

PENANGGULANGAN BANJIR BANJIR SISI *AIRSIDE* BANDAR UDARA INTERNASIONAL JENDERAL AHMAD YANI SEMARANG

Miftakhul Janah , Muhammad Tantowi Jauhari, Ikhwanudin, Mohammad Debby Rizani

Universitas PGRI Semarang, Jl. Sidodadi Timur No.24 Dr.Cipto Semarang

Email : ikhwan_menur@yahoo.com

Abstrak

Semarang merupakan salah satu kota yang sering terjadi bencana banjir akibat cuaca hujan yang sangat tinggi. Hal ini mengakibatkan *runway* bandara Ahmad Yani tergenang air setinggi kurang lebih 50 cm disekitar sisi *airside* yang dapat mengganggu operasional penerbangan. Maka dari itu perlu adanya suatu kegiatan penanggulangan banjir untuk dapat meminimalisir keadaan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui faktor-faktor akibat terjadinya banjir di sisi *airside* bandara Ahmad Yani dan mengetahui rancangan sistem drainase jangka pendek dan jangka panjang. Dalam perhitungan debit banjir rencana (R24) menggunakan data seperti curah hujan, data pengukuran saluran, dan kondisi saluran tersebut. Berdasarkan data tersebut peneliti akan menghitung hujan rencana kala ulang Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, dan Q100 tahun. Untuk menghitung data tersebut kami menggunakan Distribusi Normal, Distribusi Log Normal, Distribusi Log Pearson III, dan Distribusi Gumbel. Kemudian dari perhitungan tersebut dipilih analisa metode Distribusi Gumbel karena lebih mendekati. Berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan metode Rasional maka diperoleh nilai debit banjir puncak (QP) dikala Q2 semua saluran mampu menampung debit banjir rencana, Q5 terdapat 1 saluran tidak mampu menampung yaitu di DU1-P2, Q10 terdapat 1 saluran tidak mampu menampung yaitu di DU1-P2, Q25 terdapat 1 saluran tidak mampu menampung yaitu di DU1-P2, Q50 terdapat 2 saluran tidak mampu menampung yaitu di DU1-P2 dan S1B-P7, Q100 terdapat 2 saluran tidak mampu menampung yaitu di DU1-P2 dan S1B-P7. Untuk rancangan sistem drainase jangka pendek penanggulangan banjir meliputi: perbaikan saluran yang rusak, peningkatan pondasi pagar BRC sisi barat, perbaikan jalan akses stasiun pompa, peningkatan tanggul *airside*, dan operasional pompa. Pada rancangan sistem drainase jangka panjang penanggulangan banjir dilakukan penambahan dimensi saluran drainase di pada sisi *airside* karena terdapat 2 (dua) saluran yang tidak mampu menampung debit rencana pada kala ulang 50 tahun (Q50) dengan penambahan dimensi di saluran DU1-P2 $b = 3,5$ $h = 0,5$ dan S1B-P7 $b = 2,7$ $h = 0,9$.

Kata kunci: Banjir, Ej Gumbel, penanggulangan.

Abstract

Semarang is one of the cities that often occurs flood disaster due to very high rainy weather. This resulted in the Ahmad Yani airport runway being inundated with water as high as approximately 50 cm around the *airside* which could disrupt flight operations. Therefore it is necessary to have a flood prevention activity to minimize the situation. The purpose of this study is to determine the factors resulting from flooding on the *airside* of Ahmad Yani airport and to determine the design of short-term and long-term drainage systems. In calculating the planned flood discharge (R24) using data such as rainfall, channel measurement data, and the condition of the channel. Based on this data, the researcher will calculate the planned rainfall for the Q2, Q5, Q10, Q25, Q50, and Q100 years. To calculate the data, we use the Normal Distribution, Log Normal Distribution, Pearson III Log Distribution, and Gumbel Distribution. Then from these calculations the Gumbel distribution method was chosen because it is closer. Based on data processing using the Rational method, the peak flood discharge value (QP) is obtained when Q2 all channels are able to accommodate the planned flood discharge, Q5 there is 1 channel unable to accommodate, namely in DU1-P2, Q10 there is 1 channel unable to accommodate, namely in DU1-P2, Q25 there are 1 channel that is not able to accommodate, namely in DU1-P2, Q50 there are 2 channels that are unable to accommodate, namely in DU1-P2 and S1B-P7, Q100 there are 2 channels that cannot accommodate, namely in DU1-P2 and S1B-P7. For the short-term drainage system design for flood management, it includes: repairing damaged channels, improving the foundation of the west side BRC fence, repairing pump station access roads, improving *airside* embankments, and pumping operations. In the design of the long-term flood control drainage system, the dimensions of the drainage channel on the *airside* side are added because there are 2 (two) channels that are not able to accommodate the planned discharge at the 50-year return period (Q50) with the addition of dimensions in the channel DU1-P2 $b = 3,5$ $h = 0,5$ and S1B-P7 $b = 2,7$ $h = 0,9$.

Keywords: Flood, Ej Gumbel, prevention.

Pendahuluan

Semarang merupakan salah satu kota metropolitan di Indonesia, segala bentuk aktivitas di dalamnya tidak terlepas dari moda transportasi. Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani adalah salah satu sistem moda transportasi udara yang terletak di Kota Semarang. Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani memiliki potensi besar karena letaknya yang sangat strategis, yaitu berada di Kota Semarang Ibu Kota dari Provinsi Jawa Tengah yang merupakan pusat dari perekonomian, pemerintahan, politik, sosial dan budaya. Pada tanggal 6 Februari 2021 terjadi cuaca ekstrim di Kota Semarang dan sekitarnya curah hujan mencapai 171 milimeter atau setara dengan kurang lebih 50% dari total rata-rata curah hujan dalam sebulan. Hal ini menyebabkan terjadinya banjir setinggi kurang lebih 50 cm disekitar sisi *airside*, sehingga mengakibatkan *runway* bandara Ahmad Yani tergenang air yang dapat mengganggu operasional penerbangan. Terdapat 21 penerbangan yang terdampak baik kedatangan maupun keberangkatan dengan rute penerbangan dari dan ke Jakarta, Pangkalan Bun, Banjarmasin, Surabaya, dan Makassar. Menurut Suripin (2003) banjir adalah suatu kondisi di mana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (palung sungai) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang, sehingga meluap menggenangi daerah (dataran banjir) sekitarnya. Banjir menurut Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah (2002) adalah aliran yang relatif tinggi dan tidak tertampung lagi oleh alur sungai atau saluran. Terkait dengan hal diatas, perlu adanya suatu kegiatan penanggulangan banjir pada sisi *airside* di Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang yang memenuhi spesifikasi teknis dan standar operasional. Dengan adanya perencanaan penanggulangan banjir ini diharapkan dapat meminimalisir adanya genangan disekitar sisi *airside*. Sehingga tidak mengganggu operasional penerbangan di Bandara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang.

Metode Penelitian

Lokasi penelitian penanggulangan banjir sisi *airside* Bandar Udara Internasional Jenderal Ahmad Yani Semarang ini berada di Kelurahan Tambakharjo, Kecamatan Semarang Barat, Kota Semarang, Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini menggunakan metode disrtibusi Log Person III dan metode distribusi Ej Gumbel.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Metode penelitian adalah menganalisa terjadinya banjir dan upaya penanggulangannya. Data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Analisa data yang dilakukan meliputi sebagai berikut :

- Analisa Hidrologi , untuk menentukan debit rencana akibat curah hujan yang tinggi.
- Analisa hidraulika, analisa Hidraulika digunakan untuk menganalisa kapasitas saluran.

Hasil dan Pembahasan

1. Data curah hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini direncanakan selama 10 tahun kebelakang yaitu sejak 2011 hingga 2020.

2. Curah Hujan Rancangan

Data yang digunakan untuk perhitungan curah hujan harian maksimum (R24 Maksimum) pada tahun 2011 hingga 2020.

Untuk menghitung nilai curah hujan maksimum tahunan dapat dihitung menggunakan metode Gumbel. Cara tersebut digunakan untuk menghitung luas daerah dari stasiun yang bersangkutan yaitu stasiun Simongan, Kota Semarang. Besar curah hujan yang digunakan adalah curah hujan harian maksimum, berikut ini adalah tabel dari curah hujan maksimum:

Tabel 1 Data Hujan Harian Maksimum Stasiun Simongan

Bulan	Curah Hujan Maksimum
Tahun	
2011	83
2012	80
2013	111
2014	125
2015	177
2016	98
2017	126
2018	123
2019	105
2020	139

Berdasarkan data di atas, terdapat curah hujan maksimum pada Stasiun Simongan tertinggi yaitu pada tahun 2020 sebesar 139 mm sedangkan curah hujan terendah pada tahun 2012 sebesar 80 mm. Perhitungan curah hujan menggunakan metode Gumbel. Setelah mendapatkan besarnya luas area dan persentase perstasiun hujan, kemudian akan dilakukan perhitungan curah hujan rencana dari stasiun hujan. Analisa Frekuensi terdapat beberapa jenis distribusi statistik yang nantinya akan dipergunakan dalam penentuan besaran suatu curah hujan rencana, berikut adalah jenis distribusi frekuensinya : a. Distribusi Normal, b. Distribusi Log Normal, c. Distribusi Log Pearson Type III, d. Distribusi Gumbel.

Tabel 2 Rekapitulasi Hasil Analisa Curah Hujan Rencana Maksimum

No	Periode Ulang (T) Tahun	Normal	Log Normal	LogPersonIII	Ej Gumbel
1	2	116.70	116.70	112.86	112.83
2	5	140.67	133.63	138.67	146.89
3	10	153.23	143.46	155.13	169.44
4	25	163.50	152.04	175.42	197.94
5	50	175.20	162.43	190.22	219.08
6	100	183.20	169.94	204.89	240.07

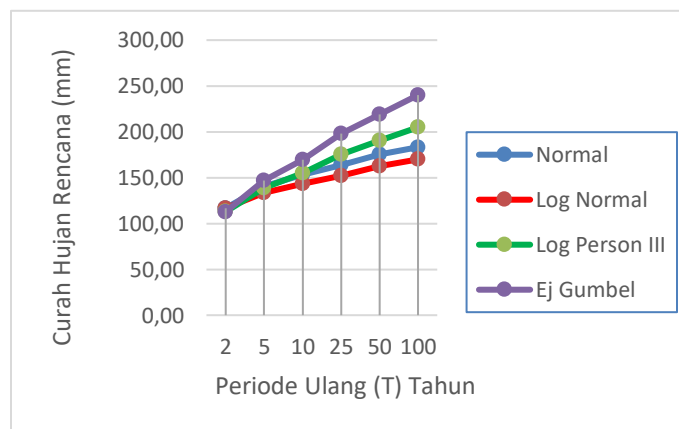
Dari hasil analisa distribusi frekuensi hujan tersebut dengan menggunakan berbagai metode, maka metode yang akan digunakan adalah distribusi Ej Gumbel yang paling mendekati dari metode yang lain sehingga data ini yang dipergunakan dalam analisa selanjutnya. Uji kecocokan antara Metode Log Pearson Tipe III dengan Metode Ej Gumbel, menggunakan uji Chi-Square.

Analisis Debit Banjir

Langkah-langkah dalam menentukan debit banjir menggunakan metode Rasional adalah sebagai berikut:

1. Intensitas curah hujan

Intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan rumus Mononobe apabila data curah hujan jangka pendek tidak tersedia dan hanya ada data curah hujan harian. Hasil perhitungan intensitas hujan dengan durasi dan periode ulang tertentu dihubungkan ke dalam sebuah kurva *Intensity Duration Frequency* (IDF). Kurva IDF merupakan kurva yang memperlihatkan hubungan antara durasi dan intensitas hujan yang selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk menghitung debit puncak dengan Metode Rasional. Kurva IDF terdapat pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2 Grafik Intensitas Curah Hujan Jam-Jaman

Dari Gambar 2 terlihat bahwa intensitas curah hujan yang tinggi berlangsung dengan durasi pendek. Hal ini menunjukkan bahwa hujan deras pada umumnya terjadi dalam waktu singkat.

namun hujan tidak deras ketika berlangsung dalam waktu lama. Interpretasi kurva IDF diperlukan untuk menentukan debit banjir rencana menggunakan Metode Rasional. Adapun hasil perhitungan intensitas curah hujan yang terdapat pada Tabel 3.

Tabel 3 Perhitungan Intensitas Curah Hujan Jam-Jaman

Lama Hujan (t) jam	Intensitas Curah hujan (jam/mm) dengan priode ulang (Tr)					
	Tr=2 Tahun	Tr=5 Tahun	Tr=10 Tahun	Tr=25 Tahun	Tr=50 Tahun	Tr=100 Tahun
	112.83	146.89	169.44	197.94	219.08	240.07
1	39.12	50.93	58.74	68.62	75.95	83.23
2	24.64	32.08	37.01	43.23	47.85	52.43
3	18.81	24.48	28.24	32.99	36.51	40.01
4	15.52	20.21	23.31	27.23	30.14	33.03
5	13.38	17.42	20.09	23.47	25.98	28.46
6	11.85	15.42	17.79	20.78	23.00	25.21
7	10.69	13.92	16.05	18.75	20.76	22.74
8	9.78	12.73	14.69	17.16	18.99	20.81
9	9.04	11.77	13.58	15.86	17.55	19.24
10	8.43	10.97	12.66	14.78	16.36	17.93
11	7.91	10.30	11.88	13.87	15.36	16.83
12	7.46	9.72	11.21	13.09	14.49	15.88
13	7.08	9.21	10.62	12.41	13.74	15.05
14	6.73	8.77	10.11	11.81	13.08	14.33
15	6.43	8.37	9.66	11.28	12.49	13.68
16	6.16	8.02	9.25	10.81	11.96	13.11
17	5.92	7.70	8.88	10.38	11.49	12.59
18	5.70	7.41	8.55	9.99	11.06	12.12
19	5.49	7.15	8.25	9.64	10.67	11.69
20	5.31	6.91	7.97	9.31	10.31	11.30
21	5.14	6.69	7.72	9.02	9.98	10.93
22	4.98	6.49	7.48	8.74	9.67	10.60
23	4.84	6.30	7.26	8.48	9.39	10.29
24	4.70	6.12	7.06	8.25	9.13	10.00

Perhitungan Kapasitas Tampung Saluran Drainase

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan didapatkan data saluran primer dan saluran sekunder dan dari perhitungan di dapatkan data kapasitas tampungan saluran drainase sebagai berikut:

Tabel 4 Perhitungan Kapasitas Tampung Saluran Drainase

No	Nama Saluran	b (m)	h (m)	w	Panjang (m)	Area (m ²)	m	n	A (m ²)	Keliling Basah (m)	Jari2 Hidraulis (m)	V (m/det)	Tampung Saluran m ³ /det
1	DR17-DU1	0.75	1	0.1	238.7	2,387	0	0.025	0.75	2.75	0.273	0.752	0.564
2	DU1_5	0.9	0.7	0.05	944.7	9,447	1	0.025	1.12	2.30	0.487	1.107	1.240
3	DU2_1	3	0.15	0.8	2011	20,110	1	0.025	0.47	3.30	0.143	0.490	0.231
4	DU3_1	1.1	0.8	0.3	439.5	4,395	1	0.025	1.52	2.70	0.563	1.220	1.854
5	U3-U2	2	1.1	1	101.5	1,015	1	0.025	3.41	4.20	0.812	1.557	5.309
6	U2-S3B_1	1.6	0.4	0.2	295	4,425	1	0.025	0.80	2.40	0.333	0.860	0.688
7	DU2-P5	3.9	1	0.6	15	150	0	0.025	3.90	5.90	0.661	1.357	5.294
8	S2C-TERM	2.5	0.8	0.2	1068.1	16,022	1	0.025	2.64	4.10	0.644	1.334	3.521
9	DS2_B	1.4	0.9	0.15	466.8	4,668	1	0.025	2.07	3.20	0.647	1.338	2.770
10	DS2_C	3.2	0.8	0.2	284.9	1,994	1	0.025	3.20	4.80	0.667	1.365	4.368
11	DS1_B_1	0.6	0.6	0.2	1282.5	12,825	1	0.025	0.72	1.80	0.400	0.971	0.699
12	S1B-P7_1	2.6	0.9	0.1	73.8	1,107	0	0.025	2.34	4.40	0.532	1.174	2.748
13	DS2_D	3.1	0.15	0.65	353.2	2,472	1	0.025	0.49	3.40	0.143	0.490	0.239
14	DS1_C_1	3	0.5	0.2	532.1	5,321	1	0.025	1.75	4.00	0.438	1.031	1.804
15	DS3_B	3.1	0.9	0.8	1151	17,265	1	0.025	3.60	4.90	0.735	1.457	5.243
16	DS3_A_1	2.2	0.25	0.4	311.4	2,273	1	0.025	0.61	2.70	0.227	0.665	0.408
17	DS2_A	2.7	0.5	0.3	159.7	1,278	1	0.025	1.60	3.70	0.432	1.023	1.637
18	DS1_A_1	0.75	0.25	0.05	322.8	3,228	1	0.025	0.25	1.25	0.200	0.612	0.153
19	DS1A-DU1	1	0.6	0.15	142.3	2,135	1	0.025	0.96	2.20	0.436	1.029	0.988
20	DU1_P2	2	0.5	1	48	720	1	0.025	1.25	3.00	0.417	0.998	1.247
21	31-DU1_1	2.4	0.5	0.3	1175.6	7,054	1	0.025	1.45	3.40	0.426	1.014	1.470
22	31-P3_1	2.4	0.9	0.3	220.6	2,647	1	0.025	2.97	4.20	0.707	1.420	4.217

Dari hasil Q rencana debit banjir dan Q analisa tampung penampung diatas dibuat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase dengan menggunakan Metode Rasional seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 5 Perhitungan Debit Rencana Q 50 Tahun

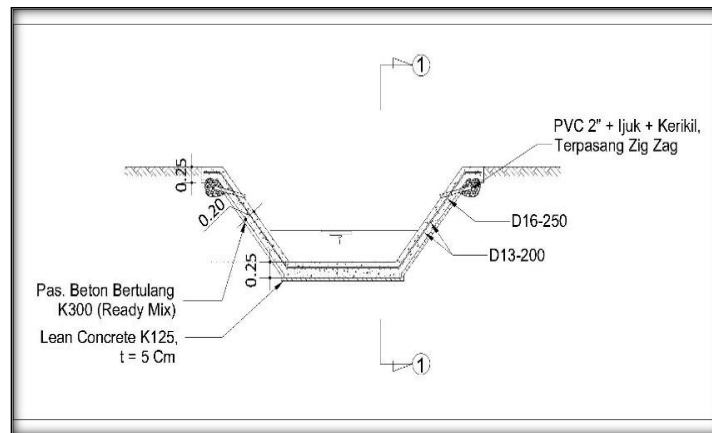
No	Nama Saluran	C	I	A (m ²)	Tampung Saluran m ³ /det	Q 50 th (m ³ /det)	Keterangan
1	DR17-DU1	0.278	0.6	3.32	0.75	0.564	Mampu
2	DU1_5	0.278	0.6	1.31	1.12	1.240	Mampu
3	DU2_1	0.278	0.6	0.81	0.47	0.231	Mampu
4	DU3_1	0.278	0.6	2.18	1.52	1.854	Mampu
5	U3-U2	0.278	0.6	5.76	3.41	5.309	Mampu
6	U2-S3B_1	0.278	0.6	2.87	0.80	0.688	Mampu
7	DU2-P5	0.278	0.6	4.44	3.90	5.294	Mampu
8	S2C-TERM	0.278	0.6	1.20	2.64	3.521	Mampu
9	DS2_B	0.278	0.6	2.09	2.07	2.770	Mampu
10	DS2_C	0.278	0.6	2.91	3.20	4.368	Mampu
11	DS1_B_1	0.278	0.6	1.08	0.72	0.699	Mampu
12	S1B-P7_1	0.278	0.6	7.18	2.34	2.748	Tidak Mampu
13	DS2_D	0.278	0.6	2.57	0.49	0.239	Mampu
14	DS1_C_1	0.278	0.6	1.93	1.75	1.804	Mampu
15	DS3_B	0.278	0.6	1.14	3.60	5.243	Mampu
16	DS3_A_1	0.278	0.6	2.78	0.61	0.408	Mampu
17	DS2_A	0.278	0.6	4.31	1.60	1.637	Mampu
18	DS1_A_1	0.278	0.6	2.72	0.25	0.153	Mampu
19	DS1A-DU1	0.278	0.6	4.65	0.96	0.988	Mampu
20	DU1_P2	0.278	0.6	9.61	1.25	1.247	Tidak Mampu
21	31-DU1_1	0.278	0.6	1.14	1.45	1.470	Mampu
22	31-P3_1	0.278	0.6	3.44	2.97	4.217	Mampu

Dari hasil perhitungan debit rencana menggunakan metode rasional dengan kala ulang 50 tahun (Q50) dan kala ulang 100 tahun (Q100) didapatkan hasil bahwa terdapat 2 (dua) saluran yang dinyatakan tidak mampu menampung debit rencana banjir yaitu saluran DU1_P2 dan S1B-P7_1. Maka, perlu dilakukan perencanaan ulang.

Rancangan jangka pendek

1. Perbaikan Saluran

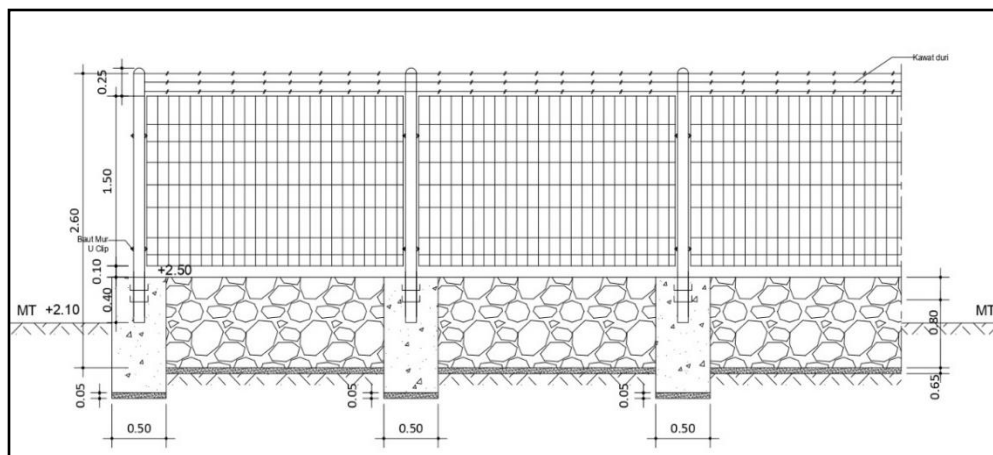
Dari hasil pengamatan didapatkan beberapa saluran drainase yang rusak akibat faktor usia yang merupakan salah satu permasalahan saluran drainase eksisting dimana dapat menghambat aliran. Oleh karena itu, perbaikan saluran yang rusak merupakan cara dalam menanggulangi banjir agar saluran kembali normal dalam pengalirannya.



Gambar 3 Potongan Melintang Desain Saluran Drainase Bandara

2. Peningkatan Pondasi Pagar BRC Sisi Barat

Peningkatan pondasi pagar BRC (*British Reinforced Concrete*) merupakan salah satu upaya dalam rancangan penanggulangan banjir di bandara Ahmad Yani. Peningkatan pondasi pagar BRC disisi barat bandara perlu dilakukan karena berkaitan terhadap meluapnya air yang ada di sekitar bandara. Meningkatnya muka air laut yang mencapai area bandara akan semakin berdampak buruk apabila terjadi cuaca ekstrem. Peningkatan pondasi pagar disesuaikan dengan

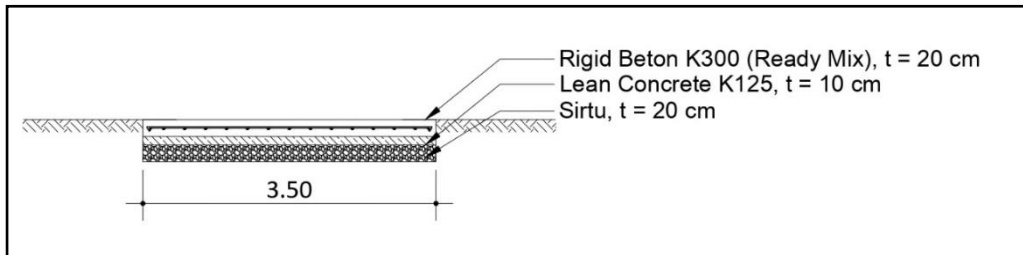


ketinggian maksimum pagar sehingga masih dalam nilai elevasi aman dalam area bandara.

Gambar 4 Potongan Desain Pondasi Pagar BRC

3. Perbaikan Jalan Akses Pompa

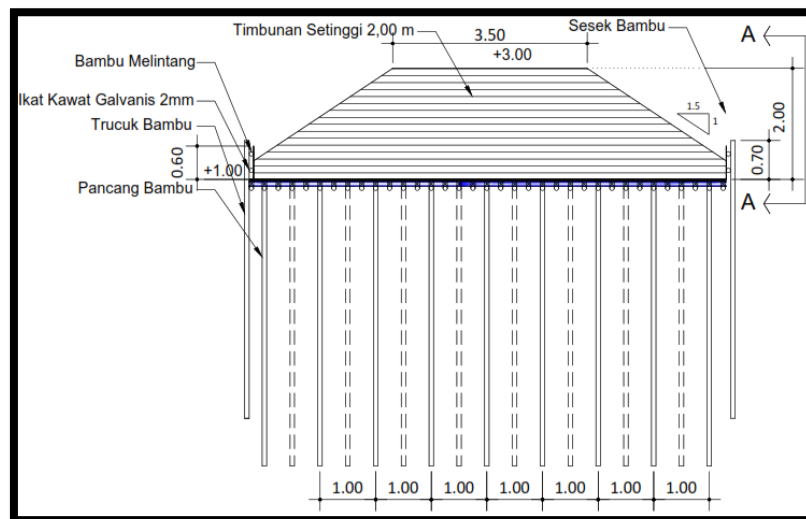
Perbaikan jalan akses menuju stasiun pompa merupakan hal yang perlu diperhatikan. Hal ini berkaitan dengan operasional pompa yang menjadi salah satu kunci dalam mencegah terjadinya banjir di *airside* bandara. Selain itu, jalan akses juga diperlukan dalam melakukan pemeliharaan pompa-pompa yang ada sehingga keadaan pompa selalu optimal. Jalan akses yang perlu diperbaiki meliputi jalan akses menuju stasiun pompa. Perbaikan dilakukan menggunakan rigid beton K300 (*ready mix*).



Gambar 5 Potongan jalan akses Pompa

4. Peningkatan Tanggul Airside Bandara

Peningkatan tanggul pada sisi *airside* menjadi salah satu upaya dalam menanggulangi masuknya air yang berasal dari sungai Kalimati. Peningkatan ini dilakukan karena naiknya muka air laut yang semakin tinggi akibat pengaruh fenomena pasang surut. Pasang surut yang terjadi pada area *airside* bandara Ahmad Yani mencapai batas, kenaikan air tersebut dinilai sangat mengkhawatirkan terhadap keamanan lokasi *runway* bandara.



Gambar 6 Desain Rencana Tanggul

5. Operasional Pompa

Operasional pompa dikategorikan sebagai program darurat yang berfungsi untuk mengantisipasi adanya peristiwa curah hujan yang tinggi. Program ini dibuat untuk stasiun pompa agar dapat memaksimalkan kinerja sistem pompa yang ada.

Rancangan Jangka Panjang

1. Penambahan Dimensi Saluran

Perbaikan dan penambahan dimensi saluran drainase bandara Ahmad Yani dilakukan berdasarkan kapasitas dimensi saluran yang tersedia saat ini. Dimensi saluran disesuaikan dengan kemampuannya dalam mengalirkan debit aliran dengan curah hujan kala ulang 50 tahun (Q50). Terdapat 2 titik lokasi saluran yang tidak mampu menampung debit rencana.

Tabel 6 Hasil Perhitungan Penambahan Dimensi Saluran

No. Saluran	Luas Permukaan (A) m ²	Keliling Basah (P) m ²	Jari-jari hidraulis (R) m ²	Kecepatan Manning (V) m/detik	Kapasitas Tampung (Q) m ³ /detik
S1B-P7	2,43	4,5	0,54	1,186	2,883
DU1-P2	2	4,5	0,444	1,042	2,084

Kesimpulan

1. Berdasarkan analisa diatas faktor-faktor yang menyebabkan banjir yaitu intensitas curah hujan yang tinggi sehingga menyebabkan terjadinya kenaikan muka air laut yang menyebabkan saluran tidak mampu menampung, terdapat beberapa saluran drainase yang rusak sehingga aliran tidak maksimal, terjadinya kenaikan muka air sungai dan laut yang memasuki area bandara Ahmad Yani.
2. Rancangan sistem drainase jangka pendek bandara Ahmad Yani yaitu meliputi: perbaikan saluran yang rusak, peningkatan pondasi pagar BRC sisi barat, perbaikan jalan akses stasiun pompa, peningkatan tanggul *airside* dan operasional pompa. Sedangkan untuk rancangan sistem drainase jangka panjang bandara Ahmad Yani yaitu melakukan penambahan dimensi pada saluran yang tidak mampu menampung debit rencana pada kala ulang 50 tahun (Q50) yaitu terdapat pada saluran S1B-P7 dan saluran DU1-P2. Untuk penambahan dimensi saluran S1B-P7 yaitu $b=2,7$ m dan $h=0,9$ m dan kapasitas tampung saluran menjadi $Q = 2,883$ m³/detik. Sedangkan, Untuk penambahan dimensi saluran DU1-P2 yaitu $b=3,5$ m dan $h=0,5$ m dan kapasitas tampung saluran menjadi $Q = 2,084$ m³/detik.

DAFTAR PUSTAKA

- Almahera, D., Lukman, A., & Harahap, R. (2020). Evaluasi Sistem Drainase Area Sisi Udara (Airside) Bandar Udara Internasional Kualanamu Deli Serdang. *ISSN : 2598-3814 (Online)*, 152-158.
- Handayani, R. (2018). Studi Sistem Jaringan Drainase Pada Landasan Pacu. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil, II*, 51-60.
- Haryono, M. S. (1999). *Drainase Perkotaan*. Jakarta: Pradnya Paramitha.
- Kafi, A. A., Heriyanto, Y., & Kurniani, D. (2018). Perencanaan Sistem Drainase Pada Pengembangan Bandara Ahmad Yani Semarang. *Jurnal Karya Teknik Sipil, VII*, 39-49.

- Suripin. (2003). *Sistem Drainase Kota yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi.
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: 2004.
- Triatmodjo. (1993). *Drainase Perkotaan*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Triatmodjo. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Nomleni.
- Wesli. (2008). *Drainase Perkotaan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.