



Analisa Skema Pengendalian Sistem Drainase Banjir Rob Di Kawasan Industri Terboyo Semarang Jawa Tengah

Muhammad Taufiq^{1*}, Vyxy Anggreini², Aswad Asrasal³

¹Fakultas Teknik, Universitas Muhadi Setiabudi Brebes, Indonesia

²Program Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, Indonesia

³Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Buton, Indonesia

*Korespondensi: muhammadtaufiq905@umus.ac

ABSTRAK

Penelitian perencanaan Analisa Skema Pengendalian Drainase ini untuk menangani banjir rob yang terletak di Kawasan Industri Terboyo, Kecamatan Genuk, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian kuantitatif dengan perhitungan dan teknik pengambilan data survey lapangan dengan penanganan hasil yang mendekati. Hasil analisa bendung pada kondisi elevasi Muka Air Banjir (MAB) + 4.35 m, kondisi elevasi pasang HWL (High Water Level) 220 cm kemananan terhadap Guling = 1.73, keamanan Geser = 1.37, angka rembesan Lanes Cw = 8.47, angka rembesan Blighs Cb = 15.57. Stabilitas tubuh bendung pada kondisi elevasi Muka Air Normal (MAN) +2.20, kondisi elevasi pasang MWL (Mean Water Level) 110 cm, keamanan terhadap Guling = 2.32, keamanan Geser = 1.77, angka rembesan Lanes Cw = 6.17, angka rembesan Blighs Cb = 11.84 safety factor tersebut ditinjau bendung kondisi saat gempa. kesimpulan bahwa bendung aman terhadap gaya guling dan geser dengan mengacu pada persyaratan untuk gaya guling $Sfg > 1,5$ dan syarat untuk gaya geser $Sfge > 1,1$.

SEJARAH ARTIKEL

Diterbitkan 30 Juni 2024

KATA KUNCI

Banjir Rob; Faktor Keamanan, Pasang; Sistem Drainase

1. Pendahuluan

Pemanasan global yang diikuti oleh perubahan iklim telah menjadi sebuah bencana baru di dunia. Perubahan iklim merupakan suatu proses yang menimbulkan dampak yang lumayan besar. Salah satu dampak dari perubahan iklim yang secara nyata dapat dilihat adalah naiknya air laut ke permukaan daratan (Frahmana, et.al., 2015; Wahyudi, Adi, & Schultz, 2017). Hal tersebut menyebabkan luas daratan berkurang dan garis pantai mengalami abrasi. Pada saat pasang terjadi, air laut masuk sampai ke Permukiman dan Kawasan Industri penggunaan lahan lain serta mengganggu aktivitas warga. Rob banjir di kawasan pesisir biasanya disebabkan adanya hujan yang terus menerus di daerah hulu yang tidak bisa menampung dan dialirkan ke hilir merupakan banjir kiriman, sehingga berdampak akan semakin parah adanya rob lokal daerah pesisir (Mohammed & Khaleel, 2013; Sasongko, 2014).

Kota Semarang merupakan salah satu wilayah Provinsi Jawa Tengah, yang terletak di pesisir utara berbatasan dengan samudra Indonesia. Kondisi topografi Kota Semarang bagian utara merupakan dataran rendah yang berbatasan langsung dengan garis pantai mengakibatkan sering terjadi banjir rob karena air laut pasang (Irigasi, 1986). Salah satu lokasi yang mengalami banjir akibat adanya pasang air laut di pesisir utara Kota Semarang adalah Kawasan Industri Terboyo, Kecamatan Genuk. Sebagian besar daerah di Kawasan Industri Terboyo didominasi oleh topografi landai atau dataran rendah. Sehingga dampak di Kawasan Industri tersebut mengalami banjir rob, banjir kiriman, dan banjir local (Adianti, 2023).

Sistem drainase yang berada di wilayah kawasan industri terboyo penting karena mempunyai fungsi mengurangi serta mengantisipasi banjir rob akibat genangan dimana wilayah industri merupakan basis perekonomian strategis (Taufiq, & Kurniawan, 2017). Dilihat dari kondisi eksistingnya saluran drainase yang ada sudah tidak efektif karena tebalnya sedimentasi yang mengendap sedalam 60 cm di saluran tersebut. Ketika hujan terjadi maka pola aliran eksisting di jalan kawasan industri terboyo berasal dari air hujan jalan pantura Genuk dan jalan Trimulya, kemudian mengalir menuju daerah

terendah eksisting kolektor drain kawasan industri terboyo selanjutnya dipompa agar air dapat naik dan mengalir ke Sungai Sringin dan Sungai Babon melalui kolektor drain pompa Trimulya sampai akhirnya saluran pembuang yaitu laut. Berdasarkan wawancara terhadap warga sekitar yang bertempat tinggal di jalan kawasan industri Terboyo dan di jalan Trimulya menyebutkan jika hujan terjadi maka banjir di areal kawasan Industri Terboyo tidak teratasi karena pompa yang ada tidak berfungsi secara efektif. Kedalaman genangan akibat banjir yang terjadi pada saat musim hujan antara 40cm-70cm dengan luas genangan yang terjadi saat banjir di lingkungan kawasan industri terboyo yaitu 147,2 Ha meliputi drainase jalan Sringin, drainase jalan Sringin 2, drainase gendong babon, drainase jalan gang 7, dan drainase jalan gang 8. Dilihat dari peran pemerintah Kota Semarang sudah dilakukan normalisasi pada sungai sringin dan sungai babon, sedangkan pada drainase kawasan industri Terboyo belum adanya normalisasi yang dilakukan pada drainase yang menyebabkan tidak berfungsi secara efektif (Taufiq, Adi, & Wahyudi, 2020). Selain itu adanya tumpukan sampah di sepanjang saluran drainase kawasan Terboyo hampir sepanjang jalannya menggunakan saluran drainase terbuka (Rahayu, Praseptianga, Nuryanto, & Bhagawati, 2020)..

Dilihat dari kontur tanahnya termasuk daerah cekungan dengan kontur topografi lebih rendah dari Jalan Pantura Genuk dan jalan kawasan sehingga ketika hujan keseluruhan air akan tergenang di areal tersebut. Buruknya daya resap tersebut dikarenakan wilayah ini merupakan daerah industri dan terpengaruh pasang surut air laut. Hal ini menjadikan air terus tergenang sampai musim penghujan berakhir. Berdasarkan hal di atas, maka salah satu alternatif yang dapat dilakukan adalah pengendalian banjir rob dengan skema pengendalian sistem drainase yang tepat, sebagai pengendali banjir bisa ditampung pada kolam retensi dan longstorage air di musim hujan (Adi & Wahyudi, 2018). Skema pengendalian banjir rob sistem drainase Kawasan Industri Terboyo tersebut. Diharapkan dapat mengurangi bencana banjir rob di wilayah Kawasan Industri Terboyo dan sekitarnya, serta secara tidak langsung akan meningkatkan sektor pengembangan Kawasan Industri yang sangat strategis dan perekonomian taraf hidup masyarakat setempat

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Definisi Banjir

Banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluranpembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya (Suripin, 2004).

2.2 Definisi Rob

Banjir rob atau banjir pasang surut air laut adalah pola fluktuasi muka air laut yang dipengaruhi oleh gaya tarik benda-benda angkasa, terutama oleh bulan dan matahari terhadap massa air laut di bumi (Sunarto, 2003 dalam Desmawan dan Sukamdi, 2012).

2.3 Sistem Jaringan Drainase

Sistem jaringan drainase perkotaan umumnya dibagi atas 2 bagian (Amiwarti dan Aliyansyah, 2017), yaitu:

a. Sistem Drainase Makro

Sistem saluran/badan air yang menampung dan mengalirkan air dari suatu daerah tangkapan air hujan(*catchment area*) disebut sistem drainase makro ataudisebut juga pembuangan utama (*major system*) dan drainase primer.

b. Sistem Drainase Mikro

Sistem saluran dan bangunan pelengkap drainase yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan disebut sistem drainase mikro dan memiliki kapasitas saluran untuk menampung debit air tidak terlalu besar.

2.4 Analisa Hidrologi

2.4.1 Menentukan Curah Hujan Kawasan

Titik pengukuran dengan stasiun penakar diperkirakan pada suatu luasan hujan hanyamemberikan kedalaman hujan di titik mana stasiun berada. Dalam analisis hidrologi sering diperlukan untuk menentukan hujan rerata pada daerah tersebut. Dalam perhitungan hujan rata-rata daerah aliran sungai berapa metode yang sering digunakan: (Rahmawati et al., 2015).

a) Metode Aritmatik baik digunakan untuk daerahdatar dan penyebaran stasiun hujannya merata.

- b) Metode Polygon Thiessen baik digunakan untuk daerah yang stasiun hujannya tidak merata.
- c) Metode Isohiet baik digunakan untuk daerah pegunungan.

2.4.2 Uji Konsistensi Data Hujan

Uji konsistensi data hujan dalam studi kasus ini memakai uji konsistensi dengan metode RAPS (Rescaled Adjusted Partial Sum) (Febyana et al., 2016).

2.4.3 Curah Hujan Rancangan

Metode analisis hujan rancangan tersebut pemilihannya sangat tergantung dari kesesuaian parameter statistik dari data yang bersangkutan, atau dipilih berdasarkan pertimbangan teknis-teknis lainnya. Data curah hujan yang dipergunakan untuk Jalan Bumi Ayu adalah stasiun hujan Sumerta dan stasiun hujan Sanglah dengan periode pengamatan tahun 2009 sampai dengan 2018. Perhitungan curah hujan rancangan dengan menggunakan analisis frekuensi yang biasa dipakai di Indonesia yaitu Metode Gumbel, Metode Log Pearson Type III, Normal, dan Log Normal (Suripin, 2004).

2.4.4 Penentuan Distribusi Frekuensi

Mengetahui data pantas dengan cara diuji penentuan ragam distribusi frekuensi didapat suatu sebaran tertentu dan tidak layak untuk sebaran lain. (Lashari et al. 2017) Ketentuan-ketentuan yang ada, yaitu:

1. Menghitung parameter-parameter statistik C_s dan C_k , untuk menentukan macam analisis frekuensi yang dipakai.
2. Koefisien kepengcengan (C_s) :

$$C_s = \frac{n \sum (x - x')^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots \dots \dots (1)$$

3. Koefisien kepuncungan (C_k) :

$$C_k = \frac{n^2 \sum (x - x')^4}{(n-1)(n-2)S^3} \dots \dots \dots (2)$$

4. Koefisien variasi (C_v) :

$$C_v = \frac{S}{x} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana :

n = jumlah data

x' = rata-rata data hujan (mm)

S = simpangan baku (standar deviasi)

x = data hujan (mm)

2.4.5 Uji Distribusi Frekuensi

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov (Upomo & Kusmawardani, 2016)

2.4.6 Analisis Intensitas Hujan

Kedalaman air hujan per satuan waktu ialah intensitas hujan. Membentuk lengkung IDF membutuhkan data hujan jangka pendek seperti 5, 10, 30, 60 menit dan jam-jaman. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis. Selanjutnya, berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat dengan persamaan berikut (Rurung et al., 2019):

Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_0} \right)^{2/3} \dots \dots \dots (4)$$

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum harian (selama 24jam) (mm)

Untuk menentukan persamaan IDF dilakukan denganbeberapa pendekatan sebagai berikut :

1) Talbot (1881)

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots (5)$$

$$a = \frac{\sum[l.t]\sum[l^2] - \sum[l^2.t]\sum[l]}{n\sum[l^2] - \sum[l][l]} \dots\dots\dots (6)$$

$$b = \frac{\sum[l]\sum[l.t] - N.\sum[l^2.t]}{n\sum[l^2] - \sum[l][l]} \dots\dots\dots (7)$$

2) Sherman (1905)

$$I = \frac{a}{t^2} \dots\dots\dots (8)$$

$$\log a = \frac{\sum \log I [\log t]^2 - \sum [\log t. \log I] \sum \log t}{N \sum [\log t]^2 - [\sum \log t]^2} \dots\dots\dots (9)$$

$$n = \frac{\sum \log I. \sum \log t - N \sum [\log t. \log I]}{N \sum [\log t]^2 - [\sum \log t]^2} \dots\dots\dots (10)$$

3) Ishiguro (1953)

$$I = \frac{a}{\sqrt{t}+b} \dots\dots\dots (11)$$

$$a = \frac{\sum [I\sqrt{t}]\sum [I^2] - \sum [I^2\sqrt{t}]\sum [I]}{N\sum [I^2] - \sum [I][I]} \dots\dots\dots (12)$$

$$n = \frac{\sum [I\sqrt{t}]\sum [I^2] - \sum [I^2\sqrt{t}]\sum [I]}{N\sum [I^2] - \sum [I][I]} \dots\dots\dots (13)$$

Dimana:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = waktu curah hujan (menit)

a, b, n = konstanta yang tergantung pada lamanyahujan yang terjadi di DAS

N = jumlah data

2.4.7 Analisis Debit Banjir

Diperkirakan laju aliran puncak (debit banjir) menggunakan beberapa metode. Ketersediaan data ditentukan di suatu lokasi dengan metode yang dipakai. Rumus metode rasional yang dipakai (Fachrizal dan Wesli, 2015).

$$Q = 0,278 C I A \dots\dots\dots (14)$$

Dimana:

Q = laju aliran permukaan (debit) puncak($m^3/detik$)

C = koefisien aliran permukaan ($0 \leq C \leq 1$)

I = intensitas hujan (mm/jam)

A = luas DAS (km^2)

2.4.8 Waktu Konsentrasi (tc)

Waktu konsentrasi dapat juga dihitung denganmembedakannya menjadi 2 komponen t_{of} dan t_{df} . Dimana besarnya t_{of} dipengaruhi oleh panjang lintasan daerah aliran, koefisien retardasi, dan kemiringan rata-rata daerah aliran. Sedangkan besarnya t_d sendiri dipengaruhi oleh panjang lintasanair di dalam saluran dan kecepatan aliran (Arsana et al., 2014).

$$tof = \left[\frac{2}{3} \times 3,28 \times L \times \frac{nd}{\sqrt{S}} \right]^{0,167} \dots\dots\dots (15)$$

$$tdf = \frac{Ls}{60V} \dots\dots\dots (16)$$

$$tc = tof + tdf \dots\dots\dots (17)$$

Dimana :

tof = (*time overload flow*) waktu yang diperlukan air mengalir melalui permukaan tanah kesaluran terdekat (menit)

tdf = (*time detention flow*) waktu yang diperlukan air mengalir dari pertama kali masuk saluran hingga ke titik keluaran DAS (menit)

nd = koefisien retardasi

L = panjang lintasan aliran di atas permukaan lahan (meter)

Ls = panjang lintasan air di dalam saluran (meter)

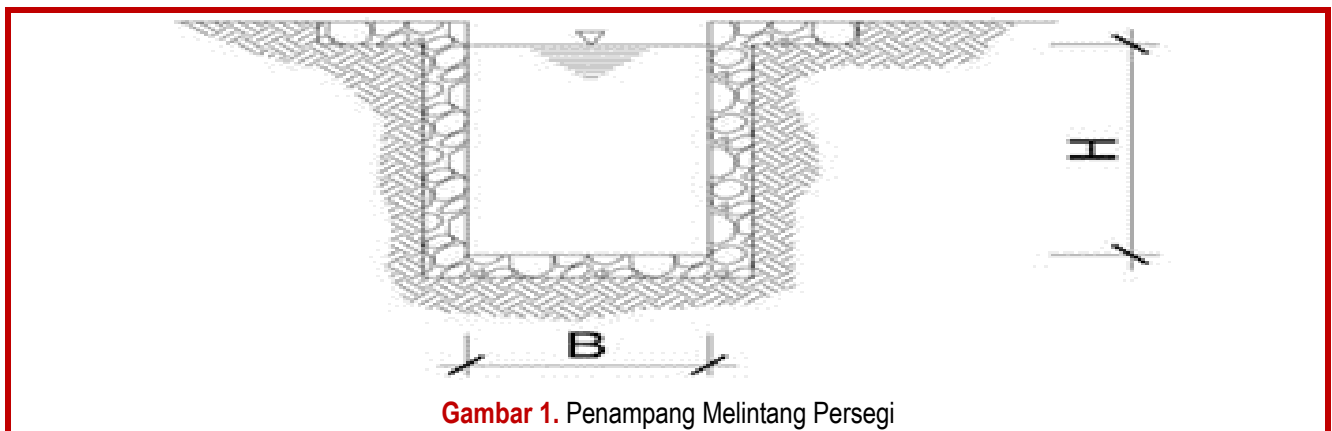
2.4.9 Analisis Hidrolika Penampang Saluran

Penampang berbentuk persegi, pada penampang melintang saluran berbentuk persegi, dapat dituliskan persamaan sebagai berikut :

$$P = B + 2H \dots\dots\dots (18)$$

$$A = B \cdot H \dots\dots\dots (19)$$

$$R = \frac{A}{P} \dots\dots\dots (20)$$



2.4.10 Kekasaran Dinding Saluran

Robert Manning mengemukakan sebuah rumus yang akhirnya diperbaiki menjadi rumus :

Rumus kecepatan menurut Manning (1889):

$$R = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots (21)$$

Dimana :

R = jari-jari hidrolik (m)

V = kecepatan aliran s (m/dt²)

I = kemiringan memanjang dasar saluran

n = koefisien kekasaran menurut Manning yang besarnya tergantung dari bahan dinding saluran yang dipakai

2.4.11 Kapasitas Saluran

Kapasitas maksimum saluran dipakai untuk mengkaji dimensi penampang dengan perhitungan hidraulika. Debit maksimum yang akan dialirkan ditentukan dari dimensi eksisting atau yang direncanakan (Restiani dan Sabri, 2015). Rumus kapasitas saluran yang digunakan.

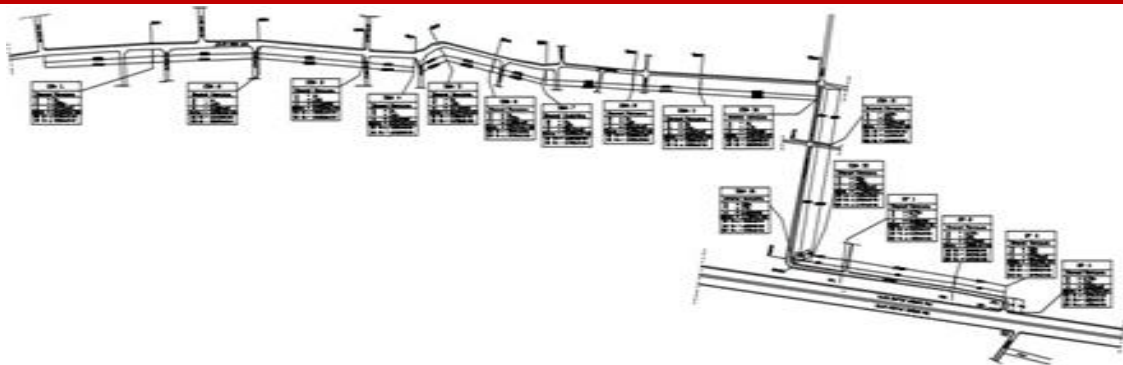
$$Q = A \cdot V \dots\dots\dots(22)$$

Dimana :

Q = Debit banjir saluran (m³/dt)

A = Luas penampang basah (m²)

V = Kecepatan rata-rata (m/dt)



Gambar 2. Layout Saluran Drainase Kawasan Industri Terboyo

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metodologi penelitian kuantitatif dengan perhitungan terperinci, sistematis, terstruktur. Teknik pengambilan data sacan line sampling menggunakan metodologi penelitian survei atau pengujian untuk justifikasi kondisi lapangan dengan penanganan hasil yang mendekati.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini mengambil lokasi di Kawasan Industri Terboyo, Kecamatan Genuk Kota Semarang Jawa Tengah. Sistem drainase yang berada di wilayah kawasan industri terboyo penting karena mempunyai fungsi mengurangi serta mengantisipasi banjir rob akibat genangan dimana wilayah industri merupakan basis perekonomian strategis.[8]



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian Skema Pengendalian Sistem Drainase Kawasan Industri Terboyo (Google Earth, 2023)

3.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam studi ini, data primer diperoleh melalui survei dan pengamatan langsung di lapangan, dengan fokus pada kondisi eksisting saluran drainase di Jalan Kawasan Industri Terboyo. Sementara itu, data sekunder yang mendukung penelitian ini dikumpulkan dengan mengunjungi berbagai instansi terkait. Data sekunder yang diperoleh meliputi: data DAS Kawasan Industri Terboyo dari BBWS (Balai Besar Wilayah Sungai Pemali-Juana), data curah hujan harian maksimum dari BMKG, data topografi dan pola aliran Kawasan Industri Terboyo Semarang dari PUPR Kota Semarang, serta Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Semarang dari BAPPEDA Kota Semarang. Selain itu, wawancara mendalam juga dilakukan dengan masyarakat sekitar Kawasan Industri Terboyo, Kecamatan Genuk, Kota Semarang, Jawa Tengah.

3.3 Metode Analisis Data

Langkah yang akan dilakukan dalam analisis skema sistem drainase pengendalian banjir rob kawasan industri Terboyo adalah 1) Analisis Hidrologi; 2) Analisis Debit elevasi muka air banjir dan elevasi pasang surut air laut, dan 3) Analisis Hidrolika Penampang Saluran.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisa Hidrologi

4.1.1 Analisa Curah Hujan Rerata

Analisa curah hujan diperkirakan hujan rencana menggunakan analisis frekuensi terhadap data curah hujan harian maksimum tahunan, dengan lama pengamatan paling sedikit 10 tahun, yang digunakan dari tahun 2001 sampai 2018 yang berurutan mengenal curah hujan rata-rata yang terjadi pada daerah tangkapan air, dan mempertimbangkan besarnya debit banjir rencana. Dalam analisis ini menggunakan tiga stasiun hujan terdekat dari lokasi penelitian yaitu stasiun hujan pucang gading, stasiun karangroto dan stasiun sumur jurang. Berikut data hujan yang telah dihitung dapat di lihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perhitungan Hujan Harian Maksimum Rata-Rata

Tahun	No. Stasiun 94 Karangroto	No. Stasiun 98 Pucanggading	No. Stasiun 65C Sumur Jurang	$x = 5(x_{1.2})$
2001	128.000	100.000	117.000	115.000
2002	156.000	100.000	75.000	102.000
2003	80.000	75.000	70.000	78.333
2004	160.000	75.000	80.000	105.000
2005	123.000	80.000	70.000	91.000
2006	173.000	150.000	95.000	139.333
2007	173.000	105.000	95.000	124.667
2008	173.000	100.000	90.000	121.000
2009	130.000	100.000	95.000	108.333
2010	125.000	87.000	85.000	99.000
2011	113.000	57.000	80.000	83.333
2012	132.000	63.000	100.000	98.333
2013	113.000	62.000	95.000	90.000
2014	105.000	104.000	105.000	104.667
2015	135.000	105.000	103.000	114.333
2016	118.000	104.000	110.000	106.333
2017	119.000	94.000	94.000	102.333
2018	98.000	88.000	82.000	89.333

Sumber : Analisa Perhitungan, 2023

Uji untuk *outlier* menggunakan cara *Water Resources Council*, dimana data yang lebih besar dari ambang batas atas *outlier* atau lebih kecil dari ambang batas bawah dieliminasi dan dikecualikan dari analisis selanjutnya. Hasil uji *outlier* untuk data dapat dilihat pada tabel 2 berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Outlier

No	Tahun	Hujan Asli (mm)	Log Data
1	2005	75	1,875061
2	2003	78	1,892947
3	2018	89	1,951014
4	2017	92	1,963788
5	2007	100	2,000000
6	2002	102	2,008600
7	2010	106	2,023938
8	2013	106	2,023938
9	2006	110	2,026669
10	2011	110	2,041393
11	2015	113	2,054358
12	2001	115	2,060698
13	2012	121	2,081587
14	2008	123	2,088727
15	2009	127	2,102662
16	2014	127	2,103804
17	2006	139	2,144055
18	2004	180	2,255273

Sumber: Analisa Perhitungan, 2023

4.1.2 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Metode perhitungan dalam analisis frekuensi lazim menggunakan parameter intensitas hujan, frekuensi, dan waktu curah hujan dengan rumus empiris Normal, Log Normal, E.J. Gumbell, Pearson III dan atau Log Pearson III. Hasil analisis frekuensi curah hujan dapat dilihat pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Hasil Analisis Rencana Curah Hujan

Kala Ulang T (Tahun)	T	Distribusi Probabilitas					
		Normal	Log Normal	Log Normal	Gumbel I	Person III	Log Person III
			2 Parameter	3 Parameter			
2	0,0000	105,6	104,4	106,9	103,3	107	106,6
5	0,8416	118,9	118,4	92,9	120,7	119,2	119,5
10	1,2816	125,9	126,4	84,7	132,2	124,8	125,5
20	1,6449	131,7	133,5	77,5	143,3	129,1	130,1
25	1,7507	133,3	135,6	75,3	146,8	130,3	131,3
50	2,0537	138,1	141,9	68,8	157,6	133,6	134,7
100	2,3263	142,4	147,7	62,7	168,3	136,4	137,4
200	2,5758	146,4	153,3	56,8	179	138,8	139,8
500	2,8782	151,2	160,4	49,4	193,1	141,5	142,3
1000	3,0902	154,5	165,6	43,9	203,7	143,3	143,9
10000	3,7190	164,5	181,8	-97,2	239,1	148,2	147,9
Penyimpangan Maksimum		1,68	2,12	-2,19	3,51	1,2	1,24
Delta Kritis (Sig. Level 5%)		32,8	32,8	32,8	32,8	32,8	32,8

Sumber: Analisa Perhitungan, 2023

Dari enam metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana dicari yang mempunyai simpangan terkecil, dalam hal ini adalah metode **Pearson III**.

4.1.3 Analisis Debit Banjir Rencana Dengan Metode Rasional

Perencanaan sistem drainase perkotaan debit banjir rencana dihitung dengan metode rasional yang dihitung menggunakan debit kala ulang 10 tahun. Berdasarkan data $R_{rencana}$ untuk kala ulang 10 tahun dari metode Persone III

diperoleh 124,8 mm/hari. Dengan memasukkan koefisien pengaliran sebesar 0,75 dan koefisien retensi sebesar 0,80 serta luas layanan drainase sebesar 14,44 ha, maka proses perhitungan debit menurut metoda rasional dapat diketahui dengan mengalikan parameter-parameter yang telah ada tersebut. Sehingga debit Drainase Kawasan Industri Terboyo untuk kala ulang 10 tahun yaitu:

$$Q_{10} = 0,75 \times 0,8 \times 124,8 \times 39,0$$

$$= 2920,32 \text{ lt/dtk} = 2,92032 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Tabel 4. Hasil Analisis Debit Banjir Rencana

No	Catment	Luas (ha)	C	CS	I	Debit m3/dtk
1	Drainase J.L. Sringin	39	0,750	0,8	124,8	2,92032
2	Drainase J.L. Sringin 2	14,7	0,750	0,8	124,8	1,100736
3	Drainase Gendong Babon	39,4	0,750	0,8	124,8	2,950272
4	Drainase gang 7	24,1	0,750	0,8	124,8	1,804608
5	Drainase gang 8	30	0,750	0,8	124,8	2,2464

Sumber: Analisa Perhitungan, 2023

4.1.4 Analisis Elevasi Banjir dan Pasang

Dengan uji coba menggunakan software Hec-Ras untuk menghitung simulasi banjir rencana pasang surut dengan metode Rasional[9] $Q_{10} = 2,92 \text{ m}^3/\text{s}$. Simulasi banjir pasang surut menggunakan program Hec-Ras didapat elevasi Muka Air Banjir (MAB) +2.35 m, elevasi Muka Air Normal (MAN) +2.20, elevasi Muka Air Rendah (MAR) +0.20.[7] Perhitungan fenomena pasang kawasan industri terboyo menggunakan data pasang milik PT (Pelindo III) Pelabuhan Tanjung Mas Jawa Tengah. Tipe pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*Mix Tide Prevailing Semidiurnal*), dengan tinggi rata-rata muka air laut berkisar 110 cm, pasang terendah 20 cm dan pasang tertinggi 220 cm.[7]

Tabel 5. Elevasi Muka Air Banjir dan Pasang Surut Air Laut

No	Nama Bagian	Elevasi Banjir Rencana (m)	Elevasi Pasang Surut Laut (m)
1.	Muka Air Banjir (MAB)	+2,35	+2,33
2.	Muka Air Normal	+2,20	+1,10
3.	Muka Air Rendah	+0,20	+0,20

Sumber: Analisa Perhitungan, 2023

5. Kesimpulan

Model konsep penanggulangan banjir dan rob pada kawasan industri terboyo dengan sistem drainase polder, dengan menghitung ketinggian rob menggunakan analisa hidro-oceanografi, menghitung analisa hidrologi dan selanjutnya disimulasikan menggunakan aplikasi HEC-RAS untuk memperoleh ketinggian muka air nbanjir rob. Dengan analisa hidro-oceanografi dengan nilai HHWL (*Highest High Water Level*) = 167 cm, SLR (Kenaikan muka air laut akibat pemanasan global) = 0.25 cm, *Wind Setup* = 20 cm, *Wave Setup* = 20 cm, DWL (*Desain Water Level*) = 2.33 m, Hasil analisa hidrologi dengan *Catment Area* 147,2 Ha menggunakan Q_{10} dapatkan hujan rencana = 124,8 Pearson III dengan Debit keseluruhan 11.02 m³/s, Analisa Hidrolika dengan simulasi banjir pasang surut menggunakan program HEC-RAS didapat elvasi Muka Air Banjir (MAB) +2.35 m.

6. Ucapan Terimakasih

Terima kasih penyusun sampaikan kepada BBWS Pemali Juana, Kontraktor PT. Nindya Karya KSO dan Konsultan Supervisi PT. Yodya Karya KSO, Selaku pemberi support terselesaikanya penyusunan penelitian ini. Penulis utama juga menyampaikan terimakasih kepada pendonor dana Kementrian Riset dan Teknologi (Ristekdikti) yang telah memberikan dana penelitian (LPPM) serta memberikan dukungan moral dan materi. Makalah ini adalah bagian dari penelitian utama yang berjudul *Analisa Skema Pengendalian Sistem Drainase Banjir Rob di Kawasan Industri Terboyo Semarang Jawa Tengah* sebagai penelitian yang berkelanjutan untuk desertasi.

Daftar Pustaka

- Adianti, F. (2023). Pengaruh Tinggi Buka-an Pintu Air Pada Pelimpah Embung Terhadap Karakteristik Aliran (Model Fisik) (Doctoral Dissertation, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa).
- Frahmana, B., Santosa, B., Sipil, J. T., Gunadarma, U., & Gate, D. (2015). Perencanaan bendung gerak dengan pintu air (floodgate) tipe drum gate untuk kontrol banjir pada daerah aliran sungai bendung. **Journal Name**, 6, 6–12.
- Irigasi, D. (1986). Standar Perencanaan Irigasi. Bandung: PT. Galang Persada.
- Mohammed, A. Y., & Khaleel, M. S. (2013). Gate lip hydraulics under sluice gate.
- Pratiwi Adi, H. P., & Wahyudi, S. I. (2018). Tidal Flood Handling through Community Participation in Drainage Management System (A case study of the first water board in Indonesia). *International Journal of Integrated Engineering*, 10(2).
- PUPR. (2017). Modul 8 dasar-dasar perencanaan alur dan bangunan sungai. **Pelatihan Perencanaan Teknik Sungai**, 54.
- Rahayu, N. S., Praseptiangga, D., Nuryanto, A., & Bhagawati, D. (2020). Hydrological analysis of moveable weir planning for tidal flood handling in Cilacap, Central Java.
- Sasongko, D. P. (2014). Menentukan tipe pasang surut dan muka air rencana perairan laut Kabupaten Bengkulu Tengah menggunakan metode Admiralty. **Journal Name**, 6(1), 1–12.
- Taufiq, M., & Kurniawan, W. (2017). Analysis Slope Stability and Seepage Logung Dam–Kudus Central Jawa. In *Proc. of Internasional Conference: Problem, Solution and Development of Coastal and Delta Areas (Semarang)* p (Vol. 129).
- Taufiq, M., Adi, H. P., & Wahyudi, S. I. (2020). Hydrological analysis of moveable weir planning for tidal flood handling in Cilacap, Central Java. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, 930(1).
- Wahyudi, S. I., Adi, H. P., & Schultz, B. (2017). Revitalizing and preparing drainage operation and maintenance to anticipate climate change in Semarang Heritage City. **Journal Name**, 6, 17–26.