

PERANCANGAN DEWATERING PADA KONSTRUKSI BASEMENT (STUDI KASUS PROYEK LANDMARK RESIDENCE – BANDUNG)

Ita Warsita¹, Sulwan Permana², Ida Farida³

Jurnal Konstruksi
Sekolah Tinggi Teknologi Garut
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia
Email: jurnal@sttgarut.ac.id

¹Ita_warsita@yahoo.co.id

Abstrak - Dewatering merupakan suatu pekerjaan yang diperlukan untuk mengeringkan lahan galian di bawah muka air tanah dan untuk mengatasi gaya Uplift selama masa konstruksi Basement. Penentuan banyaknya jumlah sumur yang digunakan mengacu dari : Data spesifikasi teknis rencana bangunan, luas galian, dan kedalaman galian, Data penelitian tanah, Pertimbangan kondisi lahan di sekitar proyek, Pengalaman sejenis yang telah dilakukan. Pada proyek Landmark Residence Apartment Bandung ini digunakan lima belas sumur Dewatering, dua sumur Piezometer, dan dua sumur Recharging. Masing – masing sumur tersebut di bor sampai pada kedalaman minus 20 m dengan diameter sumur 80 cm dan diameter casing PVC 12” untuk sumur Dewatering; diameter sumur 60cm dan diameter casing 2” untuk sumur Piezometer; dan diameter sumur 80 cm dan diameter casing 12” untuk sumur Recharging. Selain itu ,sejumlah pompa submersible berkapasitas diperlukan untuk membuang air permukaan akibat air hujan via sumpit. intensitas hujan ± 50 mm/jam untuk kota bandung dengan luas galian 2400 m² dan koefisien pengaliran (C) = 0,5 Jumlah air yang harus dibuang 60 m³/jam.

Kata Kunci – Dewatering, Basement

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu upaya untuk mendukung perkembangan di Kota Bandung yaitu perlu dibangunnya fasilitas-fasilitas pendukung lainnya seperti pembangunan Landmark Residence Apartemen yaitu tersedianya jasa penginapan baik itu untuk aktifitas pariwisata ataupun usaha, yang terletak di daerah Pasir Kaliki Bandung. Apartemen ini memiliki 18 lantai dan 3 lantai basement, dengan kedalaman basement –10 meter dari elevasi 0.0. Pengerjaan lantai basement ini menggunakan metode pekerjaan dewatering yaitu suatu pekerjaan yang diperlukan untuk mengeringkan lahan galian di bawah muka air tanah selama masa konstruksi basement. Pekerjaan dewatering mutlak diperlukan sampai bangunan selesai. Selain itu, pekerjaan dewatering juga sangat diperlukan untuk menanggulangi terjadinya genangan pada konstruksi basement atau pondasi, baik akibat air hujan ataupun rembesan air tanah. Dewatering biasanya dioperasikan selama 24 jam selama pekerjaan basement.

1.2 Perumusan Masalah

Dalam merencanakan pekerjaan *Dewatering* pada Proyek *Landmark Residence Apartemen* Bandung ini penulis titik beratkan pada:

1. Merencanakan kebutuhan titik *Dewatering* pada area galian *Basement* Proyek *Landmark Residence* Bandung.
2. Metode pelaksanaan pekerjaan *Dewatering*
3. Menganalisis kebutuhan pompa untuk mengeluarkan air dalam galian *Basement*.

1.3 Maksud dan Tujuan

Penulisan Tugas Akhir memiliki maksud yaitu untuk mengetahui tingkat kestabilan muka air tanah pada saat galian tanah pada pekerjaan basement Proyek Landmark Residence Bandung.

Adapun Tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu:

1. Mengeringkan area galian tanah.
2. Memperbaiki kestabilan lereng sehingga dapat mencegah kelongsoran
3. Mencegah pengembungan dasar galian akibat tekanan air.

1.4 Ruang Lingkup

Data – data teknis pekerjaan *Dewatering* Proyek *Landmark Residence Apartement* Bandung adalah sebagai berikut:

- Jumlah sumur dewatering : 15 Titik
- Kedalaman : ± 20 Meter
- Elevasi Open Cut Tanah : – 10 meter
- Diameter sumur Dewatering : 80 cm
- Diameter casing PVC : 12 inchi
- Filter / saringan : G level
- Kapasitas pompa : ± 250 liter / menit
- Jarak antara sumur dewatering : 27 meter
- Radius Antara Titik Dewatering : ± 30 meter

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi atau digunakakn sebagai salah satu referensi bagi penulis lain dalam melakukan penelitian dan tugas akhir.
2. Untuk menambah wawasan bagi pembaca tentang Perencanaan Dewatering Pada Kontruksi Basement.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanah

2.1.1. Definisi Tanah

Tanah merupakan kumpulan agregat (butiran) mineral alami yang bisa dipisahkan oleh suatu cara mekanik bila agregat tersebut di aduk dalam air. Tanah mempunyai peran yang sangat penting pada suatu pekerjaan konstruksi ,keberhasilan perencanaan dan pelaksanaan suatu bangunan sangat dipengaruhi kemampuan memahami sifat dan jenis tanah dimana konstruksi itu dibangun. Tanah merupakan media utama dalam pembangunan. Fungsi tanah terdiri atas 3 bagian yaitu:

1. Tempat berdirinya segala jenis bangunan yang akan dibuat seperti bangunan gedung / perumahan, bangunan jalan ,jembatan serta pambangunan tower.
2. Sebagai material pengisi / timbunan.
3. Sebagai material untuk bahan bangunan seperti untuk membuat batu bata, genteng, keramik yang khusus dibuat dari tanah liat.

2.1.2. Sifat Alamiah Tanah

Tanah merupakan partikel mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Diantaranya partikel-partikel tanah terdapat ruang kosong yang disebut pori-pori (*void space*) yang berisi air dan udara. Ikatan yang lemah antara partikel-partikel tanah disebabkan oleh pengaruh karbonat atau oksida yang bersenyawa dengan diantara partikel-partikel tersebut atau dapat juga oleh adanya mineral organik.

Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan gletyser, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan. Tanah yang terjadi akibat penghancuran tersebut diatas tetap mempunyai komposisi yang am dengan batuan asalnya. Tanah

tipe ini mempunyai ukuran parikel yang hampir sama rata dan dideskripsikan berbentuk utuh (*bulky*), yaitu bentuknya bersudut ataupun bulat.

2.1.3. Jenis – Jenis Tanah

Menurut jenis susunannya tanah dibagi menjadi.

1. Tanah batu
Pada tebal $\pm 2,5$ m merupakan dasar yang amat baik untuk bangunan.
2. Tanah cadas
Merupakan hasil pengerasan dari tanah dan kadang – kadang terdapat tanah – tanah lembek pada tebal 2,5 merupakan dasar fondasi yang baik, umumnya jika dibuka tanah padas ini lapuk lain halnya jika terdapat banyak pasir.
3. Tanah kerikil
Terdiri dari butiran – butiran batuan andesit yang cukup kasar. biasanya kerikil banyak bercampur pasir, selain kerikil sebagai tanah dasar, baik untuk didirikan bangunan.
4. Tanah pasir
Butir butir pasir mendekati bentuk yang bulat – bulat. Butir - butir yang berbentuk tajam disebut pasir tajam merupakan tanah dasar yang baik untuk bangunan.
5. Tanah liat
Tanah liat sukar ditembus oleh air karena memiliki susunan butir yang rapat dan butir tersebut sangat liat, akan tetapi tanah liat tersebut mudah menerima air. Keburukan tanah ini adalah jika musim kemarau menunjukkan retak–retak sampai dibawah muka tanah sehingga kejadian ini mengakibatkan tegangan dukung tanah menjadi berkurang .Sehingga mengakibatkan retak–retak pada bangunan.
6. Tanah geluh
Tanah ini terdiri dari campuran tanah liat dan pasir. jika butir–butir pasir banyak terkandung lebih banyak daripada tanah liatnya maka susunannya lebih rapat. Jika tanah geluh tidak banyak mengandung air, maka dapat digunakan sebagai dasar bangunan.
7. Tanah napal
Terdiri dari campuran tanah liat, pasir dan kapur. Tanah ini baik digunakan sebagai dasar bangunan asal mempunyai tebal lapis yang cukup bedanya.
8. Tanah halus
Terdiri dari butiran–butiran halus dan rata susunannya. Dalam susunan butir banyak terdapat butir–butir kapur. Tanah ini baik digunakan sebagai tanah dasar, asal butir–butirnya tidak mengandung air didalamnya.
9. Tanah gambut
Tanah gambut banyak terdapat di rawa–rawa. Tanah gambut tidak baik sebagai dasar bangunan, perlu diketahui bahwa urungan rawa dengan lumpur kurang kuat yang lebih kuat adalah urungan dengan pasir kali.

2.1.4. Daya Dukung Tanah

Pengetahuan tentang daya dukung tanah sangat diperlukan bila akan mendirikan suatu bangunan pada lapisan tanah tertentu. Dengan mengetahui kondisi lapisan tanah pada suatu daerah maka kita dapat memperkirakan apakah daerah tersebut dapat didirikan suatu bangunan atau tidak. Selain itu keamanan konstruksi bangunan terhadap penurunan tanah akibat hilangnya daya dukung tanah merupakan hal yang perlu diperhatikan. Setiap lapisan tanah yang mengalami pembebanan akan mengalami penurunan, itu disebabkan oleh pengecilan rongga udara pada butir tanah (angka pori).

Untuk mengetahui kondisi tanah dimana bangunan akan didirikan, harus dilakukan penyelidikan tanah terlebih dahulu. Kondisi tanah dapat dibedakan menjadi:

1. Kondisi tanah normal
adalah lapisan tanah labil dan tidak mempunyai daya dukung baik terletak dipermukaan setebal ± 50 cm atau lebih, tetapi dalam lapisan tanah keras tidak terlalu jauh dibawah

permukaan tanah.

2. Kondisi tanah khusus adalah Lapisan tanah labil terletak sampai jauh dibawah permukaan tanah, sehingga lapisan tanah keras terletak sangat dalam, seperti tanah rawa dan tanah bergambut dan lapisan tanah terletak pada permukaan tanah dan tanah sangat sukar digali, misalnya tanah berbatu dan batu karang.

2.1.5 Pemeriksaan tanah

Pemeriksaan dan penyelidikan tanah diperlukan untuk menentukan kekuatan tanah untuk pondasi, Pemeriksaan tanah meliputi :

1. Pemeriksaan jenis tanah
Contohnya suatu tanah galian dikeluarkan dari dalam sumur ,maka pada tebing sumur dapat dilihat jenis dan tebal lapisannya. Dari penggalian beberapa sumur pada tempat – tempat pada umumnya dekat pada sebelah luar sudut bangunan dapat diketahui jenis – jenis tanah dan tebalnya lapisannya ,juga lereng lapisan-lapisan tanah. Alat yang digunakan untuk mengetahui jenis-jenis tanah tersebut adalah dengan baja sondir, dan dengan cara pemboran.
2. Pemeriksaan tegangan dukung tanah
Dengan alat tegangan dukung tanah dapat langsung diketahui, biasanya alat yang digunakan disebut Sondir – Barentsen. Besar daya dukung tanah yang diperiksa dapat dibaca pada manometer *Bondir Barentsen* dapat digunakan pada tanah yang mempunyai tegangan dukung sebesar 10 kg/cm². Berhubung dengan keberatan-keberatan diatas untuk pemeriksaan tanah yang keras, maka digunakan alat lain yang disebut alat sondir dalam. Perbedaan yang terdapat antara kedua ini adalah pada sondir dalam dapat diketahui tahanan ujung kerucut, juga dapat diketahui gesekan yang terdapat antara tanah dengan batangnya. Alat sondir dalam dapat digunakan untuk tegangan dukung sebesar ton/cm² atau 2000 kg / cm².
3. Pemeriksaan keadaan air tanah
Jika kita menggali suatu lobang pada kedalaman tertentu, kita akan menjumpai muka air yang ada dalam tanah. Muka air tersebut dinamakan muka-air tanah, dimana pada air tanah mengandung zat agresif, diantaranya zat asam, yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan bahan yang digunakan. Pemeriksaan tinggi muka air tanah dapat di ketahui pada waktu kita mengadakan pemeriksaan tanah dengan cara pemboran, karena dalam pemboran selain diketahui jenis tanah, tebal lapisan tanah, juga tinggi muka tanah air tanah dapat diketahui.

2.1.6. Penyelidikan Tanah

Tanah selalu mempunyai peranan penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Tanah merupakan pondasi pendukung suatu bangunan atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan, atau terkadang menjadi sumber penyebab gaya luar pada bangunan seperti tembok/dinding penahan tanah.

Mengingat hampir semua bangunan dibuat diatas tanah , maka harus dibuat suatu pondasi yang dapat memikul beban bangunan itu. Umpamanya jika permukaan tanah cukup keras dan mampu untuk memikul beban bangunan maka pondasi dapat dibangun secara langsung diatas permukaan tanah tersebut. Bila dikhawatirkan akibat tanah itu akan rusak atau turun akibat gaya yang bekerja melalui permukaan tanah tersebut maka terkadang diperlukan suatu konstruksi seperti pondasi untuk meneruskan gaya tersebut kelapisan tanah yang mampu memikul gaya sepenuhnya. Untuk mengadakan perkiraan dan penilaian teknis tentang daya dukung tanah pondasi maka diperlukan pengertian mengenai karakteristik mekanis dari tanah.

Penyelidikan tanah tujuannya adalah :

1. Menentukan kapasitas dukung tanah menurut tipe pondasi yang dipilih
2. Menentukan tepi dan kedalaman pondasi
3. Untuk mengetahui posisi muka air tanah
4. Mengetahui jenis tanah pada setiap lapisan
5. Untuk memprediksi besarnya penurunan
6. Menentukan besarnya tekanan tanah terhadap dinding penahan tanah atau abutmen.

2.2. Dewatering

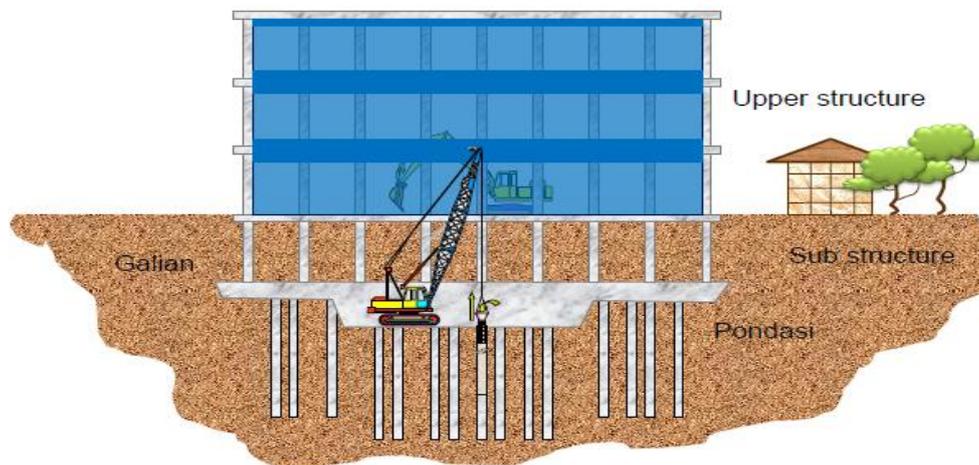
2.2.1. Pelaksanaan *Dewatering*

Negara kita dianugerahi Sumber Daya Alam (SDA) yang melimpah dalam hal ini adalah sumber daya air, dengan ditunjang dengan kondisi topografi yang *relative* signifikan Pengembangan sumber daya air didefinisikan sebagai aplikasi cara struktural dan non-struktural untuk mengendalikan, mengolah sumber daya air agar memberikan manfaat bagi mahluk hidup dan manfaat untuk tujuan-tujuan lingkungan.

System / metode pembebasan area konstruksi bendung dari gangguan aliran air atau yang biasa disebut sistem *dewatering*. Memperoleh sistem *dewatering* yang terbaik dengan suatu konstruksi yang memenuhi unsur-unsur ketepatan, keamanan, *effisiensi*, dan ekonomis.

Pekerjaan *dewatering* sangat diperlukan untuk pekerjaan galian pada basement berupa lahan galian di bawah muka air tanah untuk mengatasi gaya angkat (*up lift*) selama proses konstruksi dengan metode *open cut*. Pekerjaan *dewatering* ini bersifat sementara sampai tercapai keseimbangan (*up lift force*) dengan beban konstruksi di atas nya atau kurang lebih 6 bulan.

METODE : OPEN CUT – BOTTOM UP



Gambar 2.1 Metode *open cut*
Sumber: PT.PP (Persero) Tbk. 2014

2.2.2. Lingkup pekerjaan *dewatering*

Lingkup pekerjaan *dewatering* ini meliputi :

1. Penyedia peralatan *dewatering*
 - Pembuatan sumur didalam area galian sebanyak 15 buah.
 - Pompa-pompa Submersible sebanyak 15 (Lima Belas) unit termasuk kelengkapannya dengan diameter sumur adalah 80 inci.
 - Sistem switch otomatis untuk pemompaan.
 - Pipa selang plastic pembuangan air kesaluran terdekat
2. Pemasangan sistem *dewatering* meliputi sumur-sumur pompa (*pumping well*) 10 unit di dalam area galian.
3. Pengoperasian sistem *dewatering* selama masa konstruksi hingga tekanan angkat seimbang dengan berat konstruksi
4. Penutupan bekas lubang sumur dilakukan dengan *flens* dan *cleanst* atau sesuai petunjuk pengawas.

2.2.3. Tujuan Pelaksanaan pekerjaan *dewatering*

- Menjaga agar dasar galian tetap kering.
- Mencegah gaya *up lift* terhadap bangunan sebelum mencapai bobot tertentu.
- Mencegah erosi buluh.

- Mencegah resiko *sand boil*.

2.2.4. Dasar Pekerjaan *Dewatering*

- Data spesifikasi (data luas dan kedalaman galian)
- Data penelitian tanah
- Pertimbangan kondisi lahan di area proyek

2.2.5. Metode Pelaksanaan

Ada 3 metode *dewatering* yang dapat dipilih , yaitu :

- *Open plumbing*
- *Predrainage*
- *Cut Off*

Metode *dewatering* yang dipilih tergantung beberapa faktor, antara lain :

- Debit rembesan air
- Jenis tanah
- Sifat tanah
- Air tanah
- Rencana pekerjaan

Dari ketiga metode yang ada pada proyek kali ini menggunakan metode *predrainage* yang selanjutnya dilakukan pekerjaan:

1. Penentuan Denah titik *dewatering*
Penentuan titik *dewatering* dilakukan oleh tim *surveyor*, berjumlah 15 unit.
2. Pembuatan instalasi *Dewatering*
Pembuatan instalasi ini dilakukan agar melokalisir air agar tidak tergenang yang mengakibatkan terganggunya proses pekerjaan. (pengeringan lapangan kerja dari air permukaan)
3. Sistem Pembuangan
Sistem pembuangan ini sebagai saluran pembuangan sebagai tampungan yang selanjutnya akan dibuang ke saluran kota.
4. Pembuatan *Recharging*
Recharging digunakan untuk mengisi muka air tanah di luar lokasi proyek yang diakibatkan oleh pemompaan sumur *dewatering*. Pada proyek ini dipasang 4 buah sumur *recharging*.
5. Pembuatan *Piezometer*
Piezometer digunakan untuk memantau penurunan muka air tanah pada lokasi *dewatering* dan sekitarnya. Pada proyek ini dipasang 6 *piezometer*.
6. *Monitoring*
Monitoring dilakukan dengan mengadakan pengukuran muka air tanah setiap hari dan mengikuti pekerjaan galian untuk memindahkan jalur listrik dan jalur plambing agar tidak berhenti oleh gangguan air tanah selama proses konstruksi.
7. Penutupan Sumur *dewatering*
Penutupan sumur *dewatering* ini dilakukan dengan Metode Penutupan sumur dengan *flange-figot*.

Alat-alat yang digunakan pada konstruksi dewatering dapat di lihat di bawah ini

Table 2.1 Alat-alat dewatering
 Sumber : Dokumen pribadi. 2014

No	Alat	Gambar	Keterangan
1	<i>Soil Machine</i>		Alat berat ini digunakan untuk pengeboran dengan beberapa macam mata bor
2	<i>Service Crane</i>		Alat berat ini digunakan untuk pengeboran dengan beberapa macam mata bor
3	<i>Pompa Submersible</i>		Alat ini digunakan untuk memompa air dengan kapasitas 150-200 / menit
4	Mata Bor		Alat ini diperuntukan untuk melubangi bagian pipa dengan mata bor 16
5	Kabel		Kabel listrik yang bersama-sama dimasukkan dengan pompa <i>submersible</i>
6	Gergaji pipa		Digunakan sebagai alat potong pipa pvc

7	Selang penyedot	 <p>Digunakan untuk menyedot air yang ada dalam lubang pengeboran</p>
---	-----------------	--

Table 2.2 Bahan untuk pekerjaan *Dewatering*
Sumber : Dokumen Pribadi. 2014

No	Bahan	Gambar	Keterangan
1	Pipa <i>PVC</i> berbagai ukuran		Bahan utama yang digunakan dalam pekerjaan dewatering
2	<i>Gravel</i>		<i>Gravel</i> digunakan sebagai bahan penyaring air yang di pompa
3	Penutup <i>flange-figot</i>		Bahan ini digunakan untuk penutup <i>Recharging</i> (Sementara)
4	Lem dan kayu penyangga		Lem digunakan untuk menyambungkan pipa dengan pipa lainnya
5	<i>Elbow</i> dan pipa penyambung lainnya		Digunakan sebagai bahan penyambung pipa.
6	Kawat Bendrat		Digunakan sebagai bahan penyambung untuk memasang pada <i>service crane</i> .
7	Tambang Plastik		Digunakan untuk penyokong pompa <i>submersible</i> ke lubang pengeboran dll

<p>8</p> <p><i>Seal tape</i></p>		<p>Digunakan sebagai bahan perekat pada pipa.</p>
<p>9</p> <p>Cat</p>		<p>Digunakan untuk mengecat <i>flangefigotrecharging</i> atau penutup <i>dewatering</i></p>

2.2.6. Keuntungan dan Kerugian *Dewatering*

1. Keuntungan :
 - Muka air tanah turun
 - Longsor kurang
2. Kerugian :
 - Mata air sekeliling turun

2.2.7. Metode Teknis

1. Metode *predrainage*
Prinsip metode *predrainage* adalah menurunkan muka air terlebih dahulu sebelum pekerjaan galian dimulai. Metode *predrainage* dipilih, bila :
 - Karakteristik dari tanah merupakan tanah lepas, berbutir seragam, cadas lunak dengan banyak celah.
 - Debit rembesan cukup besar dan tersedia saluran pembuangan air.
 - Tanah sensitif terhadap erosi atau mudah terjadi *rotary slide*.
 - Tidak mempunyai efek mengganggu bangunan disekitarnya.

Ada 2 sistem *predrainage*, yaitu :

1. *1.Single Stage Predrainage*
2. *2.Multi Stage Predrainage*

Ada dua metode *dewatering predrainage* yaitu :

1. pompa dalam
2. *Well Points (Submersible Pump)*
 1. *Well Points*
 - Metode *Well Points* atau metode pemompaan dengan menggunakan teknik *vacum* dilakukan dengan cara menempatkan *collecting points* yang terhubung dengan pompa dalam suatu sumuran.
 - *Collecting points* umumnya ditempatkan setiap interval tertentu antara 0.8 – 2 m. *Collecting points* biasanya memiliki panjang 100 cm dengan diameter 5-7 cm. Pipa ini memiliki lubang-lubang disekelilingnya untuk menyedot air tanah .
 - Kepala pompa *vacum* dihubungkan pada pipa pengumpul, selanjutnya air ditarik keluar dengan menggunakan pompa *vacum*.
 2. Pompa Dalam (*Submersible Pump*)
Metode *Deep Well* adalah suatu metode pengeringan dengan menggunakan gaya gravitasi. Metode *Deep Well* umumnya dilakukan dengan menggunakan bantuan pompa *submersible* (jenis pompa yang dapat diletakkan di dalam air). Diameter sumur bor disesuaikan dengan tipe pompa

yang akan digunakan (biasanya sangat tergantung pada besaran debit yang diperlukan antara 6 – 8 inci). Kemudian dari dalam sumur bor tersebut air tanah dipompa keluar. Sebagai dampaknya muka air tanah disekitar galian akan mengalir masuk kedalam lubang pompa secara gravitasi, sehingga menyebabkan penurunan muka air tanah disekitar areal pompa.

Selanjutnya kedalam sumuran tersebut dipasang suatu selubung untuk mengurangi resiko keruntuhan dinding sumuran. Selubung ini dapat menggunakan material seperti *PVC*. Diameter selubung harus lebih kecil dibandingkan dengan sumuran. Antara selubung dan dinding sumuran kemudian diisi dengan material *granular* (pasir). Pelindung/selubung mengijinkan air tanah untuk masuk kedalam sumuran dan menghalau sedimen yang masuk kedalam sumuran.

Setelah penyaring ditempatkan, sumuran terlebih dahulu harus disiram untuk membersihkan lumpur tanah yang terjadi selama proses pemboran, dan juga untuk menghindari pengerasan lumpur di saringan yang dapat mengurangi efisiensi dari sumuran.

2.2.8. Sistem *Dewatering*

Penurunan muka air tanah akan dilakukan dengan jalan memompa air keluar melalui sumur-sumur yang dibuat menyebar di dalam lubang galian. Pembuatan sumur dilakukan sebelum pekerjaan galian dimulai. Pengeboran dilakukan dengan memakai mesin bor *type hidrolis* YBM. Sistem pengeboran adalah *wash boring*:

Pada proses pekerjaan *dewatering* ini, 1 pompa di simpan di satu lubang, sehingga dalam konstruksi ini terdapat 15 pompa *submersible*.

Rencana Konstruksi *Sumur dewatering* :

- Penentuan titik oleh tim *surveyor*
- Pengeboran dengan mesin bor *trive soil* dengan *system wash boring* sampai kedalaman 20 meter.
- Pemasangan *casing PVC* yang dilanjutkan dengan pengisian *gravel* antara *casing* dengan dinding bor.
- Instalasi *dewatering* dengan pompa *submersible*, pipa penghantar air dan kabel listrik.
- Instalasi *plumbing* dan listrik menuju panel otomatis pompa *submersible*.

2.2.9. Konstruksi sumur *Recharging*

Recharging digunakan untuk mengisi muka air tanah di luar lokasi proyek yang di akibatkan oleh pemompaan sumur *dewatering*. Pada proyek ini dipasang 4 buah sumur *recharging*.

2.2.10. Konstruksi sumur *piezometer*

Piezometer digunakan untuk memantau penurunan muka air tanah pada lokasi *dewatering* dan sekitarnya. Pada proyek ini dipasang 6 *piezometer* dan pengukuran dilakukan setiap hari menggunakan alat elektronik *water level* sehingga muka air tanah dapat dimonitor setiap hari.

2.2.13. Rencana *sumpit*

Sumpit dan saluran sementara dibuat untuk mengatasi rembesan akibat ketidaksempurnaan pemompaan melalui sumur serta dari rembesan dari dinding galian. Selain itu sumpit dan saluran juga sangat diperlukan terutama untuk mengatasi air hujan. Rencana detail *Sumpit* sebagai berikut :

- Kedalaman : 1,5 m
- Dimensi : 1,5 x 1,5 m²
- Jumlah : 15 buah pada setiap *stage* / tahapan galian

2.2.14. Monitoring

Penurunan tekanan ini dilakukan dengan cara memompa air, oleh karena itu disebut proses *dewatering*. Karena kegiatan *dewatering* dilakukan berdasarkan target kedalaman tertentu maka pada proses pemompaan perlu dilakukan pemantauan (*monitoring*) turunnya muka air tanah yang terjadi karena proses ini. Sebagai ilustrasi turunnya muka air tanah akibat kegiatan *dewatering* dapat

dilihat pada gambar 3.61 Garis putus-putus adalah muka air tanah semula, sedangkan garis biru tegas adalah muka air tanah setelah kegiatan *dewatering*.

2.2.15. Metode Penutupan Sumur Dengan *Flangefigot*

Alat dan Bahan :

- Pipa besi \varnothing 10 inchi dengan tebal 10-12 mm, panjang \pm 60 cm
- Plat besi dengan tebal 10 mm
- Karet / *Rubber* tebal 10 mm
- Mur / Baut 24 biji, panjang 5 cm

Urutan pelaksanaan :

1. *Pabrikasi flange*
2. *Flange* yang sudah jadi dipasang mengurung pipa *PVC* \varnothing 8 inchi
3. Antara *flange* dan penutup *flange*, diberi karet / *rubber*
4. Pasang baut dan kencangkan hingga dipastikan sudah tidak ada kebocoran
5. Penutupan sumur

2.3. Spesifikasi Teknis Alat Bor

2.3.1. Rangka Mesin

Rangka mesin ini mempunyai lebar 970 mm dengan panjang 1385 mm dan dengan tinggi 1700 mm. Rangka mesin yang mempunyai diameter \varnothing 420 mm ini berfungsi memudahkan pipa bor naik turun saat penggalian. Menara bor atau Kelly Bar dengan panjang 10,4 meter yang berfungsi sebagai alat penyambung dengan mata bor.

Menara bor yang ditempatkan pada ujung rangka, terbuat dari besi, berfungsi sebagai line / pengarah gear box terutama untuk pelurus vertikal pada saat pengeboran.

2.3.2. Penggerak Bor

Menara bor atau Kelly Bar dengan panjang 10,4 meter yang berfungsi sebagai alat penggerak bor dan sekaligus berfungsi menyambung mata bor.

2.3.3. Pipa Bor / Kelly Bar

Pipa bor / Kelly bar terbuat dari pipa besi yang mempunyai kekuatan momen torsi 60 dari 200 kNm. Panjang masing-masing Kelly bar yang digunakan adalah 10 meter dan 12 meter.

2.3.4. Mata Bor

Salah satu peralatan yang memegang peranan penting dalam proses pengeboran adalah mata bor. Hal ini disebabkan tipe tanah yang akan dieksploitasi sangat beragam. Tipe tanah dapat berbeda-beda untuk suatu kedalaman tertentu, sehingga dapat saja digunakan lebih dari satu tipe mata bor. Jenis mata bor yang dipakai disesuaikan dengan kondisi tanah yang dibor. Ada 3 jenis matabor yang digunakan pada pekerjaan pengeboran ini, antara lain

2.3.5. Open-helix Augers

Digunakan pada tanah medium atau batuan lunak. Peralatan ini (Gambar 3.1) terdiri dari pisau pemotong pada bagian tepi untuk tanah homogen atau menggunakan gigi pemotong untuk tanah keras dan batuan lunak. Hasil galian akan masuk dalam piringan bor dan dapat diangkat ke atas untuk dibuang

Drilling Bucket

Setelah menggunakan Open-helix Augers, pekerjaan ini dilanjutkan dengan menggunakan *drilling bucket*. Mata bor ini (Gambar 3.2) digunakan pada tanah lunak dan sangat efektif pada pasir. Alat ini selain mengebor juga dapat mengangkat hasil pengeboran ke atas untuk langsung

dibuang. *Drilling bucket* menjadi pelengkap untuk mata bor lain bila tanah yang akan dibor terlalu lunak.

Keberhasilan pengeboran ditentukan oleh kepandaian mekanikanya dan kemampuan mesin yang cukup besar untuk memutar dan menekan *bucket* di dalam tanah.

2.3.6. Cleaning Bucket

Cleaning bucket memungkinkan untuk digunakan apabila tanah mulai terlihat berlumpur. Mata bor ini juga berfungsi untuk membersihkan lumpur yang tidak terbuang oleh drilling bucket. Pada pengerjaan ini, casing masih digunakan untuk menstabilkan lubang dari runtuhannya.

2.3.7. Katrol/ Diesel Winch

Diesel winch yang dipakai, dilengkapi dengan tambang baja (wire rope) yang mempunyai kekuatan angkat 250 kN, dengan kecepatan 20-70 meter permenit dan dengan panjang tambang hingga 94 meter.

2.3.8. Pompa

Pompa pada rangka mesin ini memiliki tinggi 1700 mm.

2.3.9. Alat Bantu

Alat bantu yang sering diperlukan dalam pekerjaan pengeboran antara lain :

- Kunci baut
- Stempet
- Mesin las
- Ember, dll.

2.4. Prosedur Pengerjaan Bored Pile

Prosedur pelaksanaan pekerjaan bored pile secara singkat dapat diuraikan sebagai berikut :

2.4.1 Pekerjaan Pengeboran

Persiapan lahan untuk mendirikan mesin bor pada titik yang akan dibor. Kontraktor harus menyediakan surveyor dalam membuat setting out poin/titik bored pile (Gambar 3.9) yang akan dibor. Kemudian 4 poin sebagai referensi yang dipasang/offset tidak kurang dari 1 meter dari titik posisi pile. Setelah itu dilanjutkan dengan marking posisi pile oleh surveyor dengan titik bored pile dengan shop drawing.

Dilanjutkan dengan instal starter casing (casing awal). Verticality casing dicek (Gambar 3.10) terhadap koordinat titik bored pile dengan waterpass. Pastikan casing benar-benar tegak.

Setelah casing awal dipasang, dilanjutkan dengan pengeboran awal pengeboran (Gambar 3.11) dengan sistim dry drilling. Tanah dibor dengan menggunakan mata bor spiral atau open-helix auger. Mata bor diangkat setiap interval kedalaman 0,5 meter. Hal ini dilakukan berulang-ulang sampai kedalaman yang ditentukan.

Apabila casing awal telah masuk tertanam di dalam pada kedalaman yang telah ditentukan, maka pasang middle casing. Dan pekerjaan pengeboran dapat dilanjutkan hingga kedalaman yang telah ditentukan. Kemudian pengeboran dapat dilakukan hingga kedalaman rencana dengan menggunakan drilling bucket apabila ditemukan kondisi tanah yang berlumpur. Setelah mencapai kedalaman rencana, pengeboran dihentikan, sementara mata bor dibiarkan berputar tetapi beban penekan dihentikan dan tetap berlangsung terus sampai serpihan tanah betul-betul terangkat seluruhnya.

Setelah itu, pekerjaan dilanjutkan dengan pembersihan menggunakan bucket cleaning sampai lubang pengeboran benar-benar bersih dari lumpur.

Jika setelah dilakukan pembersihan dengan cleaning bucket, maka dilakukan kembali pengecekan kedalaman menggunakan measuring tape sampai ke dasar bore hole. Dengan bersihnya lubang bor diharapkan hasil pengecoran akan lebih baik hasilnya.

2.4.2 Pekerjaan Pembersihan

Setelah pekerjaan pengeboran selesai, semua peralatan dibersihkan dari sisa lumpur dan disiapkan kembali untuk dipakai pada titik bor berikutnya.

2.5. Daftar Peralatan Pekerjaan Dewatering

Tabel 2.3 Peralatan Dewatering
Sumber: PT.PP (Persero) Tbk. 2014

	Uraian Jenis Barang	Merk/Type	Kapasitas	Made in	kondisi	Jumlah
1	Mesin Bor Hidrolik	TOHO D1	150 -200 Meter	Jepang	80 %	2 Unit
2	Pompa submersible Deep well	TERRA BIZZI OMRONG	200 – 300 L/m	Italy	90 %	15 Unit
3	Pompa sampit (Pompa permukaan)	TSURUMI	300 – 400 L/M	Jepang	80%	15 Unit
4	Kabel 4x2,5mm Kabel 4x4mm	Eterna/Lokal	380 V0lt	Lokal	100% Baru	15 Roll
5	Selang pembuangan	SUNNY HOSE	-	Lokal	100% Baru	15 Roll
6	Pipa PVC 6 inchi	Wavin D	-	Lokal	100% Baru	90 Batang
7	Pipa PVC 2 inchi	Wavin D	-	Lokal	100% Baru	90 Batang
8	Panel induk	Lokal	380 Volt	Lokal	80%	4 Unit
9	Kunci pipa	Lokal	-	-	80 – 90%	5 unit
10	Water level	-	-	Singapore	80%	2 unit
11	Helmet	-	-	-	-	8 Unit
12	Sepatu Boot	Lokal	-	-	-	8 pasang
13	Kotak peralatan	-	-	-	-	1 Unit

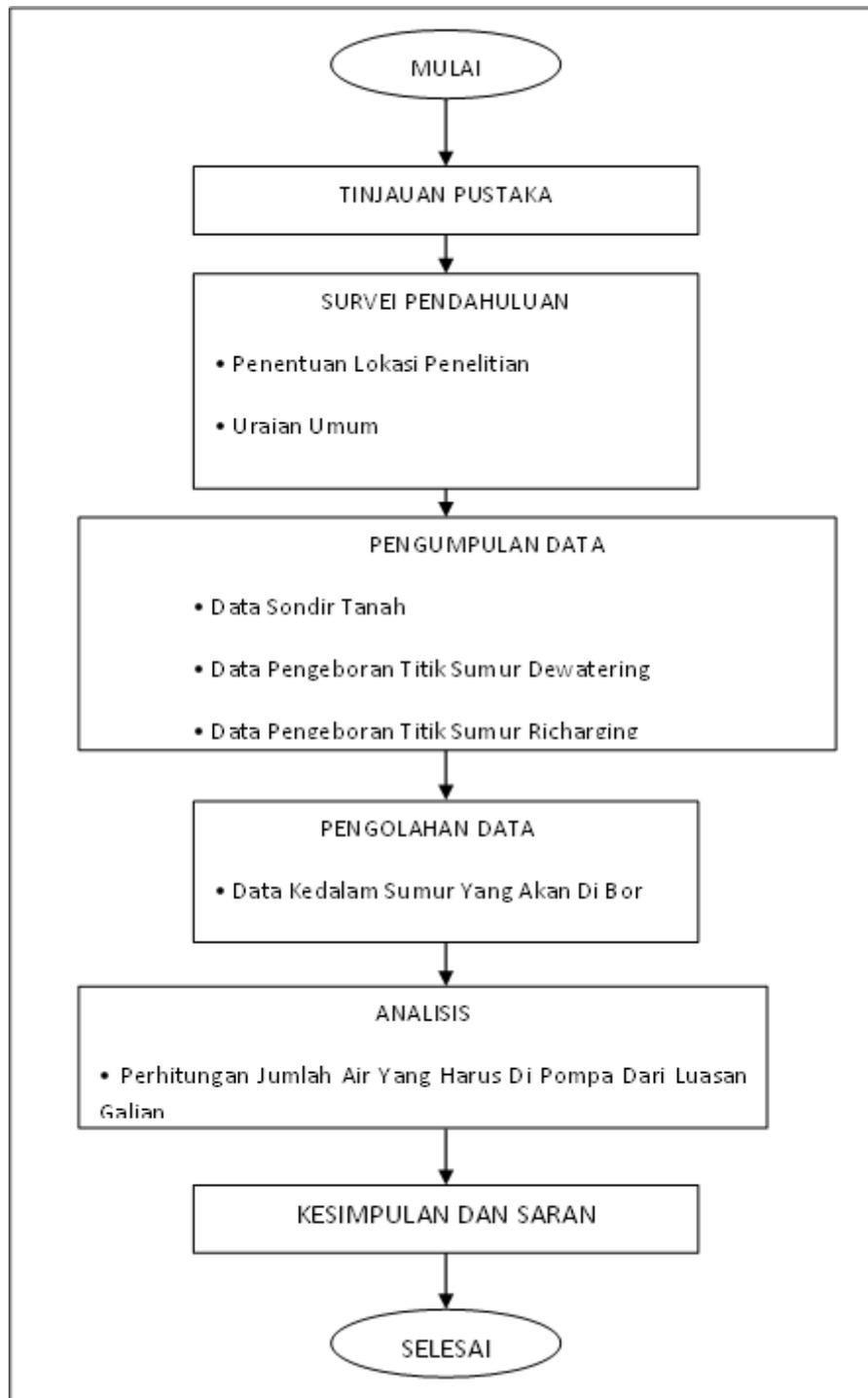
2.6. Urutan Pelaksanaan Dewatering

1. Pabrikasi flange sesuai gambar
2. Flange yang sudah jadi dipasang mengurung pipa PVC Ø 8 inchi (dipasang sebelum pengecoran slab lantai)
3. Setelah flange dipasang sesuai posisi yang diinginkan penutupan sumur bisa dilakukan sewaktu-waktu
4. Antara flange dan penutup flange, diberi karet / rubber
5. Pasang baut dan kencangkan hingga dipastikan sudah tidak ada kebocoran
6. Pengecoran slab lantai basement tiga.
7. Penutupan sumur selesai

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Skema Rencana Penelitian

Rencana penelitian ini secara garis besar dapat dilihat pada bagan alir seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

Sebelum penelitian ini dimulai terlebih dahulu dilakukan studi literatur atau biasa disebut dengan tinjauan pustaka. Tinjauan pustaka ini berisi tentang teori-teori dan bahan-bahan penelitian yang di peroleh dari acuan yang dijadikan landasan untuk melakukan penelitian. Uraian dalam tinjauan pustaka di bawa untuk menyusun kerangka atau konsep yang akan digunakan.

3.2 Survei Pendahuluan

Survei pendahuluan adalah survei yang dilakukan agar dalam pelaksanaan survei telah di ketahui lokasi survei, masalah yang mungkin di hadapi dan waktu survei dilakukan.

Dalam survei pendahuluan dilakukan kegiatan sebagai berikut:

1. Melihat Kondisi proyek
2. Kondisi tanah yang tidak stabil
3. Mengamati pengeboran sumur

Pemilihan lokasi pengamatan ini ditentukan bersamaan dengan survei pendahuluan. Dalam penelitian di Proyek ini diharapkan dapat memberikan hasil yang memuaskan dan sesuai dengan tujuan pengamatan.

Adapun tujuan dilakukan survei pendahuluan adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui jumlah sumur dewatering yang akan di bor
2. Menentukan masalah-masalah yang mungkin timbul pada saat pengumpulan data dilapangan
3. Mengetahui peralatan yang akan digunakan pada saat pengumpulan data dilapangan
4. Menentukan titik dewatering

Dari hasil pengukuran didapatkan titik koordinat yang merupakan titik untuk pengeboran dilapangan. Dalam pengukuran ini dipakai titik bantu dan titik tetap yang tidak mudah hilang yaitu (Bench Mark), Pekerjaan pengukuran dalam penitikan dewatering ini menggunakan pesawat Theodolit beserta kelengkapannya.

Pemasangan sistem dewatering meliputi sumur-sumur pompa (*pumping well*) 15 unit di dalam area galian.

IV. PENGOLAHAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan pada Proyek landmark Residence Bandung, tepatnya di pasir Kaliki. Pengambilan data dilakukan pada tanggal 9 Agustus 2014 sampai dengan 10 Oktober 2014.

1. Studi Kepustakaan
Studi kepustakaan ini di dapat dari beberapa literatur dan data-data yang diperoleh dari hasil pelaksanaan, internet, dan buku-buku panduan yang berhubungan dengan laaporan ini.
2. Interview
Interview dilakukan dengan bertukar pikiran dan pendapat kepada pihak-pihak yang berkaiatan langsung dengan proyek, pembimbing dosen, pembimbing lapangan, pekerja, staf-staf yang terkait ataupun dengan teman.
3. Observasi
Observasi ini diperoleh dengan pengamatan langsung ke lapangan baik dari segi dokumentasi/foto ataupun memperoleh instruksi langsung selama kerja lapangan.

4.2 Pengumpulan data sumur dewatering

4.2.1 Konstruksi Sumur Dewatering

Penurunan muka air tanah akan dilakukan dengan jalan memompa air keluar melalui sumur-sumur yang dibuat menyebar di dalam lubang galian, Pembuatan sumur dilakukan sebelum pekerjaan galian dimulai, Pengeboran dilakukan dengan memakai mesin bor type hidrolik YBM, *toho* atau setara. Sistem pengeboran adalah *wash boring*:

- Kedalaman setiap sumur : 20 m dari permukaan yang ada
- Konstruksi sumur : 80 Cm
- Saringan : Berlubang (dilapisi plastic mesh)
- Pipa sumur dewatering : PVC Ø 12"
- Jarak antar sumur : 30 Meter
- Jumlah : 15 sumur
- Pompa : Submersible dengn kapasitas \pm 250 liter / menit

4.2.2. Konstruksi Sumur Piezometer

Piezometer digunakan untuk memantau penurunan muka air tanah pada lokasi dewatering dan sekitarnya. Pada proyek ini dipasang 2 piezometer dan pengukuran dilakukan setiap hari menggunakan alat elektronik water level sehingga muka air tanah dapat dimonitor setiap hari.

Tahapan pekerjaan pembuatan sumur piezometer sama dengan pembuatan sumur dewatering berbeda dengan diameter menggunakan pipa PVC diameter 2 inchi dengan pengeboran diameter 4 inchi. Adapun fungsinya untuk mengetahui penurunan muka air tanah disekitar rencana galian.

Rencana konstruksi sumur piezometer sebagai berikut :

- Kedalaman setiap sumur : 20 m dari permukaan yang ada
- Konstruksi sumur : 60 cm
- Saringan : Berlubang (di lapisi split 3/5)
- Pipa Sumur Dewatering : PVC Ø 2"
- Filter : Gravel
- Jumlah : 2
- Pompa : Stand pile, berlubang

4.2.3. Konstruksi Sumur Recharging

Recharging digunakan untuk mengisi muka air tanah di luar lokasi proyek yang di akibatkan oleh pemompaan sumur dewatering. Pada proyek ini dipasang 2 buah sumur recharging.

Tahapan pekerjaan pembuatan sumur Recharging samadengan pembuatan sumur dewatering berbeda dengan diameter menggunakan pipa PVC diameter 12" dengan pengeboran diameter 80 cm. Adapun fungsinya untuk mengetahui pengisian ulang air tanah atau sebagai sirkulasi.

Rencana konstruksi sumur recharging sebagai berikut :

- Kedalaman seriap sumur : 20 m dari permukaan yang ada
- Konstruksi sumur : 80 cm
- Saringan : Berlubang (di lapisi split 3/5)
- Pipa sumur dewatering : PVC Ø 12"
- Filter : Gravel
- Jumlah : 2 buah
- Pompa : Stand pile, berlubang

4.2.4. Rencana sumpit

Sumpit dan saluran sementara dibuat untuk mengatasi rembesan akibat ketidaksempurnaan pemompaan melalui sumur serta dari rembesan dari dinding galian. Tempat pompa sumpit atau pompa permukaan akan disesuaikan dengan kebutuhan dilapangan dan mengikuti arah pekerjaan kontraktor galian. Selain itu sumpit dan saluran juga sangat diperlukan terutama untuk mengatasi air hujan

Rencana detail Sumpit sebagai berikut :

- Kedalaman : 1,5 m
- Dimensi : 1,5 x 1,5 m²
- Jumlah : 2 buah pada setiap stage / tahapan galian

4.3. Galian Tanah

Sebelum proses penggalian dilaksanakan, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah: Kedalaman galian. Cek stabilitas lereng, apakah dapat digali secara "open cut" dengan membentuk "slope" (cek tinggi kritis & kemiringan slope). Untuk lahan yang sempit apakah diperlukan dinding penahan tanah sementara (*temporary sheet pile, sheet pile+anchor*; dll) permanent (*soldier pile, diafragma wall*, dll).

Pengaturan manuver arah alat berat dan dump truck yang baik dilakukan dengan memperhatikan "site installation" yang ada. Pemilihan, jumlah, dan komposisi alat gali yang digunakan berdasarkan waktu pelaksanaan dan lokasi proyek. Perhatikan juga jalan yang memenuhi syarat dan pemeliharaan lingkungan sekitar proyek (debu, lumpur bekas meterial galian, dll).

4.4. Pengolahan Data

Jumlah sumuran yang diperlukan dihitung sebagai berikut :

- Menentukan jumlah air yang harus di pompa untuk luas galian 2400 m² tiap zona, di bawah ini dapat di lihat gambar penurunan muka air tanah sebelum dilakukan penggalian. (Metode Hausman, 1990). Daerah galian akan di anggap sebagai *equivalent well* dengan *radius equivalent untuk multip well* sebagai berikut :

$$a = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

dimana : A = Luas galian (3000 m²)
a = Radius Equivalent

maka,

$$a = \sqrt{\frac{2400}{3,14}} = 27,65 \text{ m}$$

equivalent radius influence $R_o = 3000 (H - h_e) K^{1/2}$

Dimana $k = 5 \times 10^{-5} \text{ m/det}$

$H = \text{El.}-18.00 - \text{El.}-3.00 = 15.00 \text{ m}$

$h_e = \text{El.}-18.00 - \text{El.}-7.00 = 11.00 \text{ m}$

$R_o = 3000 (15.00-11.00) \times 5 \times 10^{-5} (\frac{1}{2}) = 84,84 \text{ m}$

Jumlah air yang harus di pompa dari seluruh area galian:

$$Q = \frac{\pi \cdot K (H^2 - h_e^2)}{\ln(R_o) - \ln(a)}$$

$$= \frac{\pi \cdot 5 \times 10^{-5} (15^2 - 11^2)}{\ln(84,84) - \ln(27,65)}$$

$$= 0,015 \text{ m}^3 / \text{det}$$

$$Q = 0,015 \times 60.000 = 873,72 \text{ ltr} / \text{menit}$$

- Menentukan kapasitas pemompaan dari setiap *well* yang dibuat dengan *radius minimum*(r_w) = 15 (cm)

$$Q_1 = 2\pi \cdot r_w \cdot h_o \left(\frac{k^{1/2}}{15} \right)$$

Tinggi *well screen* dari dasar sumur = El.18.00-El-7.00 = 11.00 m

$$Q_1 = 2 \times 3,14 \times 0,15 \times 5,50 \times 0,000943 = 0,00489 \text{ m}^3 / \text{det}$$

$$Q_1 = 0,00489 \times 60000 = 293,4 \text{ ltr} / \text{menit}$$

(pakai pompa berkapasitas 250 ltr / menit)

- Menentukan jumlah pompa yang diperlukan.

Jumlah pompa = $873,72 / 250 = 3,5 \sim 3$ buah

Pakai 3 *dewatering well* dengan pompa berkapasitas 250 l / menit

Selain itu ,sejumlah pompa *submersible* berkapasitas diperlukan untuk membuang air permukaan akibat air hujan *via sumpit*. intensitas hujan ± 50 mm/jam untuk kota bandung dengan luas galian 2400 m² dan koefisien pengaliran (C) = 0,5 Jumlah air yang harus dibuang = $3000 \times 0,050 \times 0,5 = 60 \text{ m}^3 / \text{jam}$.

Dari perhitungan di atas dapat dilihat dari gambar perhitungan *Dewatering* di bawah ini:

4.5. Pembahasan

Pekerjaan galian untuk basement, seringkali terganggu oleh adanya air tanah. Oleh karena itu, sebelum galian tanah untuk basement dimulai sudah harus dipersiapkan pekerjaan pengeringan (*dewatering*) agar air tanah yang ada tidak mengganggu proses pelaksanaan basement. Masalah galian dalam lebih kritis bila kondisi tanah merupakan tanah lunak atau pasir lepas dalam kondisi muka air tanah yang tinggi.

Masalah *dewatering* dapat diartikan dalam 2 tinjauan. Yang pertama adalah pengeringan lapangan kerja dari air permukaan (misalnya air hujan atau air banjir yang masuk area galian). Yang kedua adalah karena peristiwa rembesan yang mengakibatkan air berkumpul di area galian dan mengganggu pekerjaan.

Dari data perhitungan di atas yaitu upaya pekerjaan mengurangi kandungan air tanah pada lokasi penggalian atau pada pekerjaan konstruksi *Basement* sehingga menjadi kering atau bebas air dengan pemompaan yang akan mencegah air masuk kedalam lokasi penggalian, mencegah pengembangan dasar galian akibat tekanan air, memperbaiki karakteristik kompaksi tanah dan mengurangi tekanan lateral tanah sehingga alat gali pada lokasi penggalian akan lebih mudah melakukan penggalian serta kestabilan pekerjaan konstruksi akan lebih baik dan tidak mudah runtuh.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dewatering merupakan suatu pekerjaan yang diperlukan untuk mengeringkan lahan galian di bawah muka air tanah dan untuk mengatasi gaya *Uplift* selama masa konstruksi *Basement*. Pekerjaan *Dewatering* mutlak diperlukan sampai bangunan selesai atau berat konstruksi bangunan dapat mengimbangi gaya *Uplift*. Selain itu, *Dewatering* juga diperlukan untuk menanggulangi bila terjadi genangan pada konstruksi *Basement* atau pondasi, baik akibat air hujan ataupun rembesan air tanah. *Dewatering* dioperasikan selama 24 jam selama pekerjaan *basement*.

Dalam perhitungan ini luas area galian sekitar 12000 m² dibagi dalam 5 zona galian dengan luas perzona yaitu 2400 m² menghasilkan kebutuhan pompa *dewatering* berjumlah 3 titik dan 3 buah pompa berkapasitas 250 lt/mnt. Jadi total perhitungan luas area galian 12000 m² sehingga pada proyek Landmark Residence Apartment Bandung ini digunakan lima belas sumur *Dewatering*, dua sumur *Piezometer*, dan dua sumur *Recharging*. Masing – masing sumur tersebut di bor sampai pada kedalaman minus 20 meter dengan diameter sumur 80 cm dan diameter *casing* PVC 12” untuk sumur *Dewatering*; diameter sumur 60cm dan diameter *casing* 2” untuk sumur *Piezometer*; dan diameter sumur 80 cm dan diameter *casing* 12” untuk sumur *Recharging*.

5.2. Saran

Dari ketiga metode pelaksanaan pengeringan galian struktur basement yaitu *Dewatering*, *Richarging* dan *Piezometer*. masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangannya tersendiri. memang masih perlu banyak dilakukan penelitian lebih mendalam lagi tentang pengaplikasiannya di lapangan. Sehingga dalam memilih ketiga metode ini diperlukan banyak pertimbangan dan analisis analisis pendahuluan yang cukup mendetail dari keadaan nyata di lapangan agar penggunaannya nanti dapat seefisien dan seekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Brahmantyo, Doddy.” Pelaksanaan Gedung MKPB Pekerjaan *Dewatering*”.UNNAR.2014
2. Ending dkk.“Daftar Peralatan *Dewatering* Landmark Residence Bandung”. Bandung: PT.GEOWATER MANDIRI.2014
3. Iman Soeharto.1993.Manajemen Proyek dari Konseptual sampai perasional. Erlangga : Jakarta

4. Kusmanto dan Hendra Suhendra. "Rencanakerja Mingguan". Bandung: PT.PP (Persero).2014.
5. Marketing.Floor Plan - Landmark Residence Indonesia. [Online] Tersedia: http://Floor Plan - Landmark Residence Indonesia -Apaartemen Bandung _ Landmark Residence.html [26 agustus 2014]
6. Nanda dkk. "Metoda pengeboran Soldier pile danBentonite". Bandung: PRATAMA.2014
7. Suwego, wismo."Metode Pekerjaan Soldierpile Landmark Residence Bandung". Bandung: PT.PP (Persero).2014.
_____. "Juklak Proyek Landmark Residence Bandung". Bandung : PT.PP (Persero).2014.
_____. "Metode Penutupan Sumur Dewatering Landmark Residence Bandung". Bandung: PT.PP (Persero).2014.
_____. "Foto Progresps BulanJuli Landmark Residence Bandung". Bandung: PT.PP (Persero).2014.
_____. "Master Schedule Landmark Residence Bandung". Bandung: PT.PP (Persero).2014.
8. Warsita."DenahTitikSumur Dewatering Landmark Residence Bandung".Bandung : PT.PP (Persero).2014.
9. Waskita."Method pekerjaan dewatering proyek the manhattan square Jakarta".Jakarta : 2012