TUGAS AKHIR

TINJAUAN PERENCANAAN DAYA DUKUNG DAN PELAKSANAAN PONDASI TIANG BOR PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN TERPADU POLITEKNIK NEGERI MANADO

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi

Program Studi Diploma – IV Konstruksi Bangunan Gedung

Pada Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Cicilia Mantiri

NIM. 11 012 007



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

TUGAS AKHIR

TINJAUAN PERENCANAAN DAYA DUKUNG DAN PELAKSANAAN PONDASI TIANG BOR PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN TERPADU POLITEKNIK NEGERI MANADO

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Program Studi Diploma – IV Konstruksi Bangunan Gedung
Pada Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Cicilia Mantiri
NIM. 11 012 007

Dosen Pembimbing

Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng.Sc	**Ir. Enteng J. Saerang, MT**
NIP. 19621115 199303 2 002	**NIP. 19571107 198803 1 003**



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

TUGAS AKHIR

TINJAUAN PERENCANAAN DAYA DUKUNG DAN PELAKSANAAN PONDASI TIANG BOR PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN TERPADU POLITEKNIK NEGERI MANADO

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi

Program Studi Diploma – IV Konstruksi Bangunan Gedung

Pada Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Cicilia Mantiri

NIM. 11 012 007



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

TUGAS AKHIR

TINJAUAN PERENCANAAN DAYA DUKUNG DAN PELAKSANAAN PONDASI TIANG BOR PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN TERPADU POLITEKNIK NEGERI MANADO

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Menyelesaikan Studi
Program Studi Diploma – IV Konstruksi Bangunan Gedung
Pada Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Cicilia Mantiri
NIM. 11 012 007

Dosen Pembimbing

Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng.Sc	**Ir. Enteng J. Saerang, MT**
NIP. 19621115 199303 2 002	**NIP. 19571107 198803 1 003**



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2015

LEMBAR PENGESAHAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, Dosen Pembimbing, Koordinator Tugas Akhir dan Ketua Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado.

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa :

Nama : Cicilia Mantiri
NIM : 11 012 007

Telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

"TINJAUAN PERENCANAAN DAYA DUKUNG DAN PELAKSANAAN PONDASI TIANG BOR PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN TERPADU POLITEKNIK NEGERI MANADO"

Selanjutnya telah diterima dan disetujui oleh Panitia Tugas Akhir.

Manado, Agustus 2015

Dosen Pembimbing

Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng.Sc
NIP. 19621115 199303 2 002

Ir. Enteng J. Saerang, MT
NIP. 19571107 198803 1 003

Disetujui
Koordinator Tugas Akhir

Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng.Sc
NIP. 19621115 199303 2 002

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,

Ir. Donny Royke Taju, MT
NIP. 19591003 198903 1 002

KEPUTUSAN
DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO
NOMOR : 2721/PL12/AK/2014

TENTANG

PENETAPAN
DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR MAHASISWA
PROGRAM STUDI D-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI MANADO
TAHUN AKADEMIK 2014/2015

DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO

Membaca : Surat Ketua Jurusan Teknik Sipil Nomor : 368/PL12.3/AK/2015 tanggal 11 Mei 2015 perihal Surat Penunjukan Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015;

Menimbang :
a. Bahwa untuk kelancaran pelaksanaan penyusunan Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015 perlu ditetapkan Dosen Pembimbing;
b. Bahwa mereka yang nama-namanya tercantum dalam lampiran Keputusan ini dinilai memenuhi syarat sebagai Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015 ;
c. Bahwa sehubungan dengan hal tersebut pada butir (a) dan (b) diatas perlu diterbitkan Keputusan Direktur ;

Mengingat :
1 Undang – Undang Nomor 20 Tahun 2003;
2 Undang – Undang N omor 12 Tahun 2012;
3 Undang – Undang Nomor 5 Tahun 2014;
4 Kepmendiknas Nomor 139/0/2002;
5 Permendiknas Nomor 21 Tahun 2005;
6 Kepmendikbud Nomor 184/MPK.A4/KP/2012;

M E M U T U S K A N

Menetapkan :

Pertama : Nama-nama sebagaimana yang tercantum dalam lampiran Keputusan ini ditetapkan sebagai pembimbing Tugas Akhir bagi Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi BangunanGedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015.

Kedua : Dosen Pembimbing bertugas :
1. Melaksanakan kegiatan pembimbingan kepada mahasiswa selama proses penyusunan Tugas Akhir berlangsung sampai dengan penyusunan laporan serta evaluasi;
2. Melakukan koordinasi dengan Panitia Pelaksana Tugas Akhir Mahasiswa
3. Melaporkan hasil pelaksanaan Tugas Akhir Mahasiswa kepada Ketua Jurusan Teknik Sipil.

Ketiga : Semua biaya yang dikeluarkan sebagai akibat dari Keputusan ini dibebankan pada anggaran yang tersedia untuk itu.

Keempat : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan akan diadakan perubahan seperlunya apabila ternyata dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Manado
Padatanggal : 04 Agustus 2015

a.n. DIREKTUR,

JEMMY JULLES RANGAN
NIP. 19570604 198903 1 001

Tembusan:

Lampiran Keputusan Direktur Politeknik Negeri Manado
Nomor : 2721/PL12/AK/2015
Tanggal : 04 Agustus 2015
Tentang : **Penetapan Dosen Pembimbing Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015**

SEMESTER VIII A

NO.	NAMA MAHASISWA	NIM	DOSEN PEMBIMBING
1	Triwinata Maryadi	11012001	Noldie E. Kondoj, ST., MT
			Joseph Sumajouw, ST., MT
2	Norina Gombo	11012003	Dr. Debby Willar, ST., M.Eng.Sc
			Mycle Wala, ST., MT
3	Vindy Prisilya Kiriw	11012005	Mario Moningka, ST., MT
			Ir. Charles Sulangi, MIT
4	Christian Lakada	11012008	Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng,Sc
			Daisy D.G. Pangemanan, ST.,MT, M.Si
5	Sulistyo Damopolii	11012009	Ir. Jemmy J. Rangan, MT
			Sudarno, ST., MT
6	Dewi S.Bolantinuhe	11012011	Ir. Ever N. Slat, MT
			Ir. Syuultje Dowa, MT
7	Ronald Hai Kareth	11012013	Ir. Franky R. Tombokan, M.Eng
			Ir. Dirk J. Ombuh, MT
8	Ferdo N. Makaudis	11012015	Ir. Syuultje Dowa, MT
			Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng,Sc
9	Stevi E. Makahanap	11012016	Ir. Donny R. Taju, MT
			Mycle Wala, ST., MT
10	Jery Mamaghe	11012018	Estrelita V. Y. Waney, ST.,M.Eng,Mgmt
			Helen G. Mantiri, SST., MT
11	Wibowo P.Mokodompit	11012020	Ir. Chris Hombokau, MT
			Dr. Tampanatu P. F. Sompie, ST., M.Eng Mgmt
12	Rio Christian David	11012024	Ir. Ever N. Slat, MT
			Olivia Moningka, ST., M.Ars
13	Charlie R.R. Derek	11012030	Joseph Sumajouw, ST., MT
			Ir. Charles Sulangi, MIT
14	Richard Sinco Tenau	11012032	Sherley Runtunuwu, ST., MT
			Djoige Onibala, ST., MT
15	Justitia Pontolowokang	11012033	Rudolf E.G. Mait, ST., MT
			Syanne Pangemanan, ST.,M.Eng
16	Andika Blongkot	11012037	Estrelita V. Y. Waney, ST.,M.Eng,Mgmt
			Pendekar T. Lonan, ST., MT
17	Brian Valentino Ombuh	11012044	Ir. Julius E. Tenda, MT
			Helen G. Mantiri, SST., MT
18	Erham Bin Muhammad	11012052	Ir. Enteng J. Saerang, MT
			Geertje E. Kandiyoh, ST.,M.Eng
19	Christian D.Nimot	11012053	Ir. Enteng J. Saerang, MT
			Ir. Chris Hombokau, MT
20	Lucky Tamapedung	9012020	Dr. Rilya Rumbayan, ST., M.Eng
			Nixon S. Mantiri, ST., MT

SEMESTER VIII B

NO.	NAMA MAHASISWA	NIM	

3	Priangga Pantow	11012006	Sherley Runtunuwu, ST.,MT
			Noldie E. Kondoj, ST., MT
4	Cicilia Mantiri	11012007	Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng,Sc
			Ir. Enteng J. Saerang, MT
5	Brenda Kandijoh	11012010	Seska Nicolaas, ST., MT
			Hendrie J. Palar, ST., MT
6	Syahreza Haruna	11012014	Ir. Dirk J. Ombuh, MT
			Deyke Mandang, ST
7	Alfian Arundaa	11012017	Ir. Syuultje Dowa, MT
			Syanne Pangemanan, ST., M.Eng
8	Iga Djenethe Mandagi	11012019	Rudolf E.G. Mait, ST., MT
			Dr. Tampanatu P. F. Sompie, ST., M.Eng,Mgmt
9	Marselius L.Aloo	11012021	Ir. Ever N. Slat, MT
			Daisy D.G. Pangemanan, ST.,MT, M.Si
10	Kurniawan Adam	11012022	Geertje E. Kandiyoh, ST.,M.Eng
			Ir. Dirk J. Ombuh, MT
11	Edward Z.Halibu	11012023	Sudarno, ST., MT
			Nixon S. Mantiri, ST., MT
12	Ardi Longdong	11012025	Dr. Rilya Rumbayan, ST., M.Eng
			Ahmad Y. Abas, ST., MT
13	Farly Reiner Naray	11012026	Mario Moningka, ST., MT
			Daisy D.G. Pangemanan, ST.,MT, M.Si
14	Rio Rocki Botto	11012028	Ir. Enteng J. Saerang, MT
			Dr. Debby Willar, ST., M.Eng.Sc
15	Juli	11012034	Ir. Julius E. Tenda, MT
			Syanne Pangemanan, ST.,M.Eng
16	Silvister O.Gedoan	11012036	Rudolf E.G. Mait, ST., MT
			Ir. Franky R. Tombokan, M.Eng
17	Rahmat H. Patingki	11012038	Sandry Sengkey, ST., MT
			Ir. Barakati K. Manginsihi, MT
18	Rendy S.Makalalag	11012040	Ir. Donny R. Taju, MT
			Estrelita V. Y. Waney, ST.,M.Eng,Mgmt
19	Jendry I Budiman	11012043	Ir. Julius E. Tenda, MT
			Shirley Runtunuwu, ST., MT
20	Claudio B. Irot	11012045	Ir. Julius E. Tenda, MT
			Rudolf E.G. Mait, ST., MT
21	Hesly E. Linuh	11012046	Dr. Rilya Rumbayan, ST., M.Eng
			Ahmad Y. Abas, ST., MT
22	Maya Malina	11012048	Sudarno, ST., MT
			Ir. Barakati K. Manginsihi, MT
23	Febrian Bill Baureh	11012051	Mario Moningka, ST., MT
			Ir. Bambang P. Widodo, MT
24	Vain Podungge	11012054	Seska Nicolaas, ST., MT
			Ir. Charles Sulangi, MIT
25	Briankly Tengkue	10012054	Sandry Sengkey, ST., MT
			Ir. Chris Hombokau, MT

DIREKTUR,

KEPUTUSAN
DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO
NOMOR : 2833/PL.12/AK/2015

Tentang

PENETAPAN PANITIA SEMINAR UJIAN TUGAS AKHIR MAHASISWA
PROGRAM STUDI D-IV KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI MANADO
TAHUN AKADEMIK 2014/2015

DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO

Menimbang :
a. Bahwa Cicilia Mantiri NIM : 11012007 adalah Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado telah memenuhi persyaratan menyelesaikan Tugas Akhir ;
b. Bahwa sehubungan dengan hal tersebut di atas, perlu menetapkan Panitia Seminar Ujian Tugas Akhir Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado dan menetapkan Anggota Panitia/Penguji;
c. Bahwa sehubungan dengan hal tersebut pada butir (a) dan (b) di atas perlu diterbitkan Keputusan Direktur;

Mengingat :
1 Undang – Undang Nomor 20 Tahun 2003;
2 Undang – Undang Nomor 12 Tahun 2012;
3 Undang – Undang Nomor 5 Tahun 2014;
4 Kepmendiknas Nomor 139/0/2002;
5 Permendiknas Nomor 21 Tahun 2005;
6 Kepmendikbud Nomor 184/MPK.A4/KP/2012;

M E M U T U S K A N

Menetapkan :

PERTAMA : Menetapkan personalia di bawah ini sbb :

Pengarah	**: Ir. Jemmy J. Rangan, MT**
Ketua / Penguji	**: Rudolf E. G. Mait, ST., MT**
Anggota / Penguji	**: Ir. Julius E. Tenda, MT**
Anggota / Penguji	**: Ir. Syuultje Dowa, MT**
Anggota / Pembimbing	**: Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng Sc**
Anggota / Pembimbing	**: Ir. Enteng J. Saerang, MT**

Sebagai Panitia Seminar Ujian Tugas Akhir Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado Tahun Akademik 2014/2015.

KEDUA : Nama-nama sebagaimana yang tersebut pada dictum pertama dalam keputusan ini bertugas melaksanakan pengujian atas Tugas Akhir kepada mahasiswa yang tersebut dibawah ini :

N a m a	**: Cicilia Mantiri**
N I M	**: 11012007**
Sesuai judul Tugas Akhir	**: Tinjauan Perencanaan Daya Dukung Dan Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pada Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado**

KETIGA : Melaporkan penyelenggaraan kegiatan yang terkait, kepada Direktur Politeknik Negeri Manado melalui Ketua Jurusan Teknik Sipil.

KEEMPAT : Semua biaya yang dikeluarkan sebagai akibat dari Keputusan ini dibebankan pada anggaran yang tersedia untuk itu.

KELIMA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan akan diadakan perubahan seperlunya apabila ternyata dikemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Keputusan ini disampaikan kepada yang bersangkutan untuk diketahui dan dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Manado
Pada tanggal : 10 Agustus 2015

a.n. DIREKTUR,

JEMMY JULLES RANGAN
NIP. 19570604 198903 1 001

Tembusan:
1. Pembantu Direktur I, II, III & IV
2. Ketua Jurusan Teknik Sipil
3. Kepala - Kepala Bagian
4. Yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan
5. Arsip

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV – KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

FORMULIR ASISTENSI
TUGAS AKHIR T.A 2014 – 2015

Nama : Cicilia Mantiri
NIM : 11 012 007
Judul : "Tinjauan Perencanaan Daya Dukung Dan Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado"

NO.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
	8 Mei 2015	- Perhitungan pembebanan dengan SAP 2000, hitung keseluruhan struktur atas - Bandingkan dengan perhitungan manual, nilai P Beban langsung kolom) - Setelah dapat hasil akhir reaksi perletakan ambil nilai Momen dan Shear.	

Manado, 2015

DOSEN PEMBIMBING

Pembimbing I

Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng,Sc
NIP.19621115 199303 2 002

Pembimbing II

Ir. Enteng J. Saerang, MT
NIP.19571107 198803 1 003

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV – KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

FORMULIR ASISTENSI
TUGAS AKHIR T.A 2014 – 2015

Nama : Cicilia Mantiri
NIM : 11 012 007
Judul : "Tinjauan Perencanaan Kemampuan Daya Dukung Dan Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado"

NO.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
1.	29 April 2015	- Lengkapi dgn contoh gbr denah & ygbtg kapasitas daya pa bor. Lampirkan teori - Lengkapi	
2.	29 Mei 2015	- Perhitungan beban manual hitung bm, bh dan beban khusus (termasuk chiller, tang air, tangga, Lift, dsb) - Cari denah yg paling ekstrim atau yg paling luas (denah ruangan)	

Manado, 2015

DOSEN PEMBIMBING

Pembimbing I

Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng.Sc
NIP.19621115 199303 2 002

Pembimbing II

Ir. Enteng J. Saerang, MT
NIP.19571107 198803 1 003

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV – KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

FORMULIR ASISTENSI
TUGAS AKHIR T.A 2014 – 2015

Nama : Cicilia Mantiri
NIM : 11 012 007
Judul : "Tinjauan Perencanaan Daya Dukung Dan Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado"

NO.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
	7 Juli 2015	- Periksa kembali hasil yg didapat dari SAP dan bandingkan dengan cara manual. Lanjutkan sampai perhitungan tulangan pondasi tiang bor dan Pile Cap. Selesaikan secepatnya dan konsultasikan dengan dosen pembimbing 1.	

Manado, 2015

DOSEN PEMBIMBING

Pembimbing I

22 Juli 2015

Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng.Sc
NIP.19621115 199303 2 002

Pembimbing II

Ir. Enteng J. Saerang, MT
NIP.19571107 198803 1 003

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV – KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

FORMULIR ASISTENSI
TUGAS AKHIR T.A 2014 – 2015

Nama : Cicilia Mantiri
NIM : 11 012 007
Judul : "Tinjauan Perencanaan Daya Dukung Dan Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado"

NO.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
	9 Juli 2015	- Hitung kembali beban langsung kolom dengan tidak mengalikan beban dengan FK. - Cek jumlah tulangan pondasi yg dipakai di lapangan dan bandingkan. - Asistensi lebih lanjut mengenai pondasi dengan dosen Pembimbing 1.	

Manado, 2015

DOSEN PEMBIMBING

Pembimbing I

Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng,Sc
NIP.19621115 199303 2 002

Pembimbing II

Ir. Enteng J. Saerang, MT
NIP.19571107 198803 1 003

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV – KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG

FORMULIR ASISTENSI
TUGAS AKHIR T.A 2014 – 2015

Nama : Cicilia Mantiri
NIM : 11 012 007
Judul : "Tinjauan Perencanaan Kemampuan Daya Dukung Dan Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado"

NO.	TANGGAL	URAIAN	PARAF
2	1/6/2015	- lanjutkan bab 6&6. III	
3	14/7/2015	- perbaiki sesuai dg hasil diskusi saat asistensi	
4	22/7/2015	- perbaiki penulisan Q+ - siap di seminarkan	

Manado, 2015

DOSEN PEMBIMBING

Pembimbing I

Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng,Sc
NIP.19621115 199303 2 002

Pembimbing II

Ir. Enteng J. Saerang, MT
NIP.19571107 198803 1 003

POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

BUKTI SELESAI KONSULTASI PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama : Cicilia Mantiri
NIM : 11 012 007
Program Studi : D-IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul : Tinjauan Perencanaan Daya Dukung dan Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado

No	Nama	Jabatan	Tgl. Selesai Konsultasi	TandaTangan
1	RUDOLF MAIT.	Ketua/Penguji	11/9/15	1.
2	Jantje Tuda.	Anggota/Penguji	12/9-15	2.
3	SYAMSIJE- DOWA	Anggota/Penguji	17/9-15	3.
4	Jeanely Kaunang	Anggota/Penguji/Pembimbing	10/9/2015	4.
5	Enteng J. Saerang	Anggota/Penguji/Pembimbing	17/9-15	5.

Manado, 2015
Ketua Panitia Penguji Tugas Akhir,

Rudolf E.G. Mait, ST., MT
NIP. 196903171993021001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
POLITEKNIK NEGERI MANADO
Alamat Kantor: Kampus Politeknik, Jl. Raya Politeknik Ds. Buha Manado PO BOX 1256
Tel : (0431) 815212, 815217 Fax. (0431) 811568, 815192, 815144
Website : www.polimdo.ac.id

LEMBAR ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Nama : Cicilia Mantiri
NIM : 11 012 007
Program Studi : D-IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul : Tinjauan Perencanaan Daya Dukung dan Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado
Dosen Penguji : Ir. Syuciltje Dowa, MT

No.	Tanggal	Uraian	Paraf Dosen
	15/9/2015	- lengkapi dasar teori dgn rumusan² YG digunakan pd pembahasan - Bagan Alir yg perlu tunjukan pemahaman SAP 2000 - Cara penulisan Standart penulisan - Perlihatkan daya dukung di control kembali	
	16/9/2015	- Lengkapi perlint tulangan. notasi pile gambar pondasi. - tabel dasar teori, gambar pons. rumusan. - Kesimpulan ditujukan saja	
	17/9/2015	Lolos asi	

Manado, 2015
Ketua Panitia Penguji Tugas Akhir

Rudolf E.G. Mait, ST., MT
NIP. 19690317 199802 1 001

POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

DAFTAR KOREKSI LAPORAN TUGAS AKHIR

Berdasarkan Berita Acara Seminar dan Ujian Tugas Akhir tanggal: 7/8-15

Nama : Cicilia Mantiri

NIM :

Program Studi :

Judul :

Hal-hal yang perlu dikoresi :

- Daftar gbr, tabel, lampiran → seminar dgn ini beri halaman.
- Buatkan denah tinjauan yg gempa arah x, y, arsir
- Semua perhitungan beban disesuaikan dgn peraturan tinjauan x, y.
- perhitungan manual beban elastisitas harus dibagi dengan faktor beban.
- Perhitungan beban gempa Fx & Fy di input pd SAP.
- Terapkan kombinasi beban (±18 Kombo).
- Hasil dari SAP → Mx, My, Hx → nilai P dibandingkan dgn Pmanual.
- Perhitungan beban gempa → beban hidup, ada reduksi
  → jenis tanah (Sesuai hasil perhitungan dari data sondir).
- Karena judul TA adalah tinjauan, maka harus ada hubungan dengan perhitungan & moyer.

Manado, 2015

Penguji,

Julius Tandi

NIP.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas segala berkat dan tuntunan serta penyertaan-Nya penulisan tugas akhir dengan judul **"Tinjauan Perencanaan Daya Dukung dan Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado"** dapat terselesaikan dengan baik.

Tugas akhir ini memuat tentang tinjauan perencanaan pondasi tiang bor *(bored pile)* mulai dari perhitungan beban, daya dukung tiang tunggal hingga desain pile cap dan penulangannya. Selama penyusunan tugas akhir, banyak hal yang terjadi dan suka duka yang dialami. Namun, semua dapat terlalui karena adanya campur tangan dari Tuhan dan selalu berpikir positif akan semua hal. Niat dan tekad yang kuat juga sangat penting dan berpengaruh dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Sangat disadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang sudah membimbing, mengarahkan dan memberi dukungan yang berarti. Untuk itu melalui kesempatan ini disampaikan terima kasih kepada:

Mami tercinta, Almarhumah Julin Wuisan, yang selalu menjadi motivator terbesar dalam hidupku. *This is for you, Mom*. *Everything I do is to make you proud of me, I miss You.*

Papi dan kakak-kakak tercinta, Johanis Mantiri, Royke Mantiri dan Glendy Mantiri, yang selalu memberikan semangat, doa dan dukungan melalui perhatian dan bantuan dalam bentuk materi. *They are preciously mean everything for me, I really love them.*

Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng.Sc., dan Ir. Enteng J. Saerang, MT., selaku dosen pembimbing dan panitia yang telah mengarahkan, membimbing, membantu dan memberikan masukan serta ilmu yang berguna selama proses penyusunan tugas akhir ini. *Thanks for being a great lecturer, a good mentor and a person who really cares about her/his student.*

Ir. John Harahap., dan Ir. Julius Tenda, MT., terima kasih untuk bantuan dan masukannya atas penjelasan dari pertanyaan-pertanyaan yang disampaikan.

Keluarga besar, yang juga selalu memberikan semangat dan dukungan yang berarti.

Teman-teman Teknik Sipil Konstruksi Bangunan Gedung Angkatan 2011, terima kasih banyak buat bantuan dan kebersamaannya dalam suka maupun duka terlebih khusus bagi mereka bertiga yang luar biasa ini Brenda Kandijoh, Maya Malina dan Iga Mandagie yang selalu memberikan semangat dan waktu mereka selama kurang lebih empat tahun kebersamaan dan persahabatan. *They are good people. I am so grateful to know and have them as a part of my life.*

Kristi Artonik Janis dan Daniel Mogi Manopo, yang juga tidak kalah hebat dalam memberikan semangat, motivasi, doa dan bantuan tenaga maupun waktunya.

Ir. Jemmy Rangan, MT, selaku Direktur Politeknik Negeri Manado.

Ir. Donny R. Taju, MT, selaku ketua jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Manado.

Semua pihak yang tidak dapat disebutkan lagi satu per satu, terima kasih.

Adapun penulisan tugas akhir ini dibuat dengan harapan isinya dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi para pembaca, terlebih bagi teman-teman mahasiswa Jurusan Teknik Sipil. Dalam penyajian materi dan penyusunannya masih memiliki banyak kekurangan. Tentunya segala apresiasi dalam bentuk kritik dan saran dapat menjadi masukan dan koreksi yang membangun untuk lebih baik kedepannya. Terima Kasih.

Manado, Agustus 2015

Cicilia Mantiri

ABSTRAK

Semua konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu pada tanah harus didukung oleh pondasi karena fungsinya untuk menopang bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (upper structure) ke lapisan tanah keras di bawahnya. Berdasarkan data sondir yang ada, posisi tanah keras tidak terlalu jauh dari permukaan tanah sehingga perlu dilakukan analisa daya dukung pondasi yang lebih ekonomis namun tetap mampu menahan beban bangunan tersebut.

Pembangunan gedung pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado ini merupakan bangunan kompleks sebagai tempat proses perkuliahan berlangsung yang terdiri dari 9 (sembilan) lantai dengan setiap lantai memiliki fungsinya masing-masing. Pondasi yang digunakan pada bangunan ini adalah pondasi tiang bor (bored pile). Perencanaan daya dukung pondasi ditinjau berdasarkan satu titik tiang yang paling kritis terhadap struktur atas. Metode penelitian yang digunakan, yaitu: (1) studi lapangan, dengan mengumpulkan data-data yang diperlukan; (2) studi literatur, mempelajari teori-teori dari topik bahasan; dan (3) konsultasi, melakukan tanya jawab dan konsultasi dengan berbagai pihak.

Perhitungan berat bangunan menggunakan pemodelan 2D dari program SAP2000 dengan mengikuti peraturan-peraturan dan ketentuan yang berlaku. Selain dengan software beban juga dihitung secara manual. Titik yang ditinjau adalah titik P6. Analisa daya dukung tiang menggunakan perbandingan antara metode Aoki dan De Alencar dengan metode Meyerhof dan diambil daya dukung yang terkecil.

Proyek pembangunan gedung pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado menggunakan pondasi bored pile dengan diameter bervariasi dan diambil diameter terbesar yaitu diameter 80 cm kedalaman 9 m. Daya dukung tiang grup (menggunakan 2 buah tiang) didapat (Qu) adalah 117,33 Ton yang mana mampu memikul beban langsung kolom yang bekerja 123,61 Ton dan Qa yang diijinkan adalah 58,66 Ton. Penulangan longitudinal didapat 12D19 dan penulangan sengkang Ø10 – 150 mm sedangkan bentuk pile cap berukuran 3,6 m x 1,6 m x 1 m.

Setelah dilakukan perhitungan daya dukung pondasi berdasarkan data sondir pada daerah dimana bangunan tersebut didirikan, maka hasil analisa dapat disimpulkan daya dukung tiang di titik P6 mampu untuk memikul beban yang bekerja pada titik tersebut.

Kata Kunci : *Bored Pile, Pile Cap*

DAFTAR ISI

Halaman Judul
Lembar Pengesahan
Surat Keputusan Dosen Pembimbing
Lembar Asistensi
Bukti Selesai Konsultasi untuk Perbaikan Tugas Akhir
Kata Pengantar.....**i**
Abstrak.....**iii**
Daftar Isi.....**iv**
Daftar Gambar.....**vii**
Daftar Tabel.....**ix**
Daftar Lampiran.....**x**
Daftar Notasi.....**xi**

BAB I PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Maksud dan Tujuan 2
1.3 Pembatasan Masalah 2
1.4 Metode Penelitian 3
1.5 Sistematika Penulisan 5

BAB II DASAR TEORI
2.1 Umum 6
2.2 Pembebanan 6
2.2.1 Kombinasi Beban Pada Struktur Beton 16
2.3 Data Karakteristik Tanah 17
2.3.1 Penyelidikan Tanah 19
2.4 Pondasi 20
2.4.1 Jenis – Jenis Pondasi 21
2.4.2 Dasar – Dasar Penentuan Jenis Pondasi 22

2.4.3 Dinding Penahan Tanah 24
2.5 Pondasi Tiang 26
2.5.1 Penggolongan Pondasi Tiang 27
2.6 Pondasi Tiang Bor 29
2.7 Metode Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor 34
2.8 Kapasitas Daya Dukung Tiang Bor Dari Hasil Sondir 39
2.9 Faktor Aman 41
2.10 Jarak Antar Tiang Dalam Kelompok 41
2.11 Daya Dukung Ijin Untuk Kelompok Tiang 42
2.12 Penulangan Pondasi Bored Pile 43
2.13 Pile Cap 45
2.13.1 Dimensi Pile Cap 46
2.13.2 Menghitung Tinggi dan Tulangan Pile Cap 47
2.14 Perhitungan Pembebanan Menggunakan SAP 2000 v14 49
2.15 Analisis Perhitungan 57

BAB III PEMBAHASAN
3.1 Deskripsi Proyek 59
3.1.1 Data-Data Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado 60
3.1.1.1 Data Umum 60
3.1.1.2 Data Khusus 60
3.1.1.3 Data Teknis di Lapangan 60
3.1.1.4 Data Struktutal 60
3.2 Perhitungan Pembebanan.....61
3.2.1 Beban Lantai dan Kolom 61
3.2.1.1 Denah Bangunan Yang Ditinjau 61
3.2.1.2 Perhitungan Pembebanan Lantai Basement 64
3.2.1.3 Perhitungan Pembebanan Lantai Satu 64
3.2.1.4 Perhitungan Pembebanan Lantai 2 – 3 65
3.2.1.5 Perhitungan Pembebanan Lantai 4 – 6 65
3.2.1.6 Perhitungan Pembebanan Lantai 7 66
3.2.1.7 Perhitungan Pembebanan Lantai Basement 67

3.2.1.8 Perhitungan Pembebanan Lantai Satu 68
3.2.1.9 Perhitungan Pembebanan Lantai 2 – 3 68
3.2.1.10 Perhitungan Pembebanan Lantai 4 – 6 69
3.2.1.11 Perhitungan Pembebanan Lantai 7 69
3.2.2 Beban Gempa 70
3.3 Perhitungan Pondasi Bored Pile 72
3.3.1 Data Pondasi 72
3.3.2 Perhitungan Daya Dukung Tiang Bor Berdasarkan Data Sondir 72
3.3.3 Daya Dukung Kelompok Tiang 77
3.3.4 Penulangan Pondasi Tiang Bor 78
3.3.5 Menghitung Tinggi Pile Cap dan Penulangannya 81
3.4 Metode Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor di Lapangan 87

BAB IV PENUTUP
4.1 Kesimpulan 93
4.2 Saran 94

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bagan alir penulisan tugas akhir.....	4
Gambar 2.1	Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun.....	11
Gambar 2.2	Peta *hazard* gempa Indonesia di batuan dasar pada kondisi PGA (T = 0 detik) untuk 10% *PE* 50 tahun.....	11
Gambar 2.3	Respon Spektrum Gempa Rencana untuk wilayah Gempa 5.....	12
Gambar 2.4	Diagram fase tanah.....	18
Gambar 2.5	Macam-macam tipe pondasi.....	22
Gambar 2.6	Jenis-jenis Bored Pile.....	30
Gambar 2.7	Langkah-langkah pelaksanaan tiang bor dalam metode Kering.....	33
Gambar 2.8	Prinsip pelaksanaan tiang bor dalam metode basah.....	33
Gambar 2.9	Langkah-langkah pelaksanaan tiang bor dengan memasang *casing*.....	34
Gambar 2.10	Jarak tiang.....	46
Gambar 2.11	Bagan alir perhitungan pembebanan SAP200.....	49
Gambar 2.12	Tampilan awal program SAP 2000.....	50
Gambar 2.13	Menentukan Jumlah Grid.....	50
Gambar 2.14	Tampilan sistem Grid.....	51
Gambar 2.15	Mengatur Grid bangunan.....	51
Gambar 2.16	Tampilan hasil pengaturan Grid.....	51
Gambar 2.17	Tampilan Define Materials.....	52
Gambar 2.18	Memasukkan data material.....	52
Gambar 2.19	Memilih tipe penampang.....	53
Gambar 2.20	Mengatur penampang kolom.....	53
Gambar 2.21	Mendefinisikan beban.....	54
Gambar 2.22	Memasukkan data kombinasi beban.....	54
Gambar 2.23	Menentukan perletakan.....	55
Gambar 2.24	Menerapkan tipe frame.....	55

Gambar 2.25	Memasukkan beban.....	55
Gambar 2.26	Memasukkan beban gempa.....	56
Gambar 2.27	Beban gempa statik ekuivalen tampilan 2D.....	56
Gambar 2.28	Run Analysis.....	56
Gambar 2.29	Bagan alir analisis perhitungan.....	57
Gambar 2.30	Bagan alir hitung pondasi tiang bor.....	58
Gambar 3.1	Desain bangunan gedung pendidikan terpadu politeknik negeri manado.....	59
Gambar 3.2	Denah bangunan yang ditinjau.....	62
Gambar 3.3	Portal arah-X dan arah-Y bangunan yang ditinjau.....	63
Gambar 3.4	Pondasi tiang bor yang direncanakan.....	72
Gambar 3.5	Jumlah dan jarak tiang.....	78
Gambar 3.6	Jumlah dan jarak tiang.....	82
Gambar 3.7	Detail Pile Cap.....	86
Gambar 3.8	Tampak tulangan bored pile dan pile cap.....	86
Gambar 3.9	Proses perakitan tulangan pondasi.....	88
Gambar 3.10	Proses pembersihan lubang pondasi.....	89
Gambar 3.11	Pemasangan pipa tremie pada lubang bor.....	90
Gambar 3.12	Slump test beton dan proses pengecoran pondasi bored pile.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Beban hidup pada lantai gedung.....	9
Tabel 2.2	Koefisien ζ yang membatasi waktu getar alami Fundamental struktur gedung.....	13
Tabel 2.3	Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum faktor tahanan lebih struktur.....	15
Tabel 2.4	Koefisien reduksi beban hidup.....	16
Tabel 2.5	Macam-macam tipe pondasi berdasarkan kualitas material dan cara pembuatan.....	28
Tabel 2.6	Macam-macam tipe pondasi berdasarkan teknik Pemasangannya.....	29
Tabel 2.7	Faktor empirik F_b berdasarkan tipe tiang.....	40
Tabel 3.1	Distribusi Gaya Geser Horisontal Gempa.....	71
Tabel 3.2	Gempa nominal statik ekivalen.....	72
Tabel 3.3	Nilai q_{ca} rata – rata berdasarkan data sondir.....	73
Tabel 3.4	Nilai qs rata – rata berdasarkan data sondir.....	74
Tabel 3.5	Jumlah hambatan lekat berdasarkan data sondir.....	76
Tabel 3.6	Momen, shear, aksial dari perhitungan SAP 2000.....	78
Tabel 3.7	Hasil perbandingan perhitungan penulangan.....	81
Tabel 3.8	Hasil perbandingan perhitungan penulangan pile cap.....	85
Tabel 4.1	Perbandingan pondasi hasil analisa dengan pondasi terpasang di lapangan.....	93

DAFTAR LAMPIRAN

Beban Mati dan Beban Hidup berdasarkan PPIUG 1983

Data Sondir

Gambar Proyek

DAFTAR NOTASI

Wt	:	Berat Total Gedung Termasuk Beban Hidup Yang Bekerja
h	:	Tinggi Balok
b	:	Lebar Balok
P	:	Panjang Kolom
l	:	Lebar Kolom
BJ Beton	:	Berat Jenis Beton
L	:	Panjang Bentang
Fc’	:	Mutu Beton
Fy	:	Mutu Baja
Pu	:	Beban Ultimit
W_{DL}	:	Beban Mati
W_{LL}	:	Beban Hidup
P	:	Kombinasi Beban
Ac	:	Luas Beton
As	:	Luas Pelat Baja
d’	:	Selimut Beton
Øseng	:	Diameter Tulangan Sengkang
Øtul	:	Diameter Tulangan Longitudinal
E	:	Modulus Elastisitas Baja
Ec	:	Modulus Elastisitas Beton
Mu	:	Momen Ultimate
Mn	:	Momen Nominal
V	:	Gaya Geser Dasar Nominal
C	:	Faktor Respons Gempa

I	:	Faktor Keutamaan Gedung
R	:	Faktor Reduksi Gempa
Fi	:	Gempa Nominal Statik Ekuivalen
Wi	:	Berat Lantai Tingkat ke-1 termasuk beban hidup
Zi	:	Ketinggian Lantai Tingkat ke-1 Diukur Dari Taraf Penjepitan Lateral
Vc	:	Kuat Geser
Ct	:	Koefisien Untuk Bangunan Beton Bertulang
Hn	:	Tinggi Gedung
ς	:	Koefisien Tergantung Wilayah Gempa (Wilayah 5)
n	:	Jumlah Tingkat
Ci	:	Faktor Respons Gempa Sesuai Gambar 2 SNI 03-1726-2002
I	:	Faktor Keamanan untuk Gedung Sesuai dengan Tabel 1
Ø	:	Diameter Tulangan
T	:	Waktu getar alami struktur gedung dinyatakan dalam detik yang menentukan besarnya Faktor Respons Gempa struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam Spektrum Respons Gempa Rencana
Tc	:	Waktur getar alami sudut, yaitu waktu getar alami pada titik perubahan diagram C dari garis datar menjadi kurva hiperbola pada Spektrum Respons Gempa Rencana

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan di

kota Manado dibidang ketekniksipilan dan arsitektur baik bangunan gedung, perumahan maupun infrastruktur seperti jalan dan jembatan sekarang ini semakin berkembang seiring dengan kebutuhan masyarakat yang terus meningkat terhadap prasarana dan sarana yang dapat menunjang aktivitas khususnya didunia pendidikan. Sekolah dan Universitas di kota Manado bersaing untuk mendapatkan peminat demi kemajuan tempat pendidikan tersebut salah satunya Politeknik Negeri Manado. Untuk membuat satu tempat pendidikan yang dapat menarik minat calon mahasiswa maka pihak kampus perlu menjamin kenyamanan dan fasilitas pengajaran yang lengkap. Setiap tahun mahasiswa baru yang mendaftar semakin bertambah banyak namun keadaan bangunan yang tidak memungkinkan dan kurangnya kelas sebagai tempat proses perkuliahan berlangsung membuat pihak Politeknik merasa perlu untuk menambah bangunan yang terdiri dari ruang kelas yang cukup untuk mahasiswa dan ruang tambahan untuk kepentingan lainnya.

Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado merupakan bangunan yang kompleks karena di dalam gedung ini terdapat ruang kelas, ruang perpustakaan, ruang dosen, bahkan ruang olahraga dan sebagainya. Bangunan ini terdiri dari 2 bagian struktur, yaitu : struktur bangunan bagian bawah (*sub structure*) dan struktur bangunan bagian atas (*upper structure*). Kekuatan suatu struktur sangat dipengaruhi oleh konstruksi *sub structure* yakni pondasi. Struktur bawah menyalurkan beban - beban dari struktur atas sehingga kemampuan dukungnya harus benar – benar diperhitungkan, dimana beban yang dimaksud adalah beban mati (DL), beban hidup (LL), beban gempa (E) dan lain – lain.

Mengacu pada uraian di atas maka pokok bahasan penulisan tugas akhir ini difokuskan pada metode pelaksanaan dan perencanaan daya dukung pondasi tiang bor sehingga judul yang diangkat ialah “Tinjauan Perencanaan Daya Dukung dan Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado”.

Sebelum pelaksanaan konstruksi struktur atas dimulai terlebih dahulu dikerjakan adalah pekerjaan struktur bawah yaitu, pondasi. Pondasi dibagi dalam 2 (dua) jenis, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi tiang bor atau bored pile tergolong dalam pondasi dalam. Pondasi tiang bor adalah suatu pondasi yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi dengan tulangan dan dicor. Agar kegagalan pondasi dapat dihindari, maka pondasi bangunan harus diletakkan pada lapisan tanah yang cukup keras/padat dan kuat. Semua konstruksi yang direkayasa untuk bertumpu pada tanah harus didukung oleh pondasi karena fungsinya untuk menopang bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (*upper structure*) ke lapisan tanah keras di bawahnya. Dalam merencanakan pondasi dilakukan penyelidikan tanah yaitu pengujian tanah di lapangan dan pengujian di laboratorium.

1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1) Menghitung pembebanan struktur atas dari bangunan gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado dengan menggunakan software SAP 2000 v14.2.2 *(Structural Analysis Programme)* dan perhitungan beban secara manual
2) Merencanakan kemampuan dan kapasitas daya dukung pondasi tiang bor
3) Menganalisa kembali metode pelaksanaan pondasi tiang bor

1.3 Pembatasan Masalah

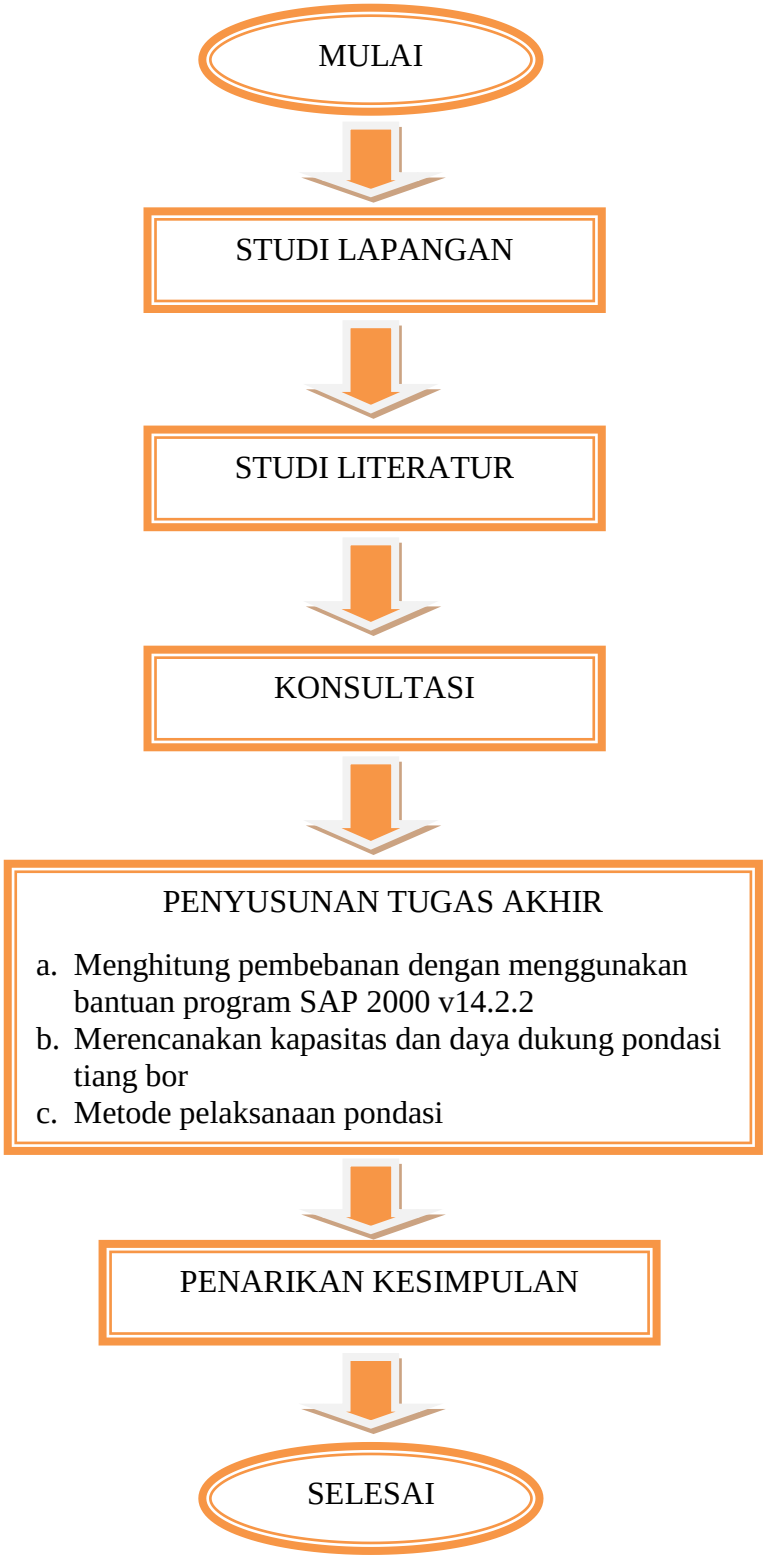
Dalam penulisan tugas akhir dengan judul “Tinjauan Perencanaan Daya Dukung dan Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado” permasalahan dibatasi pada perhitungan dan perencanaan daya dukung pondasi ditinjau berdasarkan satu titik tiang yang paling kritis terhadap struktur atas, desain dan penulangan pile cap, penentuan jumlah dan dimensi pondasi tiang bor serta metode pelaksanaan yang sesuai dengan kajian teoritis. Perhitungan pembebanan, menggunakan bantuan software SAP 2000 v14.2.2 untuk mencari nilai momen dan shear. Perhitungan manual untuk mencari nilai aksial atau beban vertikal yang kemudian nilai-nilai tersebut akan digunakan pada perhitungan selanjutnya.

1.4 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penulisan tugas akhir ini terdiri dari 3 (tiga) metode, yakni :

1. Studi lapangan, yaitu dengan mengumpulkan data-data pendukung yang ada pada Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado seperti data tanah (data sondir, *deep boring*), data laboratorium pemeriksaan tanah, gambar struktur dan metode pelaksanaan pekerjaan di lapangan.
2. Studi literatur, yaitu dengan mempelajari teori – teori yang berhubungan dengan topik bahasan melalui studi kepustakaan seperti pengertian dan jenis-jenis pondasi oleh Nakazawa (1983), pondasi tiang bor dan metode pelaksanaannya oleh Bowles (1991) dalam buku analisis dan perancangan fondasi II oleh Hardiyatmo (2010), analisis dan perancangan pondasi serta karakteristik tanah oleh Hardiyatmo (2014) dan sebagainya.
3. Konsultasi, melakukan berbagai tanya jawab dengan beberapa pihak di lokasi proyek pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado, berkonsultasi dengan dosen pembimbing dan pihak-pihak lain yang juga memahami materi topik bahasan.

Berikut Gambar 1.1 menunjukkan bagan alir penulisan tugas akhir yang dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 1.1 *Bagan Alir Penulisan Tugas Akhir*

1.5 Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir disusun menggunakan sistematika sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II. DASAR TEORI

Bab ini berisikan teori – teori yang menunjang penyelesaian permasalahan yang dibahas pada bab pembahasan.

BAB III. PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pembahasan yang di dalamnya memuat data tentang perhitungan daya dukung, hasil perhitungan dan metode pelaksanaan.

BAB IV. PENUTUP

Bab ini merupakan bagian penutup dari tugas akhir ini dimana di dalamnya memuat kesimpulan dan saran yang menjadi jawaban dari permasalahan yang ada dan hal – hal yang perlu dilakukan dalam mengatasi masalah yang terjadi pada bangunan yang ditinjau.

BAB II
DASAR TEORI

2.1 Umum

Struktur bawah *(sub structure)* merupakan struktur terendah dari suatu bangunan atau gedung yang berada di bawah permukaan tanah dan berfungsi menyalurkan beban struktur atas *(upper structure)* ke lapisan tanah pendukung. Struktur bawah meliputi balok pengikat (sloof), pile cap dan pondasi. Perencanaan struktur bawah yang baik dan tepat dalam suatu konstruksi bangunan sangat diperlukan untuk menjaga kestabilan konstruksi yang ditahan.

Tanah selalu mempunyai peranan yang penting pada suatu lokasi pekerjaan konstruksi. Menurut Nakazawa (1983), tanah adalah pondasi pendukung suatu bangunan, atau bahan konstruksi dari bangunan itu sendiri seperti tanggul atau bendungan atau kadang-kadang sebagai sumber penyebab gaya luar pada bangunan, seperti tembok / dinding penahan tanah. Jadi tanah itu selalu berperan pada setiap pekerjaan teknik sipil. Tenaga-tenaga Teknik Sipil yang berkecimpung dalam perencanaan atau pelaksanaan bangunan perlu mempunyai pengertian yang mendalam mengenai fungsi-fungsi serta sifat tanah itu bila dilakukan pembebanan terhadapnya.

2.2 Pembebanan

Pembebanan pada struktur bangunan merupakan salah satu hal yang terpenting dalam merencanakan sebuah gedung. Dalam melakukan analisis desain struktur bangunan perlu adanya gambaran yang jelas mengenai perilaku dan besar beban yang bekerja pada struktur tersebut. Beban yang terdapat pada struktur dapat dibagi atas 2 macam, yaitu Beban Statis dan Beban Dinamis. Beban statis adalah beban yang memiliki perubahan intensitas beban terhadap waktu berjalan lambat atau konstan. Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung atau PPIUG (1983), jenis beban statis ialah beban mati (*dead load*/DL) dan beban hidup (*live load*/LL). Sedangkan beban dinamis adalah beban dengan variasi perubahan intensitas beban terhadap waktu yang cepat. Beban dinamis ini terdiri dari beban

gempa (E) dan beban angin. Berikut di bawah ini adalah jenis beban yang bekerja dalam suatu bangunan, yaitu:

1. Beban Mati (DL)

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu bangunan yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, mesin-mesin serta peralatan tetap *(fixed equipment)* yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari bangunan itu (perlengkapan/peralatan bangunan). Berat material bangunan tergantung dari jenis bahan bangunan yang dipakai. Beban Mati dinyatakan dengan lambang M.

Contoh berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung berdasarkan PPIUG 1983 tabel 2.1 adalah :

Baja	= 7850 kg/m3
Batu alam	= 2600 kg/m3
Beton bertulang	= 2400 kg/m3
Pasangan bata merah	= 1700 kg/m3

Beban mati tambahan adalah beban yang berasal dari finishing lantai (keramik, plester), beban dinding dan beban tambahan lainnya. Sebagai contoh, berdasarkan Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) :

Beban Finishing (Keramik)	= 24 kg/m2
Plester 2,5 cm (2,5 x 21 kg.m^2)	= 53 kg/m2
Beban ME	= 25 kg/m2
Beban plafon dan penggantung	= 18 kg/m2
Beban dinding	= 250 kg/m2

2. Beban Hidup (LL)

Beban hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu bangunan, dan di dalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah *(moveable equipment)*, mesin-mesin serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari bangunan dan dapat diganti selama masa hidup dari bangunan itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap bangunan tersebut. Khusus pada atap ke dalam beban hidup dapat termasuk beban yang berasal dari air hujan, baik akibat genangan maupun akibat tekanan jatuh (energi kinetik) butiran air.

Ke dalam beban hidup tidak termasuk beban angin, beban gempa dan beban khusus. Beban Hidup dinyatakan dengan lambang H.

Contoh beban hidup berdasarkan fungsi ruangan dari Tabel 3.1 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) :

Parkir	= 400 kg/m^2
Parkir lantai bawah	= 800 kg/m^2
Lantai kantor	= 250 kg/m^2
Lantai sekolah	= 250 kg/m^2
Ruang pertemuan	= 400 kg/m^2
Ruang dansa	= 500 kg/m^2
Lantai olahraga	= 400 kg/m^2
Tangga dan bordes	= 300 kg/m^2

Menurut PPIUG Pasal 3.1 (1), beban hidup pada lantai gedung harus diambil menurut Tabel 2.1. Dalam beban hidup tersebut sudah termasuk perlengkapan ruang sesuai dengan kegunaan lantai ruang yang bersangkutan, dan juga dinding-dinding pemisah ringan dengan berat tidak lebih dari 100 kg/m^1. Beban-beban berat, misalnya yang disebabkan oleh lemari-lemari arsip dan perpustakaan serta oleh alat-alat, mesin-mesin dan barang-barang lain tertentu yang sangat berat, harus ditentukan tersendiri. Lantai-lantai gedung yang dapat diharapkan akan dipakai untuk berbagai-bagai tujuan, harus direncanakan terhadap beban hidup terberat yang mungkin dapat terjadi. Sedangkan beban hidup pada atap dan/atau bagian atap serta pada struktur tudung (canopy) yang dapat dicapai dan dibebani oleh orang, harus diambil minimum sebesar 100 kg/m^2 bidang datar. Beban hidup pada atap dan/atau bagian atap yang tidak dapat dicapai dan dibebani oleh orang harus diambil yang paling menentukan di antara dua macam beban berikut:

a. Beban terbagi rata per m^2 bidang datar berasal dari beban air hujan sebesar $(40 - 0{,}8\ \alpha)$ kg/m^2

   dimana α adalah sudut kemiringan atap dalam derajat, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg/m^2 dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atapnya adalah lebih besar dari 50°.

b. Beban terpusat berasal dari seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya sebesar minimum 100 kg.

Berikut di bawah ini adalah Tabel 2.1 beban hidup pada lantai gedung sesuai dengan ketentuan.

Tabel 2.1 Beban Hidup Pada Lantai Gedung

Tabel 3.1.

Beban hidup pada lantai gedung

a.	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m^2
b.	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125 kg/m^2
c.	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 kg/m^2
d.	Lantai ruang olah raga	400 kg/m^2
e.	Lantai ruang dansa	500 kg/m^2
f.	Lantai dan balkon-dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e, seperti mesjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m^2
g.	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m^2
h.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c	300 kg/m^2
i.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500 kg/m^2
j.	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g	250 kg/m^2
k.	Lantai untuk: pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400 kg/m^2
l.	Lantai gedung parkir bertingkat:	
	– untuk lantai bawah	800 kg/m^2
	– untuk lantai tingkat lainnya	400 kg/m^2
m.	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300 kg/m^2

Sumber : PPIUG 1983

3. Beban Angin

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada bangunan, atau bagian bangunan, yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara. Tekanan tiup harus diambil minimum 25 kg/m^2, dan di tepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai harus diambil minimum 40 kg/m^2 (Juwana, 2005). Jika ada kemungkinan kecepatan angin mengakibatkan tekanan tiup yang lebih besar, maka tekanan tiup harus dihitung menurut rumus:

4. Beban Gempa (E)

Beban gempa adalah semua beban statik ekivalen yang bekerja pada bangunan atau bagian bangunan yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Ketika pengaruh gempa pada struktur bangunan ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu (Juwana, 2005).

Struktur bangunan bertingkat tinggi harus dapat memikul beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut, diantaranya beban gravitasi dan beban lateral. Beban gravitasi adalah beban mati struktur dan beban hidup sedangkan yang termasuk beban lateral adalah beban angin dan beban gempa.

Tipe Profil Tanah

SNI 03-1726-2002 pasal 4.6 menetapkan bahwa ada 4 macam jenis tanah, yaitu tanah keras, sedang, lunak dan tanah khusus berdasarkan karakteristik dari lapisan tanah setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat – syarat yang tercantum dalam tabel 4.

Berdasarkan nilai hasil Test Penetrasi Strandar N rata – rata,

Tanah keras $N \geq 50$

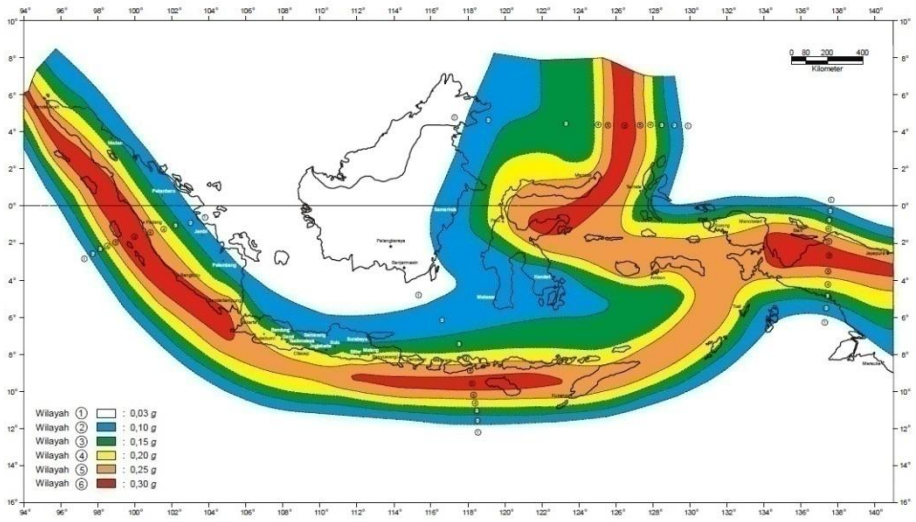
Tanah sedang $15 \leq N \leq 50$

Tanah lunak $N > 15$

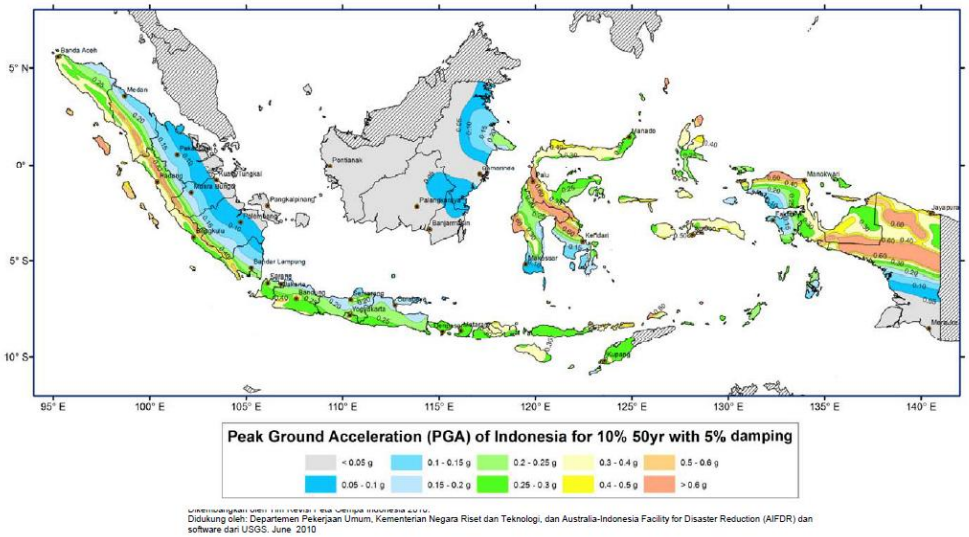
Tanah khusus adalah jenis tanah yang tidak memenuhi syarat – syarat yang tercantum dalam tabel tersebut.

Wilayah Gempa

Berdasarkan SNI 1726-2002 Indonesia dibagi menjadi 6 wilayah gempa seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1 pembagian wilayah gempa ini didasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat pengaruh gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun dimana wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah 6 adalah wilayah dengan kegempaan paling tinggi. Peta hasil studi PSHA untuk percepatan puncak (PGA), spektra 0 detik di batuan dasar untuk kemungkinan terlampaui 10% dalam 50 tahun (atau gempa 475 tahun) dapat dilihat dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.1 Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun
(SNI 03-1726-2002)



Gambar 2. 2 Peta *hazard* gempa Indonesia di batuan dasar pada kondisi PGA (T = 0 detik) untuk 10% *PE* 50 tahun
(Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia, 2010)

Kategori Gedung

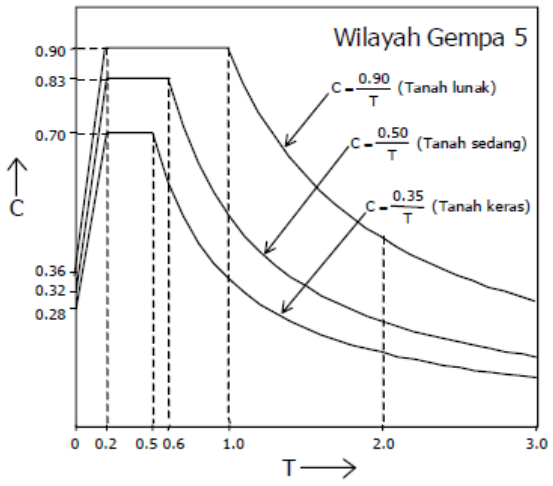
Pada setiap bangunan harus dikenal masuk dalam kategori salah satu dari 5 kategori gedung yang tersebut pada SNI-03-1726-2002 pada 4.1 tabel 1. Tabel ini mencantumkan faktor keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan yang dipakai untuk menghitung beban gempa nominal (V). Sebagai contoh, untuk gedung yang digunakan sebagai hunian, perniagaan dan perkantoran, faktor keutamaan I = 1.

Daktilitas Struktur

Daktilitas struktur memakai 2 parameter yaitu faktor daktilitas simpangan μ dan faktor reduksi gempa R.Daktilitas simpangan μ menyataan ratio simpangan di ambang keruntuhan δm dan simpangan pada terjadinya pelelehan pertama. R adalah ratio beban gempa rencana dan daktilitas struktur gedung. Nilai μ dan R tercantum pada SNI-03-1726-2002 pasal 4.3 tabel 3.

Faktor Respons Gempa

Faktor respons gempa C dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam spektrum respons gempa rencana. Faktor respons gempa ditunjukkan pada gambar 2 SNI-03-1726-2002. Dalam gambar tersebut C adalah faktor respons gempa dinyatakan dalam percepatan gravitasi dan T adalah waktu getar alami struktur gedung yang dinyatakan dalam detik. Untuk T = 0 nilai C tersebut menjadi sama dengan Ao, dimana Ao merupakan percepatan puncak muka tanah menurut tabel 5 SNI-03-1726-2002. Berdasarkan Peta Wilayah Gempa Indonesia (SNI 03 – 1726 – 2002, halaman 40), Gedung berlokasi di wilayah gempa 5 dari zona gempa Indonesia. Diagram Respon Spektrum Rencana untuk wilayah gempa 5 diperlihatkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Respon Spektrum Gempa Rencana untuk wilayah Gempa 5 *(SNI 03-1726-2002)*

Untuk mencari nilai T : $T_1 < \zeta n$

Dimana :

T = Waktu getar alami fundamental struktur gedung beraturan maupun tidak beraturan dinyatakan dalam detik

ζ = Koefisien pengali dari jumlah tingkat struktur gedung yang membatasi waktu getar alami fundamental struktur gedung, bergantung pada Wilayah Gempa

n = Nomor lantai tingkat paling atas (lantai puncak); jumlah lantai tingkat struktur gedung dalam subskrip menunjukkan besaran nominal.

Tabel 2.2 Koefisien ζ yang membatasi waktu getar alami Fundamental struktur gedung (SNI 03-1726-2002)

Wilayah Gempa	ζ
1	0,20
2	0,19
3	0,18
4	0,17
5	0,16
6	0,15

Bentuk Struktur Gedung

Bentuk suatu gedung dikategorikan sebagai gedung beraturan dan tidak beraturan. Sesuai SNI-03-1726-2002 pasal 4.2, beberapa syarat struktur gedung ditetapkan sebagai berikut :

1. Tinggi gedung dihitung dari taraf penjepitan lateral tidak lebih dari 10 tingkat atau 40 m.
2. Denah struktur gedung adalah persegi panjang tanpa tonjolan dan kalaupun mempunyai tonjolan, panjang tonjolan tersebut tidak lebih dari 25% dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah tonjolan tersebut.
3. Denah struktur gedung tidak menunjukkan coakan sudut dan kalaupun mempunyai coakan sudut, panjang sisi coakan tersebut tidak lebih dari 15% dari ukuran terbesar denah struktur gedung dalam arah sisi coakan tersebut.

Untuk struktur gedung beraturan, pengaruh gempa rencana dapat ditinjau sebagai pengaruh beban gempa statik ekuivalen, sehingga menurut SNI-03-1726-2002 analisisnya dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen. Sedangkan, struktur gedung yang tidak memenuhi ketentuan menurut Pasal 4.2.1, ditetapkan

sebagai struktur gedung tidak beraturan. Untuk struktur gedung tidak beraturan, pengaruh Gempa Rencana harus ditinjau sebagai pengaruh pembebanan gempa dinamik, sehingga analisisnya harus dilakukan berdasarkan analisis respons dinamik.

Beban Gempa Nominal

Struktur gedung beraturan dapat direncanakan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh gempa rencana dalam arah masing – masing sumbu utama denah struktur tersebut, berupa beban gempa nominal statik ekuivalen yang ditetapkan pada pasal 6 SNI-03-1726-2002. Beban gempa didapat dari hasil perhitungan gaya geser dasar nominal V yang diperoleh dari rumus :

Persamaan (2.1)

$$V = \frac{C_1 \, I}{R} W_t$$

Dimana :

V = Gaya geser dasar nominal

C = Faktor respons gempa

I = Faktor keutamaan gedung (Tabel 2.3 dari SNI 03-1726-2002)

W = Berat total gedung termasuk beban hidup yang bekerja

R = Faktor reduksi gempa

Gaya geser dasar nominal V ini harus didistribusikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban – beban gempa nominal statik ekuivalen Fi yang bekerja pada pusat massa lantai tingkat ke – I menurut persamaan :

$$F_i = \frac{W_i \, z_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i \, z_i} V$$

Dimana :

Fi = Gempa nominal statik ekuivalen

Wi = Berat lantai tingkat ke – I termasuk beban hidup

zi = Ketinggian lantai tingkat ke – I diukur dari taraf penjepitan lateral

V = Gaya geser dasar nominal

Tabel 2.3 Faktor daktilitas maksimum, faktor reduksi gempa maksimum, faktor tahanan lebih struktur dan faktor tahanan lebih total beberapa jenis sistem dan subsistem struktur gedung

Sistem dan subsistem struktur gedung	Uraian sistem pemikul beban gempa	μ_m	R_m Pers. (6)	f Pers. (39)
1. Sistem dinding penumpu (Sistem struktur yang tidak memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Dinding penumpu atau sistem bresing memikul hampir semua beban gravitasi. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing).	1. Dinding geser beton bertulang	2,7	4,5	2,8
	2. Dinding penumpu dengan rangka baja ringan dan bresing tarik	1,8	2,8	2,2
	3. Rangka bresing di mana bresingnya memikul beban gravitasi			
	a.Baja	2,8	4,4	2,2
	b.Beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	1,8	2,8	2,2
2. Sistem rangka gedung (Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul dinding geser atau rangka bresing).	1. Rangka bresing eksentris baja (RBE)	4,3	7,0	2,8
	2. Dinding geser beton bertulang	3,3	5,5	2,8
	3. Rangka bresing biasa			
	a.Baja	3,6	5,6	2,2
	b.Beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	3,6	5,6	2,2
	4. Rangka bresing konsentrik khusus			
	a.Baja	4,1	6,4	2,2
	5. Dinding geser beton bertulang berangkai daktail	4,0	6,5	2,8
	6. Dinding geser beton bertulang kantilever daktail penuh	3,6	6,0	2,8
	7. Dinding geser beton bertulang kantilever daktail parsial	3,3	5,5	2,8
3. Sistem rangka pemikul momen (Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur)	1. Rangka pemikul momen khusus (SRPMK)			
	a.Baja	5,2	8,5	2,8
	b.Beton bertulang	5,2	8,5	2,8
	2. Rangka pemikul momen menengah beton (SRPMM)	3,3	5,5	2,8
	3. Rangka pemikul momen biasa (SRPMB)			
	a.Baja	2,7	4,5	2,8
	b.Beton bertulang	2,1	3,5	2,8
	4. Rangka batang baja pemikul momen khusus (SRBPMK)	4,0	6,5	2,8
4. Sistem ganda (Terdiri dari: 1) rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi; 2) pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang-kurangnya 25% dari seluruh beban lateral; 3) kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama-sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi /sistem ganda)	1. Dinding geser			
	a.Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang	5,2	8,5	2,8
	b.Beton bertulang dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	c. Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang	4,0	6,5	2,8
	2. RBE baja			
	a.Dengan SRPMK baja	5,2	8,5	2,8
	b.Dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	3. Rangka bresing biasa			
	a.Baja dengan SRPMK baja	4,0	6,5	2,8
	b.Baja dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
	c.Beton bertulang dengan SRPMK beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	4,0	6,5	2,8
	d.Beton bertulang dengan SRPMM beton bertulang (tidak untuk Wilayah 5 & 6)	2,6	4,2	2,8
	4. Rangka bresing konsentrik khusus			
	a.Baja dengan SRPMK baja	4,6	7,5	2,8
	b.Baja dengan SRPMB baja	2,6	4,2	2,8
5. Sistem struktur gedung kolom kantilever: (Sistem struktur yang memanfaatkan kolom kantilever untuk memikul beban lateral)	Sistem struktur kolom kantilever	1,4	2,2	2
6. Sistem interaksi dinding geser dengan rangka	Beton bertulang biasa (tidak untuk Wilayah 3, 4, 5 & 6)	3,4	5,5	2,8
7. Subsistem tunggal (Subsistem struktur bidang yang membentuk struktur gedung secara keseluruhan)	1. Rangka terbuka baja	5,2	8,5	2,8
	2. Rangka terbuka beton bertulang	5,2	8,5	2,8
	3. Rangka terbuka beton bertulang dengan balok beton pratekan (bergantung pada indeks baja total)	3,3	5,5	2,8
	4. Dinding geser beton bertulang berangkai daktail penuh.	4,0	6,5	2,8

Pada perencanaan sistem struktur penahan beban horisontal dari suatu gedung, beban hidup pada gedung itu ikut menentukan besarnya beban gempa yang harus dipikul oleh sistem struktur tersebut dan untuk menentukan beban gempa koefisien reduksi beban hidup dapat dilihat dalam Tabel 2.4 berikut ini.

Tabel 2.4 Koefisien Reduksi Beban Hidup

Tabel 3.3.
Koefisien reduksi beban hidup

Penggunaan gedung	Koefisien reduksi beban hidup	
	Untuk perencanaan balok induk dan portal	Untuk peninjauan gempa
PERUMAHAN/PENGHUNIAN :		
Rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit	0,75	0,30
PENDIDIKAN :		
Sekolah, ruang kuliah	0,90	0,50
PERTEMUAN UMUM :		
Mesjid, gereja, bioskop, restoran, ruang dansa, ruang pagelaran	0,90	0,50
KANTOR :		
Kantor, bank	0,60	0,30
PERDAGANGAN :		
Toko, toserba, pasar	0,80	0,80
PENYIMPANAN :		
Gudang, perpustakaan, ruang arsip	0,80	0,80
INDUSTRI :		
Pabrik, bengkel	1,00	0,90
TEMPAT KENDARAAN :		
Garasi, gedung parkir	0,90	0,50
GANG DAN TANGGA :		
– perumahan/penghunian	0,75	0,30
– pendidikan, kantor	0,75	0,50
– pertemuan umum, perdagangan penyimpanan, industri, tempat kendaraan	0,90	0,50

(Sumber : PPIUG 1983)

5. Beban Khusus

Menurut PPIUG (1983) Pasal 1.0 (5) menyatakan beban khusus ialah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan, penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan yang berasal dari beban hidup seperti gaya rem yang berasal dari keran, gaya sentrifugal dan gaya dinamis yang berasal dari mesin-mesin, serta pengaruh-pengaruh khusus lainnya.

2.2.1 Kombinasi Beban Pada Struktur Beton (ACI 318-M 05)

Struktur bangunan gedung dan struktur lainnya harus dirancang menggunakan kombinasi pembebanan. Menurut ACI 318-M-05 dalam SNI 03-2847-2002, kombinasi beban adalah sebagai berikut:

$U = 1{,}4\ (D + F)$

$U = 1{,}2\ (D + F + T) + 1{,}6\ (L + H) + 0{,}5\ (L_r \text{ or } S \text{ or } R)$

$U = 1,2D + 1,6 (L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1,0L \text{ or } 0,8W)$

$U = 1,2D + 1,6W + 1,0L + 0,5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$

$U = 1,2D + 1,0E + 1,0L + 0,2S$

$U = 0,9D + 1,6W + 1,6H$

$U = 0,9D + 1,0E + 1,6H$

$U = 1,4D + 1,7L$

Dimana :

U = Kuat perlu untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya.

D = Beban mati, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya.

F = beban akibat berat atau tekanan fluida dengan massa jenis tertentu dan ketinggian tertentu, atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengannya

T = Efek komulatif akibat temperature, rangkak, susut, penurunan yang tidak seragam.

L = Beban hidup

H = Beban akibat berat dan tekanan tanah; air tanah atau mineral lain, atau momen dan gaya dalam.

L_r = Beban hidup pada atap

S = Beban salju

R = Beban air hujan

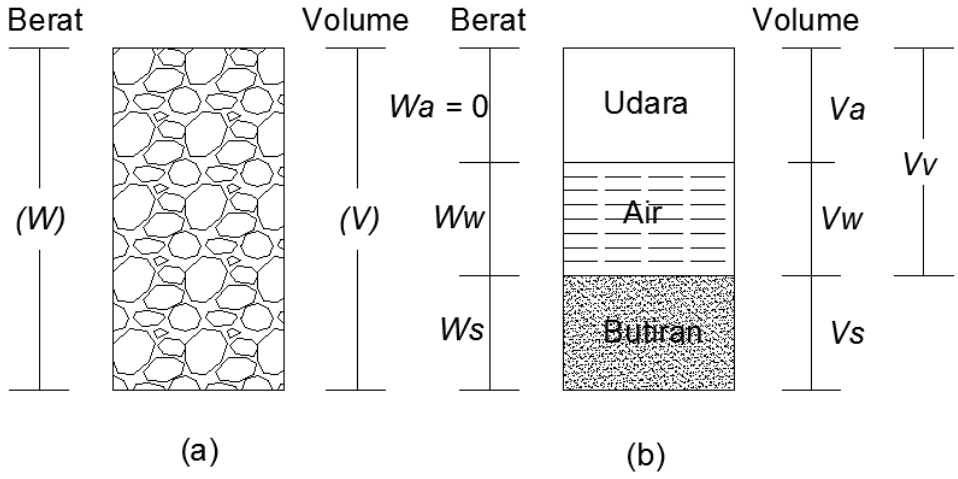
W = Beban angin

E = Beban gempa

2.3 Data Karakteristik Tanah

Hardiyatmo (2012) menyatakan tanah adalah himpunan mineral, bahan organik, dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*), yang terletak di atas batuan dasar (*bedrock*). Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap di antara partikel-partikel. Ruang di antara partikel-partikel dapat berisi air, udara ataupun keduanya. Pembentukan tanah dari batuan induknya, dapat berupa proses fisik maupun kimia. Istilah pasir, lempung, lanau atau lumpur digunakan untuk menggambarkan ukuran

partikel pada batas ukuran butiran yang telah ditentukan. Akan tetapi, istilah yang sama juga digunakan untuk menggambarkan sifat tanah yang khusus. Sebagai contoh, pasir kelanauan adalah pasir yang mengandung lanau dengan material utamanya adalah pasir. Tanah dapat terdiri dari dua atau tiga bagian. Dalam tanah yang kering, maka tanah hanya terdiri dari dua bagian, yaitu butir-butir tanah dan pori-pori udara. Dalam tanah yang jenuh juga terdapat dua bagian, yaitu bagian padat atau butiran dan air pori. Dalam keadaan tidak jenuh, tanah terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian padat (butiran), pori-pori udara dan air pori. Udara dianggap tidak mempunyai pengaruh teknis, sedangkan air sangat mempengaruhi sifat teknis tanah. Bagian-bagian tanah dapat digambarkan dalam bentuk diagram fase dan ditunjukkan dalam Gambar 2.4. Gambar 2.4a memperlihatkan elemen tanah yang mempunyai volume *V* dan berat total *W*, sedang Gambar 2.4b memperlihatkan hubungan berat dengan volumenya.



Gambar 2.4 Diagram fase tanah
(Hardiyatmo, 2012)

Menurut Frick (2001) dalam merencanakan struktur bawah diperlukan data–data mengenai karakteristik tanah tempat struktur tersebut berada dan beban struktur yang bekerja di atas struktur bawah yang direncanakan. Karakteristik tanah meliputi jenis lapisan tanah di bawah permukaan tanah, kadar air, tinggi muka air tanah dan lain lain. Beban struktur yang bekerja tergantung dari jenis material yang digunakan, jumlah tingkat bangunan, jenis – jenis beban yang bekerja pada struktur tersebut dan

lain – lain. Seorang ahli struktur sipil *(structure engineer)* harus bisa menentukan jenis pondasi yang tepat untuk digunakan berdasarkan data tanah yang ada pada ahli tanah *(soil engineer).*

Pamungkas (2013) menyatakan bahwa hasil penyelidikan tanah yang dilaporkan oleh *soil engineer* antara lain :

1. Kondisi tanah dasar yang menjelaskan jenis lapisan tanah pada beberapa lapisan kedalaman.
2. Analisis daya dukung tanah.
3. Besar nilai SPT *(Strandar Penetration Test)* dari beberapa titik bor.
4. Besar tahanan ujung konus dan jumlah hambatan pelekat dari beberapa titik sondir.
5. Hasil tes laboratorium tanah untuk mengetahui berat jenis tanah dan lain – lain.
6. Analisis daya dukung tiang pondasi berdasarkan data – data tanah (apabila menggunakan pondasi tiang).

Selanjutnya rekomendasi dari ahli tanah (*soil engineer*) mengenai jenis pondasi yang bisa digunakan berdasarkan hasil penyelidikan tanah yang didapat.

2.3.1 Penyelidikan Tanah

Gunawan (1983) menyatakan bahwa penyelidikan tanah di lapangan bertujuan untuk mengetahui kondisi tanah dan jenis lapisan agar bangunan dapat berdiri dengan stabil dan tidak timbul penurunan (settlement) yang terlalu besar, maka pondasi bangunan harus mencapai lapisan tanah yang cukup padat (tanah keras). Untuk mengetahui letak/kedalaman lapisan tanah padat dan kapasitas daya dukung tanah (bearing capacity) dan daya dukung pondasi yang diizinkan maka perlu dilakukan penyelidikan tanah yang mencakup penyelidikan baik di lapangan (lokasi/rencana bangunan baru) dan penelitian di laboratorium.

Menurut Pamungkas (2013), penyelidikan tanah dilakukan dengan berbagai cara, seperti :

1. *Sondir*

   Tes sondir dilakukan dengan menggunakan alat sondir yang dapat mengukur nilai perlawanan konus *(Cone Resistance)* dan hambatan lekat *(Local Friction)* secara langsung di lapangan. Hasil penyondiran disajikan dalam bentuk diagram sondir yang memperlihatkan hubungan antara kedalaman sondir di bawah muka

tanah dan besarnya nilai perlawanan konus (qc) serta jumlah hambatan pelekat (TF).

2. *Deep boring*

   Deep boring dilaksanakan dengan menggunakan mesin bor untuk mendapatkan contoh tanah. Pekerjaan *Standar Penetration Test* juga dilakukan pada pekerjaan boring.

3. *Standar Penetration Test*

   Standar Penetration Test dilaksanakan pada lubang bor setelah pengambilan contoh tanah pada setiap beberapa interval kedalaman. Cara uji dilakukan untuk memperoleh parameter perlawanan penetrasi lapisan tanah di lapangan. Parameter tersebut diperoleh dari jumlah pukulan terhadap penetrasi konus yang dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi perlapisan tanah. Hasil SPT ini disajikan dalam bentuk diagram pada boring log.

2.4 Pondasi

Menurut Gunawan (1983), pondasi adalah suatu bagian dari konstruksi bangunan yang berfungsi meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas *(upper structure/super structure)* ke dasar tanah yang cukup kuat mendukungnya. Untuk tujuan itu pondasi bangunan harus diperhitungkan dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban-beban berguna dan gaya-gaya luar seperti tekanan angin, gempa bumi dan lain-lain tanpa mengakibatkan terjadi keruntuhan geser tanah dan penurunan (settlement) tanah / pondasi yang berlebihan.

Frick (2001) menyatakan bahwa pondasi merupakan bagian bangunan yang menghubungkan bangunan dengan tanah yang menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban hidup dan gaya – gaya luar terhadap gedung seperti tekanan angin, gempa bumi dan lain – lain. Fungsi pondasi yaitu :

1. Sebagai kaki bangunan atau alas bangunan,
2. Sebagai penahan bangunan dan meneruskan beban dari atas ke dasar tanah yang cukup kuat,
3. Sebagai penjaga agar kedudukan bangunan tetap stabil (tetap).

2.4.1 Jenis – Jenis Pondasi

Pondasi adalah bagian terendah bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau batuan yang berada di bawah. pondasi dibagi 2 (dua) yaitu:

1) Pondasi Dangkal

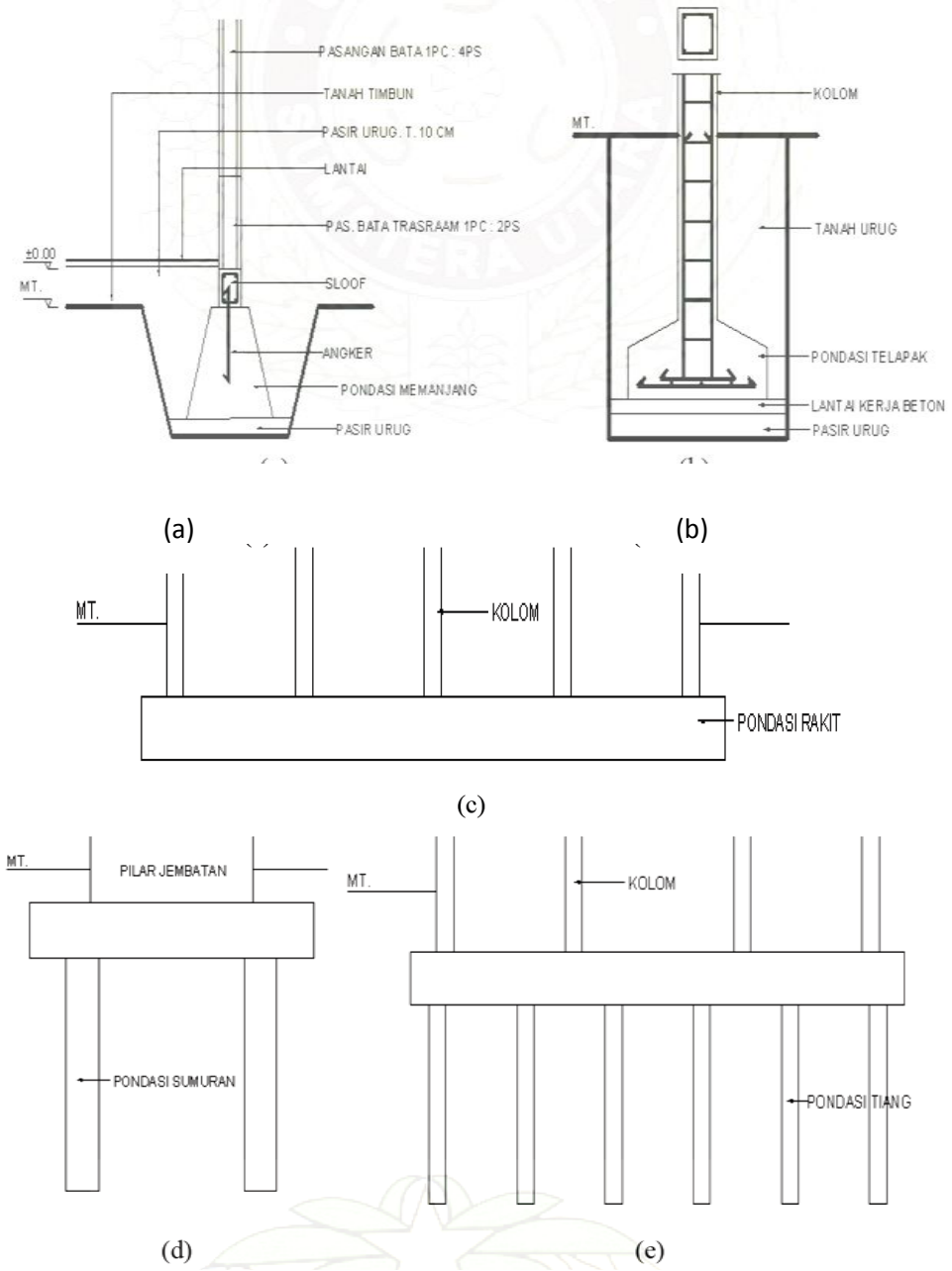
Pondasi dangkal adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung seperti :

1. Pondasi telapak yaitu pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom (Gambar 2.5b)
2. Pondasi memanjang yaitu pondasi yang digunakan untuk mendukung sederetan kolom yang berjarak dekat sehingga bila dipakai pondasi telapak sisinya akan terhimpit satu sama lain (Gambar 2.5a).
3. Pondasi rakit *(raft foundation)* yaitu pondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila susuanan kolom-kolom jaraknya sedemikian dekat disemua arahnya, sehingga bila dipakai pondasi telapak sisi-sisinya berhimpit satu sama lain (Gambar 2.5c).
4. Pondasi batu kali, pondasi batu bata, pondasi umpak, pondasi jalur plat beton dan pondasi sarang laba – laba.

2) Pondasi Dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau batu yang terletak jauh dari permukaan, seperti:

1. Pondasi sumuran *(pier foundation)* yaitu pondasi yang merupakan peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang (Gambar 2.5d), digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif dalam, dimana pondasi sumuran nilai kedalaman (Df) dibagi lebarnya (B) lebih besar 4 sedangkan pondasi dangkal $Df/B \leq 1$.
2. Pondasi tiang *(pile foundation),* digunakan bila tanah pondasi pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalaman yang sangat dalam (Gambar 2.5e). Pondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang dibanding dengan pondasi sumuran.



Gambar 2.5 Macam-macam tipe pondasi: (a) Pondasi memanjang, (b) Pondasi telapak, (c) Pondasi rakit, (d) Pondasi sumuran, (e) Pondasi tiang

(Hardiyatmo, 2002)

2.4.2 Dasar-Dasar Penentuan Jenis Pondasi

Pamungkas (2013) menyatakan bahwa dalam pemilihan bentuk dan jenis pondasi yang memadai perlu diperhatikan beberapa hal yang berkaitan dengan pekerjaan pondasi tersebut. Ini karena tidak semua jenis pondasi dapat digunakan di semua tempat. Misalnya pemilihan jenis pondasi tiang pancang di tempat padat

penduduk tentu tidak tepat walaupun secara teknik cocok dan secara ekonomis sesuai dengan jadwal kerjanya.

Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam penentuan jenis pondasi, yaitu :

1. Keadaan tanah yang akan dipasangi pondasi
   a. Bila tanah keras terletak pada permukaan tanah atau 2 – 3 meter di bawah permukaan tanah maka pondasi yang dipilih sebaiknya jenis pondasi dangkal (pondasi jalur atau pondasi tapak) dan pondasi strauss.
   b. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga kedalaman 10 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasanya dipakai adalah pondasi tiang minipile atau pondasi tiang pancang atau pondasi tiang apung untuk memperbaiki tanah pondasi.
   c. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 20 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang biasanya dipakai adalah pondasi tiang pancang atau pondasi bor bilamana tidak boleh menjadi penurunan. Bila terdapat batu besar pada lapisan tanah, pemakaian kaison lebih menguntungkan.
   d. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 30 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang dipakai adalah pondasi kaison terbuka tiang baja atau tiang yang dicor di tempat.
   e. Bila tanah keras terletak pada kedalaman hingga 40 meter di bawah permukaan tanah maka jenis pondasi yang dipakai adalah tiang baja dan tiang beton yang dicor di tempat.
2. Batasan – batasan akibat konstruksi di atasnya *(upper structure)*

   Kondisi struktur yang berada di atas pondasi juga harus diperhatikan dalam pemilihan jenis pondasi. Kondisi struktur tersebut dipengaruhi oleh fungsi dan kepentingan suatu bangunan, jenis bahan bangunan yang dipakai (mempengaruhi berat bangunan yang ditanggung pondasi) dan seberapa besar penurunan yang diijinkan terjadi pada pondasi.
3. Faktor lingkungan

   Faktor lingkungan merupakan faktor yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dimana suatu konstruksi tersebut dibangun. Apabila suatu konstruksi direncanakan menggunakan pondasi jenis tiang pancang, tetapi konstruksi

terletak pada daerah padat penduduk, maka pada waktu palaksanaan pemancangan pondasi pasti akan menimbulkan suara yang mengganggu penduduk sekitar.

4. Waktu perjalanan

   Waktu pelaksanaan pekerjaan pondasi juga harus diperhatikan agar tidak menggangu kepentingan umum. Pondasi tiang pancang yang membutuhkan banyak alat berat mungkin harus dipertimbangkan kembali apabila dilaksanakn pada jalan raya dalam kota yang sangat padat karena akan menimbulkan kemacetan luar biasa.

5. Biaya

   Jenis pondasi juga harus mempertimbangan besar anggaran biaya konstruksi yang direncanakan, tetapi harus tetap mengutamakan kekuatan dari pondasi tersebut agar konstruksi yang didukung oleh pondasi tetap berdiri dengan aman. Analisis jenis pondasi yang tepat dan sesuai dengan kondisi tanah juga bisa menekan biaya konstruksi. Misalnya konstruksi struktur pada lokasi dimana kondisi tanah bagus dan cukup kuat bila menggunakan pondasi telapak saja tidak perlu direncanakan menggunakan pondasi tiang. Penggunaan pondasi tiang pancang jenis *precast* yang membutuhkan biaya yang tinggi dalam bidang pelaksanaan dan transportasi bisa diganti dengan pondasi tiang yang dicor di tempat dengan spesifikasi pondasi yang sama untuk menekan biaya.

2.4.3 Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah adalah suatu konstruksi penahan agar tanah tidak longsor. Konstruksi ini digunakan untuk suatu tebing yang agak tegak. Dinding penahan yang digunakan bila suatu jalan dibangun berbatasan dengan sungai, danau, atau tanah payau. Sedangkan Shear Wall merupakan suatu keharusan untuk pembangunan sebuah gedung bertingkat yang jumlah basementnya lebih dari dua lapis. Selain itu tulangan pada shear wall lebih rapat dan ada tulangan diagonal.

Menurut Sosrodarsono (2000), jenis Dinding Penahan Tanah dibagi atas dua yaitu dari pasangan batu dan beton pracetak. Berdasarkan bentuk konstruksinya dan caranya menahan tanah, dinding penahan dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

a. Dinding Gravitasi

Jenis ini menggantungkan seluruh kestabilan pada berat dinding itu sendiri karena bentuknya sederhana dan pelaksanaannya mudah, maka diperlukan konstruksi bangunan yang tidak tinggi. Bahannya dapat dibuat dari pasangan batu atau beton tanpa tulangan, kecuali pada permukaan luar untuk mencegah retak-retak akibat perubah suhu.

b. Dinding penahan tanah semi gravitasi

Jenis ini mempunyai fungsi sama dengan dinding gravitasi, hanya bagian bawah diperluas. Penampang dinding dapat direduksi.

c. Dinding penahan dengan sisi belakang tegak

Jenis ini dapat dibuat dari beton tanpa tulangan atau dengan tulangan. Dinding penahan dengan tulangan lebih ekonomis terutama untuk dinding yang relatif tinggi.

d. Dinding penahan dengan sisi belakang miring

Jenis ini terbuat dari tanpa beton tulangan dan cukup baik digunakan dinding yang tinggi.

e. Dinding penahan dengan kensel

Jenis ini terbuat dari beton bertulang dan secara statis merupakan konstruksi yang kokoh dengan keseimbangan momen yang baik, tanah dasar yang baik.

f. Dinding penahan dengan sandaran

Jenis ini dapat dibuat dari susunan batu atau beton. Tembok penahan ini digunakan bila tanah asli dibelakang cukup baik dan tekanan tanahnya relatif kecil.

g. Dinding penahan dengan balok kantilever

Bila dinding tinggi, maka tekanan tanah yang bekerja pada dinding cenderung untuk menggulingkan dinding, untuk itu agar ekonomis sebaiknya digunakan dinding kantilever. Dinding ini mempunyai bagian pada dasarnya memanjang di bawah tanah urugan dan berat tanah diatas kaki tersebut dapat membantu mencegah tergulingnya dinding.

h. Dinding penahan dengan penyokong di sisi dalam

Dinding penahan jenis ini, hampir sama dengan kantilever, tetapi pada jarak tertentu didukung oleh plat-plat vertikal yang diletakkan di belakang dinding, jenis ini digunakan pada dinding yang tingginya lebih dari 8 meter.

i. Dinding penyokong dari luar

Dinding jenis ini hampir sama dengan dinding counteryort, hanya pada jenis ini penyokong ditempatkan di depan dinding.

j. Dinding penahan khusus

- Dinding penahan yang tersusun dari balok-balok beton pracetak misalnya dinding krib.
- Dinding penahan dari bronjong.
- Dinding penahan tipe kotak.
- Dinding penahan bentuknya terbalik.
- Dinding penahan dengan pelebar arah dan konsel

2.5 Pondasi Tiang

Pondasi tiang adalah suatu konstruksi pondasi yang mampu menahan gaya orthogonal ke sumbu tiang dengan cara menyerap lenturan. Pondasi tiang dibuat menjadi satu kesatuan yang monolit dengan menyatukan pangkal tiang yang terdapat di bawah konstruksi, dengan tumpuan pondasi (Nakazawa, 1983).

Pondasi tiang digunakan untuk mendukung bangunan bila lapisan tanah kuat terletak sangat dalam. Pondasi jenis ini dapat juga digunakan untuk mendukung bangunan yang menahan gaya angkat ke atas, terutama pada bangunan-bangunan tingkat yang dipengaruhi oleh gaya-gaya penggulingan akibat beban angin. Tiang-tiang juga digunakan untuk mendukung bangunan dermaga. Pada bangunan ini, tiang-tiang dipengaruhi oleh gaya-gaya benturan kapal dan gelombang air (Hardiyatmo, 2002).

Pondasi tiang digunakan untuk beberapa maksud, antara lain:

1. Untuk meneruskan beban bangunan yang terletak di atas air atau tanah lunak, ke tanah pendukung yang kuat,
2. Untuk meneruskan beban ke tanah yang relatif lunak sampai kedalaman tertentu sehingga bangunan mampu memberikan dukungan yang cukup untuk mendukung beban tersebut oleh gesekan dinding tiang dengan tanah disekitarnya,
3. Untuk mengangker bangunan yang dipengaruhi oleh gaya angkat ke atas akibat tekanan hidrostatis atau momen penggulingan,
4. Untuk menahan gaya-gaya horizontal dan gaya yang arahnya miring,

5. Untuk memadatkan tanah pasir, sehingga kapasitas dukung tanah tersebut bertambah,
6. Untuk mendukung pondasi bangunan yang permukaan tanahnya mudah tergerus air.

2.5.1 Penggolongan Pondasi Tiang

Menurut Joetata (1999), Pondasi tiang dapat dibagi menjadi 3 kategori sebagai berikut:

1. Tiang Perpindahan Besar (large displacement pile)

Tiang perpindahan besar (large displacement pile), yaitu tiang pejal atau berlubang dengan ujung tertutup yang dipancang ke dalam tanah sehingga terjadi perpindahan volume tanah yang relatif besar. Termasuk dalam tiang perpindahan besar adalah tiang kayu, tiang beton pejal, tiang beton prategang (pejal atau berlubang), tiang baja bulat (tertutup pada ujungnya).

2. Tiang Perpindahan Kecil (small displacement pile)

Tiang perpindahan kecil (smaal displacement pile), adalah sama seperti tiang kategori pertama hanya volume tanah yang dipindahkan saat pemancangan relatif kecil, contohnya:

a. Tiang pracetak beton, penampang pipa dipancang dengan penampang tiang terbuka atau salib
b. Tiang pratekan beton, penampang bulat dipancang dengan penampang terbuka atau salib
c. Tiang baja profil H
d. Tiang baja penampang bulat/pipa, dipancang dengan ujung terbuka dan tanah dapat dibuang kalau diperlukan
e. Tiang baja berpenampang kotak, dipancang dengan ujung terbuka dan tanah dapat dibuang kalau diperlukan
f. Tiang ulir

3. Tiang Tanpa Perpindahan (non displacement pile)

Tiang tanpa perpindahan (non displacement pile), terdiri dari tiang yang dipasang di dalam tanah dengan cara menggali atau mengebor tanah kemudian tiang dibuat dengan meletakkan beton pada lubang bor.

a. Betonan yang dituang pada lubang bor yang dibor dengan bor putar

b. Pipa-pipa diletakkan pada lubang bor seperti butir satu dan diisi dengan betonan sepanjang diperlukan
c. Unit-unit tiang pracetak beton diletakkan pada lubang bor
d. Mortar semen diinjeksikan pada lubang bor
e. Tiang baja diletakkan pada lubang bor
f. Tiang pipa diletakkan pada lubang bor

Nakazawa (1983) menggolongkan pondasi tiang berdasarkan kualitas materialnya, cara pelaksanaan, pemakaian bahan-bahan dan sebagainya. Penggolongan berdasarkan kualitas material dan cara pembuatan, diperlihatkan dalam Tabel 2.5 dan penggolongan berdasarkan cara pelaksanaan di lapangan Tabel 2.6.

Tabel 2.5 Macam-macam tipe pondasi berdasarkan kualitas material dan cara pembuatan *(Nakazawa, 1983)*

Kualitas bahan	Nama tiang		Cara pembuatan	Bentuk
Tiang baja	Pipa tiang baja		Di sambung secara elektris, di arah datar, mengeliling	Lingkaran
	Tiang dengan flens lebar (Penampang H)		Diasah dalam keadaan panas, dilas	H
Tiang beton	Tiang beton Pracetak	Tiang beton bertulang pracetak	· Diaduk dengan gaya sentrifugal · Diaduk dengan penggetar	Lingkaran Segitiga Dan lain-lain
		Tiang beton prategang pracetak	Sistim penarikan awal Sistim penarikan akhir	Lingkaran
	Tiang yang dicor di tempat	Tiang alas Tiang beton Raymond	Sistim pemancangan	Lingkaran
		· Dengan menggoyangkan semua tabung pelindung · Dengan membor tanah · Dengan pemutaran berlawanan arah · Dengan pondasi dalam	Sistim pemboran	

Pondasi tiang berdasarkan teknik pemasangannya dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut ini :

Tabel 2.6 Macam-macam tipe pondasi berdasarkan teknik pemasangannya *(Nakazawa, 1983)*



Berdasarkan penyaluran beban ke tanah, pondasi tiang dibedakan menjadi tiga yaitu:

1. Pondasi tiang dengan tahanan ujung *(end bearing pile).* Tiang ini menerusakan beban melalui tahanan ujung tiang kelapisan tanah pendukung.
2. Pondasi tiang dengan tahanan geseran *(friction pile).* Tiang ini meneruskan beban ke tanah melalui tahanan geser selimut tiang.
3. Kombinasi *Friction* dan *end bearing capacity*.

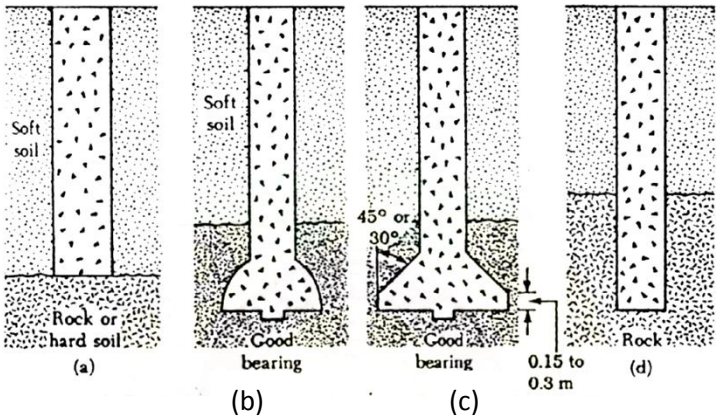
2.6 Pondasi Tiang Bor (*Bored Pile*)

Selain pondasi tiang pancang dan tiang beton cor di tempat, terdapat juga pondasi tiang bor yang berfungsi sama. Perbedaan terletak pada dimensi tiang yang lebih besar (Ø 30 – 120 cm), pada peralatan kaki-tiga yang lebih sederhana dan pada sistem bor yang tidak mengakibatkan getaran dan kebisingan (Frick, 2001). Pondasi tiang bor atau *bored pile* dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi tulangan dan dicor beton. Pondasi tiang bor pada keadaan tanah yang homogen tanpa batu-batuan dan pada tempat yang tidak kena air tanah dapat dicor tanpa bekisting sedangkan pada tanah yang heterogen atau di dalam air tanah dicor dengan menggunakan pipa bekisting. Tiang ini biasanya, dipakai pada tanah yang stabil dan kaku, sehingga memungkinkan untuk membentuk lubang yang stabil dengan alat bor. Jika tanah mengandung air, pipa besi dibutuhkan untuk menahan dinding lubang dan pipa ini ditarik ke atas pada waktu pengecoran

beton. Pada tanah yang keras atau batuan lunak, dasar tiang dapat dibesarkan untuk menambah tahanan dukung ujung tiang (Gambar 2.6).

Ada berbagai jenis pondasi *bored pile* yaitu:

1. *Bored pile* lurus untuk tanah keras;
2. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk bel;
3. *Bored pile* yang ujungnya diperbesar berbentuk trapesium;
4. *Bored pile* lurus untuk tanah berbatu-batuan.



Gambar 2.6 Jenis-jenis Bored Pile

(Das, 1941) dalam TA:"Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Tunggal Pada Proyek Pembangunan Gedung Crystal Square"

Menurut Hardiyatmo (2010), ada beberapa alasan digunakannya pondasi tiang bor dalam konstruksi :

1. Tiang bor tunggal dapat digunakan pada tiang kelompok atau pile cap
2. Kedalaman tiang dapat divariasikan
3. Tiang bor dapat didirikan sebelum penyelesaian tahapan selanjutnya
4. Ketika proses pemancangan dilakukan, getaran tanah akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan yang ada di dekatnya, tetapi dengan penggunaan pondasi tiang bor hal ini dapat dicegah
5. Pada pondasi tiang pancang, proses pemancangan pada tanah lempung akan membuat tanah bergelombang dan menyebabkan tiang pancang sebelumnya bergerak ke samping. Hal ini tidak terjadi pada konstruksi pondasi tiang bor
6. Selama pelaksanaan pondasi tiang bor tidak ada suara yang ditimbulkan oleh alat pancang seperti yang terjadi pada pelaksanaan pondasi tiang pancang
7. Karena dasar dari pondasi tiang bor dapat diperbesar, hal ni memberikan ketahanan yang besar untuk gaya keatas

8. Permukaan diatas dimana dasar tiang bor didirikan dapat diperiksa secara langsung
9. Pondasi tiang bor mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap beban lateral

Beberapa kelemahan dari pondasi tiang bor :

1. Keadaan cuaca yang buruk dapat mempersulit pengeboran dan pengecoran, dapat diatasi dengan cara menunda pengeboran dan pengecoran sampai keadaan cuaca memungkinkan atau memasang tenda sebagai penutup
2. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah berkerikil maka menggunakan bentonite sebagai penahan longsor
3. Pengecoran beton sulit bila dipengaruhi air tanah karena mutu beton tidak dapat dikontrol dengan baik maka diatasi dengan cara ujung pipa tremie berjarak 25-50 cm dari dasar lubang pondasi
4. Air yang mengalir ke dalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan tanah, sehingga mengurangi kapasitas dukung tanah terhadap tiang, maka air yang mengalir langsung dihisap dan dibuang kembali kedalam kolam air
5. Akan terjadi tanah runtuh (*ground loss*) jika tindakan pencegahan tidak dilakukan, maka dipasang casing untuk mencegah kelongsoran
6. Karena diameter tiang cukup besar dan memerlukan banyak beton dan material untuk pekerjaan kecil mengakibatkan biayanya sangat melonjak maka ukuran tiang bor disesuaikan dengan beban yang dibutuhkan
7. Walaupun penetrasi sampai ke tanah pendukung pondasi dianggap telah terpenuhi, kadang-kadang terjadi bahwa tiang pendukung kurang sempurna karena adanya lumpur yang tertimbun di dasar, maka dipasang pipa paralon pada tulangan tiang bor untuk pekerjaan *base grouting*.

Ditinjau dari segi pelaksanaannya pondasi tiang bor dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) macam sistem, yaitu :

1. Sistem Augering

   Pada sistem ini selain augernya sendiri, untuk kondisi lapangan pada tanah yang mudah longsor diperlukan casing atau bentonite slurry sebagai penahan longsor. Penggunaan bentonite slurry untuk kondisi lapisan tanah yang permeabilitynya besar tidakk disarankan, karena akan membuat bentonite

slurry menjadi banyak dan mengakibatkan terjadinya perembesan melalui lapangan permeable tersebut.

2. Sistem Grabbing

   Pada penggunaan sistem ini diperlukan casing (continuous semirotary motion casing) sebagai penahan kelongsoran. Casing tersebut dimasukkan ke dalam tanah dengan cara ditekan sambil diputar. Sistem ini sebenarnya cocok untuk semua kondisi tanah, tetapi yang paling sesuai adalah kondisi tanah yang sulit ditembus.

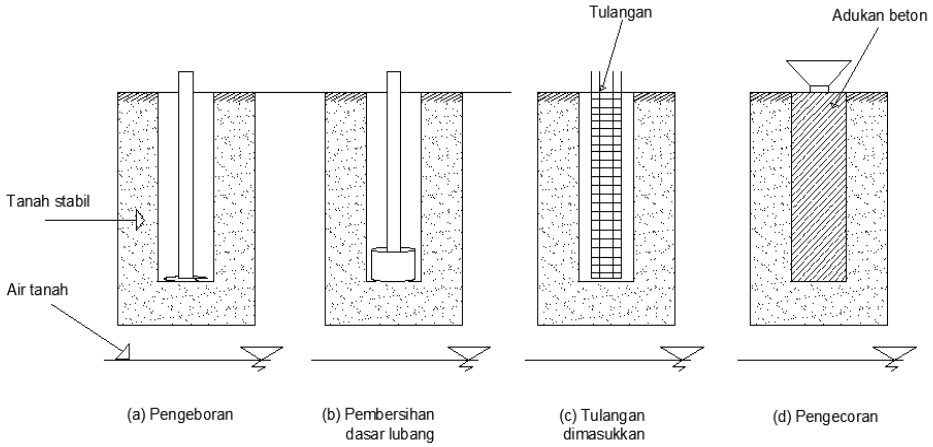
3. Sistem Wash Boring

   Pada sistem ini diperlukan casing sebagai penahan kelongsoran dan juga pompa air untuk sirkulasi airnya yang dipakai untuk pengeboran. Sistem ini cocok untuk kondisi tanah pasir lepas. Untuk jenis *bored pile* ini perlu diberikan tambahan tulangan praktis untuk penahan gaya lateral yang terjadi. Penulangan minimum 2% dari luas penampang tiang.

Berikut di bawah ini penjelasan masing-masing metode pelaksanaan pengeboran pondasi tiang bor.

1. Metode Kering

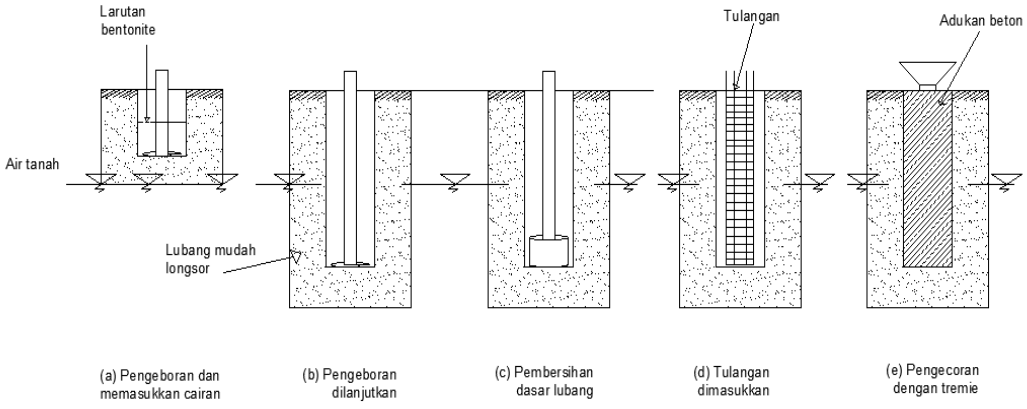
Metode kering cocok digunakan pada tanah di atas muka air tanah yang ketika dibor dinding lubangnya tidak longsor, seperti lempung kaku homogen. Tanah pasir yang mempunyai sedikit kohesi juga lubangnya tidak mudah longsor jika dibor. Metode kering juga dapat dilakukan pada tanah-tanah di bawah muka air tanah, jika tanahnya mempunyai permeabilitas rendah, sehingga ketika dilakukan pengeboran, air tidak masuk ke dalam lubang bor saat lubang masih terbuka. Pada metode kering, lubang dibuat dengan menggunakan mesin bor tanpa pipa pelindung (*casing*). Setelah itu, dasar lubang bor yang kotor oleh rontokan tanah dibersihkan. Tulangan yang telah dirangkai dimasukkan ke dalam lubang bor dan kemudian dicor seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Langkah-langkah pelaksanaan tiang bor dalam metode kering
(Fleming et al, 2009) dalam buku "Analisis dan Perancangan Fondasi II" oleh Hardiyatmo (2010)

2. Metode Basah

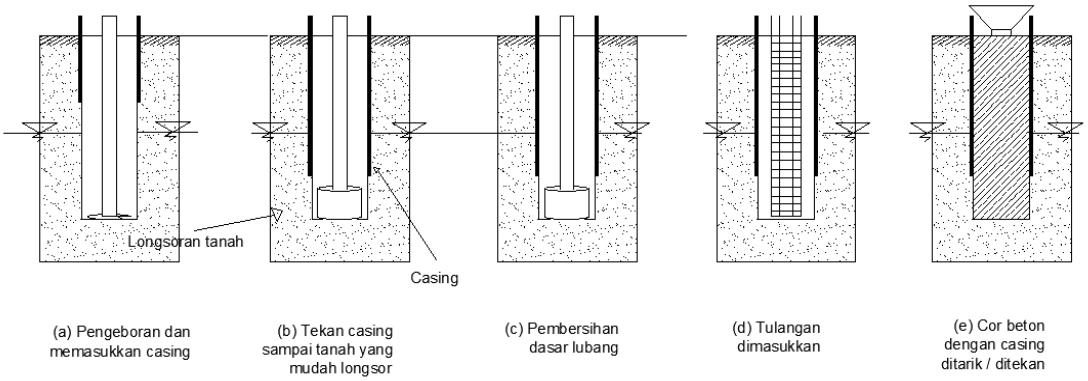
Metode basah umumnya dilakukan bila pengeboran melewati muka air tanah, sehingga lubang bor selalu longsor bila dindingnya tidak ditahan. Agar lubang tidak longsor, di dalam lubang bor diisi dengan larutan tanah lempung/*bentonite* atau larutan polimer. Jadi, pengeboran dilakukan di dalam larutan. Jika kedalaman yang diinginkan telah tercapai, lubang bor dibersihkan dan tulangan yang telah dirangkai dimasukkan ke dalam lubang bor yang masih berisi cairan *bentonite*. Adukan beton dimasukkan ke dalam lubang bor dengan pipa *tremie.* Larutan *bentonite* akan terdesak dan terangkut ke atas oleh adukan beton. Larutan yang ke luar dari lubang bor, ditampung dan dapat digunakan lagi untuk pengeboran di lokasi selanjutnya, perhatikan Gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2.8 Prinsip pelaksanaan tiang bor dalam metode basah
(Fleming et al, 2009) dalam buku "Analisis dan Perancangan Fondasi II" oleh Hardiyatmo (2010)

3. Metode *Casing*

Metode ini digunakan bila lubang bor sangat mudah longsor, misalnya tanah di lokasi adalah pasir bersih di bawah muka air tanah. Untuk menahan agar lubang tidak longsor digunakan pipa selubung baja (*casing*). Pemasangan pipa selubung ke dalam lubang bor dilakukan dengan cara memancang, menggetarkan atau menekan pipa baja sampai kedalaman yang ditentukan. Sebelum sampai menembus muka air tanah, pipa selubung dimasukkan. Tanah di dalam pipa selubugn dikeluarkan saat penggalian atau setelah pipa selubung sampai kedalaman yang diinginkan. Larutan *bentonite* kadang-kadang digunakan untuk menahan longsornya dinding lubang, bila penggalian sampai di bawah muka air tanah. Setelah pipa selubung sampai pada kedalaman yang diinginkan, lubang bor lalu dibersihkan dan tulangan yang telah dirangkai dimasukkan ke dalam pipa selubung. Adukan beton dimasukkan ke dalam lubang (bila pembuatan lubang digunakan larutan, maka utnuk pengecoran digunakan pipa *tremie*), dan pipa selubung ditarik ke atas, namun kadang-kadang pipa selubung ditinggalkan di tempat seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Langkah-langkah pelaksanaan tiang bor dengan memasang *casing* *(Fleming et al, 2009) dalam buku "Analisis dan Perancangan Fondasi II" oleh Hardiyatmo (2010)*

2.7 Metode Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi sangat berperan dalam suatu proyek konstruksi khususnya dalam pengaplikasian metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lapangan. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat dan aman, sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan di proyek. Sehingga target waktu, biaya dan mutu sebagaimana yang ditetapkan dapat tercapai.

Menurut Hardiyatmo (2010), tahapan pekerjaan pondasi bored pile adalah sebagai berikut :

a. Persiapan lokasi pekerjaan (*Site Preparation*)
b. Rute / Alur pengeboran
c. Survey lapangan dan penentuan titik pondasi
d. Pemasangan stand pipe
e. Pembuatan drainase dan kolam air
f. Setting mesin
g. Proses pengeboran (*Drilling Work*)
h. Instalasi Tulangan dan Pipa *Tremie*
i. Pengecoran Dengan *Ready Mix Concrete*

Tahapan pekerjaan pondasi bored pile adalah sebagai berikut :

a. Persiapan Lokasi Pekerjaan (*Site Preparation*)

Pelajari *Lay-out* pondasi dan titik-titik bored pile, membersihkan lokasi pekerjaan dari gangguan yang ada seperti bangunan-bangunan, tanaman atau pohon-pohon, tiang listrik atau telepon, kabel dan lain-lainnya.

b. Rute / Alur Pengeboran

Merencanakan alur / urutan pengeboran sehingga setiap pergerakan mesin RCD, *Excavator, Crane* dan *Truck Mixer* dapat termobilisasi tanpa halangan.

c. Survey Lapangan dan Penentuan Titik Pondasi

Mengukur dan menentukan posisi titik koordinat bored pile dengan bantuan alat Theodolite.

d. Pemasangan *Stand Pipe*

Stand pipe dipasang dengan ketentuan bahwa pusat dari *stand pipe* harus berada pada titik as pondasi yang telah disurvey. Pemasangan stand pipe dilakukan dengan bantuan *Excavator* (*Back Hoe*).

e. Pembuatan Drainase dan Kolam Air

Kolam air berfungsi untuk tempat penampungan air bersih yang akan digunakan untuk pekerjaan pengeboran sekaligus untuk tempat penampungan air bercampur lumpur hasil dari pengeboran. Ukuran kolam air 3m x 3m x 2,5m dan drainase/parit penghubung dari kolam ke stand pipe berukuran 1,2 m, kedalaman 0,7m (tergantung kondisi). Jarak kolam air tidak boleh terlalu dekat dengan lubang pengeboran,

sehingga lumpur dalam air hasil pengeboran mengendap dulu sebelum airnya mengalir kembali kedalam lubang pengeboran. Lumpur hasil pengeboran yang mengendap didalam kolam diambil (dibersihkan) dengan bantuan Excavator.

f. Setting Mesin RCD (*RCD Machine Instalation*)

Setelah stand pipe terpasang, mata bor sesuai dengan diameter yang ditentukan dimasukkan terlebih dahulu kedalam stand pipe, kemudian beberapa buah pelat dipasang untuk memperkuat tanah dasar dudukan mesin RCD (*Rotary Circle Dumper*), kemudian mesin RCD diposisikan dengan ketentuan sebagai berikut :

1) Mata bor disambung dengan stang pemutar, kemudian mata bor diperiksa apakah sudah benar-benar berada pada pusat/as stand pipe (titik pondasi).
2) Posisi mesin RCD harus tegak lurus terhadap lubang yang akan dibor (yang sudah terpasang *stand pipe*), hal ini dapat dicek dengan alat waterpass.

g. Proses Pengeboran (*Drilling Work*)

Proses pengeboran dilakukan dengan memutar mata bor ke arah kanan, dan sesekali diputar kearah kiri untuk memastikan bahwa lubang pengeboran benar-benar mulus, sekaligus untuk menghancurkan tanah hasil pengeboran supaya larut dalam air agar lebih mudah dihisap. Proses pengeboran dilakukan secara bersamaan dengan proses penghisapan lumpur hasil pengeboran, oleh karena itu air yang ditampung pada kolam air harus d apat memenuhi sirkulasi air yang diperlukan untuk pengeboran. Setiap kedalaman pengeboran ± 3 meter, dilakukan penyambungan stang bor sampai kedalaman yang diinginkan tercapai. Jika kedalaman yang diinginkan hampir tercapai (± 1 meter lagi), maka proses penghisapan dihentikan (mesin pompa hisap tidak diaktifkan), sementara proses pengeboran terus dilakukan sampai kedalaman yang diinginkan (dapat diperkirakan dari stang bor yang sudah masuk), selanjutnya stang bor dinaikkan sekitar 0,5-1 meter, lalu proses penghisapan dilakukan terus sampai air yang keluar dari selang buang kelihatan lebih bersih (± 15 menit). Kedalaman pengeboran diukur dengan meteran pengukur kedalaman, jika kedalaman yang diinginkan belum tercapai maka proses yang tadi dilakukan kembali. Jika kedalaman yang diinginkan sudah tercapai maka stang bor boleh diangkat dan dibuka.

h. Instalasi Tulangan dan Pipa *Tremie*

Tulangan yang digunakan sudah harus tersedia lebih dahulu sebelum pengeboran dilakukan, sehingga begitu proses pengeboran selesai, langsung dilakukan instalasi

tulangan, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya kelongsoran dinding lubang yang sudah selesai dibor. Tulangan harus dirakit rapi dan ikatan tulangan spiral dengan tulangan utama harus benar-benar kuat sehingga pada waktu pengangkatan tulangan oleh crane tidak terjadi kerusakan pada tulangan (ikatan lepas dan sebagainya). Proses instalasi tulangan dilakukan sebagai berikut:

1.) Posisi crane harus benar-benar diperhatikan, sehingga tulangan yang akan dimasukkan benar-benar tegak lurus terhadap lubang bor, dan juga pada waktu pengecoran tidak menghalangi jalan masuk truck mixer.
2.) Pada tulangan diikatkan dua buah sling, satu buah pada ujung atas tulangan dan satu buah lagi pada bagian sisi memanjang tulangan. Pada bagian dimana sling diikat, ikatan tulangan spiral dengan tulangan utama diperkuat (bila perlu dilas), sehingga pada waktu tulangan diangkat, tulangan tidak rusak (ikatan spiral dengan tulangan utama tidak lepas). Pada setiap sambungan (bagian overlap) sebaiknya dilas, karena pada proses pengecoran, sewaktu pipa tremie dinaikkan dan diturunkan kemungkinan dapat mengenai sisi tulangan yang dapat menyebabkan sambungan tulangan lepas dan tulangan terangkat ke atas.
3.) Tulangan diangkat dengan menggunakan dua hook crane, satu pada sling bagian ujung atas dan satu lagi pada bagian sisi memanjang, pengangkatan dilakukan dengan menarik hook secara bergantian sehingga tulangan benar-benar lurus, dan setelah tulangan terangkat dan sudah tegak lurus dengan lubang bor, kemudian dimasukkan pelan-pelan ke dalam lubang, posisi tulangan terus dijaga supaya tidak menyentuh dinding lubang bor dan posisinya harus benar-benar di tengah/ di pusat lubang bor.
4.) Jika level yang diinginkan berada di bawah permukaan tanah, maka digunakan besi penggantung.
5.) Setelah tulangan dimasukkan, kemudian pipa tremie dimasukkan. Pipa tremie disambung-sambung untuk memudahkan proses instalasi dan juga untuk memudahkan pemotongan tremie pada waktu pengecoran. Ujung pipa tremie berjarak 25-50 cm dari dasar lubang pondasi. Jika jaraknya kurang dari 25 cm maka pada saat pengecoran beton lambat keluar dari tremie, sedangkan jika jaraknya lebih dari 50 cm maka pada saat pertama kali beton keluar dari tremie akan terjadi pengenceran karena bercampur dengan air pondasi (penting untuk

perhatikan). Pada bagian ujung atas pipa tremie disambung dengan corong pengecoran.

i. Pengecoran dengan *Ready Mix Concrete*

Proses pengecoran harus segera dilakukan setelah tulangan dan pipa tremie selesai, guna menghindari kemungkinan terjadinya kelongsoran pada dinding lubang bor. Oleh karena itu pemesanan ready mix concrete harus dapat diperkirakan waktunya dengan waktu pengecoran. Proses pengecoran dilakukan dengan ketentuan sebagai berikut :

1) Pipa tremie dinaikkan setinggi 25-50 cm di atas dasar lubang bor, air dalam pipa tremie dibiarkan dulu stabil, kemudian dimasukkan bola karet yang diameternya sama dengan diameter dalam pipa tremie, yang berfungsi untuk menekan air campur lumpur ke dasar lubang sewaktu beton dituang pertama sekali, sehingga beton tidak bercampur dengan lumpur.
2) Pada awal pengecoran, penuangan dilakukan lebih cepat, hal ini dilakukan supaya bola karet dapat benar-benar menekan air bercampur lumpur di dalam pipa tremie, setelah itu penuangan distabilkan sehingga beton tidak tumpah dari corong.
3) Jika beton dalam corong penuh, pipa tremie dapat digerakkan naik turun dengan syarat pipa tremie yang tertanam dalam beton minimal 1 meter pada saat pipa tremie dinaikkan. Jika pipa tremie yang tertanam dalam beton terlalu panjang, hal ini dapat memperlambat proses syarat bahwa pipa tremie yang masih tertanam dalam beton minimal 1 meter.
4) Proses pengecoran dilakukan dengan mengandalkan gaya gravitasi bumi (gerak jatuh bebas), posisi pipa tremie harus berada pada pusat lubang bor, sehingga tidak merusak tulangan atau tidak menyebabkan tulangan terangkat pada saat pipa tremie digerakkan naik turun.
5) Pengecoran dihentikan 0,5-1 meter diatas batas beton bersih, sehingga kualitas beton pada batas beton bersih benar-benar terjamin (bebas dari lumpur).
6) Setelah pengecoran selesai dilakukan, pipa tremie diangkat dan dibuka, serta dibersihkan. Batas pengecoran diukur dengan meteran kedalaman.

2.8 Kapasitas Daya Dukung Tiang Bor Dari Hasil Sondir

Diantara perbedaan tes di lapangan, sondir atau *cone penetration test* (CPT) seringkali sangat dipertimbangkan berperanan dari geoteknik. CPT atau sondir ini tes yang sangat cepat, sederhana, ekonomis dan tes tersebut dapat dipercaya di lapangan dengan pengukuran terus-menerus dari permukaan tanah-tanah dasar. CPT atau sondir ini dapat juga mengklasifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah. Dalam perencanaan pondasi tiang, data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung *(bearing capacity)* dari bored pile sebelum pembangunan dimulai guna menentukan kapasitas daya dukung ultimit dari pondasi tiang.

Untuk menghitung daya dukung bored pile berdasarkan data hasil pengujian sondir dapat dilakukan dengan menggunakan metode Aoki dan De Alencar dan metode Meyerhoff.

1. Metode Aoki dan De Alencar Velloso (1975)

Untuk daya dukung ultimit pondasi tiang menggunakan metode ini dinyatakan dengan rumus :

$$\mathbf{Qu} = \boldsymbol{Qb} + \boldsymbol{Qs} \qquad \text{Persamaan (2.2)}$$

$$\mathbf{Q}\boldsymbol{b} = \boldsymbol{qb} \cdot \mathbf{Ab} \qquad \text{Persamaan (2.3)}$$

$$\mathbf{Q}\boldsymbol{s} = \boldsymbol{As} \cdot \mathbf{fs} \qquad \text{Persamaan (2.4)}$$

Dimana :

Qu = Kapasitas daya dukung tiang (kg)

Qb = Kapasitas daya dukung ujung tiang (kg)

Qs = Kapasitas daya dukung gesekan tiang (kg)

qb = Tahanan ujung sondir (kg/cm)

Ab = Luas penampang tiang (cm)

As = Luas selimut tiang (cm2)

fs = Tahanan gesekan tiang berdasarkan data sondir (kg)

Aoki dan De Alencar mengusulkan untuk memperkirakan kapasitas dukung ultimit dari data sondir. Kapasitas dukung ujung persatuan luas (qb) diperoleh sebagai berikut:

$$q_b = \frac{q_{ca}\ (base)}{F_b}$$ Persamaan (2.5)

Dimana :

$q_{ca}\ (base)$ = Perlawanan konus rata-rata 1,5D di atas ujung tiang, 1,5D di bawah ujung tiang

F_b = Faktor empirik yang tergantung pada tipe tanah

Tabel 2.7 Faktor empirik F_b dan F_s berdasarkan tipe tiang *(Farsakh dkk, 1999)*

Pile Type	F_b
Bored	3.5
Franki	2.5
Steel	1.75
Precast concrete	1.75

Menurut Hardiyatmo (2010), untuk kapasitas daya dukung selimut tiang (Qs), didapat dari perkalian antara:

As* = *π x diameter tiang ***x*** tinggi tiang Persamaan (2.6)

f*s* = Kc . qs (fs maks = 1,2 kg/cm^2) Persamaan (2.7)

Dimana :

qs = Nilai rata-rata hambatan pelekat konus

Kc = koefisien tak berdimensi yang nilainya bergantung pada tipe tiang Hardiyatmo (2010),

Tipe baja ujung bawah terbuka, Kc = 0,8%

Tiang pipa ujung bawah tertutup, Kc = 1,8%

Tiang beton , Kc = 1,2%

2. Metode Meyerhoff (1956)

Untuk daya dukung ultimit pondasi tiang menggunakan metode ini dinyatakan dengan rumus :

Qu = (*qc* . Ap) + (JHL . K_{11}) Persamaan (2.8)

Dimana :

Qu = Kapasitas daya dukung ultimit tiang

qc = Tahanan ujung sondir

Ab = Luas penampang tiang

JHL = Jumlah hambatan lekat

K11 = Keliling tiang

Adapun daya dukung ijin pondasi menggunakan metode ini dinyatakan dengan rumus:

$$\mathbf{Q_a} = \frac{(q_c \cdot A_p)}{3} + \frac{(\mathbf{JHL} \cdot \mathbf{K11})}{5}$$

Persamaan (2.9)

2.9 Faktor Aman

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang, maka kapasitas ultimit tiang dibagi dengan faktor aman tertentu.

Tomlinson (1977) dalam buku Analisis dan Perancangan Fondasi II oleh H. C. Hardiyatmo (2010) menyarankan faktor aman untuk tiang bor:

Untuk dasar tiang yang dibesarkan dengan diameter d < 2 m :

$$Q_a = \frac{Q_u}{2,5}$$ Persamaan (2.10)

Untuk tiang tanpa pembesaran di bagian bawahnya :

$$Q_a = \frac{Q_u}{2}$$ Persamaan (2.11)

Untuk tiang bor dengan diameter lebih dari 2 meter, kapasitas tiang bor perlu dievaluasi dengan pertimbangan terhadap penurunan tiang.

Burland et al (1966) dalam modul Fondasi II oleh PEDC Bandung berpendapat bahwa faktor keamanannya berlaku untuk beban batas tiang (seperti untuk tiang pancang). Tetapi besarnya beban tiang yang diijinkan yang kemudian didapat tidak boleh lebih besar dari jumlah tahanan lekatan yang terjadi sepenuhnya dan tahanan dukung batas, keduanya dibagi dengan bagian faktor keamanannya.

$$Qa = \frac{Qs}{Fs} + \frac{Qb}{Fb} \leq \frac{Qu}{FB}$$ Persamaan (2.12)

Dimana:

Fs = 1.0

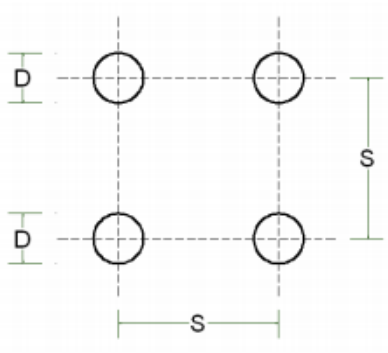
Fb = 3.0

F_B = 2.0

2.10 Jarak Antar Tiang Dalam Kelompok

Berdasarkan pada perhitungan daya dukung tanah oleh Dirjen Bina

Marga Departemen P.U.T.L. diisyaratkan :



S ≥ 2,5 D

S ≥ 3,0 D

dimana :

S = Jarak masing-masing.

D = Diameter tiang.

Biasanya jarak antara 2 tiang dalam kelompok diisyaratkan minimum 0,60 m dan maximum 2,00 m. Ketentuan ini berdasarkan pada pertimbanganpertimbangan sebagai berikut :

1. Bila S < 2,5 D

a. Kemungkinan tanah di sekitar kelompok tiang akan naik terlalu berlebihan karena terdesak oleh tiang-tiang yang dipancang terlalu berdekatan.

b. Terangkatnya tiang-tiang di sekitarnya yang telah dipancang lebih dahulu.

2. Bila S > 3,0 D

Apabila S > 3 D maka tidak ekonomis, karena akan memperbesar ukuran/dimensi dari poer *(footing).*

Dalam modul Fondasi II oleh PEDC Bandung tiang – tiang bor jarak minimumnya ialah kurang dari 2B atau 750 mm.

2.11 Daya Dukung Ijin Untuk Kelompok Tiang

Jarang terjadi bahwa suatu bangunan hanya cukup menggunakan sebuah tiang tunggal, biasanya tiang dipasan dalam kelompok seperti misalnya dalam hal tiang-tiang yang menyangga suatu bangunan, maka biasanya suatu pondasi merupakan kelompok yang terdiri lebih dari satu tiang. Kelompok tiang ini secara bersama-sama memikul beban tersebut.

Menurut Pamungkas (2013), daya dukung sebuah tiang dalam kelompok adalah sama dengan daya dukung tiang tersebut dikalikan faktor efisiensi :

$$n = \frac{P}{Qu}$$

Qpg = Eg . n . Qu Persamaan (2.13)

Dimana :

Qpg = daya dukung yang diijinkan untuk kelompok tiang (ton)

Eg = Efisiensi kelompok tiang

n = Jumlah tiang

Qu = Daya dukung ultimit untuk tiang tunggal (kg)

P = Gaya aksial yang terjadi

Qu = daya dukung ijin tiang

1. Menghitung Efisiensi Dari Sebuah Kelompok Tiang (Eg)

Rumus yang digunakan untuk menghitung efisiensi dari sebuah kelompok tiang adalah tiang adalah diambil dari rumus *Converse Labarre* (Pamungkas, 2013), yaitu:

$$\mathbf{E_g = 1 - \Theta \left[\frac{(n-1).m+(m-1).n}{90.m.n} \right]}$$ Persamaan (2.14)

Dimana:

m = Jumlah barisan tiang

n = Jumlah tiang per baris

Θ = $tan{-}1\ \frac{B}{S}$ (dalam derajat)

S = Jarak tiang pusat ke pusat (m)

B = diameter tiang – tiang

2.12 Penulangan Pondasi Bored Pile

Jika dimensi/penampang pondasi ditentukan oleh gaya aksial/berat bangunan yang dipikul masing-masing kolom, maka penulangan pondasi ditentukan oleh gaya momen dan gaya geser yang bekerja pada pondasi tersebut. Dengan perhitungannya sebagai berikut.

1. Hitung Tulangan Utama :

Untuk menentukan presentasi tulangan kolom mengunakan grafik interaksi kolom dengan langkah-langkah sebagai berikut :

a. Menentukan momen nominal (Mn)

$$\mathbf{Mn} = \frac{Mu}{\varphi} \qquad \text{Persamaan (2.15)}$$

Dimana: φ = faktor reduksi kekuatan tekan dengan tulangan spiral 0,70 (SNI T15-1991-03)

Mn = Momen nominal yang bekerja

Mu = Momen maksimum yang bekerja pada tiang

b. Menghitung ρmin, ρ dan ρmax (Dipohusodo, 1993)

$$\rho_{\min} = \frac{1,4}{Fy} \qquad \text{Persamaan (2.16)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85\beta Fc'}{Fy} \cdot \left(\frac{600}{600+Fy}\right) \qquad \text{Persamaan (2.17)}$$

ρmax = 0,75 . (ρb) Persamaan (2.18)

Dimana :

ρmin = rasio tulangan minimum

ρb = rasio tulangan seimbang (*balance*)

ρmax = rasio tulangan maksimum

c. Menghitung ρ

$$\rho = \frac{1}{m}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{(2m.Rn)}{Fy}}\right) \qquad \text{Persamaan (2.19)}$$

$$m = \frac{Fy}{0,85Fc'} \qquad \text{Persamaan (2.20)}$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} \qquad \text{Persamaan (2.21)}$$

Dimana :

ρ = rasio tulangan yang digunakan

d. Menghitung Luas Tulangan

As = ρ x b x d Persamaan (2.22)

As tul. = ¼ π (diameter tulangan)^2 Persamaan (2.23)

Dimana :

As = luas tulangan yang dipakai

b = diameter pondasi

d = lebar efektif pondasi

= h – ds → ds = Sb + Øsengkang + D/2

= h – Sb – Ø sengkang – ½ x Øtul utama

As tul. = Luas tulangan

ds = jarak titik berat tulangan tarik sampai serat tepi bawah beton

h = tebal pondasi

Sb = Selimut beton

Ø = diameter tulangan

e. Menghitung jumlah tulangan

$$n = \frac{As}{As_{tulangan}}$$

Persamaan (2.24)

Dimana :

n = jumlah tiang yang digunakan

2. Hitung Tulangan Geser :

Vu = Gaya geser yang bekerja (diambil dari data SAP 2000)

$$Vc = \left(1 + \frac{Vu}{14A_g}\right).\left(\frac{\sqrt{fc'}}{6}\right).b_w.d$$

Persamaan (2.25)

$Vu < Ø \, . \, Vc$ Persamaan (2.26)

$Vu < 0{,}70 \, . \, Vc$

Dimana :

Vc = tegangan geser ijin beton

Ag = Luas penampang pondasi tiang

Fc’ = Mutu beton yang digunakan

bw = diameter pondasi

d = lebar efektif pondasi

2.13 Pile Cap

Menurut Pamungkas (2013), pile cap berfungsi untuk mengikat tiang-tiang menjadi satu kesatuan dan memindahkan beban kolom kepada tiang. Pile cap biasanya terbuat dari beton bertulang. Perancangan pile cap dilakukan dengan anggapan sebagai berikut (Teng, 1962) :

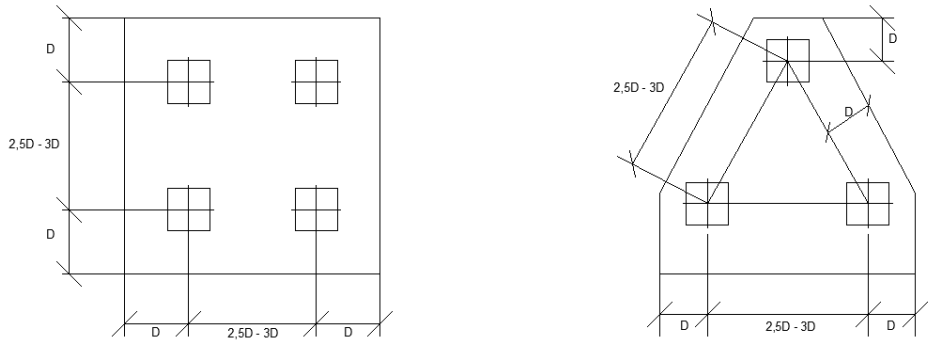
1. Pile cap sangat kaku

2. Ujung atas tiang menggantung pada pile cap. Karena itu, tidak ada momen lentur yang diakibatkan oleh pile cap ke tiang
3. Tiang merupakan kolom pendek dan elastis. Karena itu distribusi tegangan dan deformasi membentuk bidang rata.

2.13.1 Dimensi Pile Cap

Jarak tiang mempengaruhi ukuran pile cap. Menurut Pamungkas (2013), jarak tiang pada kelompok tiang biasanya diambil 2,5D – 3D, di mana D adalah diameter tiang. Jumlah minimum tiang dalam satu pelat penutup *(pile cap)* umumnya 3 tiang. Bila tiang hanya berjumlah 2 tiang dalam 1 kolom, maka pelat harus dihubungkan dengan balok *sloof* yang dihubungkan dengan kolom lain. Balok sloof dibuat melewati pusat berat tiang-tiang ke arah tegak lurus deretan tiang (tegak lurus pelat penutup tiang). Demikian pula, bila pelat penutup tiang hanya melayani 1 tiang, maka dibutuhkan balok sloof yang menghubungkan ke kolom-kolom yang lain. Bila kolom dilayani hanya 1 tiang yang besar, maka bisa tidak digunakan pelat penutup tiang.

SNI 03-2847-2002 pasal 9.7 menyatakan bahwa tebal selimut beton minimum untuk beton yang di cor langsung di atas tanah dan selalu berhubungan dengan tanah adalah 75 mm. Pasal 23.8 (4(2)) menyatakan bahwa pancang, tiang bor, dan *caisson* yang menahan beban tarik harus memiliki tulangan tarik yang menerus di sepanjang bagian yang memikul gaya tarik tersebut. Tulangan longitudinal tersebut harus didetailkan untuk menyalurkan gaya tarik di dalam *poer* kepada komponen struktur yang didukungnya. Jarak antar tiang dalam sebuah poer seperti terlihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Jarak tiang

(Pamungkas, 2013)

2.13.2 Menghitung Tinggi dan Tulangan Pile Cap

Dalam menghitung tinggi *Pile Cap,* langkah pertama adalah mencari besarnya momen, gaya geser yang bekerja dan gaya geser pons (Pamungkas, 2013). Dalam menghitung struktur betonnya, beban yang bekerja perlu dikalikan dengan faktor beban :

Jika yang diketahui adalah nilai tunggal dapat dilakukan pendekatan nilai faktor beban 1,4.

$$Pu = 1{,}4 \cdot Pu \qquad \text{Persamaan (2.27)}$$

Pengali faktor beban ini juga pada nantinya dikalikan dengan gaya yang dipikul masing-masing tiang.

a. Cek terhadap geser pons

Besarnya tinggi efektif (d) *pile cap* diambil secara coba-coba namun harus lebih dari batas ketebalan minimum.

$$Vupons = Pu \qquad \text{Persamaan (2.28)}$$

Dimana :

Vupons = Gaya geser pons yang bekerja

Pu = Beban aksial yang bekerja yang sudah dikalikan 1,4

Keliling bidang kritis geser pons (bo)

$$bo = 2\,(b + d) + 2\,(h + d) \qquad \text{Persamaan (2.29)}$$

$$\phi\, Vcpons = 0{,}6 \cdot 0{,}33 \cdot \sqrt{fc'} \cdot bo \cdot d \qquad \text{Persamaan (2.30)}$$

Dimana :

bo = Keliling bidang kritis geser pons

b = Panjang penampang kolom

h = Lebar penampang kolom

d = Tinggi efektif *pile cap*

ϕ Vcpons = Gaya geser pons *pile cap*

fc’ = Mutu beton

b. Cek terhadap geser lentur

$$Vu \text{ geser lentur} > \phi\, Vc \text{ geser lentur} \qquad \text{Persamaan (2.31)}$$

$$\phi\, Vc \text{ geser lentur} = 0{,}6 \cdot 0{,}17 \cdot \sqrt{fc'} \cdot B \cdot d \qquad \text{Persamaan (2.32)}$$

Dimana :

Vu geser lentur = Gaya geser yang bekerja

fc’ = Mutu beton

B = Lebar *Pile Cap*

d = Tinggi efektif *Pile Cap*

c. Menghitung tinggi Pile Cap

Sehingga tinggi (tebal) *Pile Cap* (th) :

th = d + 15 cm + selimut beton + ½ diameter tul. *Pile Cap*

Untuk perhitungan tulangan pile cap diperlukan data-data sebagai berikut:

B = Lebar *Pile Cap*

d = Tinggi efektif *Pile Cap*

fc' = Mutu beton

fy = Mutu baja

β1 = 0,85 ; jika fc' ≤ 300 kg/m2

= 0,85 – 0,0008 (fc' -300) ; jika fc' > 300 kg/m2

= 0,65 ; jika β1 < 0,65

Dimana :

β1 = Faktor pembentuk tegangan beton tekan persegi ekuivalen yang bergantung pada mutu beton (f'c)

$$Mn = \frac{Mu}{0{,}8}$$ Persamaan (2.33)

$$K = \frac{Mn}{B \cdot d^2 . 0{,}85 . fc'}$$ Persamaan (2.34)

$$F = 1 - \sqrt{1 - 2K}$$ Persamaan (2.35)

$$F_{max} = \frac{\beta_1 \cdot 4500}{6000 + fy}$$ Persamaan (2.36)

Jika, F ≤ Fmax → Tulangan tunggal

F > Fmax → Tulangan rangkap

Untuk kondisi tulangan tunggal :

$$As = \frac{F \cdot B \cdot d \cdot 0{,}85 \cdot fc'}{fy}$$ Persamaan (2.37)

ρmin = 0,0025 (nilai ρmin untuk plat)

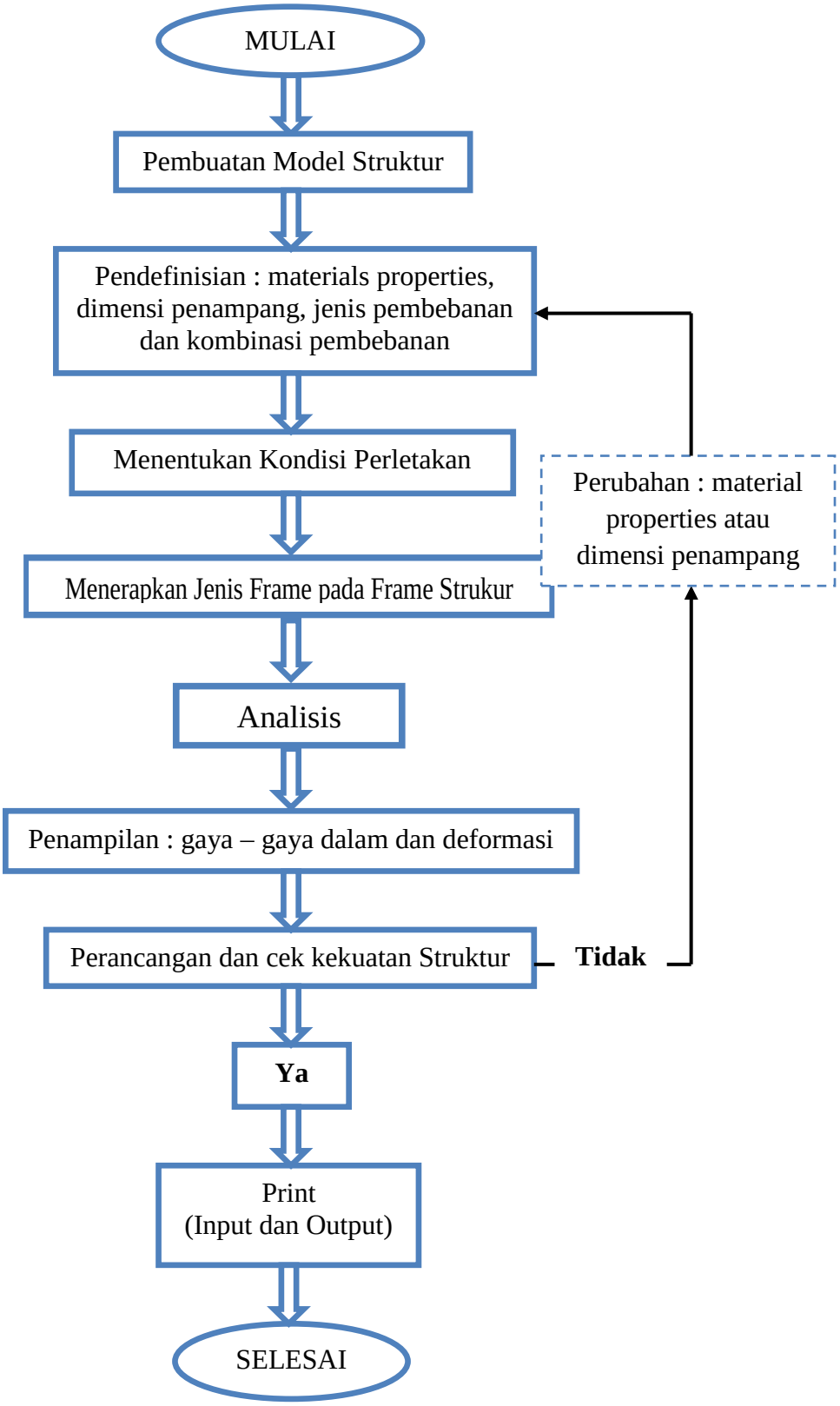
Asmin = ρmin . B . d Persamaan (2.38)

$$n = \frac{As}{Astul}$$ Persamaan (2.39)

Untuk tulangan atas :

As' = 0,15% . B . d Persamaan (2.40)

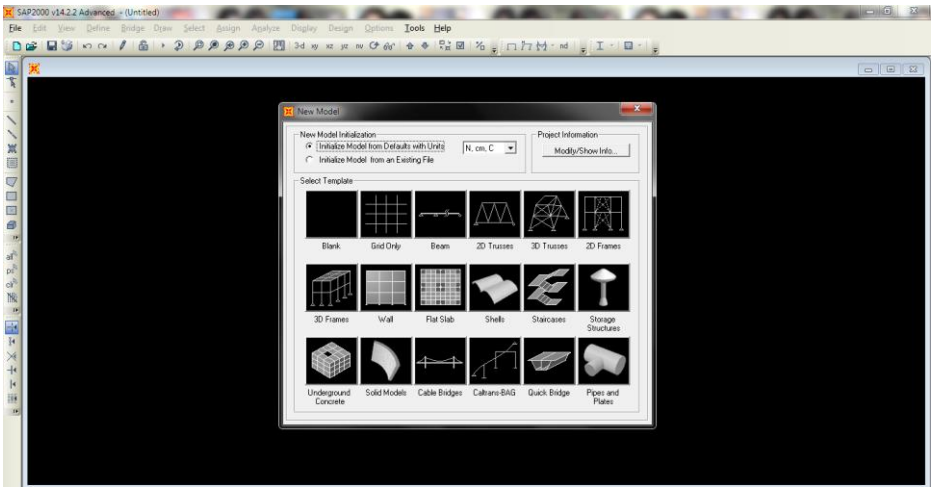
2.14 Perhitungan Pembebanan Menggunakan SAP 2000 v14.2.2



Gambar 2.11 *Bagan Alir Perhitungan Pembebanan SAP2000*

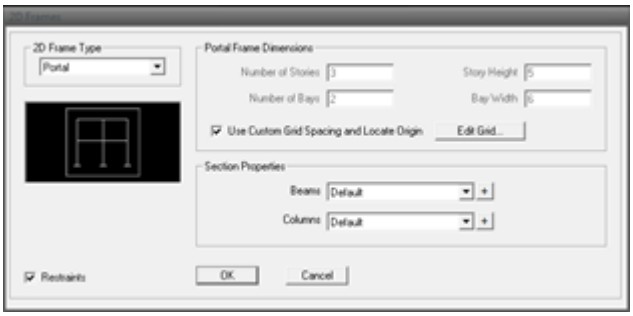
SAP 2000 *(Structural Analysis and Design)* yang dipakai adalah versi 14.2.2 dengan cara pengerjaannya dalam tampilan 2 dimensi adalah sebagai berikut:

1. Buka program SAP 2000 v14.2.2. Pilih *New Model* (Ctrl+N), ganti satuan KN,m,C dan pilih *2D Frames* lalu klik OK.



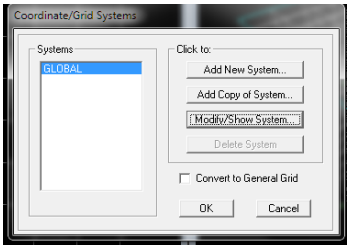
Gambar 2.12 Tampilan awal program SAP 2000
(Hasil Analisa)

2. Setelah memilih 2D Frames, akan tampil kotak isian untuk memilih tipe frame dan dimensi portal. Pada 2D *Frame Type,* pilih Portal dan pada *Portal Frame Dimension,* isikan: Number of Stories = 9, Number of Bays = 3, Story Height = 4,2, Bay Width = 8 seperti yang terlihat pada Gambar 2.13.



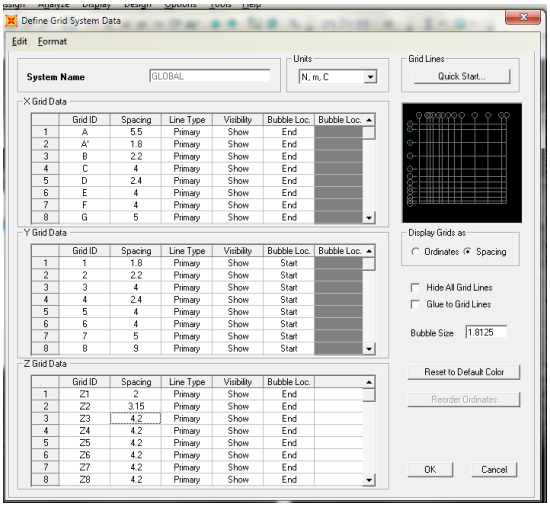
Gambar 2.13 Menentukan Jumlah Grid
(Hasil Analisa)

3. Pilih *Define – Coordinate/Grid Systems*, lalu pilih *Modify /Show System* (ALT + D + D), lihat Gambar 2.14. Ganti *Display Grid as Ordinates* dengan *Spacing.* Masukkan data-data pada kolom *X Grid Data dan Y Grid Data* dengan nilai seperti yang terlihat pada Gambar 2.15.



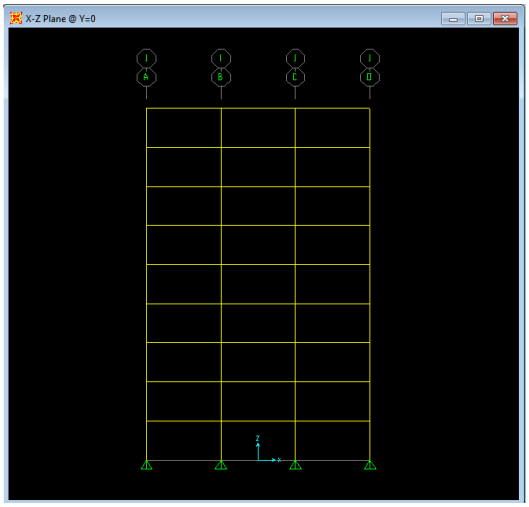
Gambar 2.14 Tampilan Sistem Grid

(Hasil Analisa)



Gambar 2.15 Mengatur Grid Bangunan

(Hasil Analisa)



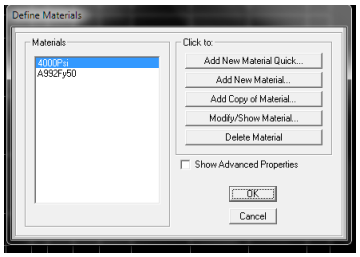
Gambar 2.16 Tampilan Hasil Pengaturan Grid

(Hasil Analisa)

4. Mendefinisikan Material.

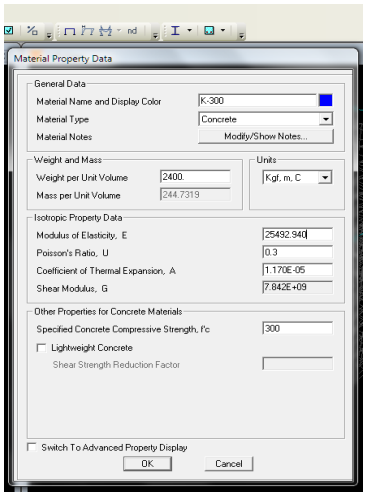
Pilih *Define – Add New Material* dan masukkan data-data yang ada dengan teliti mulai dari *Material Name, Material Type* untuk beton (*concrete*), *Weight per Unit Volume, Modulus of Elasticity (E)* dan nilai f'c. Lakukan langkah yang sama

untuk K-300, K-275-K-250, dan K-175. Kembali lagi ke *Add New Material* untuk data material baja.



Gambar 2.17 Tampilan Define Materials

(Hasil Analisa)

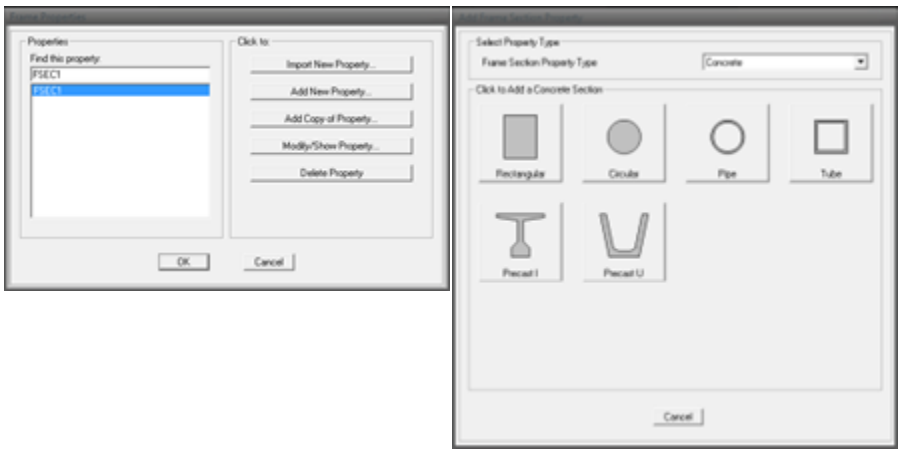


Gambar 2.18 Memasukkan Data Material

(Hasil Analisa)

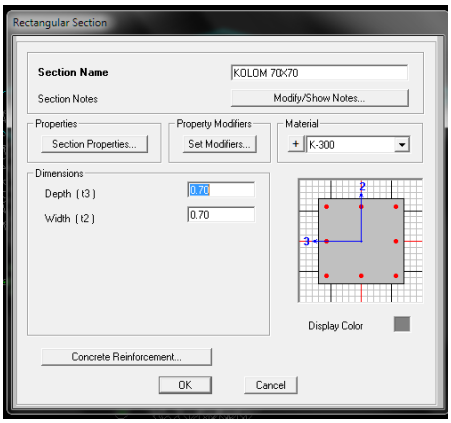
5. Mendefinisikan dimensi balok dan kolom

Pilih *Define – Section Properties – Frame Sections – Add New Properties.* Maka akan muncul tampilan *Add Frame Section Property*. Pada kolom *Frame Section Property Type* ganti dengan *Concrete* seperti pada Gambar 2.19. Klik *Rectangular*, selanjutnya isi data berdasarkan yang ada di lapangan pada *Rectangular Section.*



Gambar 2.19 Memilih Tipe Penampang

(Hasil Analisa)

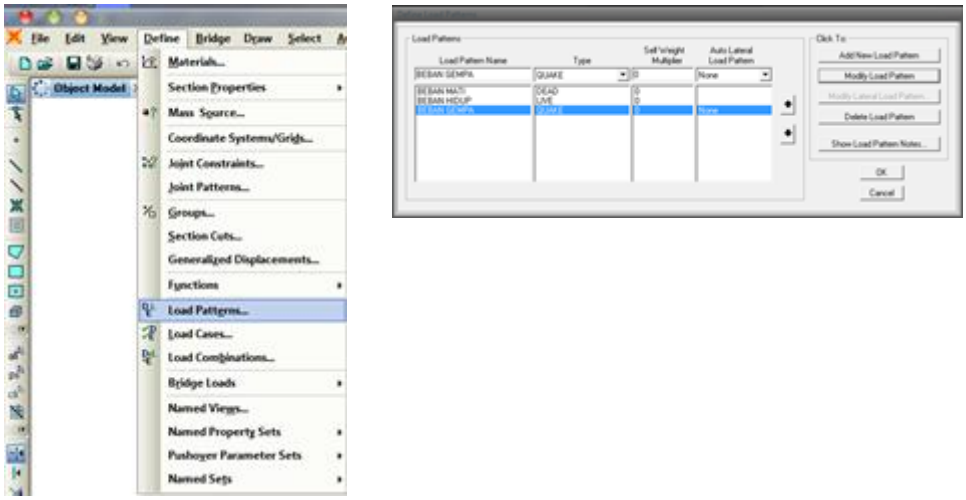


Gambar 2.20 Mengatur penampang kolom

(Hasil Analisa)

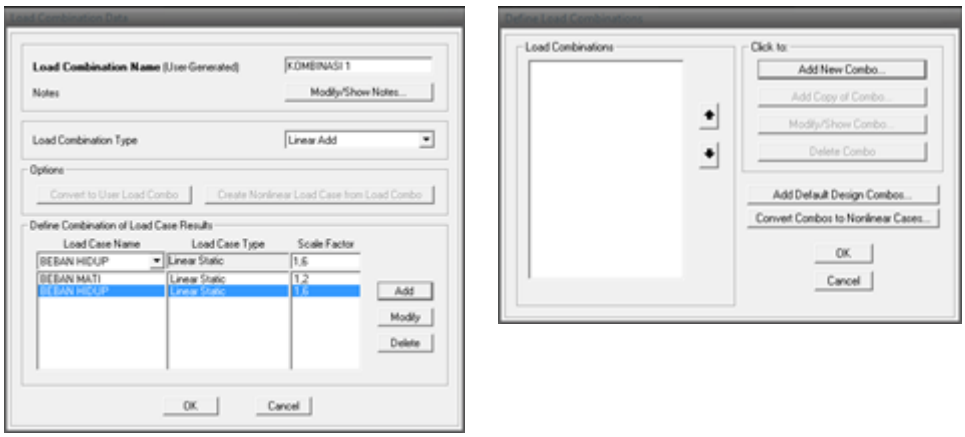
6. Mendefinisikan Beban dan Kombinasi Pembebanan

Pilih *Define – Load Pattern* dan definisikan beban mati (DEAD) dengan *Self Weight Multiplier = 0* dan begitu juga dengan beban hidup (LIVE), beban sendiri (beban mati tambahan) dan beban gempa (QUAKE), lalu klik OK. Untuk kombinasi pembebanan, pilih *Define – Load Combinations* dan klik *Add New Combo* kemudian isikan data-data untuk kombinasi 1 dan seterusnya.



Gambar 2.21 Mendefinisikan Beban

(Hasil Analisa)

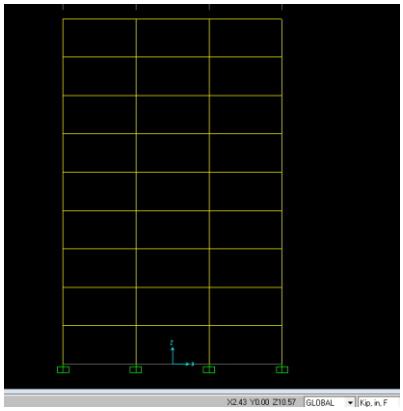


Gambar 2.22 Memasukkan data kombinasi pembebanan

(Hasil Analisa)

7. Menentukan Kondisi Perletakan

Klik pada Joint paling bawah dan dari menu utama pilih *Assign* – *Joint* – *Restraint* lalu pilih ikon jepit  .

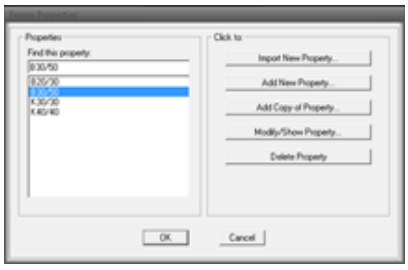


Gambar 2.23 Menentukan perletakan

(Hasil Analisa)

8. Menerapkan Jenis Frame Pada Frame Struktur

Blok frame yang akan diisikan tipenya dan klik Assign – Frame – Frame Sections, pilih B40/70 klik OK, dan seterusnya.

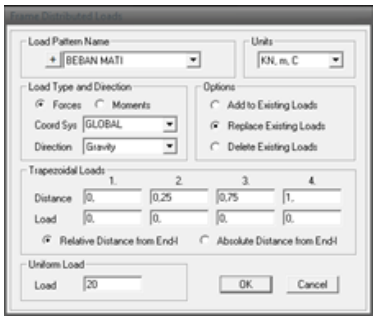


Gambar 2.24 Menerapkan tipe frame

(Hasil Analisa)

9. Memasukkan Data – Data Pembebanan Pada Frame Struktur

Blok frame yang akan dimasukkan beban dan klik Assign – Frame Loads – Distributed. Pilih Load Pattern Name : BEBAN MATI, isikan nilai beban pada Uniform Load, klik OK. Lakukan langkah yang sama untuk beban hidup

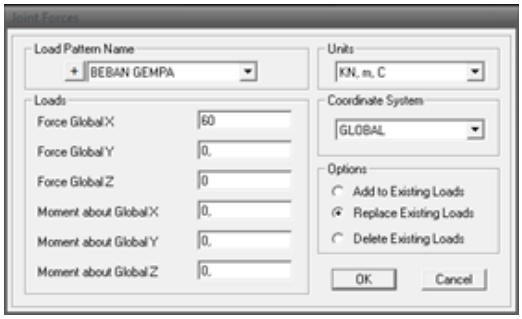


Gambar 2.25 Memasukkan Beban

(Hasil Analisa)

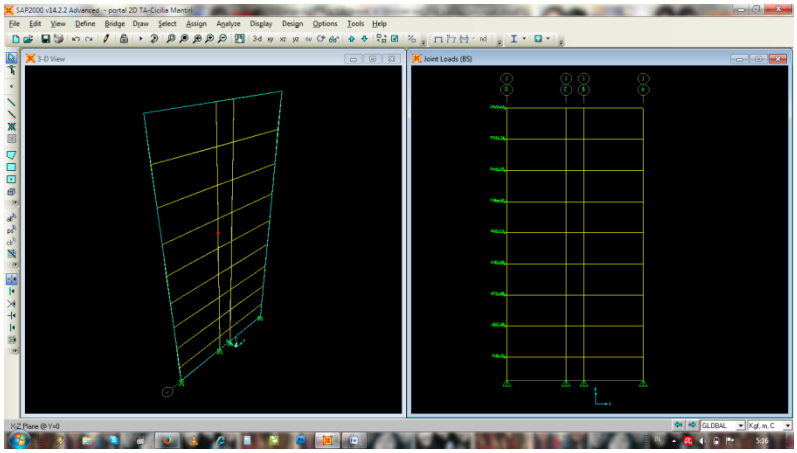
10. Memasukkan Beban Gempa

Klik Joint di bagian paling kiri portal dan klik Assign – Joind Loads – Forces, pilih Load Pattern Name : BEBAN GEMPA. Isikan pada Load Force Global X nilai yang akan dipakai lalu klik OK. Lalukan langkah yang sama untuk memasukkan beban gempa pada Joint lantai berikutnya.



Gambar 2.26 Memasukkan beban gempa

(Hasil Analisa)

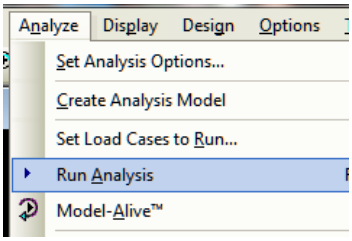


Gambar 2.27 Beban gempa statik ekuivalen tampilan 2D

(Hasil Analisa)

11. Run Analysis

Pilih *Analyze – Run Analysis* (F5) untuk melakukan Run pada bangunan yang sedang dianalisis.

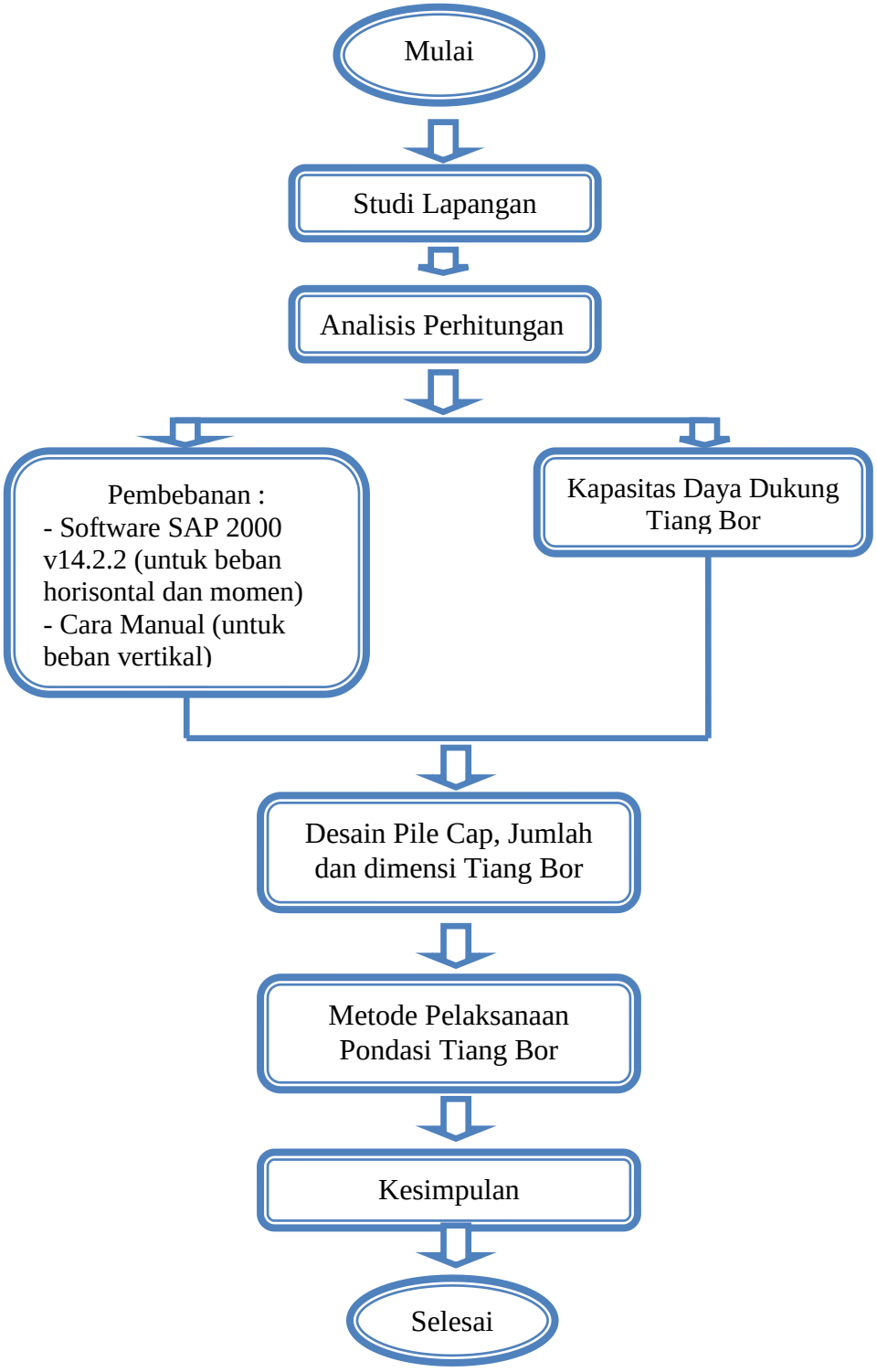


Gambar 2.28 Run Analysis

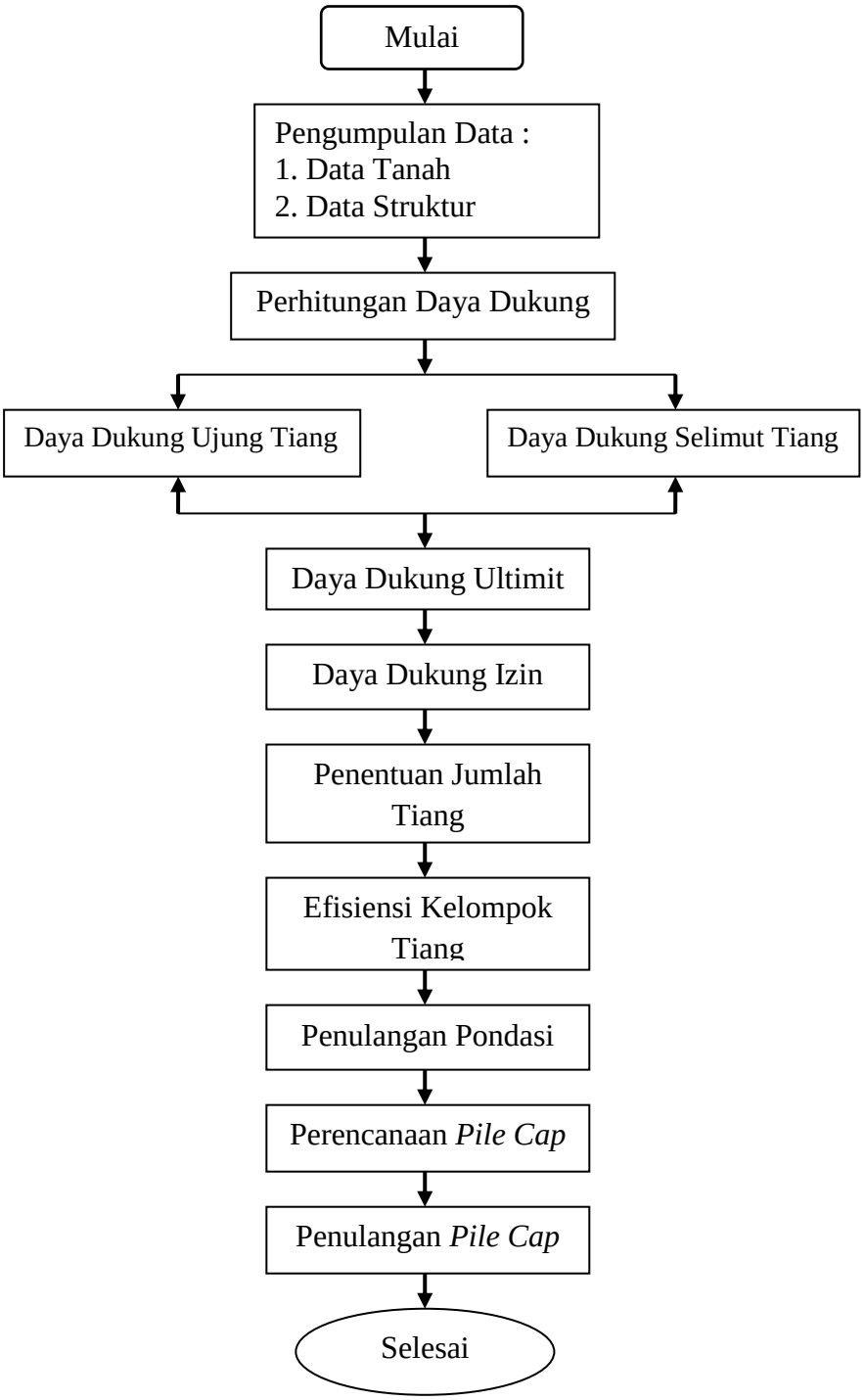
(Hasil Analisa)

2.15 Analisis Perhitungan

Berikut Gambar 2.29 dan Gambar 2.30 di bawah ini memperlihatkan urutan atau bagan perhitungan yang akan dilakukan.



Gambar 2.29 Bagan Alir Analisis Perhitungan



Gambar 2.30 Bagan Alir Hitung Pondasi Tiang Bor

BAB III
PEMBAHASAN

3.1 Deskripsi Proyek

Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado, seperti yang terlihat pada Gambar 3.1 merupakan salah satu proyek pemerintah yang dikhususkan untuk menunjang kemajuan pendidikan dengan menambah sarana dan prasarana yang dibutuhkan oleh dosen, staf dan mahasiswa yang ada di Politeknik Negeri Manado.

Gambar 3.1 Desain bangunan Gedung Pendidikan Terpadu yang direncanakan (Sumber: PT Artefak Arkindo, 2013)

Berdasarkan perencanaannya, desain serta fungsi setiap lantai adalah sebagai berikut:

1) **Basement** : diperuntukkan untuk tempat parkir kendaraan, dan sebagian area dijadikan *Sewage Treatment Plan* (STP).
2) **Lantai dasar (*ground*)** : diperuntukkan untuk ruang kantor administrasi mahasiswa dan ruang kelas theater serta hall mahasiswa, ruang MEP, ruang panel
3) **Lantai satu** : diperuntukkan untuk ruang kelas, ruang perpustakaan, ruang transfer dosen, ruang MEP, ruang panel
4) **Lantai dua-lima** : diperuntukkan untuk ruang laboratorium, ruang kelas, ruang transfer dosen, ruang MEP, ruang panel
5) **Lantai enam** : diperuntukkan untuk ruang laboratorium, ruang kelas, ruang transfer dosen, ruang olahraga indoor, ruang kantin, ruang MEP, ruang panel
6) **Lantai tujuh (*top floor*)** : diperuntukkan untuk ruang MEP, ruang panel dan gudang

3.1.1 Data-Data Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado

3.1.1.1 Data Umum

1. Nama proyek : Pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado
2. Lokasi proyek : Kompleks Kampus Politeknik Negeri Manado, Jln. Raya Politeknik, Desa Buha, Kec. Mapanget
3. Jenis proyek : Bangunan Gedung
4. Jenis pekerjaan : Struktur, Arsitektur, MEP

3.1.1.2 Data Khusus

1. Luas Lahan : 3600 m^2
2. Luas Bangunan : 1757,63 m^2
3. Jenis Konstruksi : Beton Bertulang dan Baja
4. Tebal Pelat Lantai : 12 cm
5. Dinding : Pasangan Batu Bata
6. Jumlah Bangunan : 1 (satu) unit
7. Jumlah Lantai : 9 (sembilan) lantai (Lantai basement, Lantai ground, Lantai 1, Lantai 2, Lantai 3, Lantai 4, Lantai 5, Lantai 6 dan Lantai 7 (atap)

3.1.1.3 Data Teknis di Lapangan

Data ini merupakan data pondasi tiang bor yang terpasang di lapangan, dengan data sebagai berikut:

1. Panjang Tiang : 9 m
2. Diameter Tiang : Ø 80 cm, Ø 60 cm, Ø 50 cm, Ø 40 cm
3. Mutu Beton Tiang : K-300 (kuat tekan beton, f'c = 30 Mpa)

3.1.1.4 Data Struktural

Data ini merupakan data-data untuk struktur utama pada bangunan yang digunakan dalam perhitungan pembebanan, sebagai berikut:

1. Ada beberapa tipe kolom yang dipakai dalam perencanaan bangunan ini dan kolom K1 merupakan kolom persegi dengan dimensi terbesar. Berikut adalah pemakaian kolom pada setiap lantai :
   a. kolom K1 = 70/70, dipakai pada Lantai Basement, Lantai Dasar dan Lantai Satu
   b. kolom K1-1 = 60/60, dipakai pada Lantai 2 dan Lantai 3
   c. kolom K1-2 = 50/50, dipakai pada Lantai 4, Lantai 5, Lantai 6 dan Lantai 7
   d. kolom K2 = 50/50, K3 = 40/40, K4 = 30/30, dipakai pada setiap lantai
   e. kolom K5 = 30/30, dipakai pada Lantai 7
2. Balok yang digunakan dalam perencanaan adalah sebagai berikut:
   a. Balok Induk :
      Bl1 = 40/70, Bl2 = 40/70, Bl3 = 40/80, Bl4 = 40/70, Bl5 = 30/70, Bl6 = 25/40, Bl7 = 25/40, Bl8 = 30/50, Bl9 = 40/60
   b. Balok Anak: Ba1 = 35/60, Ba2 = 30/50, Ba3 = 35/70, Ba4 = 25/40
3. Mutu Beton : K-275 (lantai basement) dan K-300 (lantai 1-7)
4. Mutu Baja : Fy = 400 Mpa, Besi Ulir Ø22
5. Tinggi lantai :
   a. Basement = 3.15 m
   a. Ground Floor s/d Top floor = 4.2 m

3.2 Perhitungan Pembebanan

3.2.1 Beban Lantai dan Kolom

3.2.1.1 Denah Bangunan Yang Ditinjau

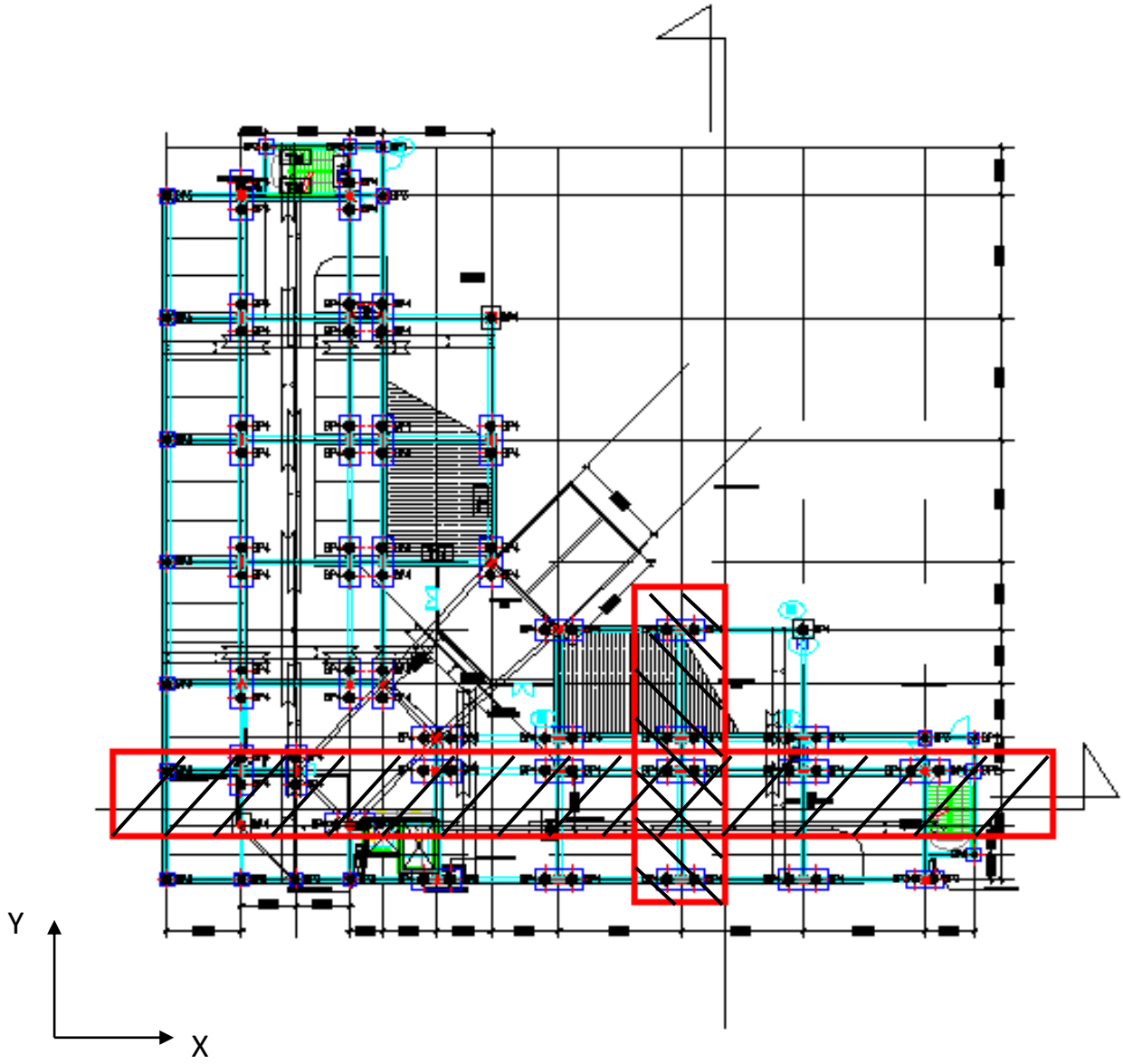
Bagian yang ditinjau untuk perhitungan pembebanan berada pada Zona 1 (satu) di lapangan dengan Titik P6 dan data sondir Titik S-4. Gambar 3.2 memperlihatkan denah dan portal bangunan yang ditinjau.

Data umum yang digunakan berdasarkan PPIUG 1983 adalah sebagai berikut:

1. Berat Jenis beton = 2400 kg/m^3
2. Nilai beban hidup = 250 kg/m^2
3. Berat plafon + penggantung = 18 kg/m^2
4. Keramik = 24 kg/m^2
5. Spesi = 21 kg/m^2

6. Dinding = 250 kg/m^2

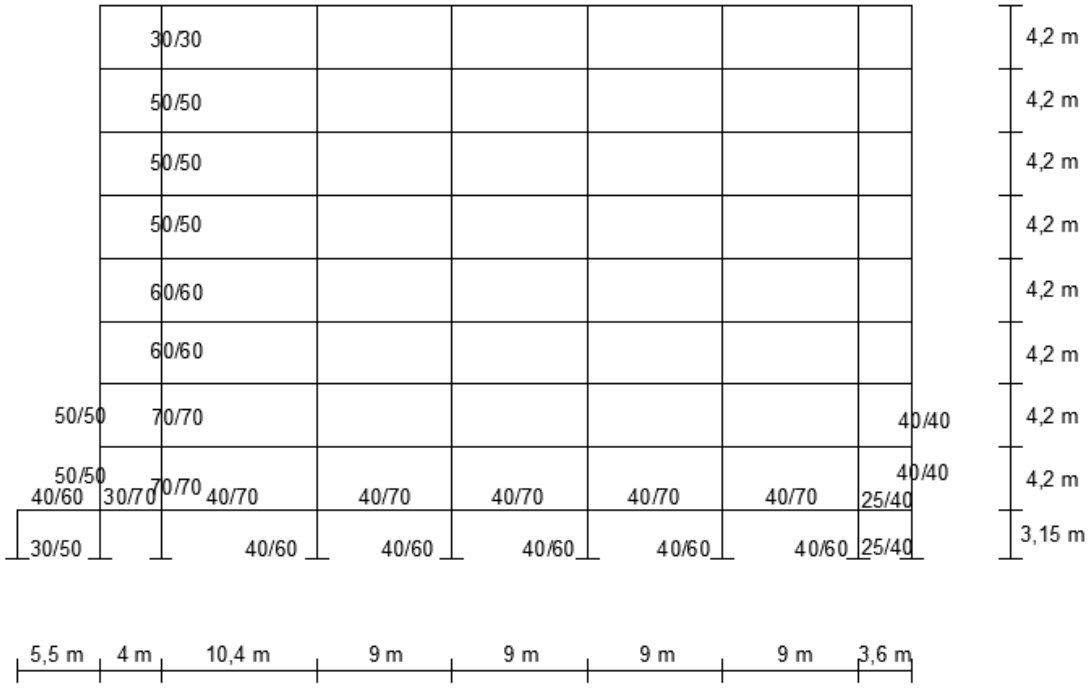
Denah Bangunan



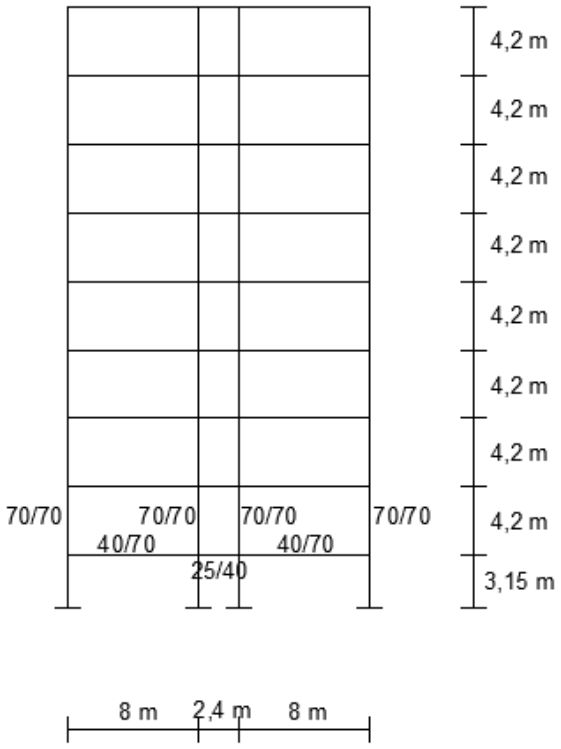
Gambar 3.2 Denah Bangunan yang Ditinjau

(Hasil Analisa)

Portal Arah-X



Portal Arah-Y



Gambar 3.3 Portal arah-X dan arah-Y Bangunan yang Ditinjau *(Hasil Analisa)*

Perhitungan pembebanan Portal Arah-X.

3.2.1.2 Perhitungan Pembebanan Lantai Basement

a. Beban Mati (W_{DL})

- Pelat Lantai = 59,5 m x 5,2 m x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 89107,2 kg
- Tie Beam = ((0,4 m x 0,48 m x 54 m) + (0,3 m x 0,38 m x 5,5 m) +(0,25 m x 0,28 m x 9 m 5,2 m)) x 2400 kg/m^3 = 34250,4 kg
- Kolom = ((0,5 m x 0,5 m x 2,55 m) + 6 x (0,7 m x 0,7 m x 2,55 m) + 2 x (0,4m x 0,4 m x 2,55 m)) x 2400 kg/m^3 = 21481,2 kg
- Plafond = 59,5 m x 5,2 m x 18 kg/m^2 = 5569,2 kg
- Dinding = 129,4 m x 2,55 m x 250 kg/m^2 = 82492,5 kg
- Spesi = 59,5 m x 5,2 m x (21 kg/m^2 x 2) = 12994,8 kg
- Keramik = 59,5 m x 5,2 m x 24kg/m^2 = 7425,6 kg

W_{DL} = 253320,9 kg

b. Beban Hidup (W_{LL})

W_{LL} = 250 kg/m^2 x (59,5 m x 5,2 m) x 0,5 = 38675 kg

Berat total Lantai Basement = Wtot = W_{DL} + W_{LL}

= 253320,9 kg + 38675 kg

= 291995,9 kg

3.2.1.3 Perhitungan Pembebanan Lantai Dasar – Lantai Satu

a. Beban Mati (W_{DL})

- Pelat Lantai = 54 m x 5,2 m x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 80870,4 kg
- Balok = ((0,4 m x 0,48 m x 5,5 m) + (0,3 m x 0,58 m x 4 m) + (0,4 m x 0,58 m x 46,4 m) + (0,25 m x 0,28 m x 3,6 m) + (0,25 m x 0,28 m x 9 m x 5,2 m)) x 2400 kg/m^3 = 38507,52 kg
- Kolom = ((0,5 m x 0,5 m x 3,5 m) + 6 x (0,7 m x 0,7 m x 3,5 m) + (0,4m x 0,4 m x 3,5 m)) x 2400 kg/m^3 = 28140 kg
- Plafond = 54 m x 5,2 m x 18 kg/m^2 = 5054,4 kg
- Dinding = 118,4 m x 3,5 m x 250 kg/m^2 = 103600 kg
- Spesi = 54 m x 5,2 m x (21 kg/m^2 x 2) = 11793,6 kg
- Keramik = 54 m x 5,2 m x 24 kg/m^2 = 6739,2 kg

W_{DL} = 274705,12 kg

b. Beban Hidup (W_{LL})

W_{LL} = 250 kg/m^2 x (54 m x 5,2 m) x 0,5 = 35100 kg

Berat total Lantai Dasar-Lantai 1 = Wtot = W_{DL} + W_{LL}

= 274705,12 kg + 35100 kg

= 309805,12 kg

3.2.1.4 Perhitungan Pembebanan Lantai 2 – Lantai 3

a. Beban Mati (W_{DL})

- Pelat Lantai = 54 m x 5,2 m x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 80870,4 kg
- Balok = ((0,4 m x 0,48 m x 5,5 m) + (0,3 m x 0,58 m x 4 m) + (0,4 m x 0,58 m x 46,4 m) + (0,25 m x 0,28 m x 3,6 m) + (0,25 m x 0,28 m x 9 m x 5,2 m)) x 2400 kg/m^3 = 38507,52 kg
- Kolom = ((0,5 m x 0,5 m x 3,5 m) + 6 x (0,6 m x 0,6 m x 3,5 m) + (0,4 m x 0,4 m x 3,5 m)) x 2400 kg/m^3 = 21588 kg
- Plafond = 54 m x 5,2 m x 18 kg/m^2 = 5054,4 kg
- Dinding = 118,4 m x 3,5 m x 250 kg/m^2 = 103600 kg
- Spesi = 54 m x 5,2 m x (21 kg/m^2 x 2) = 11793,6 kg
- Keramik = 54 m x 5,2 m x 24 kg/m^2 = 6739,2 kg

W_{DL} = 268153,12 kg

b. Beban Hidup (W_{LL})

W_{LL} = 250 kg/m^2 x (54 m x 5,2 m) x 0,5 = 35100 kg

Berat total Lantai 2 – Lantai 3 = Wtot = W_{DL} + W_{LL}

= 268153,12 kg + 35100 kg

= 303253,12 kg

3.2.1.5 Perhitungan Pembebanan Lantai 4 – Lantai 6

a. Beban Mati (W_{DL})

- Pelat Lantai = 54 m x 5,2 m x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 80870,4 kg
- Balok = ((0,4 m x 0,48 m x 5,5 m) + (0,3 m x 0,58 m x 4 m) + (0,4 m x 0,58 m x 46,4 m) + (0,25 m x 0,28 m x 3,6 m) + (0,25 m x 0,28 m x 9 m x 5,2 m)) x 2400 kg/m^3 = 38507,52 kg
- Kolom = ((0,5 m x 0,5 m x 3,5 m) + 6 x (0,5 m x 0,5 m x 3,5 m) + (0,4 m x

0,4 m x 3,5 m)) x 2400 kg/m^3 = 16044 kg

- Plafond = 54 m x 5,2 m x 18 kg/m^2 = 5054,4 kg
- Dinding = 118,4 m x 3,5 m x 250 kg/m^2 = 103600 kg
- Spesi = 54 m x 5,2 m x (21 kg/m^2 x 2) = 11793,6 kg
- Keramik = 54 m x 5,2 m x 24 kg/m^2 = 6739,2 kg

W_{DL} = 262609,12 kg

b. Beban Hidup (W_{LL})

W_{LL} = 250 kg/m^2 x (54 m x 5,2 m) x 0,5 = 35100 kg

Berat total Lantai 4 – Lantai 6 = Wtot = W_{DL} + W_{LL}

= 262609,12 kg + 35100 kg

= 297709,12 kg

3.2.1.6 Perhitungan Pembebanan Lantai 7

a. Beban Mati (W_{DL})

- Pelat Atap = 54 m x 5,2 m x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 80870,4 kg
- Balok = ((0,4 m x 0,48 m x 5,5 m) + (0,3 m x 0,58 m x 4 m) + (0,4 m x 0,58 m x 46,4 m) + (0,25 m x 0,28 m x 3,6 m) + (0,25 m x 0,28 m x 9 m x 5,2 m)) x 2400 kg/m^3 = 38507,52 kg
- Kolom = 8 x (0,3 m x 0,3 m x 3,5 m) x 2400 kg/m^3 = 6048 kg
- Plafond = 23,4 m x 5,2 m x 18 kg/m^2 = 2190,24 kg
- Dinding = 57,2 m x 3,5 m x 250 kg/m^2 = 50050 kg

W_{DL} = 177666,16 kg

b. Beban Hidup (W_{LL})

W_{LL} = 100 kg/m^2 x (54 m x 5,2 m) x 0,5 = 14040 kg

Berat total Lantai 7 = Wtot = W_{DL} + W_{LL}

= 177666,16 kg + 14040 kg

= 191706,16 kg

Wtot = Wbase + W_{LD} + W1 + W2 + W3 + W4 + W5 + W6 + W7

= 291995,9 kg + 2 x (309805,12 kg) + 2 x (303253,12 kg) + 3 x (297709,12 kg) + 191706,16 kg = 2602945,9 kg

Dikalikan Kombinasi Beban per lantai.

Lantai Basement = 1,2 (DL) + 1,6 (LL)

= 1,2 x (253320,9 kg) + 1,6 x (38675 kg) = 365865 kg

Lantai Dasar = 1,2 (DL) + 1,6 (LL)

= 1,2 x (274705,12 kg) + 1,6 x (35100 kg) = 385806,144 kg

Lantai Satu = 385806,144 kg

Lantai 2 = 1,2 (DL) + 1,6 (LL)

= 1,2 x (268153,12 kg) + 1,6 x (35100 kg) = 377943,744 kg

Lantai 3 = 377943,744 kg

Lantai 4 = 1,2 (DL) + 1,6 (LL)

= 1,2 x (262609,12 kg) + 1,6 x (35100 kg) = 371290,944 kg

Lantai 5 = 371290,944 kg

Lantai 6 = 371290,944 kg

Lantai 7 = 1,2 (DL) + 1,6 (LL)

= 1,2 x (177666,16 kg) + 1,6 x (14040 kg) = 235663,392 kg

Wtot arah-X = 3242901 kg

Perhitungan pembebanan Portal Arah-Y.

3.2.1.7 Perhitungan Pembebanan Lantai Basement

a. Beban Mati (W_{DL})

- Pelat Lantai = 9 m x 18,4 m x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 47692,8 kg
- Tie Beam = ((0,4 m x 0,48 m x 16 m) + (0,3 m x 0,38 m x 9 x 2,4 m)) x 2400 kg/m^3 = 13282,56 kg
- Kolom = (4 x (0,7 m x 0,7 m x 2,55 m)) x 2400 kg/m^3 = 11995,2 kg
- Plafond = 18,4 m x 9 m x 18 kg/m^2 = 2980,8 kg
- Dinding = 54,8 m x 2,55 m x 250 kg/m^2 = 34935 kg
- Spesi = 18,4 m x 9 m x (21 kg/m^2 x 2) = 6955,2 kg
- Keramik = 18,4 m x 9 m x 24 kg/m^2 = 3974,4 kg

W_{DL} = 121815,96 kg

b. Beban Hidup (W_{LL})

W_{LL} = 250 kg/m^2 x (18,4 m x 9 m) x 0,5 = 20700 kg

Berat total Lantai Basement = Wtot $= W_{DL} + W_{LL}$

$= 121815{,}96 \text{ kg} + 20700 \text{ kg}$

$= 142515{,}96 \text{ kg}$

3.2.1.8 Perhitungan Pembebanan Lantai Dasar – Lantai Satu

a. Beban Mati (W_{DL})

- Pelat Lantai = 9 m x 18,4 m x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 47692,8 kg
- Balok = (2 x (0,4 m x 0,58 m x 8 m) + (0,25 m x 0,28 m x 9 x 2,4 m)) x 2400 kg/m^3 = 12537,6 kg
- Kolom = 4 x (0,7 m x 0,7 m x 3,5 m) x 2400 kg/m^3 = 16464 kg
- Plafond = 9 m x 18,4 m x 18 kg/m^2 = 2980,8 kg
- Dinding = 54,8 m x 3,5 m x 250 kg/m^2 = 47950 kg
- Spesi = 18,4 m x 9 m x (21 kg/m^2 x 2) = 6955,2 kg
- Keramik = 18,4 m x 9 m x 24 kg/m^2 = 3974,4 kg

W_{DL} = 138554,8 kg

b. Beban Hidup (W_{LL})

W_{LL} = 250 kg/m^2 x (18,4 m x 9 m) x 0,5 = 20700 kg

Berat total Lantai Dasar-Lantai 1 = Wtot $= W_{DL} + W_{LL}$

$= 138554{,}8 \text{ kg} + 20700 \text{ kg}$

$= 159254{,}8 \text{ kg}$

3.2.1.9 Perhitungan Pembebanan Lantai 2 – Lantai 3

a. Beban Mati (W_{DL})

- Pelat Lantai = 9 m x 18,4 m x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 47692,8 kg
- Balok = (2 x (0,4 m x 0,58 m x 8 m) + (0,25 m x 0,28 m x 9 x 2,4 m)) x 2400 kg/m^3 = 12537,6 kg
- Kolom = 4 x (0,6 m x 0,6 m x 3,5 m) x 2400 kg/m^3 = 12096 kg
- Plafond = 9 m x 18,4 m x 18 kg/m^2 = 2980,8 kg
- Dinding = 54,8 m x 3,5 m x 250 kg/m^2 = 47950 kg
- Spesi = 18,4 m x 9 m x (21 kg/m^2 x 2) = 6955,2 kg
- Keramik = 18,4 m x 9 m x 24 kg/m^2 = 3974,4 kg

W_{DL} = 134186,8 kg

b. Beban Hidup (W_{LL})

W_{LL} = 250 kg/m^2 x (18,4 m x 9 m) x 0,5 = 20700 kg

Berat total Lantai 2 – Lantai 3 = Wtot = W_{DL} + W_{LL}

= 134186,8 kg + 20700 kg

= 154886,8 kg

3.2.1.10Perhitungan Pembebanan Lantai 4 – Lantai 6

a. Beban Mati (W_{DL})

- Pelat Lantai = 9 m x 18,4 m x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 47692,8 kg
- Balok = (2 x (0,4 m x 0,58 m x 8 m) + (0,25 m x 0,28 m x 9 x 2,4 m)) x 2400 kg/m^3 = 12537,6 kg
- Kolom = 4 x (0,5 m x 0,5 m x 3,5 m) x 2400 kg/m^3 = 8400 kg
- Plafond = 9 m x 18,4 m x 18 kg/m^2 = 2980,8 kg
- Dinding = 54,8 m x 3,5 m x 250 kg/m^2 = 47950 kg
- Spesi = 18,4 m x 9 m x (21 kg/m^2 x 2) = 6955,2 kg
- Keramik = 18,4 m x 9 m x 24 kg/m^2 = 3974,4 kg

W_{DL} = 130490,8 kg

b. Beban Hidup (W_{LL})

W_{LL} = 250 kg/m^2 x (18,4 m x 9 m) x 0,5 = 20700 kg

Berat total Lantai 4 – Lantai 6 = Wtot = W_{DL} + W_{LL}

= 130490,8 kg + 20700 kg

= 151190,8 kg

3.2.1.11Perhitungan Pembebanan Lantai 7

a. Beban Mati (W_{DL})

- Pelat Lantai = 9 m x 18,4 m x 0,12 m x 2400 kg/m^3 = 47692,8 kg
- Balok = (2 x (0,4 m x 0,58 m x 8 m) + (0,25 m x 0,28 m x 9 x 2,4 m)) x 2400 kg/m^3 = 12537,6 kg
- Spesi = 18,4 m x 9 m x (21 kg/m^2 x 2) = 6955,2 kg

W_{DL} = 67185 kg

b. Beban Hidup (W_{LL})

W_{LL} = 100 kg/m^2 x (18,4 m x 9 m) x 0,5 = 8280 kg

Berat total Lantai 7 = Wtot $= W_{DL} + W_{LL}$

= 67185 kg + 8280 kg

= 75465,6 kg

Wtot = Wbase + W_{LD} + W1 + W2 + W3 + W4 + W5 + W6 + W7

= 142515,96 kg + 2 x (159254,8 kg) + 2 x (154886,8 kg) + 3 x (151190,8 kg) + 75465,6 kg = 1299836,56 kg

Dikalikan Kombinasi Beban per lantai.

Lantai Basement = 1,2 (DL) + 1,6 (LL)

= 1,2 x (121815,96 kg) + 1,6 x (20700 kg) = 179299,152 kg

Lantai Dasar = 1,2 (DL) + 1,6 (LL)

= 1,2 x (138554,8 kg) + 1,6 x (20700 kg) = 199385,76 kg

Lantai Satu = 199385,76 kg

Lantai 2 = 1,2 (DL) + 1,6 (LL)

= 1,2 x (134186,8 kg) + 1,6 x (20700 kg) = 194144,16 kg

Lantai 3 = 194144,16 kg

Lantai 4 = 1,2 (DL) + 1,6 (LL)

= 1,2 x (130490,8 kg) + 1,6 x (20700 kg) =189708,96 kg

Lantai 5 = 189708,96 kg

Lantai 6 = 189708,96 kg

Lantai 7 = 1,2 (DL) + 1,6 (LL)

= 1,2 x (67185 kg) + 1,6 x (8280 kg) = 93870 kg

Wtot arah-Y = 1629355,872 kg

3.2.2 Beban Gempa

Menghitung Gaya Geser Dasar

Jenis Tanah = Tanah Padat (> 60) berdasarkan Data Bor Log

Wt arah-X	=	3242901	kg
Wt arah-Y	=	1629355.87	kg

Waktu Getar Alami

Tc = 0.0731 x Hn^3/4

= 0.0731 x 36.75^3/4
= 1.0910895

ζ = 0.16 (untuk wilayah Gempa 5 - SNI 03-1726-2002)
n = 9
T = ζ.n 0.16 x 9 = 1.44 detik
T > Te 1.44 > 1.09 OK

Gaya Geser Dasar Nominal

Arah-X

Vx = $\frac{\mathbf{C \times I \times Wt}}{\mathbf{R}}$ = 0.3472222 x 1 x 2727565.544 kg / 8.5 = 132471.4 kg **OK**

Vy = $\frac{\mathbf{C \times I \times Wt}}{\mathbf{R}}$ = 0.3472222 x 1 x 1465012,848 kg / 8.5 = 66558.65 kg **OK**

C = 0.50/T = 0.50/1.44 0.3472222 **(Lih. Gambar 2.3)**
I = 1
Wt arah-X = 3242901
Wt arah-Y = 1629355.87
R = 8.5

Tabel 3.1 Distribusi Gaya Geser Horisontal Gempa

(*Hasil Analisa*)

Distribusi Gaya Geser Horisontal Gempa

Lantai	zi (m)	Wix (kg)	Wiy (kg)	Wix.zi	Wiy.zi	Fix (kg)	Fiy (kg)	Vix	Viy	
7	36.75	235663.392	93870	8660629.7	3449722.5	**18452.31**	**7443.09**	18452.31	7443.089	
6	32.55	371290.944	189708.96	12085520	6175026.6	**25749.38**	**13323.18**	44201.69	20766.27	
5	28.35	371290.944	189708.96	10526098	5378249	**22426.88**	**11604.06**	66628.57	32370.33	
4	24.15	371290.944	189708.96	8966676.3	4581471.4	**19104.38**	**9884.94**	85732.94	42255.27	
3	19.95	377943.744	194144.16	7539977.7	3873176	**16064.66**	**8356.73**	101797.60	50612	
2	15.75	377943.744	194144.16	5952614	3057770.5	**12682.62**	**6597.42**	114480.22	57209.41	
1	11.55	385806.144	199385.76	4456061	2302905.5	**9494.072**	**4968.73**	123974.30	62178.14	
Dasar	7.35	385806.144	199385.76	2835675.2	1465485.3	**6041.682**	**3161.92**	130015.98	65340.06	
Base	3.15	365865	179299.152	1152474.8	564792.33	**2455.46**	**1218.59**	132471.44	66558.65	**OK**
				62175727	30848599					

Tabel 3.2 Gempa Nominal Statik Ekivalen

(*Hasil Analisa*)

F = Fiy + 0.3.Fix

	Fiy	Fix	F
F7	18452.31	7443.09	20685.24
F6	25749.38	13323.18	29746.33
F5	22426.88	11604.06	25908.09
F4	19104.38	9884.94	22069.86
F3	16064.66	8356.73	18571.67
F2	12682.62	6597.42	14661.85
F1	9494.07	4968.73	10984.69
Fdasar	6041.68	3161.92	6990.26
Fbase	2455.46	1218.59	2821.04

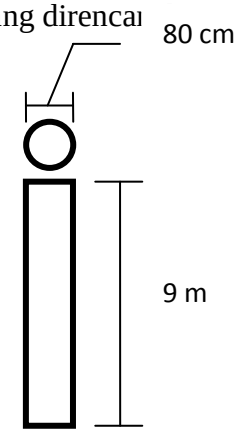
3.3 Perhitungan Pondasi Bored Pile

3.3.1 Data Pondasi

1. Panjang bored pile = 9 m
2. Diameter tiang = Ø 80 cm (diambil diameter terbesar)
3. Jumlah titik = 2 titik
4. Mutu beton = K-300 (f'c = 30 MPa)
5. Slump = 10 cm (nilai slump untuk *sub structure*)

3.3.2 Perhitungan Daya Dukung Tiang Bor Berdasarkan Data Sondir

Gambar pondasi tiang yang direncai



Gambar 3.4 Pondasi Tiang Bor Yang Direncanakan

Sumber : Hasil Analisa

Titik yang ditinjau di lapangan adalah titik P6 (*Pile Cap type 6*) dengan dua buah bored pile dalam satu pile cap. Posisi titik P6 tersebut berada pada zona 1

dengan nilai q_{ca} berdasarkan data sondir titik S-4. Perhitungan kapasitas daya dukung bored pile pada titik P6 menggunakan metode Aoki dan De Alencar dan metode Meyerhof.

1. Metode Aoki dan De Alencar

Perhitungan kapasitas daya dukung bored pile dengan metode Aoki dan De Alencar adalah sebagai berikut :

Diameter Tiang = 80 cm

Luas penampang bored pile (Ab) $= \frac{1}{4}$ x π x D^2

$= \frac{1}{4}$ x 3,14 x $(80\ cm)^2$

= **5024 cm^2**

a. Perhitungan kapasitas dukung ujung tiang (qca)

Tabel 3.3 Nilai q_c Rata-Rata Berdasarkan Data Sondir

Kedalaman (meter)	**Perlawanan Konus (kg/cm^2)**
0,00	0
0,20	20
0,40	20
0,60	10
0,80	10
1,00	30
1,20	40
1,40	50
1,60	25
1,80	20
2,00	10
2,20	12
2,40	10
2,60	30
2,80	80
3,00	130
3,20	155
3,40	200
3,60	210
3,80	220
4,00	> 250

Sumber : Data Sondir Titik S-4

Nilai q_{ca} diambil rata-rata dari Tabel 3.9.

qc $= \frac{20+20+10+10+30+40+50+25+20+10+12+10+30+80+130+155+200+210+220+250}{20}$

$= \frac{1532 \text{ kg/cm}^2}{20}$

$= \mathbf{76,6 \text{ kg/cm}^2}$

b. Kapasitas dukung ujung persatuan luas (qb)

$q_b = \frac{qca}{fb}$ (nilai Fb, dapat dilihat pada Tabel 2.11 Faktor Empirik Fb)

qb $= \frac{76,6 \text{ kg/cm}^2}{3.5}$

$= \mathbf{21,885 \text{ kg/cm}^2}$

c. Daya dukung ujung pondasi bored pile (Qb)

Qb = qb x Ab

= 21,885 kg/cm^2 x 5024 cm^2

= 109950,24 kg = **109,950 Ton**

d. Daya dukung selimut bored pile (*skin friction*)

Qs = As x fs

As = = $\frac{1}{4}$ x π x D x t

= $\frac{1}{4}$ x 3,14 x 80 cm x 900 cm

= **56520 cm^2**

Tabel 3.4 Nilai qs Rata-Rata Berdasarkan Data Sondir

Kedalaman	**Hambatan Pelekat (kg/cm^2)**
0,00	0
0,20	10
0,40	5
0,60	5
0,80	5
1,00	10
1,20	10
1,40	10
1,60	5

1,80	5
2,00	2
2,20	3
2.40	2
2,60	5
2,80	15
3,00	15
3,20	15
3,40	30
3,60	25
3,80	30

Sumber : Data Sondir Titik S-4

Nilai qs diambil rata-rata dari Tabel 3.10.

qs $= \frac{10+5+5+5+10+10+10+5+5+2+3+2+5+15+15+15+30+25+30}{19}$

$= \frac{207\ kg/cm^2}{19}$

$= 10{,}894\ kg/cm^2$

fs = 0,012 x qs (diambil Kc = 1,2% untuk tipe tiang beton)

= 0,012 x 10,894 kg/cm^2

= **0,130728 kg/cm^2**

Qs = As x fs

= 56520 cm^2 x 0,130728 kg/cm^2

= 7388,746 kg = **7,38 Ton**

e. Daya dukung ultimate tiang tunggal (Qu)

Qu = Qb + Qs

= 109,950 Ton + 7,38 Ton

= **117,33 Ton**

Faktor Aman :

Untuk dasar tiang tanpa pembesaran di bagian bawah, faktor keamanannya adalah sebagai berikut:

$$Qa = \frac{Qs}{Fs} + \frac{Qb}{Fb} \leq \frac{Qu}{FB}$$

$$= \frac{7{,}38 \text{ Ton}}{1} + \frac{117{,}33 \text{ Ton}}{3} \leq \frac{117{,}33 \text{ Ton}}{2}$$

$$= 7{,}38 \text{ Ton} + 39{,}11 \text{ Ton} \leq 58{,}66 \text{ Ton}$$

$$= \mathbf{46{,}49 \text{ Ton} \leq 58{,}66 \text{ Ton}} \quad \mathbf{(OK)}$$

2. Metode Meyerhoff

Perhitungan kapasitas daya dukung ultimate tiang menurut Meyerhof adalah sebagai berikut:

q_c = **76,6 kg/cm²** (tahanan ujung sondir pada titik S-4 kedalaman 4 m)

Ab = **5024 cm²** (luas penampang tiang)

Tabel 3.5 Jumlah Hambatan Lekat Berdasarkan Data Sondir

Kedalaman	**Jumlah Hambatan Lekat (kg/cm²)**
0,00	0
0,20	20
0,40	30
0,60	40
0,80	50
1,00	70
1,20	90
1,40	110
1,60	120
1,80	130
2,00	134
2,20	140
2,40	144
2,60	154
2,80	184
3,00	214
3,20	244
3,40	304
3,60	354
3,80	414

Sumber : Data Sondir Titik S-4

JHL = 0+20+30+40+50+70+90+110+120+130+134+140+144+154+184+214+ 244+304+354+414 = **2946 kg/cm**

K_{11} = 2πr = 2 x (3,14) x 40 cm = **251,2 cm** (keliling tiang)

Maka, Qu = $(q_c . Ap) + (JHL . K_{11})$

= $(76,6\ kg/cm^2 \times 5024\ cm^2) + (2946\ kg/cm \times 251,2\ cm)$

= 384838,4 kg + 740035,2 kg

= 1124873,6 kg = **1124,87 Ton**

Faktor Aman :

Qa = $\frac{(76,6\ kg/cm^2 x\ 5024\ cm^2)}{3} + \frac{(2946\ kg/cm\ x\ 251,2\ cm)}{5}$

= 276286,5 kg = **276,286 Ton**

Kesimpulan :

Berdasarkan hasil perhitungan di atas dengan menggunakan 2 (dua) metode, maka diambil nilai daya dukung ultimate tiang (Qu) yang akan digunakan yaitu dengan metode Aoki dan De Alencar dikarenakan daya dukung tiangnya lebih kecil dibandingkan hasil perhitungan Qu dengan metode Meyerhof. Jika diambil daya dukung terbesar, maka beban yang besar mampu dipikulnya, sebaliknya tidak mampu dipikul oleh tiang dengan daya dukung yang kecil. Dengan demikian, jika mengambil daya dukung tiang terkecil, maka beban maksimum dari daya dukung terkecil ini pastilah mampu dipikul oleh tiang berdaya dukung besar dan tiang tersebut tetap aman. Seterusnya, Qu yang digunakan adalah Qu dari Aoki De Alencar yaitu dengan nilai sebesar **117,33 Ton** dan daya dukung tiang yang diijinkan yaitu Qa = **58,66 Ton**.

3.3.3 Daya Dukung Kelompok Tiang

1. Penentuan Jumlah Tiang

   n = $\frac{P}{Qu} = \frac{123,61\ Ton}{117,33 Ton} = 1,05 \sim 2$ buah → Dari hasil perhitungan, maka jumlah tiang pada titik P6 adalah 2 buah.

Direncanakan menggunakan 2 bored pile, dimana:

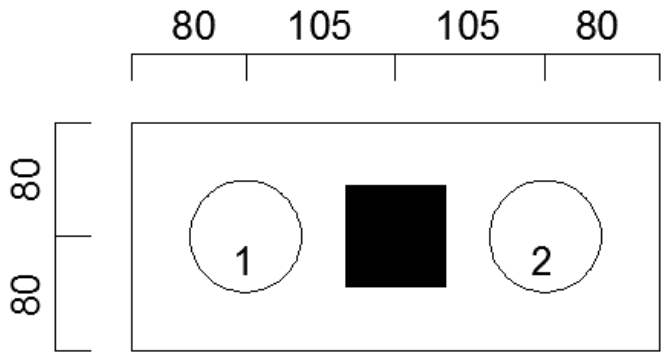
P = Gaya aksial yang bekerja pada titik P6

Jarak antar bored pile S ≥ 2,5 – 3 D

Jarak minimum antar bored pile = 2,5 D = 2,5 x 0,8 m = 2 m

Diambil : 1) Jarak bored pile = 2,1 m

2) Jarak bored pile ke tepi = 0,8 m



Gambar 3.5 Jumlah dan Jarak Tiang

(Hasil Analisa)

2. Efisiensi sebuah kelompok tiang

$$Eg = 1\text{-}\Theta \frac{(n-1).m+(m-1).n}{90 . m . n}$$

$$= 1 - \tan^{-1}\frac{0,8}{2,1}\left[\frac{(2-1).1+(1-1).2}{90.1.2}\right]$$

$$= 0,768$$

Qu = 117,33 Ton

3. Daya dukung ijin untuk kelompok tiang

Qpg = Eg x n x Qu

= 0,768 x 2 x 117,33 Ton

= **180,21 > Pu = 117,33 Ton (OK)**

3.3.4 Penulangan Pondasi Tiang Bor

Dari perhitungan dengan menggunakan program SAP 2000 v14 maka didapat nilai momen, shear dan aksial seperti pada Tabel 3.6 di bawah ini.

Tabel 3.6 Momen, Shear, Aksial dari Perhitungan SAP 2000 dan Cara Manual

Momen (M) (Kg.m)	Shear (V) (Kg/m)	Aksial (P) (Kg)
123433,27	**38899,38**	**123613,22**

Sumber: Hasil Perhitungan SAP 2000

1. Perhitungan Tulangan Lentur

a. Hitung Mu

$$Mu = \frac{M}{n}$$

$$= \frac{123433{,}27 \text{ kg.m}}{2} = 61716{,}635 \text{ kg.m}$$

b. Hitung Mn

Mn = $\frac{Mu}{\varphi}$ → **φ** = faktor reduksi kekuatan tekan dengan tulangan spiral 0,70

$$= \frac{61716{,}635 \text{ kg.m}}{0{,}70} = 88166{,}621 \text{ kg.m}$$

c. Menghitung $\rho_{min,}$ ρ dan ρ_{max}

$$\rho_{min} = \frac{1{,}4}{Fy}$$

$$= \frac{1{,}4}{400}$$

$$= 0{,}0035$$

$$\rho_b = \frac{0{,}85\beta Fc'}{Fy} \text{ x } \left(\frac{600}{600+Fy}\right)$$

$$= \frac{0{,}85\ (0{,}85)(30\ Mpa)}{400\ Mpa} \cdot \left(\frac{600}{600+400}\right)$$

$$= 0{,}054 \text{ x } 0{,}6$$

$$= 0{,}0324$$

$$\rho_{max} = 0{,}75\ (\rho_b)$$

$$= 0{,}75 \cdot (0{,}0324)$$

$$= 0{,}0243$$

d. Menghitung ρ

$$m = \frac{Fy}{0{,}85Fc'} = \frac{400 \text{ Mpa}}{0{,}85\ (30 \text{ Mpa})} = 15{,}68$$

$$Rn = \frac{Mn}{bd^2} = \frac{88166{,}621}{0{,}80 \cdot (0{,}674)^2}$$

$$= 242602{,}02 \text{ kg/m}^2 \sim 2{,}379 \text{ Mpa}$$

$$\rho = \frac{1}{m} \text{ x } \left(1 - \sqrt{1 - \frac{(2m.Rn)}{Fy}}\right)$$

$$\rho = \frac{1}{15{,}68} \text{ x } \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(15{,}68)(2{,}379)}{400}}\right)$$

ρ = 0,0062

0,0035 < 0,0062 < 0,0243

$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$ → $\rho_{min} < \rho$ maka dipakai nilai ρ

e Menghitung Luas Tulangan

$A_{S\ perlu} = \rho$ x b x d

h = 800 mm

= h – ds → ds = Sb + Øsengkang + D/2

= 40 mm + 12 mm + 22 mm / 2

= 63 mm

= 800 mm – 63 mm = 737 mm

d = h – Sb – Øsengkang – ½ x Øtul utama

= 737 mm – 40 mm – 12 mm – 11 mm

= 674 mm → 67,4 cm

As perlu = (0,0062) (80 cm) (67,4 cm)

= 33,43 cm^2

Untuk Tul. Utama D19 :

$A_{S\ tul}$ = ¼ . π . (1,9 cm)^2 = 2,83 cm^2

Jumlah Tulangan, $n = \frac{As}{As\ tul}$

$= \frac{33{,}43\ cm^2}{2{,}83\ cm^2}$ = 11,81 ~ **12 Ujung**

Kesimpulan :

Dari perhitungan beban dibagi dengan daya dukung tiang didapat hasil jumlah tiang n = 2 buah tiang bor dalam satu baris. Jumlah tulangan lentur yang didapat adalah 12 ujung dengan tulangan utama Ø 19 atau 12D19.

2. Perhitungan Tulangan Geser (berdasarkan SNI 03-2847-2002)

Vu = 38899,38 kg/m → 38899,38 kg /2 = 19449,69 kg ~ 190736,302 N

Vc = $\left(1 + \frac{Vu}{14Ag}\right)$. ($\frac{\sqrt{f'c}}{6}$) . b_w.d

$= \left(1 + \frac{190736{,}302\ \text{N}}{14\ x\ 502400\ mm^2}\right) . \left(\frac{\sqrt{30\ MPa}}{6}\right)$ x 800 mm x 674 mm

= 505567,96 N = 51553,584 kg

ØVc = 0,70 x 505567,96 N : Ø= faktor reduksi kekuatan untuk tul. spiral

= 353897,572 N ~ 36087,509 kg

Vu < Ø Vc = 19449,69 kg < 36087,509 kg **(OK)**

Karena Vu < Ø Vc, maka digunakan tulangan geser minimum sesuai dengan SNI 03-2847-2002 dimana tulangan geser minimum yaitu Ø10-150 mm.

Tabel 3.7 Hasil Perbandingan Perhitungan Penulangan

(Sumber : Hasil Analisa)

Tulangan Hasil Perhitungan		**Tulangan Yang Dipakai di Lapangan**	
Tul. Utama	**Tul. Geser**	**Tul. Utama**	**Tul. Geser**
12 D19 mm	**Ø10 – 150 mm**	**20 D19 mm**	**Ø12 – 100 mm**

Kesimpulan :

Perbandingan perhitungan penulangan dari hasil perhitungan pondasi tiang bor dan yang dipakai di lapangan dapat dilihat pada Tabel 3.7. Tulangan utama yang digunakan ialah Ø19 dan jumlah tulangan berbeda jauh dari yang ada di lapangan.

3.3.5 Menghitung Tinggi Pile Cap dan Penulangannya

Untuk menghitung besarnya momen, geser satu arah dan geser pons diperlukan data sebagai berikut:

Jumlah tiang = 2 buah

Dimensi kolom = 70 cm x 70 cm

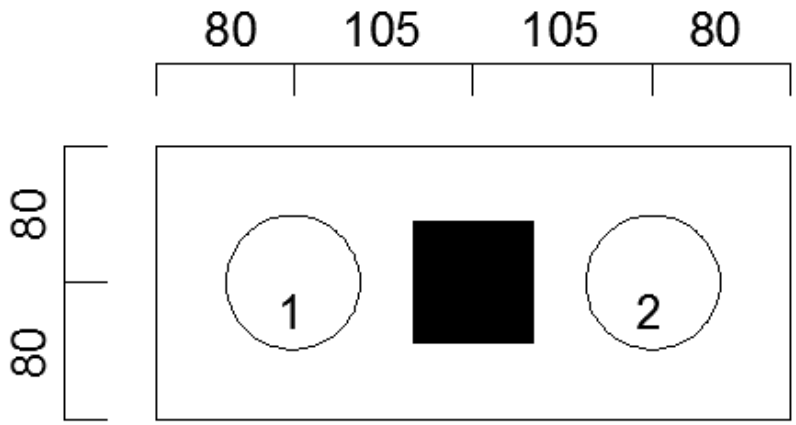
Mutu beton (f'c) = 30 MPa

$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{123613{,}22\ kg}{70\ cm\ x\ 70\ cm}$ = 25,22 kg/cm^2

Mutu baja (fy) = 400 MPa

Beban aksial kolom (P) = 123613,22 kg

Gaya geser = 38899,38 kg/m



Gambar 3.6 Jumlah dan Jarak Tiang

(Hasil Analisa)

a. Gaya geser

Karena nilai yang diketahui adalah nilai total, maka berlaku rumus 1,4 x Pu (*Hanggoro Tri Cahyo A,2006*).

= 1,4 x Pu

= 1,4 x 123613,22kg

= 173058,508 kg

Sehingga beban per tiang ultimit:

$Q_1 = Q_2 = \frac{173058,508\ kg}{2}$ = 86529,25 kg = 848,562 kN

b. Cek terhadap geser pons

Besarnya tinggi efektif (d) secara coba-coba.

d = 80 cm = 800 mm

Vu_{pons} = Pu

= 173058,508 kg = 1697,124 kN

c. Keliling bidang kritis geser pons (b_o)

b_o = 2 . (b+d) + 2 . (h+d)

= 2 . (70 cm + 80 cm) + 2 . (70 cm + 80 cm)

= 600 cm = 6000 mm

ΦVc_{pons} = 0,6 . 0,33 . $\sqrt{f'c}$. b_o . d

= 0,6 . 0,33 . $\sqrt{30}$. 6000 . 800

= 5205555,187 N = 5205,55 kN

Syarat :

$Vu_{pons} < \Phi Vc_{pons}$

1697,124 kN < 5205,55 kN .....**OK (aman terhadap geser pons)**

d. Cek terhadap geser lentur

$Vu_{\text{geser lentur}}$ = total gaya geser (Data SAP)

= 38899,38 kg/m ~ 381,472 kN

$\Phi Vc_{\text{geser lentur}} = 0{,}6 \cdot 0{,}17 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_o \cdot d$

$= 0{,}6 \cdot 0{,}17 \cdot \sqrt{30} \cdot 6000 \text{ mm} \cdot 800 \text{ mm}$

= 2681649,642 N = 2681,64 kN

Syarat :

$Vu_{\text{geser lentur}} < \Phi Vc_{\text{geser lentur}}$

381,472 kN < 2681,64 kN .....**OK (aman terhadap geser lentur)**

e. Tebal Pile Cap (t_h)

t_h = d + 15 cm + selimut beton + ½ diameter tul. Pile Cap

= 80 cm + 15 cm + 5 cm + (1/2 x 2,2 cm)

= 101,1 cm = 1 m

f. Perhitungan Tulangan Pile Cap

Momen terhadap titik berat kolom

Mu = 123433,27 kg.m (data SAP)

= 12343327 kg.cm

B = 360 cm

d = 80 cm

f'c = 30 MPa ~ 305,91 kg/cm^2

fy = 400 MPa ~ 4078,88 kg/cm^2

β_1 = 0,85 → karena f'c ≤ 30 MPa

$Mn = \frac{Mu}{0{,}8}$

$= \frac{12343327\ kg.cm}{0{,}8}$

= 15429158,75 kg.cm

$K = \frac{Mn}{B \cdot d^2 .0{,}85 .f'c}$

$$= \frac{15429158,75}{360 \,.\, 80^2 \,.\, 0,85 \,.\, 305,91}$$

$$= 0,0257$$

$$F = 1 - \sqrt{1 - 2K}$$

$$= 1 - \sqrt{1 - 2 \text{ x } 0,0257}$$

$$= 0,0260$$

$$F_{max} = \frac{\beta 1 \;\; .4500}{6000 + fy}$$

$$= \frac{0,85 \,.\, 4500}{6000 + 400}$$

$$= 0,59766$$

Karena $F \leq F_{max}$, maka diperhitungkan untuk tulangan tunggal.

$$As = \frac{F \,.\, B \,.\, d \,.\, 0,85 \,.f'c}{fy}$$

$$= \frac{0,0260 \; x \; 360 \; x \; 80 \; x \; 0,85 \; x \; 305,91}{4078,88}$$

$$= 47,73 \text{ cm}^2$$

$\rho_{min} = 0,0025$ → nilai ρ_{min} untuk plat

$As_{min} = \rho_{min} \,.\, B \,.\, d$

$= 0,0025 \text{ x } 360 \text{ x } 80$

$= 72 \text{ cm}^2$

Karena $As_{min} > As$, maka dipakai nilai As_{min} dan tulangan menggunakan D22

$As_{\text{ tulangan}} = ¼ \,.\, \pi \,.\, (2,2 \text{ cm})^2$

$= 3,799 \sim 3,8 \text{ cm}^2$

g. Jumlah tulangan (n)

$$n = \frac{As}{As \; tulangan}$$

$$= \frac{72}{3,8}$$

$= 18,94 \sim$ **19 D22**

Untuk tulangan atas :

$As' = 0,15\% \,.\, B \,.\, d$

$= 0,15\% \,.\, 360 \,.\, 80$

$= 43,2 \text{ cm}^2$

Tulangan atas digunakan D19, dimana :

$As'_{tulangan}$ $= ¼ . \pi . (1{,}9\ cm)^2$

$= 2{,}83\ cm^2$

Maka,

$$n = \frac{As'}{As'\ tulangan}$$

$$= \frac{43{,}2}{2{,}83}$$

$= 15{,}26 \sim$ **16 D19**

Karena panjang Pile Cap (B) = 360 cm, maka jumlah tulangan dapat dikonversikan penggambarannya menjadi :

$$\frac{B-(2\ x\ Selimut\ \ beton\ )}{jumla\ h\ tulangan} = \frac{360\ cm\ -\ (2\ x\ 5\ cm)}{19}$$

$= 18$ cm

= D22 – 180 mm **(Tulangan Bawah)**

$$\frac{B-(2\ x\ Selimut\ \ beton\ )}{jumla\ h\ tulangan} = \frac{360\ cm\ -\ (2\ x\ 5\ cm)}{16}$$

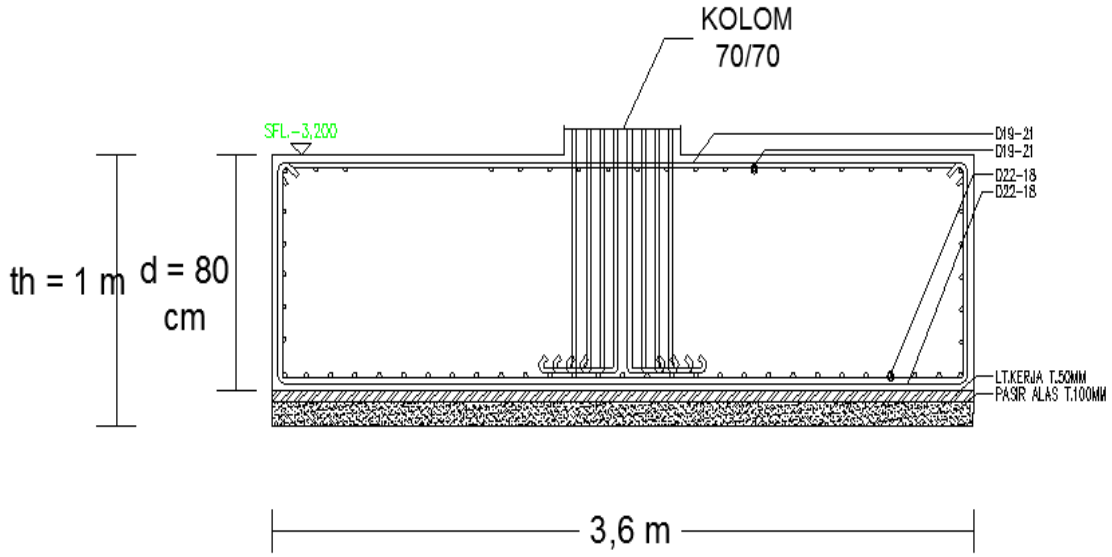
$= 21$ cm

= D19 – 210 mm **(Tulangan Atas)**

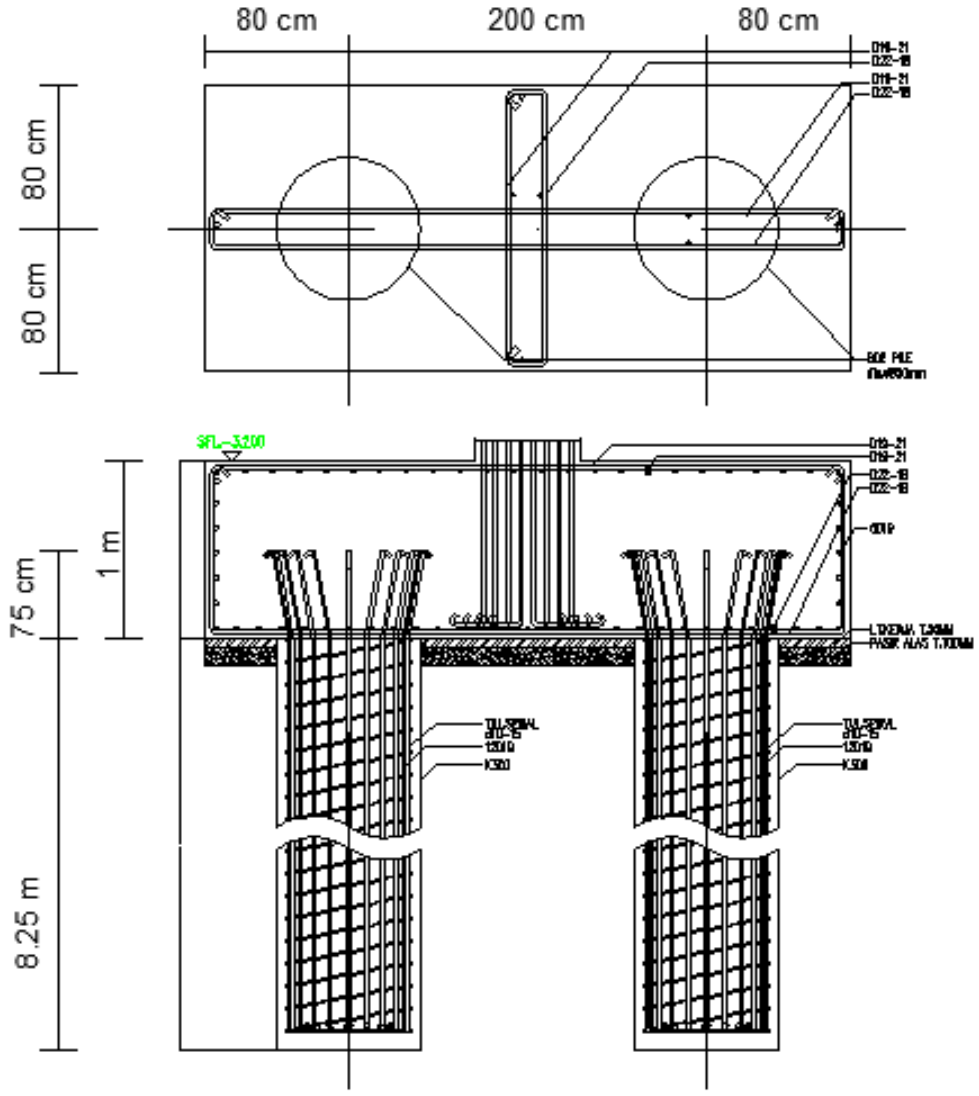
Tabel 3.8 Hasil Perbandingan Perhitungan Penulangan Pile Cap

(Sumber : Hasil Analisa)

Tulangan Hasil Perhitungan				**Tulangan Yang Dipakai di Lapangan**			
Tul. Utama	**Tul. Atas**	**Jumlah**		**Tul. Utama**	**Tul. Atas**	**Jumlah**	
		Tul. Atas	**Tul. Bawah**			**Tul. Atas**	**Tul. Bawah**
19 D22	**16 D19**	**Ø19 – 210 mm**	**Ø22 – 180 mm**	**28 D22**	**14 D19**	**Ø19 – 150 mm**	**Ø22 – 125 mm**



Gambar 3.7 Detail Pile Cap



Gambar 3.8 Tampak tulangan bored pile dan pile cap

(*Hasil Analisa*)

Kesimpulan :

Dari hasil perhitungan perencanaan Pile Cap di Titik P6 didapat ukuran Pile Cap sebagai berikut :

P6 = P x L x T
= 3,6 m x 1,6 m x 1 m
Jumlah tiang = 2 buah
Diameter = Ø 80
Selimut beton= 5 cm = 50 mm

3.4 Metode Pelaksanaan Pondasi Tiang Bor di Lapangan

Berikut di bawah ini adalah uraian secara singkat mengenai metode pelaksanaan pondasi tiang bor yang dilakukan di lapangan.

Tahapan pekerjaan pondasi bored pile adalah sebagai berikut.

1. Persiapan Lokasi Pekerjaan

Sebelum pelaksanaan pekerjaan dimulai terlebih dahulu dilakukan pembersihan lokasi dari benda-benda yang dapat menghalangi pekerjaan berlangsung seperti puing-puing bangunan atau konstruksi sebelumnya. Pembersihan dilakukan dengan menggunakan alat berat mis, Excavator untuk mempersiapkan area proyek agar alat-alat berat lain untuk pekerjaan pondasi bisa masuk.

2. Survey Lapangan dan Pengukuran

Tim surveyor mengukur dan menentukan posisi titik koordinat tiang bor dengan menggunakan alat bantu.

3. Pemasangan Patok

Setelah dilakukan survey di lapangan maka yang dilakukan selanjutnya adalah memasang tanda / patokan berdasarkan titik as pondasi yang telah disurvey.

4. Pembuatan Drainase

Drainase dan kolam air dibuat sebagai tempat penampungan air bersih untuk pekerjaan pengecoran sekaligus untuk tempat penampungan air bercampur lumpur hasil dari pengeboran.

5. Pengeboran

Pengeboran dilakukan dengan menggunakan 2 (dua) jenis alat dan kegunaan yang berbeda. Mesin bor yang digunakan yaitu :

1) Mesin bor modern berwarna merah, walaupun ukurannya besar tapi fungsinya hanya untuk bor saja dengan jangkauan 5-6 titik dalam sehari dan tidak bisa mengangkat atau memasukkan tulangan.
2) Mesin bor tradisional berwarna hijau, berukuran lebih kecil dan daya jangkau bor 2-3 titik. Alat ini bisa mengangkat tulangan tiang bor dan memasukkan ke dalam lubang pondasi juga bisa membantu dalam proses pengecoran.

Mata bor disambung dengan stang pemutar lalu mata bor ditempatkan pada as patokan (titik pondasi). Posisi alat / mesin bor tegak lurus terhadap lubang yang akan dibor dan dicek dengan waterpass. Tipe auger disesuaikan dengan ukuran diameter lubang yang akan dibor.

6. Penulangan

Penulangan tiang bor dilakukan setelah pengeboran selesai. Perakitan tulangan dilakukan di lapangan dengan jumlah tulangan 20 D19 untuk diameter lubang 80 cm dan apabila persediaan besi D19 tidak ada maka jumlah tulangan diganti dengan 20 D22 berdasarkan persediaan yang ada di lapangan. Pada bagian tulangan spiral dan tulangan utama ikatan kawat bendrat tidaklah kuat sehingga pada saat diangkat tulangan rusak (tulangan spiral dengan tulangan utama lepas). Tempat perakitan berada jauh dari posisi lubang yang akan dipasangkan tulangan sehingga diperlukan tenaga manusia untuk mengangkat tulangan tersebut ke tempat yang dapat dijangkau oleh mesin / alat. Gambar 3.9 memperlihatkan proses perakitan tulangan pondasi bored pile.



Gambar 3.9 Proses perakitan tulangan pondasi

(Dokumentasi Lapangan)

7. Proses Pengecoran

Sebelum pelaksanaan pengecoran dimulai terlebih dahulu alat dan bahan perlu disediakan. Berikut adalah alat dan bahan/material yang dipakai untuk pekerjaan pengecoran:

Alat yang digunakan :

a) Alat boring
b) Concrete Mixer / Beton Molen
c) Concrete vibrator
d) Pipa Tremi
e) Cangkul
f) Slang Air

Adapun proses pengecoran bore pile di proyek pembangunan Gedung Pendidikan Terpadu, sebagai berikut:

1) Setelah besi tulangan yang telah dirangkai dimasukkan, di dalam lubang Ø80 diisi air dengan slang air untuk melarutkan tanah hingga lembek yang selanjutnya akan dialirkan ke bak tampungan. Fungsi bak tampungan / kolam air adalah untuk tempat penampungan air bercampur lumpur hasil dari pengeboran dan pembersihan. Pembersihan dilakukan dengan cara mengangkat besi tulangan dengan alat dan merojokkannya berkali-kali ke dalam lubang yang telah di bor hingga lumpur di dalam keluar dan tercampur dengan air. Gambar 3.10 (a) dan (b) di bawah ini adalah proses pembersihan lubang pondasi yang diisi air untuk mengeluarkan lumpur dari dasar lubang.



(a) (b)

Gambar 3.10 Proses pembersihan lubang pondasi

(Dokumentasi Lapangan)

2) Begitu selesai pembersihan, pipa tremie diangkat dan dipasang sepanjang lubang yang dibor. Gambar 3.11 memperlihatkan pipa tremie yang diangkat oleh mesin untuk kemudian dimasukkan ke dalam lubang yang telah di bor.



Gambar 3.11 Pemasangan pipa tremie pada lubang bor
(Dokumentasi Lapangan)

3) Beton Readymix dengan slump 12 ± 2 cm dituangkan ke dalam tremie hingga pipa tersebut terisi penuh. Selanjutnya pipa di angkat turun berkali-kali sampai beton yang di dalam tremie habis sambil diukur dengan bak ukur seberapa dalam beton telah terisi. Beton dituangkan lagi kedalam pipa tremie dan dengan demikian pengecoran tiang dilanjutkan hingga permukaan beton mencapai ketinggian yang diinginkan seperti yang terlihat pada Gambar 3.12 proses slump test beton (a), dan pengecoran pondasi bore pile dengan pipa tremie dan beton ready mix (b).



(a)



(b)

Gambar 3.12 Slump Test beton dan proses pengecoran pondasi bored pile
(Dokumentasi Lapangan)

Selama pengecoran berlangsung ujung bawah pipa tremie harus terbenam didalam beton. Bila pipa tremie terlampau panjang maka pipa tremie dengan panjang masing-masing potongan antara 1 – 6 meter harus diangkat dan dipotong. Bilamana tidak ada air di dalam lubang bor, pengecoran beton dilakukan dengan pipa tremie pendek (± 1 m) dan corong saja. Pipa tremie pendek ini berfungsi agar beton yang dituangkan jatuh ditengah-tengah lubang.

8. Pada basement, dinding penahan yang terpasang adalah dinding penahan tanah biasa (DPT) dan bukan Shear Wall atau dinding geser. Pada bagian lift dipasang core lift dengan menggunakan material baja di setiap lantai.

Kesimpulan :

Jika dibandingkan metode pelaksanaan pekerjaan pondasi tiang bor di lapangan dan secara teoritis terdapat banyak perbedaan yang mungkin karena adanya faktor tertentu atau kesepakatan bersama. Berikut ini adalah beberapa perbandingan metode pelaksanaan secara teori dan metode pelaksanaan pekerjaan di lapangan :

1) Proses pengeboran di lapangan dilakukan lebih dahulu baru perakitan tulangan tiang bor. Sewajarnya tulangan yang digunakan sudah harus tersedia lebih dahulu sebelum pengeboran dilakukan sehingga begitu proses pengeboran selesai tulangan yang telah dirakit langsung dipasang. Hal ini untuk menghindari terjadinya kelongsoran dinding lubang yang sudah selesai dibor.
2) Antara tulangan utama dan tulangan spiral terkadang tidak diikat dengan kuat sehingga pada waktu pengangkatan tulangan oleh alat terjadi kerusakan pada tulangan (ikatan lepas dan sebagainya dan tulangan menjadi rusak). Tempat perakitan tulangan berada jauh dari posisi titik pondasi.
3) Tulangan utama yang digunakan berdasarkan gambar perencanaan ialah 20D19 namun yang terpasang di lapangan selain yang ditentukan ialah 20D22 sehingga dapat dikatakan jumlah tulangan untuk pondasi termasuk boros karena jika diameter tulangan semakin besar maka jumlah tulangan haruslah semakin sedikit dan sebaliknya.

4) Lubang pondasi tidak dipasangkan casing. Pada saat tulangan akan dimasukkan bagian dari tulangan menyentuh dinding lubang yang mengakibatkan tanah/pasir di sekitar dinding berjatuhan ke dasar lubang galian (longsor) yang akhirnya menyebabkan melebarnya lubang di bagian tertentu. Seharusnya hal pertama dilakukan pada saat pengeboran ialah casing tersebut sudah dipasang sehingga ketika tulangan pondasi dimasukkan tidak perlu khawatir lagi pasir/tanah di dinding lubang berjatuhan ke dasar lubang galian.

5) Media yang digunakan adalah air yang diisi langsung ke dalam lubang galian yang bisa saja mengakibatkan adanya lumpur sisa di dalam lubang sehingga pada saat pengisian adonan beton dari truk molen ke dalam pipa tremie yang memakan waktu sepersekian detik hingga 1 menit membuat beton yang telah terisi tercampur dengan lumpur tersebut. Dampaknya, terdapat cekungan berisi adonan beton dan tanah lembek/lumpur yang pada akhirnya akan berpengaruh pada kekuatan daya dukung pondasi bore pile terhadap bangunan yang ada di atasnya ketika terjadi gempa dan sebagainya.

6) Pada proses pengecoran, ujung tremie tetap berada di atas permukaan beton yang seharusnya pipa tremie wajib tertanam dalam adonan beton sedikitnya 1-1,5 m dari atas beton sambil digoyang – goyangkan dengan mesin untuk pemadatan beton di dalam lubang bor.

BAB IV
PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa pada bab pembahasan maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1) Hasil analisa daya dukung tiang di titik yang ditinjau mampu untuk memikul beban yang bekerja pada titik tersebut dengan data pembebanan yang diambil dari SAP2000 dan data lain yang diperlukan dalam perhitungan;

   Wtot-arah X = 3242901 kg

   Wtot-arah Y = 1629355,872 kg

   P = 123613,22 kg ~ 123,613 Ton

   Vu = 38899,38 kg/m

   Mu = 123433,27 kg.m

   Qu yang dipakai = 117,33 Ton

   Qa yang didapat = 46,49 Ton ≤ 58,66 Ton (OK)

   Daya Dukung Ijin untuk kelompok tiang (Qpg) = 180,21 Ton > Pu= 117,33 Ton (OK)

2) Desain dan perbandingan analisa hasil perhitungan dengan yang terpasang di lapangan adalah sebagai berikut :

   Tabel 4.1 Perbandingan Pondasi Hasil Analisa dengan Pondasi Terpasang di Lapangan *(Sumber: Hasil Analisa)*

	Tulangan Hasil Perhitungan	**Tulangan Terpasang**
Diameter Pondasi	80 cm	80 cm
Kedalaman Pondasi	9 m	9 m
Penulangan longitudinal	12 D19	20 D19
Penulangan sengkang	Ø10 – 150 mm	Ø12 – 100 mm
Ukuran Pile Cap	3,6 m x 1,6 m x 1 m	3,6 m x 1,6 m x 1 m
Tulangan Bawah	Ø22 – 180 mm	Ø22 – 125 mm
Tulangan Atas	Ø19 – 210 mm	Ø19 – 150 mm

4.2 Saran

Setelah dilakukan analisa hasil perhitungan dalam tugas akhir ini, maka disarankan beberapa hal berikut :

1) Ada baiknya perencanaan pondasi tidak hanya berdasarkan data sondir saja namun menggunakan data laboratorium sebagai pembanding demi keakuratan hasil akhir yang dipakai dalam perencanaan.
2) Jarak minimum antar tiang dapat direncanakan kembali berdasarkan hasil perhitungan efisiensi daya dukung kelompok tiang yang nantinya berpengaruh dalam biaya pondasi tiang bor dan desain pile cap di lapangan.
3) Adanya perbedaan jumlah tulangan dan ukuran pile cap yang didapat dari analisa perhitungan dengan yang terpasang di lapangan kemungkinan disebabkan oleh faktor tertentu misalnya pihak pelaksana kekurangan persediaan material yang harus sesuai dengan perencanaan sehingga dilakukan perhitungan konversi tulangan dan pihak pelaksana mengambil keputusan berdasarkan asumsi dan pendapat dari berbagai pihak yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

Belenehu, T. 2014. Tugas Akhir: "*Analisis Perhitungan Perkuatan Struktur Kolom Pada Proyek Pembangunan Mall Star Square Manado"*. Politeknik Negeri Manado

Departemen Pekerjaan Umum. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG)*. Ditjen Cipta Karya Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung

Dipohusodo, I. 1993. *Struktur Beton Bertulang.* Departemen Pekerjaan Umum RI, Jakarta

Frick, H, Setiawan P.L. 2001. *Ilmu Konstruksi Struktur Bangunan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta

Girsang, P. 2009. Tugas Akhir: "*Analisa Daya Dukung Pondasi Bored Pile Tunggal Pada Proyek Pembangunan Gedung Crystal Square"*. Universitas Sumatera Utara, Medan

Gunawan, R.1983. *Pengantar Teknik Pondasi*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta

Hadihardaja, J. 1999. *Rekayasa Pondasi II: Pondasi Dangkal dan Pondasi Dalam*. Penerbit Gunadarma, Jakarta

Hardiyatmo, H.C. 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

Hardiyatmo, H.C. 2014. *Analisis dan Perancangan Fondasi I*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta

Hardiyatmo, H.C. (2012). *Mekanika Tanah I.* Gadjah Mada University Press Yogyakarta

Juwana, S.J. 2005. *Panduan Sistem Bangunan Tinggi*. Erlangga Jakarta

Pamungkas, A, Harianti, E. 2013. *Desain Pondasi Tahan Gempa*. ANDI OFFSET, Yogyakarta

Poluan, Zwingly. (2014). Tugas Akhir: *"Desain Pondasi Pada Proyek Pembangunan Ruko Blok B Golden Kawanua".* Politeknik Negeri Manado

RSNI 03-1726-2010. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung.

SKSNI T15-1991-03. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.

SNI 1726-2002. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung.

SNI 03-2847-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung

Sosrodarsono, S., Nakazawa Kazuto. (2000). *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. PT Pradnya Paramita, Jakarta

Tim Revisi Peta Gempa Indonesia. (2010). Ringkasan Hasil Studi Tim Revisi Peta Gempa Indonesia. Bandung

Titi, Farsakh. 1999. *Evaluation Of Bearing Capacity Of Piles From Cone Penetration Test Data.* Louisiana Transportation Research Center 4101 Gourrier Avenue Baton Rouge, LA 70808

CV. Arul Trustindo. 2011. https://bajaringantrustindo.wordpress.com/cara-menghitung-luas-rangka-atap-baja-ringan/ (akses tanggal 1 juli 2015, jam 24.00 wita)

Tabel 2.1.

Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung

BAHAN BANGUNAN

Baja	7.850 kg/m^3
Batu alam	2.600 kg/m^3
Batu belah, batu bulat, batu gunung (berat tumpuk)	1.500 kg/m^3
Batu karang (berat tumpuk)	700 kg/m^3
Batu pecah	1.450 kg/m^3
Besi tuang	7.250 kg/m^3
Beton (1)	2.200 kg/m^3
Beton bertulang (2)	2.400 kg/m^3
Kayu (Kelas I) (3)	1.000 kg/m^3
Kerikil, koral (kering udara sampai lembab, tanpa diayak)	1.650 kg/m^3
Pasangan bata merah	1.700 kg/m^3
Pasangan batu belah, batu bulat, batu gunung	2.200 kg/m^3
Pasangan batu cetak	2.200 kg/m^3
Pasangan batu karang	1.450 kg/m^3
Pasir (kering udara sampai lembab)	1.600 kg/m^3
Pasir (jenuh air)	1.800 kg/m^3
Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembab)	1.850 kg/m^3
Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembab)	1.700 kg/m^3
Tanah, lempung dan lanau (basah)	2.000 kg/m^3
Timah hitam (timbel)	11.400 kg/m^3

KOMPONEN GEDUNG

Adukan, per cm tebal:	
– dari semen	21 kg/m^2
– dari kapur, semen merah atau tras	17 kg/m^2
Aspal, termasuk bahan-bahan mineral penambah, per cm tebal	14 kg/m^2
Dinding pasangan bata merah:	
– satu batu	450 kg/m^2
– setengah batu	250 kg/m^2
Dinding pasangan batako:	
Berlubang:	
– tebal dinding 20 cm (HB 20)	200 kg/m^2
– tebal dinding 10 cm (HB 10)	120 kg/m^2
Tanpa lubang	
– tebal dinding 15 cm	300 kg/m^2
– tebal dinding 10 cm	200 kg/m^2
Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku), terdiri dari :	
– semen asbes (eternit dan bahan lain sejenis), dengan tebal maksimum 4 mm	11 kg/m^2
– kaca, dengan tebal 3 – 4 mm	10 kg/m^2
Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit-langit dengan bentang maksimum 5 m dan untuk beban hidup maksimum 200 kg/m^2	40 kg/m^2
Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m	7 kg/m^2
Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso per m^2 bidang atap	50 kg/m^2
Penutup atap sirap dengan reng dan usuk/kaso, per m^2 bidang atap	40 kg/m^2
Penutup atap seng gelombang (BWG 24) tanpa gordeng	10 kg/m^2
Penutup lantai dari ubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan, per cm tebal	24 kg/m^2
Semen asbes gelombang (tebal 5 mm)	11 kg/m^2

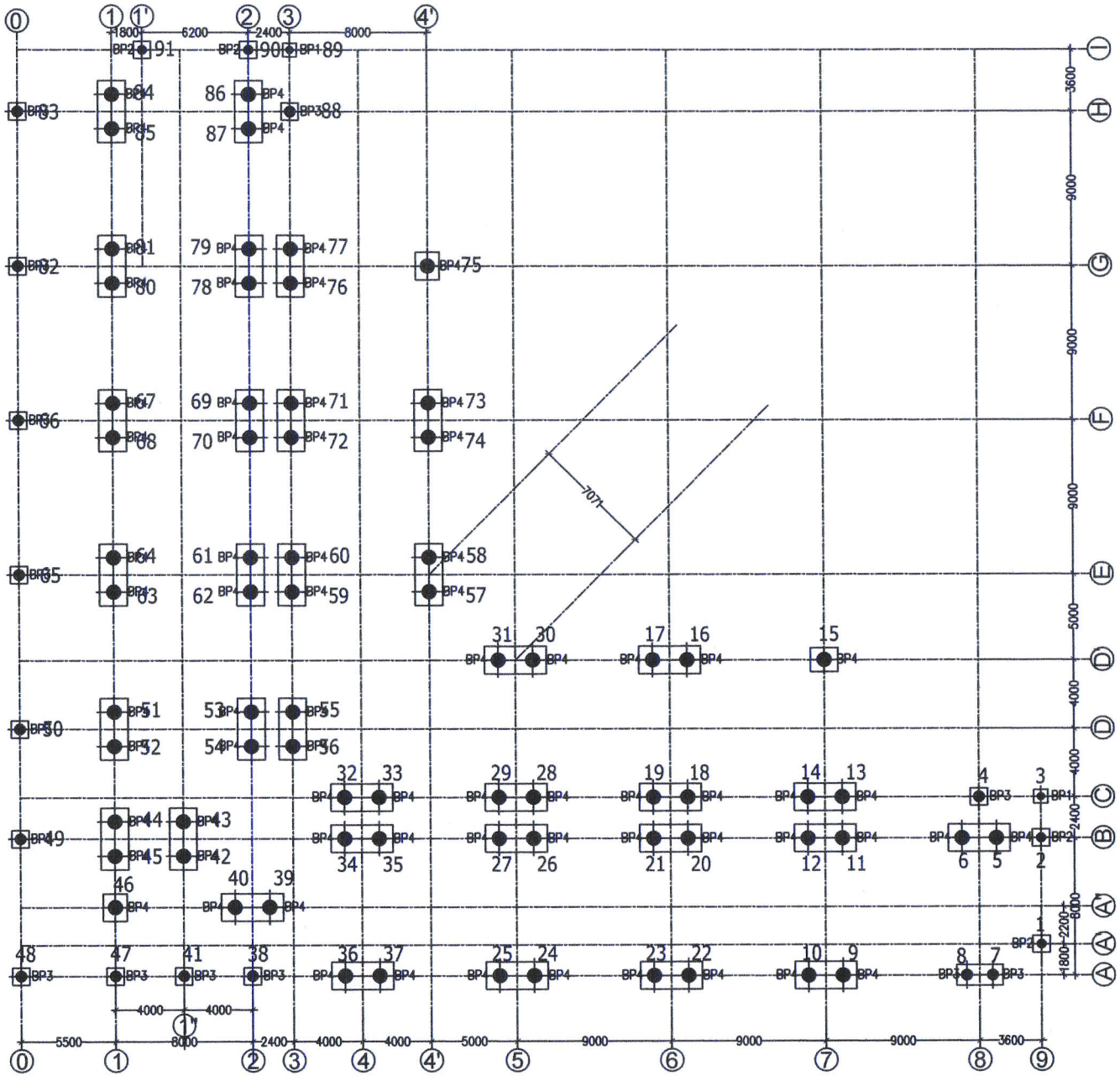
Tabel 3.1.

Beban hidup pada lantai gedung

a.	Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b	200 kg/m^2
b.	Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting yang bukan untuk toko, pabrik atau bengkel	125 kg/m^2
c.	Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama dan rumah sakit	250 kg/m^2
d.	Lantai ruang olah raga	400 kg/m^2
e.	Lantai ruang dansa	500 kg/m^2
f.	Lantai dan balkon-dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain dari pada yang disebut dalam a s/d e, seperti mesjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton dengan tempat duduk tetap	400 kg/m^2
g.	Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton yang berdiri	500 kg/m^2
h.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c	300 kg/m^2
i.	Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam d, e, f dan g	500 kg/m^2
j.	Lantai ruang pelengkap dari yang disebut dalam c, d, e, f dan g	250 kg/m^2
k.	Lantai untuk: pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan tersendiri, dengan minimum	400 kg/m^2
l.	Lantai gedung parkir bertingkat: – untuk lantai bawah – untuk lantai tingkat lainnya	 800 kg/m^2 400 kg/m^2
m.	Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300 kg/m^2

Tabel 1 Faktor Keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan

Kategori gedung	Faktor Keutamaan		
	I_1	I_2	I
Gedung umum seperti untuk penghunian, perniagaan dan perkantoran	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi.	1,4	1,0	1,4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun.	1,6	1,0	1,6
Cerobong, tangki di atas menara	1,5	1,0	1,5



MEMBER SCHEDULE

MEMBER	MARK	MATERIAL	SIZE (mm)	REMARK
	BP1	K300–U32	ø400,LENGTH 8M'	
	BP2	K300–U32	ø500,LENGTH 8M'	
	BP3	K300–U32	ø600,LENGTH 8M'	
	BP4	K300–U32	ø800,LENGTH 8M'	

RENCANA PERLETAKAN BOR PILE

SKALA 1 : 250

KETERANGAN

REVISI

NO	TANGGAL	CATATAN
1		
2		
3		
4		
5		

PEMBERI TUGAS

POLITEKNIK NEGERI MANADO

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO
PROJECT INVESTMENT, ARCHITECT, ENG.

KONTRAKTOR PELAKSANA

PT. CITRA PRASESTI KONSORINDO

KONSULTAN MK

arkitek team empat

	TGL	TTD
TEAM LEADER KONSULTAN MK MUHAMMAD RIDHWAN, ST.		
PEMIMPIN PROYEK KONTRAKTOR Ir. EKOWASIS BUDIARTO		

PROYEK

PEMBANGUNAN GEDUNG PENDIDIKAN TERPADU
POLITEKNIK NEGERI MANADO TAHUN ANGGARAN 2014

NAMA GAMBAR

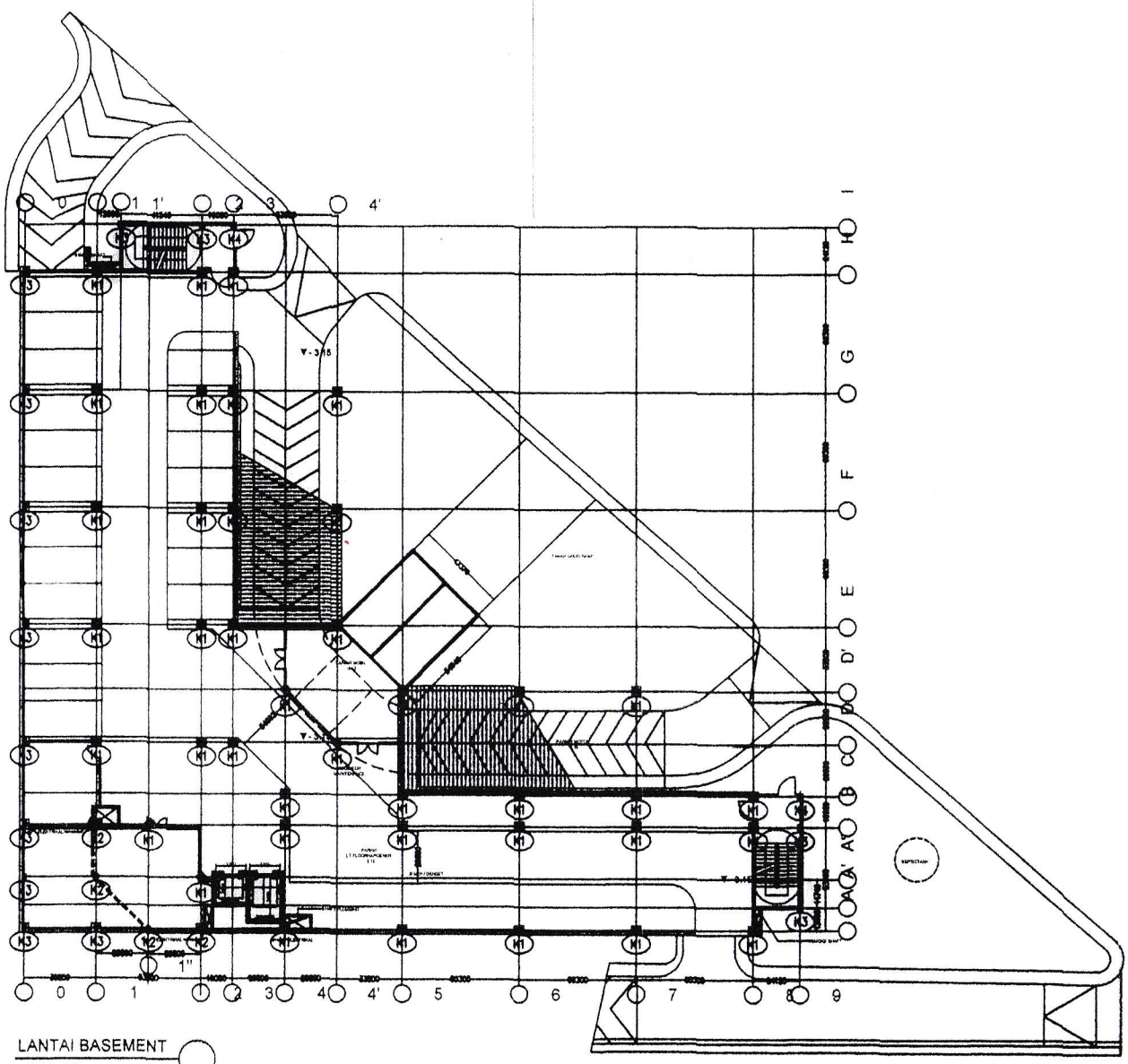
PERLETAKAN BOR PILE

GAMBAR

SHOP DRAWING

SKALA GAMBAR	1 : 250
DIGAMBAR OLEH	BAHTIAR A.Md
DIPERIKSA OLEH	
PEREDARAN UNTUK	

TANGGAL	KODE	HAL.GBR	JML.GBR
			41 LEMBAR



LANTAI BASEMENT

SKALA 1:250

KETERANGAN

PEMBERI TUGAS

POLITEKNIK NEGERI MANADO

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Ir. ALBERT THOMAS, MM, KOM

DIREKTUR

Ir. EMMY J. RANGAN, MT

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO

TEAM LEADER

Ir. RONALS L. TAMBUN

DIREKTUR

Ir. BAMBANG SUPRIHADIAN

NAMA PROYEK

PENYUSUNAN MASTERPLAN DAN DED
PENGEMBANGAN KAMPUS
POLITEKNIK NEGERI MANADO

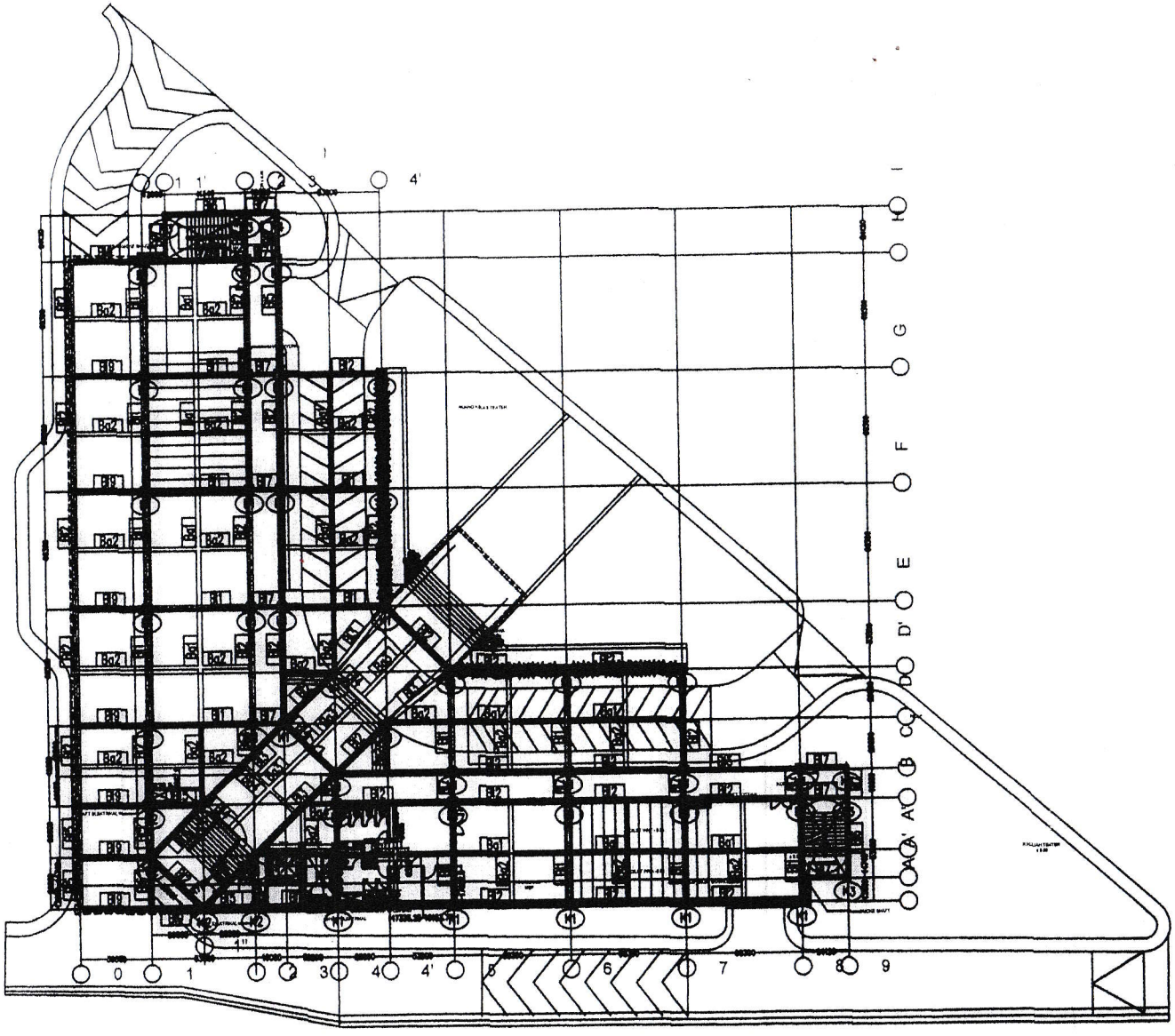
LOKASI PROYEK

JL. - MANADO

JUDUL GAMBAR

GAMBAR	SKALA

NO. GAMBAR	JUMLAH LEMBAR



LANTAI DASAR

SKALA 1:250

KETERANGAN

PEMBERI TUGAS

POLITEKNIK NEGERI MANADO

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Ir. ALBERT THOMAS, MM, KOM

DIREKTUR

Ir. JENNY J. RANGAN, MT

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO

TEAM LEADER

Ir. RONALS I. TAMBUN

DIREKTUR

Ir. BAMBANG SUPRIHADIJAN

NAMA PROYEK

PENYUSUNAN MASTERPLAN DAN DED PENGEMBANGAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI MANADO

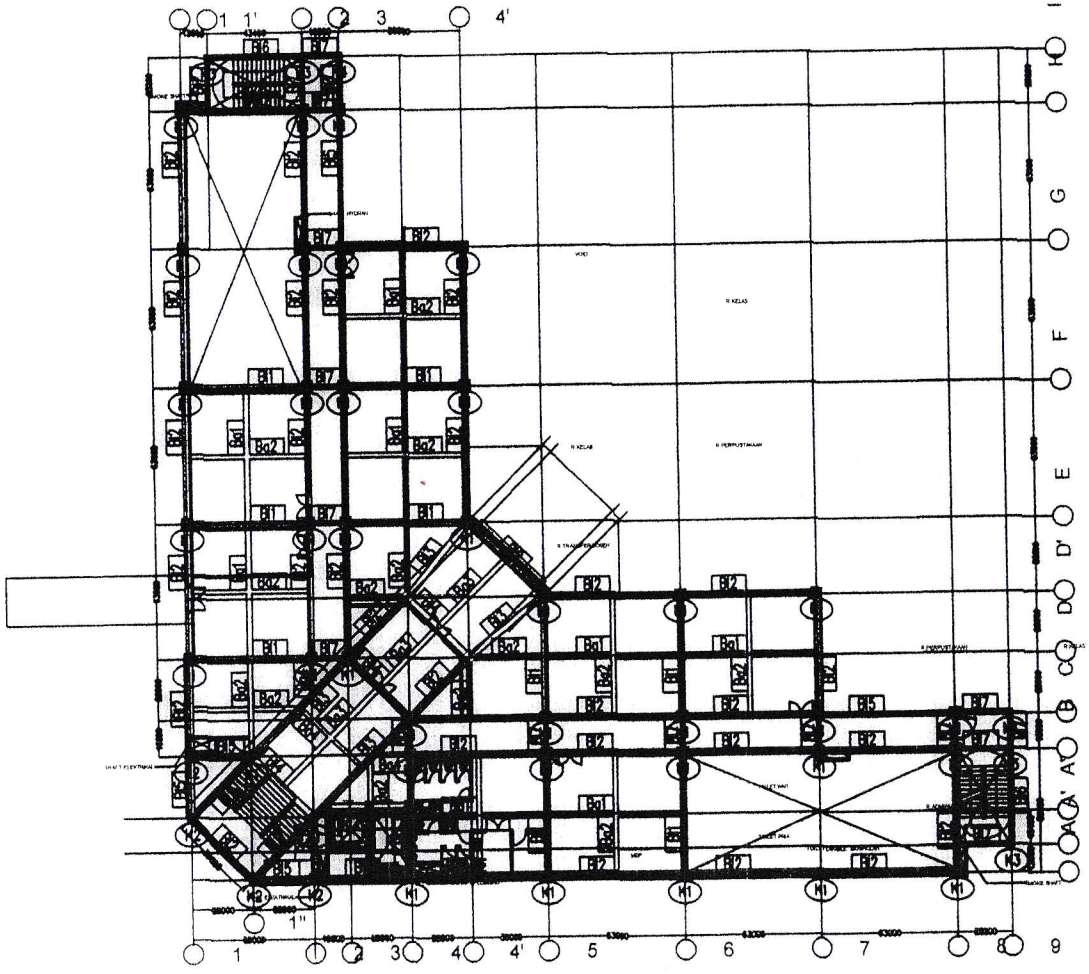
LOKASI PROYEK

Jl. - MANADO

JUDUL GAMBAR

GAMBAR	SKALA

NO. GAMBAR	JUMLAH LEMBAR



LANTAI - 1

SKALA 1:250

KETERANGAN

PEMBERI TUGAS

POLITEKNIK NEGERI MANADO

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Ir. ALBERT THOMAS, MM, KOM

DIREKTUR

Ir. JENNY J. RANGAN, MT

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO

TEAM LEADER

Ir. RONALS I. TAMBUN

DIREKTUR

Ir. BAMBANG SUPRIHADIJAN

NAMA PROYEK

PENYUSUNAN MASTERPLAN DAN DED PENGEMBANGAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI MANADO

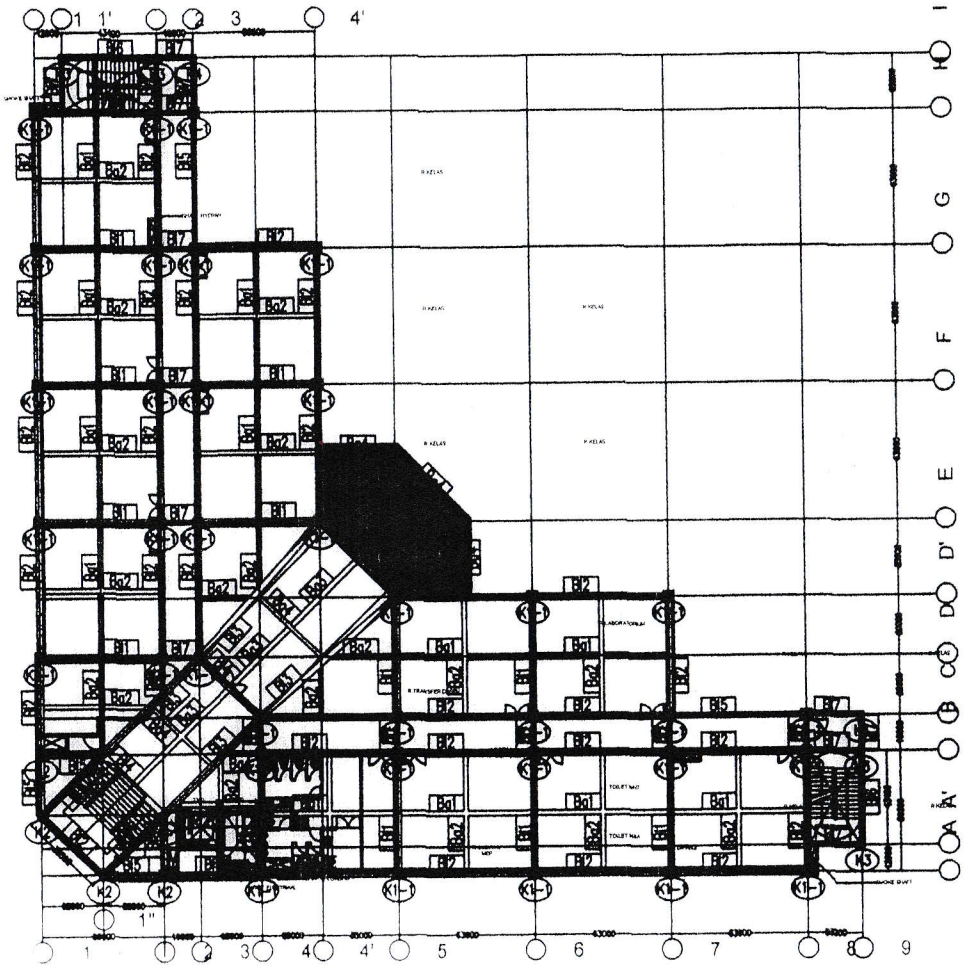
LOKASI PROYEK

JL. - MANADO

JUDUL GAMBAR

GAMBAR	SKALA

	NO. GAMBAR	JUMLAH LEMBAR



LANTAI - 2

SKALA 1:250

KETERANGAN

PEMBERI TUGAS

POLITEKNIK NEGERI MANADO

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Ir. ALBERT THOMAS, MM, M.Sc

DIREKTUR

Ir. JIMMY J. RANGAN, MT

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO

TEAM LEADER

Ir. RONALS I. TAMBUN

DIREKTUR

Ir. BAMBANG SUPRIHADIJAN

NAMA PROYEK

PENYUSUNAN MASTERPLAN DAN DED PENGEMBANGAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI MANADO

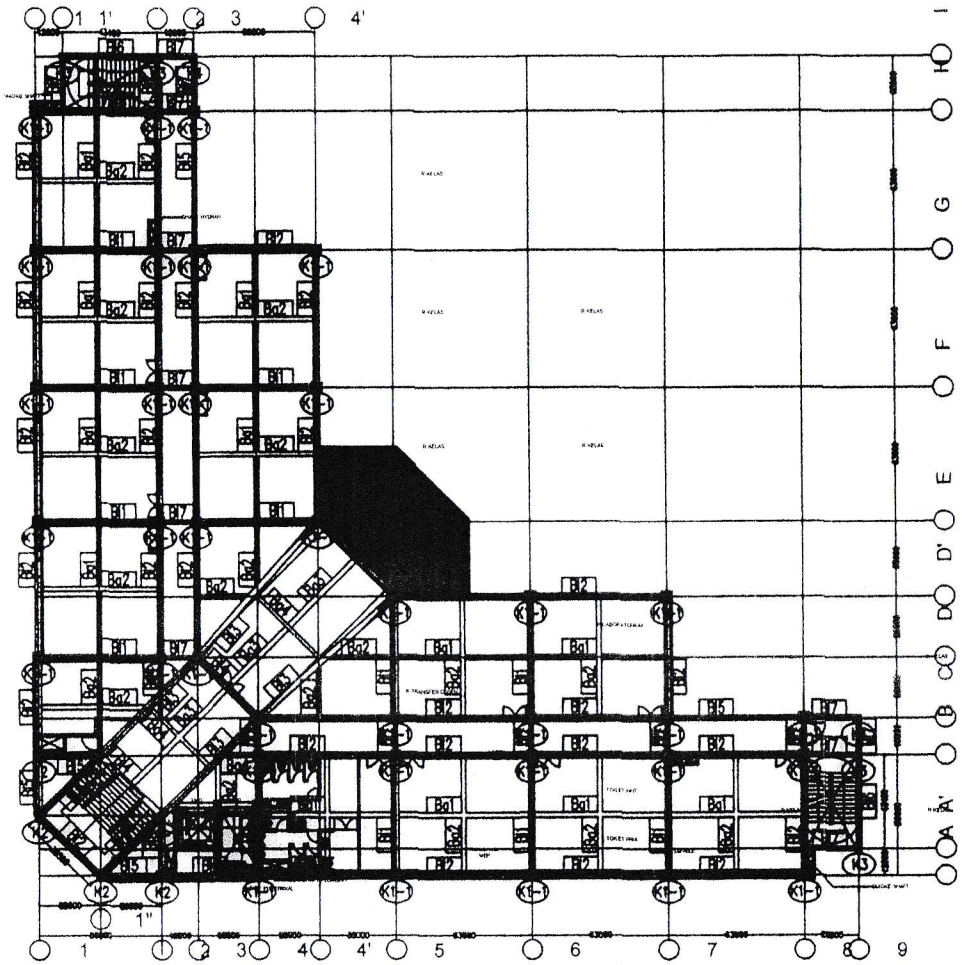
LOKASI PROYEK

JL. - MANADO

JUDUL GAMBAR

GAMBAR	SKALA

NO. GAMBAR	JUMLAH LEMBAR



LANTAI - 3 S/D 4

SKALA 1:250

KETERANGAN

PEMBERI TUGAS

POLITEKNIK NEGERI MANADO

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Ir. ALBERT THOMAS, MM, KOM

DIREKTUR

Ir. JENNY J. RANGAN, MT

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO

TEAM LEADER

Ir. RONALS L. TAMBUN

DIREKTUR

Ir. BAMBANG SUPRIHADIJAI

NAMA PROYEK

PENYUSUNAN MASTERPLAN DAN DED PENGEMBANGAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI MANADO

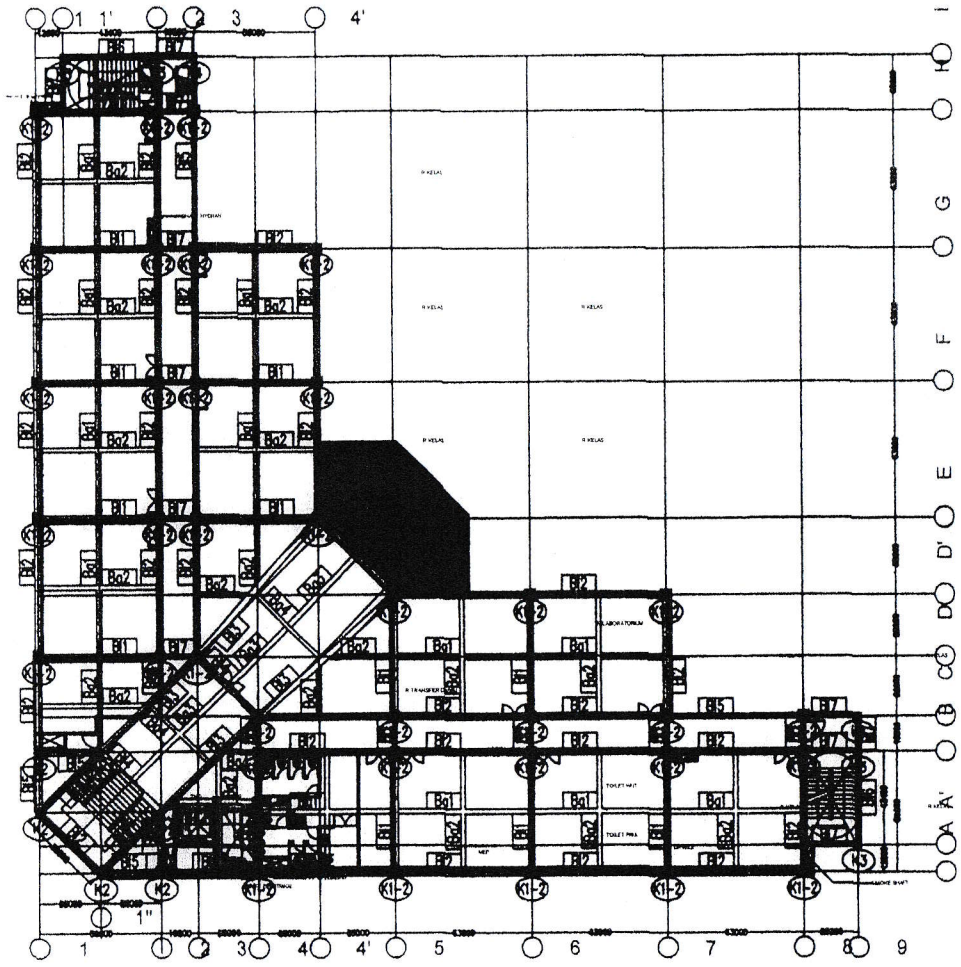
LOKASI PROYEK

JL. - MANADO

JUDUL GAMBAR

GAMBAR	SKALA

NO. GAMBAR	JUMLAH LEMBAR



LANTAI - 5

SKALA 1:250

KETERANGAN

PEMBERI TUGAS

POLITEKNIK NEGERI MANADO

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Ir. ALBERT THOMAS, MM, KOM

DIREKTUR

Ir. JENNY J. RANGAN, MT

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO

TEAM LEADER

Ir. RONALS I. TAMBUN

DIREKTUR

Ir. BAMBANG SUPRIHADIAN

NAMA PROYEK

PENYUSUNAN MASTERPLAN DAN DED PENGEMBANGAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI MANADO

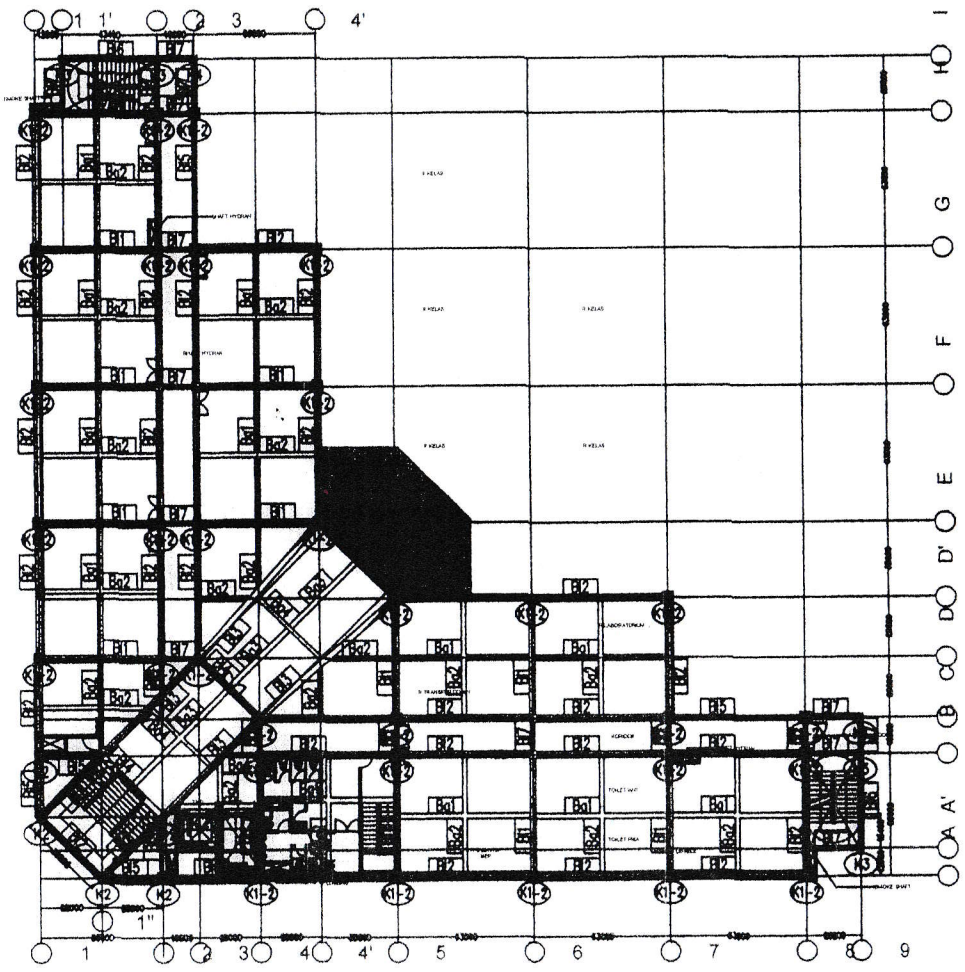
LOKASI PROYEK

JL. - MANADO

JUDUL GAMBAR

GAMBAR	SKALA

NO. GAMBAR	JUMLAH LEMBAR



LANTAI - 6

SKALA 1:250

KETERANGAN

PEMBERI TUGAS

POLITEKNIK NEGERI MANADO

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Ir. ALBERT THOMAS, MM, IOM

DIREKTUR

Ir. JIMMY J. RAMPAN, MT

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO

TEAM LEADER

Ir. ROKAS I. TAMBUN

DIREKTUR

Ir. BAMBANG SUPRIADJAJI

NAMA PROYEK

PENYUSUNAN MASTERPLAN DAN DED
PENGEMBANGAN KAMPUS
POLITEKNIK NEGERI MANADO

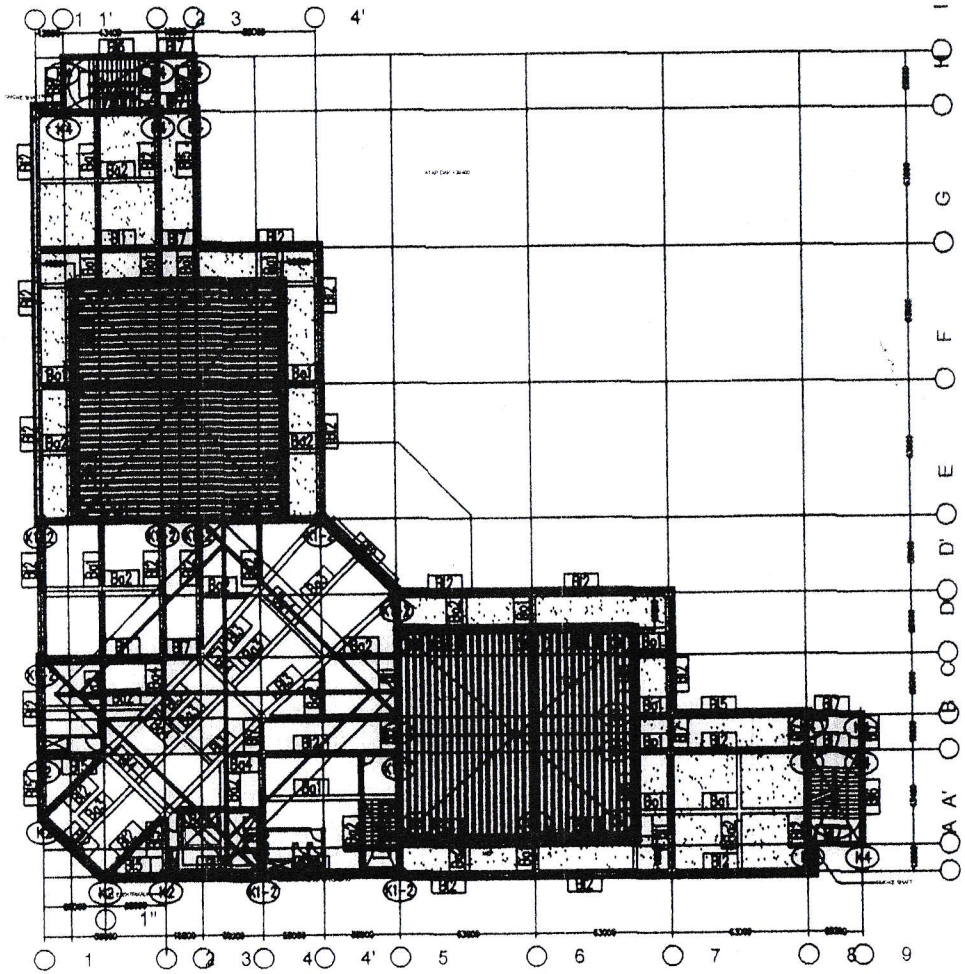
LOKASI PROYEK

JL. - MANADO

JUDUL GAMBAR

GAMBAR	SKALA

NO. GAMBAR	JUMLAH LEMBAR



LANTAI - 7 TOP FLOOR

SKALA 1:250

KETERANGAN

PEMBERI TUGAS

POLITEKNIK NEGERI MANADO

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Ir. ALBERT THOMAS, MM, KON

DIREKTUR

Ir. JIMMY J. RANGAN, MT

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO

TEAM LEADER

Ir. RONALS I. TAMBUN

DIREKTUR

Ir. BAMBANG SUPERMADJAN

NAMA PROYEK

PENYUSUNAN MASTERPLAN DAN DED PENGEMBANGAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI MANADO

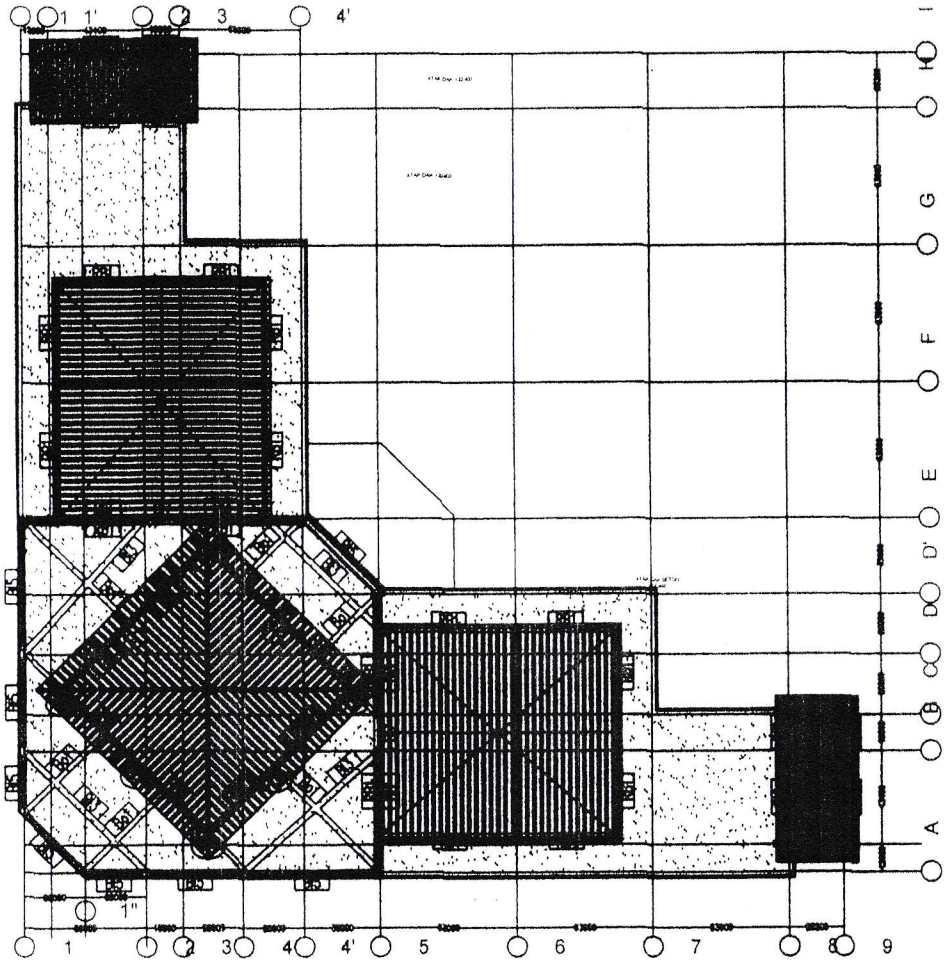
LOKASI PROYEK

JL. - MANADO

JUDUL GAMBAR

GAMBAR	SKALA

NO. GAMBAR	JUMLAH LEMBAR



LANTAI - ATAP

SKALA 1:250

KETERANGAN

PEMBERI TUGAS

POLITEKNIK NEGERI MANADO

PEJABAT PEMBUAT KOMITMEN

Ir. ALBERT THOMAS, MM, MSi

DIREKTUR

Ir. EDDY J. RANGAN, MT

KONSULTAN PERENCANA

PT. ARTEFAK ARKINDO

TEAM LEADER

Ir. ROMALS L. TAMBUN

DIREKTUR

Ir. BAMBANG SUPRIHADIJAN

NAMA PROYEK

PENYUSUNAN MASTERPLAN DAN DED PENGEMBANGAN KAMPUS POLITEKNIK NEGERI MANADO

LOKASI PROYEK

JL. - MANADO

JUDUL GAMBAR

GAMBAR	SKALA

NO. GAMBAR	JUMLAH LEMBAR

LAPORAN PENYELIDIKAN TANAH

PROYEK : DED PEMBANGUNAN GEDUNG DI POLITEKNIK NEGERI MANADO

LOKASI : KAMPUS POLITEKNIK NEGERI MANADO

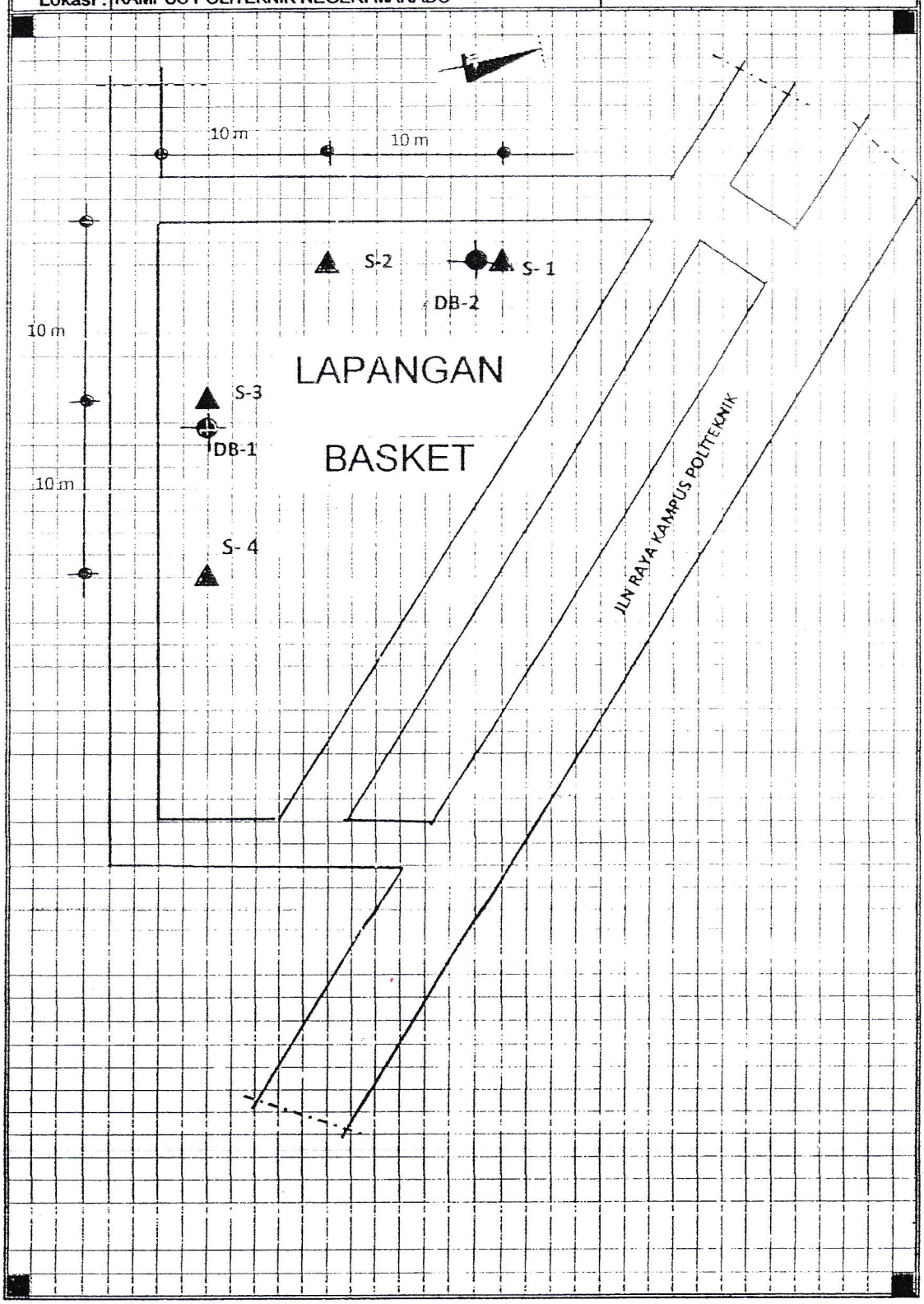
PEKERJAAN : SONDIR, DEEP BORING DAN LABORATORIUMNYA

DIKERJAKAN OLEH
POLITEKNIK NEGERI MANADO
2014

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - POLITEKNIK NEGERI MANADO
Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, Fax.(0431) 812988

SKETSA LOKASI - TANPA SKALA

Proyek :	DED PEMBANGUNA GEDUNG KULIAH	Tanggal :	5-20 DESEMBER 20
Lokasi :	KAMPUS POLITEKNIK NEGERI MANADO		



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

JURUSAN TEKNIK SIPIL - POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado 95252

SONDIR

Proyek : DED Gedung Kuliah Politeknik Negeri Manado — Tanggal : 5 Desember 2013

Lokasi : Kampus Politeknik Negeri Manado — Dikerjakan : Sutikno, dkk

Titik : S-4 — Diperiksa : Sudarno, ST, MT

Kedalaman (m)	Hambatan Konus (kg/cm2)	Jumlah Hambatan (kg/cm2)	Hambatan Pelekat (kg/cm2)	Friction (kg/cm)	Jumlah Hambatan Pelekat (kg/cm)	Hambatan Setempat (kg/cm2)	Friction Ratio (%)
0.00	0	0	0	0	0	0	0.00
0.20	20	30	10	20	20	1	5.00
0.40	20	25	5	10	30	0.5	2.50
0.60	10	15	5	10	40	0.5	5.00
0.80	10	15	5	10	50	0.5	5.00
1.00	30	40	10	20	70	1	3.33
1.20	40	50	10	20	90	1	2.50
1.40	50	60	10	20	110	1	2.00
1.60	25	30	5	10	120	0.5	2.00
1.80	20	25	5	10	130	0.5	2.50
2.00	10	12	2	4	134	0.2	2.00
2.20	12	15	3	6	140	0.3	2.50
2.40	10	12	2	4	144	0.2	2.00
2.60	30	35	5	10	154	0.5	1.67
2.80	80	95	15	30	184	1.5	1.88
3.00	130	145	15	30	214	1.5	1.15
3.20	155	170	15	30	244	1.5	0.97
3.40	200	230	30	60	304	3	1.50
3.60	210	235	25	50	354	2.5	1.19
3.80	220	250	30	60	414	3	1.36
4.00	> 250	-	-	-	-	-	-

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH

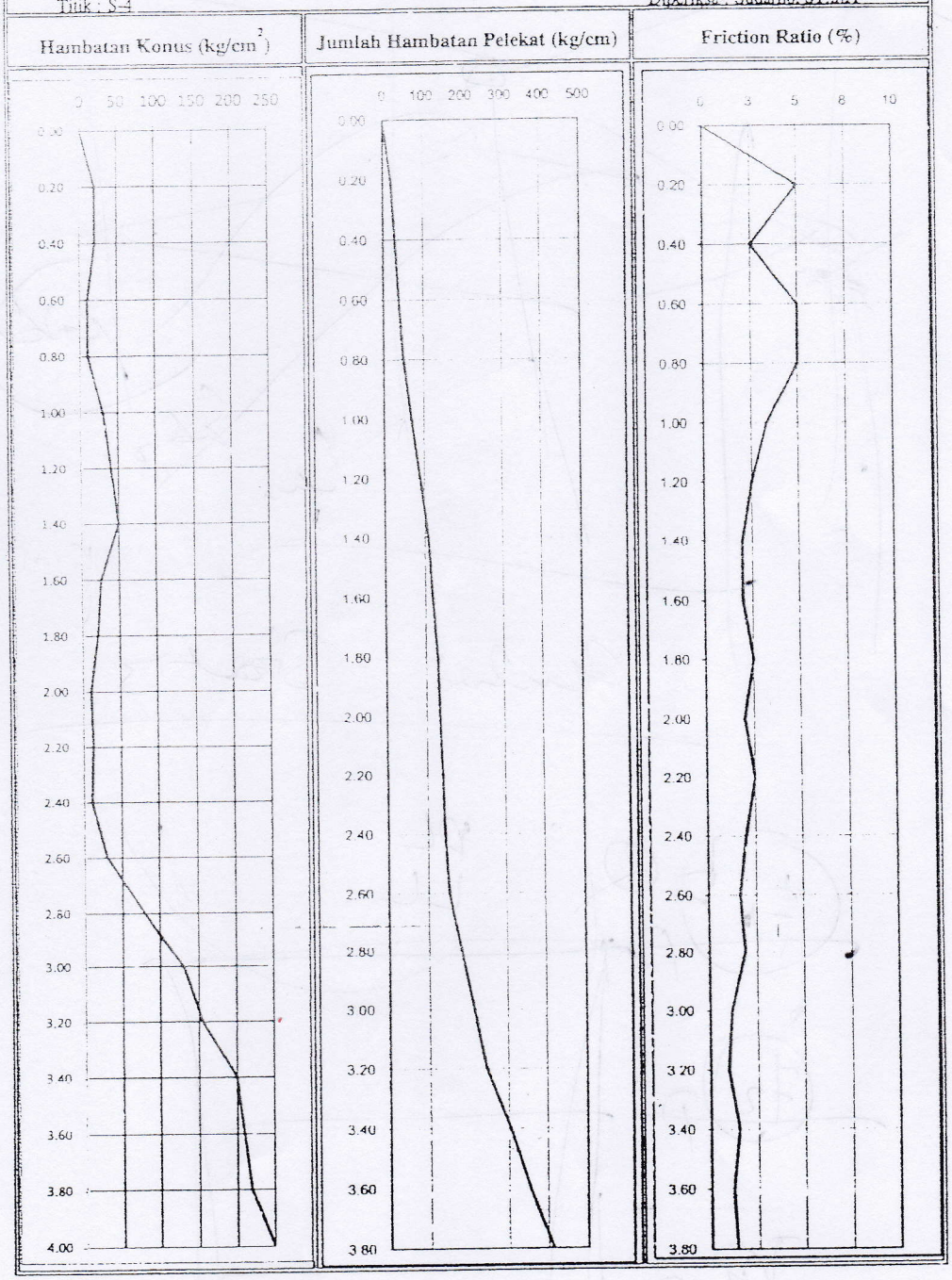
JURUSAN TEKNIK SIPIL - POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado 95252

GRAFIK SONDIR

Proyek : DED Gedung Kuliah Politeknik Negeri Manado
Lokasi : Kampus Politeknik Negeri Manado
Titik : S-4

Tanggal : 5 Desember 2013
Dikerjakan : Sutikno, dkk
Diperiksa : Sudarno, ST.MT



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - POLITEKNIK NEGERI MANADO
Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, Fax (0431) 812988

BORING LOG

Proyek :	Pembangunan Bangunan Gedung		
Lokasi :	Kampus Politeknik Negeri Manado	Tanggal :	9-11 Desember 2013
BORE HOLE NO :	BORING-1 (Lapangan Basket)	ELEVASI :	muka tanah setempat

Kedalaman (m)	Sampel	Sampel	DESKRIPSI TANAH	STANDART PENETRATION TEST				Nilai SPT
			SOIL DESKRIPTION	I	II	III	SPT	
0.00							0	0 15 30 45 60 75
0.20			Lanau , organik, coklat					0.0
1.00	■		Pasir kelanauan, Coklat					1.0
	DS-1							2.0
2.00			Lanau kepasiran kelempungan, coklat	5/15	5/15	6/15	11	3.0
3.00			Lanau kepasiran kelempungan, coklat					
3.50								4.0
4.00				18/15	30/15	30/11	> 60	
4.50	DS-2 ■							5.0
5.00								
6.00				38/15	50/12	-/15	> 60	6.0
7.00								7.0
7.50	DS-3 ■							
8.00			Pasir kelanauan, Coklat,	39/15	53/13	-/15	> 60	8.0
9.00								9.0
10.00				9/15	19/15	58/15	> 60	10.0
11.00								11.0
12.00				12/15	18/15	50/13	> 60	12.0
13.00			Lanau kepasiran kelempungan, coklat					13.0
14.00				12/15	22/15	40/10	> 60	14.0
15.00								15.0
16.00								16.0
17.00								17.0
18.00								18.0
19.00								19.0
20.00								20.0
21.00								21.0
22.00								22.0
23.00								23.0
24.00								24.0
								25.0

CATATAN:

■ : SAMPEL TANAH

MAT : - 5 m

ELEVASI BANJIR : Tidak terindikasi

LABORATORIUM MEKANIKA TANAH
JURUSAN TEKNIK SIPIL - POLITEKNIK NEGERI MANADO
Alamat : Kampus Politeknik Dr. Ratu Manado 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, Fax (0431) 812988

BORING LOG

Proyek :	Pembangunan Bangunan Gedung		
Lokasi :	Kampus Politeknik Negeri Manado	Tanggal :	11-12 Desember 2013
BORE HOLE NO :	BORING-2 (Lapangan Basket)	ELEVASI :	muka tanah setempat

Kedalaman (m)	Sampel	Sampel	DESKRIPSI TANAH	STANDART PENETRATION TEST				Nilai SPT
			SOIL DESKRIPTION	I	II	III	SPT	
0.00							0	
0.30			Lanau kepasiran, organik, coklat					
1.00			Pasir kelanauan, Coklat					
2.00				13/15	22/15	34/15	56	
3.00								
3.50								
4.00				18/15	55/15	8/2	> 60	
4.50								
5.00			Pasir Kelanauan, Coklat, Padat					
6.00				23/15	35/15	26/8	> 60	
7.00								
7.50								
8.00				18/15	33/15	30/5	> 60	
9.00								
10.00				9/15	29/15	32/15	> 60	
11.00								
12.00								
13.00								
14.00								
15.00								
16.00								
17.00								
18.00								
19.00								
20.00								
21.00								
22.00								
23.00								
24.00								

Nilai SPT: 0 15 30 45 60 75 | 0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0 10.0 11.0 12.0 13.0 14.0 15.0 16.0 17.0 18.0 19.0 20.0 21.0 22.0 23.0 24.0 25.0

CATATAN:

■ : SAMPEL TANAH

MAT : - 5 m

ELEVASI BANJIR : Tidak terindikasi

SPT >60 = PADAT.