

Studi Pengendalian Banjir Kawasan Di Terminal Kalimas Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya

Anna Rosyth^{1*}, Muhammad Taufik²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

* email address: anna.rosyth@ft.um-surabaya.ac.id

ARTICLE INFO

Article History:

Received 20 Juni 2025

Accepted 25 Juni 2025

Online 30 Juni 2025

ABSTRAK

Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya merupakan pintu gerbang keluar masuk barang dan penumpang di Jawa Timur yang dikelola oleh PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) yang mempunyai luas tangkapan air sebesar 284.597 ha yang tersebar menjadi 5 (lima) Cluster kawasan meliputi cluster Jamrud, Cluster Kalimas, Cluster Nilam-Mirah, Cluster Rumah Sakit PHC dan Cluster Terminal Peti Kemas Surabaya. Pengaruh pasang surut air laut mejadi salah satu kendala dalam pengendalian banjir di system drainase Kawasan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya dengan saluran eksisting yang tidak dapat menampung debit rencana 5 tahun. Hasil perhitungan dimensi saluran didapatkan dimensi saluran untuk kluster kalimas 1 berukuran 1,2 x 1,2 x 1,2 m dan dimensi saluran untuk kluster kalimas 2 berukuran 2,0 x 2,0 x 1,2 m, dengan menggunakan U-Ditch dan Box Culvert jenis Top Bottom. Kolam retensi dan pompa direncanakan pada masing – masing kluster kalam1 dan kalimas 2 kapasitas pompa 1 m³ dengan dimensi kolam retensi masing-masing adalah 2.5 x 2.5 x 60 m.

Kata Kunci: Kolam retensi, Pompa, Box Culvert, Banjir.

ABSTRACT

The Port of Tanjung Perak Surabaya is the gateway for goods and passengers in East Java, managed by PT. Pelabuhan Indonesia (Persero), which has a water catchment area of 284,597 ha spread across five clusters, including the Jamrud Cluster, Kalimas Cluster, Nilam Cluster -Mirah, PHC Hospital Cluster, and Surabaya Container Terminal Cluster. The influence of tidal fluctuations is one of the challenges in flood control within the drainage system of the Tanjung Perak Port area in Surabaya. In this study, a flood analysis was conducted based on the current existing conditions, The calculated channel dimensions for Kalimas Cluster 1 are 1.2 x 1.2 x 1.2 m, and for Kalimas Cluster 2, 2.0 x 2.0 x 1.2 m, using U-Ditch and Top Bottom Box Culvert types. Retention ponds and pumps are planned for each Kalimas 1 and Kalimas 2 cluster, with a pump capacity of 1 m³ and retention pond dimensions of 2.5 x 2.5 x 60 m each.

Keywords: Retention pond, Pump, Box culvert, Flood

1. PENDAHULUAN

Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya merupakan salah satu pelabuhan utama di Indonesia dan berperan sebagai pintu gerbang keluar masuk barang dan penumpang di wilayah Jawa Timur. Pelabuhan ini dikelola oleh PT Pelabuhan Indonesia (Persero) dan memiliki luas tangkapan air sebesar 284.597 hektar, yang terbagi menjadi lima klaster utama, yaitu Klaster Jamrud, Klaster Kalimas, Klaster Nilam–Mirah, Klaster Rumah Sakit PHC, dan Klaster Terminal Peti Kemas Surabaya. Masing-masing klaster memiliki outlet drainase tersendiri dan berada dalam kawasan operasional pelabuhan

Namun demikian, hingga saat ini kawasan Pelabuhan Tanjung Perak masih menghadapi permasalahan banjir yang terjadi secara tahunan. Salah satu penyebab utama adalah menurunnya kapasitas tampung dari sarana dan prasarana pengendali banjir yang ada, seperti pintu air dan saluran pematusan. Kondisi tersebut diperparah oleh faktor eksternal seperti pengaruh pasang surut air laut. Berdasarkan data historis, kenaikan muka air laut sejak tahun 1983 hingga 2021 tercatat mencapai 10 cm. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan bahwa telah terjadi kenaikan muka air tanah (land subsidence) di wilayah utara Surabaya dengan kedalaman maksimal hingga 4 cm (Gessang & Lasminto, 2020), yang turut memperburuk kinerja sistem drainase Kawasan.

Kondisi ini berdampak langsung terhadap aktivitas operasional pelabuhan, terutama di wilayah Terminal Kalimas, yang merupakan salah satu klaster penting di kawasan tersebut. Untuk mengatasi permasalahan genangan yang terjadi secara berulang, diperlukan adanya suatu perencanaan sistem drainase yang baik, terpadu, dan adaptif terhadap perubahan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, studi ini disusun dengan tujuan untuk merumuskan strategi pengendalian banjir di kawasan Terminal Kalimas melalui perencanaan sistem drainase yang optimal. Diharapkan, sistem yang direncanakan mampu meningkatkan efektivitas pengaliran air dan mengarahkan aliran menuju outlet pada masing – masing kluster secara efisien, sehingga mampu meminimalkan potensi genangan serta mendukung kelancaran aktivitas pelabuhan secara berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Studi ini bertujuan untuk merancang sistem pengendalian banjir di kawasan Terminal Kalimas, yang merupakan bagian dari PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) Sub Regional Jawa. Lokasi studi berada di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, tepatnya di Jalan Kalimas Baru, dengan total panjang saluran drainase sekitar ± 6.231 meter dan luas kawasan $\pm 309.064,22$ m².



Gambar. 1. Terminal Kalimas PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) Sub Regional Jawa.

Sumber : <https://ihdc.pushidrosal.id/3dbatimetri/>

Metodologi yang digunakan dalam studi ini terdiri dari beberapa tahapan yang tersusun secara sistematis, dimulai dari identifikasi permasalahan hingga penyusunan Kesimpulan dan rekomendasi teknis.

Studi Literatur

Studi diawali dengan pengumpulan data melalui kajian literatur yang sesuai. Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep dasar pengendalian banjir dan system drainase wilayah studi. Sedangkan studi lapangan bertujuan untuk memperoleh gambaran aktual kondisi eksisting saluran dan Kawasan tergenang.

Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan meliputi :

Data topografi

Data curah hujan

Data Lokasi genangan dan tinggi muka air banjir

Data penampang saluran eksisting

Analisa *Catchment Area* dan tata Guna Lahan

Penetapan daerah tanggapan air (*Catchment Area*) dilakukan dengan menggunakan peta topografi dan data citra satelit untuk perubahan data tataguna lahan. Data ini menjadi dasar untuk menghitung limpasan permukaan (Surface Runoff) dan penentuan debit banjir.

Analisis Banjir dan Pengendalian

Analisis dilakukan dalam dua tahap :

Analisis banjir eksisting untuk mengetahui berapa besar debit banjir eksisting yang terjadi diwilayah studi berdasarkan data kejadian banjir dan kondisi eksisting

Analisis pengendalian banjir, melakukan studi alternatif pengendalian banjir, berdasarkan kondisi eksisting

Analisa Hidrologi

Analisa hujan rancangan

Distribusi hujan jam – jaman

Penentuan koefisien pengaliran

Penyusunan hidrograf satuan sintetik

Perhitungan debit banjir puncak

Analisa Hidrolika

Tahapan ini untuk menganalisa kapasitas saluran eksisting dalam menampung debit rencana, Analisa yang dilakukan :

Penentuan Koefisien kekasaran saluran

Evaluasi kapasitas eksisting

Pemodelan hidrolika

Evaluasi Sistem Drainase

Hasil analisa hidrologi dibandingkan dengan analisa hidrolika untuk mengetahui apakah kapasitas saluran eksisting mencukupi, jika tidak mencukupi maka dilakukan rekomendasi alternatif pengendalian banjir seperti rumah pompa, kolam retensi atau normalisasi saluran.

Rekomendasi Teknik

Tahap akhir adalah rekomendasi teknis terhadap Solusi permasalahan banjir yang optimal dan berkelanjutan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai SKRK (Surat Keterangan Rencana Kota) nomor: 550/2069/436.7.5/2020 tanggal 10 Juni 2020 peruntukan lahan kluster Kalimas adalah kepelabuhanan dan fasilitas penunjang dengan data luasan sebagai berikut :

- Luas lahan : 309.064,22 m²
- Luas terpotong Garis Sempadan Pagar/GSP sebesar 48.408,83 m²
- Jarak antar GSP sebesar 60,00 m
- Jarak dari Garis Sempadan Bangunan/GSB ke GSP sebesar 6,00 m
- Koefisien Dasar Bangunan (KDB) maksimum sebesar 60%
- Koefisien Daerah Hijau (KDH) minimum sebesar 10%

Kondisi Eksisting

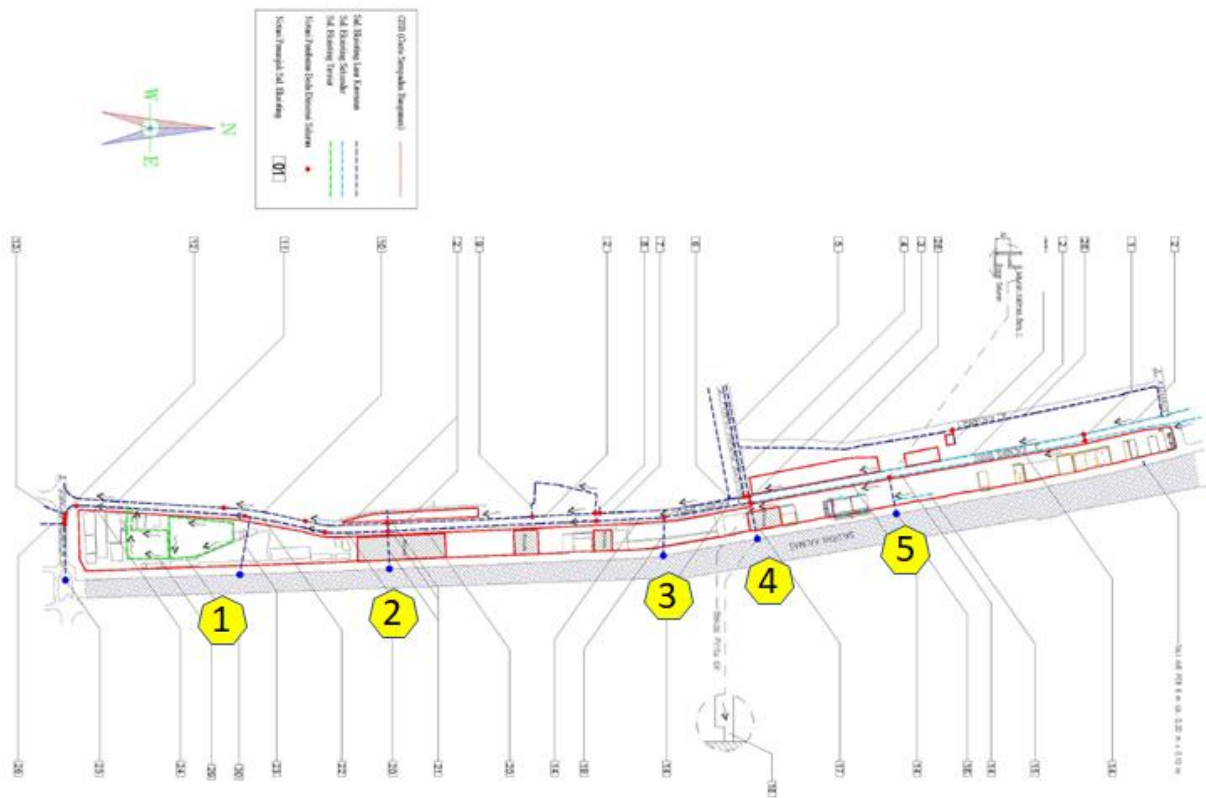
Saluran di Teminal Kalimas dibagi menjadi 2 kluster yakni kalimas 1 dan kalimas 2, dengan debit periode ulang 5 tahun.

1. Data hujan menggunakan data hujan dari stasiun hujan Kedung Cowek – Surabaya tahun 2000 s/d 2018
2. Saluran eksisting tidak mampu nemampung debit yang terjadi pada waktu terjadi hujan.
3. Belum adanya kolam retensi pada masing – masing kluster Kalimas 1 dan kalimas 2
4. Dibutuhkan pompa sebagai alat bantu utnuk mempercepat aliran menuju outlet.



Gambar. 3. Outlet Saluran Drainase Terminal Kalimas Berdasarkan Hasil Survey Lapangan

Gambar yang Anda berikan menampilkan sebuah rencana tata letak saluran, yang berjudul "Layout Saluran Pembawa" dengan subjudul "crossing saluran pembuang ke sungai kalimas." Dokumen ini menyajikan peta berbasis citra satelit (kemungkinan dari Google Earth) yang menunjukkan serangkaian titik "Outlet" yang diberi nomor 1 hingga 6. Titik-titik ini dihubungkan oleh garis kuning, yang kemungkinan besar merepresentasikan jalur saluran pembawa atau pembuangan yang dimaksud, melintasi area perkotaan atau industri menuju Sungai Kalimas. Setiap titik outlet dilengkapi dengan penanda lokasi merah, dan sebuah legenda kecil di pojok kanan atas mengkonfirmasi bahwa ikon tersebut menandai lokasi outlet.



Gambar. 4. Outlet Saluran Pembuangan Dermaga Kalimas
Sumber : Surabaya Drainage Master Plan (SDMP) Kota Surabaya 2018

Gambar yang disajikan adalah denah teknis yang merinci sistem saluran air atau drainase di suatu area, dengan fokus pada keterkaitannya dengan Sungai Kalimas. Denah ini memvisualisasikan infrastruktur eksisting dan yang direncanakan melalui penggunaan kode warna yang jelas, di mana garis merah mewakili "Saluran Drainase Eksisting (Terpadu)," menunjukkan jaringan drainase yang sudah ada. Sementara itu, garis biru putus-putus mengindikasikan "Saluran Buang Lim. Domestik Terintegrasi," yang kemungkinan besar merupakan penambahan atau pengembangan untuk mengelola limbah domestik secara terpadu. Adanya "Saluran Buang Lim. Domestik Khusus" yang diwakili oleh garis hijau putus-putus menunjukkan adanya penanganan spesifik untuk jenis limbah domestik tertentu atau dari sumber khusus.

Selain jalur saluran, denah ini juga menyoroti lima titik krusial (dilingkari kuning dan diberi nomor 1 hingga 5), yang mungkin menandai lokasi outlet, persimpangan penting, atau titik inspeksi dalam sistem. Berbagai notasi teknis seperti angka dimensi dan arah aliran panah memberikan detail operasional, sedangkan keberadaan nama "Sungai Kalimas" menegaskan bahwa sistem saluran ini berfungsi sebagai jalur pembuangan akhir atau memiliki koneksi langsung ke sungai tersebut. Dengan demikian, denah ini tidak hanya berfungsi sebagai peta topografi sederhana, melainkan sebagai dokumen perencanaan yang detail untuk proyek pengelolaan air dan sanitasi, memungkinkan pemahaman yang komprehensif tentang bagaimana air hujan dan limbah domestik dikelola dan disalurkan di area tersebut.

Hasil survey kondisi di lapangan terdapat perbedaan outlet saluran drainase dari data SDMP kota Surabaya sebanyak 5 titik sedangkan di lapangan terdapat 6 titik. Sehingga dasar perhitungan dalam studi ini digunakan data lapangan.

Kondisi Topografi, Pasang Surut dan Profil Melintang Dermaga

Kondisi topografi area dermaga kalimas adalah relatif datar dengan elevasi +2.68 - +3.6 mLWS. Dengan kemiringan lahan rata - rata adalah 0 - 1% , elevasi ROB + 2.85 LWS sehingga terjadi genangan pada area dermaga yang elevasinya di bawah 2,85 mLWS pada saat terjadi Rob. Profil muka air kalimas, elevasi lantai dermaga dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

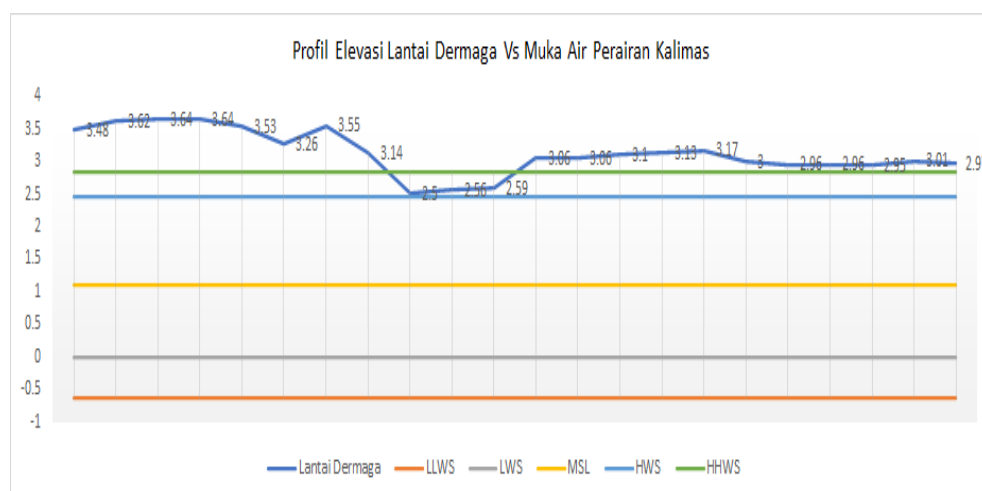
Tabel 1. Datum Pasang Surut Perairan Tanjung perak tahun 2015 s/d tahun 2020

Datum	Maksimum	Minimum	Rata-rata
LAT	-0.029	-0.636	-0.344
MSL	1.464	0.998	1.110
HAT	2.850	2.276	2.462

Sumber : Pusat Hidro-Oceanografi Angkatan Laut

Keterangan :

LAT (*Low Astronomy Tides*) adalah nilai angka muka air laut terendah yang diperoleh dari data pengamatan, MSL (*Mean Sea Level*) adalah nilai rata-rata dari semua data pengamatan muka air laut, dan HAT (*High Astonomical Tide*) adalah nilai muka air laut tertinggi sepanjang data pengamatan.



Gambar 5. Elevasi Dermaga Eksisting Kalimas Vs Profil muka air

Sumber : Pusat Data *Hidro-Oceanografi* Angkatan Laut

Gambar yang disajikan adalah grafik profil elevasi yang berjudul "Profil Elevasi Lantai Dermaga Vs Muka Air Perairan Kalimas," yang membandingkan ketinggian lantai dermaga dengan berbagai level muka air di perairan Sungai Kalimas. Sumbu vertikal grafik menunjukkan elevasi dalam meter, sementara sumbu horizontal merepresentasikan bentangan atau titik-titik pengukuran di sepanjang dermaga. Garis biru tua pada grafik menggambarkan profil elevasi lantai dermaga, yang menunjukkan variasi ketinggian dari sekitar 2.56 meter hingga 3.64 meter di berbagai titik.

Analisa Hidrologi

Data curah hujan yang digunakan selama 20 tahun terakhir (2003 – 2022), data selama 20 tahun cukup untuk menggambarkan tren dan variasi curah hujan tahunan secara representative. Data curah hujan diambil dari stasiun pengamatan hujan Perak 1, Jl.Kalimas Baru No.97B, Perak Utara, Kec. Pabean Cantikan, Surabaya. Dan hasil Analisa parameter statistik untuk pemilihan metode distribusi sebagai berikut :

Tabel 2. Analisa parameter statistik untuk pemilihan metode distribusi

Jumlah data	N	= 20	Koefiesein variasi	Cv	= 0.251
Rata - rata	$\bar{x}$	= 88.150 mm	Koefisien kemencengan	Cs	= -0.154
Standar deviasi	Sd	= 22.118	Koefisien ketajaman	Ck	= 0.121

Dari hasil analisa parameter statistik metode yang digunakan adalah metode log Pearson III, dari hasil perhitungan metode log Pearson III periode ulang 5 tahun didapatkan hasil :

Tabel 3. Analisa parameter statistik untuk pemilihan metode metode log Pearson III

Jumlah data	N	= 20	Koefiesein variasi	Cv	= 0.06
Rata - rata	$\bar{x}$	= 1.93 mm	Koefisien kemencengan	Cs	= -0.54
Standar deviasi	Sd	= 0.12	Koefisien ketajaman	Ck	= 0.14

Perhitungan curah hujan rencana untuk periode ulang 5 tahun , dimana : $G = 0.84$, diperoleh $\log X = 2.03$ maka $X = 107$ mm

Uji Kolomogorof – Smirnov

Dari hasil Uji Normalitas Kolomogorof – Smirnov, dengan derajat kepercayaan 5% dan jumlah data $n = 20$, Diperoleh D kritis = 0.294

Dapat diambil keputusan bahwa distribusi frekuensi data hujan diterima, karena nilai D maks < D kritis

Uji Chi Squer

Menentukan jumlah kelas : $K = 1 + 3.3 \log n = 1 + 3.3 \log 20 = 5.29 = 6$ kelas

$$\text{Interval kelas } P = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\text{Jumlah Kelas}} = 12.5 = 13$$

Derajat kebebasan (dk) dan $X_{cr}^2 \rightarrow$ dengan derajat kepercayaan 95% ($\alpha = 0.05$) dari tebal distribusi Chi-Squer diperoleh $X_{cr}^2 = 7.81$

Tabel 4. Distribusi Frekuensi

Interval		Frekuensi (Oi)	batas kelas		Z		Z tabel		L Luas proporsi	f ekspektasi Ei	(OI -Ei) ² /Ei
bawah	atas		bawah	atas	bawah	atas	bawah	atas			
50.	63	3	49.50	63.50	-1.747	-1.114	0.040	0.133	0.092	1.845	0.723
64.	77	3	63.50	77.50	-1.114	-0.482	0.133	0.315	0.183	3.651	0.116
78.	91	4	77.50	91.50	-0.482	0.151	0.315	0.560	0.245	4.902	0.166
92.	105	5	91.50	105.50	0.151	0.784	0.560	0.784	0.223	4.468	0.063
106.	119	3	105.50	119.50	0.784	1.417	0.784	0.922	0.138	2.764	0.020
120.	133	2	119.50	133.50	1.417	2.050	0.922	0.980	0.058	1.160	0.608
											1.69
											χ^2 6

Perhitungan Kebutuhan Kolam Retensi Dan Pompa

Luar daerah tangkapan	: 17.26 Ha
Panjang Saluran	: 1168 m
Dimensi saluran jalan kalimas kiri	: 60 x 60 cm
Dimensi saluran jalan kalimas kanan	: 100 x 100 cm
R periode ulang 5 tahun	: 108.47 mm
Koefisien pengaliran area industry	: 0.8
Kemiringan lahan (S)	: 0.0003
Durasi hujan	: 4 jam

$$tc = \left(\frac{0.87 L^2}{1000.S} \right)^{0.385} = 1.606 \text{ jam} = 96.334 \text{ menit}$$

$$I = \left(\frac{R24}{24} \right) \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} = 27.426 \text{ mm/jam}$$

Tabel 5. Menghitung C gabungan

Kode	Daerah limpasan	Luas (m ²)	C
A1	Perdagangan	71847	0.7
A2	Jalan	28800	0.83
A3	dermaga	72000	0.83

Besaran Cgabungan = 0.776

Debit banjir = Q = 0.278 C.I.A	: 1.021 m ³ /dt
Luar daerah tangkapan	: 14.11 Ha
Panjang Saluran	: 1011 m
Dimensi saluran jalan kalimas kiri	: 60 x 60 cm
Dimensi saluran jalan kalimas kanan	: 100 x 100 cm
R periode ulang 5 tahun	: 108.47 mm
Koefisien pengaliran area industry	: 0.8
Kemiringan lahan (S)	: 0.0003
Durasi hujan	: 4 jam

$$tc = \left(\frac{0.87 L^2}{1000.S} \right)^{0.385} = 0.962 \text{ jam} = 57.741 \text{ menit}$$

$$I = \left(\frac{R24}{24} \right) \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} = 38.579 \text{ mm/jam}$$

Tabel 6. Menghitung C gabungan

Kode	Daerah <u>limpasan</u>	Luas (m ²)	C
A1	<u>Perdagangan</u>	34388	0.7
A2	Jalan	30480	0.83
A3	<u>dermaga</u>	76200	0.83

**Gambar 7.** Catchment Area Kalimas 1**Gambar 8.** Catchment Area Kalimas 2

Perhitungan Debit

Perhitungan hujan jam-jaman dengan *Metode Alternatif Block Method* (ABM)

Kalimas 1

Tabel 7. Perhitungan Hujan Jam – Jaman

Kalimas 1

Jam	Intensitas Hujan	td.I	Intensitas Hujan	ABM	Hujan Jam-jaman
1	68.33	68.33	68.33	12.46	12.46
2	43.05	86.09	17.76	68.33	68.33
3	32.85	98.55	12.46	17.76	17.76
4	27.12	108.47	9.92	12.46	12.46

Kalimas 2

Jam	Intensitas Hujan	td.I	Intensitas Hujan	ABM	Hujan Jam-jaman
1	68.33	68.33	68.33	12.46	12.46
2	43.05	86.09	17.76	68.33	68.33
3	32.85	98.55	12.46	17.76	17.76
4	27.12	108.47	9.92	12.46	12.46

Tabel 8. Perhitungan Debit

Kalimas 1

t	I	$Q = 0.278 C I A$	
1	12.46	0.316	m ³ /dt
2	68.33	1.732	m ³ /dt
3	17.76	0.450	m ³ /dt
4	12.46	0.316	m ³ /dt

Kalimas 2

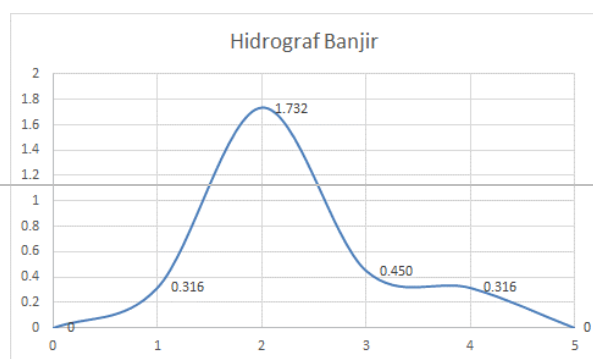
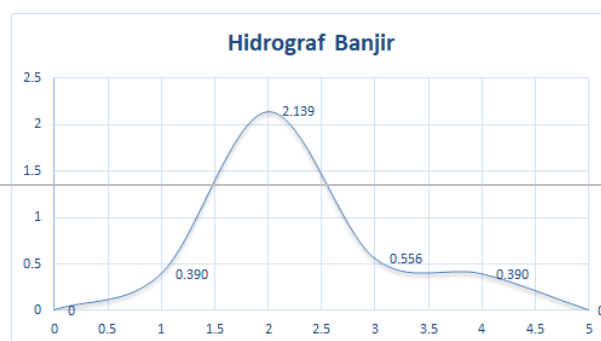
t	I	$Q = 0.278 C I A$	
1	12.46	0.390	m ³ /dt
2	68.33	2.139	m ³ /dt
3	17.76	0.556	m ³ /dt
4	12.46	0.390	m ³ /dt

Tabel 9. Perhitungan Debit Inflow**Kalimas 1**

t menit	t detik	Dt detik	aliran masuk m ³ /dt	Volume m ³	kumulatif volume m ³
0	0	0	0.316	0.00	0.00
10	600	600	0.316	189.45	189.45
20	1200	600	0.316	189.45	378.91
30	1800	600	0.316	189.45	568.36
40	2400	600	0.316	189.45	757.81
50	3000	600	0.316	189.45	947.27
60	3600	600	0.316	189.45	1136.72
70	4200	600	1.732	1039.08	2175.80
80	4800	600	1.732	1039.08	3214.88
90	5400	600	1.732	1039.08	4253.96
100	6000	600	1.732	1039.08	5293.04
110	6600	600	1.732	1039.08	6332.12
120	7200	600	1.732	1039.08	7371.20
130	7800	600	1.732	1039.08	8410.27
140	8400	600	0.450	270.08	8680.35
150	9000	600	0.450	270.08	8950.43
160	9600	600	0.450	270.08	9220.51
170	10200	600	0.450	270.08	9490.59
180	10800	600	0.450	270.08	9760.67
190	11400	600	0.316	189.45	9950.12
200	12000	600	0.316	189.45	10139.57
210	12600	600	0.316	189.45	10329.03
220	13200	600	0.316	189.45	10518.48
230	13800	600	0.316	189.45	10707.93
240	14400	600	0.316	189.45	10897.39
250	15000	600	0.316	189.45	11086.84
260	15600	600	0.000	0.00	11086.84
270	16200	600	0.000	0.00	11086.84

Kalimas 2

t menit	t detik	Dt detik	aliran masuk m ³ /dt	Volume m ³	kumulatif volume m ³
0	0	0	0.390	0.00	0.00
10	600	600	0.390	234.00	234.00
20	1200	600	0.390	234.00	468.00
30	1800	600	0.390	234.00	702.00
40	2400	600	0.390	234.00	936.00
50	3000	600	0.390	234.00	1170.00
60	3600	600	0.390	234.00	1404.00
70	4200	600	2.139	1283.40	2687.40
80	4800	600	2.139	1283.40	3970.80
90	5400	600	2.139	1283.40	5254.20
100	6000	600	2.139	1283.40	6537.60
110	6600	600	2.139	1283.40	7821.00
120	7200	600	2.139	1283.40	9104.40
130	7800	600	0.450	270.00	9374.40
140	8400	600	0.556	333.60	9708.00
150	9000	600	0.556	333.60	10041.60
160	9600	600	0.556	333.60	10375.20
170	10200	600	0.556	333.60	10708.80
180	10800	600	0.556	333.60	11042.40
190	11400	600	0.390	234.00	11276.40
200	12000	600	0.390	234.00	11510.40
210	12600	600	0.390	234.00	11744.40
220	13200	600	0.390	234.00	11978.40
230	13800	600	0.390	234.00	12212.40
240	14400	600	0.390	234.00	12446.40
250	15000	600	0.000	0.00	12446.40
260	15600	600	0.000	0.00	12446.40
270	16200	600	0.000	0.00	12446.40

Kalimas 1**Kalimas 2****Gambar 9.** Hidrograf banjir

Tabel 10. Perhitungan Kebutuhan Pompa air dan Kolam Retensi (Polder)**Kalimas 1**

t	Vol. Komulatif	Q pompa	Vol. Outflow kumulatif	Vol. yg dikendalikan tumpungan	Vol. yg melimpas
menit	m3	m3/dt	m3	m3	m3
0.00	0.00	0	1858.76	-1858.76	-3559.76
10.00	189.45	0	1858.76	-1669.31	-3370.31
20.00	378.91	1	1858.76	-1479.85	-3180.85
30.00	568.36	1	1858.76	-1290.40	-2991.40
40.00	757.81	1	2458.76	-1700.95	-3401.95
50.00	947.27	1	3058.76	-2111.49	-3812.49
60.00	1136.72	1	3658.76	-2522.04	-4223.04
70.00	2175.80	1	4258.76	-2082.96	-3783.96
80.00	3214.88	1	4858.76	-1643.88	-3344.88
90.00	4253.96	1	5458.76	-1204.80	-2905.80
100.00	5293.04	1	6058.76	-765.72	-2466.72
110.00	6332.12	1	6658.76	-326.64	-2027.64
120.00	7371.20	1	7258.76	112.44	-1588.56
130.00	8410.27	1	7858.76	551.51	-1149.49
140.00	8680.35	1	8458.76	221.59	-1479.41
150.00	8950.43	1	9058.76	-108.33	-1809.33
160.00	9220.51	1	9658.76	-438.25	-2139.25
170.00	9490.59	1	10258.76	-768.17	-2469.17
180.00	9760.67	1	10858.76	-1098.09	-2799.09
190.00	9950.12	0	10858.76	-908.64	-2609.64
200.00	10139.57	0	10858.76	-719.19	-2420.19
210.00	10329.03	0	10858.76	-529.73	-2230.73
220.00	10518.48	0	10858.76	-340.28	-2041.28
230.00	10707.93	0	10858.76	-150.83	-1851.83
240.00	10897.39	0	10858.76	38.63	-1662.37
250.00	11086.84	0	10858.76	228.08	-1472.92
260.00	11086.84	0	10858.76	228.08	-1472.92
270.00	11086.84	0	10858.76	228.08	-1472.92

Kalimas 2

t	Vol. Komulatif	Q pompa	Vol. Outflow kumulatif	Vol. yg dikendalikan tumpungan	Vol. yg melimpas
menit	m3	m3/dt	m3	m3	m3
0.00	0.00	0	1749.96	-1749.96	-3450.96
10.00	234.03	0	1749.96	-1515.93	-3216.93
20.00	468.06	1	1749.96	-1281.90	-2982.90
30.00	702.09	1	2349.96	-1647.87	-3348.87
40.00	936.12	1	2949.96	-2013.84	-3714.84
50.00	1170.16	1	3549.96	-2379.80	-4080.80
60.00	1404.19	1	4149.96	-2745.77	-4446.77
70.00	2687.76	1	4749.96	-2062.20	-3763.20
80.00	3971.32	1	5349.96	-1378.64	-3079.64
90.00	5254.89	2	5949.96	-695.07	-2396.07
100.00	6538.46	2	7149.96	-611.50	-2312.50
110.00	7822.03	2	8349.96	-527.93	-2228.93
120.00	9105.60	2	9549.96	-444.36	-2145.36
130.00	9375.60	1	10149.96	-774.36	-2475.36
140.00	9709.23	1	11349.96	-1640.73	-3341.73
150.00	10042.85	1	11949.96	-1907.11	-3608.11
160.00	10376.48	1	12549.96	-2173.48	-3874.48
170.00	10710.11	1	13149.96	-2439.85	-4140.85
180.00	11043.73	1	13749.96	-2706.23	-4407.23
190.00	11277.76	0	13749.96	-2472.20	-4173.20
200.00	11511.79	0	13749.96	-2238.17	-3939.17
210.00	11745.83	0	13749.96	-2004.13	-3705.13
220.00	11979.86	0	13749.96	-1770.10	-3471.10
230.00	12213.89	0	13749.96	-1536.07	-3237.07
240.00	12447.92	0	13749.96	-1302.04	-3003.04
250.00	12447.92	0	13749.96	-1302.04	-3003.04
260.00	12447.92	0	13749.96	-1302.04	-3003.04
270.00	12447.92	0	13749.96	-1302.04	-3003.04

4. KESIMPULAN

Dalam studi ini setelah dilakukan perhitungan maka :

1. Hasil perhitungan dimensi saluran didapatkan dimensi saluran untuk kluster kalimas 1 berukuran 1,2 x 1,2 x 1,2 m dan dimensi saluran untuk kluster kalimas 2 berukuran 2,0 x 2,0 x 1,2 m, dengan menggunakan U-Ditch dan Box Culvert jenis Top Bottom.
2. Kolam retensi dan pompa direncanakan pada masing – masing kluster kaliam1 dan kalimas 2 kapasitas pompa 1 m³ dengan dimensi kolam retensi masing-masing adalah 2.5 x 2.5 x 60 m.

DAFTAR PUSTAKA

- Gessang, O. M. & Lasminto, U., 3 Nov 2020, In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 930, 1, 012080
- Chow, V. T., 1992, Hidrolika Saluran Terbuka. Diterjemahkan oleh E.V. Nensi Rosalina. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Triatmodjo, B. 2008. Hidrologi Terapan. Perum FT-UGM No.3 Seturan Catur tunggal Depok Sleman Yogyakarta 55281: Beta Off set Yogyakarta
- Kirpich, T. P. (1940). Time of Concentration of Small Agricultural Watersheds. Civil Engineering, 10(6), 362
- World Meteorological Organization (WMO), 2008. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. Switzerland
- Pusat Hidro-Oseanografi TNI Angkatan Laut, 2018. Data Kelautan yang Menjadi Rujukan Nasional Diluncurkan
- Laporan Rekomendasi Drainase Cluster TPS (Terminal Petikemas Surabaya), 2022. Cluster Rumah Sakit PHC dan Cluster Kalimas
- Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya, 2018. Surabaya Drainage Master Plan (SDMP 2018). Surabaya : Dinas Bina Marga dan Pematusan Kota Surabaya
- Sri Harto Br. (1993). Analisis Hidrologi. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. Ini adalah karya yang paling sering dikutip dari Sri Harto dan menjadi dasar dalam banyak studi hidrologi
- Suripin. (2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Yogyakarta: Andi Offset
- Soewarno, 1995. Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisis Data Jilid 1. Bandung: NOVA.