

ANALISA STABILITAS BANGUNAN INTAKE (STUDI KASUS: JL. BUDI RAYA, JAKARTA BARAT)

Hafiz Abdillah^{1*}, Aryaditya J.P², Dine Agustine³

^{1,2}Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh-Yusuf Tangerang, ³Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh-Yusuf Tangerang

Jl. Maulana Yusuf No.10, RT.001/RW.003, Babakan, Kec. Tangerang, Tangerang, Banten

*Co Responden Email: hafiz.abdillah@unis.ac.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis stabilitas suatu bangunan intake. Bangunan intake ini terletak di kecamatan kebon jeruk Jakarta barat. Bangunan intake ini berada di aliran sungai grogol. Dalam studi kasus ini, metodologi yang digunakan adalah pertama kali menghitung gaya yang bekerja terhadap tubuh pada bangunan intake. Kekuatan itu suatu bentuk dari tekanan tanah, up-lift. Setelah mendapatkan data kemudian kekuatan ini terakumulasi dalam empat komponen, mereka adalah vertical, horizontal, tahan guling, tahan geser dan momen pada gaya yang bekerja. Data masukan pada penelitian ini adalah data hidrologi, data tanah, dan bangunan intake menggambar desain. Sedangkan faktor keamanan terhadap angka guling dan geser untuk meningkatkan faktor keamanan. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah 1,5 untuk geser dan 1,6 untuk guling, 8,6 untuk tanah. Kedua hasil itu lebih dari stabilitas yang dipersyaratkan dengan faktor keamanan. Kesimpulan bangunan intake stabil terhadap geser, guling dan tanah.

Kata kunci: hidrologi, intake, stabilitas

Abstract

The purpose of this study was to analyze the stability of an intake building. This intake building is located in the district of Kebon Jeruk, West Jakarta. This intake building is located on the Grogol River. In this case study, the methodology used is to first calculate the force acting on the body on the intake structure. Strength is a form of ground pressure, up-lift. After getting the data then this force is accumulated in four components, they are vertical, horizontal, overturning resistance, shear resistance and moment on the acting force. The input data in this study are hydrological data, soil data, and intake building drawing designs. Meanwhile, the safety factor for rolling and sliding figures is to increase the safety factor. The results obtained in this study were 1.5 for shear and 1.6 for overturning, 8.6 for soil. Both results are more than the required stability with a safety factor. In conclusion, the intake building is stable against shear, overturning and soil.

Keywords: hydrology, intake, stability

1. PENDAHULUAN

Hujan merupakan fenomena alam yang apabila air hujan tidak dikelola secara optimal akan menimbulkan bencana alam salah satunya adalah banjir. Peristiwa banjir diawali dengan timbulnya genangan, kemudian sejalan dengan meningkatnya debit volume air dapat berubah menjadi suatu peristiwa yang biasa disebut dengan banjir. Permasalahan banjir yang kerap terjadi di Jl. Budi Raya, Jakarta Barat. Untuk itu mencegah adanya banjir diperlukan sebuah

bangunan air. Yang dimana fungsi dari bangunan air bisa menjaga elevasi normal serta tinggi. Salah satu bangunan air yang bermanfaat pada permasalahan Jl. Budi Raya yaitu Bangunan Intake.

Bangunan Intake adalah suatu banguann yang dibuat sedemikian rupa pada sisi suatu sumber air (sungai) yang berfungsi untuk menjaga elevasi air Ketika normal dan tinggi. Pada konsep bangunan intake ini akan dibantu

oleh pintu air yang sebagaimana cara kerjanya dinaikkan dan diturunkan secara manual.

Dalam bangunan intake ini akan menganalisis kestabilan pada bangunan intake harus memenuhi persyaratan stabilitas yang menjadi salah satu syarat penting untuk menjamin pada kemampuan si tubuh bangunan intake dalam kondisi muka air normal dan muka air banjir.

2. METODOLOGI

Langkah awal dari penelitian ini adalah menentukan curah hujan rencana dengan menggunakan 3 metode perhitungan, yaitu:

1. Metode Distribusi Normal
2. Metode Distribusi Gumbel
3. Metode Distribusi Log Person Type III

Hujan yang terjadi secara relative meliputi: intensitas (i), durasi (t), tinggi (d), pada frekuensi dan luas daerah aliran sungai. Parameter statistic data curah hujan yang perlu diperkirakan untuk pemilihan distribusi yang sesuai dengan perhitungan data sebagai berikut:

1. Rata-rata

$$\bar{X} = \frac{x}{n} \quad (1)$$

2. Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2)$$

3. Koefisien *Skewness* (Cs)

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (3)$$

4. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{S^4} \quad (4)$$

(1), (2), (3), (4)

Dengan:

\bar{X} = Rata-rata (mm)

S = Standar Deviasi (mm)

Cs = Koefisien *Skewness*

Ck = Koefisien Kurtosis

Setelah metode perhitungan distribusi curah hujan rencana ditentukan, langkah selanjutnya ada melakukan perhitungan debit rencana dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu. Metode ini

memperhitungkan suatu aliran dari Daerah Aliran Sungai (DAS) dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{3.6(0.3T_p + T_{0.3})} \quad (4)$$

(4)

Dengan:

Q_p = Debit air dalam 10 tahun (m³/det)

R_o = Hujan satuan (mm)

A = Luat Daerah Aliran Sungai (km²)

C = Koefisien pengaliran (mm)

T_p = Tengang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0.3}$ = Depresiasi aliran (jam)

Di dalam menentukan perencanaan bangunan intake, diperlukan juga perencanaan tinggi muka air di atas mercu bangunan intake. Tinggi dari muka air tersebut dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$Q = cd^{\frac{2}{3}} \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot \left(h^{\frac{2}{3}}\right) \quad (5)$$

(5)

Dengan:

Q = Debit banjir (m³/det)

cd = Koefisien

b = Lebar bangunan intake (m)

g = Gravitasi (9.8m/det²)

T_p = Tengang waktu dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam)

$T_{0.3}$ = Depresiasi aliran (jam)

Setelah didapatkan dimensi bangunan intake, bangunan tersebut dihitung kestabilan terhadap:

1. Guling

Hasil dari semua gaya yang bekerja pada bagian bangunan atas bidang horizontal dibanding dengan gaya momen yang terjadi, dengan faktor aman:

$$\frac{\epsilon_{MT}}{\epsilon_{MG}} \geq 1.5 \quad (6)$$

(6)

Dengan:

ϵ_{MT} = Total momen tahan

ϵ_{MG} = Total momen guling

2. Geser

Hasil perbandingan antara jumlah gaya vertikal dengan jumlah gaya yang bekerja pada horizontal harus lebih besar dari nilai keamanan yang telah ditentukan sebesar:

$$\frac{eV}{eH} \geq 1.5 \quad (7)$$

Dengan:

eV = Total gaya vertikal

eH = Total gaya horizontal

3. Syarat terhadap tekanan tanah

Faktor aman terhadap tidak turun kapasitas dukung didefinisikan pada persamaan sebagai berikut:

$$SF = \frac{qu}{q} \geq 3 \quad (8)$$

Dengan:

SF = Faktor aman

qu = Nilai tekan tanah (ton/m²)

q = Beban gaya vertikal (ton/m²).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut data hidrologi curah hujan di Jakarta Barat dalam kurun waktu 10 tahun terakhir.

Tabel 1

Curah Hujan Jakarta Barat 10 Tahun Terakhir

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agu	Sep	Okt	Nov	Des	Max (mm)
2012	26	16	39	101	31	22	1	0	4	30	37	29	101
2013	135	74	61	56	71	32	60	29	24	6	45	76	135
2014	104	97	96	82	13	23	37	35	23	11	26	89	104
2015	79	128	27	46	20	88	0	3	0	9	20	48	128
2016	164	517	350	204	156	202	259	227	237	137	200	58	517
2017	214	520	138	156	135	138	119	0	165	112	195	254	520
2018	215	431	188	159	16	12	14	33	62	133	140	52	431
2019	382	270	327	194	47	23	0	0	0	1	50	263	382
2020	692	1043	220	182	50	21	87	101	151	208	87	134	1043
2021	333	604	204	252	204	79	36	80	113	182	134	172	604
Jumlah													3965
Rata-rata													396.5

Sumber: data diolah

Perhitungan nilai curah hujan dalam bentuk statistik dengan Metode Distribusi Normal, Gumbel dan dalam bentuk logaritma menggunakan Metode Distribusi Log Person Type III.

Tabel 2

Perhitungan Distribusi Normal dan Gumbel

Tahun	X_i	X	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
2012	101	396.5	-295.5	87320.3	-2.580E+07	7.625E+09
2013	135	396.5	-261.5	68382.3	-1.788E+07	4.676E+09
2014	104	396.5	-292.5	85556.3	-2.503E+07	7.320E+09
2015	128	396.5	-268.5	72092.3	-1.936E+07	5.197E+09
2016	517	396.5	120.5	14520.3	1.750E+06	2.108E+08
2017	520	396.5	123.5	15252.3	1.884E+06	2.326E+08
2018	431	396.5	34.5	1190.3	4.106E+04	1.417E+06

Tahun	X_i	X	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$	
2019	382	396.5	-14.5	210.3	-3.049E+03	4.421E+04	
2020	1043	396.5	646.5	417962.3	2.702E+08	1.747E+11	
2021	604	396.5	207.5	43056.3	8.934E+06	1.854E+09	
Jumlah					805542.5	1.948E+08	2.018E+11

Sumber: data diolah

Dari data di atas, nilai untuk nilai C_s dan C_k , berdasarkan metode distribusi Normal dan Gumbel, dapat ditentukan sebagai berikut:

Standar deviasi (S):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{805542.5}{10-1}} = 299.2$$

Koefisien Kemencengan (Cs):

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (x_i - x)^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$= \frac{10 (1.948E + 08)}{(10-1)(10-2)299.2^3}$$

$$= 1.010$$

Koefisien Kurtosis (Ks):

$$Ck = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - x)^4}{S^4}$$

$$Ck = \frac{1}{10} (2.018E + 11)$$

$$= 2.519$$

Tabel 3
Perhitungan Distribusi Normal dan Gumbel

Tahun	Xi	Log Xi	Log X	Log Xi-log X	(Log Xi-log X)^2	(Log Xi-log X)^3
2012	101	2.00	2.470	-0.466	0.217	-0.101
2013	135	2.13	2.470	-0.340	0.116	-0.039
2014	104	2.02	2.470	-0.453	0.206	-0.093
2015	128	2.11	2.470	-0.363	0.132	-0.048
2016	517	2.71	2.470	0.243	0.059	0.014
2017	520	2.72	2.470	0.246	0.060	0.015
2018	431	2.63	2.470	0.164	0.027	0.004
2019	382	2.58	2.470	0.112	0.012	0.001
2020	1043	3.02	2.470	0.548	0.300	0.164
2021	604	2.78	2.470	0.311	0.096	0.030
Jumlah	3965.0	24.70		0.000	1.226	-0.052
Rata-rata (X)	396.5	2.470				

Sumber: data diolah

Dari data di atas, nilai untuk nilai Cs dan Ck, berdasarkan metode distribusi Normal dan Gumbel, dapat ditentukan sebagai berikut:

Standar deviasi (S):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{1.226}{10-1}} = 0.369$$

Koefisien Kemencengan (Cs):

$$Cs = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log X)^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$= \frac{10 (-0.052)}{(10-1)(10-2)0.369^3}$$

$$= -0.145$$

Tabel 4
Hasil Perhitungan Parameter Cs dan Ck

Nama Metode	Syarat	Hasil Hitungan	Kesimpulan Syarat
Normal	Cs = 0	Cs = 1.010	Tidak memenuhi
	Ck = 3	Ck = 2.519	
Gumbel	Cs ≤ 1.1396	Cs = 1.210	Tidak memenuhi
	Ck ≤ 5.4002	Ck = 2.519	
Log Person Type III	Cs ± 0	Cs = -0.145	Memenuhi

Sumber: data diolah

Berdasarkan dari hasil syarat yang sudah ditentukan maka dalam pemilihan akan dipergunakan metode Log Person Type III dikarenakan hasil perhitungan secara manual telah memenuhi syarat.

Berikut hasil perhitungan tinggi hujan rencana dengan menggunakan metode distribusi Log Person Type III.

Tabel 5
Tinggi Hujan Rencana dengan Metode Distribusi Log Person Type III

Tahun	KTR	XT (mm)
2	0.079	95.22
5	0.842	277.63
10	1.264	479.33
50	1.974	112.86
100	2.217	148.91

Sumber: data diolah

Setelah didapatkan tinggi hujan rencana, maka dilakukan perhitungan debit banjir rencana dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu dengan menghitung distribusi hujan jam-jaman dan hujan efektif terlebih dahulu menggunakan data-data teknis pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Grogol sebagai berikut:

Luas DAS (A) = 32.08 km²
Panjang Sungai (L) = 23.45 km

Koefisien Pengaliran (C) = 0.44 m
Hujan rerata (Ro) = 1 mm

Tabel 6
Distribusi Curah Hujan Jam-Jaman

Jam ke (Ti)	Rt'	Distribusi Hujan (%)
1	0.585	59
2	0.151	15
3	0.101	10
4	0.085	8
5	0.072	7

Sumber: data diolah

Kemudian dilakukan perhitungan hujan efektif berdasarkan data distribusi curah hujan jam-jaman pada Tabel 6 di atas untuk mendapatkan nilai maksimum curah hujan (CH) rencana. Dari tabel di bawah, didapatkan debit curah hujan rencana 10 tahun sebesar 1364.18m^3

Tabel 7
Curah Hujan Efektif dan Curah Hujan Rencana

CH Rencana		R2th	R5th	R10th	R50th	R100th
		356.89	707.55	934.37	1440.12	1654.68
Rn		157.03	311.32	1364.18	2102.57	2415.83
T (jam)	Distribusi	CH Efektif (mm)				
1	0.585	91.80	182.12	240.50	370.68	420.90
2	0.151	23.71	47.00	62.07	95.68	100.93
3	0.101	15.86	31.44	41.52	63.00	73.53
4	0.085	13.34	26.46	34.94	53.86	61.88
5	0.072	11.30	22.41	29.60	45.62	52.41

Sumber: data diolah

Kemudian dihitung debit puncak banjir dengan menggunakan rumus Nakayasu sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{C.A.R_o}{3.6(0.3T_p + T_{0.3})}$$

$$Q_p = \frac{0.44 \times 32.08 \times 1.0}{3.6((0.3 \times 2.46) + 2.44)}$$

$$= 1.234 \text{ m}^3/\text{det}$$

Nilai debit puncak DAS Grogol, Jakarta Barat adalah $1.234 \text{ m}^3/\text{det}$.

Perencanaan tinggi muka air di atas mercu bangunan intake adalah sebagai berikut:

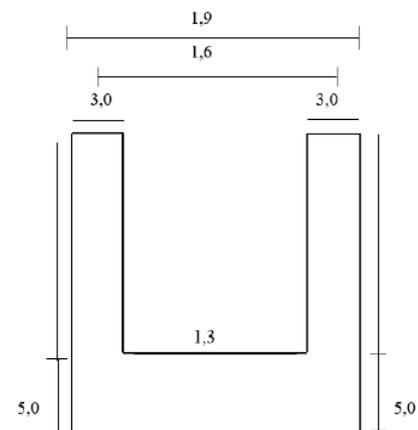
$$Q_{10} = c_a^{\frac{2}{3}} \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot \left(h^{\frac{2}{3}}\right)$$

$$1364.18 = 0.75^{\frac{2}{3}} \times 4.5 \times \sqrt{2 \times 9.81} \times \left(h^{\frac{2}{3}}\right)$$

$$h = 0.46 \text{ m.}$$

Setelah didapatkan tinggi muka air pada mercu bangunan intake, dilakukan perhitungan berat sendiri bangunan intake dengan ukuran sebagai berikut:

- Lebar Total : 1.90 m
- Jumlah Pilar : 2 pilar
- Jumlah Pintu : 1 pintu
- Tinggi Pintu : 2.45 m
- Lebar Pintu : 1.50 m
- Tinggi Pintu + Sponing : 3.45 m
- Tinggi muka air: 0.46 m
- Jenis Tanah : Tanah Lempung
- Debit Puncak : $1.83 \text{ m}^3/\text{det}$



Gambar 1. Tampak Depan Bangunan Intake

Berikut adalah perhitungan dari gaya-gaya yang bekerja pada pilar pada saat kondisi muka air normal dan banjir dengan perbedaan tinggi muka air pada saat banjir dan normal adalah 0.95 m dan 1.08 m (data yang sudah diolah).

Perhitungan Stabilitas Intake

Dari data-data yang telah didapatkan di atas, maka dilakukan perhitungan stabilitas intake sebagai berikut:

Tabel 8
Reaksi yang Bekerja pada Bangunan Intake
Kondisi Normal

No	Gaya yang Terjadi	H (Ton)	V (Ton)	M. Guling (T.m)	M. Tahan (T.m)
1	Berat Sendiri	-	37.64	-	51.19
2	Uplift	-	3.15	3.63	-
3	Tekanan Tanah	27.15	-	27.15	-
Jumlah		27.15	40.79	30.78	51.19

Sumber: data diolah

- a. Syarat stabilitas pada bangunan intake terhadap geser:

$$\frac{\sum V}{\sum H} \geq 1.30$$

$$\frac{40.79}{27.15} = 1.50 \geq 1.30 \text{ (Aman)}$$

- b. Syarat stabilitas pada bangunan intake terhadap guling:

$$\frac{\sum MT}{\sum MG} \geq 1.50$$

$$\frac{51.19}{30.78} = 1.66 \geq 1.50 \text{ (Aman)}$$

- c. Syarat terhadap tekanan tanah

Faktor aman terhadap kapasitas daya dukung tanah didenfinisikan dengan persamaan berikut:

$$SF = \frac{qu}{q} \geq 3.00$$

$$SF = \frac{27.15}{3.15} = 8.62 \geq 3.00 \text{ (Aman)}$$

Dengan:

SF = Faktor aman

qu = Kapasitas tekanan tanah (ton/m²)

q = Gaya vertikal yang bekerja (ton/m²)

Tabel 9
Reaksi yang Bekerja pada Bangunan Intake
Kondisi Banjir

No	Gaya yang Terjadi	H (Ton)	V (Ton)	M. Guling (T.m)	M. Tahan (T.m)
1	Berat Sendiri	-	37.64	-	52.17
2	Uplift	-	3.64	4.12	-
3	Tekanan Tanah	27.15	-	27.15	-
Jumlah		27.15	41.28	31.27	52.17

Sumber: data diolah

- a. Syarat stabilitas pada bangunan intake terhadap geser:

$$\frac{\sum V}{\sum H} \geq 1.30$$

$$\frac{41.28}{27.15} = 1.52 \geq 1.30 \text{ (Aman)}$$

- b. Syarat stabilitas pada bangunan intake terhadap guling:

$$\frac{\sum MT}{\sum MG} \geq 1.50$$

$$\frac{52.17}{31.27} = 1.67 \geq 1.50 \text{ (Aman)}$$

- c. Syarat terhadap tekanan tanah

Faktor aman terhadap kapasitas daya dukung tanah didenfinisikan dengan persamaan berikut:

$$SF = \frac{qu}{q} \geq 3.00$$

$$SF = \frac{27.15}{3.64} = 7.46 \geq 3.00 \text{ (Aman)}$$

Dengan:

SF = Faktor aman

qu = Kapasitas tekanan tanah (ton/m²)

q = Gaya vertikal yang bekerja (ton/m²)

4. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa stabilitas pada bangunan intake ditinjau dari dua keadaan, yaitu pada saat muka air normal dan muka air banjir.

Dari hasil perhitungan dan stabilitas pada bangunan intake yang ingin direncanakan, baik pada saat banjir dan normal dapat ditarik kesimpulan pada struktur tubuh bangunan intake telah memenuhi syarat faktor keamanan seperti gaya geser, guling, serta pada tekanan pada tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2001). Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung.
- Akbar., Muh, A. J. (2019). Tinjauan Perencanaan Bendung Bejo Provinsi Sulawesi Utara.
- Afrian F, Manyuk F, Siswanto. (2016). Analisis Stabilitas Bendung.
- Saputro, A. H., Farikha, I., Studi, P., & Teknik, D. (2001). Perencanaan Bendung Gerak Untuk Irigasi, Air Baku, Dan Industri Desa Sidomukti Kecamatan Bungah Kabupaten Gresik.