runoff* penerapan sumur resapan DPSAL 61.

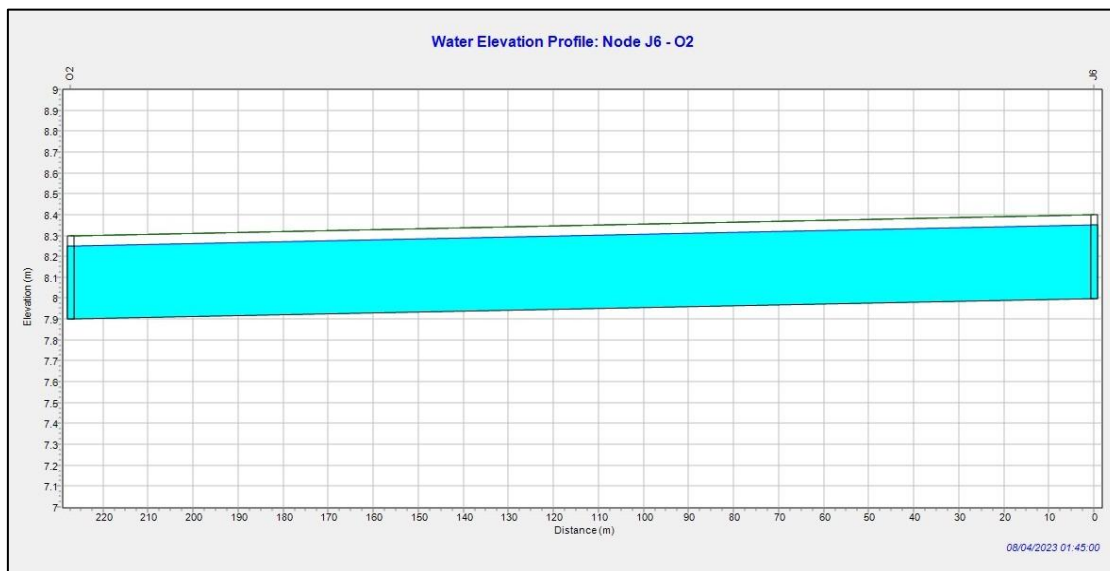
Pada Gambar 9 merupakan kondisi saluran setelah penerapan sumur resapan pada DPSAL 1 titik J23. Hasil *running* kondisi eksisting sebelumnya menunjukkan saluran tidak dapat menampung debit rencana sehingga air meluap. Setelah menggunakan sumur resapan limpasan air hujan dapat tereduksi sehingga air pada saluran tidak meluap.



Gambar 9. Kondisi salah satu saluran DPSAL 1 setelah penerapan sumur resapan.

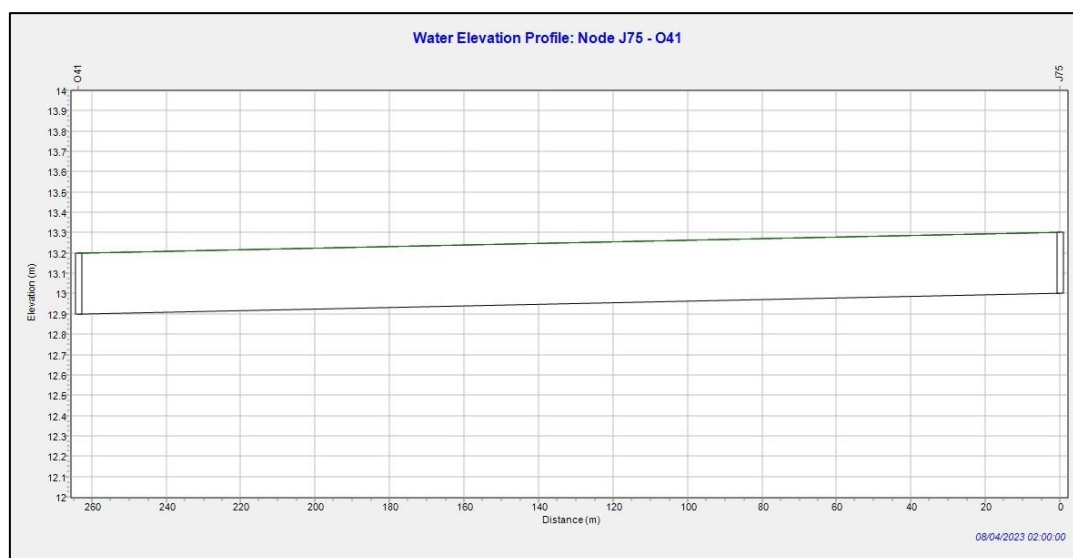
Pada Gambar 10 merupakan kondisi saluran setelah penerapan sumur resapan pada DPSAL 27 titik J6. Hasil *running* kondisi eksisting sebelumnya menunjukkan saluran tidak dapat

menampung debit rencana sehingga air meluap. Setelah menggunakan sumur resapan limpasan air hujan dapat tereduksi sehingga air pada saluran tidak meluap.



Gambar 10. Kondisi salah satu saluran DPSAL 27 setelah penerapan sumur resapan.

Pada Gambar 11 merupakan kondisi saluran setelah penerapan sumur resapan pada DPSAL 61 titik J75. Hasil *running* kondisi eksisting sebelumnya menunjukkan saluran tidak dapat menampung debit rencana sehingga air meluap. Setelah menggunakan sumur resapan limpasan air hujan dapat tereduksi sehingga air pada saluran tidak meluap.



Gambar 11. Kondisi salah satu saluran DPSAL 61 setelah penerapan sumur resapan.

Rekapitulasi hasil *running* SWMM penerapan sumur resapan terdapat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi hasil *running* SWMM penerapan sumur resapan.

No	Nama	Sebelum Penerapan Sumur Resapan			Sesudah Penerapan Sumur Resapan			
		Total <i>Runoff</i> (10 ⁶ liter)	Total <i>Flood</i> (10 ⁶ liter)	Jumlah Titik Genangan	Total <i>Runoff</i> (10 ⁶ liter)	Penurunan <i>Runoff</i> (%)	Total <i>Flood</i> (10 ⁶ liter)	Jumlah Titik Genangan
1.	DPSAL 1	103,57	14,88	20	63,83	38,37	-	-
2.	DPSAL 27	75,09	7,93	7	54,75	27,08	-	-
3.	DPSAL 61	406,37	41,87	67	296,76	26,97	-	-

4. Kesimpulan

Kondisi drainase di Kecamatan Liang Anggang yang berfungsi baik sepanjang 11,99 km (15,78%), ditumbuhi tumbuhan sepanjang 10,27 km (13,53%), mengalami sedimentasi sepanjang 43,46 km (57,20%), terhalang bangunan sepanjang 1,47 km (1,95%), mengalami penyumbatan oleh sampah sepanjang 5,48 km (7,22%), dan mengalami kerusakan sepanjang 3,28 km (4,32%). Penerapan sumur resapan di Kecamatan Liang Anggang dilakukan dengan membuat sumur resapan pada setiap subcatchment terdekat saluran yang meluap. Dimensi ukuran sumur resapan yang digunakan berdiameter 1 m dan kedalaman 3 m. Pada DPSAL 1 direncanakan sebanyak 880 sumur resapan, DPSAL 27 sebanyak 450 sumur resapan, dan DPSAL 61 sebanyak 2420 sumur resapan. Hasil dari penerapan sumur resapan di Kecamatan Liang Anggang mampu menangani sejumlah saluran yang meluap menjadi tidak meluap. Persentase penurunan total volume *runoff* dari 585,03 x 106 liter menjadi 415,34 x 106 liter yaitu sebesar 29%. Dengan demikian perencanaan sumur resapan dapat menjadi upaya pencegahan ataupun pengendalian banjir dan kedepannya bisa dikombinasikan dengan metode atau teknologi konsep drainase berwawasan lingkungan lainnya.

Referensi

- [1] ULM D, Riduan R, Annisa N. Evaluasi Dimensi Saluran Drainase Terhadap Peristiwa Genangan Di Ruas Jalan Ahmad Yani Km. 24 Banjarbaru. *Jernih J Tugas Akhir Mhs* 2021;4:13–22. <https://doi.org/10.20527/jernih.v4i2.958>.
- [2] Ilfan F, Nurdin A, Tristhayanti N. Evaluasi Kapasitas Saluran Drainase Sekunder di Jalan Kapten Pattimura Telanaipura Kota Jambi Menggunakan Software Hec-Ras. *J Talent Sipil* 2023;6:44. <https://doi.org/10.33087/talentsipil.v6i1.213>.
- [3] Afrian R, Masril M, Susanti Yusman A. Tinjauan Perencanaan Drainase Jalan Raya Simpang Empat - Air Balam Kabupaten Pasaman Barat. *Ensiklopedia Res Community Serv Rev* 2022;1:129–33. <https://doi.org/10.33559/err.v1i3.1247>.
- [4] Syarifudin A. *Buku Referensi Drainase Perkotaan*. 2017.
- [5] Badan Pusat Statistik Kota Banjarbaru. *Kecamatan Liang Anggang Dalam Angka*. Banjarbaru: 2022.

- [6] Dinas PUPR Kota Banjarbaru. Masterplan Drainase Jalan Lingkungan Kota Banjarbaru 2021.
- [7] Riduan R, Jamiyaturrasyidah J, Khair RM, Abdi C. Sosialiasi Lokasi Peta Rawan Genangan Kota Banjarbaru Menggunakan Teknologi Pengindraan Jauh di PUPR Banjarbaru. *J Pengabdian ILUNG (Inovasi Lahan Basah Unggul)* 2022;1:143–56. <https://doi.org/10.20527/ilung.v1i3.4771>.
- [8] Amirul C, Rahman A. Analisis Limpasan Permukaan (Runoff) Pada Daerah Aliran Sungai Jenelata Kabupaten Gowa. Universitas Muhammadiyah Makassar, 2021.
- [9] Bahunta L, Waspodo RSB. Rancangan Sumur Resapan Air Hujan sebagai Upaya Pengurangan Limpasan di Kampung Babakan, Cibinong, Kabupaten Bogor. *J Tek Sipil Dan Lingkung* 2019;4:37–48. <https://doi.org/10.29244/jsil.4.1.37-48>.
- [10] Tumpu M, Tamim T, Ahmad SN, Sriwati M, Safar A, Ismail MS, et al. Sumur Resapan. Makassar: CV. Tohar Media; 2022.
- [11] Fahma MD, Noerhayati E, Rokhmawati A. Studi Evaluasi Saluran Drainase Stadion 17 Mei Banjarmasin Provinsi Kalimantan Selatan Menggunakan EPA SWMM 5.1. *J Rekayasa Sipil* 2023;13:238–46.
- [12] Farrossandy AI, Widiarti WY, Badriani RE. Evaluasi Saluran Drainase Jalan Manggis Kecamatan Patrang Kabupaten Jember. *J Tek Pengair* 2022;13:141–58. <https://doi.org/10.21776/ub.pengairan.2022.013.02.02>.
- [13] Aditya NF, Suharyanto, Suripin. Banjir dan Model Pembangunan Berdampak Rendah Di Sungai Sringin Menggunakan SWMM. *Siklus J Tek Sipil* 2023;9:66–81. <https://doi.org/10.31849/siklus.v9i1.13202>.
- [14] Bustiawan N, Purwanto A. Penerapan Low Impact Development (LID) dalam Mendukung Kebijakan Zero Delta Q di Kabupaten Karawang. *J Ilm Karawang* 2023;1:11–25.
- [15] Samiono R. Implementasi Sistem Tata Air Dengan Pendekatan Zero Runoff (Studi Kasus : Kawasan Pengembangan Rumah Sakit Eka Hospital Depok). *C-Line* 2022;12:21–9.
- [16] Brilliant SA, Saves F. Perencanaan Kebutuhan Sumur Resapan Sebagai Alternatif Pengendali Banjir Di Wilayah Petemon Surabaya. *De'Teksi J Tek Sipil* 2023;8.
- [17] Joleha, Bochari, Malik A, Suprasman, Elianora. Adaptasi Perubahan Iklim Melalui Penerapan Drainase Berwawasan Lingkungan (Eco Drain). *J Serambi Eng* 2023;8:4564–71.
- [18] Rurung MA, Riogilang H, Hendratta LA. Perencanaan sistem drainase berwawasan lingkungan dengan sumur resapan di lahan Perumahan Wenwin–Sea Tumpengan Kabupaten Minahasa. *J Sipil Statik* 2019;7:189–200.
- [19] Kamila PN, Sejati W. Perencanaan Drainase Dengan Konsep Zero Delta Run Off Pada Perumahan Permata Puri Cibubur. *Technomedia J* 2023;8:1–17. <https://doi.org/10.33050/tmj.v8i1SP.1989>.
- [20] Riduan R, Abdi C. Perencanaan Sistem Drainase Perumahan Bumi Datarlaga Kecamatan Simpang Empat Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan. *Jernih J Tugas Akhir Mhs* 2022;5:1–8.
- [21] Badan Standarisasi Nasional. SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan. 2002.