

**ANALISIS PENGARUH GENANGAN AIR LINGKUNGAN PADA PELAKSANAAN
PROYEK HOTEL HARRIS & POP! SOLO TERHADAP BIAYA**
(Studi Kasus Proyek Hotel Harris & Pop! Solo)



PUBLIKASI ILMIAH

**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Sipil Fakultas Teknik**

Oleh:

DEDI DARWANTO
D 100 110 013

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENGARUH GENANGAN AIR LINGKUNGAN PADA
PELAKSANAAN PROYEK HOTEL HARRIS & POP! SOLO TERHADAP
BIAYA**

(Studi Kasus Proyek Hotel Harris & Pop! Solo)

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

DEDI DARWANTO
D 100 110 013

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing:



Ir. Muhammad Nur Sahid, MM., MT
NIP : 196609111995021001

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH GENANGAN AIR LINGKUNGAN PADA
PELAKSANAAN PROYEK HOTEL HARRIS & POP! SOLO TERHADAP
BIAYA

(Studi Kasus Proyek Hotel Harris & Pop! Solo)

OLEH
DEDI DARWANTO
D 100 110 013


Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 25 Juli 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Iz. Muhammad Nur Sahid, MM., MT.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Jaji Abdurrosyid, ST., MT.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Mochamad Solikhin, ST., MT., PhD
(Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,


H. Sri Sumarjono, M.T., PhD
NIK. 682

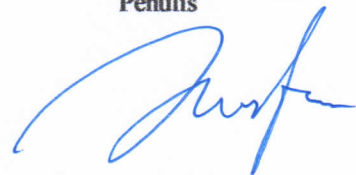
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 3 Agustus 2016

Penulis



DEDI DARWANTO

D100 011 013

1. Nama Penyusun Tesis
2. NPM
3. Nama Dosen Pembimbing
4. Nama Dosen Pembimbing II
5. Nama Dosen Pembimbing III (Borang PHS)
6. Nama Dosen Pembimbing IV

DUKUNGAN GURUBERKAS

ANALISIS PENGARUH GENANGAN AIR LINGKUNGAN PADA PELAKSANAAN PROYEK HOTEL HARRIS & POP! SOLO TERHADAP BIAYA

(Studi Kasus Proyek Hotel Harris & Pop! Solo)

Abstrak

Dengan semakin banyaknya bangunan hotel yang ada di kota Solo menyebabkan sedikitnya lahan yang tersedia untuk tempat parkir hotel. Oleh karena itu diperlukan sebuah tempat yang memadai dan berfungsi untuk lahan parkir pada bangunan hotel yang ada. Basement atau biasa disebut ruang bawah tanah adalah salah satu alternatif yang bisa berfungsi sebagai lahan parkir. Dalam pembuatan sebuah basement diperlukan proses penggalian tanah dengan elevasi tertentu di bawah muka tanah asli. Umumnya masalah yang timbul dalam pelaksanaan penggalian dalam pembuatan basement adalah keberadaan genangan air tanah yang terdapat di area galian. Salah satu cara untuk menjaga area galian tetap dalam keadaan kering adalah dengan menggunakan sistem groundwater control atau dewatering. Metode dewatering yang digunakan adalah metode predrainage dan metode open pumping. Metode predrainage bekerja dengan menggunakan pompa permukaan yang memompa volume air sebesar 1035,2 liter sedangkan metode open pumping bekerja menggunakan pompa rendam yang memompa debit air rencana sebesar 1684,80 liter/menit. Total analisis biaya pelaksanaan dewatering adalah Rp 454.896.604,00 sedangkan perhitungan total biaya dari pihak kontraktor adalah Rp 483.400.000,00.

Kata Kunci: genangan air, dewatering, basement, pompa

Abstracts

With more hotel building in Solo caused a little bit space for hotel parking lot. Therefore need a place which adequate and function for parking lot in the hotel building. Basement is one of alternative way which function as parking lot. In the making of basement need a process excavation with certain elevation under ground surface. Generally the problem which appear in excavation implementation in making of basement is ground water existence at excavation area. One of technique to keep excavation area in dry condition with using groundwater control system or dewatering. Dewatering method which be used is predrainage and open pumping . Predrainage method working with use submersible pump which pump 1035,2 litre of water mean while open pumping method working with soak pump which pump debit water plan as 1684,80 litre/minute. Total cost analysis of dewatering is Rp 454.896.604,00 and calculation of total cost from contractor is Rp 483.400.000,00

Keywords: ground water, dewatering, basement, pump

1. PENDAHULUAN

Dengan semakin banyaknya bangunan hotel yang ada di kota Solo menyebabkan sedikitnya lahan yang tersedia untuk tempat parkir hotel. Oleh karena itu diperlukan sebuah tempat yang memadai dan berfungsi untuk lahan parkir pada bangunan hotel yang ada. Basement atau biasa disebut ruang bawah tanah adalah salah satu alternatif yang bisa berfungsi sebagai lahan parkir. Dalam pembuatan sebuah basement diperlukan proses penggalian tanah dengan elevasi tertentu di bawah muka tanah asli. Penggalian basement yang berada di bawah permukaan air tanah menyebabkan genangan air yang mengganggu pekerjaan fondasi dan galian. Salah satu cara untuk menjaga area galian tetap dalam keadaan kering adalah dengan menggunakan sistem groundwater control atau dewatering.

Pengertian dewatering sendiri adalah pekerjaan sipil yang bertujuan untuk dapat mengendalikan air (air tanah/permukaan) agar tidak mengganggu/menghambat proses pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi, terutama untuk pelaksanaan bagian struktur yang berada dalam tanah dan di bawah muka air tanah.

A. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat disimpulkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Metode dinding penahan tanah apa yang digunakan pada proyek Hotel Harris & Pop Solo?
2. Metode fondasi apa yang digunakan pada proyek Hotel Harris & Pop Solo?
3. Berapa volume genangan air yang berada di daerah galian?
4. Berapa jumlah pompa air dan jumlah biaya total yang dikeluarkan pada pengerjaan dewatering pada proyek Hotel Harris & Pop Solo?

B. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui metode tembok penahan tanah yang digunakan pada proyek Hotel Harris & Pop Solo.
2. Mengetahui metode fondasi apa yang digunakan pada proyek hotel Harris & Pop Solo.
3. Mengetahui jumlah volume genangan air yang ada di area galian proyek Hotel Harris & Pop Solo.
4. Mengetahui penggunaan jumlah pompa dan biaya total yang digunakan untuk proses *dewatering* proyek Hotel Harris & Pop Solo.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah:

1. Dapat menjadi masukan bagi proyek Hotel Harris & Pop Solo untuk mengatasi masalah genangan air yang berakibat pada pengerjaan fondasi, basement dan biaya pembangunan
2. Dapat menambah pengetahuan & wawasan peneliti, serta mampu menjadi acuan akademis bagi penelitian dan kajian selanjutnya.

D. Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas maka ruang lingkup kajian dibatasi sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan mengevaluasi faktor-faktor terjadi genangan air dan pengaruh genangan air.

2. Sistem pemasangan pompa, pekerjaan dewatering mengikuti sistem yang digunakan Hotel Harris & Pop.
3. Sistem dewatering yang digunakan adalah predrainage dan open pumping.
4. Menghitung efisiensi jumlah pompa yang digunakan beserta biayanya.
5. Perhitungan total biaya hanya biaya operasional materi dan pekerjaan dewatering. Tidak termasuk biaya AMDAL.

2. METODE

Dasar Teori Dewatering

Masalah yang sering dihadapi dalam pelaksanaan pekerjaan fondasi yaitu adanya air tanah di sekitar area pekerjaan fondasi. Hal ini terjadi disebabkan oleh letak dari dasar fondasi yang berada di bawah muka air tanah mengakibatkan rembesan air masuk ke dalam area pekerjaan fondasi. Agar kondisi tanah tetap kering, maka dipakailah groundwater level atau dewatering dengan menggunakan alat pompa yang berfungsi untuk mengurangi tinggi muka air tanah dan tekanan pori. Maksud dari penggunaan metode dewatering adalah untuk menghindari rembesan muka air tanah memasuki area pekerjaan dan mengatasi genangan akibat debit air hujan, sehingga pengangkutan material dan pelaksanaan pekerjaan fondasi dapat berjalan lancar dan mudah.

Metode Pelaksanaan Fondasi Tiang Bor (Bored Pile)

Bored pile adalah jenis fondasi yang pelaksanaannya dimana tanah yang ada harus dilubangi dulu dengan diameter sesuai desain, menggunakan alat bor, dasar lubang pada akhir pengeboran dibersihkan (disedot dengan pompa) dan kemudian lubang tersebut diisi dengan pembersian/penulangan dan selanjutnya dicor beton (menggunakan pipa tremi).

Dinding Penahan Tanah

Retaining wall biasanya berfungsi untuk menahan pergerakan tanah dan juga masuknya air ke dalam lubang galian. Karena pemasangan yang mudah dan biaya pelaksanaan yang relatif murah, retaining wall banyak digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan seperti: penahan tebing galian, bangunan di pelabuhan, bendungan elak dan sebagainya. Salah satu jenis dinding penahan tanah, yaitu secant pile wall.

Analisa Debit Genangan Air

Perhitungan volume genangan air menggunakan rumus :

$$V_{air} = (p \times l) \times t_{air} \quad (III.1)$$

$$V_{air} = (\pi \times r \times r) \times t_{air} \quad (III.2)$$

Keterangan :

V_{air} : volume genangan air di area (m³)

p : panjang area fondasi (m)

l : lebar area fondasi (m)

t_{air} : tinggi air genangan (m)

r : jari-jari (m)

Selain rumus diatas, diperlukan juga rumus untuk perhitungan intensitas hujan dan debit hujan tahunan yang mempengaruhi genangan air, yaitu :

Waktu Konsentrasi

$$T_c = T_o + T_d$$

T_c : Waktu konsentrasi

T_o : Inlet time

T_d : Conduit Time

Koefisien Tampungan Daerah Aliran

$$C_s = 2T_c / (2T_c + T_d)$$

C_s : Koefisien tampungan daerah aliran

T_c : Waktu konsentrasi (jam)

Td : Conduit time (jam)

Intensitas Hujan

$$I = RT/24 \left[\frac{24}{TC} \right]^{2/3}$$

I : Intensitas hujan (mm/jam)

RT : Curah hujan periode ulang (mm)

Tc : Waktu konsentrasi (jam)

Tabel 1 Tabel Pemilihan Jenis Distribusi

Distribusi	Syarat
Normal	$C_s = 0$ $C_k = 3$
Log Normal	$C_s/C_v = 3$ $C_k > 3$
Gumbel Tipe I	$C_s = 1,1396$ $C_k = 5,4002$
Log Pearson Tipe III	Selain syarat di atas C_s dan C_k bebas

Debit Curah Hujan Periode Ulang Tertentu (Qt)

$$Qt = 0,278 \times C \times C_s \times I \times A$$

Qt : Debit rencana periode ulang (m³/dt)

C : Koefisien pengaliran

Cs : Koefisien tampungan daerah aliran

I : Intensitas hujan (mm/jam)

A : Luas area (km²)

Debit rembesan (Qr)

$$Qr = K \cdot (2 \cdot d \cdot H) \cdot \frac{dy}{dx} \quad \text{atau} \quad Qr = V \cdot (2 \cdot d \cdot H)$$

Qr : Debit rembesan (m³/dt)

K : Koefisien permeabilitas

dy/dx : Gradien kemiringan rembesan

V : Kecepatan rembesan (m/dt)

r : jari-jari sumur rembesan (m)

H : tinggi sumur rembesan (m)

Menghitung debit total (Qtot)

$$Qtot = Qt + Qr$$

Qtot : Debit total (m³/dt)

Qt : Debit rencana periode ulang (m³/dt)

Qr : Debit rembesan (m³/dt)

Metode Dewatering

Predrainage

Pada metode ini muka air tanah (water level) diturunkan terlebih dulu sebelum penggalian dimulai, dengan menggunakan wells, wellpoints.

Open Pumping

Pada metode ini air tanah dibiarkan mengalir ke dalam lubang galian kemudian dipompa keluar melalui sumur/selokan penampung di dasar galian.

Biaya

Biaya dewatering sendiri sangat bervariasi, tergantung dari berbagai faktor yang mempengaruhinya, yaitu :

1. Kondisi tanah dan air tanah.
2. Metode yang digunakan.
3. Ukuran dan dalamnya galian tunnel.

4. Lamanya periode pengeringan yang diperlukan.
5. Tersedianya peralatan dewatering.
6. Tersedianya tenaga listrik.
7. Upah tenaga dan aturan tenaga kerja setempat.

Tahapan Penelitian

Tahap I : Studi literatur

Tahap II : Pengumpulan data yaitu :

1. Data primer : upah pekerja, harga bahan, analisa sistem dewatering, harga sewa alat, BOW dan SNI.
2. Data sekunder : Alat-alat, metode pelaksanaan selama proses dewatering.

Tahap III : Pembahasan.

1. Menganalisa sistem dewatering
2. Menghitung metode predrainage
3. Menganalisa genangan air
4. Menganalisa kebutuhan pompa
5. Menganalisa biaya dewatering

Tahap IV : Kesimpulan

Tahap V : Selesai

HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

Metode Pelaksanaan Fondasi Tiang Bor (Bored Pile)

Data bored pile Hotel Harris dan Pop Solo :

Kedalaman : 12 m (dari lantai kerja)

Diameter : 1 m

Tulangan : 14 D25

Begel spiral : D13-100

Mutu beton : K300

F_c' : 250 Mpa

Jumlah bored pile : 182 titik

Pekerjaan fondasi bored pile dilaksanakan dengan kedalaman ± 12 m dengan elevasi dasar lantai kerja -7.00 m. Pekerjaan yang dilaksanakan meliputi beberapa langkah, yaitu :

a. Pekerjaan persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pengukuran untuk menentukan titik bor, mobilisasi peralatan, set up alat dan persiapan lokasi kerja. Serta pemasangan rambu-rambu keselamatan untuk menghindari kecelakaan kerja.

b. Penempatan alat pada titik bor

Penempatan alat ini bertujuan untuk mengecek posisi alat bor supaya center pada titik pengeboran baik secara vertikal maupun horizontal. Dibutuhkan ketelitian dan teknik khusus yang harus dimiliki oleh operator alat bor dalam penempatan ini. Kesalahan penempatan dapat menyebabkan lubang pengeboran menjadi miring dan diameter pengeboran menjadi lebih besar sehingga akan mempengaruhi volume pengecoran.

c. Proses pengeboran

Pengeboran dilakukan dengan menggunakan mata bor berdiameter 1 m digunakan untuk mengebor lapisan tanah. Tanah hasil pengeboran akan tertahan pada mata bor, lalu mata bor tersebut diangkat keluar untuk memindahkan tanah hasil pengeboran ke tempat pengangkutan.

d. Proses pengukuran kedalaman

Pengukuran dilakukan untuk mengetahui kedalaman yang direncanakan dengan yang sudah dilaksanakan sebagai data perhitungan volume pengecoran fondasi.

e. Proses Perakitan

Ketika merangkai tulangan fondasi harus memperhatikan jarak antar tulangan pokok, tulangan bagi, diameter tulangan, mutu baja (f_y) yang digunakan dan jarak sambungan las yang diijinkan.

f. Proses pemasangan tulangan

Pemasangan tulangan menggunakan alat crane. Saat proses pemindahan rangkaian tulangan ke dalam lubang pengeboran harus dilakukan secara hati-hati agar tidak terjadi kesalahan dan kecelakaan yang dapat membahayakan keselamatan pekerja.

g. Proses pengecoran

Saat dilakukan proses pengecoran diperlukan pengambilan sampel campuran beton untuk diuji nilai slump dan kuat tekan yang telah direncanakan.

Metode Dinding Pekerjaan Tanah

Data retaining wall :

Diameter pile : 80 cm dan 60 cm

Kedalaman : 1,2 m dari muka tanah asli

Tulangan pile : D22-16 dan D22-12

Senggang spiral : D10-100

Awal pekerjaan adalah melakukan pengeboran secant pile dengan kedalaman ± 18 meter dari muka tanah asli dengan diameter 80 cm dan 60 cm. Kemudian lubang yang bor dipasang tulangan D22 dengan begel spiral D10. Setelah tulangan terpasang lalu dilakukan pengecoran dengan mutu beton K-175 untuk diameter 60 cm dan K-300 untuk diameter 80 cm. Akhir dari pengecoran secant pile beton harus dibobok untuk penjangkaran kemudian diikat dengan capping beam.

Hasil Analisis Sistem Dewatering

Metode Predrainage

Data :

Jenis pompa : Pompa Permukaan

Jumlah pompa : 8 buah

Kapasitas : 500 liter/menit

Daya : 1850 watt

Kedalaman sumur : 12 m

Diameter sumur : 20 cm

Saluran Air : Pipa PVC 2,5"

Sistem kerja : 24 jam

Pembuangan : Sumur recharging & saluran drainase

Tabel 2 Biaya Operasional Pompa

Tipe	Daya	Kerja Pompa	Konsumsi Listrik/Bahan Bakar	Harga	Penyusutan	Investasi	Total Biaya
Pompa Permukaan (Grundfos)	1850 watt	24 jam	1 kWh = 24 x 1,85 = 44,4 kWh 1 bulan =44,4 x 30 = 1332 kWh	Rp 5.600.000,-	Harga / waktu guna = 800.000,-	i = bunga + asuransi 5.600.000/7 = 1,5% + ,2% = i x $\frac{n+1}{2n}$ x harga = 1,7% x $\frac{7+1}{2.7}$ x Rp	Rp 2.883.609,-

			=	Rp			5.600.000
							=
							Rp
							54.400,-
							i = bunga
							+
							asuransi
							= 1,5% +
							0,2% =
							1,7%
							$i \times \frac{n+1}{2n} \times$ Rp
Submersible (HCP)	400 watt	24 jam					harga = 832.875,-
							1,7% x
							$\frac{j+1}{2n} \times$ Rp
							2.585.000
							=
							Rp
							25.111,-
							i = bunga
							+
							asuransi
							=1,5% +
							0,2% = i
							$x \frac{n+1}{2n} \times$ Rp
Pompa Engine	3,6 kW	3 jam					harga 1.499.900,-
							=1,7% x
							$\frac{j+1}{2n} \times$ Rp
							3.850.000
							=Rp
							37.400

Metode Open Pumping

Pada proyek Hotel Harris dan Pop pekerjaan dewatering dengan metode open pumping pelaksanaannya bersifat situasional. Metode ini dilakukan apabila ketinggian air tanah mulai kembali naik dan menggenangi wilayah galian basement. Terdapat 8 titik pekerjaan pada proyek Hotel Harris dan Pop.

Data :

- Jenis pompa : Pompa rendam (submersible)
- Jumlah pompa : 8
- Kapasitas : 200 liter/menit
- Kedalaman : 7 m
- Pipa : PVC 2,5"
- Sistem kerja : kondisional

Desain Debit Rencana

Dalam perencanaan debit dalam metode open pumping dengan menggunakan data curah hujan 12 tahun. Dengan menggunakan data hujan pada stasiun hujan wilayah Kartasura (Sukoharjo), Ngemplak (Boyolali) dan Jumantono (Karanganyar).

Tabel 3 Data Curah Hujan Rata-Rata

Tahun	STA. Kartasura	STA. Ngemplak	STA. Jumantono	STA. Rata-Rata
2004	66	97	90	84
2005	90	82	43	72
2006	103	68	92	88
2007	97	55	116	89
2008	103	114	116	111
2009	140	142	87	123
2010	75	290	109	158
2011	70	78	106	85
2012	53	111	106	90
2013	73	96	95	88
2014	40	86	80	69
2015	82	81	129	97

Tabel 4 Analisis Frekuensi Hujan

No.	Tahun	R _{24max}	R _i	R _i -R _{rata-rata}	(R _i -R _{rata-rata}) ²	R _i ²	(R _i -R _{rata-rata}) ³	(R _i -R _{rata-rata}) ⁴
1	2004	84	69	-27,17	738,03	4761	-20049,755	544685,001
2	2005	72	72	-24,17	584,03	5184	-14114,005	341088,445
3	2006	88	84	-12,17	148,03	7056	-1801,005	21912,223
4	2007	89	85	-11,17	124,69	7225	-1392,421	15548,704
5	2008	111	88	-8,17	66,69	7744	-544,671	4448,149
6	2009	123	88	-8,17	66,69	7744	-544,671	4448,149
7	2010	158	89	-7,17	51,36	7921	-368,088	2637,964
8	2011	85	90	-6,17	38,03	8100	-234,505	1446,112
9	2012	90	97	0,83	0,69	9409	0,579	0,482
10	2013	88	111	14,83	220,03	12321	3263,745	48412,223
11	2014	69	123	26,83	720,03	15129	19320,745	518440,001
12	2015	97	158	61,83	3823,36	24964	236411,162	14618090,186
Σ			1154		6582	117558	219947,111	16121157,639
		R rerata :	96,17					

Tabel 5 Pemilihan Metode Distribusi Hujan

Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Keterangan
Normal	C _s ≈ 0	C _s = 1,639	tidak sesuai
	C _K ≈ 3	C _K = 6,550	
Log Normal	C _s /C _v ≈ 3	C _s /C _v = 6,445	tidak sesuai
	C _K > 3	C _K = 6,550	
Gumbel Tipe I	C _s ≈ 1,1396	C _s = 1,639	tidak sesuai
	C _K ≈ 5,4002	C _K = 6,550	
Log Pearson Tipe III	Selain syarat di atas; C _s dan C _K bebas	-	sesuai

Tabel 6 Analisis Hujan Rencana Metode Log Pearson Type III

No. Urut (m)	X	Log X	(log X) ²	(log X - log \bar{x}) ³	Probabilitas (%) $W_{si} = m / (n+1)$
1	69	1,839	3,3814	-0,00235682	7,692
2	72	1,857	3,4497	-0,00150488	15,385
3	84	1,924	3,7029	-0,00010818	23,077
4	85	1,929	3,7227	-0,00007681	30,769
5	88	1,944	3,7810	-0,00002067	38,462
6	88	1,944	3,7810	-0,00002067	46,154
7	89	1,949	3,8001	-0,00001145	53,846
8	90	1,954	3,8191	-0,00000553	61,538
9	97	1,987	3,9473	0,00000327	69,231
10	111	2,045	4,1833	0,00039537	76,923
11	123	2,090	4,3677	0,00164208	84,615
12	158	2,199	4,8341	0,01165527	92,308
Σ		23,663	46,7702	0,00959097	
Average: $\log \bar{x} =$		1,972			

Tabel 7 Nilai G (Koef. Pearson, CD. Soemarto, 1986)

T (tahun)	1,01	2	5	10	25	50	100	200	
G	-1,52888	-0,17565	0,74854	1,34073	2,01606	2,57330	3,06932	3,55161	
$C_s = 1,0728$	1,0728	-1,52888	-0,175648	0,748536	1,340728	2,016064	2,573304	3,06932	3,551608
$C_s A = 1,0$	1,0	-1,558	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489
$C_s B = 1,1$	1,1	-1,518	-0,180	0,745	1,341	2,006	2,585	3,087	3,575

Tabel 8 Hasil Hujan Rencana Log Pearson III

T (tahun)	P (%)	$\log \bar{x}$	G	S_D	G. S_D	$\log R_{ti}$	R_{ti} (mm)
1,01	99	1,971928	-1,5288708	0,0992	-0,1517	1,8203	66,11
2	50	1,971928	-0,1756517	0,0992	-0,0174	1,9545	90,05
5	20	1,971928	0,7485330	0,0992	0,0743	2,0462	111,22
10	10	1,971928	1,3407282	0,0992	0,1330	2,1049	127,33
25	4	1,971928	2,0160555	0,0992	0,2000	2,1719	148,57
50	2	1,971928	2,5733139	0,0992	0,2553	2,2272	168,73
100	1	1,971928	3,0693350	0,0992	0,3045	2,2764	188,98
200	0,5	1,971928	3,5516278	0,0992	0,3523	2,3242	210,98

Banjir rencana periode ulang 5 tahun

$$\begin{aligned}
 Q_{5th} &= 0,278 \times C \times C_s \times I \times A \\
 &= 0,278 \times 0,6 \times 0,9899 \times 28,84 \times 0,005670 = 0,02808 \text{ m}^3/\text{detik} \\
 &= 28,08 \text{ liter/detik} \\
 &= 1684,80 \text{ liter/menit}
 \end{aligned}$$

Jadi total debit yang direncanakan berdasarkan hujan harian maksimum selama 12 tahun dari tahun 2004 sampai 2015 dengan periode ulang per 5 tahun di dalam area basement pada proyek Hotel Harris dan Pop Solo adalah 28,08 liter/detik atau 1684,80 liter/menit. Karena proyek dewatering ini dikerjakan selama musim kemarau sehingga debit hujan yang direncanakan tidak mempengaruhi pekerjaan.

Analisis Genangan Air Area Basement

Diketahui rata-rata muka air tanah di daerah proyek Hotel Harris dan Pop ± 4 m sudah mengeluarkan air.

Volume air rembesan sumur dewatering

Data : d : 20,32 cm = 0,203 m

t_{air} : 4 m

keterangan :

t_{air} merupakan ketinggian maksimum air di dalam sumur dewatering yang secara otomatis akan di sedot pompa.

$$\begin{aligned}
 V_{air} &= (1/4 \times \pi \times D^2) \times t_{air} \\
 &= (1/4 \times 3,14 \times 0,2032) \times 4 \\
 &= 0,1294 \text{ m}^3 \\
 &= 129,4 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

Debit air rembesan 8 sumur : 129,4 liter x 8 = 1035,2 liter

Analisis Kebutuhan Pompa

1. Pompa Permukaan

Pompa permukaan yang digunakan pada Proyek Hotel Harris dan Pop Solo memiliki kapasitas hisap 500 liter dalam waktu 1 menit.

Perbandingan kapasitas 8 buah pompa GRUNDFOS :

8 x 500 liter/menit = 4000 liter/menit

4000 liter/menit = 1035,2 liter dalam waktu 1 menit.....(aman)

2. Pompa Submersible

Pompa celup yang digunakan pada proyek Hotel Harris dan Pop Solo memiliki kapasitas daya hisap 200 liter/menit dengan jumlah 8 buah pompa. Karena daerah galian tidak semua titik terdapat genangan air dan volume air yang menggenang pun sangat sedikit sehingga penggunaan pompa submersible ini hanya bersifat situasional.

3. Pompa Air Hujan dan Banjir (Pompa Engine)

Perbandingan kapasitas pompa terhadap debit air hujan :

Debit hujan rencana : 1684,80 liter/menit

Kapasitas pompa banjir : 1100 liter/menit x 5 = 5500 liter/menit

Dikarenakan pengerjaan proyek Hotel Harris dan Pop ini dikerjakan di musim kemarau sehingga tidak ada hujan yang terjadi, oleh karena itu penggunaan pompa engine tidak diperlukan.

Analisa Biaya Dewatering

Selama pekerjaan dewatering terdapat 4 orang pekerja dan 1 orang operator mesin pompa, lamanya waktu pekerjaan dewatering sendiri adalah 7 bulan. Sehingga perhitungan upah biayanya adalah sebagai berikut :

a) Pekerja

Jumlah pekerja : 4 orang

Upah harian : Rp 90.000,-

Upah total : Rp 90.000 x 30 x 4 = Rp 10.800.000,-

b) Operator (Mekanik)

Jumlah pekerja : 1 orang

Upah harian : Rp 105.000 x 30 x 1 = Rp 3.150.000,-

Total :

Rp 10.880.000,- + Rp 3.150.000,- = Rp 14.030.000,-

Tabel 9 Analisa Biaya Dewatering

NO	PEKERJAAN DEWATERING	SAT	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH
I	Persiapan				
1	Pek. Mob demob	ls	1,00	Rp 2.500.000,00	Rp 2.500.000,00
2	Pembuatan sumur Dewatering D 8 inch dengan casing PVC 6 inch	unit	8,00	Rp 5.000.000,00	Rp 40.000.000,00
3	Pembuatan sumur pizometer D 4 inch,	unit	4,00	Rp 1.750.000,00	Rp 7.000.000,00
4	Pembuatan sumur recharging D 8 inch	unit	6,00	Rp 4.500.000,00	Rp 27.000.000,00
5	Biaya inst listrik dan panel otomatis	ls	1,00	Rp 25.000.000,00	Rp 25.000.000,00
6	Biaya selang pembuangan dan PVC	btg	100,00	Rp 145.000,00	Rp 14.500.000,00
7	Biaya grouting sumur ex Dewatering	unit	8,00	Rp 750.000,00	Rp 6.000.000,00
					Rp 122.000.000,00
II	Biaya Perbulan (Selama 7 bulan)				
1	pompa submersible	unit	56,00	Rp 832.875,00	Rp 49.226.000,00
2	pompa permukaan	unit	56,00	Rp 2.883.609,00	Rp 167.082.104,00
3	pompa engine	unit	5,00	Rp 1.499.900,00	Rp 11.349.500,00
4	Biaya pengawasan & pemeliharaan (4 orang + 1 operator)	ls	7,00	Rp 14.030.000,00	Rp 98.210.000,00
5	Biaya overhead & operasional 30 hari	ls	7,00	Rp 1.000.000,00	Rp 7.000.000,00
					Rp 332.867.604,00
					Rp 454.867.604,00

Presentase perbandingan hasil analisis biaya pekerjaan dewatering yang digunakan Proyek Hotel Harris dan Pop Solo terhadap total biaya proyek (hanya biaya konstruksi struktur saja) yaitu sebesar Rp 69.500.000.000,00 adalah :

$$(454.896.604/69.500.000.000) \times 100\% = 0,65 \%$$

Tabel 10 Analisa Biaya Dewatering

NO	PEKERJAAN DEWATERING	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (RP)	JUMLAH (RP)
I	Persiapan				
1	Pek. Mob demob	ls	1,00	Rp 2.500.000,00	Rp 2.500.000,00
2	Pembuatan sumur Dewatering D 8 inch dengan casing PVC 6 inch Berikut pipa PVC dan material kedalaman 12 m	unit	8,00	Rp 5.000.000,00	Rp 40.000.000,00
3	Pembuatan sumur piezometer D 4 inch, PVC 2,5 inch berikut material kedalaman 11 m	unit	4,00	Rp 1.750.000,00	Rp 7.000.000,00
4	Pembuatan sumur recharging D 8 inch, PVC 2,5 inch, kedalaman 5 m	unit	6,00	Rp 4.500.000,00	Rp 27.000.000,00
5	Biaya inst listrik dan panel otomatis	ls	1,00	Rp 25.000.000,00	Rp 25.000.000,00
6	Biaya penyediaan selang pembuangan dan PVC	bh	400,00	Rp 80.000,00	Rp 32.000.000,00
7	Biaya grouting sumur ex Dewatering	unit	8,00	Rp 750.000,00	Rp 6.000.000,00
8	Biaya penyediaan selang & PVC untuk pompa permukaan D 6 inch	bh	25,00	Rp 300.000,00	Rp 7.500.000,00
II	Biaya Operasional Perbulan (Selama 7 bulan)				
1	Sewa pompa submersible	unit	56,00	Rp 2.000.000,00	Rp 112.000.000,00
2	Sewa pompa permukaan	unit	56,00	Rp 1.900.000,00	Rp 106.400.000,00
3	Sewa pompa permukaan untuk air hujan & banjir	unit	5,00	Rp 4.000.000,00	Rp 20.000.000,00
4	Biaya pengawasan & pemeliharaan (4 orang + 1 operator)	ls	7,00	Rp 13.000.000,00	Rp 91.000.000,00
5	Biaya overhead & operasional 30 hari	ls	7,00	Rp 1.000.000,00	Rp 7.000.000,00
					Rp 483.400.000,00

Dan untuk perbandingan perhitungan biaya dewatering pihak kontraktor terhadap total nilai proyek keseluruhan sebesar Rp 69.500.000.000,00 adalah :

$$(483.400.000/69.500.000.000) \times 100\% = 0,70 \%$$

3. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa pengaruh genangan air lingkungan pada pelaksanaan Proyek Hotel Harris dan Pop Solo terhadap biaya, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Dinding penahan tanah yang digunakan pada Proyek Hotel Harris dan Pop Solo adalah secant pile wall.
- 2) Jenis fondasi yang digunakan Proyek Hotel Harris dan Pop Solo adalah fondasi bored pile.
- 3) Pada analisa metode predrainage volume air yang didapat adalah 1035,2 liter. Sedangkan analisa pada metode open pumping adalah menghitung desain debit hujan rencana berdasarkan hujan maksimal selama 12 tahun, yaitu antara tahun 2004-2015 dengan periode ulang 5 tahun dengan debit rencana pada area galian sebesar 1684,80 liter/menit.
- 4) Total biaya pekerjaan dewatering yang diperoleh dari hasil analisis adalah Rp 454.896.604,00 sedangkan total biaya pekerjaan dewatering yang diperoleh dari pihak kontraktor adalah Rp 483.400.000,00 (pekerjaan ini diserahkan kepada pihak ketiga).

Saran

Setelah penelitian dilakukan dan selesai, penulis menyadari bahwa masih memerlukan banyak penelitian, referensi dan analisa tentang pekerjaan dewatering ini.

- 1) Keterbatasan data dan informasi yang didapatkan dari proyek, sehingga mengalami kesulitan ketika mengolah data.
- 2) Terbatasnya referensi yang menunjang mengenai perhitungan efektivitas pompa.
- 3) Perlu adanya tinjauan penelitian terhadap data-data tanah proyek yang berpengaruh terhadap air tanah.
- 4) Untuk penelitian-penelitian selanjutnya dapat menambahkan analisis biaya dampak lingkungan disekitar.

PERSANTUNAN

Dengan selesainya tugas akhir ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1) Bapak Ir.Sri Sunarjono, MT, PhD., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 2) Bapak Mochamad Solikhin, ST. MT. PhD., Selaku Ketua Jurusan Fakultas Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta sekaligus sebagai Anggota Dewan Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 3) Ibu Yenny Nurchsanah, ST. MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 4) Bapak Ir. Muhammad Nur Sahid, MM. MT., selaku Pembimbing Utama sekaligus sebagai Anggota Dewan Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 5) Bapak Jaji Abdurrosyid, ST. MT., selaku Pembimbing Pendamping sekaligus sebagai Anggota Dewan Penguji Tugas Akhir yang telah memberikan dorongan, arahan serta bimbingan dan nasehatnya.
- 6) Bapak A. Karim Fatchan, Ir. MT., selaku dosen pembimbing akademik.
- 7) Bapak dan ibu dosen Jurusan Fakultas Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta terima kasih atas bimbingan dan ilmu yang telah diberikan
- 8) Teman-teman Teknik Sipil angkatan '11 yang telah memberikan dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

Asiyanto. 2006. Metode Konstruksi Dewatering. Jakarta : UI-Press.

Asiyanto. 2009. Metode Konstruksi Untuk Pekerjaan Fondasi. Jakarta : UI-Press

Ashworth, Allan. 1994. Perencanaan Biaya Bangunan. Jakarta : Gramedia Putaka Utama.

Hardiyatmo, H.C. 2010. Analisis dan Perancangan Fondasi. Bagian 2. Yogyakarta : Gajah Mada University Press.

Harto Br., Sri. 1993. Analisis Hidrologi. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.

Hicks, Tayler. 1996. Teknologi Pemakaian Pompa. Jakarta : Erlangga.

<http://belajarsipil.blogspot.co.id/2012/05/metode-dewatering-open-pumping.html> (22 Februari 2016)

<http://eprints.ums.ac.id/28996/> (22 Februari 2016)

<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/34411/4/Chapter%20II.pdf>. (25 Februari 2016)

<http://scribd.com/doc/47224906/Dinding-penahan-tanah#scribd> (26 Februari 2016)

<http://skanska.co.uk/cementation> (13 Juni 2016)

Linsley, Franzini. 1989. Teknik Sumber Daya Air. Jakarta : Erlangga.

Ma'ruf, Rifzal Azka. 2014. Analisis Pengaruh Genangan Air Pada Pelaksanaan Pondasi Ditinjau Dari Biaya (Studi Kasus Proyek Hotel Anugerah Palace Surakarta). Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Tahara, Haruo. 1983. Pompa & Kompresor. Jakarta : Pradnya Paramita.

Wesley, L.D.1977. Mekanika Tanah. Jakarta : Badan Penerbit PU

Wesli. 2008. Drainase Perkotaan. Yogyakarta : Graha Ilmu.