

Pemodelan *Dewatering* pada Galian Dalam dengan Menggunakan Metode Elemen Hingga

IRSHADI PUTRA, INDRA NOER HAMDHAN

1. Irshadi Putra (Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung)
2. Indra Noer Hamdhan (Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung)

Email: putrairshadi@gmail.com

ABSTRAK

Dewatering bertujuan untuk dapat mengendalikan air di area galian proyek agar tetap kering selama proses konstruksi. Analisis dewatering ini dilakukan dengan menggunakan PLAXIS 3D. Analisis yang dilakukan yaitu memvariasikan kedalaman, jumlah dan jarak dari wellpoint. Dari hasil analisis dapat dijelaskan bahwa jumlah dan kedalaman penggunaan wellpoint mempengaruhi nilai dari penurunan MAT. Besarnya penurunan MAT yang dipengaruhi oleh kedalaman wellpoint dapat dibuktikan dari variasi nilai h_w , bahwa nilai h_w semakin besar maka debit pompa (Q_w) semakin besar, semakin banyak jumlah wellpoint pun akan mengakibatkan debit pompa semakin besar, artinya debit air yang dipindahkan semakin besar oleh sebab itu penurunan MAT akan semakin dalam. Dari hasil analisis dapat di simpulkan bahwa penambahan jumlah wellpoint harus memperhatikan nilai efektivitas dari rasio pembagian penurunan MAT dengan jumlah wellpoint. Dari hasil analisis ini kombinasi well point yang bekerja dapat menurunkan elevasi MAT pada wilayah yang luas. Melihat hasil analisis dapat dilihat bahwa penggunaan jumlah well point 12 lebih efisien karena nilai efektivitasnya mendekati nilai satu.

Kata kunci; *Dewatering, Plaxis, Penurunan MAT, Efektivitas.*

1. PENDAHULUAN

Pengerjaan *waterpond* menggunakan *dewatering* karena diperlukan untuk mengeringkan galian dibawah muka air tanah selama konstruksi. *Dewatering* itu sendiri adalah pekerjaan sipil yang bertujuan untuk dapat mengendalikan air (air tanah/permukaan). Analisis ini bertujuan untuk mengetahui penurunan muka air tanah akibat pengaruh kedalaman, jumlah dan jarak dari *well point* dan mengetahui nilai efektivitas yang di dapat dari hasil analisis. Data parameter tanah dan data parameter pompa (*well point*) untuk melakukan analisis ini didapat dari Proyek GECC Lombok Peaker 130-150 MW. Pada analisis ini, *dewatering* dimodelkan dengan menggunakan metode elemen hingga (PLAXIS 3D). Pemodelan dilakukan secara bervariasi. Variasi yang dilakukan adalah variasi kedalaman, jumlah dan jarak dari *well point* tersebut.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Galian Dalam

Galian dalam adalah proses penggalian atau pengerukan tanah yang dilakukan hingga kedalaman 3 m atau lebih. Galian dalam dapat diterapkan pada pekerjaan yang bersifat sementara dan/atau permanen dengan mempertimbangkan stabilitas yang dipengaruhi oleh sifat tanah/batuan. Metode penggalian yang umum digunakan yaitu: *slope open cut method*,

cantilevered open cut method, braced excavation method, anchored excavation method, island excavation method, dan top-down construction method (Ou,2006)

2.2 Dewatering

Dewatering adalah proses penurunan muka air tanah pada suatu srea yang diinginkan. Tujuannya untuk menjaga area galian tetap kering dalam proses konstruksi dan menjaga kestabilan lereng galian. Pengaruh air tanah yang tidak dipertimbangkan pada suatu proyek konstruksi dapat mengakibatkan sebuah masalah yang besar. Pada dasarnya ada 2 hal yang perlu diketahui tentang air tanah, ditinjau dari pengaruhnya terhadap proses pelaksanaan bangunan, yaitu:

1. Bagaimana air tersebut bergerak di dalam tanah sekitarnya.
2. Bagaimana pengaruh air tersebut terhadap tanah sekitarnya.

2.2.1 Metode Dewatering

Metode yang dipakai untuk pekerjaan dewatering antara lain: metode *open pumping* dan metode *predrainage*, didalam metode *predrainage* terdapat metode lain yaitu adalah *wellpoint systems, deep well systems, suction well (vacuum well), ejector systems, horizontal drains (horizontal well)*.

2.2.2 Pemilihan Metode Dewatering

Pemilihan metode dewatering yang tepat, terdapat beberapa faktor yang dijadikan bahan pertimbangan yaitu: debit rembesan air, jenis tanah, kondisi lingkungan sekitarnya, sifat dan air tanah, ukuran dan dalam galian, daya dukung tanah dasar. Adapun faktor yang dipertimbangkan selain yang telah disebutkan yaitu: metode pelaksanaan dilapangan, waktu pengerjaan dan pertimbangan lainnya.

2.2.3 Perhitungan Dewatering

Proses perhitungan dewatering sangat tergantung dari jenis metode yang digunakan. Perhitungan yang dipakai adalah untuk kondisi galian. Kapasitas pompa pada lokasi galian dihitung dengan persamaan:

$$Q_w = 2\pi r_w h_w \frac{\sqrt{k}}{15} \dots \dots \dots (1)$$

keterangan:

r_w = radius equivalen,

h_w = tinggi *well screen* dari dasar sumur,

k = koefisien permeabilitas tanah [m/s]

Nilai H , h_w dan k ditentukan berdasarkan dimensi akuifer, drawdown yang diisyratakan dan tipe tanah. Nilai H sulit di estimasi, maka di asumsikan bahwa ketinggian muka air tanah di well sama dengan ketinggian awal muka air tanah yang diturunkan, yaitu $h_w = h$.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan dengan prosedur pengumpulan data dilakukan dengan cara studi literatur yang berhubungan dengan penulisan tugas akhir ini. Data sekunder meliputi data parameter tanah dan parameter pompa. Setelah mendapatkan data tersebut kemudian dilakukan pemodelan dengan menggunakan perangkat lunak Plaxis 3D, dari hasil pemodelan dilakukan analisis mengenai pengaruh variasi kedalaman lubang *wellpoint*, variasi jarak

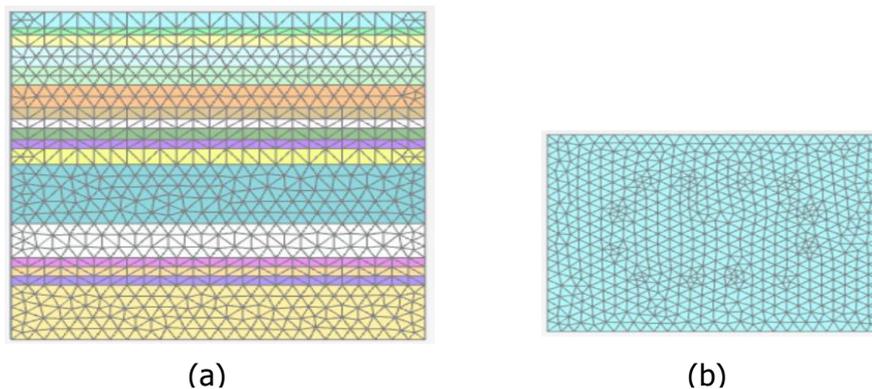
wellpoint, variasi konfigurasi antar titik *wellpoint* dan variasi debit kapasitas pompa. Setelah analisis selesai, dilakukan pembahasan mengenai penurunan Muka Air Tanah.

4. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pemodelan *dewatering* dilakukan dengan menggunakan model *well*, dimana kedalaman *well* yang direncanakan mencapai 20 m. Dengan kedalaman sumur rencana 20 m digunakan pompa *dewatering* dengan kapasitas 200 m³/hari dan nilai h_{\min} diasumsikan -15 m. Analisis pemodelan dilakukan terhadap 3 jenis pemodelan, ketiga pemodelan dibedakan dalam penentuan jumlah *well point* dan kedalaman dari *wellpoint*. Pada analisis ini, digunakan 3 variasi jumlah pompa yaitu 12, 16, dan 24 *wellpoint*. Lalu pada analisis ini menggunakan beberapa variasi kedalaman dari *wellpoint* yaitu -10, -12, -14, -18 dan -20 m. Pada analisis ini juga dilakukan variasi debit dari kapasitas pompa yaitu 20, 50, 100, 150, 200, dan 250 m³/hari.

4.1 Penentuan Jenis Mesh

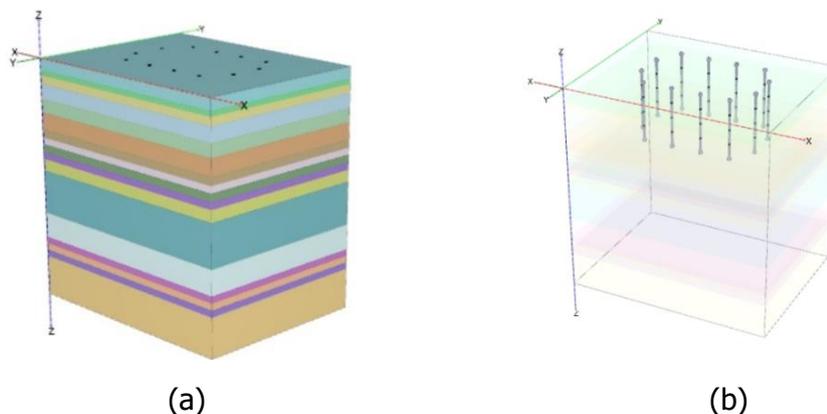
Terdapat beberapa pilihan distribusi elemen dalam pemilihan jenis mesh, pada pemodelan ini jenis mesh yang digunakan yaitu *very fine* karena semakin rapat jarak antar elemen dalam pemodelan maka hasil analisis yang dihasilkan akan lebih teliti.



Gambar 1. Meshing Output (a) Tampak Depan ; (b) Tampak Atas

4.2 Analisis Pemodelan Dewatering

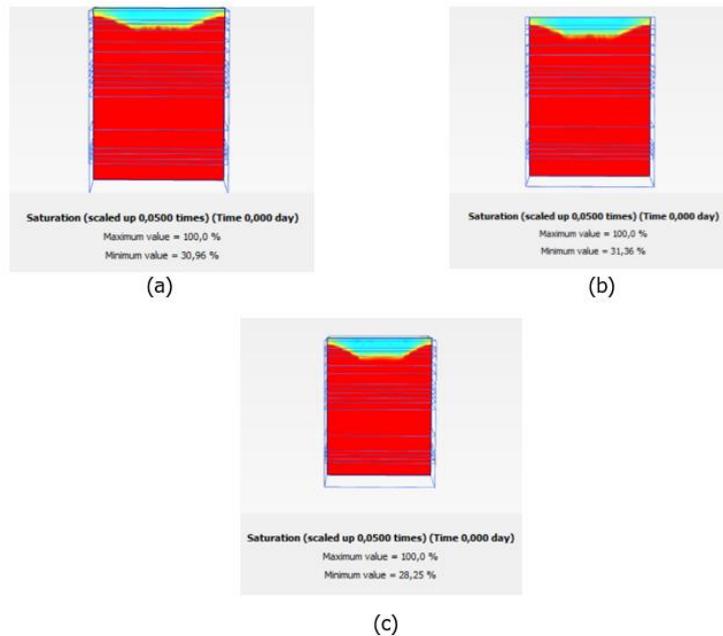
Pada analisis *dewatering* ini digunakan metode *hydraulic conditions* dengan memasang *well point* di luar wilayah penggalian yang direncanakan, dan dipompa oleh *electric submersible pump* di dekat dasar masing – masing *wellpoint*.



Gambar 2. Geometri Pemodelan (a) Pemodelan Soil ; (b) Pemodelan WellPoint

4.3 Analisis Pemodelan Output

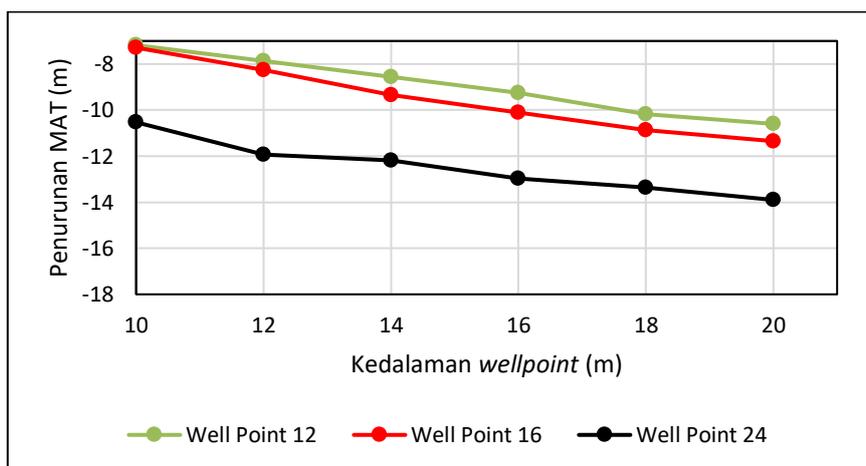
Hasil *output* di variasikan dalam Plaxis 3D dari mulai kedalaman, jarak, dan jumlah *wellpoint*.



Gambar 3. Pemodelan Output yang dihasilkan : (a) Variasi 12 *wellpoint* ; (b) Variasi 16 *wellpoint* dan (c) Variasi 24 *wellpoint*

4.4 Hasil Analisis Keseluruhan Output

Dari hasil analisis yang telah dilakukan, dapat dibuat grafik hubungan antara kedalaman well point dengan penurunan MAT yang terlihat pada **Gambar [4]**.



Gambar 4. Grafik Hubungan Antara Kedalaman Well Point dengan Penurunan MAT

Variasi hasil dari output yang sudah divariasikan dari mulai kedalaman, jarak dan jumlah dari *wellpoint*. Berdasarkan **Gambar [4]** dapat dilihat bahwa semakin dalam kedalaman *wellpoint* semakin besar penurunan MAT. Pada jumlah *wellpoint* 12 penurunan MAT terbesar terjadi

pada kedalaman -20 m yaitu sebesar -10,60 m, pada *wellpoint* 16 penurunan MAT terbesar terjadi pada kedalaman -20 m yaitu -11,35 m, dan pada *wellpoint* 24 penurunan MAT terbesar terjadi pada kedalaman -20 m yaitu -13,90 m.

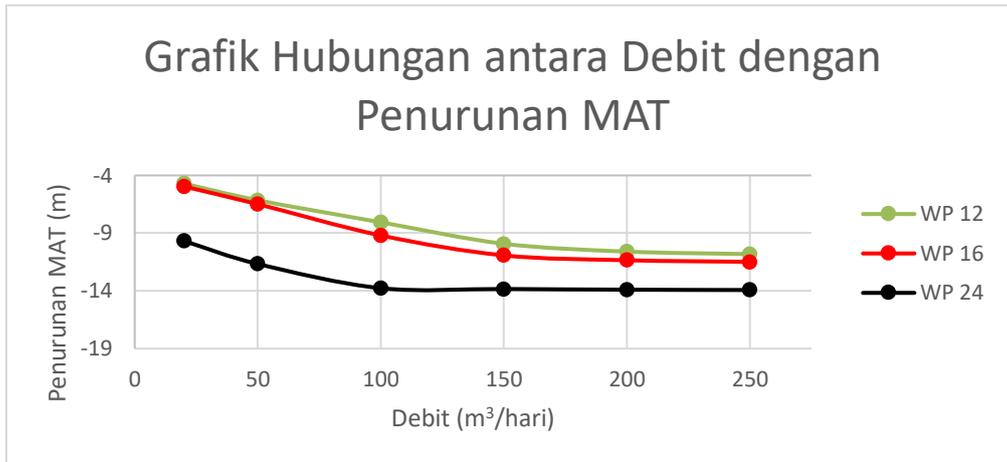
Tabel 1. Nilai Efektifitas

Jumlah <i>Well Point</i>	Kedalaman [m]	Penurunan MAT [m]	Efektifitas
1	2	3	([3]/[1])
12	-10	-7,181	0,598
	-12	-7,86	0,655
	-14	-8,56	0,713
	-16	-9,26	0,772
	-18	-10,17	0,848
	-20	-10,6	0,883
16	-10	-7,289	0,456
	-12	-8,265	0,517
	-14	-9,34	0,584
	-16	-10,11	0,632
	-18	-10,865	0,679
	-20	-11,35	0,709
24	-10	-10,53	0,439
	-12	-11,92	0,497
	-14	-12,19	0,508
	-16	-12,96	0,540
	-18	-13,374	0,557
	-20	-13,9	0,579

Nilai efektifitas didapat dari hasil pembagian antara penurunan MAT dengan jumlah dari *well point*. Dari hasil analisis output dengan variasi debit dapat dibuat grafik nilai efektifitas hubungan antara debit dengan penurunan MAT yang bisa dilihat pada **Gambar [4]**.

4.4 Hasil Analisis *Output* Dengan Variasi Debit

Dalam analisis ini akan dijelaskan hasil output yang dihasilkan dengan variasi debit yang berbeda beda. Variasi debit yang digunakan dalam analisis ini adalah 20, 50, 100, 150, 200 dan 250 m³/hari. Dari hasil analisis output dengan variasi debit yang telah dilakukan, dapat dibuat grafik hubungan antara debit dengan penurunan MAT yang terlihat pada **Gambar 5**



Gambar 5. Nilai Efektivitas *Output* dengan Variasi Debit

Dapat dilihat dari **Gambar [5]** bahwa semakin besar debit pompa tidak selalu berbanding lurus dengan penurunan MAT, hal ini dipengaruhi oleh daya hisap maksimum pompa. Dari hasil analisis output dengan variasi debit dapat dibuat nilai efektivitas hubungan antara debit dengan penurunan MAT yang bisa dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Nilai Efektivitas *Output* dengan Variasi Debit

Jumlah Well Point	Kedalaman [m]	Penurunan [m]	Debit [m³/hari]	Efektivitas
1	2	3	4	$([3]/[1])$
12	20	4,711	20	0,393
		6,154	50	0,513
		8,063	100	0,672
		9,923	150	0,827
		10,6	200	0,883
		10,82	250	0,902
16	20	4,962	20	0,310
		6,492	50	0,406
		9,2	100	0,575
		10,93	150	0,683
		11,35	200	0,709
		11,49	250	0,718
24	20	9,685	20	0,404
		11,67	50	0,486
		13,77	100	0,574
		13,84	150	0,577
		13,9	200	0,579
		13,93	250	0,580

Dari **Tabel 2** juga dapat dilihat bahwa semakin besar nilai debit akan meningkatkan nilai efektivitas *wellpoint* tersebut, Dapat di buktikan bahwa nilai debit yang paling efektif digunakan adalah debit 250 m³/hari dengan *wellpoint* sebanyak 12 buah di kedalaman 20 m dengan nilai 0,902.

5. KESIMPULAN

Setelah dilakukan analisis pemodelan *dewatering* dengan menggunakan metode elemen hingga (PLAXIS 3D) dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Selisih penurunan MAT antara penggunaan 12 *wellpoint* dengan 16 *wellpoint* tidak terlalu signifikan, sedangkan penurunan MAT antara penggunaan 12 *wellpoint* dengan 24 *wellpoint* relatif signifikan.
2. Nilai efektivitas meningkat seiring bertambahnya kedalaman dari *wellpoint*, efektivitas pada penggunaan 12 *wellpoint* untuk kedalaman -10 m adalah 0,598 lalu pada kedalaman -16 m adalah 0,772 dan pada kedalaman -20 m adalah 0,883.
3. Dari hasil analisis penggunaan jumlah *wellpoint* 12 relatif lebih efektif diberbagai kedalaman, sebagai contoh pada kedalaman -20 m nilai efektifitasnya adalah 0,883 relatif lebih besar dari penggunaan jumlah *wellpoint* 16 dan jumlah *wellpoint* 24, yang berturut turut nilainya adalah 0,709 dan 0,579.
4. Pengaruh kedalaman, jarak, dan konfigurasi dari *wellpoint* sangat mempengaruhi penurunan MAT. Dengan bertambahnya kedalaman, jarak dan konfigurasi dari *wellpoint* penurunan yang terjadi pun menjadi bervariasi. Dari hasil analisis yang telah dilakukan maka dapat menentukan kebutuhan pompa yang efektif untuk mencapai penurunan MAT yang maksimal.
5. Variasi debit pompa tidak selalu berbanding lurus dengan penurunan MAT. Nilai penurunan MAT dari hasil variasi debit yang lebih dari 100 m³/hari pada jumlah *wellpoint* yang berbeda pun mengalami penurunan MAT yang konstan. Hal ini dipengaruhi oleh nilai h_{min} dimana nilainya adalah -15 m.
6. Dari hasil analisis nilai efektivitas dapat disimpulkan bahwa nilai debit 250 m³/hari dengan jumlah *wellpoint* 12 yang paling efektif digunakan dengan nilai 0,902.

DAFTAR RUJUKAN

- Ou, Chang-Yu. 2006. *Deep Excavation*. London: Balkema.
- Braja M.Das. 2014. *Principles of Geotechnical Engineering. Journal of Chemical Information and Modeling*. Stamford.
- . 2016. *Principles of Foundation Engineering. McGraw-Hill Handbooks*. 8th ed. Boston: Cengage Learning.
- Braja M.Das, Noor Endah, and Indrasurya B. Mochtar. 1995. *MEKANIKA TANAH Jilid 1 (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Surabaya: Erlangga.
- SNI 8460, 2017. *Persyaratan Perancangan Geoteknik*. Jakarta
- Powers, J. Patrick, dkk. *Construction Dewatering and Groundwater Control: New Methods and Application Third Edition*. 2007. John Wiley & Sons, Inc. Unites States of America.
- Hardiyatmo, H.C.,(2007), *Mekanika Tanah I, Edisi keempat*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 2008. *Teknik Fondasi 2*. 4th ed.
- SNI 8460-2017 (2017), *Persyaratan Perancangan Geoteknik*, Jakarta.
- Warsita, Ita, Sulwan Permana, Ida Farida. 2014. *Perancangan Dewatering Pada Konstruksi Basement* (Studi Kasus Proyek Landmark Residence –Bandung). Vol. 13 No. 1. Diambil dari: <http://jurnal.sttgarut.ac.id>.
- PLAXIS. 2018. *PLAXIS 3D Reference Manual*. PLAXIS B.V. Netherland.