

BAB II

LAPORAN MAGANG

2.1. Gambaran Umum

2.1.1. Profil Perusahaan

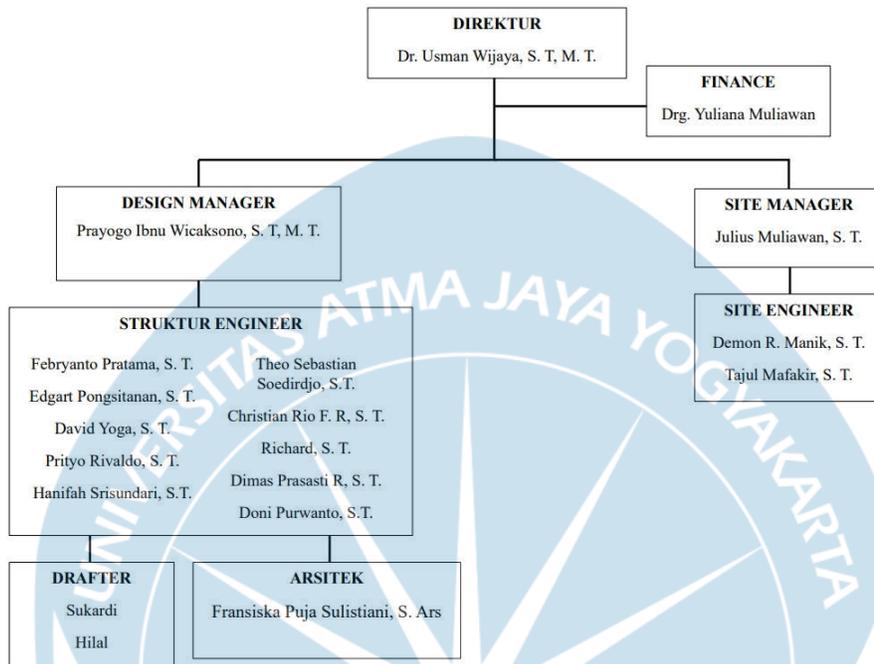
PT. Deltakoni merupakan perusahaan konsultan perencana yang membuat dan merancang struktur atas maupun struktur bawah. PT. Deltakoni terletak di Ruko Grand galaxy Jl Cordova 2 No. 5, RT.004/RW.017, Jaka Setia, Bekasi Selatan, Bekasi City, Jawa Barat 17147. Hasil pekerjaan PT. Deltakoni sebagai konsultan perencana terdiri dari perhitungan struktur, rencana gambar kerja, dan laporan hasil struktur. Pada kebanyakan proyek PT. Deltakoni merupakan konsultan perencana utama. Tidak hanya itu, PT. Deltakoni juga merupakan Site Engineer di beberapa proyek yang sedang berjalan.

2.1.2. Informasi Proyek

PT. Deltakoni telah terlibat dalam berbagai proyek konstruksi di seluruh Indonesia. Beberapa perusahaan yang berkolaborasi dengan PT. Deltakoni diantaranya Mcdonald, BCA, Mitsubishi, dan masih banyak lagi. Beberapa proyek yang sedang berjalan adalah training center, restoran, dan ruko yang akan dibangun di Puri Indah Kapuk 2 (PIK 2) di Tangerang. Proyek ini memiliki 4 buah bangunan yang setiap bangunannya memiliki desain yang sama. Sayangnya, karena proyek ini masih di tahap perencanaan struktur, nama dan data pengelolaan proyek ini tidak dapat dicantumkan ke dalam laporan ini.

2.2. Struktur Organisasi

Berikut adalah struktur organisasi PT. Deltakoni



2.1. Gambar Struktur Organisasi PT. Deltakoni

Dalam magang ini mahasiswa bergabung dalam divisi Struktur Engineer. Setiap proyek yang masuk ke PT. Deltakoni akan dibagi kedalam beberapa tim struktur engineer oleh Prayogo Ibnu Wicaksono, S. T. selaku Design Manager dan Dr. usman Wijaya, S. T, M. T. selaku Direktur PT. Deltakoni. Setelah terbentuk tim selanjutnya masuk ke perhitungan dan perancangan struktur setelah itu digambar oleh Drafter. Pada akhirnya, selama proyek dibangun, Divisi Pengawasan Lapangan, juga dikenal sebagai pengawas, akan memastikan bahwa proyek dibangun sesuai dengan rencana Struktur Engineer.

2.3. Kegiatan Magang

Berikut adalah kegiatan yang dilakukan mahasiswa selama magang berlangsung:

Tabel 2. 1. Kegiatan Selama Magang

No	Tanggal	Kegiatan	Proyek
1	4 September 2023	Belajar ETABS, pengenalan gambar kerja	Pengenalan
2	5 September 2023	Cek Parameter Gempa	Vihara Pusbatara
3	6 September 2023		
4	7 September 2023	Cek stabilitas dan iregularitas	
5	8 September 2023		
6	11 September 2023	Revisi Perhitungan	
7	12 September 2023		
8	13 September 2023	Modelling ulang pusbarata karena dilatasi	
9	14 September 2023		
10	15 September 2023	Modelling atap dan input beban atap	
11	18 September 2023		
12	19 September 2023	Perhitungan gempa, stabilitas dan ireguleritas gedung kiri	
13	20 September 2023		
14	21 September 2023	Perhitungan gempa, stabilitas dan ireguleritas gedung kanan	
15	22 September 2023	Menyusun laporan pusbarata	

No	Tanggal	Kegiatan	Proyek
16	25 September 2023	Pengenalan Prequalified Connection	
17	26 September 2023		
18	27 September 2023	Perhitungan prequalified Connection	Satulapan
19	28 September 2023	Matriks Arsitektur dan Struktur	Menteng Studio Loft
20	29 September 2023	Menghitung ireguleritas bangunan utara	
21	2 Oktober 2023	Menghitung ireguleritas bangunan selatan	Vihara Pusbarata
22	3 Oktober 2023	Perhitungan gempa	RIS Tangerang
23	4 Oktober 2023		
24	5 Oktober 2023	Revisi autocad ruko karena penurunan floor level	Menteng Studio Loft
25	6 Oktober 2023	Penjelasan dan pengenalan perhitungan bill of quantity	Pengenalan
26	9 Oktober 2023		
27	10 Oktober 2023	Perhitungan BoQ	Mcd BauBau
28	11 Oktober 2023	Menyusun report	RIS Tangerang
29	12 Oktober 2023	Pemodelan balok di autocad	
30	13 Oktober 2023	Revisi pemodelan balok di autocad	Ruko CITY PIK2
31	16 Oktober 2023	Menyusun Laporan Pinalti	
32	17 Oktober 2023	Revisi Laporan Pinalti	RIS Tangerang
33	18 Oktober 2023		
34	19 Oktober 2023	Mapping bagian yang di Audit	BCA Pluit

No	Tanggal	Kegiatan	Proyek
35	20 Oktober 2023	Gambar autocad penambahan keterangan iregulerity	Membantu Pak Usman
36	23 Oktober 2023	Penjelasan perhitungan pondasi metode Mayerhoft	Pengenalan
37	24 Oktober 2023	Tes Beton di UKRIDA	Proyek MMKSI
38	25 Oktober 2023	Memahami analisis dan perancangan pondasi berdasarkan buku anaalisis hary christady h edisi 3	Pengenalan
39	26 Oktober 2023	Desain dan perhitungan pondasi	McD Bau Bau
40	27 Oktober 2023	Sakit	
41	30 Oktober 2023	Sakit	
42	31 Oktober 2023	Modeling balok kolom pelat 8 lantai	Villa Bali
43	1 November 2023	Autocad denah struktur ruko 8 lantai	Ruko CITY PIK2
44	2 November 2023		
45	3 November 2023	Modeling jembatan di ETABS	
46	6 November 2023		Proyek Jembatan
47	7 November 2023	Perhitungan Fondasi jembatan	
48	8 November 2023		
49	9 November 2023	Autocad denah kolom	
50	10 November 2023		
51	13 November 2023	Autocad denah balok	Ruko LAKE PIK 2
52	14 November 2023	Sakit	
53	15 November 2023	Revisi denah kolom dan balok autocad	Ruko LAKE PIK 2
54	16 November 2023	Revisi modelling jembatan di etabs	Proyek

No	Tanggal	Kegiatan	Proyek	
55	17 November 2023		Jembatan	
56	20 November 2023	Pile Check	Ruko LAKE PIK 2	
57	21 November 2023	Pile Calculation		
58	22 November 2023	Modeling atap	McD Bau-Bau	
59	23 November 2023	Perhitungan tulangan minimum dan maximum		
60	24 November 2023	Pemodelan kolom bangunan dengan material komposit di etabs	Pusdiklat Palembang	
61	27 November 2023			
62	28 November 2023			
63	29 November 2023			
64	30 November 2023	Pemodelan balok bangunan dengan material komposit di etabs		
65	1 Desember 2023			
66	4 Desember 2023	Pemodelan slab bangunan dengan material komposit di etabs		
67	5 Desember 2023			
68	6 Desember 2023	Revisi denah balok kolom		Ruko CITY PIK 2
69	7 Desember 2023			
70	8 Desember 2023			
71	11 Desember 2023	Sakit		
72	12 Desember 2023			
73	13 Desember 2023			
74	14 Desember 2023			
75	15 Desember 2023	AutoCad denah kolom	Ruko LAKE PIK 2	
76	18 Desember 2023	AutoCad denah kolom dan balok	Ruko CITY PIK 2	

No	Tanggal	Kegiatan	Proyek	
77	19 Desember 2023	Revisi AutoCad denah kolom		
78	20 Desember 2023	Revisi AutoCad denah balok		
79	21 Desember 2023	Susun report		
80	22 Desember 2023	izin		
81	27 Desember 2023	izin		
82	28 Desember 2023		RIS Tangerang	
83	29 Desember 2023			
84	2 Januari 2024			
85	3 Januari 2024			
86	4 Januari 2024			
87	5 Januari 2024			Susun report

2.4. Keterkaitan Kegiatan Magang Dengan Konversi Mata Kuliah

Dalam Magang MBKM ini mahasiswa mendapat kesempatan untuk mendapatkan materi dari beberapa mata kuliah yang telah disetujui oleh mahasiswa dan pihak universitas. Dimana nilai mata kuliah yang telah disetujui akan didapat berdasarkan nilai magang dari mahasiswa. Berikut adalah keterkaitan kegiatan magang dengan konversi mata kuliah yang telah diambil oleh mahasiswa.

2.4.1. Building Information Modeling (BIM)

Dalam modul 3 Pelatihan Perencanaan Konstruksi Dengan Sistem Teknologi *Building Information Modeling* (BIM) oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) disebutkan bahwa menurut BuildingSmart (sebuah lembaga internasional nonpemerintah yang menjadi rujukan untuk pengembangan BIM), BIM adalah representasi digital dari karakter baik fisik maupun fungsional suatu bangunan. Dalam BIM, terdapat informasi-informasi mengenai elemen-elemen

bangunan tersebut seperti jenis material, mutu material, hingga reaksi pada bagian struktur tersebut. Hal tersebut digunakan sebagai basis pengambilan *7imana*7an dalam kurun waktu siklus umur bangunan sejak konsep hingga demolisi.

Fungsi dari BIM diantaranya meningkatkan produktivitas karena adanya koordinasi dan kolaborasi informasi yang terintegrasi satu sama lainnya. Selain itu dapat mengurangi risiko dalam proses perencanaan, ketidakpastian, menganalisis dampak potensial, dan dapat mengoptimalkan biaya, waktu dan SDM. Selanjutnya adalah keunggulan dari BIM *7imana* dengan menggunakan BIM dapat meningkatkan kecepatan kerja karena ketika suatu perubahan dilakukan dalam database maka secara otomatis akan terkoordinasi dalam proyek, hal ini akan menekan biaya dengan jumlah anggota tim yang lebih sedikit. Maka dari itu dengan penggunaan BIM kualitas suatu proyek akan lebih tinggi karena adanya perencanaan dan pengelolaan informasi yang terkontrol sehingga membuat proses konstruksi lebih efektif dan efisien.

Pemodelan BIM tidak hanya merepresentasikan 2D dan 3D, namun terdapat 4D *7imana* model 4D ini berupa penjadwalan material, pekerjaan, luasan area, dan waktu atau *Time/Scheduling*. 5D merupakan estimasi biaya, *7imana* dengan menambahkan biaya proyek terhadap model, BIM dapat mencetak *Quantity Take Off* dan biaya estimasi. 6D mempertimbangkan dampak lingkungan termasuk analisis energi dan deteksi konflik serta 7D untuk fasilitas manajemen *7imana* manajer dapat melacak data seperti status komponen, spesifikasi, dan pemeliharaan sehingga penggantian lebih mudah dan lebih cepat.

Pada kesempatan ini mahasiswa yang magang di PT. Deltakoni berfokus pada perancangan struktur, maka dari itu perhitungan dan pemodelan harus didapatkan hasil yang optimal dan sesuai dengan *owner* atau pemilik proyek. Dalam pemodelan struktur PT. Deltakoni menggunakan jenis BIM 2D dan 3D, yaitu menggunakan AutoCAD yang digunakan untuk gambar struktur dan ETABS untuk melakukan pemodelan yang mengikuti dari gambar struktur dan arsitek. Tidak hanya itu, PT. Deltakoni juga menggunakan BIM Revit dalam melakukan pemodelan. Namun, mahasiswa tidak bisa melampirkan ke dalam laporan dikarenakan mahasiswa tidak mengambil bagian dalam

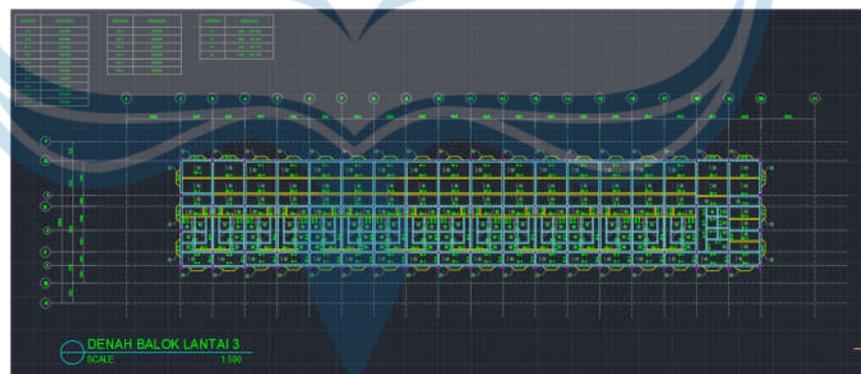
pekerjaan proyek. Berikut adalah tugas yang diberikan PT. Deltakoni kepada mahasiswa magang.

A. AutoCAD (2D)

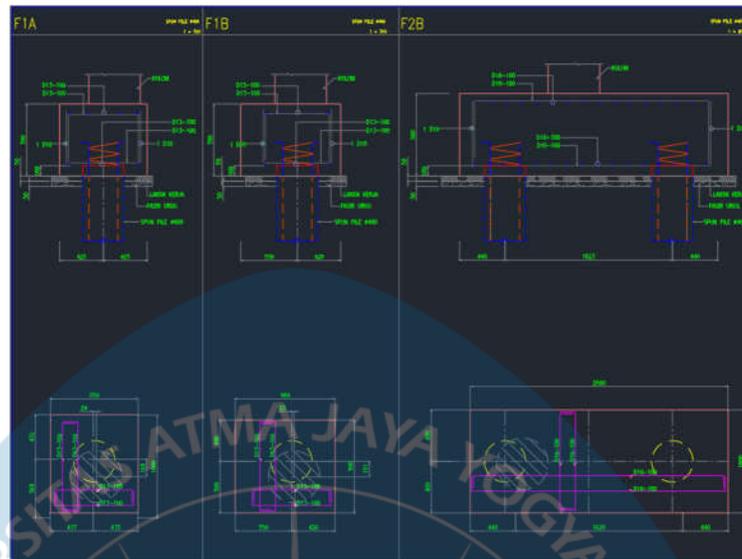
Tugas yang diberikan oleh PT. Deltakoni kepada mahasiswa dalam magang ini berupa gambar denah balok, kolom, plat, dan detail pondasi.



2.4.Gambar Denah Kolom Soho PIK 2



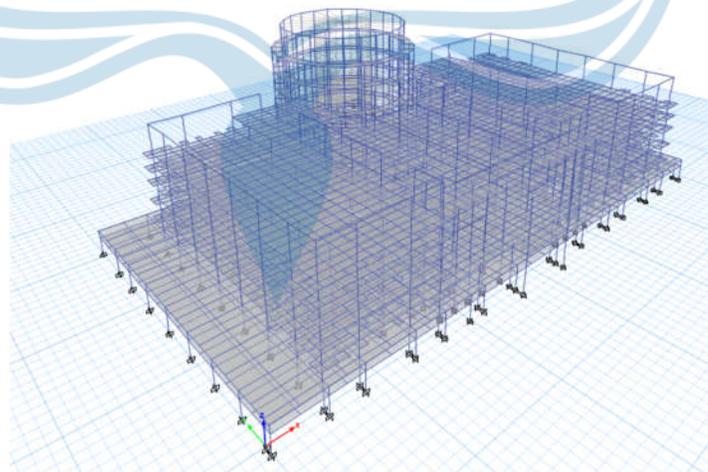
2.4.Gambar Denah Balok Soho PIK 2



2.4. Gambar Detail Pondasi Jembatan Intan

B. ETABS (3D)

Berikut adalah contoh pemodelan yang mahasiswa kerjakan dalam magang di PT. Deltakoni.



2.5. Gambar Pemodelan Pusat Pendidikan dan Pengembangan

2.4.2. Mekanika Tanah Terapan

Selama magang di PT. Deltakoni, materi penyelidikan tanah didapatkan dari mempelajari hasil laporan penyelidikan tanah untuk membantu mendesain fondasi. Berikut adalah salah satu laporan penyelidikan tanah dalam proyek Ruko di PIK 2. Penyelidikan dan investigasi tanah biasanya diperlukan untuk mengetahui struktur lapisan tanah di bawah permukaan untuk membuat desain teknis pekerjaan yang dipilih. Metode pengujian didasarkan pada standarisasi penyelidikan bor inti (*DrillHole*), pengujian penetrasi standar (SPT), dan pengujian laboratorium yang dibahas lebih lanjut. Metode yang digunakan oleh PT. Deltakoni adalah sebagai berikut:

- Pengeboran dalam pada 2 titik hingga kedalaman maksimal 20 meter, didenotasikan sebagai BH – 1, BH – 2.
- Pengujian SPT dengan interval 2 meter pada masing-masing titik bor.
- Pengujian Sondir 3 titik.

Tabel 2. 2. Hasil Pengujian Tanah

Pekerjaan Lapangan	No	Tanggal Pelaksanaan	Kedalaman (m)	UDS (tabung)	SPT (test)	GWL (m)
Bor Dalam	BH-1	23 November 2022	20.00	3	10	3
	BH-2	28 November 2022	20.00	3	10	3
Sondir	S-1	19 November 2022	2.00	-	-	-
	S-2	19 November 2022	1.60	-	-	-
	S-3	19 November 2022	2.60	-	-	-

A. Penyelidikan Bor Into dan SPT

Pemboran inti (*core drilling*) ini dilakukan untuk mendapatkan informasi tentang keadaan bawah permukaan terkait sifat keteknikannya dari deskripsi visual. Pemboran dilakukan dengan menggunakan mesin bor putar (*rotary drilling*). Pemboran ini dilakukan dengan sistem *coring*. Pengambilan contoh inti tanah berdasarkan kemajuan pemboran. Contoh tanah diambil untuk diteliti di laboratorium pada tiap jarak kedalaman tertentu sesuai dengan kondisi asli tempatnya (contoh tanah tidak terganggu atau *undisturbed sample*). Interpretasi lapisan tanah dilakukan visualisasi langsung di lapangan dari tanah yang dikeluarkan dari tabung sampel. Contoh yang diambil dari tanah tidak terganggu (*undisturbed sample*) diambil, dan SPT dilakukan setiap 2 meter, pertama kali pada kedalaman 2,5 meter dari permukaan tanah. Hasilnya disajikan pada *Boring Log* sesuai dengan ASTM (*American Standard For Testing Material*). SPT harus dihentikan setelah nilai SPT > 60 sebanyak tiga kali untuk penurunan berturut-turut setinggi 30 cm sampai ketebalan minimal 6 meter. Apabila pada kedalaman 30 meter dari permukaan tanah pada titik bor yang telah ditentukan tidak ditemukan atau ditemukan lapisan tanah keras (SPT > 60), konsultan harus segera melaporkan kepada Pemberi Tugas untuk informasi lebih lanjut. Sebelum pengeboran dimulai, semua peralatan yang akan digunakan dalam pekerjaan harus disiapkan terlebih dahulu. Ini memastikan prosesnya berjalan lancar. Pengeboran dilakukan dengan alat bor mesin yang mampu dan memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- Lubang Bor yang terjadi sewaktu pengeboran dilindungi dengan casing agar tidak terjadi kelongsoran sehingga diperoleh hasil pengeboran yang baik dan teliti.
- Diesel engine kapasitas cukup besar.
- Water pump dengan kapasitas (20 liter/menit).
- Casing dengan diameter minimal 97 mm dan Drilling Rod (4,05 cm).
- Tabung sampel panjang 50 cm dan diameter 7,5 cm.
- Piston dan piston rod untuk keperluan pengambilan *undisturbed sample*.

- Hasil pekerjaan lapangan tersebut dituangkan kedalam *borlog* yang menggambarkan:
- Elevasi muka tanah terhadap datum.
- Kedalaman tanah dari mana undisturbed sample diambil. Elevasi lapisan batas atas dan bawah dari setiap perubahan lapisan tanah yang ditemui selama pengeboran.
- Diskripsi jenis tanah untuk tiap interval kedalaman.

B. Uji Penetrasi Standar

Tahanan ujung diperoleh dari penekanan ujung konus untuk memperoleh perlawanan tanah yang dipenetrasi. Tahanan ujung diukur sebagai gaya penetrasi persatuan luas penampang ujung konus (q_c). Besarnya nilai ini menunjukkan identifikasi jenis. Pada tanah pasiran, perlawanan ujung yang besar menunjukkan tanah pasir lebih padat, sedangkan ujung kecil menunjukkan pasir halus. Perlawanan ujung yang kecil juga menunjukkan tanah lempung karena kecilnya kuat geser dan pengaruh tekanan air pori saat penetrasi.

Tabel 2. 3. Hubungan Antara Konsistensi dan Tekanan Konus (Begeman. 1965)

Konsistensi	Tekanan Konus Qu (250 kg/cm ²)	Undrained Cohesion (T/m ²)
Very Soft	< 2,5	< 1.25
Soft	2.5 – 5	1.25 – 2.50
Medium Stiff	5.0 – 10.0	2.50 – 5.00
Stiff	10.00 – 20.00	5.00 – 10.00
Very Stiff	20.0 – 40.0	10.00 – 20.00
Hard	> 40.0	> 20.00

Tabel 2. 4. Hubungan Antara Kepadatan dan Tekanan Konus (Begeman. 1965)

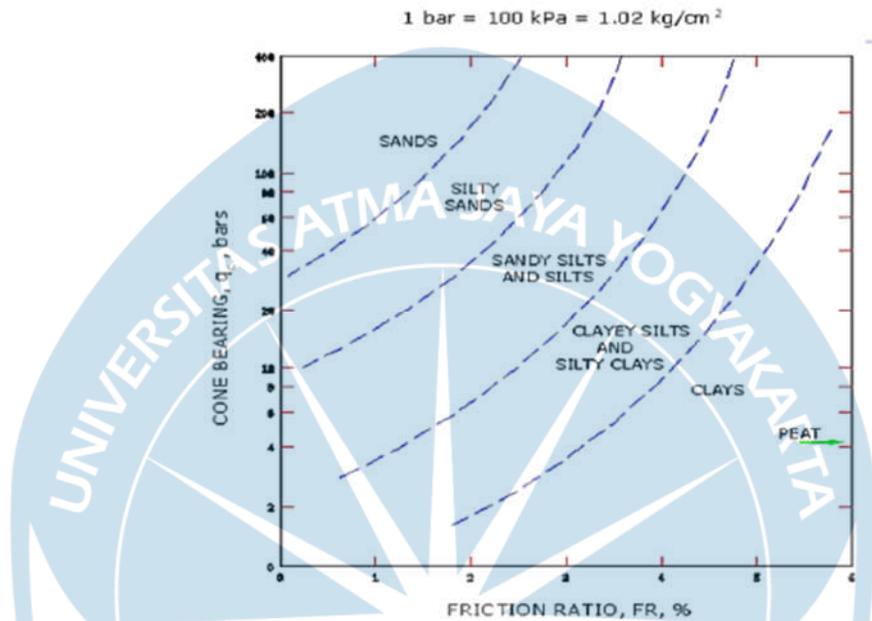
Kepadatan	Relative	Nilai N	Tekanan konus (250 kg/cm ²)	Sudut Geser Dalam (°)
Very Loose	< 0.2	4	< 20	< 30
Loose	0.2 – 0.4	4 – 10	20 – 40	30 – 35
Medium dense	0.4 – 0.6	10 – 30	40 – 120	35 – 40
Dense	0.6 – 0.8	30 – 50	120 – 200	40 – 45
Very Denses	0.8 – 1.0	> 50	> 200	> 45

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kepadatan tanah atau kekerasan tanah serta mendeskripsikan jenis tanah dari pengamatan contoh tanah yang didapat. Uji ini dilakukan setiap selang interval 2 meter. Alat SPT otomatis digunakan untuk menjamin energi konstan dengan palu berbobot 63,5 kg dan tinggi jatuh 760 mm.

Nilai N-SPT adalah jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk penetrasi tabung SPT sedalam 30 cm terakhir, yang kemudian dicatat dan ditunjukkan pada hasil pengeboran dalam atau drilling log. Jumlah pukulan yang dilakukan untuk 15 cm dari 30 cm terakhir ditunjukkan pada drilling log.

Friction Ratio (fr) merupakan perbandingan antara gesekan selimut (fs) dengan tahanan ujung (qc). Rasio gesekan (fs/qc) dari hasil sondir dapat digunakan untuk

membedakan tanah berbutir halus dengan tanah yang berbutir kasar (memperkirakan jenis tanah yang diselidiki).



Gambar 2. 1. Prediksi Jenis Tanah terhadap Nilai Friction Ratio dan q_c

C. Pengujian Konsolidasi

Tujuan Percobaan konsolidasi untuk menentukan sifat pemampatan suatu contoh tanah, yaitu sifat-sifat perubahan isi dan keluarnya air dari dalam tanah yang diakibatkan adanya perubahan tekanan. Percobaan ini mengikuti standar (SNI 03-2812-1990).

Dari data hasil percobaan akan diplot grafik hubungan antara tekanan dan angka pori (hubungan $e \log p'$) menggunakan cara Casagrande (1956), hasil plot tersebut akan didapatkan nilai C_c (*Compression Index*) dan C_v (*Coefficient Consolidation*), dan dari hasil perpanjangan titik-titik yang diplot dan memotong garis akan didapatkan nilai p_c' (tekanan pra konsolidasi).

D. Kondisi Lapisan Tanah Berdasarkan Pengeboran Dalam

Kondisi lapisan tanah pada masing-masing titik bor sebagai berikut:

- Kondisi lapisan tanah pada titik BH-1

0 – 2 meter : lempung kepasiran, padat, N-SPT 0 – 32 pukulan

2 – 8 meter : lanau kepasiran, keras, N-SPT > 50 pukulan

10 – 20 meter : gravel, N-SPT > 50 – 60 pukulan

- Kondisi lapisan tanah pada titik BH-2

0 – 4 meter : lempung kepasiran, padat, lunak, N-SPT 0 – 25 pukulan

6 – 10 meter : lanau kepasiran, N-SPT > 40 – 60 pukulan

20 meter : gravel, N-SPT > 50 – 60 pukulan

E. Daya Dukung yang Dijinkan

Hasil perhitungan dari data SPT titik bor untuk berbagai jenis pondasi, didapat daya dukung yang diijinkan sebagai berikut :

- Daya dukung ijin pondasi dalam pada titik BH-1 yang ditempatkan hingga kedalaman 6 meter.

Tabel 2. 5. Daya Dukung Ijin Fondasi Titik BH-1

Dimensi pondasi dalam	Daya dukung ijin (ton)
Tiang bor diameter 40cm	120
Tiang bor diameter 50cm	155
Tiang bor diameter 60cm	180
Tiang Pancang diameter 40 cm	90
Tiang Pancang diameter 50 cm	100
Tiang Pancang diameter 60 cm	170

- Daya dukung ijin pondasi dalam pada titik Bh-2 yang ditempatkan hingga kedalaman 6 meter.

Tabel 2. 6. Daya Dukung Ijin Fondasi Titik BH-2

Dimensi pondasi dalam	Daya dukung ijin (ton)
Tiang bor diameter 40cm	110
Tiang bor diameter 50cm	130
Tiang bor diameter 60cm	165
Tiang Pancang diameter 30 cm	95
Tiang Pancang diameter 40 cm	110
Tiang Pancang diameter 50 cm	180

F. Rekomendasi Daya Dukung Ijin Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal disarankan untuk bangunan penunjang saja yang memiliki beban rencana ringan. Secara umum pondasi dangkal terletak di atas lapisan lempung. Perhitungan daya dukung ijin pondasi dangkal berdasarkan formula Skempton dengan mengambil data uji laboratorium dan SPT. Formula Skempton yang digunakan sebagai berikut:

$$Q_{all} = (C_u \cdot N_c + D_f) / SF$$

Dimana :

Q_{all} : daya dukung ijin pondasi dangkal (kg/cm^2)

C_u : estimasi nilai kohesi tanah berdasarkan nilai q_c dan N-SPT

N_c : 16erzag daya dukung berdasarkan 16erzaghi

D_f : kedalaman pondasi dangkal (m)

γ : berat volume basah tanah (t/m^3)

Berikut daya dukung ijin pondasi dangkal di beberapa kedalaman: BH-1S/D BH-2 :

Tabel 2. 7. Daya Dukung Ijin

Kedalaman (meter)	Daya dukung ijin (kg/cm ²)
1,50 – 2.00	0.20 – 0.47
3.50 – 4.00	0.11 – 0.21
5.50 – 6.00	0.11 – 0.40

G. Muka Air Tanah

Muka air tanah diamati pada semua titik pengeboran dalam selama penyelidikan lapangan dilakukan. Untuk mendapatkan muka air tanah yang lebih pasti disarankan untuk melakukan pengujian lapangan lainnya. Adapun hasil pengukuran menunjukkan muka air tanah di kedalaman 3m.

Tabel 2. 8. Kedalaman Muka Air Tanah

Titik Uji Bor	Kedalaman Muka Air Tanah (meter)
BH-1	3
BH-2	3

2.4.3. Analisis Struktur Metode Matriks

Pada masa awal perkembangan teknologi, perhitungan struktur yang linear elastis dapat dilakukan menggunakan perhitungan matriks. Dengan berkembangnya komputer sebagai alat hitung elektronik yang otomatis, maka metode matrix ini mulai disukai para teknisi dalam analisa struktur, karena formulanya menjadi lebih sederhana dan mudah. Banyak hal dapat dilakukan dalam analisa struktur sehubungan dengan penggunaan komputer ini, antara lain:

1. Analisa struktural, dalam arti kata menghitung gaya-gaya dalam yang timbul pada elemen-elemen struktur sebagai akibat bekerjanya gaya

luar pacta struktur, dan sekaligus menghitung besarnya tegangan yang terjadi pacta penampang-penampang elemen sebagai akibat timbulnya gaya dalam pacta elemen bersangkutan;

2. Perencanaan elemen struktur, sebagai hasil dari analisa yang telah disebutkan di atas, sehingga dengan demikian tegangan elemen dan lendutan struktur yang terjadi tidak melampaui tegangan dan lendutan yang diizinkan. Setelah selesai perencanaan ini, dapat dilakukan penggambaran geometric dari struktur, sebagai hasil dari analisa di atas, lengkap dengan ukuran dan karakteristik bahan dari masing-masing elemen struktur;
3. Data processing dari hasil test pembebanan, yaitu processing untuk mendapatkan tegangan dan lendutan sebagai hasil dari test pembebanan yang dilakukan pada struktur atau elemen struktur;
4. Perhitungan banyaknya bahan bangunan yang akan dipakai dan perencanaan biaya;
5. Perencanaan time schedule.

Sama seperti fungsinya, penulis juga mendapatkan tugas magang untuk menghitung analisa struktur dan gaya dalam struktur serta lendutan. Akan tetapi, di era modern ini, perhitungan-perhitungan tersebut sudah tidak dilakukan secara semi manual, tetapi menggunakan bantuan teknologi seperti ETABS dan SAP2000. Di lokasi magang, penulis banyak mendapatkan tugas untuk menghitung gaya dalam dengan ETABS. Di ETABS sendiri, dasar dari programnya adalah menggunakan analisis struktur metode matriks. Hal ini membuat pengerjaan proyek menjadi lebih praktis dan cepat.

Bukti-bukti pengerjaan ETABS selama penulis menjalankan magang di PT. Deltakoni, tercantum dalam bagian sub bab Building Information Modelling.

2.4.4. Pemeliharaan dan Retrofit Bangunan Struktur

Perbaikan kekuatan bangunan, atau *retrofit*, adalah upaya untuk melindungi struktur dari kerusakan gempa dengan meningkatkan kekuatan dan kekakuan mereka, terutama struktur yang dapat menahan beban aksial tekan dan momen lentur. Berbagai metode untuk memperkuat bangunan telah dikembangkan berdasarkan konsep perkuatan bangunan melalui berbagai penelitian. *Concrete jacketing*, *infill walls*, dan metode lainnya yang telah teruji dapat memberikan solusi yang efektif untuk meningkatkan kekuatan bangunan. Berbagai metode penguatan baru seperti jacketing *Fiber Reinforced Polymer* (FRP) terus dikembangkan seiring kemajuan teknologi. Teknik-teknik ini menunjukkan potensi untuk diterapkan secara langsung di lapangan. Meskipun demikian, tidak ada satu pun dari berbagai metode *retrofit* yang benar-benar ideal dan dapat diterapkan dalam semua jenis situasi bangunan yang terjadi. Sebelum menentukan metode perkuatan yang tepat, banyak hal perlu ditinjau, seperti karakteristik bangunan, waktu dan biaya pembangunan, dan sebagainya.

Strategi *retrofit* terdiri dari dua bagian, strategi teknikal dan strategi manajemen. Strategi teknikal mencakup peningkatan kekuatan elemen struktur bangunan, meningkatkan kekakuan, dan mengurangi permintaan bangunan. Strategi manajemen mencakup hal-hal seperti penggantian fungsi gedung, konstruksi bertahap, dan sebagainya. Dalam memilih metode *retrofit* yang tepat, banyak faktor yang dipertimbangkan, termasuk:

1. Persyaratan dan peraturan yang berlaku
2. Tujuan dan kinerja bangunan
3. Karakteristik struktural bangunan
4. Waktu dan biaya
5. Aspek arsitektural, estetika serta nilai sejarah bangunan
6. Efek pada pengguna bangunan
7. Ketersediaan material
8. Kesulitan pengerjaan dari teknik perkuatan
9. Resiko-resiko yang mungkin terjadi

Perencana harus memilih metode retrofit yang sesuai setelah memilih strategi yang tepat dan meninjau elemen-elemen tersebut di atas, maka dari itu perencana harus memilih teknik *retrofit* yang sesuai. Menurut ATC-40, ada beberapa strategi perkuatan bangunan, diantaranya adalah :

1. Penyempurnaan sistem (*system completion*)

Strategi ini digunakan untuk struktur yang sudah memiliki sistem penahan gaya lateral, tetapi tidak memiliki elemen detail struktur yang memastikan perilaku struktur sesuai harapan. Angker dan bracing adalah contoh dari metode ini.

2. Perkuatan dan pengaku sistem (*system strengthening and stiffening*)

Metode ini adalah yang paling umum digunakan untuk meningkatkan kemampuan struktur untuk menahan gaya lateral. Dalam metode ini, struktur baru ditambahkan, seperti dinding shear dan sistem portal yang diperkuat.

3. Meningkatkan kapasitas deformasi (*enhancing deformation capacity*)

Tujuan dari strategi ini adalah untuk meningkatkan kemampuan individual elemen bangunan untuk menahan deformasi. Ini terkadang berhasil jika kekuatan bangunan hanya diperlukan untuk beberapa elemen, seperti kolom, dengan mengurangi kekakuan lokal pada elemen struktur yang tidak penting untuk kekuatan total bangunan.

4. Mengurangi efek gempa pada bangunan (*reducing earthquake demand*)

Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk meningkatkan kemampuan struktur untuk meredam gaya dan deformasi yang disebabkan oleh gempa agar struktur tetap aman. Pada dasarnya, dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu :

a. Peningkatan kapasitas energi disipasi (*enhancing energy dissipation capacity*)

Dengan memasang *energy dissipation units* (EDU) langsung pada komponen lateral struktur, sistem penyebaran energi dapat meningkatkan kemampuan struktur untuk meredam dampak gempa. Metode ini sangat efektif untuk struktur yang sudah memiliki kapasitas untuk menahan deformasi lateral, tetapi kurang efektif untuk struktur

yang agak kaku. Ini adalah hasil dari kerusakan yang terjadi sebelum sistem perkuatan ini dapat meredamnya. Sayangnya, metode ini biasanya mahal.

