Vol. 12 No. 02 Oktober (2026) Halaman Artikel (090-098)

JURNAL TEKNIK SIPIL : RANCANG BANGUN

Website: https://ejournal.um-sorong.ac.id/index.php/rancangbangun

PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PERUMAHAN SURYA BREEZE KABUPATEN SIDOARJO

DRAINAGE SYSTEM PLANNING FOR SURYA BREEZE RESIDENTIAL AREA IN SIDOARJO REGENCY

Tegar Bintang Saputra[1]*, Danayanti Azmi Dewi Nusantara[2]

[1,2] Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Abstrak

Perkembangan kawasan perumahan yang pesat menyebabkan perubahan tata guna lahan yang berdampak pada peningkatan limpasan permukaan dan potensi genangan. Penelitian ini bertujuan merencanakan sistem drainase Perumahan Surya Breeze di Kabupaten Sidoarjo secara terintegrasi agar mampu mengalirkan debit limpasan hujan dengan aman dan efektif. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan tahapan analisis hidrologi dan hidraulika. Data yang digunakan meliputi data curah hujan periode 2015–2024 dan data topografi kawasan. Analisis hidrologi dilakukan menggunakan distribusi Gumbel, metode Mononobe, dan metode rasional untuk menentukan debit rencana, sedangkan analisis hidraulika menggunakan persamaan Manning untuk menentukan dimensi saluran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem drainase yang direncanakan terdiri dari saluran tersier, sekunder, dan primer dengan dimensi yang mampu menampung debit limpasan rencana. Selain itu, direncanakan empat kolam tampung (boezem) yang efektif dalam mereduksi debit puncak, baik tanpa pompa maupun dengan pompa pada kondisi tertentu. Analisis kapasitas sungai di luar kawasan menunjukkan bahwa limpasan dari perumahan masih dapat ditampung tanpa menimbulkan banjir. Perencanaan ini diharapkan dapat mengurangi risiko genangan serta mendukung sistem drainase perumahan yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Drainase Perumahan, Kolam Tampung, U-Ditch, Perencanaan Sistem Drainase

Abstract

Rapid residential development leads to land-use changes that increase surface runoff and the risk of inundation. This study aims to design an integrated drainage system for the Surya Breeze Residential Area in Sidoarjo Regency to safely and effectively convey stormwater runoff. The research employed a quantitative descriptive method involving hydrological and hydraulic analyses. The data used consisted of rainfall data from 2015–2024 and site topographic data. Hydrological analysis was carried out using the Gumbel distribution, Mononobe method, and rational method to determine design discharge, while hydraulic analysis applied the Manning equation to design drainage channel dimensions. The results indicate that the planned tertiary, secondary, and primary drainage channels are capable of accommodating the design runoff discharge. In addition, four retention ponds (boezem) were designed and proven effective in reducing peak discharge, both without pumps and with pumps under specific conditions. The analysis of the external river capacity shows that runoff from the residential area can be accommodated without causing flooding. This drainage planning is expected to reduce inundation risk and support sustainable residential drainage management.

Keywords: *Residential Drainage, Retention Ponds, U-Ditch, Drainage System Planning*

PENDAHULUAN

Perkembangan kawasan perumahan di Indonesia meningkat pesat seiring pertumbuhan penduduk dan urbanisasi. Perubahan fungsi lahan, khususnya dari lahan pertanian menjadi permukiman, berdampak langsung terhadap sistem tata air dan meningkatkan potensi genangan serta banjir apabila tidak diimbangi dengan perencanaan drainase yang memadai (Ramadhani, 2023). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa sekitar 52% responden menyatakan pembangunan perumahan berdampak negatif terhadap kondisi drainase lingkungan sekitar (Ramadhan & Sya'ban, 2024).

Permasalahan genangan semakin kompleks pada wilayah dengan curah hujan tinggi dan topografi relatif datar. Peningkatan limpasan permukaan akibat perubahan tata guna lahan menyebabkan kapasitas saluran eksisting sering kali tidak mampu menampung debit aliran, terutama pada musim hujan (Wangsa dkk., 2024). Kondisi ini berpotensi menimbulkan kerugian ekonomi, kerusakan infrastruktur, serta menurunkan kualitas lingkungan dan kenyamanan permukiman (Kartikawan dkk., 2004).

Kecamatan Gedangan, Kabupaten Sidoarjo, merupakan salah satu wilayah yang mengalami perkembangan kawasan perumahan cukup signifikan.

(*)Corresponding author
Telp :
E-mail : tegar.20031@mhs.unesa.ac.id
http://doi.org/10.33506/rb.v12i02.5355
Received xx Bulan Tahun; Accepted xx Bulan Tahun; Available online xx Bulan Tahun
E-ISSN: 2614-4344 P-ISSN: 2476-8928

Perumahan Surya Breeze yang dibangun oleh PT Jayaland berada pada kawasan yang sebagian telah memiliki sistem drainase dan sebagian lainnya belum terbangun secara optimal. Kondisi ini menuntut adanya perencanaan sistem drainase yang terintegrasi, mampu menampung perubahan debit limpasan, serta selaras dengan sistem drainase di luar kawasan perumahan. Selain itu, pendekatan drainase berwawasan lingkungan, seperti kolam tampung, dinilai efektif dalam mengendalikan limpasan dan mengurangi risiko banjir (Suparno, 2024).

Berbagai penelitian terdahulu umumnya berfokus pada analisis hidrologi atau evaluasi kapasitas saluran secara terpisah. Kebaruan penelitian ini terletak pada perencanaan sistem drainase perumahan yang terintegrasi, meliputi analisis hidrologi, analisis hidraulika, perencanaan jaringan drainase, kolam tampung (boezem), serta evaluasi kapasitas drainase luar kawasan, dengan mengacu pada Peraturan Menteri PUPR Nomor 12/PRT/M/2014. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan perencanaan drainase kawasan perumahan yang lebih efektif, berkelanjutan, dan sesuai regulasi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk merencanakan sistem drainase Perumahan Surya Breeze secara komprehensif, meliputi penentuan debit limpasan hujan, desain jaringan dan dimensi saluran drainase, perencanaan kolam tampung, serta evaluasi kemampuan drainase luar kawasan dalam menerima limpasan dari kawasan perumahan.

TINJAUAN PUSTAKA

Dasar Teori

Teori yang digunakan mencakup konsep sistem drainase, pola jaringan drainase, daerah aliran sungai (DAS), analisis hidrologi, analisis hidraulika, serta konsep drainase berwawasan lingkungan dan kolam tampung sebagai bagian dari pengendalian limpasan air hujan.

Drainase merupakan sistem yang berfungsi mengalirkan kelebihan air, khususnya air hujan, agar tidak menimbulkan genangan maupun banjir. Dalam perencanaan drainase kawasan perumahan, pemilihan pola jaringan drainase disesuaikan dengan kondisi topografi dan tata guna lahan untuk memastikan aliran air dapat berjalan secara efektif. Selain itu, kondisi DAS sangat mempengaruhi besarnya limpasan yang terjadi, terutama akibat perubahan penggunaan lahan yang dapat meningkatkan debit aliran permukaan.

Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan karakteristik hujan dan besarnya debit banjir rencana yang digunakan sebagai dasar perencanaan. Analisis ini meliputi pengolahan data curah hujan, penentuan hujan rencana, intensitas hujan, serta perhitungan debit banjir. Selanjutnya, analisis hidraulika digunakan untuk menentukan dimensi dan kapasitas saluran drainase agar mampu menampung debit banjir rencana tanpa menimbulkan luapan.

Sebagai upaya pengelolaan air hujan yang berkelanjutan, diterapkan konsep drainase berwawasan lingkungan melalui penyediaan kolam tampung. Kolam tampung berfungsi menahan sementara limpasan air hujan sebelum dialirkan ke badan air penerima, sehingga dapat mengurangi debit puncak, meminimalkan risiko banjir, dan meningkatkan kinerja sistem drainase secara keseluruhan.

Persamaan (Rumus/Formula)

1. Distribusi Frekuensi Metode Gumbel

Persamaan 1 dilakukan dengan mengolah data curah hujan tahunan maksimum, menentukan nilai karakteristik data seperti rata-rata dan simpangan baku, persamaannya adalah sebagai berikut (Aminulloh, 2020):

$$X_T = \bar{X} + (K \cdot Sd) \quad (1)$$

dengan,

X_T = Nilai hujan rencana pada periode ulang T tahun
$\bar{X}$ = Nilai rata-rata hitung variat
Sd = Standar deviasi curah hujan
K = Faktor probabilitas gumbel

2. Intensitas Curah Hujan Rencana Metode Mononobe

Persamaan 2 digunakan untuk memperkirakan intensitas hujan rencana berdasarkan data hujan harian, persamaannya adalah (Dewi, 2020):

$$I = \frac{R_{Rencana}}{24} . \left(\frac{24}{t_c}\right)^{\frac{2}{3}} \quad (2)$$

dengan,

I = Intensitas hujan (mm/jam)
R = Hujan maksimun harian (selama 24 jam) (mm)
t_c = Lama waktu konsentrasi (jam)

3. Debit Banjir Rencana dan Debit Limbah Domestik

Debit banjir rencana dengan metode rasional seperti pada persamaan 3 digunakan karena sederhana dan efektif dalam menghitung debit puncak untuk daerah dengan luas terbatas, persamaanya adalah (Suripin, 2004):

$$Q_P = 0.278 \times C \times I \times A \quad (3)$$

dengan,

Q_P = Debit puncak banjir (m^3/s)
C = Koefisien limpasan
I = Intensitas hujan selama waktu konsen (mm/jam)
A = Luas daerah aliran (km^2)

Debit air limbah domestik berdasarkan debit limpasan dapat dihitung dengan persamaan 4 berikut (Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan, 2016) :

$$Q_{limbah} = f \times Q_{limpasan} \quad (4)$$

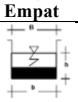
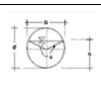
dengan,

Q_{limbah} = debit air limbah domestik (m^3/s)
$Q_{limpasan}$ = debit limpasan air hujan (m^3/s)
f = faktor persentase limbah domestik terhadap limpasan, biasanya 10% atau 0,1

4. Geometri Saluran

Perhitungan geometri saluran dilakukan menggunakan berbagai persamaan hidraulika yang tercantum dalam tabel 1 berikut:

Tabel 1. Persamaan Saluran Drainase

	Trapesium	Segi Empat	Lingkaran	Segitiga
Penampang Melintang				
Area (A)	$(b+m)h$	$b.h$	$r^2\left(-\frac{1}{2}\sin 2\varphi\right)$	mh^2
Penampang Keliling Basah (P)	$b+2h+\sqrt{1^2+m}$	$b+2h$	$2\varphi r$	$2h+\sqrt{1+m^2}$
Radius (R)	$\frac{A}{P}$	$\frac{A}{P}$	$\frac{A}{P}$	$\frac{A}{P}$
Lebar Puncak (B)	$b+2mh$	b	$\left(sin\frac{\theta}{2}\right)d$	$2mh$
Kedalaman Hidrolik (D)	$\frac{A}{B}$	$\frac{A}{B}$	$\frac{A}{B}$	$\frac{A}{B}$

Sumber: (Asmorowati dkk., 2021)

dengan,

A = luas penampang basah (m^2)
P = keliling penampang basah (m)
R = jari – jari hidrolis (m)
h = kedalaman air di saluran (m)
d = diameter saluran (m)
m = kemiringan saluran (m)

5. Distribusi Kecepatan Aliran

Distribusi kecepatan aliran dapat di analisis dengan rumus manning seperti pada persamaan 5 berikut (Suripin, 2004):

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot s^{\frac{2}{3}} \quad (5)$$

dengan,

V = Kecepatan rata-rata (m/detik)
R = jari – jari hidrolik
s = kemiringan dari permukaan air
n = koefisien manning

6. Debit Saluran

Untuk menghitung debit saluran bisa menggunakan persamaan 6 berikut:

$$Q_{saluran} = V \cdot A \quad (6)$$

dengan,

V = Kecepatan rata-rata (m/detik)
A = Luas penampang basah saluran (m^2)

METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif untuk menjawab tujuan perencanaan sistem drainase di Perumahan Surya Breeze, Kabupaten Sidoarjo. Penelitian dilakukan dengan menganalisis data numerik guna menggambarkan kondisi eksisting serta menentukan kapasitas drainase yang dibutuhkan.

Pendekatan yang digunakan meliputi analisis hidrologi dan analisis hidraulika. Analisis hidrologi dilakukan untuk menentukan curah hujan rencana, intensitas hujan, dan debit limpasan menggunakan metode Polygon Thiessen, distribusi probabilitas hujan, serta Metode Rasional. Analisis hidraulika digunakan untuk menghitung kapasitas saluran drainase, kolam tampung, dan kapasitas sungai eksisting.

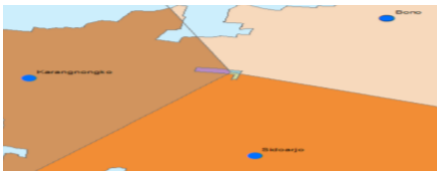
Pengumpulan data dilakukan melalui data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui survei lapangan dan wawancara dengan pihak pengembang untuk mengetahui kondisi eksisting kawasan. Data sekunder meliputi data curah hujan, site plan, topografi, tata guna lahan, serta standar teknis yang diperoleh dari instansi terkait dan literatur pendukung.

Analisis data dilakukan dengan membandingkan debit rencana hasil analisis hidrologi dengan kapasitas saluran dan sungai hasil analisis hidraulika untuk mengetahui kecukupan sistem drainase yang direncanakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Curah Hujan Kawasan

Perhitungan ini dilakukan dengan cara menganalisis data curah hujan kawasan berdasarkan data stasiun hujan di kawasan sekitar Perumahan Surya Breeze. Stasiun curah hujan yang mempengaruhi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Titik Lokasi Peta Stasiun Hujan
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Berdasarkan hasil analisis, 3 Stasiun yang dipakai adalah Stasiun Karangnongko, Stasiun Bono, dan Stasiun Sidoarjo. Oleh karena itu, data curah hujan maksimum yang dihasilkan dari perhitungan curah hujan kawasan yang digunakan untuk penelitian ini, yaitu data curah hujan selama 10 tahun (2015–2024). Tabel 2 menunjukkan rekapitulasi data curah hujan maksimum untuk periode 2015–2024

Tabel 2. Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum

Tahun	Sta. Bono	Sta. Karangnongko	Sta. Sidoarjo
2015	101	107	88
2016	127	133	111
2017	90	95	78
2018	103	108	90
2019	142	149	124
2020	90	94	78
2021	102	108	89
2022	89	93	77
2023	89	94	78
2024	134	141	117

Perhitungan Parameter Dasar Statistik

Setelah perhitungan curah hujan area selesai, langkah selanjutnya adalah menghitung parameter dasar statistik. Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan metode distribusi terbaik berdasarkan data curah hujan yang dikumpulkan. Hasil dari perhitungan koefisien ketajaman (*Ck*) dan koefisien kemencengan (*Cs*), Hasil dari perhitungan ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Parameter Dasar Statistik

Jenis Distribusi	Syarat	Hasil	Keterangan
Normal	$Cs \approx 0$	$Cs = 0{,}865$	Tidak
	$Ck \approx 3$	$Ck = 3{,}154$	Memenuhi
Gumbel	$Cs < 1{,}14$	$Cs = 0{,}865$	Memenuhi
	$Ck < 5{,}4$	$Ck = 3{,}154$	
Log Normal	$Cs \approx 3Cv + Cv^2 = 3$	$Cs = 0{,}865$	Tidak
	$Ck = 5{,}4$	$Ck = 3{,}154$	Memenuhi
Log Normal III	$Cs \neq 0$	$Cs = 0{,}865$	Memenuhi

Perhitungan Curah Hujan Rencana

Untuk saluran tersier, perhitungan curah hujan rencana menggunakan metode periode ulang 2 tahun untuk saluran tersier, 5 tahun untuk saluran sekunder, dan 10 tahun untuk saluran primer. Contoh perhitungan curah hujan rencana distribusi gumbel ($X_{rencana}$) untuk saluran tersier ditunjukkan pada Tabel 4 sebagai berikut:

$$X_{rencana} = \bar{X} + (K \cdot Sd)$$

$$X_{rencana} = \bar{X} + \left(\frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} \cdot Sd\right)$$

$$X_{rencana} = 107{,}376 + \left(\frac{0{,}367 - 0{,}495}{0{,}95} \cdot 20{,}244\right) = 107{,}376$$

Tabel 4. Rekapitulasi Perhitungan Parameter Dasar Statistik

Distribusi	T2	T5	T10
Gumbel	104,632	139,327	144,789
Normal	107,376	124,380	133,287
Log *Pearson* III	103,589	121,929	134,443
Log Normal	105,774	123,031	123,031

Berdasarkan hasil rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Rencana, diketahui bahwa distribusi gumbel memiliki nilai yang lebih besar dari distribusi lainnya, sehingga distribusi gumbel dipilih untuk digunakan pada perhitungan selanjutnya.

Perhitungan Uji Kecocokan

Berdasarkan hasil perhitungan Uji *Chi-Kuardat* dan Uji *Kolmogorov-Smirnov*, distribusi gumbel memenuhi kriteria uji kecocokan. Hasil dari perhitungan uji kecocokan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rekapitulasi Perhitungan Uji Kecocokan

Distribusi	Uji *Chi-Kuadrat*		Ket	Uji *Kolmogorov-Smirnov*			Ket
	X_h^2	X_{tr}		ΔP_{max}		ΔP_{kritis}	
Gumbel	5,00 <	5,99	OK	0,208 <		5,00	OK

Perhitungan Waktu Konsentrasi (t_c)

Nilai tc terbesar ditemukan di saluran primer pada section 4 dengan waktu 23,668 menit, sedangkan nilai t_c terkecil ditemukan di saluran tersier section 3 dengan waktu 3,826 menit.

Perhitungan Intensitas Curah Hujan (*I*)

Berikut adalah contoh perhitungan intensitas curah hujan (*I*) untuk saluran tersier, sekunder, dan primer. Perhitungan *I* pada saluran tersier 1.12.1 – 1.12 *Section* 2:

Diketahui:

R tersier = 104,632 mm/hari

t_c = 7,210 menit = 0,120 jam

$$I = \frac{104{,}632}{24}\left(\frac{24}{0{,}120}\right)^{\frac{2}{3}} = 148{,}959 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan *I* pada saluran sekunder 1.12 – 1.11 *Section* 2:

Diketahui:

R sekunder = 139,327 mm/hari

t_c = 8,370 menit = 0,140 jam

$$I = \frac{139{,}327}{24}\left(\frac{24}{0{,}140}\right)^{\frac{2}{3}} = 179{,}572 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan *I* pada saluran primer 15 – 14 *Section* 2:

Diketahui:

R Primer = 144,789 mm/hari

t_c = 12,479 menit = 0,208 jam

$$I = \frac{144{,}789}{24}\left(\frac{24}{0{,}208}\right)^{\frac{2}{3}} = 142{,}993 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan Debit Limpasan dan Debit Limbah Domestik

Berikut adalah contoh perhitungan $Q_{limpasan}$ untuk saluran tersier, sekunder, dan primer:

Perhitungan $Q_{limpasan}$ untuk saluran tersier 9.0.2 – 9.0.1 *section* 1:

Diketahui:

$C_{gabungan}$ = 0,71

$A_{gabungan}$ = 2.427,79 m^2

I =113,552 mm/jam

$$Q_{limpasan} = 0{,}278 \cdot 0{,}71 \cdot 113{,}552 \cdot \frac{2.427{,}79}{10^6}$$

$$= 0{,}055 \text{ m}^3\text{/s}$$

Perhitungan $Q_{limpasan}$ untuk saluran sekunder 1.12 – 1.11 *section* 2:

Diketahui:

$C_{gabungan}$ = 0,69

$A_{gabungan}$ = 909,09 m^2

I =179,572 mm/jam

$$Q_{limpasan} = 0{,}278 \cdot 0{,}69 \cdot 179{,}572 \cdot \frac{909{,}09}{10^6}$$

$$= 0{,}031 \text{ m}^3\text{/s}$$

Perhitungan $Q_{limpasan}$ untuk saluran primer 10 – 9 *section* 1:

Diketahui:

$C_{gabungan}$ = 0,80

$A_{gabungan}$ = 1.383,74 m^2

I = 156,041 mm/jam

$$Q_{limpasan} = 0{,}278 \cdot 0{,}80 \cdot 156{,}041 \cdot \frac{1.383{,}74}{10^6}$$

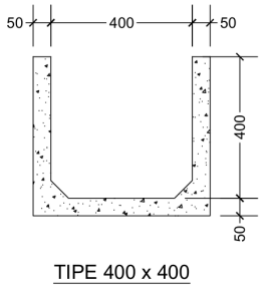
$$= 0{,}048 \text{ m}^3\text{/s}$$

Setelah menghitung debit limpasan ($Q_{limpasan}$), tahap berikutnya adalah menghitung debit limbah domestik (Q_{limbah}), Berikut adalah contoh perhitungan debit limbah domestik pada saluran tersier 9.0.2–9.0.1 *section* 1.

Q_{limbah} = 10% · 0,055 = 0,005 m³/s

Perencanaan Kapasitas Saluran

Perencanaan kapasitas saluran ini menggunakan *U-Ditch* pabrikan dari PT Duta Sarana Perkasa (Dusaspun), dengan tujuan untuk memastikan dimensi saluran yang cukup dalam menampung air limpasan. Untuk mencapai tujuan ini perencaan ini dihitung dengan metode *trial and error*. Gambar 2 berikut merupakan contoh perhitungan kapasitas saluran pada saluran tersier 9.0.2 – 9.0.1 *section* 1:



Gambar 2. Ukuran U-Ditch
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Diketahui:

b = 0,4 m
h = 0,4 m
h_{air} = 0,25 m
s = 0,0030
n manning = 0,02
$Q_{limpasan}$ = 0,055
Q_{limbah} = 0,005

Luas Penampang (A) = $b \cdot h_{\text{air}}$
= 0,4 · 0,25 = 0,10 m²

Keliling Basah (P) = $b + (2 \cdot h)$ = 0,4 + (2 · 0,4)
= 0,90 m

Jari-Jari Hidrolik (R) = $\frac{A}{P} = \frac{0,10}{0,90}$ = 0,111 m

Kecepatan (V) = $\frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot s^{\frac{1}{2}}$
= $\frac{1}{0,2} \cdot 0,111^{\frac{2}{3}} \cdot 0,0020^{\frac{1}{2}}$
= 0,633 m/s

Setelah luas penampang, kecepatan aliran diketahui, debit saluran dan limbah domestiik diketahui, selanjutnya adalah menghitung debit total. Tabel 6 berikut adalah contoh perhitungan debit total pada saluran tersier 9.0.2 – 9.0.1 *section* 1:

$Q_{saluran}$ = $V \cdot A = 0,633 \cdot 0,10 = 0,063$ m³/s
Q_{total} = $Q_{limpasan} + Q_{limbah}$
= 0,055 + 0,005 = 0,060 m³/s
Kontrol Debit = $Q_{saluran} > Q_{total}$
Kontrol Debit = 0,063 > 0,060 (**OK!**)

Tabel 6. Perhitungan Kapasitas Saluran

Distribusi	b (m)	h (m)	Q_{sal} (m³/s)	Q_{lim}	$Q_{limb.}$	$Q_{tot.}$	*Cont*
Tersier	0,4	0,4	0,063	0,055	0,005	0,060	**OK!**
Sekunder	0,4	0,5	0,063	0,031	0,003	0,034	**OK!**
Primer	0,4	0,9	0,086	0,048	0,005	0,053	**OK!**

Perhitungan Elevasi Saluran

Menurut peta kontur tanah yang dibuat menggunakan *software global-mapper*, seluruh kawasan Perumahan Surya Breeze direncanakan akan diurug hingga ketinggian rata-rata 2 meter. Perencanaan ini menghitung elevasi rencana dasar saluran, elevasi tanggul, dan elevasi muka air. Perhitungan elevasi saluran untuk saluran tersier 9.0.2–9.0.1 *section* 1 ditunjukkan di bawah ini:

a. Perhitungan Elevasi Rencana Dasar Saluran:
Diketahui:
Tinggi Hulu = 2 m
L.Saluran = 136,21
s = 0,0030
Tinggi hilir = Tinggi Hulu – (*L*.Saluran · *s*)
Tinggi hilir = 2 – (136,21· 0,0030) = +1,59 m

b. Perhitungan Elevasi Tanggul:
Diketahui:
h_{air} = 0,25 m
Elvevasi Rencana Dasar Saluran = +2 m (hulu)
= +1,59 m (hilir)
Tinggi Hulu = Elevasi Rencana Dasar Saluran + h_{air}
Tinggi Hulu = 2 + 0,25 = +2,25 m
Tinggi Hilir = Elevasi Rencana Dasar Saluran + h_{air}
Tinggi Hilir = 1,59 + 0,25 = +1,84 m

c. Perhitungan Elevasi Muka Air:
Diketahui:
Tinggi Jagaan (w) = 0,15 m
Elevasi Tanggul = +2,25 m (hulu)
= +1,84 m (hilir)
Tinggi Hulu = Elevasi Tanggul + w = 2,25 – 0,15
Tinggi Hulu = +2,10 m
Tinggi Hulu = Elevasi Tanggul + w = 1,84 – 0,15
Tinggi Hilir = +1,69 m

Perhitungan Kolam Tampung

Perumahan Surya Breeze direncanakan menggunakan 4 kolam tampung, masing-masing kolam menampung 1 *section*. Digunakan 3 skema pengujian untuk merencanakan kolam tampung. Dalam skema 1, waktu hujan sama dengan waktu konsentrasi ($t_d = t_c$) tanpa pompa, dalam skema 2, waktu hujan 2x lipat waktu konsentrasi ($t_d = 2t_c$) tanpa pompa, dan dalam skema 3, waktu hujan dua kali lipat waktu konsentrasi ($t_d = 2t_c$) dengan pompa. Contoh perhitungan kolam tampung pada *section* 3 ditunjukkan di bawah ini:

Diketahui:
Panjang Kolam = 90 m
Lebar Kolam = 13 m
Kedalaman (h) = 1 m

t_c = 0,370 jam
= 22,212 menit
Q_{puncak} = 0,472 m^3/s
Vol. *boezem* = P x L x h
= 90 x 13 x 1 = 1.170 m^3

Berdasarkan hasil perhitungan skema 1 pada tabel 7, didapatkan debit puncak berada pada menit ke-22,21 sebesar 0,47 m^3/s dengan kedalaman 0,27 m. Volume akhir yang tertampung sebesar 673,08 m^3 pada menit ke-46,00.

a. Perhitungan Skema 1, ($t_d = t_c$), tanpa pompa:
Diketahui:
$t_d = t_c$ = 22,212 menit
Interval Waktu = $\frac{t_c}{10} = \frac{22{,}212}{10} = 2{,}221$ menit

Contoh perhitungan menit ke-2,00
t = 2,00 menit
= 120,00 detik
$Q_{inflow} = \frac{X_2 - 0}{0{,}472 - 0} = \frac{120{,}00 - 0}{1.332{,}72 - 0}$
$Q_{inflow} = \frac{X_2}{0{,}472} = \frac{120{,}00}{1.332{,}72} = 0{,}04$ m^3/s
Vol. *inflow* = $\frac{1}{2} \cdot (t - t_{(n-1)}) \cdot (Q_{inflow} + Q_{inflow(n-1)})$
Vol. *inflow* = $\frac{1}{2} \cdot (120{,}00 - 0) \cdot (0{,}04 + 0)$
= 2,55 m^3
Vol. komulatif = Vol. *inflow* + Vol. komulatif$_{(n-1)}$
Vol. komulatif = 2,55 + 0 = 2,55 m^3
Kedalaman = $\frac{\text{Vol. komulatif}}{\text{luas kolam}} = \frac{2{,}55}{1.170} = 0{,}0022$ m

Tabel 7. Perhitungan Kolam Tampung Skema 1

t		Q in (m³/s)	Vol. in (m³)	Vol. in Kum (m³)	Q out (m³/s)	Vol. out (m³)	Vol. out Kum (m³)	Tamp. Awal (m³)	Tamp. Akhir (m³)	Elev. (m)
Menit	Detik									
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	120,00	0,04	2,55	2,55	0,00	0,00	0,00	2,55	2,55	0,00
4,00	240,00	0,08	7,65	10,19	0,00	0,00	0,00	10,19	10,19	0,01
6,00	360,00	0,13	12,74	22,94	0,00	0,00	0,00	22,94	22,94	0,02
8,00	480,00	0,17	17,84	40,78	0,00	0,00	0,00	40,78	40,78	0,03
10,00	600,00	0,21	22,94	63,71	0,00	0,00	0,00	63,71	63,71	0,05
12,00	720,00	0,25	28,03	91,75	0,00	0,00	0,00	91,75	91,75	0,08
14,00	840,00	0,30	33,13	124,88	0,00	0,00	0,00	124,88	124,88	0,11
16,00	960,00	0,34	38,23	163,11	0,00	0,00	0,00	163,11	163,11	0,14
18,00	1.080,00	0,38	43,33	206,43	0,00	0,00	0,00	206,43	206,43	0,18
20,00	1.200,00	0,42	48,42	254,85	0,00	0,00	0,00	254,85	254,85	0,22
22,00	1.320,00	0,47	53,52	308,37	0,00	0,00	0,00	308,37	308,37	0,26
22,21	1.332,72	0,47	5,97	314,34	0,00	0,00	0,00	314,34	314,34	0,27
24,00	1.440,00	0,47	50,37	364,71	0,00	0,00	0,00	364,71	364,71	0,31
26,00	1.560,00	0,42	53,52	418,23	0,00	0,00	0,00	418,23	418,23	0,36
28,00	1.680,00	0,38	48,42	466,65	0,00	0,00	0,00	466,65	466,65	0,40
30,00	1.800,00	0,34	43,33	509,98	0,00	0,00	0,00	509,98	509,98	0,44
32,00	1.920,00	0,30	38,23	548,21	0,00	0,00	0,00	548,21	548,21	0,47
34,00	2.040,00	0,25	33,13	581,34	0,00	0,00	0,00	581,34	581,34	0,50
36,00	2.160,00	0,21	28,03	609,37	0,00	0,00	0,00	609,37	609,37	0,52
38,00	2.280,00	0,17	22,94	632,31	0,00	0,00	0,00	632,31	632,31	0,54
40,00	2.400,00	0,13	17,84	650,15	0,00	0,00	0,00	650,15	650,15	0,56
42,00	2.520,00	0,08	12,74	662,89	0,00	0,00	0,00	662,89	662,89	0,57
44,00	2.640,00	0,04	7,65	670,54	0,00	0,00	0,00	670,54	670,54	0,57
46,00	2.760,00	0,00	2,55	673,08	0,00	0,00	0,00	673,08	673,08	0,58

b. Perhitungan Skema 2, ($t_d = 2t_c$), tanpa pompa:
Perhitungan skema 2 pada tabel 8 sama dengan perhitungan skema 1. pembedanya hanya terletak pada durasi hujan.

Diketahui:
$t_d = 2t_c$ = 2 x 22,212 menit
= 44,424 menit

Tabel 8. Perhitungan Kolam Tampung Skema 2

t		Q in (m³/s)	Vol. in (m³)	Vol. in Kum (m³)	Q out (m³/s)	Vol. out (m³)	Vol. out Kum (m³)	Tamp. Awal (m³)	Tamp. Akhir (m³)	Elev. (m)
Menit	Detik									
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	120,00	0,04	2,55	2,55	0,00	0,00	0,00	2,55	2,55	0,00
4,00	240,00	0,08	7,65	10,19	0,00	0,00	0,00	10,19	10,19	0,01
6,00	360,00	0,13	12,74	22,94	0,00	0,00	0,00	22,94	22,94	0,02
8,00	480,00	0,17	17,84	40,78	0,00	0,00	0,00	40,78	40,78	0,03
10,00	600,00	0,21	22,94	63,71	0,00	0,00	0,00	63,71	63,71	0,05
12,00	720,00	0,25	28,03	91,75	0,00	0,00	0,00	91,75	91,75	0,08
14,00	840,00	0,30	33,13	124,88	0,00	0,00	0,00	124,88	124,88	0,11
16,00	960,00	0,34	38,23	163,11	0,00	0,00	0,00	163,11	163,11	0,14
18,00	1.080,00	0,38	43,33	206,43	0,00	0,00	0,00	206,43	206,43	0,18
20,00	1.200,00	0,42	48,42	254,85	0,00	0,00	0,00	254,85	254,85	0,22
22,00	1.320,00	0,47	53,52	308,37	0,00	0,00	0,00	308,37	308,37	0,26
22,21	1.332,72	0,47	5,97	314,34	0,00	0,00	0,00	314,34	314,34	0,27
24,00	1.440,00	0,47	50,61	364,95	0,00	0,00	0,00	364,95	364,95	0,31
26,00	1.560,00	0,47	56,61	421,56	0,00	0,00	0,00	421,56	421,56	0,36
28,00	1.680,00	0,47	56,61	478,17	0,00	0,00	0,00	478,17	478,17	0,41

t		Q in (m^3/s)	Vol. in (m^3)	Vol. in Kum (m^3)	Q out (m^3/s)	Vol. out (m^3)	Vol. out Kum (m^3)	Tamp. Awal (m^3)	Tamp. Akhir (m^3)	Elev. (m)
Menit	Detik									
30,00	1.800,00	0,47	56,61	534,78	0,00	0,00	0,00	534,78	534,78	0,46
32,00	1.920,00	0,47	56,61	591,39	0,00	0,00	0,00	591,39	591,39	0,51
34,00	2.040,00	0,47	56,61	647,99	0,00	0,00	0,00	647,99	647,99	0,55
36,00	2.160,00	0,47	56,61	704,60	0,00	0,00	0,00	704,60	704,60	0,60
38,00	2.280,00	0,47	56,61	761,21	0,00	0,00	0,00	761,21	761,21	0,65
40,00	2.400,00	0,47	56,61	817,82	0,00	0,00	0,00	817,82	817,82	0,70
42,00	2.520,00	0,47	56,61	874,43	0,00	0,00	0,00	874,43	874,43	0,75
44,00	2.640,00	0,47	56,61	931,03	0,00	0,00	0,00	931,03	931,03	0,80
44,42	2.665,44	0,47	12,00	943,03	0,00	0,00	0,00	943,03	943,03	0,81
46,00	2.760,00	0,47	44,39	987,43	0,00	0,00	0,00	987,43	987,43	0,84
48,00	2.880,00	0,42	53,52	1.040,95	0,00	0,00	0,00	1.040,95	1.040,95	0,89
50,00	3.000,00	0,38	48,42	1.089,37	0,00	0,00	0,00	1.089,37	1.089,37	0,93
52,00	3.120,00	0,34	43,33	1.132,70	0,00	0,00	0,00	1.132,70	1.132,70	0,97
54,00	3.240,00	0,30	38,23	1.170,92	0,00	0,00	0,00	1.170,92	1.170,92	1,00
56,00	3.360,00	0,25	33,13	1.204,05	0,00	0,00	0,00	1.204,05	1.204,05	1,03
58,00	3.480,00	0,21	28,03	1.232,09	0,00	0,00	0,00	1.232,09	1.232,09	1,05
60,00	3.600,00	0,17	22,94	1.255,03	0,00	0,00	0,00	1.255,03	1.255,03	1,07
62,00	3.720,00	0,13	17,84	1.272,87	0,00	0,00	0,00	1.272,87	1.272,87	1,09
64,00	3.840,00	0,08	12,74	1.285,61	0,00	0,00	0,00	1.285,61	1.285,61	1,10
66,00	3.960,00	0,04	7,65	1.293,25	0,00	0,00	0,00	1.293,25	1.293,25	1,11
68,00	4.080,00	0,00	2,55	1.295,80	0,00	0,00	0,00	1.295,80	1.295,80	1,11

Berdasarkan hasil perhitungan skema 2, didapatkan debit puncak berada pada menit ke- 22,21 sampai dengan menit ke 44,42 sebesar 0,47 m^3/s dengan kedalaman 0,81 m. Volume akhir yang tertampung sebesar 1.295,80 m^3 pada menit ke-68,00, karena melebihi kapasitas kolam tampung yang sebesar 1.170 m^3, maka dibuatlah skema 3.

c. Perhitungan Skema 3, ($t_d = 2t_c$), dengan pompa:

Pada skema 3, pembuangan atau *outflow* dari boezem direncanakan ketika ketinggian elevasi mencapai minimal 0,21 m. Untuk pompa yang digunakan memiliki kapasitas 0,2 m^3/s. Tabel 9 berikut merupakan contoh perhitungan tampungan akhir kolam pada menit ke-22,21:

Tamp. Akhir = Vol. komulatif – Vol. out komulatif

Tamp. Akhir = 314,34 – 38,54 = 275,80 m

Tabel 9. Perhitungan Kolam Tampung Skema 3

t		Q in (m^3/s)	Vol. in (m^3)	Vol. in Kum (m^3)	Q out (m^3/s)	Vol. out (m^3)	Vol. out Kum (m^3)	Tamp. Awal (m^3)	Tamp. Akhir (m^3)	Elev. (m)
Menit	Detik									
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2,00	120,00	0,04	2,55	2,55	0,00	0,00	0,00	2,55	2,55	0,00
4,00	240,00	0,08	7,65	10,19	0,00	0,00	0,00	10,19	10,19	0,01
6,00	360,00	0,13	12,74	22,94	0,00	0,00	0,00	22,94	22,94	0,02
8,00	480,00	0,17	17,84	40,78	0,00	0,00	0,00	40,78	40,78	0,03
10,00	600,00	0,21	22,94	63,71	0,00	0,00	0,00	63,71	63,71	0,05
12,00	720,00	0,25	28,03	91,75	0,00	0,00	0,00	91,75	91,75	0,08
14,00	840,00	0,30	33,13	124,88	0,00	0,00	0,00	124,88	124,88	0,11
16,00	960,00	0,34	38,23	163,11	0,00	0,00	0,00	163,11	163,11	0,14
18,00	1.080,00	0,38	43,33	206,43	0,00	0,00	0,00	206,43	206,43	0,18
20,00	1.200,00	0,42	48,42	254,85	0,20	12,00	12,00	254,85	242,85	0,21
22,00	1.320,00	0,47	53,52	308,37	0,20	24,00	36,00	308,37	272,37	0,23
22,21	1.332,72	0,47	5,97	314,34	0,20	2,54	38,54	314,34	275,80	0,24
24,00	1.440,00	0,47	50,61	364,95	0,20	21,46	60,00	364,95	304,95	0,26
26,00	1.560,00	0,47	56,61	421,56	0,20	24,00	84,00	421,56	337,56	0,29
28,00	1.680,00	0,47	56,61	478,17	0,20	24,00	108,00	478,17	370,17	0,32
30,00	1.800,00	0,47	56,61	534,78	0,20	24,00	132,00	534,78	402,78	0,34
32,00	1.920,00	0,47	56,61	591,39	0,20	24,00	156,00	591,39	435,39	0,37
34,00	2.040,00	0,47	56,61	647,99	0,20	24,00	180,00	647,99	467,99	0,40
36,00	2.160,00	0,47	56,61	704,60	0,20	24,00	204,00	704,60	500,60	0,43
38,00	2.280,00	0,47	56,61	761,21	0,20	24,00	228,00	761,21	533,21	0,46
40,00	2.400,00	0,47	56,61	817,82	0,20	24,00	252,00	817,82	565,82	0,48
42,00	2.520,00	0,47	56,61	874,43	0,20	24,00	276,00	874,43	598,43	0,51
44,00	2.640,00	0,47	56,61	931,03	0,20	24,00	300,00	931,03	631,03	0,54
44,42	2.665,44	0,47	12,00	943,03	0,20	5,09	305,09	943,03	637,95	0,55
46,00	2.760,00	0,47	44,39	987,43	0,20	18,91	324,00	987,43	663,43	0,57
48,00	2.880,00	0,42	53,52	1.040,95	0,20	24,00	348,00	1.040,95	692,95	0,59
50,00	3.000,00	0,38	48,42	1.089,37	0,20	24,00	372,00	1.089,37	717,37	0,61
52,00	3.120,00	0,34	43,33	1.132,70	0,20	24,00	396,00	1.132,70	736,70	0,63
54,00	3.240,00	0,30	38,23	1.170,92	0,20	24,00	420,00	1.170,92	750,92	0,64
56,00	3.360,00	0,25	33,13	1.204,05	0,20	24,00	444,00	1.204,05	760,05	0,65
58,00	3.480,00	0,21	28,03	1.232,09	0,20	24,00	468,00	1.232,09	764,09	0,65
60,00	3.600,00	0,17	22,94	1.255,03	0,20	24,00	492,00	1.255,03	763,03	0,65
62,00	3.720,00	0,13	17,84	1.272,87	0,20	24,00	516,00	1.272,87	756,87	0,65
64,00	3.840,00	0,08	12,74	1.285,61	0,20	24,00	540,00	1.285,61	745,61	0,64
66,00	3.960,00	0,04	7,65	1.293,25	0,20	24,00	564,00	1.293,25	729,25	0,62

t		Q in (m^3/s)	Vol. in (m^3)	Vol. in Kum (m^3)	Q out (m^3/s)	Vol. out (m^3)	Vol. out Kum (m^3)	Tamp. Awal (m^3)	Tamp. Akhir (m^3)	Elev. (m)
Menit	Detik									
68,00	4.080,00	0,00	2,55	1.295,80	0,20	24,00	588,00	1.295,80	707,80	0,60

Perhitungan skema 3 menunjukkan bahwa pompa akan mulai beroperasi pada menit ke-20 ketika tinggi muka air kolam mencapai 0,21 m. Pada menit ke-68, volume akhir yang tertampung adalah 707,80 m^3 dengan kapastias pompa sekitar 700 m^3/jam dan debit yang perlu dikeluarkan oleh pompa adalah 0,2 m^3/s.

Perhitungan Kapasitas Sungai

Perhitungan kapasitas sungai dilakukan untuk mengetahui kondisi sungai baik sebelum maupun sesudah limpasan dari area perumahan. Panjang dan kedalaman sungai dihitung melalui pengamatan di lokasi penelitian. Berikut merupakan data yang telah diperoleh:

Lebar Sungai = 7 m
Kedalaman Sungai = 1,2 m
Panjang Sungai = 1.318 m
n manning = 0,030
Elevasi Hulu = + 9 m
Elevasi Hilir = + 8 m

Berdasarkan hasil pengamatan, rata rata ketinggian air sungai pada saat hujan dengan intensitas tinggi berada pada ketinggian 0,79 m. Berikut merupakan 0,79 m:

$$\text{Kemiringan Sungai } (s) = \frac{\text{Elv. Hulu-Elv. Hilir}}{\text{Panjang Sungai}}$$

$$\text{Kemiringan Sungai } (s) = \frac{9-8}{1.318} = 0{,}00076 \text{ m}$$

$$\text{Jari – Jari Hidrolik } (R) = \frac{A}{P} = \frac{b \cdot h}{b+(2 \cdot h)} = \frac{7 \cdot 0{,}79}{7+(2 \cdot 0{,}79)} = 0{,}645 \text{ m}$$

$$\text{Kecepatan } (V) = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot s^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0{,}030} \cdot 0{,}645^{\frac{2}{3}} \cdot 0{,}00076^{\frac{1}{2}} = 0{,}685 \text{ m/s}$$

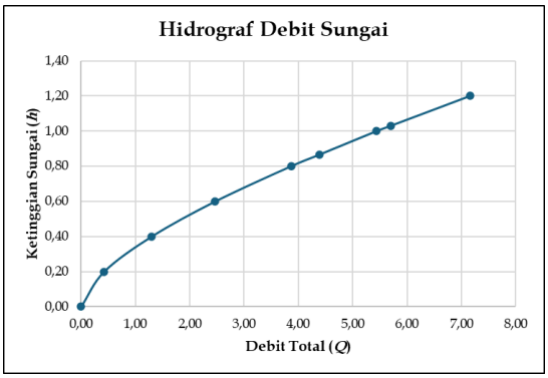
$$\text{Debit } (Q) = V \cdot A = 0{,}685 \cdot (7 \cdot 0{,}79) = 3{,}789 \text{ m}^3/\text{s}$$

Setelah memperoleh debit pada ketinggian 0,79 m, hasil perhitungan debit tersebut ditambahkan dengan debit limpasan dari kawasan perumahan. Tabel 10 berikut merupakan contoh perhitungannya:

Debit Sungai = 3,789 m^3/s
Debit Limpasan Perum. = 1,913 m^3/s
Total Debit Sungai = 5,702 m^3/s

Tabel 10. Rekapitulasi Perhitungan Parameter Dasar Statistik

h (m)	*b* (m)	*s*	*R* (m)	*V* (m/s)	*Q* (m^3/s)
0,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,20	7,00	0,0007	0,189	0,303	0,424
0,40	7,00	0,0007	0,359	0,464	1,299
0,60	7,00	0,0007	0,512	0,588	2,469
0,80	7,00	0,0007	0,651	0,690	3,863
0,87	7,00	0,0007	0,694	0,720	4,382
1,00	7,00	0,0007	0,778	0,777	5,436
1,03	7,00	0,0007	0,796	0,789	5,702
1,20	7,00	0,0007	0,894	0,852	7,155



Gambar 3. Grafik Debit dan Ketinggian Muka Air Sungai
Sumber: Hasil Analisis, 2025

Hasil perhitungan menunjukkan bahwa ketika terjadi hujan dengan intensitas tinggi, ketinggian air sungai setelah ditambahkan dengan air limpasan dari perumahan rata-rata berada pada ketinggian ±1,03 m atau kurang dari 1,2 m. Pada ketinggian ini, debit sungai mencapai 5,702 m^3/s, yang masih di bawah kapasitas maksimum sungai, yaitu 7,155 m^3/s, sehingga tidak akan menyebabkan banjir.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan analisis hidrologi dan hidraulika didapatkan Total debit limpasan kawasan Perumahan Surya Breeze sebesar 1,913 m^3/s. Debit tertinggi terjadi pada saluran primer *section* 2 sebesar 0,557 m^3/s, sedangkan debit terendah pada saluran tersier *section* 4 sebesar 0,003 m^3/s.

Sistem saluran drainase menggunakan 40 tipe *U-ditch*, dengan dimensi terbesar 1,2 × 1,0 m pada saluran primer *section* 2 dan dimensi terkecil 0,2 × 0,5 m pada saluran tersier *section* 3.

Kolam tampung (boezem) direncanakan sebanyak 4 kolam. Boezem 1 dan 2 mampu menampung limpasan tanpa pompa, sedangkan boezem 3 dan 4 memerlukan pompa berkapasitas 700 m^3/jam (0,2 m^3/s). Pompa pada boezem 3 dan 4 mulai beroperasi pada menit ke-20 saat tinggi muka air masing-masing mencapai 0,21 m dan 0,41 m.

Analisis sungai yang ada di luar kawasan perumahan menunjukkan kapasitas maksimum sebesar 7,155 m^3/s. Debit sungai saat hujan sedang dan tinggi masing-masing mencapai 4,382 m^3/s dan 5,702 m^3/s, dimana debit tersebut masih berada di bawah kapasitas sungai, sehingga limpasan dari kawasan perumahan dapat ditampung tanpa menimbulkan banjir.

REFERENSI

Aminulloh, M. C. (2020). Evaluasi Dan Perencanaan Ulang Sistem Drainase Pada Das Durian, Das

Kedondong Dan Das Sahari Di Bukuan [Skripsi, Institut Teknologi Kalimantan]. http://repository.itk.ac.id/id/eprint/3909

Asmorowati, E. T., Rahmawati, A., Sarasanty, D., Kurniawan, A. A., Rudiyanto, M. A., Nadya, E., & Nugroho, M. W. (2021). Drainase Perkotaan (1st ed.). Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.

Athallah, G. A. (2023). Perencanaan Drainase Bawah Permukaan (subsurface drainage) Stadion R. Soedarsono Pogar Bangil [Skripsi, Universitas Muhammadiyah Malang]. http://eprints.umm.ac.id/id/eprint/1599/

Dewi, S. Y. (2020). Pemanenan Air Hujan Dengan Menggunakan Sumur Resapan Dan Kolam Retensi Untuk Reduksi Banjir Di Jalan A. H Nasution Kota Tasikmalaya [Skripsi, Universitas Siliwangi]. http://repositori.unsil.ac.id/10986/11/BAB%20II.pdf

Kartikawan, Y., Supriyadi, D. B., & Pandebesie, E. S. (2004). Strategi Penanggulangan Genangan Air Disebabkan Perubahan Lahan Di Sekitar Jalan Lingkar Timur Kota Sidoarjo. Jurnal Purifikasi, 5(3), 133–138.

Kementrian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan. (2016). Baku Mutu Air Limbah Domestik, P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016. KemenLHK.

Ramadhan, W., & Sya'ban, Moh. B. A. (2024). Dampak Pembangunan Perumahan Terhadap Perubahan Kondisi Lingkungan Di Desa Palasari Kecamatan Legok Kabupaten Tangerang. Jurnal Ilmiah Pendidikan Lingkungan Dan Pembangunan, 25(01), 52–62. https://doi.org/10.21009/plpb.v25i01.40657.

Ramadhani, O. B. (2023, September 12). Tantangan Transformasi Lahan Pertanian Menjadi Perumahan di Kabupaten Sidoarjo Halaman 1 - Kompasiana.com. KOMPASIANA. https://www.kompasiana.com/oktabagasramadhani2507/64fff41a4addee335f32e732/tantangan-transformasi-lahan pertanian-menjadi-perumahan-di-kabupaten-sidoarjo

Soewarno. (1995). Hidrologi: Aplikasi Metode Statistika untuk Analisis Data (1st ed.). Nova. https://www.scribd.com/doc/179614937/Hidrologi Aplikasi-Metode-statistik-untuk-analisa-data-Jilid-1-pdf

Suparno. (2024, February 26). Hujan Deras dan Angin Kencang di Sidoarjo Sebabkan Beberapa Kawasan Banjir. Detikjatim. https://www.detik.com/jatim/berita/d-7212931/hujan deras-dan-angin-kencang-di-sidoarjo-sebabkan-beberapa kawasan-banjir

Suripin, M. E. I. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. ANDI Offset. https://libcat.uin malang.ac.id/index.php?p=show_detail&id=22803

Wangsa, A. A. R. R., Praganingrum, T. I., Suryatmaja, I. B., & Pradnyadari, N. L. M. A. M. (2024). Analisis Faktor-Faktor Pendorong Perubahan Pola Spasial Terhadap Drainase Perkotaan Di Kecamatan Denpasar Barat. Jurnal Ganec Swara, 18(3), 1783–1788. http://journal.unmasmataram.ac.id/index.php/GARA/ar ticle/view/10