

TUGAS AKHIR

**TINJAUAN PERENCANAAN PONDASI SUMURAN
DAN METODE PELAKSANAANNYA PADA PROYEK
GEDUNG RSJ Prof. V.L.Ratumbuang**

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

Oleh :

**Ferdo N. Makaudis
11 012 015**

Dosen Pembimbing

**Ir. Syuultje Dowa ,MT
NIP. 19580107 198803 2 001**

**Ir. Jeanelly Rangkang., MEngSc
NIP. 19621115 199303 2 002**



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
TAHUN 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 : Ferdo N. Makaudis
NIM : 11 012 015

Telah menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul :

TINJAUAN PERENCANAAN PONDASI SUMURAN DAN METODE PELAKSANAANNYA PADA PROYEK GEDUNG RSJ. PROF. V. L. RATUMBUYSANG

Selanjutnya telah diterima dan disetujui oleh Panitia Tugas Akhir.

Manado, September 2015

Dosen Pembimbing



Ir. Syuultje Dowa, MT
NIP. 19580107 198803 2 001



Ir. Jeanelly Rangkang, MEngSc
NIP. 19621115 199303 2 002

Disetujui
Koordinator Tugas Akhir



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

Mengetahui,
KETUA JURUSAN TEKNIK SIPIL



Ir. Donny R. 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 Nomor 12 Tahun 2012;
- 3 Undang – Undang Nomor 5 Tahun 2014;
- 4 Keppmendiknas Nomor 139/O/2002;
- 5 Permendiknas Nomor 21 Tahun 2005;
- 6 Keppmendikbud Nomor 184/MPK.A4/KP/2012;

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
Pertama : Nama-nama sebagaimana yang tercantum dalam lampiran Keputusan ini ditetapkan sebagai pembimbing Tugas Akhir bagi Mahasiswa Program Studi D-IV Konstruksi Bangunan Gedung 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

DIREKTUR,

JEMMY JULLES RANGAN
NIP. 19570604 198903 1 001

Tembusan:

1. PembantuDirektur I, II, III, & IV
2. Ketua Jurusan Teknik Sipil
3. Kepala – Kepala Bagian
4. Yang bersangkutan untuk diketahui dan dilaksanakan
5. Arsip.

KEPUTUSAN
DIREKTUR POLITEKNIK NEGERI MANADO
NOMOR : 2935/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 Ferdo N. Makaudis NIM : 11012015 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/O/2002;
- 5 Permendiknas Nomor 21 Tahun 2005;
- 6 Kepmendikbud Nomor 184/MPK.A4/KP/2012;

MEMUTUSKAN

- Menetapkan :
PERTAMA : Menetapkan personalia di bawah ini sbb :
- Pengarah** : Ir. Jemmy J. Rangan, MT
Ketua / Penguji : Sandry L. Sengkey, ST., MT
Anggota / Penguji : Geertje E. Kandiyoh, ST., M.Eng
Anggota / Penguji : Ir. Bambang P. Widodo, MT
Anggota / Pembimbing : Ir. Syuultje Dowa, MT
Anggota / Pembimbing : Ir. Jeanelly Rangkang, M.Eng Sc
- 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** : Ferdo N. Makaudis
N I M : 11012015
Sesuai judul Tugas Akhir : **Tinjauan Perencanaan Pondasi Sumuran Dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Gedung RS. Ratumbuisang Kota 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 : 20 Agustus 2015

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

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. Kondo, 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. Jeanelly 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. Jeanelly 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 Runtuuwu, 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	DOSEN PEMBIMBING
1	Muhamad Nur Kholis	11012002	Noldie E. Kondo, ST., MT
			Pendekar T. Lonan, ST., MT
2	Ahmad Malo	11012004	Dr. Debby Willar, ST., M.Eng.Sc
			Ir. Bambang P. Widodo, MT

3	Priangga Pantow	11012006	Sherley Runtuuwu, ST., MT Noldie E. Kondo, ST., MT
4	Cicilia Mantiri	11012007	Ir. Jeanelly 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	Kumiawan 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	Silvester 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 Runtuuwu, 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, MT
25	Briankly Tengku	10012054	Sandry Sengkey, ST., MT Ir. Chris Hombokau, MT

* DIREKTUR,



JEMMY JULLES RANGAN

NIP. 19570604 198903 1001

**FORMULIR ASISTENSI
 TUGAS AKHIR**

Nama : Ferdo N Makaudis
 NIM : 11 012 015
 Judul : Tinjauan Perencanaan Pondasi Sumuran Dan Metode Pelaksanaannya Pada
 Proyek Gedung RSJ.Prof.DR.V.L.Ratumbuysang

No	Tanggal	Uraian	Paraf
1.	2/7/2015	<ul style="list-style-type: none"> - probabilitas pergeseran sesuai format. - gambar & tabel ditinjau. - aet base diproses - Rumus yg digunakan - lengkap. 	
2.	13/7/2015	<ul style="list-style-type: none"> - langkah dan data pada lokasi tinjauan - jelaskan rumus/formula yg akan digunakan 	
3.	14/7/2015	<ul style="list-style-type: none"> - probabilitas pergeseran (tabel & foto ditinjau) - periksa awal di aplikasi - lengkap dgn perhit. D.D. pada - lengkap dgn data 	

Manado, Juli 2015

Dosen Pembimbing


Ir. Syuultje Dowa, MT
 NIP. 19580107 198803 2 001


Ir. Jeanelly Rangkang, MEngSc
 NIP. 19621115 199303 2 002

**FORMULIR ASISTENSI
 TUGAS AKHIR**

Nama : Ferdo N Makaudis
 NIM : 11 012 015
 Judul : Tinjauan Perencanaan Pondasi Sumuran Dan Metode Pelaksanaannya Pada
 Proyek Gedung RSJ.Prof.DR.V.L.Ratumbuysang

No	Tanggal	Uraian	Paraf
4	15/7/2015	<ul style="list-style-type: none"> - Latar belakang penulisan di hjaan lagi - Maksud & tujuan di hjaan lagi - Pembatasan masalah di hjaan lagi - Dasar teori pengetahuan / pengetahuan penulisan rumus & notasi. - jenis pondasi + hjaan bor - teori pondasi sumuran di hjaan lagi - teori daya dukung tanah di hjaan lagi - standar penulisan - lanjut 	
5.	27/7/2015	<ul style="list-style-type: none"> - perbaikan perhitungan daya dukung pondasi - lanjut dari teori perhit. dd pondasi pl bab II - lanjut 	

Manado, Juli 2015

Dosen Pembimbing


Ir. Syuultje Dowa, MT
 NIP. 19580107 19803 2 001


Ir. Jeanelly Rangkang, MEngSc
 NIP. 19621115 199303 2 002

**FORMULIR ASISTENSI
 TUGAS AKHIR**

Nama : Ferdo N Makaudis
 NIM : 11 012 015
 Judul : Tinjauan Perencanaan Pondasi Sumuran Dan Metode Pelaksanaannya Pada
 Proyek Gedung RSJ.Prof.DR.V.L.Ratumbuang

No	Tanggal	Uraian	Paraf
6	31/7/2015	- Dibinjam lagi untula dasar teori. yg melengkapin dlu pembahas - Rumusan ² yg digunakan pd pembahasn & dasar teori. - Uraian lagi untula perhitungannya. - lanjut	
7	06/8/2015	- Perumusan Diagram stir. - Bel lagi yg perhitungannya -	
8	7/8/2015	- metode pelaksanaan lebih librat undetail. - lanjut	

Manado, Juli 2015

Dosen Pembimbing


Ir. Syuultje Dowa, MT
 NIP. 19580107 198803 2 001


Ir. Jeanely Rangkang, MEngSc
 NIP. 19621115 199303 2 002

**FORMULIR ASISTENSI
 TUGAS AKHIR**

Nama : Ferdo N Makaudis
 NIM : 11 012 015
 Judul : Tinjauan Perencanaan Pondasi Sumuran Dan Metode Pelaksanaannya Pada
 Proyek Gedung RSJ.Prof.DR.V.L.Ratumbusang

No	Tanggal	Uraian	Paraf
9	7/8/2015	<ul style="list-style-type: none"> - kontrol perhitungan pembebanan yg ^{beban} pd pondasi - Dasar teori dituliskan dgn rumusan² & dipaloi pd pembebanan dan ditinjau lagi - tuliskan teori dan rumusan yg dengan detail-tanah secara khusus meliputi dan meliputi (CCPT & SPT) - Diagram alir yg sap & perhitungannya - rangkai 	
10	10/8/2015	<ul style="list-style-type: none"> - tuliskan abstrak s.d Daftar pustaka. 	

Manado, Juli 2015

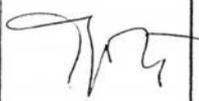
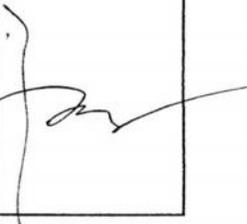
Dosen Pembimbing


Ir. Svuultje Dowa, MT
 NIP. 19580107 198803 2 001


Ir. Jeanely Rangkang, MEngSc
 NIP. 19621115 199303 2 002

**FORMULIR ASISTENSI
 TUGAS AKHIR**

Nama : Ferdo N Makaudis
 NIM : 11 012 015
 Judul : Tinjauan Perencanaan Pondasi Sumuran Dan Metode Pelaksanaannya Pada
 Proyek Gedung RSJ.Prof.DR.V.L.Ratumbusang

No	Tanggal	Uraian	Paraf
	12/8/2015	- Ditinjau lagi untuk perencanaan ferdin dan tynne dan klykefin teorinya - Kesimpulan di ferdin ke dan tynne dan hasil pembodhan - Saran ditinjau lagi lanjut	
	13/8/2015	Selesai	
4	13/8/2015	- praabstrak pd abstrak 2. ai kerd dan met se & sejale dan ardisa. - alinea 3 di kerd dan alinea stxibj - fop dikam nester.	

Manado, Juli 2015

Dosen Pembimbing


Ir. Syuultje Dowa, MT
 NIP. 19580107 198803 2 001


Ir. Jeanelv Rangkang, MEngSc
 NIP. 19621115 199303 2 002

BUKTI SELESAI KONSULTASI PERBAIKAN TUGAS AKHIR

Nama : Ferdi N. Makaudis
NIM : 11 012 015
Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung Diploma IV
Judul : Tinjauan Perencanaan pondasi Sumuran dan Metode pelaksanaannya pada proyek gedung RS. Patumbuang Manado

No	Nama	Jabatan	Tgl. Selesai Konsultasi	TandaTangan
1	Sandri L. Sengjoej, ST, MT	Ketua/Penguji	08/9/15	1.
2	Ir. Bambang Widodo, MT	Anggota/Penguji	09/9/15	2.
3	Geertze E. Kanderjoh ST, MT	Anggota/Penguji	15/9/15	3.
4	Ir. Sfuutze Dewosi, MT	Anggota/Penguji/Pembimbing	16/9/15	4.
5	Ir. Deanely. Reinkang M. Eng, ST	Anggota/Penguji/Pembimbing	18/9/15	5.

Manado, September, 2015

Ketua Panitia Penguji Tugas Akhir,

Sandri L. Sengjoej, ST, MT
NIP. 19680519 20012 2002

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan bimbingan-Nya, penulisan laporan tugas akhir dengan judul “ Tinjauan perencanaan Pondasi Sumuran dan Metode Pelaksanaannya Pada Proyek gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbuang Manado, dapat selesai dengan segala baik.

Penulisan tugas akhir ini, disadari masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan banyaknya kendala yang ditemui, namun dengan adanya bantuan dari berbagai pihak, terutama dosen pembimbing dan teman – teman, mulai dari pengumpulan data sampai pada penyusunan, sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan segala baik. Untuk itu diucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu, diantaranya:

1. Orang tua yang selalu memberikan dukungan dan perhatian selama proses penulisan tugas akhir.
2. Ir. Jeanely Rangkang, M.Eng,Sc selaku Ketua Panitia Tugas Akhir dan dosen pembimbing yang selalu sabar dan tak jemu-jemu dalam memberikan bimbingan.
3. Ir. Syuultje Dowa, MT selaku Dosen Pembimbing yang selalu sabar dan tak jemu-jemu dalam memberikan bimbingan.
4. Semua panitia tugas akhir dan semua staf jurusan yang selalu siap membantu dalam urusan administrasi.
5. Saudara-saudaraku se-angkatan, yang telah banyak membantu, percaya dan yakin tahun ini kita akan bersama-sama sebagai seorang wisudawan dan wisudawati...Amin!
6. Ir. Jimmy Rangan, MT selaku direktur Politeknik Negeri Manado
7. Ir. Donny R. Taju, MT selaku ketua jurusan Teknik Sipil
8. Semua pihak yang tidak disebutkan satu persatu yang juga telah membantu dalam proses penulisan tugas akhir ini.

Harapan terbesar penulisan tugas akhir ini dapat berguna bagi semua pihak dikemudian hari dan diharapkan juga melalui penulisan ini, mahasiswa dapat lebih memahami apa dan bagaimana tugas dan kewajiban sebagai seorang mahasiswa. Terlebihnya dihaturkan permohonan maaf yang sebesar-besarnya kepada semua pihak, jika ada hal-hal ataupun kata-kata yang kurang berkenan.

Manado, September 2015

Ferdo N Makaudis

ABSTRAK

Pondasi adalah bagian dari suatu konstruksi bangunan yang berfungsi meneruskan beban bangunan atas (*upper structure*) ke dasar tanah yang cukup kuat untuk menahannya. Untuk itu pondasi bangunan harus diperhitungkan dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri dan beban-beban yang bekerja pada bangunan tersebut. Berdasarkan pada pentingnya faktor pemilihan serta perencanaan pondasi suatu bangunan, maka untuk itu perlu dianalisa perencanaan dan pelaksanaannya, pada setiap pembangunan gedung yang dilakukan.

Dengan memperhatikan beberapa aspek dalam perencanaan pondasi seperti sifat dan karakteristik tanah, pertimbangan terhadap beban-beban lain yang bekerja pada bangunan, seperti beban gempa, beban angin, beban hujan bahkan beban salju (untuk daerah bersalju), sangatlah penting dalam memperhitungkan beban bangunan yang nantinya akan dipikul oleh pondasi. Dengan berlandaskan faktor-faktor di atas dan memperhatikan kaidah-kaidah yang berlaku, perhitungan berat bangunan dapat dilakukan dengan menggunakan *software* SAP 2000. Hasil keluaran SAP 2000 yang menghasilkan berat bangunan terbesar pada salah satu titik pondasi, digunakan sebagai acuan dalam menentukan dimensi pondasi yang nantinya akan menghasilkan daya dukung yang sebanding dengan berat bangunan yang bekerja. Dengan menggunakan rumus perhitungan daya dukung berdasarkan data sondir, daya dukung yang sebanding dengan berat bangunan yang bekerja, dapat di ketahui.

Dalam pekerjaannya, proyek gedung RSJ. Ratumbusang menggunakan bahan baja sebagai bahan pembuatan struktur atas dan menggunakan pondasi sumuran dengan diameter 145 cm dan kedalaman 400 cm yang menghasilkan daya dukung sebesar 137.7125 Kg. Dalam analisa beban bangunan menggunakan SAP 2000 diketahui beban terbesar yang bekerja pada titik pondasi 401 sebesar $P = 62805,93$ Kg, sehingga dengan menggunakan pondasi bore pile dengan diameter 50 cm dan kedalaman 400 cm yang menghasilkan daya dukung sebesar $P = 164141,4$ Kg, sudah cukup kuat untuk menopang berat bangunan yang bekerja dibandingkan dengan perencanaan awal yang menggunakan dimensi dengan diameter 145 cm dan kedalaman 400 cm.

Setelah dilakukan analisa pada perencanaan pondasi sumuran dengan menggunakan data sondir dapat disimpulkan bahwa, pondasi borepile dengan diameter 50 cm dan kedalaman 400 cm sudah cukup kuat untuk menopang berat bangunan yang bekerja pada titik pondasi yang memikul beban terbesar.

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	
Lembar asistensi	
Kata Pengantar	
Abstrak	
Daftar Isi	
Daftar Gambar	
Daftar Tabel	
Daftar Lampiran	

BAB I	PENDAHULUAN	
	1.1. Latar Belakang	1
	1.2. Maksud dan Tujuan Penulisan	2
	1.3. Pembatasan Masalah	2
	1.4. Metode Penelitian	2
	1.5. Sistematika Penulisan	2
BAB II	DASAR TEORI	
	2.1. Tanah.	4
	2.1.1. Karakteristik Tanah	4
	2.1.2. Klasifikasi Tanah	5
	2.2. Pondasi	7
	2.2.1. Dasar-Dasar Pemilihan Pondasi	7
	2.2.2. Jenis-Jenis Pondasi	8
	2.2.3. Beban Luar Yang Bekerja Pada Kepala Pondasi	10
	2.3. Pondasi Sumuran	10
	2.3.1. Jenis sumuran yang digunakan pada bangunan	12
	2.3.2. Tipe – tipe sumuran	12
	2.3.3. Pondasi Sumuran Pada Pasir	13
	2.3.4. Pondasi Sumuran Pada Lempung	15
	2.3.5. Kapasitas Daya Dukung Pondasi Sumuran	17
	2.3.6. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Sumuran	

	Berdasarkan N SPT	17
2.3.7.	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Sumuran Berdasarkan Pendekatan Empiris	18
2.3.8.	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Sumuran Berdasarkan Data Sondi	19
2.3.9.	Percobaan Penetrasi Konus (Sondir)	19
2.3.10.	Faktor Keamanan	21
2.3.11.	Penurunan Pondasi	22
	2.3.11.1. Penurunan pondasi dangkal	22
	2.3.11.2. Penurunan pondasi dalam	26
2.4.	Pembebanan Struktur	27
2.4.1.	Beban Mati (DL)	27
2.4.2.	Beban Hidup (LL)	28
2.4.3.	Beban Gempa (E)	28
2.5.	SAP 2000 v 16	36
2.5.1.	Langkah-langkah menjalankan SAP 2000 v11	36
2.6.	Metode Pelaksanaan Pondasi Sumuran	47

BAB III PEMBAHASAN

3.1.	Data Proyek	51
3.1.1.	Data Umum	51
3.1.2.	Data Khusus	51
3.2.	Hasil Tinjauan	51
3.2.1.	Pembagian Zona Sondir	52
3.2.2.	Perhitungan berat struktur atas menggunakan <i>software</i> SAP 2000 v11	53
	3.2.2.1. Analisa struktur	55
3.2.3.	Perhitungan daya dukung pondasi sumuran	59
3.2.4.	Perhitungan penurunan pondasi Sumuran	72
3.3.	Metode Pelaksanaan Pondasi Sumuran Pada Proyek Gedung RSJ. Ratumbuysang	73

3.4. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pada Proyek Gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbuysang	76
3.4.1. Pekerjaan urugan Tanah Kembali	76
3.4.2. Pekerjaan Kolom	77
3.4.3. Pekerjaan Balok	81
3.4.4. Pekerjaan Pelat Lantai	85
3.4.5. Pekerjaan Pengecoran Plat Lantai	87

BAB IV PENUTUP

4.1. Kesimpulan	89
4.2. Saran	89

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tipe-tipe sumuran	12
Gambar 2.2. Konus dan Bikonus	20
Gambar 2.3. Wilayah Gempa Indonesia	29
Gambar 2.4. Respons spektrum gempa rencana untuk wilayah gempa 5	31
Gambar 2.5. Jenis permodelan	37
Gambar 2.6. Pengaturan Grid	37
Gambar 2.7. Pemilihan jenis material	38
Gambar 2.8. Material property data	38
Gambar 2.9. Pengaturan ukuran penampang	39
Gambar 2.10. Pengaturan ukuran plat	39
Gambar 2.11. Pendefinisian tipe beban	40
Gambar 2.12. Define mass source	40
Gambar 2.13. Kombinansi beban (combo 1)	41
Gambar 2.14. Kombinasi beban (Combo 2)	41
Gambar 2.15. Gambar elemen struktur	42
Gambar 2.16. Pengaturan pembebanan	43
Gambar 2.17. Pengaturan pengikatan pelat dan kolom	43
Gambar 2.18. Mengatur perletakan	44
Gambar 2.19. Mengatur diafragma bangunan	44
Gambar 2.20. Pembagian beban plat	45
Gambar 2.21. Analisa bangunan	46
Gambar 2.22. Metode-metode awal konstruksi sumuran	47
Gambar 2.23. Metode Kering Konstruksi tiang yang dibor	48
Gambar 2.24. Metode Acuan konstruksi pilar yang dibor	49
Gambar 2.25. Metode adonan untuk konstruksi pilar yang dibor	50
Gambar 3.1. Pebagian zona sondir	52
Gambar 3.2. Flowchart perhitungan beban atas	54
Gambar 3.3. Posisi beban bangunan terbesar pada titi 401	58
Gambar 3.4. Posisi beban bangunan terbesar pada titik 400	62
Gambar 3.5. Posisi beban bangunan terbesar pada titik 403	64

Gambar 3.6. Posisi beban bangunan terbesar pada titik 404	67
Gambar 3.7. Posisi beban bangunan terbesar pada titik 406	69
Gambar 3.8. Struktur bawah yang telah selesai dilaksanakan	76
Gambar 3.9. Pekerjaan urugan tanah kembali	76
Gambar 3.10. Dudukan baut kolom yang diwaterpas	77
Gambar 3.11. Tiang kolom dan balok baja yang diangkut ke lokasi kerja	78
Gambar 3.12. Proses pembesaran lubang baut	78
Gambar 3.13. Proses mendirikan tiang kolom	79
Gambar 3.14. Penyetelan ketegakan tiang kolom	80
Gambar 3.15. Tiang kolom yang sudah didirikan	80
Gambar 3.16. Mobilisasi balok baja	81
Gambar 3.17. Penyambungan antara balok induk dan kolom	81
Gambar 3.18. Proses penyambungan balok dan kolom	82
Gambar 3.19. Penampakan sambungan antara kolom dan balok	82
Gambar 3.20. Penyambungan balok induk dengan balok anak dengan cara di las	83
Gambar 3.21. Struktur kolom dan balok yang telah selesai dipasang	83
Gambar 3.22. Pemasangan plat Bondeks	84
Gambar 3.23. Plat Bondeks yang telah terpasang	84
Gambar 3.24. Besi hak sebagai perantara	85
Gambar 3.25. Panjang lewatan <i>Wiremesh</i> yang sudah terpasang.	85
Gambar 3.26. Kolaborasi kendaraan Mix dan kendaraan pemompa campuran	86
Gambar 3.27. Selang pemompa campuran beton	87
Gambar 3.28. Proses Pengecoran	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Faktor pengaruh yang tergantung dari bentuk pondasi dan kekakuan pondasi (I_w)	23
Tabel 2.2.	Angka <i>Poisson Ratio</i> (μ) menurut jenis tanah	23
Tabel 2.3.	Nilai Sifat Elastisitas Tanah (E_s) menurut jenis tanah	23
Tabel 2.4.	Faktor keutamaan 1 untuk berbagai kategori gedung dan bangunan	30
Tabel 2.5.	Koefisien pembatasan waktu getar alami	32
Tabel 3.1.	Berat bangunan	55
Tabel 3.2.	Berat gedung tiap lantai	55
Tabel 3.3.	Tabel perhitungan untuk mendapatkan nilai F_i	57
Tabel 3.4.	<i>output</i> SAP 2000	58
Tabel 3.5.	Data sondir pada zona sondir 2	59
Tabel 3.6.	Data sondir pada Zona 1	62
Tabel 3.7.	Data sondir pada titik s-3.	65
Tabel 3.8.	Data sondir pada titik s-4	67
Tabel 3.9.	Data sondir pada titik s-5	70

DAFTAR LAMPIRAN

1. Gambar Kerja Proyek gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbusang

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dengan semakin majunya kota Manado, kebutuhan akan bangunan gedung meningkat pesat. Pembangunan infrastruktur yang paling banyak dilakukan adalah pembangunan struktur bangunan gedung, karena bangunan gedung banyak digunakan sebagai perumahan, pusat perkantoran, perhotelan, tempat hiburan, pusat perbelanjaan dan juga pusat kesehatan.

Suatu struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas dan struktur bawah. Struktur atas meliputi balok, plat, kolom, serta atap dan struktur bawah adalah pondasi. Pada saat melaksanakan kegiatan pembangunan struktur bangunan gedung, yang pertama-tama dikerjakan adalah pekerjaan struktur bawah, yaitu pekerjaan pondasi. Pondasi adalah elemen struktur yang sangat penting karena pondasi berfungsi untuk mendukung seluruh beban bangunan dan meneruskan beban bangunan tersebut kedalam tanah di bawahnya.

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah yang dilakukan, maka pada perencanaan pembangunan RSJ. Ratumbuang, digunakan pondasi sumuran. Selain pada hasil penyelidikan tanah, pemilihan pondasi ini didasarkan pada beberapa pertimbangan, diantaranya; tanah dasar yang kokoh yang mempunyai daya dukung maksimal terletak kurang lebih 4 – 5 m, serta keadaan lokasi pembangunan sudah berdiri bangunan-bangunan besar seperti gedung-gedung bertingkat, sehingga dikhawatirkan dapat menimbulkan retak-retak pada bangunan yang sudah ada akibat getaran-getaran yang ditimbulkan oleh kegiatan pemancangan, jika digunakan pondasi tiang pancang.

Berdasarkan pada pentingnya faktor pemilihan serta perencanaan pondasi suatu bangunan, maka untuk itu perlu dianalisa perencanaan dan pelaksanaannya, pada setiap pembangunan gedung yang dilakukan, sehingga dalam penulisan tugas akhir ini, ditinjau perencanaan dan metode pelaksanaan pondasi sumuran dengan judul “ Tinjauan Perencanaan Pondasi Sumuran dan Metode pelaksanaannya Pada Proyek Gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbuang Manado “.

1.2. Maksud dan Tujuan Penulisan

Adapun maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk menganalisa perencanaan dan pelaksanaan pondasi sumuran pada proyek gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbusang Manado, yang pada akhir tinjauan akan diperoleh dimensi pondasi sumuran yang efisien.

1.3. Pembatasan Masalah

Pada penyusunan tugas akhir ini, terdapat beberapa pembatasan masalah yang digunakan sebagai ruang lingkup pembahasan, diantaranya :

1. Pembagian letak pondasi berdasarkan zona sondir
2. Perhitungan berat struktur atas menggunakan *software* SAP 2000
3. Perhitungan daya dukung dan kontrol penurunan pada satu titik pondasi yang dianggap memikul beban terbesar pada setiap zona sondir.

1.4. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini antara lain :

1. Studi lapangan
Dengan cara mengumpulkan data – data pada lokasi.
2. Studi literatur
Dengan cara mengumpulkan data dari buku - buku literatur yang terkait.
3. Konsultasi langsung dengan dosen pembimbing serta pihak - pihak terkait dengan penyusunan tugas akhir.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “ Tinjauan Perencanaan Pondasi Sumuran dan Metode Pelaksanaanya Pada proyek Gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbusang Manado” adalah :

1. BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, maksud dan tujuan, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan laporan.

2. BAB II : DASAR TEORI

Bab ini berisi landasan teori tentang tanah, pondasi, pembebanan struktur serta SAP 2000 v 11.

3. BAB III : PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang hasil perhitungan dan metode pelaksanaan.

4. BAB IV : PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan yang dapat diambil dan saran-saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil tinjauan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II DASAR TEORI

2.1. Tanah

Menurut Setyo Budi (2011) dalam bukunya yang berjudul pondasi dangkal, “Karl Von tersaghi memberikan definisi tentang tanah, yang dapat didefinisikan sebagai material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral-mineral padat yang tidak terikat secara kimia satu sama lain, yang di dalamnya terdapat rongga-rongga yang diisi oleh zat cair dan udara dan berfungsi sebagai pendukung pondasi bangunan dan juga sebagai bahan bangunan itu sendiri”.

2.1.1. Karakteristik Tanah

Menurut Pamungkas A dan Harianti A (2010) dalam buku Desain Pondasi Tahan Gempa, “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. Beban struktur yang bekerja tergantung dari jenis material yang digunakan, jumlah tingkat bangunan, jenis-jenis beban yang bekerja pada struktur tersebut.

Jenis pondasi ditentukan dengan memperhatikan kondisi lingkungan tempat berdirinya bangunan dan mempertimbangkan hasil dari penyelidikan tanah yang diantaranya:

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

Menurut Pamungkas A dan Harianti A (2010) juga, karakteristik tanah dapat diketahui dengan diadakannya penyelidikan tanah yang pada akhirnya akan menerangkan tentang kondisi tanah dan jenis lapisannya. Penyelidikan tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti:

1. *Sondir*, yang 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 pelek (TF).
2. *Deep Boring*, dilaksanakan dengan menggunakan mesin bor untuk mendapatkan contoh tanah. Pekerjaan *Standart penetration test* juga dilakukan pada pekerjaan boring.
3. *Standart 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 peralihan tanah dan hasil SPT disajikan dalam bentuk diagram pada boring log.

2.1.2. Klasifikasi Tanah

Tanah dapat digolongkan seperti berikut :

1. Batu kerikil (*Gravel*)
2. Pasir (*Sand*)
3. Lanau (*Silt*)
4. Lempung (*Clay*)

Golongan batu kerikil dan pasir seringkali dikenal sebagai jenis tanah yang berbutir kasar atau jenis tanah yang bersifat tidak kohesif, sedangkan golongan lanau dan lempung dikenal sebagai jenis tanah yang berbutir halus atau jenis tanah yang bersifat kohesif.

1. Batu kerikil dan pasir

Golongan ini terdiri dari pecahan-pecahan batu dengan berbagai ukuran dan bentuk, tetapi terkadang juga, kerikil bisa terdiri dari satu macam zat mineral tertentu, misalnya kwartz atau flint. Hampir sama dengan kerikil, butir-butir pasir hampir selalu terdiri dari satu macam zat mineral, terutama kwartz.

2. Lempung

Lempung terdiri dari butir-butir yang sangat kecil dan menunjukkan sifat-sifat plastisitas dan kohesif. Sifat kohesif menunjukkan kenyataan bahwa bagian-bagian itu melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu berubah-ubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retak-retak atau pecah.

3. Lanau

Lanau adalah bahan yang merupakan peralihan antara lempung dan pasir halus. Kurang *plastis* dan lebih mudah ditembus air daripada lempung dan memperlihatkan sifat dilatansi yang tidak terdapat pada lempung. Dilatansi ini menunjukkan gejala perubahan isi apabila lanau itu dirubah bentuknya.

Pengelompokan jenis tanah dalam praktek berdasarkan campuran butir :

1. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang sebagian besar butir - butir tanahnya berupa pasir dan kerikil.
2. Tanah berbutir halus adalah tanah yang sebagian besar butir - butir tanahnya berupa lempung dan lanau.
3. Tanah organik adalah tanah yang cukup banyak mengandung bahan- bahan organik.

Pengelompokan tanah berdasarkan sifat lekatnya :

1. Tanah Kohesif adalah tanah yang mempunyai sifat lekatan antara butir - butirnya (tanah lempung = mengandung lempung cukup banyak).
2. Tanah Non Kohesif adalah tanah yang tidak mempunyai atau sedikit sekali lekatan antara butir - butirnya (hampir tidak mengandung lempung misal pasir).
3. Tanah Organik adalah tanah yang sifatnya sangat dipengaruhi oleh bahan - bahan organik (sifat tidak baik).

2.2. Pondasi

Pondasi adalah bagian dari suatu konstruksi bangunan yang berfungsi meneruskan beban bangunan atas (*upper structure*) ke dasar tanah yang cukup kuat untuk menahannya. Untuk itu pondasi bangunan harus diperhitungkan dapat menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri dan beban-beban yang bekerja pada bangunan tersebut. Sedangkan menurut kamus bahasa Indonesia pondasi berarti dasar bangunan yang kuat, biasanya terdapat dibawah permukaan tanah bangunan itu di dirikan.

Dari beberapa arti diatas maka pondasi dapat di definisikan sebagai bagian struktur paling bawah dari suatu bangunan yang tertanam didalam lapisan tanah yang kuat dan stabil (*solid*)serta berfungsi sebagai penopang bangunan.

2.2.1. Dasar-Dasar Pemilihan Pondasi

Pamungkas A dan Harianti A (2010) dalam buku Desain Pondasi Tahan Gempa memberikan beberapa hal yang menjadi pertimbangan dalam pemilihan jenis pondasi yang tepat, diantaranya :

1. Keadaan tanah yang akan dipasang pondasi
 - a. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada permukaan tanah atau 2-3 meter di bawah permukaan tanah, dalam kondisi ini menggunakan pondasi dangkal (pondasi telapak atau pondasi menerus).
 - b. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 10 meter di bawah permukaan tanah, dalam kondisi ini menggunakan pondasi tiang apung.
 - c. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 20 meter di bawah permukaan tanah, maka pada kondisi ini apabila penurunannya diijinkan dapat menggunakan tiang geser dan apabila tidak boleh terjadi penurunan biasanya menggunakan tiang pancang. Tetapi bila terdapat batu besar pada lapisan antara pemakaian kaisan lebih menguntungkan.
 - d. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 30 meter di bawah permukaan tanah dapat menggunakan kaisan terbuka, tiang baja atau tiang yang dicor di tempat. Tetapi apabila tekanan atmosfer yang bekerja ternyata kurang dari 3 kg/cm² maka digunakan kaisan tekanan.

- e. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 40 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini maka menggunakan tiang baja dan tiang beton yang dicor di tempat.

2.2.2. Jenis-Jenis Pondasi

Pondasi bangunan biasanya dibedakan atas dua bagian yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam, tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman lebar pondasi. Pondasi dangkal dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah. Sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah keras berada jauh dari permukaan tanah.

Pondasi dapat digolongkan berdasarkan kemungkinan besar beban yang harus dipikul oleh pondasi :

1. Pondasi dangkal

Pondasi dangkal disebut juga juga pondasi langsung, pondasi ini digunakan apabila lapisan tanah pada dasar pondasi yang mampu mendukung beban yang di limpahkan terletak tidak dalam (berada relatif dekat dengan permukaan tanah).

Contoh pondasi dangkal sebagai pondasi yang memikul beban secara langsung

a. Pondasi telapak

Pondasi yang berdiri sendiri dalam mendukung kolom atau pondasi yang mendukung bangunan secara langsung.

- Pondasi rakit (*raft foundation*)

Pondasi yang digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan bila susunan kolom-kolom jaraknya sedemikian dekat disemua arahnya, sehingga bila menggunakan pondasi telapak, sisi-sisinya berhimpit satu sama lainnya.

- Pondasi Tumpuan: Diletakkan dibawah kolom pendukung bangunan, yang menerima semua beban bangunan langsung pada pondasi ini.
- Pondasi Terapung : Pondasi ini cocok untuk tanah dengan daya dukung rendah, Dipakai untuk pondasi plat diatas tanah lembek dimana besar bangunan diatas = berat tanah yang digali.

b. Pondasi menerus

Pondasi ini biasa digunakan untuk konstruksi yang tidak berat, seperti pagar, rumah tinggal sederhana yang tidak bertingkat, karena pada umumnya pondasi menerus hanya memikul berat beban yang bekerja tanpa mempertimbangkan beban momen yang terjadi.

c. Pondasi Umpak

Digunakan pada bangunan – bangunan sederhana yang memiliki kondisi tanah keras, terletak di bawah kolom.

2. Pondasi dalam

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

a. Pondasi sumuran

Pondasi sumuran adalah pondasi peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang, digunakan bila tanah dasar yang kuat terletak pada kedalaman yang relatif dalam.

b. Pondasi tiang

Pondasi tiang digunakan bila tanah pondasi pada kedalaman yang normal tidak mampu mendukung bebannya dan tanah kerasnya terletak pada kedalam yang sangat dalam. Pondasi tiang umumnya berdiameter lebih kecil dan lebih panjang dibanding dengan pondasi sumuran.

c. Pondasi tiang bor

Pondasi tiang bor merupakan jenis pondasi yang dicor di tempat, yang sebelumnya dilakukan pengeboran dan penggalian terlebih dahulu. Pondasi ini sangat cocok apabila digunakan di tempat – tempat yang padat oleh bangunan – bangunan, karena tidak terlalu bising dan getarannya tidak menimbulkan dampak negatif terhadap bangunan yang berada disekelilingnya. Namun pembuatan pondasi tiang bor ini memerlukan peralatan yang besar, sehingga hanya dipakai pada proyek–proyek besar saja.

2.2.3 Beban Luar Yang Bekerja Pada Kepala Pondasi

Beban pada kepala pondasi terjadi karena beban mati bangunan yaitu berat dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, *finishing*, mesin – mesin, serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung. Selain beban mati adapun beban hidup yang bekerja, dan beban hidup ini merupakan beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung, dan di dalamnya termasuk beban – beban pada lantai yang berasal dari barang – barang yang dapat berpindah, juga beban air hujan dan salju digolongkan sebagai beban hidup.

Berdasarkan penjelasan diatas maka, beban luar yang bekerja pada kepala tiang terdiri dari tiga beban dan diproyeksikan menjadi :

- a. Beban vertikal / beban tekan
Beban vertikal yaitu terdiri dari beban mati, contohnya berat sendiri bangunan itu sendiri dan beban hidup, yaitu contohnya beban penghuni, air hujan, atau salju, dan barang pada bangunan itu.
- b. Beban horizontal / beban geser
Beban geser adalah beban yang bekerja akibat gaya tekan tanah, air tanah, dan juga transfer akibat gaya angin pada dinding dan beban gempa.
- c. Momen.

2.3. Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran diklasifikasikan sebagai bentuk peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi dalam, digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam dengan persyaratan perbandingan kedalaman tertanam terhadap diameter lebih kecil atau sama dengan 4. Jika nilai perbandingan tersebut lebih besar dari 4 maka pondasi tersebut harus direncanakan sebagai pondasi tiang.

Ada beberapa alasan digunakannya pondasi sumuran dalam konstruksi

1. Kedalaman tiang dapat divariasikan.
2. Selama pelaksanaan sumuran tidak ada suara yang ditimbulkan oleh alat pancang seperti yang terjadi pada pelaksanaan pondasi tiang pancang.

3. Ketika proses pemancangan dilakukan, getaran tanah akan mengakibatkan kerusakan pada bangunan yang ada di dekatnya, tetapi dengan penggunaan pondasi sumuran hal ini dapat dicegah.
4. Karena dasar dari pondasi sumuran dapat diperbesar, hal ini memberikan ketahanan yang besar untuk gaya keatas.
5. Pada pondasi tiang pancang, proses pemancangan pada tanah lempung akan membuat tanah bergelombang dan menyebabkan tiang pancang sebelumnya bergerak kesamping. Hal ini tidak akan terjadi pada konstruksi pondasi sumuran
6. Pondasi sumuran mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap beban lateral.
7. Permukaan di atas dimana dasar pondasi didirikan diperiksa secara langsung.

Beberapa kelemahan dari pondasi sumuran :

1. Pengeboran dapat mengakibatkan gangguan kepadatan, bila tanah berupa pasir atau tanah berkerikil maka menggunakan bentonite sebagai penahan longsor.
2. Air yang mengalir kedalam lubang bor dapat mengakibatkan gangguan tanah, sehingga kapasitas daya dukung tanah terhadap tiang, maka air yang mengalir langsung dihisap dan dibuang kembali kedalam kolam air.
3. Keadaan cuaca yang buruk dapat mempersulit pengeboran dan pengecoran, dapat diatasi dengan menunda pengeboran dan pengecoran sampai keadaan cuaca memungkinkan atau memasang tenda sebagai penutup.
4. Akan terjadi tanah runtuh jika tindakan pencegahan tidak di lakukan, maka dipasang casing untuk mencegah kelongsoran.
5. Karena diameter tiang cukup besar dan memerlukan banyak beton dan material, untuk pekerjaan kecil mengakibatkan biaya meningkat maka ukuran tiang pondasi sumuran disesuaikan dengan beban yang dibutuhkan.
6. Walaupun penetrasi sampai ketanah 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 pondasi untuk pekerjaan *base grouting*.

2.3.1 Jenis pondasi sumuran yang digunakan pada bangunan

Dari sekian banyak jenis pondasi yang telah diuraikan di atas, ternyata sulit untuk menentukan jenis pondasi yang paling tepat untuk suatu kondisi/keadaan tertentu. Dari jenis – jenis yang ada, pertimbangan untuk pondasi sumuran yang digunakan pada bangunan berdasarkan pertimbangan – pertimbangan antara lain meliputi dua hal berikut ini.

Segi teknis meliputi :

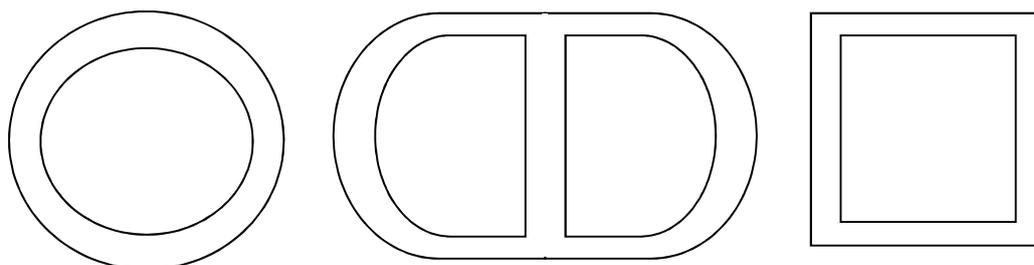
- a) Kuat menahan beban bangunan yang diterimanya;
- b) Kuat menahan gaya – gaya luar yang bekerja, seperti beban angin, muatan bergunan, gempa;
- c) Dapat dilaksanakan dengan kemampuan peralatan dan keahlian yang ada;
- d) Memakai bahan – bahan yang sesuai dengan persediaan yang ada di pasaran dan lingkungan sekitarnya;
- e) Tidak menimbulkan efek samping negatif terhadap lingkungan dan bangunan sekitarnya;
- f) Memberikan rasa aman dan rasa nyaman terhadap penghuni dan lingkungan sekitarnya;

Segi ekonomis meliputi :

- a) Biaya pelaksanaan secara menyeluruh lebih murah;
- b) Waktu pelaksanaan lebih efisien, sehingga pengaruhnya terhadap biaya lebih murah.

2.3.2. Tipe – tipe sumuran

Bangunan pondasi sumuran dapat berupa lingkaran, elips maupun persegi (Gambar 2.1)



Gambar 2.1 Tipe-tipe sumuran

2.3.3 Pondasi Sumuran Pada Pasir

Pondasi sumuran biasanya berfungsi untuk memindahkan berat bangunan ke suatu lapisan tanah yang lunak. Jika tiang – tiang dipancang ke dalam lapisan semacam ini (pasir), maka hampir semua beban tiang pada akhirnya dipikul oleh tahanan ujung tiang. Untuk alasan – alasan yang serupa, praktisnya semua beban pondasi sumuran yang dikelilingi oleh tanah yang relatif berpasir tidak boleh sedikitpun memperhitungkan hambatan lekat sumuran.

Bagian sumuran jembatan terbenam bisa saja dikelilingi sepenuhnya oleh pasir yang mempunyai kemampu – mampatan (compressibility) rendah, dan mampu memikul sebagian besar beban pondasi dengan hambatan lekat sumuran. Namun, dasar pondasi sumuran semacam ini biasanya diletakan pada kedalaman yang cukup dalam di bawah kedalaman maksimum penggerusan. Pada saat terjadi banjir yang luar biasa, sebagian besar pasir di sekeliling sumuran untuk sementara menghilang terbawa arus. Karena itu, sekalipun jembatan dikelilingi sepenuhnya dengan pasir, tapi harus dianggap bahwa seluruh beban pada sumuran dipikul oleh dasarnya.

Daya dukung ultimit sumuran pada pasir di bawah endapan yang mampu mampat dapat dihitung dimana istilahnya $\gamma, D_f N_q$ dianggap sebagai berat efektif tanah anantara permukaan tanah dan elevasi dasar sumuran. Karena pengaruh besaran tadi, maka daya dukung ultimit sumuran meningkat cepat dengan bertambahnya kedalaman pondasi. Karena itu, kecuali jika sumuran secara komparatif mempunyai lebar kecil dan dangkal, maka biasanya dapat diambil suatu jaminan bahwa sumuran ini tidak akan mengalami keruntuhan dasar. Maka dari itu, nilai daya dukung izin pondasi sumuran sangat ditentukan oleh pertimbangan – pertimbangan penurunan.

Walaupun begitu dalam kebanyakan masalah praktis yang melibatkan kondisi bawah permukaan dari gejala alam ini, tampaknya penurunanlah yang menentukan tekanan izin sedangkan daya dukung ultimit tampaknya tidak berpengaruh terhadapnya. Tetapi daya dukung ultimit ini mungkin harus dievaluasi, dalam kaitannya dengan suatu proyek seperti jembatan besar yang memindahkan beban hidup yang sangat kecil kepada pondasi jika dibandingkan dengan beban matinya, dan dimana penurunan selama pelaksanaan tidak berpengaruh apa apa karena dapat

segera dilakukan penyesuaian – penyesuaian selama pemasaran bentang – bentang jembatan.

Penurunan suatu daerah pembebanan di atas pasir sungai sangat tergantung pada kondisi tegangan yang ada pada pasir sebelum beban itu bekerja. Pelaksanaan sumuran selalu diawali dengan penggalian lubang sumuran. Proses ini dikaitkan dengan relaksasi semua tegangan yang ada pada pasir di dekat dinding – dinding dan dasar lubang itu. Jika kedalaman lubang melampaui empat atau lima kali diameternya, maka keadaan tegangan pada pasir di dekat dasar lubang praktis tidak tergantung pada kedalaman lubang, oleh karena itu, dapat diharapkan bahwa pengaruh kedalaman pondasi terhadap penurunan sumuran adalah relatif kecil dibandingkan dengan pengaruhnya terhadap daya dukung ultimitnya.

Jika dasar – dasar semua sumuran kurang lebih mempunyai lebar yang sama, maka beda penurunan antara sumuran – sumuran ini tidak akan melebihi ½ inchi. Jika perancang merasa bahwa dia dapat mentolelir penurunan yang lebih besar, dia dapat menaikkan nilai daya dukungnya sesuai dengan itu.

Penyesuaian prosedur ini mungkin dibutuhkan jika dasar sumuran jembatan terletak cukup dekat dengan elevasi dimana pasir dapat tergerus. Penggerusan ini sementara waktu mengurangi kedalaman pondasi sumuran itu sampai kurang dari 4 atau 5 kali dasarnya. Karena itu tekanan di dasar pondasi telapak di daerah yang sama yang terletak pada pasir yang sama dalam kondisi jenuh. Untuk rumus daya dukung pondasi sumuran pada pasir berdasarkan data N SPT (Meyerhof)

$$P_a = \frac{q_c \times A_p}{FK 1} + \frac{\sum l_i \times A_{st}}{FK 2} \quad (1)$$

dimana :

P_a = daya dukung ijin tekan

q_c = 20 N, untuk silt/clay

= 40 N, untuk sand

N = Nilai N SPT

A_p = luas penampang tiang

A_{st}	= keliling penampang tiang
l_i	= panjang segmen tiang yang ditinjau
f_i	= gaya geser pada selimut segmen tiang = N maksimum 12 ton/m ² , untuk silt/clay = N/5 maksimum 10 ton/m ² , untuk sand
FK1, FK2	= faktor keamanan, 3 dan 5

2.3.4 Pondasi Sumuran Pada Lempung

Daya dukung ultimit dari sumuran yang diletakkan pada lapisan lempung kaku yang berada di bawah endapan mampu – mampat yang lunak ditentukan dimana D_f diambil sebagai jarak vertikal antara puncak lempung kaku dan elevasi dasar pondasi sumuran. Nilai N_c tidak dinaikkan diatas nilai N_c yang sesuai untuk pondasi telapak dangkal, karena kekuatan yang rendah dan sifat mampu mampat dari bahan yang melapisinya mencegah perkembangan zona karakteristik kesetimbangan plastis suatu bahan kohesif homogen. Akibatnya, prosedur ini adalah konservatif, karena kekuatan bahan yang melapisinya meningkatkan daya dukung ultimit pondasi sumuran sampai tingkat tertentu.

Dibeberapa tempat, termasuk London dan sebagian Southern California, tanah di bawah endapan permukaan terdiri dari lempung kaku, seringkali retak – retak, sampai kedalaman yang dalam. Sumuran – sumuran yang dasarnya diperbesar, adalah ideal dan ekonomis untuk memindahkan beban – beban dari kolom bangunan ke dalam lempung. Sebagian besar beban, sekalipun pada sumuran yang dasarnya diperbesar, dipikul oleh hambatan lekat sumuran. Pengujian – pengujian skala besar (Skempton 1959, Whitaker dan Colman 1965, Woodward et al. 1961) menunjukkan bahwa daya dukung ultimit diberikan secara pendekatan sebagai berikut :

$$Q_d = Q_p + Q_s = q_p \cdot A_p + 2\lambda \cdot r \cdot f_s \cdot D_f \quad (2)$$

dimana :

Q_d	= daya dukung ultimit
Q_p	= tahanan dasar ultimit

Q_s	= kapasitas ultimit
q_p	= daya dukung per satuan luas tanah yang terletak di dasar pondasi
A_p	= luas permukaan dasar
r	= jari – jari pondasi
f_s	= gesekan permukaan
D_f	= kedalaman tanah

Tahanan dasar ultimit Q_p boleh dianggap sama dengan $c N_c A_p$, dimana c adalah kekuatan geser tak ter-drainase dari lempung asli, N_c mempunyai nilai 9 sesuai dengan pondasi dalam tanah kohesif homogen, A_p adalah luas dasar sumuran. Nilai c dari contoh yang utuh nampaknya lebih besar daripada nilai c dari lempung asli yang retak – retak, tapi di dasar sumuran biasanya pengaruh retakan – retakan ini adalah kecil.

Kapasitas ultimit lubang Q_s dapat dinyatakan dengan $c A_s$, dimana c adalah faktor reduksi yang harus dipergunakan pada kekuatan geser tak-terdrainase rata – rata dari lempung yang dekat dengan lubang seluas A_s , Faktor c harus dievaluasi berdasarkan uji skala-penuh. Sejauh ini, percobaan – percobaan yang ekstensif telah dilakukan hanya pada beberapa daerah. Untuk lempung London, tampaknya berkisar sekitar 0,45 (Skempton 1959), Sedangkan nilai c – nilainya pada lempung kaku di Southern California berkisar 0,49 sampai 0,52 (Woodward et al 1961). Hasil – hasil ini kira – kira tidak tergantung pada ada atau tidaknya pembesaran dasar sumuran, asalkan semua hambatan lekat pada pembesaran ini diabaikan.

Di lain pihak, pada faktor keamanan tertentu, penurunan tiba – tiba dari sumuran dengan dasar berbentuk lonceng, adalah lebih besar daripada penurunan sumuran lubang – lurus (*straight – shafted*) pada bahan yang sama. Kondisi ini muncul karena hambatan lekat sumuran mencapai nilai ultimitnya selama penurunan selanjutnya, sebaliknya, tahanan ujung berkembang perlahan dengan bertambahnya beban, dan belum mencapai nilai maksimum sampai penurunannya mencapai sekitar 10% dari diameter dasar sumuran (Whitaker dan Colman 1965).

Beban total yang dapat dipikul secara aman oleh lempung di bawah sumuran adalah jumlah dari beban izin pada dasar sumuran dan berat efektif tanah yang digali selama penggalian. Karena itu, beban rancangan untuk sumuran yang besar pada beban izin dasar tertentu, dapat bertambah secara mencolok dengan membuat

sumuran itu berongga. Kenyataan ini telah seringkali digunakan dalam perancangan sumuran jembatan.

Penurunan sumur pada lempung, seperti halnya penurunan pondasi telapak, sebagian besar tergantung pada sejarah pembebanan lempung itu. Pondasi sumuran pada lempung terbebani normal adalah tidak ekonomis, dan penurunannya menjadi penghambat. Oleh karena itu, sumuran hanya dibuat pada lempung pra-mampat. Walaupun begitu, jika daerah yang tertutup oleh sumuran ini cukup luas, maka keadaan pra-mampat dari lempung bawahnya ini tidaklah selalu dapat mencegah terjadinya penurunan luar biasa yang penting. Pernyataan ini digambarkan dengan pengamatan berikut ini. Mendekati akhir abad yang lalu, suatu sumuran jembatan dibuat dengan merode udara-mampat pada suatu lempung pra-mampat yang sangat kaku dan tebal di bawah sungai Danube. Namun dalam setengah abad, perbedaan antara penurunan sumuran – sumuran menjadi sama dengan 3 inchi. Nilai penurunan maksimumnya tak dapat dipastikan, tapi tidak diragukan lagi bahwa penurunan ini adalah jauh lebih besar daripada penurunannya. Karena itu, jika dasar sumuran pada lempung kaku meliputi daerah yang luas, maka harus dibuat perhitungan penurunannya.

2.3.5. Kapasitas Daya Dukung Pondasi Sumuran

Pondasi berfungsi menyalurkan beban-beban terpusat dari bangunan bawah ke dalam tanah pendukung dengan cara demikian sehingga hasil tegangan dan gerakan tanah dapat di pikul oleh struktur secara keseluruhan. Daya dukung pondasi harus lebih besar dari pada beban yang di pikul oleh pondasi tersebut dan penurunan yang terjadi harus sesuai batas yang di ijinakan yaitu 2,54 cm, daya dukung pondasi sumuran dapat di tentukan berdasarkan data-data hasil penyelidikan tanah dilaboratorium dan data hasil pelaksanaan SPT.

2.3.6. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Sumuran Berdasarkan N SPT

Analisis daya dukung ijin pondasi terhadap kekuatan tanah non kohesif berdasarkan data N SPT dengan rumus Meyerhof adalah sebagai berikut :

$$P_a = \frac{q_c \times A_p}{FK 1} + \frac{\sum l_i \times A_{st}}{FK 2} \quad (3)$$

dimana :

P_a = daya dukung ijin tekan

q_c = 20 N, untuk silt/clay

= 40 N, untuk sand

N = Nilai N SPT

A_p = luas penampang tiang

A_{st} = keliling penampang tiang

l_i = panjang segmen tiang yang ditinjau

f_i = gaya geser pada selimut segmen tiang

= N maksimum 12 ton/m², untuk silt/clay

= N/5 maksimum 10 ton/m², untuk sand

FK1, FK2 = faktor keamanan, 3 dan 5

2.3.7. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Sumuran Berdasarkan Pendekatan Empiris

Untuk menentukan daya dukung batas suatu tiang dapat dihitung berdasarkan data – data penyelidikan tanah, secara praktis digunakan perkiraan berdasarkan sondir, SPT atau rumus – rumus yang diajukan oleh Terzaghi dan Meyerhof, yang daya dukung pondasi tiang pada umumnya, diperoleh dari jumlah daya dukung ujung tiang dan tahanan geser pada dinding tiang.

Rumus daya dukung :

$$Q_u = Q_b + Q_s \quad (4)$$

Rumus daya dukung ijin :

$$Q_a = \frac{Q_u}{FK} = \frac{(Q_b + Q_s)}{FK} \quad (5)$$

Keterangan :

Q_a = Daya dukung vertikal yang vertikal yang diijinkan

Q_u = Daya dukung vertikal yang vertikal batas (maximum)

F_K = Faktor Keamanan

Q_b = Daya dukung ujung tiang (kN)

Q_s = Tahanan geser dinding tiang (kN)

2.3.8. Perhitungan Daya Dukung Pondasi Sumuran Berdasarkan Data Sondir

Test sondir atau Cone Penetration Test (CPT) pada dasarnya untuk memperoleh tahanan ujung q_c dan tahanan selimut c sepanjang tiang. Tes sondir ini, biasanya dilakukan pada tanah – tanah kohesif dan tidak dianjurkan pada tanah berkerikil dan lempung Daya dukung ultimit pondasi tiang dinyatakan dengan rumus :

$$Q_{ult} = (q_c \times A_p) + (JHP \times K) \quad (6)$$

Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \times A}{3} + \frac{JHP \times K}{5} \quad (7)$$

Ket

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung pondasi

Q_c = Tahanan ujung sondir

A_p = Luas penampang tiang

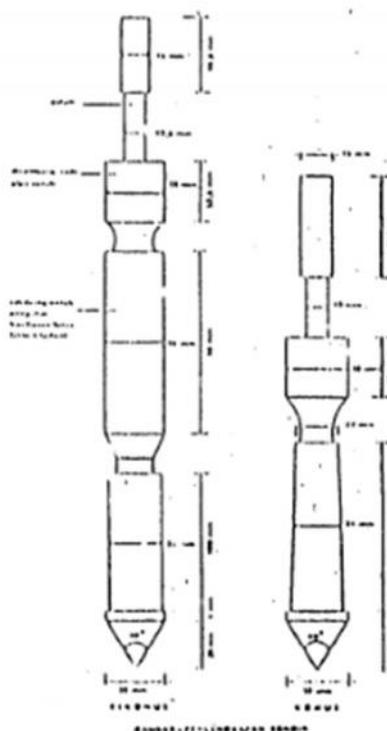
JHP = Jumlah hambatan pelekat

K = Keliling Tiang

2.3.9. Percobaan Penetrasi Konus (Sondir)

Merupakan salah satu jenis pengujian langsung di lapangan yang sejak lama telah dikembangkan, dan sangat luas penggunaannya. Percobaan penetrasi konus yang secara umum dikenal sebagai pengujian sondir, adalah uji statis berkaitan dengan cara memasukkan konus melalui penekanan dengan kecepatan tertentu.

Alat yang digunakan adalah sondir mekanis tipe *Begeeman Friction Sleeve – Cone (Bikonus*, dengan luas proyeksi ujung konus 10cm^2 , dan luas bidang geser 100cm^2) seperti terlihat pada Gambar 2.2, pemberian gaya yang menggunakan system hidrolis dengan luas torak (piston) 10cm^2 . Pembacaan gaya (tegangan) pada setiap interval kedalaman 20 cm, menggunakan dua buah manometer masing – masing berskala 0 - 60 kg/cm^2 dan 0 - 300 kg/cm^2 .



Gambar 2.2. Konus dan Bikonus

Hasil dari percobaan ini dapat digunakan untuk merencanakan daya dukung ujung (*end bearing*) dan perlawanan keliling permukaan tiang (*friction /adhesion resistance*) dari pondasi tiang, maupun daya dukung pondasi dangkal. Selain itu percobaan ini sangat praktis untuk mengetahui dengan cepat letak kedalaman lapisan tanah keras, bahkan dengan mengevaluasi nilai rasio gesekan (*friction ratio*), dapat pula dilakukan deskripsi jenis lapisan tanah.

Percobaan ini mempunyai rumus sebagai berikut :

a. Nilai Perlawanan Konus (q_c) Kg/cm^2

$$q_c = \frac{A_{pl} \times PK}{A_c} \quad (8)$$

b. Nilai Hambatan Lekat Setempat (HL)

$$HL = \frac{JP - PK \times A_{pl}}{A_3} \quad (9)$$

c. Nilai Hambatan Lekat Setempat (HL)

$$JHP = \frac{HL}{PK} \times 100\% \quad (10)$$

d. Rasio Gesekan (F_r)

$$F_r = \frac{HL}{PK} \quad (11)$$

Dimana

PK = bacaan perlawanan penetrasi konus (bacaan kesatu) kg/cm^2

JP = bacaan manometer nilai perlawanan total (bacaan kedua) kg/cm^2

q_c = nilai satuan perlawanan ujung konus kg/cm^2

HL = nilai satuan perlawanan geseran setempat kg/cm^2

JHP = jumlah total perlawanan geser kg/cm^2

A_{pl} = luas penampang torak cm^2

A_c = luas proyeksi horizontal penampang ujung konus cm^2

A_s = luas keliling permukaan selubung geser (*sleeve*) cm^2

2.3.10. Faktor Keamanan

Untuk memperoleh kapasitas ijin tiang, maka diperlukan untuk membagi kapasitas ultimit dengan faktor aman tertentu. Faktor aman ini perlu diberikan dengan maksud :

1. Untuk memberikan keamanan terhadap ketidakpastian metode hitungan yang digunakan.
2. Untuk memberikan keamanan terhadap variasi kuat geser dan kompreibilitas tanah.
3. Untuk meyakinkan bahwa bahan tiang cukup aman dalam mendukung beban yang bekerja.

4. Untuk meyakinkan bahwa penurunan total yang terjadi pada tiang tunggal atau kelompok masih tetap dalam batas-batas toleransi.
5. Untuk meyakinkan bahwa penurunan tidak seragam diantara tiang-tiang masih dalam batas toleransi.

Sehubungan dengan alasan butir 4, dari hasil banyak pengujian beban tiang, baik tiang pancang maupun tiang bor yang berdiameter kecil sampai dengan 600 mm. Penurunan akibat beban bekerja yang terjadi lebih kecil dari 10 mm untuk faktor keamanan yang tidak kurang dari 2,5 (Tomlinson,1977).

2.3.11. Penurunan Pondasi

2.3.11.1. Penurunan pondasi dangkal

Penurunan pondasi akibat beban yang bekerja pada pondasi dapat di klasifikasikan dalam dua jenis penurunan, yaitu penurunan seketika dan penurunan konsolidasi

a. Penurunan Seketika

Penurunan seketika adalah adalah penurunan yang dihasilkan oleh distorsi massa tanah yang tertekan, dan terjadi pada volume konstan. Penurunan pada tanah-tanah berbutir kasar dan berbutir halus tidak jenuh termasuk tipe penurunan seketika, karena penurunan seketika terjadi segera setelah terjadi penerapan beban.

Pada buku Hardiyatmo yang berjudul “Analisis dan Perencanaan Fondasi 1” tahun 2014. Untuk menentukan nilai penurunan seketika Hardiyatmo memberikan persamaan sebagai berikut,

$$S_i = Q \cdot B \frac{\{1 - \mu^2\}}{E_s} \cdot I_w \quad (12)$$

dimana,

Q = besarnya tegangan kontak

B = lebar pondasi

I_w = faktor pengaruh dari bentuk pondasi dan kekakuan pondasi(Tabel 2.2)

μ = angka *poisson ratio* (Tabel 2.3)

E_s = sifat elastisitas tanah (Tabel 2.4

Dalam perhitungan penurunan seketika diperlukan faktor pengaruh bentuk pondasi dan kekakuan pondasi (I_w), angka *poisson ratio* (μ), dan sifat elastisitas tanah (E_s), yang dapat dilihat pada Tabel 2.1, Tabel 2.2, dan Tabel 2.3.

Tabel 2.1 Faktor pengaruh yang tergantung dari bentuk pondasi dan kekakuan pondasi (I_w)

	Flexible			Rigid	
	Shape	Center	Average	I_w	I_m
Circle	1.0	0.04	0.85	0.88	6.0
Square	1.12	0.56	0.95	0.82	3.7
Rectangle :					
L/B = 0.2	-	-	-	-	2.29
0.5	-	-	-	-	3.33
1.5	1.36	0.68	1.15	1.06	4.12
2.0	1.53	0.77	1.30	1.20	4.38
5.0	2.10	1.05	1.83	1.70	4.82
10.0	2.54	1.27	2.25	2.10	4.93
100.0	4.01	2.00	3.69	3.40	5.00

Sumber : Rekayasa Fundasi II, Penerbit Gunadarma, hal 50

Tabel 2.2 Angka *Poisson Ratio* (μ) menurut jenis tanah

Type of soil	μ
Clay saturated	0.4 – 0.5
Clay unsaturated	0.1 – 0.3
Sandy clay	0.2 – 0.3
Silt	0.3 – 0.35
Sand (dense)	0.2 – 0.4
Coarse (void ratio = 0.4 - 0.7)	0.15
Fined - grained (void ratio = 0.4 – 0.7)	0.25
Rock	0.1 – 0.4 (depends somewhat on type of rock)
Loess	0.1 – 0.3
Ice	0.36
Conerate	0.15

Sumber : Rekayasa Fundasi II, Penerbit Gunadarma, hal 50

Tabel 2.3 Nilai Sifat Elastisitas Tanah (E_s) menurut jenis tanah

	E_s	
	Ksf	Mpa
Clay		
Very soft	50 – 250	2 – 15
Soft	100 – 500	5 – 25
Medium	300 – 1000	15 – 50
Hard	1000 – 2000	50 – 100
Sandy	500 – 5000	25 – 250

Glacial till		
Loose	200 – 3200	10 – 153
Dense	3000 – 15000	144 – 720
Very dense	10000 – 30000	478 – 1440
Loess	300 – 1200	14 – 57
Sand		
Silty	150 – 450	7 – 21
Loose	200 – 500	10 – 24
Dense	1000 – 1700	48 – 81
Sand and Gravel		
Loose	1000 – 3000	48 – 144
Dense	2000 – 4000	96 – 192
Shale	3000 – 3000000	144 – 14400
Silt	40 – 400	2 – 20

Sumber : Rekayasa Fundasi II, Penerbit Gunadarma, hal 51

b. Penurunan konsolidasi

Penurunan konsolidasi adalah penurunan yang diakibatkan keluarnya air dalam pori tanah akibat beban yang bekerja pada pondasi yang besarnya ditentukan oleh waktu pembebanan dan terjadi pada tanah jenuh ($S_r = 100\%$) atau yang mendekati jenuh ($S_r = 90-100\%$) atau pada tanah berbutir halus, yang mempunyai harga $K = 10^6$ m/s.

Penurunan konsolidasi terjadi dalam dua periode, yaitu penurunan konsolidasi primer dan konsolidasi sekunder,

1. Penurunan konsolidasi primer

- Untuk tanah dengan konsolidasi normal

$$S_{pc} = \frac{Cc-H}{1+e_0} \left(\log \frac{P_o+\Delta P}{P_o} \right) \quad (12)$$

- Untuk tanah dengan over konsolidasi

$$- P_o + \Delta P \leq P_c$$

$$S_{pc} = Cr \cdot \frac{Cc-H}{1+e_0} \left(\log \frac{P_o+\Delta P}{P_o} \right) \quad (13)$$

$$- P_o + \Delta P > P_c$$

$$S_{pc} = Cr \cdot \frac{Cc-H}{1+e_0} \log \frac{P_c}{P_o} + Cc \cdot \frac{H}{1+e_0} \left(\log \frac{P_o+\Delta P}{P_c} \right)$$

Dimana :

- P = Tambahan Tegangan
- e_0 = Initial void ratio
- C_c = Compression index
- P_0 = Effective overbuden layer
- C_r = Compression index pada kondisi over konsolidasi
- H = Tinggi lapisan yng mengalami konsolidasi
- P_c = preconsolidation pressure

2. Penurunan konsolidasi sekunder

$$S_{cs} = c'a \cdot H \cdot \log \frac{t_1}{t_2}$$

$$Ca = \frac{\Delta e}{\log \frac{t_1}{t_2}} \quad (14)$$

$$c'a = \frac{Ca}{1 + e_p}$$

Dimana :

- S_{cs} = penurunan konsolidasi sekunder
- H = tinggi lapisan yang mengalami konsolidasi
- e_p = angka pori
- t_1 = saat waktu setelah konsolidasi primer berhenti

2.3.11.2. Penurunan pondasi dalam

Menurut Cheng Lim dan Jack B.Evett (1981) besarnya penurunan pada tanah yang mengandung lempung adalah

$$S = \frac{e_0 - e}{1 + e_0} \cdot H \quad (15)$$

Dimana :

- S = settlement (penurunan)
- e_0 = void rasio awal
- e = void rasio akhir
- H = tebal lapisan tanah yang ditinjau

Dapat juga dicari dengan rumus :

$$S = Cc \cdot \frac{H}{1 + e_0} \cdot \log \frac{P_0 + \Delta P}{P_0} \quad (16)$$

Dimana :

- Cc = compressibility index
- P = tekanan konsolidasi
- P_0 = tekanan efektif
- e_0 = void rasio awal

sedangkan settlement pada tanah berpasir adalah :

Dimana

$$S = H \cdot \frac{e_n - e_d}{e_0} \quad (17)$$

- S = settlement (penurunan)
- e_n = void rasio tanah setempat
- e_d = void rasio tanah dalam keadaan padat

$$V_s = \frac{V - V_s}{V_s} = \frac{W_s}{G_s}$$

G_s = Specific gravity

- H = tebal lapisan tanah yang ditinjau

2.4. Pembebanan Struktur

Pembebanan pada struktur bangunan merupakan salah satu hal yang terpenting dalam perencanaan sebuah gedung. Kesalahan dalam perencanaan beban atau penerapan beban pada perhitungan akan mengakibatkan kesalahan yang fatal pada hasil desain bangunan tersebut, yang di dalamnya terdapat beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Untuk itu sangat penting bagi kita untuk merencanakan pembebanan pada struktur bangunan dengan sangat teliti agar bangunan yang didesain tersebut nantinya akan aman pada saat dibangun dan digunakan.

2.4.1. Beban Mati (DL)

Beban mati adalah beban yang berasal dari material yang digunakan pada struktur dan beban mati tambahan yang bekerja pada struktur. Pada hitungan struktur menggunakan bantuan *software* SAP 2000 v11, beban mati dihitung secara otomatis berdasarkan input data material dan dimensi material yang digunakan. Berat material bangunan tergantung dari jenis bahan yang digunakan. Contoh berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung berdasarkan PPIUG 1983 tabel 2.1 adalah:

1. Baja = 7850 kg/m³
2. Batu alam = 2600 kg/m³
3. Beton bertulang = 2400 kg/m³
4. Pasangan bata merah = 1700 kg/m³

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

1. Beban finishing (keramik) = 24 kg/m²
2. Plesteran 2,5 cm (2,5 x 21 kg.m²) = 53 kg/m²
3. Beban ME = 25 kg/m²
4. Beban plafond dan penggantung = 18 kg/m²
5. Beban dinding = 250 kg/m²

2.4.2. Beban Hidup (LL)

Di dalam peraturan pembebanan telah ditetapkan bahwa fungsi suatu ruangan didalam gedung akan membuat beban berbeda.. misalnya beban untuk kantor tentu berbeda dengan beban untuk gudang, dan lainnya.

Contoh beban hidup berdasarkan fungsi ruangan dari Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983) tabel 3.1 pada butir C, maka diambil beban hidup 250 kg/m².

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

Sumber (PPIUG 1983) tabel 3.1

2.4.3. Beban Gempa (E)

a. Tipe Profil Tanah

SNI 03-1726-2002 pasal 4.6 menetapkan bahwa ada 4 macam jenis tanah, yaitu tanah keras, sedang, lunak, tanah khusus. Berdasarkan karakteristik dari lapisan tanah

setebal maksimum 30 m paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam Tabel 4 dan berdasarkan nilai hasil Test Penetrasi Standar N rata-rata

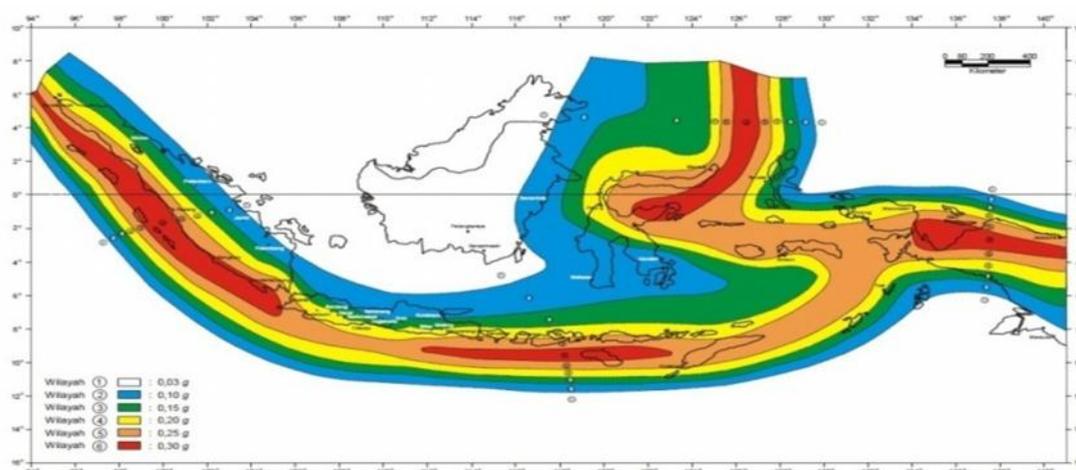
Tanah keras	N	50
Tanah sedang	15	N 50
Tanah lunak	N	> 15

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

b. Wilayah Gempa

Indonesia ditetapkan terbagi dalam 6 wilayah gempa seperti yang ditunjukkan gambar 1, dimana wilayah gempa 1 adalah wilayah dengan kegempaan paling rendah dan wilayah 6 adalah wilayah kegempaan paling tinggi. Dalam hal pembebanan gempa, penentuan lokasi akan berpengaruh terhadap perhitungan beban gempa. Perencanaan struktur gedung diwilayah gempa 1 dan 6 akan sangat jauh berbeda.

Hal ini disebabkan pembagian wilayah gempa didasarkan atas percepatan puncak batuan dasar akibat gempa rencana dengan periode ulang 500 tahun (lihat Gambar 2.7) yang nilai rata-ratanya berbeda dimasing-masing lokasi. Percepatan puncak batuan dasar dan percepatan puncak muka tanah ditetapkan juga sebagai percepatan minimum yang harus diperhitungkan dalam perencanaan struktur gedung untuk menjamin kekekaran minimum dari struktur gedung tersebut.



Gambar 2.3. Wilayah Gempa Indonesia dengan percepatan puncak batuan dasar dengan periode ulang 500 tahun.

c. 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 2.4 pada penulisan ini). Tabel 2.4 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 $I = 1$.

Tabel 2.4. Faktor keutamaan 1 untuk berbagai kategori gedung dan bangunan

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

Catatan :

Untuk semua struktur bangunan gedung yang ijin penggunaannya diterbitkan sebelum berlakunya Standar ini maka Faktor Keutamaan, I , dapat dikalikan 80%.

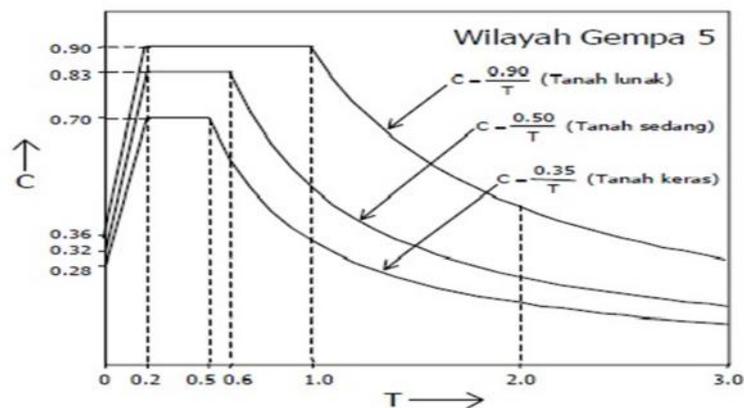
d. Daktilitas Struktur

Daktilitas struktur memakai dua parameter yaitu faktor daktilitas simpangan μ dan faktor reduksi gempa R . Daktilitas simpangan μ menyatakan ratio simpangan diambang keruntuhan m 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.

e. Faktor Respon Gempa

Faktor respon gempa C dinyatakan dalam percepatan gravitasi yang nilainya bergantung pada waktu getar alami struktur gedung dan kurvanya ditampilkan dalam spektrum respon gempa rencana. Faktor respon gempa ditunjukkan pada gambar 2 SNI-03-1726-2002 (Gambar 2.6 pada penulisan ini). Dalam Gambar 2.8, C adalah faktor

respon 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 A_0 , dimana A_0 merupakan percepatan puncak muka tanah menurut tabel 5 SNI-03-1726-2002.



Gambar 2.4. Respons spektrum gempa rencana untuk wilayah gempa 5

f. Beban Struktur Gedung

Bentuk suatu gedung dikategorikan sebagai gedung beraturan dan tidak beraturan. Sesuai SNI-03-1726-2002 pasal 4.2

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. Analisa untuk struktur gedung beraturan dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen yang tersebut dalam pasal 6 SNI-03-1726-2002.

g. Beban Gempa Nominal

Struktur gedung sberaturan 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.

h. Waktu Getar Alami

Sesuai seperti yang disebutkan pada SNI-03-1726-2002 pasal 5.6, gedung harus dibatasi agar tidak terlalu fleksibel. Hal ini untuk mencegah kerusakan komponen struktur gedung serta menyediakan kenyamanan bagi pengguna gedung. Apabila suatu gedung menerima beban gempa besar, tetapi tidak ada batasan waktu getar alaminya, maka pengguna gedung dan seisinya bisa diibaratkan seperti dadu yang dikocok dalam suatu kotak.

Dengan rumus empiris Method A dari UBC Section 1630.2.2, waktu getar alami gedung adalah

$$T_{\text{Empiris}} = C_t \cdot h_n^{\frac{3}{4}} \quad (8)$$

Dimana,

C_t = koefisien untuk bangunan (0,0731)

h_n = tinggi bangunan

menurut SNI-03-1726-2002 pasal 5.6 Tabel 8 (Tabel 2.5 dalam penulisan ini), untuk wilayah gempa 5 pembatasan waktu getar alami adalah :

Tabel 2.5. Koefisien pembatasan waktu getar alami

Tabel 8 Koefisien ζ yang membatasi waktu getar alami Fundamental struktur gedung

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

$$T = \dots \cdot n \quad (9)$$

Dimana,

= koefisien yang tergantung wilayah gempa (wilayah 5 =0,16)

n = jumlah tingkat bangunan

i. Gaya Geser Nominal

Langkah selanjutnya adalah menentukan gaya geser dasar nominal yang terjadi pada tingkat dasar gedung, yang diperhitungkan akibat berat gedung, fungsi gedung, dan wilayah gempa dimana bangunan itu akan dibangun.

$$V = (C \times I \times W)/R \quad (10)$$

Dimana :

V = Gaya geser dasar nominal

C = Faktor respons gempa

I = Faktor keutamaan gedung

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 F_i yang bekerja pada pusat masa lantai ke-I menurut persamaan :

$$F_i = \frac{W_i z_i}{\sum_{i=1}^n W_i z_i} V \quad (11)$$

Dimana :

F_i = Gempa nominal statik ekuivalen

W_i = Berat lantai tingkat

z_i = Ketinggian lantai

V = Gaya geser dasar nominan

j. Kombinansi Beban

Menurut SNI-03-2847-2002 pasal 11.1:

Struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor yang sesuai dengan ketentuan tata cara ini. Komponen struktur juga harus memenuhi ketentuan lain yang tercantum dalam tatacara ini untuk menjamin tercapainya perilaku struktur yang baik pada tingkat beban bekerja. Kuat perlu adalah kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang diperlukan untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berkaitan dengan beban tersebut dalam suatu kombinasi.

Kombinasi pembebanan untuk gedung sudah ditetapkan berdasarkan SNI-03-2847-2002 pasal 12.1. kombinasi pembebanan pada perhitungan struktur gedung dapat dirangkum sebagai berikut

1. 1,4 DL
2. 1,2 DL + 1,6 LL
3. 0,9 DL \pm 1,0 E
4. 1,2 DL \pm 1,0 LL \pm 1,0 E

Dimana,

DL = beban mati

LL = beban hidup

E = beban Gempa

k. Kombinasi pembebanan dalam memperhitungkan beban gempa yang bekerja

Menurut SNI-03-2847-2002 pasal 12.1, maka kombinnasi beban yang dimasukan dalam SAP 2000 adalah:

1. 1.4 DL
2. 1.2 DL + 1.6 LL
3. 1.2 DL + LL + Fx + 0.3 Fy
4. 1.2 DL + LL + Fx - 0.3 Fy
5. 1.2 DL + LL - Fx + 0.3 Fy
6. 1.2 DL + LL - Fx - 0.3 Fy
7. 0.9 DL + Fx + 0.3 Fy
8. 0.9 DL + Fx - 0.3 Fy
9. 0.9 DL - Fx + 0.3 Fy
10. 0.9 DL - Fx - 0.3 Fy
11. 1.2 DL + LL + 0.3 Fx + Fy
12. 1.2 DL + LL + 0.3 Fx - Fy
13. 1.2 DL + LL - 0.3 Fx + Fy
14. 1.2 DL + LL - 0.3 Fx - Fy
15. 0.9 DL + 0.3 Fx + Fy
16. 0.9 DL + 0.3 Fx - Fy
17. 0.9 DL - 0.3 Fx + Fy
18. 0.9 DL - 0.3 Fx - Fy

2.5. SAP 2000

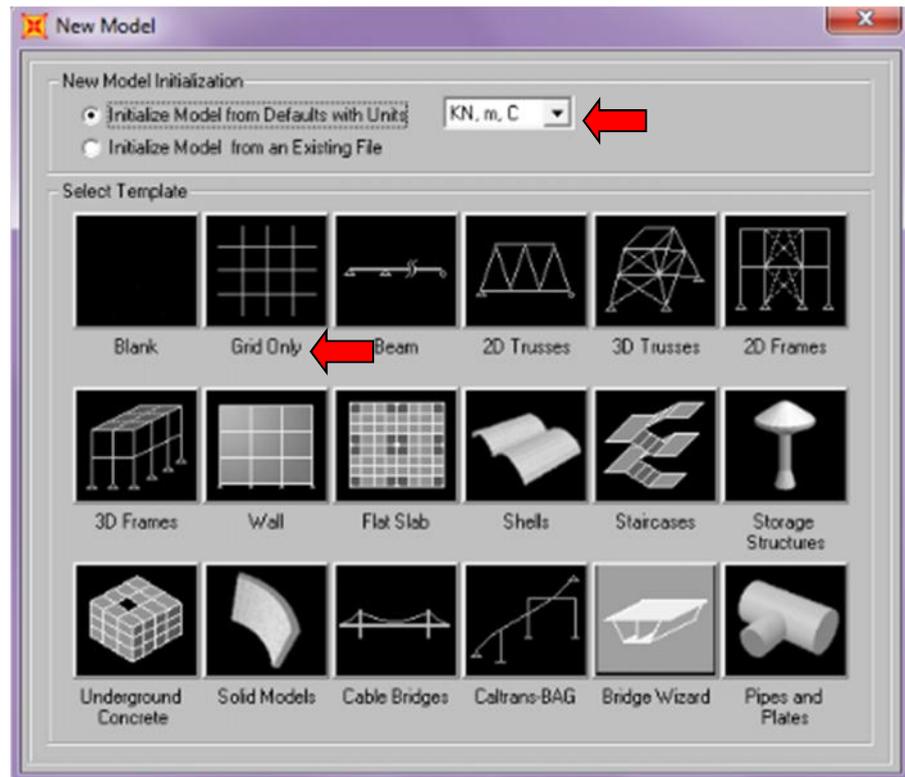
SAP 2000 adalah program yang menyediakan pilihan, antara lain membuat model struktur baru, memodifikasi dan merancang element struktur. Semua hal tersebut dapat dilakukan melalui *User Interface* yang sama. Program ini dirancang sangat interaktif, sehingga beberapa hal dapat dilakukan, misalnya mengontrol kondisi tegangan pada element struktur, mengubah dimensi batang dan mengganti peraturan perancangan tanpa harus mengulang analisis struktur. Program ini telah dilengkapi dengan beberapa template seperti 2D dan 3D frame, wall, shell, staircase, Bridge Wizard dan lain-lain untuk mempermudah dalam memodel struktur.

SAP 2000 merupakan program versi terakhir yang paling lengkap dari sesi-sesi program analisis struktur SAP, baik SAP 80 maupun SAP 90. Keunggulan program SAP 2000 antara lain ditunjukkan dengan adanya fasilitas untuk desain elemen, baik untuk material baja maupun beton. Di samping itu adanya fasilitas baja dengan mengoptimalkan penampang, sehingga pengguna tidak perlu menentukan profil untuk masing-masing elemen, tetapi cukup memberikan data profil secukupnya, dan program akan memilih sendiri profil yang paling optimal atau ekonomis.

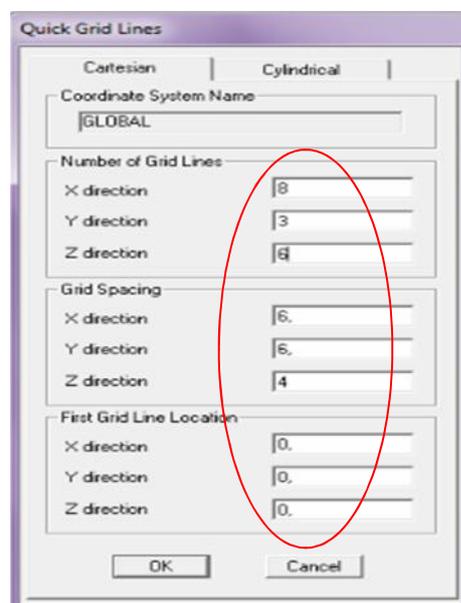
2.5.1. Langkah-langkah menjalankan SAP 2000 v11

1. Buat file pekerjaan baru

- File
- Grid Only
- Atur satuan dalam ukuran panjang (m)
- Atur grid sesuai dengan gambar struktur (x, y, z). Grid berfungsi sebagai garis bantu untuk menginput elemen struktur, seperti terlihat pada Gambar 2.5 dan Gambar 2.6.



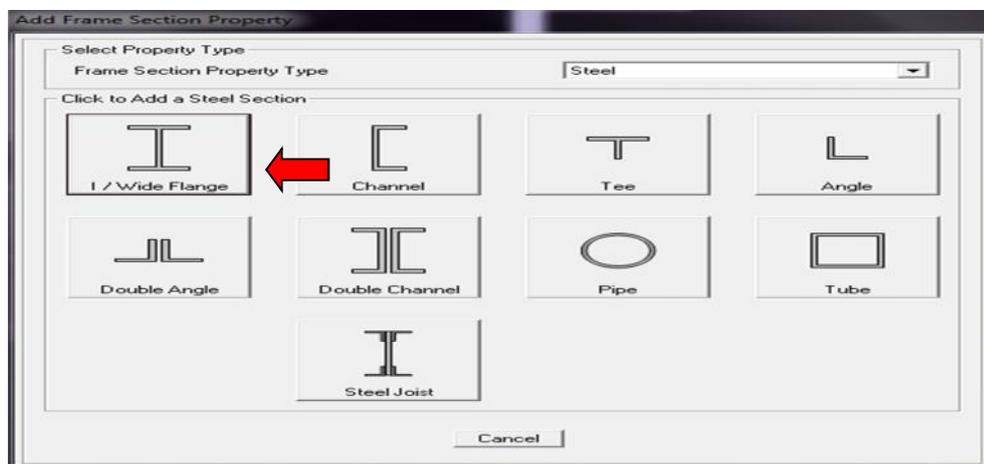
Gambar 2.5. Jenis permodelan



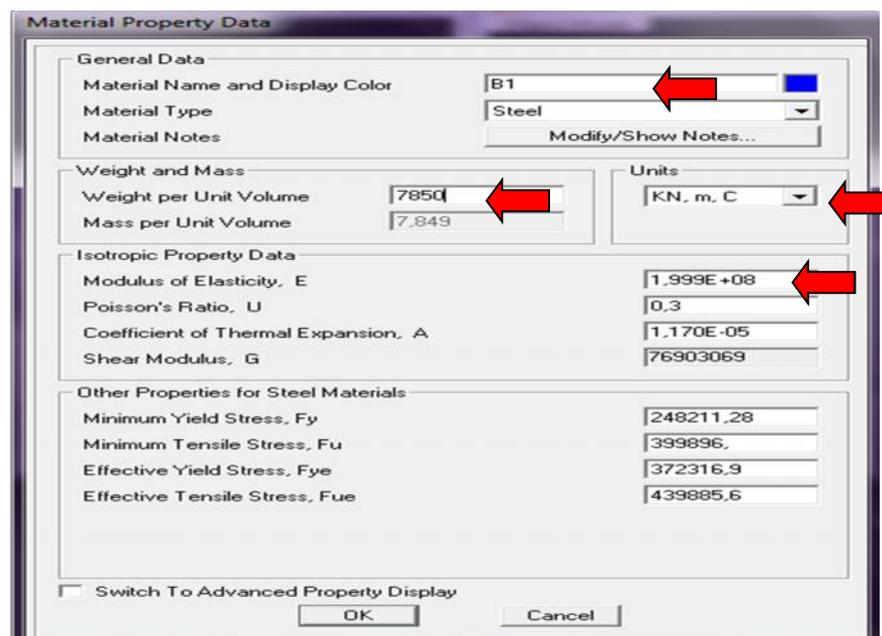
Gambar 2.6. Pengaturan Grid

2. Mendefinisikan material yang akan dipakai

- Define
- Material (*add new material*)
- Pilih jenis material yang akan digunakan seperti terlihat pada Gambar 2.7
- Ganti *Weight per unit volume* dari tiap-tiap material (untuk baja 7850 kg/m³ dan untuk beton 540 kg/m³)
- Ganti *modulus of elasticity* tiap-tiap material (untuk baja $2,1 \times 10^4$ kg.cm² dan untuk beton $4700\sqrt{f'c}$)
- Ganti mutu baja sesuai yang digunakan, seperti terlihat pada Gambar 2.8.



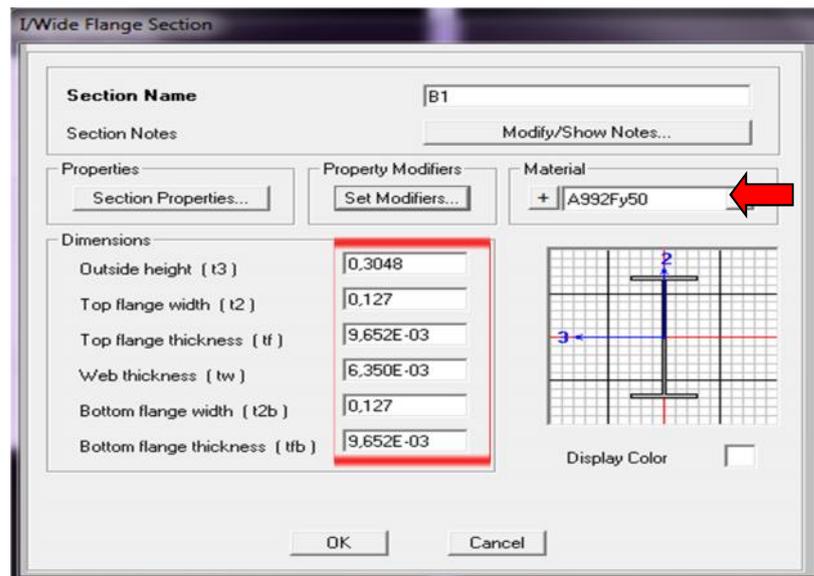
Gambar 2.7. Pemilihan jenis material



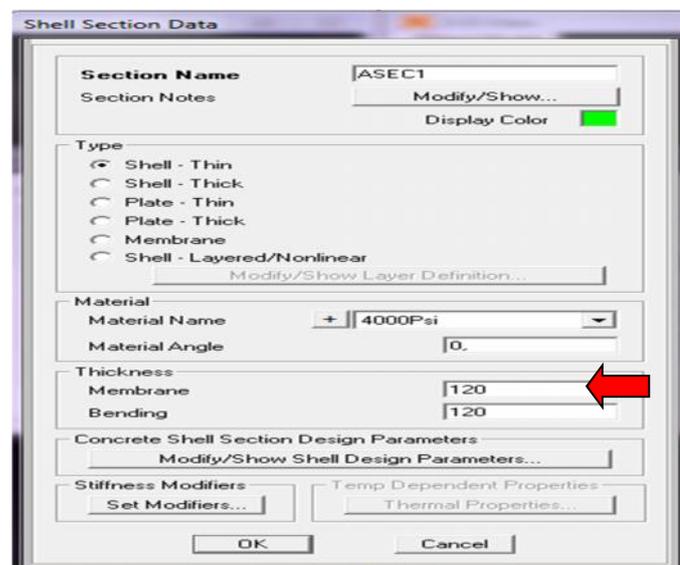
Gambar 2.8. Material property data

3. Mendefinisikan penampang struktur yang akan digunakan.

- Define
- Frame section
- Add new property
- Pilih jenis tipe penampang yang akan digunakan
- Masukkan ukuran serta material yang digunakan, seperti terlihat pada Gambar 2.9 dan Gambar 2.10.



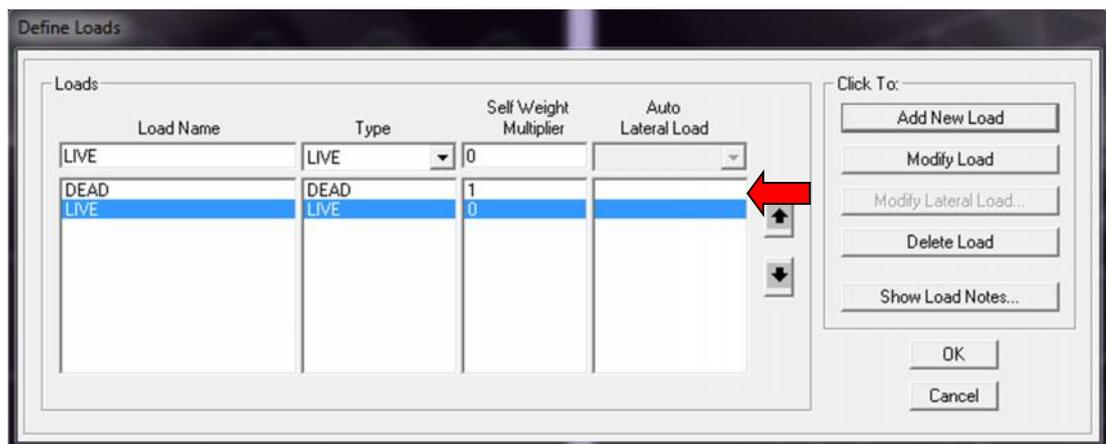
Gambar 2.9 Pengaturan ukuran penampang



Gambar 2.10 Pengaturan ukuran plat

4. Mendefinisikan tipe beban

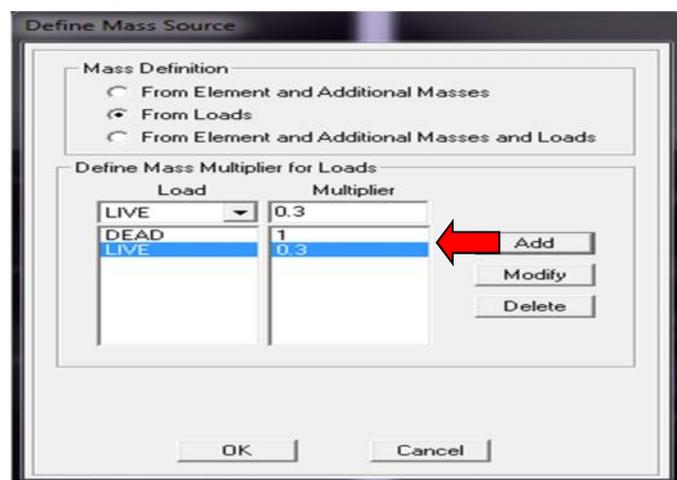
- Define
- Load case
- Beban mati / Dead, self weight multiplier = 1 (satu dimaksudkan berat sendiri elemen struktur dihitung secara otomatis oleh program)
- Beban hidup /Live, self weight multiplier = 0, seperti terlihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Pendefinisian tipe beban

5. Mendefinisikan sumber beban

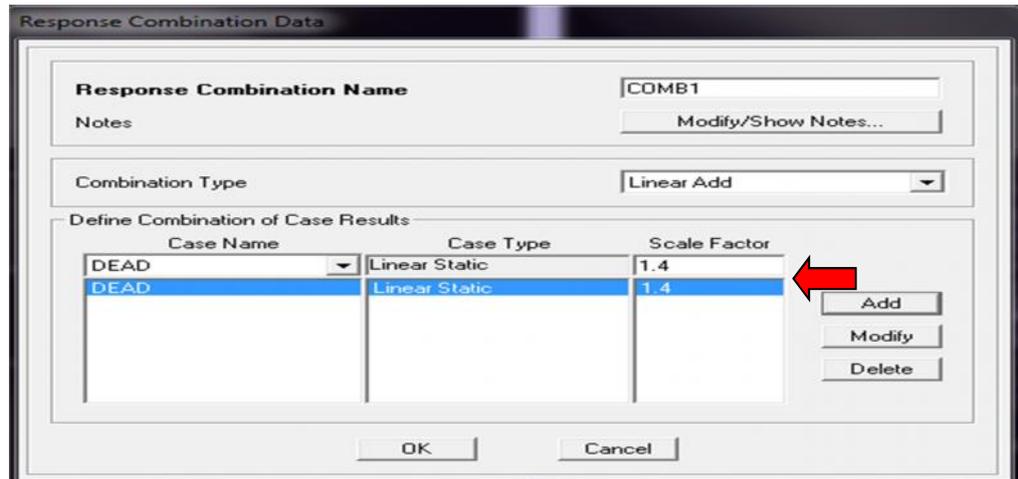
- Define
- Mass source
- Mass definition
- From load (Dead = 1 / live = 0,3), lihat Gambar 2.12.



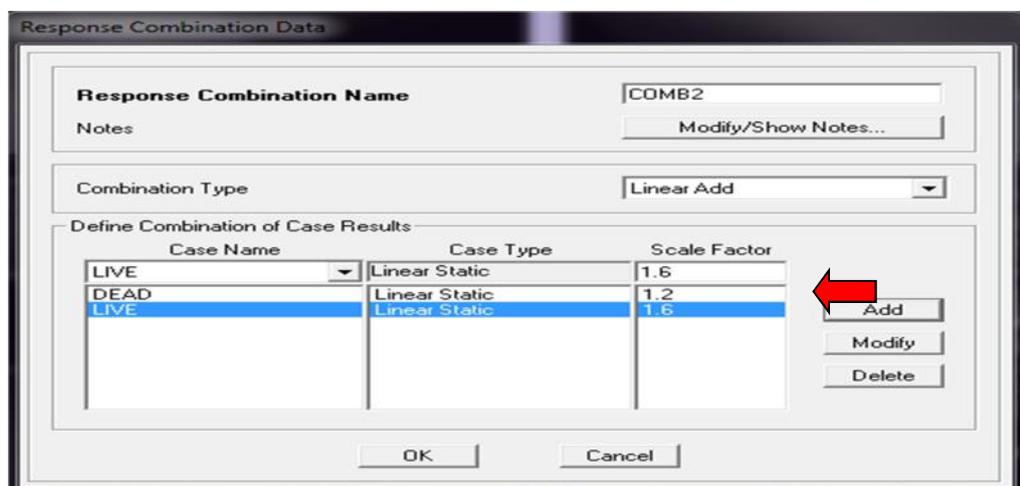
Gambar 2.12 Define mass source

6. Mendefinisikan kombinasi beban

- Define
- Combination
- Combo 1 (1.4 DL), lihat Gambar 2.13
- Combo 2 (1.2 DL + 1.6 LL), lihat Gambar 2.14.

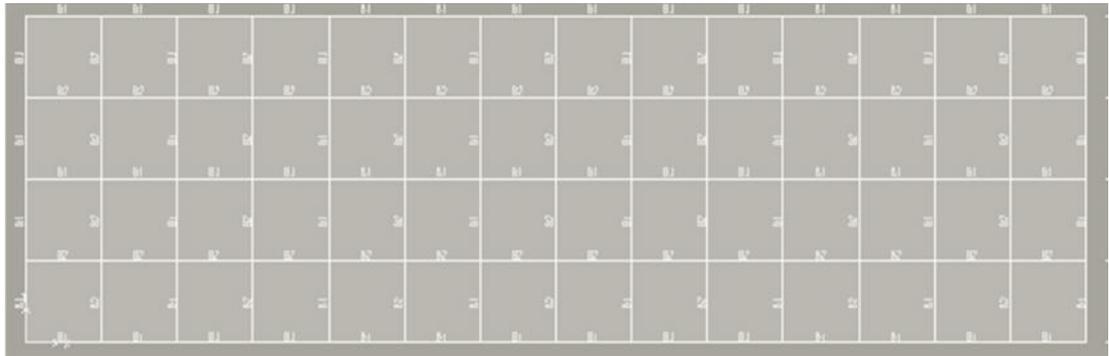


Gambar 2.13 Kombinansi beban (combo 1)



Gambar 2.14. Kombinasi beban (Combo 2)

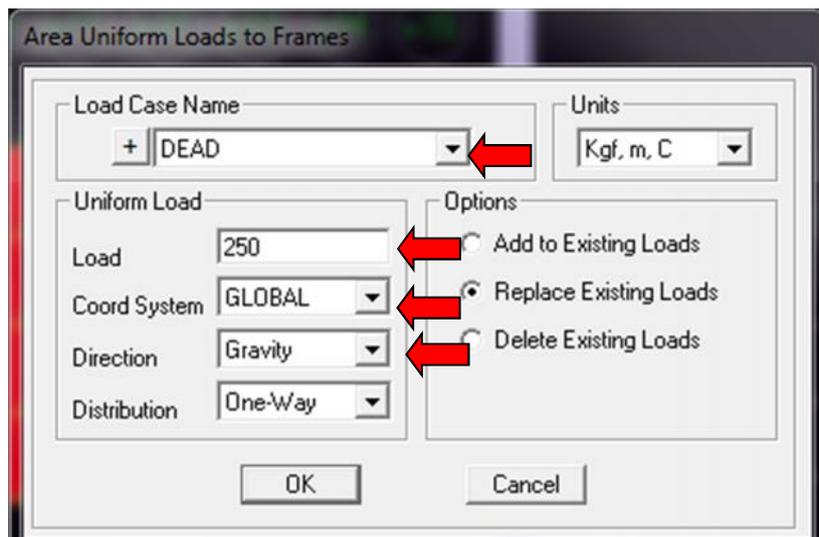
7. Gambar elemen struktur pada grid yang dibuat sebelumnya sesuai dengan tata letak elemen struktur rencana, seperti terlihat pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Gambar elemen struktur

8. Masukkan beban-beban yang bekerja pada elemen struktur, karena dalam perencanaan struktur bangunan tidak di perhitungkan beban dinding, maka pada elemen balok tidak dimasukan beban yang bekerja. Untuk elemen plat bekerja beban mati tambahan berupa finishing lantai, berat plafond serta beban hidup, maka dimasukan beban plat, lihat Gambar 2.16.

- Assign
- Area load
- Uniform to frame
- Shell
- Pilih jenis beban (D/L)
- Atur satuan kg/m
- Masukkan besar beban (load = x)
- Atur arah beban bekerja
- Sistem kordinat = global
- Direction = gravity

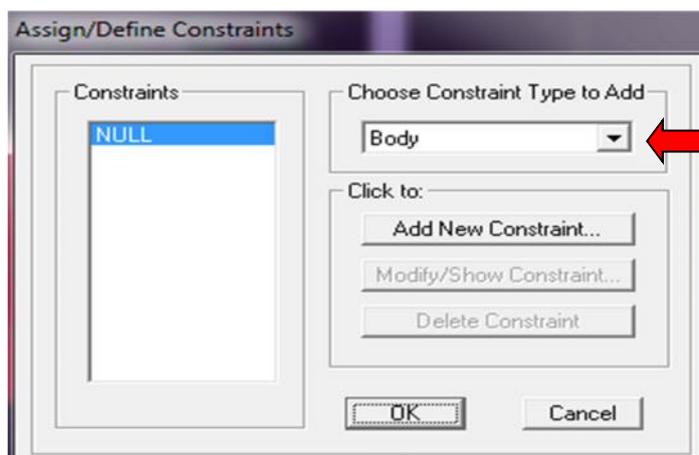


Gambar 2.16. Pengaturan pembebanan

9. Pengikatan pelat dan kolom

- Pilih semua elemen (CTRL + A)
- Assign
- Joint
- Constraint
- Body

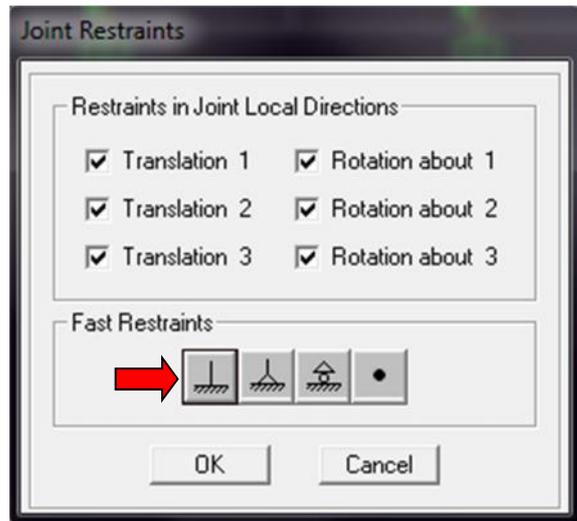
Ini berguna untuk mengikat pelat dengan kolom agar pergerakan deformasi kolom searah mengikuti kemana arah plat bergerak, lihat Gambar 2.17.



Gambar 2.17. Pengaturan pengikatan pelat dan kolom

10. Buat perletakan

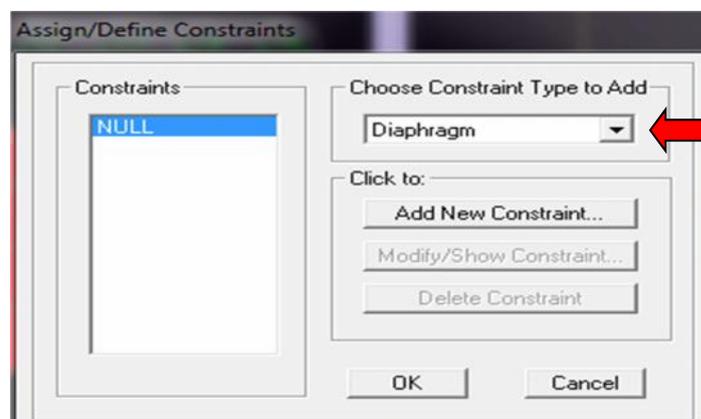
- Pilih keseluruhan penampang struktur paling bawah bangunan
- Assign
- Joint
- Restraint
- Pilih jepit, seperti terlihat pada Gambar 2.18.



Gambar 2.18. Mengatur perletakan

11. Membuat diafragma bangunan, lihat Gambar 2.19

- Pilih semua objek
- Assign
- Joint
- Constraint
- Choose constraint type to add
- Diafragma

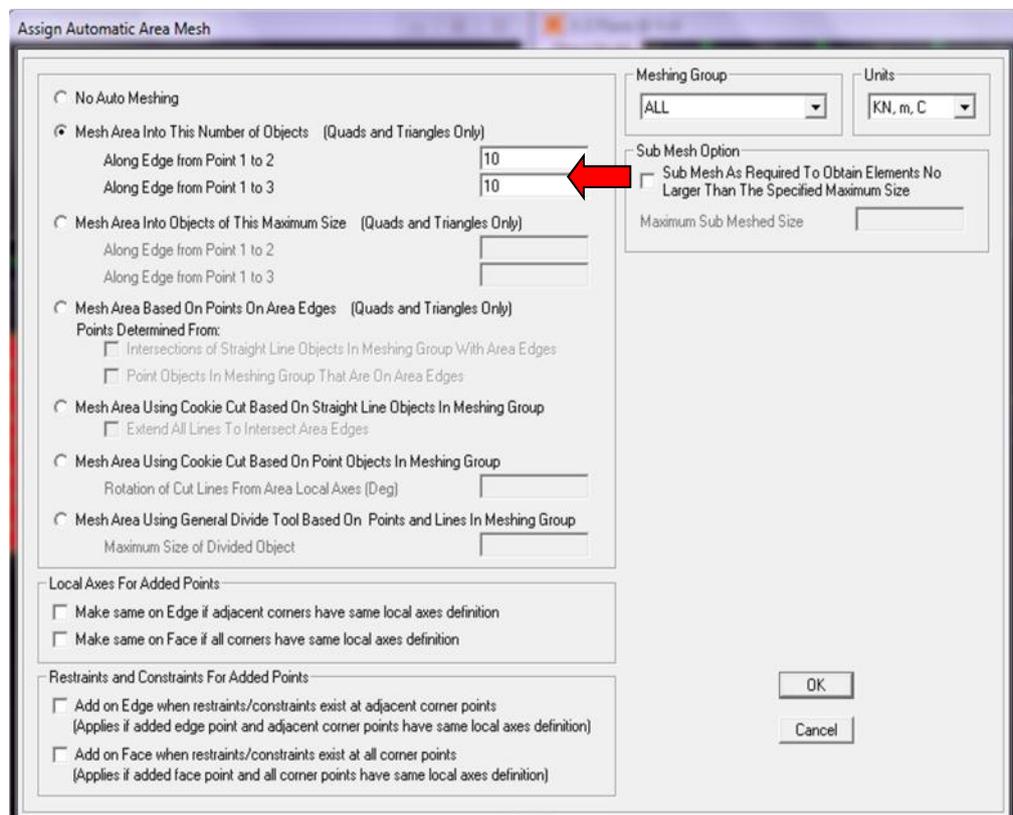


Gambar 2.19. Mengatur diafragma bangunan

12. Pembagian beban plat

- Pilih semua elemen plat yang telah dibuat
- Assign
- Area
- Automatic areamesh
- Centang mesh area into this number of object
- Pada along edge from point 1 to 2 and 1 to 3 = 10

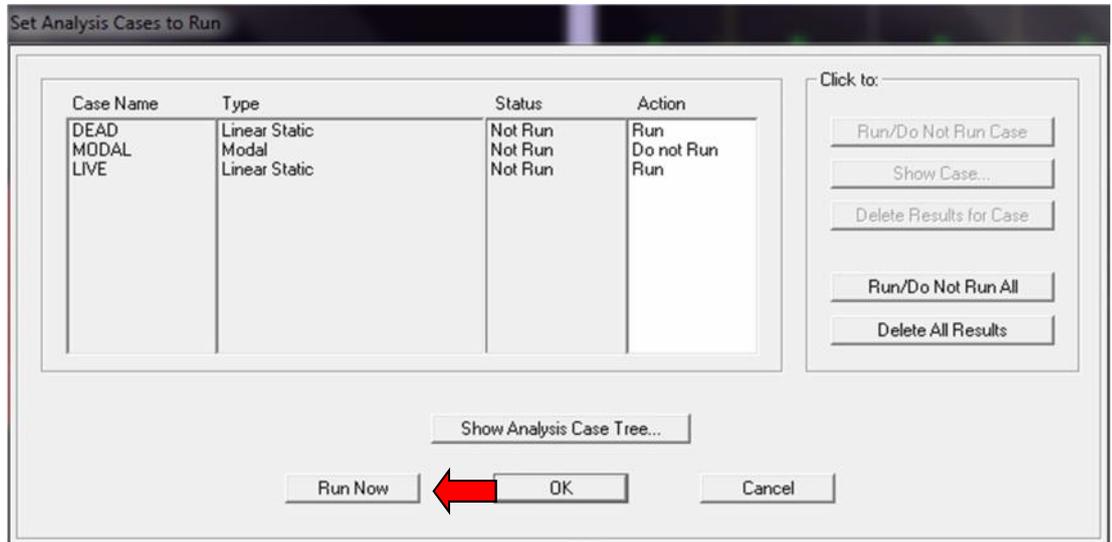
Hal ini bertujuan untuk membuat elemen plat dianalisa menjadi sepuluh bagian yang berfungsi memberikan beban ujung tempat balok ia berpijak. Dengan demikian kita tidak perlu membuat pendistribusian beban grafitasi dengan metode amplop, lihat Gambar 2.20.



Gambar 2.20. Pembagian beban plat

13. Analisa bangunan, lihat Gambar 2.21

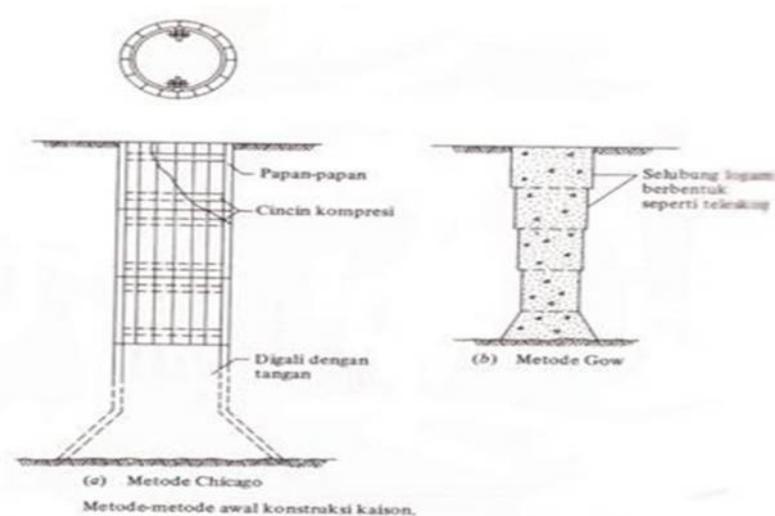
- F5
- Do not run
- Run now



Gambar 2.21. Analisa bangunan

2.6. Metode Pelaksanaan Pondasi Sumuran

Pada awal proses pengerjaannya dilakukan dengan cara menggali lubang sumuran dengan bagian dasar berbentuk lonceng dengan tangan meskipun metode pengeboran yang memakai tenaga manusia atau kuda sudah dipakai pada awal tahun 1990. Metode Chicago dan Gow seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.22, merupakan beberapa metode kuno yang digunakan pada awal-awal penggunaan pondasi sumuran. Pada metode Chicago, para pekerja menggali saluran berbentuk lingkaran hingga pada kedalaman yang diinginkan dan memasang cangkang yang terbuat dari papan-papan vertikal atau papan yang ditahan dengan cincin kompresi pada bagian dalam. Penggalan dilanjutkan sampai kedalaman sumuran yang diinginkan.

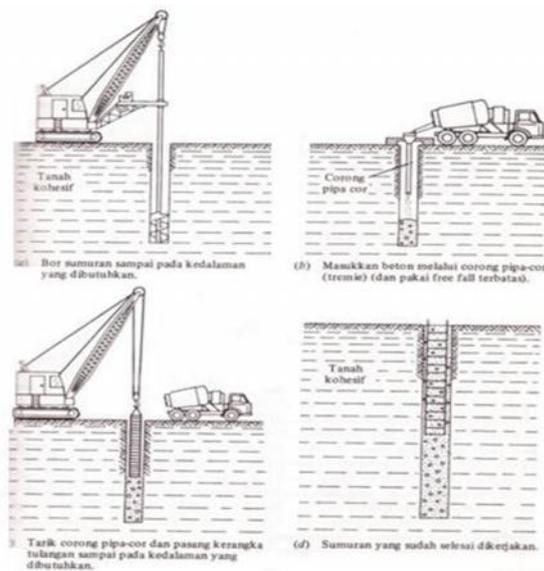


Gambar 2.22. Metode-metode awal konstruksi sumuran

Metode Gow memakai serangkaian selubung metal berbentuk seperti teleskop. Pada bagian-bagian yang berbentuk teleskop diameternya terus berkurang dan terdapat pengikat yang diatur berurutan pada setiap perubahan diameternya, cara pemasangannya pun sama seperti metode yang menggunakan acuan yang dipakai saat ini. Pada saat ini ada tiga metode dasar pengeboran (variabel-variabel tempat proyek mungkin juga memerlukan perpaduan beberapa metode), yaitu :

1. Metode Kering

Pada metode kering yang pertama dilakukan adalah sumuran digali (dan dasarnya dibentuk lonceng jika perlu). Kemudian sumuran diisi sebagian dengan beton dan kerangka tulangan dipasang dan setelah itu sumuran telah selesai dikerjakan. Kerangka tulangan tidak boleh dimasukkan sampai mencapai dasar sumuran karena diperlukan pelindung beton minimum, tetapi kerangka tulangan boleh diperpanjang sampai hampir mendekati kedalaman penuh daripada hanya mencapai kira-kira setengahnya saja. Metode ini membutuhkan tanah tempat proyek yang tak bertekuk (kohesif) dan permukaan air berada di bawah dasar sumuran atau jika permeabilitasnya cukup rendah, sumuran bisa digali (mungkin juga dipompa) dan di beton sebelum sumuran terisi air cukup banyak sehingga bisa mempengaruhi kekuatan beton, seperti yang terlihat pada Gambar 2.23.

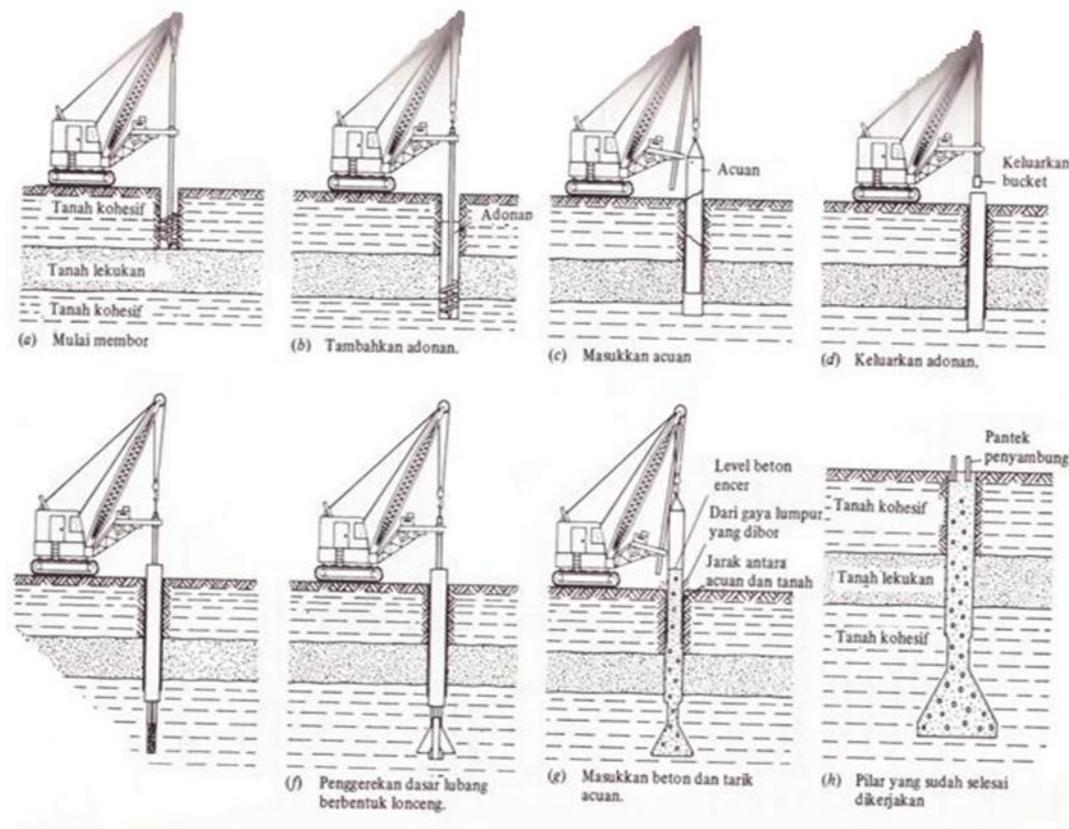


Gambar 2.23. Metode Kering Konstruksi tiang yang dibor

2. Metode Acuan

Metode ini dipakai pada tempat-tempat proyek yang mungkin terjadi lekukan atau deformasi lateral yang berlebihan terhadap rongga sumur. Metode ini juga dipakai sebagai sambungan perapat lubang terhadap masuknya air tanah, tetapi metode ini memerlukan lapisan tanah yang tidak bisa ditembus atau kedap air. Sebelum casing dimasukan, suatu adonan spesi encer digunakan untuk mempertahankan lubang. Setelah acuan dipasang, adonan dikeluarkan dan sumur

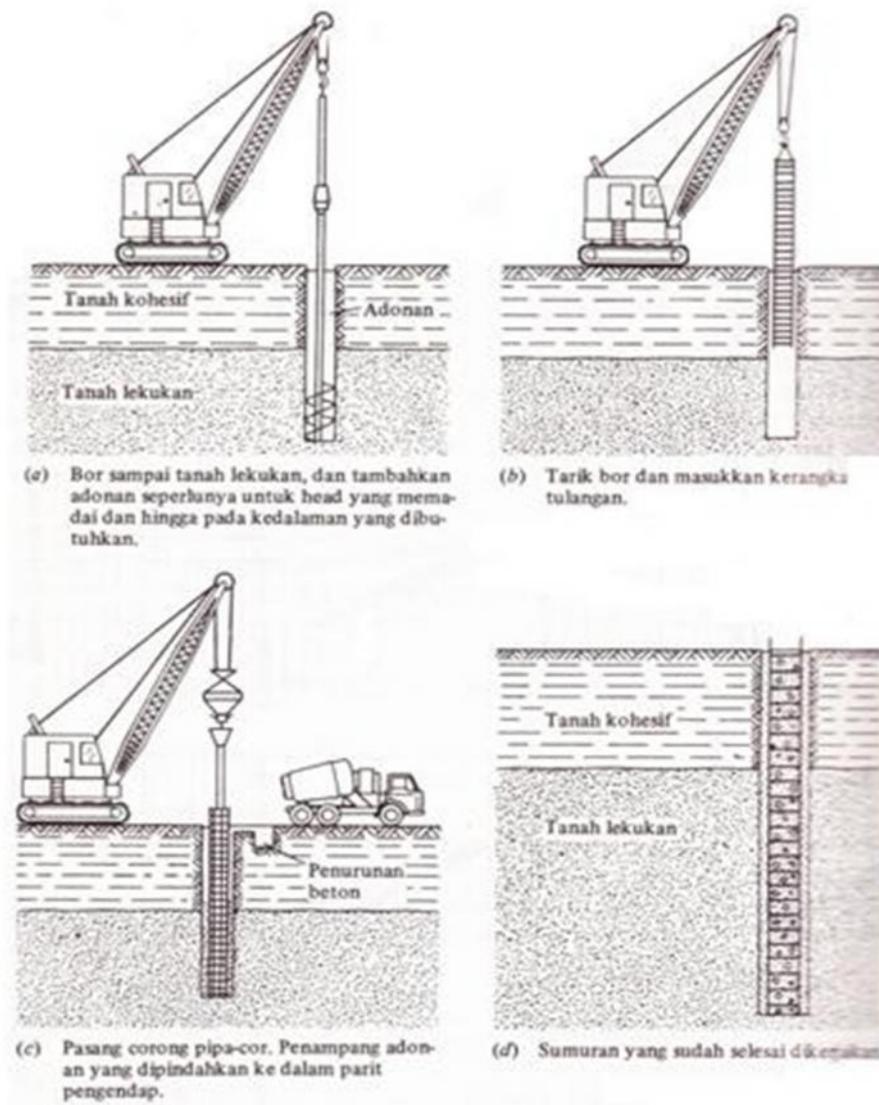
diperdalam hingga pada kedalaman yang diperlukan dalam keadaan kering, seperti yang terlihat pada Gambar 2.24.



Gambar 2.24. Metode Acuan konstruksi pilar yang dibor.

3. Metode Adonan

Metode ini bisa diterapkan pada semua keadaan yang membutuhkan acuan. hal ini diperlukan jika tidak mungkin mendapatkan penahan air (*water seal*) yang sesuai dengan acuan untuk menjaga agar air tidak masuk ke dalam rongga sumuran (*shaft cavity*). Langkah-langkah metode ini diuraikan dalam Gambar 2.25. Pada metode ini diperlukan adanya “kepala” adonan (*slurry head*) yang cukup (atau kepadatan adonan yang dapat ditingkatkan menurut kebutuhan) sehingga tekanan di bagian dalam akan lebih besar dari tekanan GWT atau kecenderungan tanah untuk berlekuk.



Gambar 2.25. Metode adonan untuk konstruksi pilar yang dibor

BAB III PEMBAHASAN

3.1. Data Proyek

Demi menunjang proses penyusunan tugas akhir ini tentang perencanaan pondasi sumuran pada proyek gedung RSJ. Ratumbuysang, diperlukan beberapa data pendukung diantaranya :

3.1.1. Data Umum

- a. Nama Proyek : Pembangunan Rumah Sakit Prof. V. L. Ratumbuysang
- b. Lokasi Proyek : RSJ. Prof.V.L. Ratumbuysang,Sario
- c. Pelaksana : PT. PRIMA DEWA
- d. Luas Bangunan : 36.633 M²

3.1.2. Data Khusus

Data khusus ini meliputi data-data yang sangat diperlukan dalam proses tinjauan perencanaan, seperti

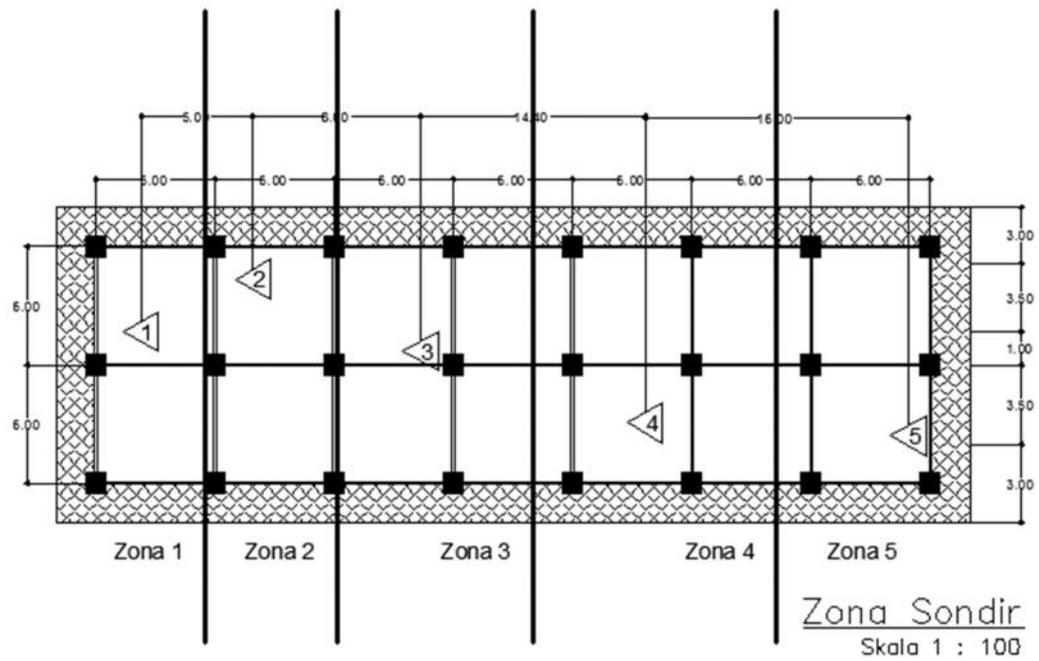
- a. Gambar kerja (gambar struktur atas dan bawah) yang nantinya akan digunakan untuk mendesain kembali bagian struktur atas untuk mendapatkan berat bangunan dan sebagai bahan pembanding hasil tinjauan.
- b. Data Sondir, yang akan digunakan sebagai acuan dalam perencanaan pondasi.

3.2. Hasil Tinjauan

Sesuai dengan pembatasan masalah,maka dalam hasil tinjauan ini akan ditampilkan keseluruhan hasil tinjauan diantaranya

1. Pembagian zona sondir
2. Perhitungan berat struktur atas menggunakan *software* SAP 2000 v11
3. Perhitungan daya dukung dan kontrol penurunan pada satu titik pondasi yang dianggap memikul beban terbesar pada setiap zona sondir.

3.2.1. Pembagian Zona Sondir

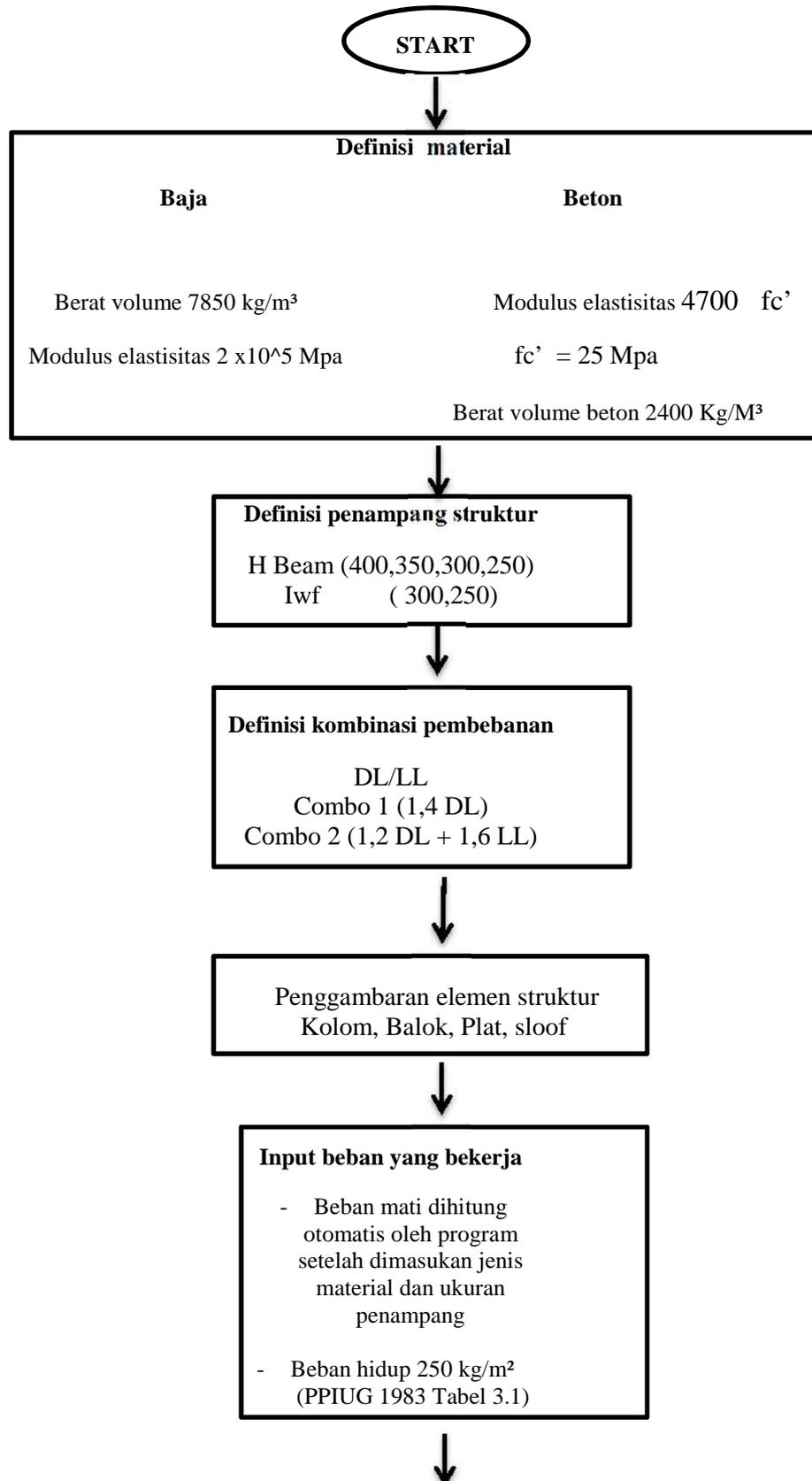


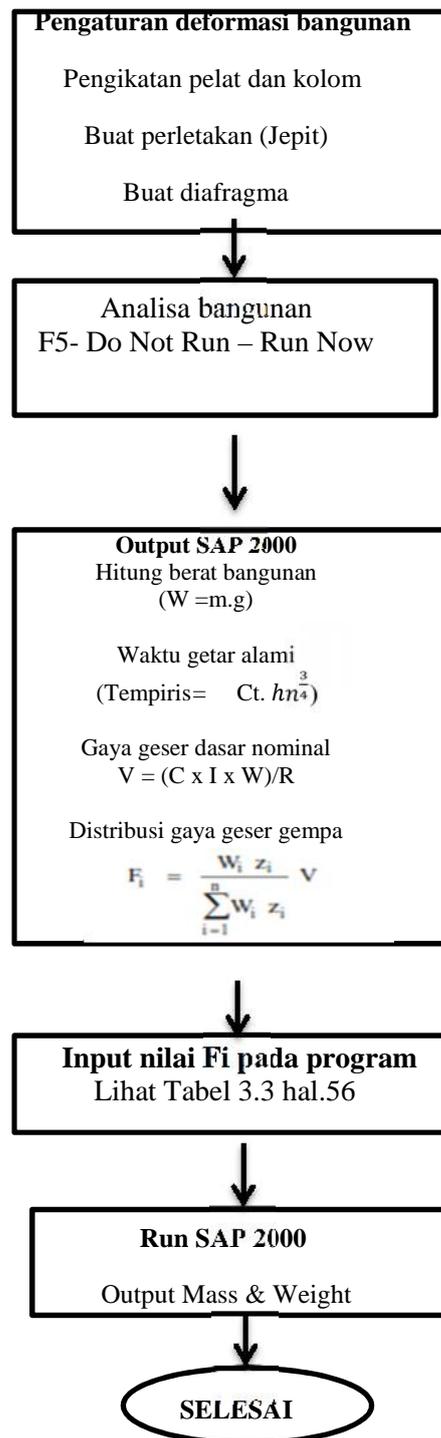
Gambar 3.1. Pembagian zona sondir

Pada gambar pembagian zona sondir, terdapat 5 titik sondir yang masing-masing zona terdiri dari beberapa titik pondasi dengan luas zona sondir yang bervariasi (lihat Gambar 3.1).

3.2.2. Perhitungan berat struktur atas menggunakan *software* SAP 2000 v11

Flowchart perhitungan beban struktur menggunakan software SAP 2000, lihat Gambar 3.2.





Gambar 3.2.Flowchart perhitungan beban atas

3.2.2.1. Analisa struktur

Berat bangunan keluaran *software* SAP 2000

Tabel 3.1. Berat bangunan

Table: Groups 3 - Masses and Weights					
Table: Groups 3 - Masses and Weights					
GroupName	SelfMass	SelfWeight	TotalMass	TotalMass	TotalMass
			X	Y	Z
	Kgf-s2/m	Kgf	Kgf-s2/m	Kgf-s2/m	Kgf-s2/m
All	2474928,5	24279049,1	2474928,5	2474928,5	2474928,5
Lantai 5	494412,69	4850188,5	494412,69	494412,69	494412,69
Lantai 4	496168,12	4867409,3	496168,12	496168,12	496168,12
Lantai 3	496168,12	4867409,3	496168,12	496168,12	496168,12
Lantai 2	499313,87	4898269,1	499313,87	499313,87	499313,87
Lantai 1	488865,74	4795772,9	488865,74	488865,74	488865,74

Pada tabel di atas, dapat dilihat pada kolom self mass seluruh massa bangunan dari lantai 1 sampai dengan 5 yang nantinya digunakan untuk mencari berat bangunan dengan cara massa bangunan dikalikan besarnya nilai gravitasi yaitu, 9,81

Tabel 3.2. Berat gedung tiap lantai

Berat gedung tiap Lantai				
Lantai	Massa (Kg)	Masa perlantai	g (Gravitasi)	Berat (Kg)
STORY 5	4,94E+05	4,94E+05	9,81	4850188
STORY 4	4,96E+05	1,76E+03	9,81	17221
STORY 3	4,96E+05	0,00E+00	9,81	0
STORY 2	4,99E+05	3,15E+03	9,81	30860
STORY 1	4,89E+05	-1,04E+04	9,81	-102496
			W	4.795.772,9

Pada tabel berat gedung tiap lantai, nilai masa perlantai didapatkan dengan memindahkan nilai massa pada ke kolom masa perlantai, lihat Tabel 3.2.

- Story 5
Untuk mendapatkan berat bangunan pada lantai 5 adalah dengan cara memindahkan nilai massa pada story 5 ke masa perlantai dan kemudian dikalikan dengan nilai gravitasi yaitu, 9,81
- Story 4
Untuk nilai berat bangunan pada lantai 4 adalah dengan cara mengurangkan nilai pada story 4 dan story 5 dan kemudian dikalikan dengan nilai gravitasi yaitu, 9,81.

- Story 3
Untuk nilai berat bangunan pada lantai 3 adalah dengan cara mengurangkan nilai pada story 3 dan story 4 dan kemudian dikalikan dengan nilai gravitasi yaitu, 9,81.
- Story 2
Untuk nilai berat bangunan pada lantai 2 adalah dengan cara mengurangkan nilai pada story 2 dan story 3 dan kemudian dikalikan dengan nilai gravitasi yaitu, 9,81.
- Story 1
Untuk nilai berat bangunan pada lantai 1 adalah dengan cara mengurangkan nilai pada story 1 dan story 2 dan kemudian dikalikan dengan nilai gravitasi yaitu, 9,81.

Kemudian semua nilai berat bangunan pada setiap lantai dijumlahkan sehingga berat bangunan secara keseluruhan bisa diperoleh.

- a. Waktu getar alami

$$\begin{aligned}
 Tempiris &= 0.0731 \times hn^{\frac{3}{4}} \\
 Tempiris &= 0.0731 \times (20,7m)^{\frac{3}{4}} \\
 &= 0,709 \\
 T &= \zeta \cdot n \\
 &= 0,16 \cdot 5 \\
 &= 0,8
 \end{aligned}$$

Sehingga $Tempiris < T$ OK

- b. Gaya geser dasar nominal

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{C1 \cdot I \cdot Wt}{R} \\
 V &= \frac{0,35 \cdot 1 \cdot 4795773}{8,5} \\
 &= 197473,1 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- c. Distribusi gaya geser horizontal gempa

$$F_i = \frac{w_i \cdot z_i}{\sum_{i=1}^n w_i \cdot z_i} \times V$$

Tabel 3.3. Tabel perhitungan untuk mendapatkan nilai F_i

Hasil perhitungan yang kan menghasilkan nilai F_i dalam arah x dan y					
Lantai	Z_i (m)	W_i (Kg)	$W_i \cdot Z_i$	$F_{ix,y}$ (Kg)	
5	20,7	4.850.188	100.398.902	285.562	285.561,71
4	16,9	17.221	291.031	828	286.389,48
3	13,1	-	-	-	286.389,48
2	9,3	30.860	286.996	816	287.205,78
1	5,5	(102.496)	(563.729)	(1.603)	285.602,38
	Σ	4.795.773	100.413.200	285.602,38	

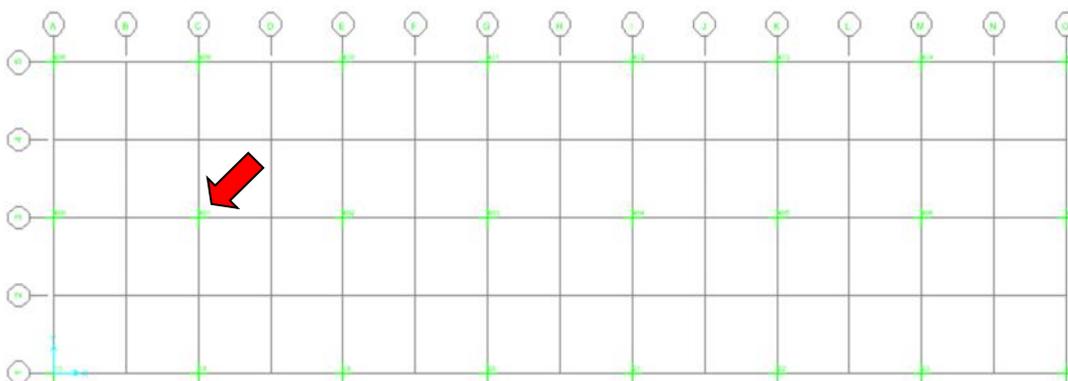
Pada Tabel 3.3 dijelaskan setelah nilai F didapat, nilai tersebut dimasukan lagi ke dalam program SAP sebagai beban gempa yang berkerja yaitu gaya F_x dan F_y , setelah beban dimasukan dan 18 kombinasi pembebanan telah dibuat dalam program.

Berikut data *output* SAP 2000 bisa didapatkan berat bangunan maksimum pada titik 401 yang memikul beban terberat bisa dilihat pada Tabel 3.4

Tabel 3.4. *output* SAP 2000

Joint	OutputCase	CaseType	F1 Kgf	F2 Kgf	F3 Kgf	M1 Kgf-m	M2 Kgf-m	M3 Kgf-m
401	RX	LinStatic	-62496,61	-4810,61	19764,28	2541,53	-39417,56	0,11
401	RY	LinStatic	0	0	0	0	0	0
401	COMB1	Combination	223,06	-65,19	344913,19	77,07	-73,51	3,28E-03
401	COMB2	Combination	380,18	-43,25	376073,69	69,17	-60,24	3,75E-03
401	COMB3	Combination	-62187,3	-4858,6	365675,29	2609,54	-39478,84	0,12
401	COMB4	Combination	-62187,3	-4858,6	365675,29	2609,54	-39478,84	0,12
401	COMB5	Combination	62805,93	4762,62	326146,73	-2473,53	39356,28	-0,11
401	COMB6	Combination	62805,93	4762,62	326146,73	-2473,53	39356,28	-0,11
401	COMB7	Combination	-62353,22	-4852,52	241494,19	2591,08	-39464,82	0,12
401	COMB8	Combination	-62353,22	-4852,52	241494,19	2591,08	-39464,82	0,12
401	COMB9	Combination	62640,01	4768,7	201965,62	-2491,99	39370,31	-0,11
401	COMB10	Combination	62640,01	4768,7	201965,62	-2491,99	39370,31	-0,11
401	COMB11	Combination	-18439,67	-1491,17	351840,29	830,46	-11886,55	3,74E-02
401	COMB12	Combination	-18439,67	-1491,17	351840,29	830,46	-11886,55	3,74E-02
Nama Beban/Momen			F1	F2	F3	M1	M2	M3
Nama Titik Kumpul			401	407	401	400	406	13
Berat Max			62805,93	6555,79	376073,69	3615,30	39478,84	0,30

Dari tabel di atas, dapat dilihat beban bangunan terbesar terdapat pada titik pondasi 401 dengan jumlah berat 62805,93 kg, dan pada Gambar 3.2 diperlihatkan posisi pondasi yang memikul beban terbesar.



Gambar 3.3. Posisi beban bangunan terbesar pada titi 401

3.2.3. Perhitungan daya dukung pondasi sumuran

Perhitungan daya dukung pada titik 401 yang terletak pada zona sondir 2, yang merupakan titik pondasi yang memikul beban bangunan terberat.

Tabel 3.5. Data sondir pada zona sondir 2

Titik : S-2				Dipenksa : Fery			
Kedalaman	Hambatan Konus	Jumlah Hambatan	Hambatan Pelekat	Friction	Jumlah Hambatan Pelekat	Hambatan Setempat	Friction Ratio
(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(kg/cm)	(kg/cm ²)	(%)
0,00	0	0	0	0	0	0	0,00
0,20	10	14	4	8	8	0,4	4,00
0,40	25	35	10	20	28	1	4,00
0,60	20	30	10	20	48	1	5,00
0,80	25	35	10	20	68	1	4,00
1,00	15	25	10	20	88	1	6,67
1,20	10	20	10	20	108	1	10,00
1,40	10	20	10	20	128	1	10,00
1,60	10	20	10	20	148	1	10,00
1,80	15	25	10	20	168	1	6,67
2,00	20	30	10	20	188	1	5,00
2,20	25	35	10	20	208	1	4,00
2,40	30	40	10	20	228	1	3,33
2,60	40	55	15	30	258	1,5	3,75
2,80	60	95	35	70	328	3,5	5,83
3,00	90	140	50	100	428	5	5,56
3,20	130	180	50	100	528	5	3,85
3,40	120	160	40	80	608	4	3,33
3,60	140	180	40	80	688	4	2,86
3,80	250						

- Persamaan Meyerhoft

- Daya dukung ultimit pondasi tiang dinyatakan dengan rumus :

$$Q_{ult} = (qc \times A_p) + (JHP \times K)$$

- Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus

$$Q_{ijin} = \frac{qc \times A}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

- Ket
- Q_{ult} = Kapasitas daya dukung pondasi
- Q_c = Tahanan ujung sondir
- A_p = Luas penampang tiang
- JHP = Jumlah hambatan pelekot
- K = Keliling Tiang

- Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

$$\begin{aligned} A_p &= \text{Luas penampang tiang} \\ &= 1/4 \cdot d^2 \\ &= 1/4 \cdot 3,14 \cdot 145^2 \\ &= \mathbf{16504,63 \text{ cm}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= (\pi \cdot d) \\ &= 3,14 \times 145 \text{ cm} \\ &= \mathbf{455,3 \text{ cm}^2} \end{aligned}$$

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{250 \text{ kg/cm}^2 \times 16504,63 \text{ cm}^2}{3} + \frac{19,1 \text{ kg/cm}^2 \times 455,3 \text{ cm}^2}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{4126156 \text{ kg}}{3} + \frac{8696,23 \text{ kg}}{5}$$

$$Q_{ijin} = 1375385 \text{ kg} + 1739,3 \text{ kg}$$

$$Q_{ijin} = 1377125 \text{ kg}$$

Dari perhitungan di atas, daya dukung yang dihasilkan oleh pondasi sumuran dengan diameter 145 cm dan kedalaman 400 cm, bisa dikatakan sangat aman tapi boros sehingga akan dicoba untuk direncanakan kembali dimensi pondasi sumuran, untuk mendapatkan dimensi yang kuat dan ekonomis

- Daya dukung ijin pondasi dinyatakan dengan rumus

$$Q_{ijin} = \frac{qc \times A_p}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

Coba dengan diameter 50 cm

$$\begin{aligned} A_p &= \text{Luas penampang tiang} \\ &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 50^2 \\ &= \mathbf{1962,5 \text{ cm}^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= (\pi \cdot d) \\ &= 3,14 \times 50 \text{ cm} \\ &= \mathbf{157 \text{ cm}^2} \end{aligned}$$

$$Q_{ijin} = \frac{qc \times A_p}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{250 \text{ kg/cm}^2 \times 1962,5 \text{ cm}^2}{3} + \frac{19,1 \text{ kg/cm}^2 \times 157 \text{ cm}^2}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{490625 \text{ kg}}{3} + \frac{2998,7 \text{ Kg}}{5}$$

$$Q_{ijin} = 163541,7 \text{ kg} + 599,74 \text{ kg}$$

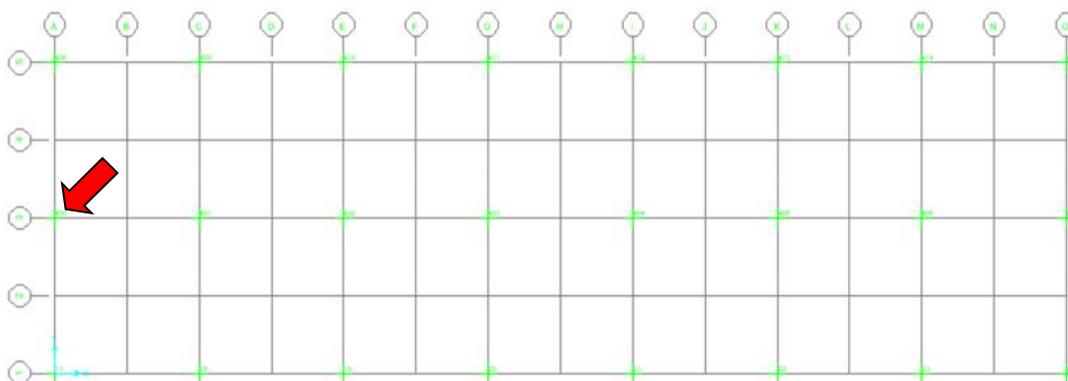
$$Q_{ijin} = \mathbf{164141,4 \text{ kg}}$$

$$P < Q_{ijin}$$

$$\mathbf{62805,93 \text{ kg} < 164141,4 \text{ kg} \dots \dots \dots \text{Ok}}$$

Dari perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa dimensi pondasi dengan diameter 50 cm, masih mampu mendukung beban terberat yang bekerja pada titik kumpul 401.

- Perhitungan daya dukung pada zona sondir 1 dengan beban terberat terdapat pada titik pondasi 400, $P = 39354,7 \text{ Kg}$



Gambar 3.4. Posisi beban bangunan terbesar pada titik 400

Tabel 3.6. Data sondir pada Zona 1

Titik : S-1				Dipenksa : Fery			
Kedalaman	Hambatan Korus	Jumlah Hambatan	Hambatan Pelekat	Friction	Jumlah Hambatan Pelekat	Hambatan Setempat	Friction Ratio
(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(kg/cm)	(kg/cm ²)	(%)
0,00	0	0	0	0	0	0	0,00
0,20	10	15	5	10	10	0,5	5,00
0,40	17	21	4	8	18	0,4	2,35
0,60	25	31	6	12	30	0,6	2,40
0,80	20	30	10	20	50	1	5,00
1,00	10	20	10	20	70	1	10,00
1,20	10	20	10	20	90	1	10,00
1,40	15	25	10	20	110	1	6,67
1,60	15	25	10	20	130	1	6,67
1,80	20	30	10	20	150	1	5,00
2,00	20	30	10	20	170	1	5,00
2,20	20	30	10	20	190	1	5,00
2,40	35	55	20	40	230	2	5,71
2,60	55	80	25	50	280	2,5	4,55
2,80	70	105	35	70	350	3,5	5,00
3,00	65	105	40	80	430	4	6,15
3,20	70	95	25	50	480	2,5	3,57
3,40	95	140	45	90	570	4,5	4,74
3,60	140	165	25	50	620	2,5	1,79
3,80	155	180	25	50	670	2,5	1,61
4,00	250						

Data perencanaan awal dimensi pondasi pada titik pondasi 400

$$P = 32954,7 \text{ Kg}$$

$$d = 125 \text{ cm}$$

$$D = 380 \text{ cm}$$

$$JHP = 17,63 \text{ kg/cm}$$

$$qc = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_p = \text{Luas penampang tiang}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 125^2$$

$$= 12265 \text{ cm}^2$$

$$K = (\pi \cdot d)$$

$$= 3,14 \cdot 125 \text{ cm}$$

$$= 392,5 \text{ cm}^2$$

$$Q_{ijin} = \frac{qc \cdot A_p}{3} + \frac{JHP \cdot K}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{250 \text{ kg/cm}^2 \cdot 12265 \text{ cm}^2}{3} + \frac{17,6 \text{ kg/cm}^2 \cdot 392,5 \text{ cm}^2}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{3066406 \text{ kg}}{3} + \frac{6919,7 \text{ kg}}{5}$$

$$Q_{ijin} = 1023519 \text{ kg} + 1383,9 \text{ kg}$$

$$Q_{ijin} = 1023519 \text{ kg}$$

$$P = 32954,7 \text{ Kg} < Q_{ijin} = 1023519 \text{ kg} \dots \text{ok (boros)}$$

Coba dengan diameter 30 cm

$$A_p = \text{Luas penampang tiang}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 30^2$$

$$= 706,5 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 K &= (\cdot d) \\
 &= 3,14 \times 30\text{cm} \\
 &= 94,2 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$Q_{ijin} = \frac{qc \times A_p}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{250 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2}{3} + \frac{17,6 \text{ kg/cm}^2 \times 94,2 \text{ cm}^2}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{176625 \text{ kg}}{3} + \frac{1660,7}{5}$$

$$Q_{ijin} = 58875 \text{ kg} + 332,2 \text{ kg}$$

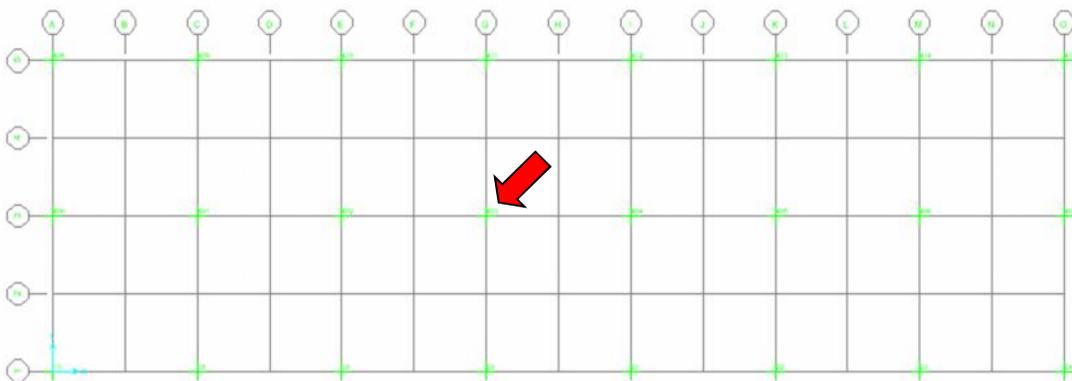
$$Q_{ijin} = 59207,2 \text{ kg}$$

$$P < Q_{ijin}$$

$$32954,7 \text{ kg} < 59207,2 \text{ kg} \dots \dots \dots \text{Ok}$$

Dari perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa dimensi pondasi dengan $d = 30 \text{ cm}$, masih mampu mendukung beban berat yang bekerja pada titik kumpul 400.

- Perhitungan daya dukung pada zona sondir 3 dengan beban terberat terdapat pada titik pondasi 403, $P = 58403 \text{ Kg}$



Gambar 3.5. Posisi beban bangunan terbesar pada titik 403

Tabel 3.7. Data sondir pada titik s-3

Kedalaman	Hambatan Konus	Jumlah Hambatan	Hambatan Pelekat	Friction	Jumlah Hambatan Pelekat	Hambatan Setempat	Friction Ratio
(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(kg/cm)	(kg/cm ²)	(%)
0,00	0	0	0	0	0	0	0,00
0,20	10	14	4	8	8	0,4	4,00
0,40	10	15	5	10	18	0,5	5,00
0,60	25	40	15	30	48	1,5	6,00
0,80	15	25	10	20	68	1	6,67
1,00	15	25	10	20	88	1	6,67
1,20	15	25	10	20	108	1	6,67
1,40	10	15	5	10	118	0,5	5,00
1,60	10	15	5	10	128	0,5	5,00
1,80	10	15	5	10	138	0,5	5,00
2,00	10	15	5	10	148	0,5	5,00
2,20	10	15	5	10	158	0,5	5,00
2,40	12	15	3	6	164	0,3	2,50
2,60	20	25	5	10	174	0,5	2,50
2,80	20	25	5	10	184	0,5	2,50
3,00	30	35	5	10	194	0,5	1,67
3,20	25	40	15	30	224	1,5	6,00
3,40	30	55	25	50	274	2,5	8,33
3,60	55	80	25	50	324	2,5	4,55
3,80	65	90	25	50	374	2,5	3,85
4,00	60	80	20	40	414	2	3,33
4,20	115	150	35	70	484	3,5	3,04
4,40	150	185	35	70	554	3,5	2,33
4,60	250						

Data perencanaan awal dimensi pondasi pada titik pondasi 400

$$P = 58403 \text{ Kg}$$

$$d = 145 \text{ cm}$$

$$D = 400 \text{ cm}$$

$$JHP = 12,5 \text{ kg/cm}$$

$$q_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_p = \text{Luas penampang tiang}$$

$$= \frac{1}{4} \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 145^2$$

$$= \mathbf{16504,63 \text{ cm}^2}$$

$$\begin{aligned}
 K &= (\pi \cdot d) \\
 &= 3,14 \times 145 \text{ cm} \\
 &= 455,3 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$Q_{ijin} = \frac{qc \times A_p}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{250 \text{ kg/cm}^2 \times 16504,63 \text{ cm}^2}{3} + \frac{12,5 \text{ kg/cm}^2 \times 455,3 \text{ cm}^2}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{4126156 \text{ kg}}{3} + \frac{5691,3 \text{ kg}}{5}$$

$$Q_{ijin} = 1375385 \text{ kg} + 1138,3$$

$$Q_{ijin} = 1376524 \text{ kg}$$

Coba dengan diameter 30 cm

$$\begin{aligned}
 A_p &= \text{Luas penampang tiang} \\
 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 30^2 \\
 &= 706,5 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K &= (\pi \cdot d) \\
 &= 3,14 \times 30 \text{ cm} \\
 &= 94,2 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$Q_{ijin} = \frac{qc \times A_p}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{250 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2}{3} + \frac{17,63 \text{ kg/cm}^2 \times 94,2 \text{ cm}^2}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{176625 \text{ kg}}{3} + \frac{1177,5 \text{ kg}}{5}$$

$$Q_{ijin} = 58875 \text{ kg} + 235,5 \text{ kg}$$

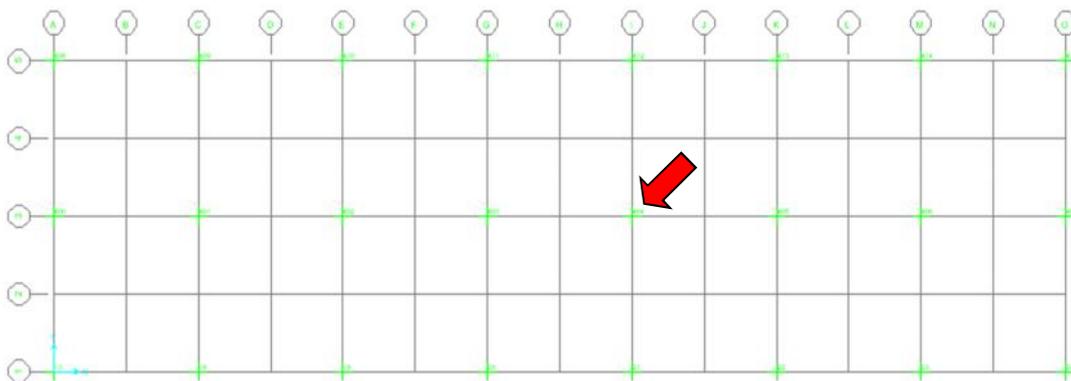
$$Q_{ijin} = 59110,5 \text{ kg}$$

$$P < Q_{ijin}$$

$$58403 \text{ kg} < 59110,5 \text{ kg} \dots \dots \dots \text{Ok}$$

Dari perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa dimensi pondasi dengan $d = 30$ cm, masih mampu mendukung beban berat yang bekerja pada titik kumpul 403.

- Perhitungan daya dukung pada zona sondir 4 dengan beban terberat terdapat pada titik pondasi 404, $P = 58380,8$ Kg



Gambar 3.6. Posisi beban bangunan terbesar pada titik 404

Tabel 3.8. Data sondir pada titik s-4

Titik : S-4				Diperiksa : Fery			
Kedalaman	Hambatan Konus	Jumlah Hambatan	Hambatan Pelekat	Friction	Jumlah Hambatan Pelekat	Hambatan Setempat	Friction Ratio
(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(kg/cm)	(kg/cm ²)	(%)
0,00	0	0	0	0	0	0	0,00
0,20	5	10	5	10	10	0,5	10,00
0,40	5	10	5	10	20	0,5	10,00
0,60	10	15	5	10	30	0,5	5,00
0,80	10	15	5	10	40	0,5	5,00
1,00	10	15	5	10	50	0,5	5,00
1,20	10	15	5	10	60	0,5	5,00
1,40	15	20	5	10	70	0,5	3,33
1,60	15	20	5	10	80	0,5	3,33
1,80	20	25	5	10	90	0,5	2,50
2,00	50	60	10	20	110	1	2,00
2,20	30	55	25	50	160	2,5	8,33
2,40	35	50	15	30	190	1,5	4,29
2,60	100	140	40	80	270	4	4,00
2,80	135	175	40	80	350	4	2,96
3,00	150	190	40	80	430	4	2,67
3,20	250						

Data perencanaan awal dimensi pondasi pada titik pondasi 404

$$P = 58380,8 \text{ Kg}$$

$$d = 125 \text{ cm}$$

$$D = 320 \text{ cm}$$

$$JHP = 14,3 \text{ kg/cm}$$

$$q_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

A_p = Luas penampang tiang

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 125^2$$

$$= \mathbf{12265,63 \text{ cm}^2}$$

K = ($\pi \cdot d$)

$$= 3,14 \times 125 \text{ cm}$$

$$= \mathbf{392,5 \text{ cm}^2}$$

$$Q_{ijin} = \frac{q_c \times A_p}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{250 \text{ kg/cm}^2 \times 12265,63 \text{ cm}^2}{3} + \frac{14,3 \text{ kg/cm}^2 \times 392,5 \text{ cm}^2}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{3066406 \text{ kg}}{3} + \frac{5612,7 \text{ kg}}{5}$$

$$Q_{ijin} = 1022135 \text{ kg} + 1122,5 \text{ kg}$$

$$Q_{ijin} = 1023258 \text{ kg}$$

Coba dengan diameter 30 cm

A_p = Luas penampang tiang

$$= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 30^2$$

$$= \mathbf{706,5 \text{ cm}^2}$$

K = ($\pi \cdot d$)

$$= 3,14 \times 30 \text{ cm}$$

$$= \mathbf{94,2 \text{ cm}^2}$$

$$Q_{ijin} = \frac{qc \times A_p}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{250 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2}{3} + \frac{14,3 \text{ kg/cm}^2 \times 94,2 \text{ cm}^2}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{176625 \text{ kg}}{3} + \frac{1347,1 \text{ kg}}{5}$$

$$Q_{ijin} = 58875 \text{ kg} + 269,4 \text{ kg}$$

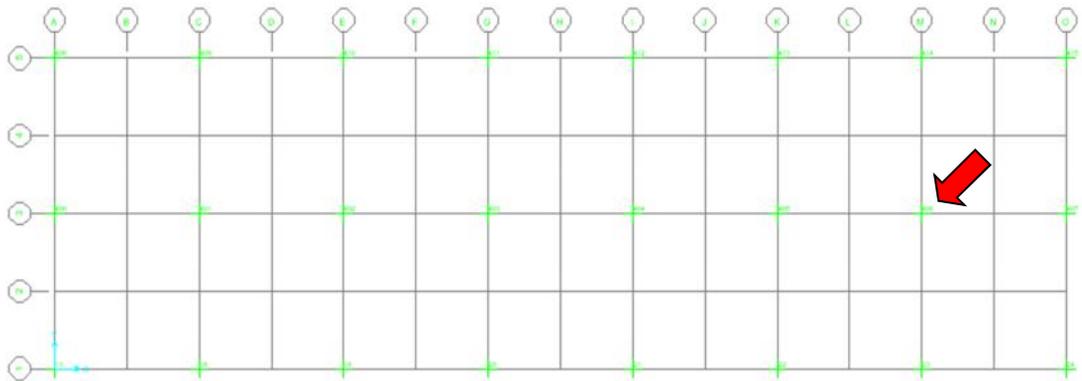
$$Q_{ijin} = 59144,5 \text{ kg}$$

$$P < Q_{ijin}$$

$$58380,8 \text{ kg} < 59144,5 \text{ kg} \dots \dots \dots \text{Ok}$$

Dari perhitungan di atas, dapat disimpulkan bahwa dimensi pondasi dengan $d = 30 \text{ cm}$, masih mampu mendukung beban berat yang bekerja pada titik kumpul 404.

4. Perhitungan daya dukung pada zona sondir 5 dengan beban terberat terdapat pada titik pondasi 404, $P = 58380,8 \text{ Kg}$



Gambar 3.7. Posisi beban bangunan terbesar pada titik 406

Tabel 3.9. Data sondir pada titik s-5

Titik : S-5				Diperiksa : Fery			
Kedalaman	Hambatan Konus	Jumlah Hambatan	Hambatan Pelekat	Friction	Jumlah Hambatan Pelekat	Hambatan Setempat	Friction Ratio
(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm)	(kg/cm)	(kg/cm ²)	(%)
0,00	0	0	0	0	0	0	0,00
0,20	5	10	5	10	10	0,5	10,00
0,40	10	15	5	10	20	0,5	5,00
0,60	30	45	15	30	50	1,5	5,00
0,80	25	30	5	10	60	0,5	2,00
1,00	10	20	10	20	80	1	10,00
1,20	10	20	10	20	100	1	10,00
1,40	10	15	5	10	110	0,5	5,00
1,60	10	15	5	10	120	0,5	5,00
1,80	15	25	10	20	140	1	6,67
2,00	25	35	10	20	160	1	4,00
2,20	30	40	10	20	180	1	3,33
2,40	50	65	15	30	210	1,5	3,00
2,60	60	70	10	20	230	1	1,67
2,80	85	100	15	30	260	1,5	1,76
3,00	115	135	20	40	300	2	1,74
3,20	60	90	30	60	360	3	5,00
3,40	40	55	15	30	390	1,5	3,75
3,60	120	150	30	60	450	3	2,50
3,80	250						

Data perencanaan awal dimensi pondasi pada titik pondasi 404

$$P = 58380,8 \text{ Kg}$$

$$d = 125 \text{ cm}$$

$$D = 380 \text{ cm}$$

$$JHP = 12,5 \text{ kg/cm}$$

$$q_c = 250 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_p = \text{Luas penampang tiang}$$

$$= 1/4 \cdot d^2$$

$$= 1/4 \cdot 3,14 \cdot 125^2$$

$$= 12265,63 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 K &= (\pi \cdot d) \\
 &= 3,14 \times 125 \text{ cm} \\
 &= 392,5 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$Q_{ijin} = \frac{qc \times A_p}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{250 \text{ kg/cm}^2 \times 12265,63 \text{ cm}^2}{3} + \frac{12,5 \text{ kg/cm}^2 \times 392,5 \text{ cm}^2}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{3066406 \text{ kg}}{3} + \frac{4906,3 \text{ kg}}{5}$$

$$Q_{ijin} = 1022135 \text{ kg} + 981,3 \text{ kg}$$

$$Q_{ijin} = 1023117 \text{ kg}$$

Coba dengan diameter 30 cm

$$\begin{aligned}
 A_p &= \text{Luas penampang tiang} \\
 &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 30^2 \\
 &= 706,5 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 K &= (\pi \cdot d) \\
 &= 3,14 \times 30 \text{ cm} \\
 &= 94,2 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

$$Q_{ijin} = \frac{qc \times A_p}{3} + \frac{JHP \times K}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{250 \text{ kg/cm}^2 \times 706,5 \text{ cm}^2}{3} + \frac{12,5 \text{ kg/cm}^2 \times 94,2 \text{ cm}^2}{5}$$

$$Q_{ijin} = \frac{176625 \text{ kg}}{3} + \frac{1177,5 \text{ kg}}{5}$$

$$Q_{ijin} = 58875 \text{ kg} + 235,5 \text{ kg}$$

$$Q_{ijin} = 59110,5 \text{ kg}$$

$$P < Q_{ijin}$$

$$58380,8 \text{ kg} < 59110,5 \text{ kg} \dots \dots \dots \text{Ok}$$

Perhitungan Penurunan Pondasi Sumuran

Penurunan pada titik pondasi yang memikul berat terbesar pada titik pondasi 401 yang memikul berat sebesar $P = 62805,93 \text{ kg}$

$$S_i = Q \cdot B \cdot \frac{\{1 - \mu^2\}}{E_s} \cdot I_w$$

dimana,

Q = besarnya tegangan kontak

B = lebar pondasi

I_w = faktor pengaruh dari bentuk pondasi dan kekakuan pondasi(Tabel 2.2, hal 23)

μ = angka *poisson ratio* (Tabel 2.3,hal 23)

E_s = sifat elastisitas tanah (Tabel 2.4,hal 23)

$$\begin{aligned} Q &= P/A \\ &= 62805,93/1962,5 \\ &= 32,01 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$S_i = 32,01 \text{ kg/cm}^2 \cdot 50 \text{ cm} \cdot \frac{(1-0,3^2)}{500 \text{ kg/cm}^2} \cdot 0,88$$

$$S_i = 1600,5 \text{ cm} \cdot 0,0018 \cdot 0,88$$

$$S_i = 2,53 \text{ cm} < 2,54 \text{ cm (ok)}$$

3.3. Metode Pelaksanaan Pondasi Sumuran Pada Proyek Gedung RSJ. Ratumbuysang

Berdasarkan hasil penyelidikan tanah yang dilakukan, maka pada perencanaan pembangunan RSJ. Ratumbuysang, digunakan pondasi sumuran. Selain pada hasil penyelidikan tanah, pemilihan pondasi ini didasarkan pada beberapa pertimbangan, diantaranya; tanah dasar yang kokoh yang mempunyai daya dukung maksimal terletak kurang lebih 4 – 5 m, serta keadaan lokasi pembangunan sudah berdiri bangunan-bangunan besar seperti gedung-gedung bertingkat, sehingga dikhawatirkan dapat menimbulkan retak-retak pada bangunan yang sudah ada akibat getaran-getaran yang ditimbulkan oleh kegiatan pemancangan, jika digunakan pondasi tiang pancang.

Pada saat dilaksanakannya praktek kerja lapangan, pekerjaan pondasi telah dikerjakan sehingga untuk metode pelaksanaannya tidak sempat diamati. Berdasarkan hal itu, dalam mengumpulkan data tentang metode pelaksanaan pekerjaan pondasi sumuran di lapangan, dilakukan wawancara dengan pihak pelaksana proyek dan mengumpulkan informasi yang dapat menjelaskan tentang metode pelaksanaan pekerjaan pondasi sumuran di lapangan. Berikut adalah beberapa langkah kerja pada pelaksanaan pekerjaan pondasi sumuran pada proyek gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbuysang Manado :

- a. Pekerjaan persiapan dan galian tanah
 - Alat : Excavator & Dump truck
 - Bahan : Papan, kayu, paku, palu, benang, waterpass selang
 - Pekerja : 1 orang operator excavator, 1 orang pengemudi dump truck, 4 orang untuk pemasangan bouplank.
 - Cara Kerja
 1. Lokasi dibersihkan dari benda-benda ataupun material-material yang dapat mengganggu proses pekerjaan.
 2. Penentuan titik-titik pondasi, dilakukan dengan mengadakan pekerjaan bouplank untuk menentukan as pada masing-masing titik pondasi
 3. Penggalian titik-titik pondasi dengan menggunakan bantuan alat berat, digali sampai kedalaman yang direncanakan. Metode ini agak berbeda dengan

metode yang biasa dilakukan dalam penggalian yaitu kedalaman pada saat penggalian awal hanya sedalam tinggi buis kemudian setelah penggalian awal, buis dimasukan kedalam lubang dan seterusnya dilakukan penggalian di bawah buis tadi, dengan berpatokan pada buis pertama yang telah dimasukan.

4. Dengan berpatokan pada as pada masing-masing titik pondasi, pada salah satu sisi galian, lebarnya digali kurang lebih setengah dari diameter buis yang bertujuan sebagai sandaran buis ketika disusun. Sedangkan pada sisi yang lain lebarnya digali kurang lebih 1,5 m yang berfungsi sebagai ruang untuk pekerja yang mengatur tata letak buis di dalam lubang.

b. Pekerjaan Pemasangan Buis

- Alat :
 - 1. Buis dengan ukuran diameter luar 145 cm dan diameter dalam 125 cm, dimasukan ke dalam lubang yang telah di gali berdasarkan kedalaman yang direncanakan,
- Bahan : Tali, Buis
- Pekerja : 3 orang setiap lubangnya
- Cara Kerja
 2. Buis yang telah diikat dengan tali, diturunkan perlahan-lahan kedalam lubang, yang kemudian langsung diatur tata letaknya dan disusun sampai posisi semua buis terletak tegak lurus.
 3. Setelah buis telah berada pada posisi yang sudah tepat, secara perlahan ruang kosong di samping buis langsung ditimbun kembali dengan tanah hasil galian lubang tersebut.

c. Perangkaian tulangan pondasi sumuran

- Alat : Drum, kunci besi
- Bahan : Besi D12, Besi Ø10, kawat bendrat
- Pekerja : 2 orang membuat tulangan sengkang, 4 orang untuk merangkai tulangan

- Cara Kerja
 1. Dengan menggunakan drum sebagai cetakan, besi Ø10 dibuat berbentuk lingkaran dengan cara dilingkarkan pada drum tersebut seolah besi tersebut digulung pada drum tersebut.
 2. Besi D12 sebagai tulangan utama, dirangkaikan dengan besi Ø10 sebagai tulangan sengkang, dengan menggunakan kawat .
 3. Tulangan yang dirangkai dibuat melebihi tinggi sumuran dengan tujuan tulangan yang keluar dari permukaan pondasi sebagai pengait dengan *pile cap*.
 4. Setelah pekerjaan merangkai tulangan selesai, tulangan yang telah jadi langsung dimasukkan kedalam buis yang sudah terpasang.
 5. Setelah semua buis sudah terisi dengan tulangan yang sudah dirangkai, pondasi siap untuk di cor.

- d. Pengecoran Pondasi Sumuran
 - Alat : kendaraan ready mix dan kendaraan pemompa beton
 - Bahan : cor beton dengan mutu K-250
 - Pekerja : 2 orang
 - Cara Kerja
 1. Pelaksanaan pengecoran pada pondasi sumuran ini dilakukan menggunakan readymix dengan mutu beton K-250, karena lokasi yang sulit untuk masuknya mobil pengecoran dibantu dengan mobil pemompa campuran beton untuk memompa campuran kedalam bois.
 2. Cor dipompa ke dalam bois menggunakan pipa dari mobil yang telah disediakan, pengcoran dilakukan secara perlahan hingga penuh. Begitu seterusnya hingga semua pondasi di cor dengan rata.

3.4. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pada Proyek Gedung RSJ. Prof. V. L. Ratumbusang

Dalam metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi struktur atas, hanya diuraikan berdasarkan pada pekerjaan yang diamati selama praktek kerja lapangan di proyek pembangunan RSJ. Prof. V. L. Ratumbusang, antara lain,

1. Pekerjaan Urugan Tanah Kembali
2. Pekerjaan Kolom dan Balok Baja
3. Pekerjaan Pelat Lantai

Untuk pekerjaan pondasi dan sloof, telah dikerjakan terlebih dahulu, jadi penulis tidak sempat melihat dan mengamati proses pengerjaannya.

3.4.1. Pekerjaan urugan Tanah Kembali

- Alat : excavator
- Bahan : tanah urugan
- Pekerja : 1 orang



Gambar 3.8 Struktur bawah yang telah selesai dilaksanakan



Gambar 3.9. : Pekerjaan urugan tanah kembali

Setelah pekerjaan urugan tanah selesai, maka dilakukan pekerjaan pemadatan, dengan cara membiarkan urugan sementara waktu, setelah selesai diurug. Karena terbatasnya waktu pelaksanaan proyek maka proses pemadatan secara alamiah tidak dilakukan, tetapi proses pemadatan terjadi seiring aktifitas alat berat yang bekerja pada lokasi proyek.

3.4.2. Pekerjaan Kolom

- Alat : Excavator, Waterpass selang, kunci baut diameter 19 mm
- Bahan : kolom baja H dan Iwf
- Pekerja: 10 orang

Pada pekerjaan ini, sebelum kolom baja didirikan, terlebih dahulu ring pada angkur baut yang telah ada, disamaratakan kedudukannya menggunakan waterpass agar kolom baja yang akan didirikan nanti mempunyai kedudukan yang sama rata, lihat Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Dudukan baut kolom yang diwaterpas

Setelah ring pada angkur baut telah selesai diwaterpass, pekerjaan selanjutnya adalah mendirikan kolom baja pada titik-titik kolom yang sudah ada, karena posisi kolom baja yang disediakan terletak agak jauh dari lokasi pekerjaan, maka perlu diangkut terlebih dahulu ke lokasi pekerjaan dengan menggunakan bantuan alat berat seperti *Excavator*. Dengan menggunakan tali khusus, kolom yang akan diangkut dililitkan dengan tali khusus tersebut kemudian dikaitkan pada pengait yang tersedia pada bucket excavator lihat Gambar 3.11.



Gambar 3.11 : Tiang kolom dan balok baja yang diangkut ke lokasi kerja

Karena ukuran lubang pada base plat baja tidak sesuai dengan angkur baut, maka perlu dilakukan pembesaran lubang dengan alata las seperti yang terlihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Proses pembesaran lubang baut

Pekerjaan selanjutnya adalah mendirikan tiang kolom dengan menggunakan bantuan *excavator*, seperti terlihat pada Gambar 3.13, tiang kolom yang telah dikaitkan pada bucket *excavator* mulai diangkat sambil beberapa pekerja membantu mengatur tiang sehingga terletak pada posisi yang pas. Karena dengan keadaan lokasi yang sempit dan banyak pepohonan serta bangunan tinggi, jadi tidak memungkinkan digunakan *towercrane*.



Gambar 3.13 Proses mendirikan tiang kolom

Walaupun sudah diwaterpass sebelumnya, penyetelan ketegakan kolom harus tetap dilakukan, seperti terlihat pada Gambar 3.14, dengan menggunakan besi pipa, salah seorang pekerja mengatur posisi tiang kolom yang sementara didirikan.



Gambar 3.14 Penyetelan ketegakan tiang kolom

Lakukan hal yang sama pada saat mendirikan kolom baja yang lain pada titik-titik kolom yang ada, sampai semua kolom sudah berdiri, seperti terlihat pada Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Tiang kolom yang sudah didirikan

3.4.3. Pekerjaan Balok

- Alat : excavator
- Bahan : Balok Baja Iwf
- Pekerja : 10 orang

Setelah semua kolom telah selesai didirikan, maka pekerjaan selanjutnya adalah menyambungkan kolom dan balok. Balok baja yang di tempatkan di luar lokasi kerja, diangkut dengan menggunakan *excavator* ke lokasi kerja, seperti terlihat pada Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Mobilisasi balok baja

Baja yang diangkut ke lokasi kerja, langsung disejajarkan dengan lubang penyambung pada tiang kolom, yang di atasnya sudah berada beberapa pekerja yang langsung menyambungkan kolom dan balok tersebut dengan menggunakan baut hitam berdiameter 19 mm, lihat Gambar 3.17 dan Gambar 3.18. Pekerjaan ini dilakukan dari posisi paling belakang dai konstruksi ini, hal ini bertujuan demi efisiensi dalam pelaksanaan pekerjaan ini.



Gambar 3.17 Penyambungan antara balok induk dan kolom



Gambar 3.18 Proses penyambungan balok dan kolom

Berikut adalah contoh sambungan antara kolom dan balok yang sudah tersambung dengan menggunakan baut hitam berdiameter 19 mm, lihat Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Penampakan sambungan antara kolom dan balok

Selain menggunakan baut hitam sebagai penyambung antara kolom dan balok induk, penyambungan antara balok induk dan anak dilakukan dengan menggunakan las, seperti terlihat pada gambar 3.20 dan pada Gambar 3.21 terlihat semua balok telah terpasang.



Gambar 3.20 Penyambungan balok induk dengan balok anak dengan cara di las.



Gambar 3.21 Struktur kolom dan balok yang telah selesai dipasang

3.4.4. Pekerjaan Pelat Lantai

- Alat : excavator
- Bahan : Kayu 5/7, Wiremesh, Plat Bondeks
- Pekerja : 20 orang

Pada pekerjaan pelat lantai ini menggunakan pelat bondeks dengan ukuran 100 mm x 600 mm. Sebelum meletakkan plat bondeks terlebih dahulu dibuat perancah dari bahan kayu kelapa yang dibentangkan seperti terlihat pada Gambar 3.22. setelah selesai baru plat bondek diletak seperti pada Gambar 3.23.



Gambar 3.22 Pemasangan plat Bondeks



Gambar 3.23 Plat Bondeks yang telah terpasang

Pekerjaan selanjutnya adalah meletakkan tulangan *wiremesh* di atas plat bondeks. Tulangan *wiremesh* dengan diameter 6 mm diletakan di atas bondeks dengan pengantara besi berdiameter 6 mm yang dibentuk seperti hak yang terlihat pada Gambar seperti terlihat pada Gambar 3.24.dan pada Gambar 3.25, terlihat panjang lewatan antara tulangan *wiremesh* kurang lebih 10 cm dan disatukan dengan kawat bendrat



Gambar 3.24 Besi hak sebagai perantara



Gambar 3.25 panjang lewatan *Wiremesh* yang sudah terpasang

3.4.5. Pekerjaan Pengecoran Plat Lantai

- Alat : Kendaran pemompa beton ready mix
- Bahan : Beton Ready mix
- Pekerja : 10 orang

Pekerjaan selanjutnya adalah pengecoran pelat lantai, seperti pada Gambar 3.26, terlihat kolaborasi antara kendaraan readymix dan kendaraan pemompa campuran beton. Pekerjaan pengecoran lantai dilakukan dari bagian paling belakang bangunan, oleh karena itu selang dari kendaraan pemompa ditarik sampai ke bagian belakang bangunan, seperti terlihat pada Gambar 3,27. Campuran beton dengan mutu beton K-225 dipompa ke lokasi pengecoran dan langsung diratakan oleh pekerja dengan menggunakan alat sederhana, seperti yang terlihat pada Gambar 3.28.



Gambar 3.26 Kolaborasi kendaraan Mix dan kendaraan pemompa campuran



Gambar 3.27 Selang pemompa campuran beton



Gambar 3.28 Proses Pengecoran

BAB IV PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Perencanaan pondasi sumuran pada proyek RSJ. Ratumbuysang dengan diameter 145 cm dan kedalaman 400 cm menghasilkan daya dukung yang sangat besar melebihi berat bangunan terbesar yang bekerja, sehingga setelah dilakukan perhitungan kembali didapatkan dimensi sumuran dengan diameter 50 cm dengan kedalaman 400 cm yang sudah cukup kuat dan ekonomis.

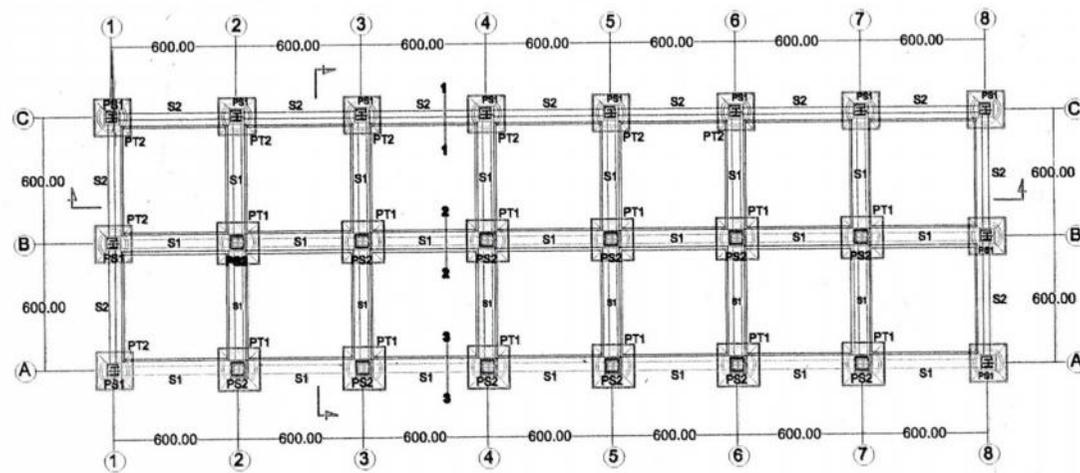
4.2. Saran

Berdasarkan hasil tinjauan dalam penulisan tugas akhir ini, maka terdapat beberapa saran, diantaranya :

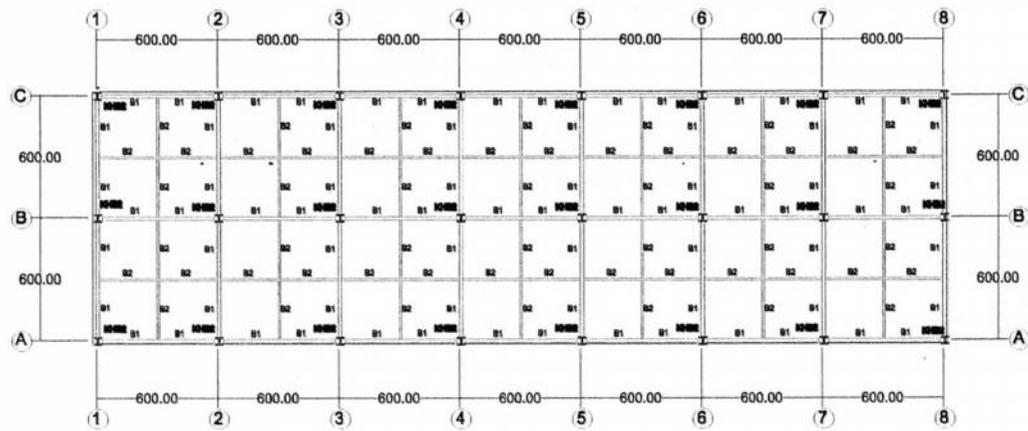
1. Secara umum, karena tidak adanya sumuran dengan diameter 50 cm, maka dapat digunakan pondasi *bore pile* dengan dimensi yang sama.
2. Ketelitian dalam memperhitungkan beban-beban yang bekerja sangat diperlukan, agar tidak didapatkan kekeliruan pada hasil perhitungan.
3. Perbedaan hasil tinjauan dan hasil di lapangan, bisa diakibatkan oleh perbedaan metode dan asumsi-asumsi yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. “*Standar Nasional Indonesia Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SNI 03 – 2847 –2002*”.
- Badan Standirisasi Nasional. 2002. “*Standar Nasional Indonesia Tata Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung SNI 03 – 1726 – 2002*”.
- Badan Standirisasi Nasional. 2002. “*Struktur Baja Gedung SNI 03 – 1729 – 2002*”.
- Bowles, J (1994), *Analisis dan Desain Pondasi*, Jakarta : Erlangga.
- Budi, S (2002), *Pondasi Dangkal*, Yogyakarta : Andi.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983. “*Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983*”.
- Hardiyatmo, C (2014), *Analisis dan Perancangan Pondasi I*, Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Hardiyatmo, C (2014), *Analisis dan Perancangan Pondasi II Edisi Kedua*, Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Pamungkas A, Harianti E, (2013), *Desain Pondasi Tahan Gempa*, Yogyakarta : Andi.
- Peck, R, dkk (1996), *Teknik Fondasi*, Yogyakarta : Gajah Mada University Press.
- Zwingly Otniel Poluan. 2014. *Tugas Akhir Desain Pondasi Pada Proyek Pembangunan Ruko Blok B Golden Kawanua*. Politeknik Negeri Manado, Manado.

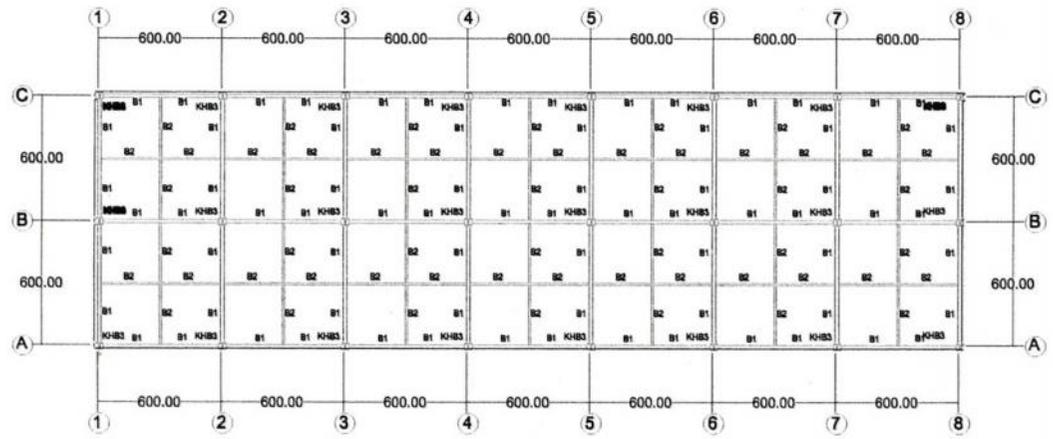


RENCANA PONDASI & SLOOF
 Sheet 1 : 200



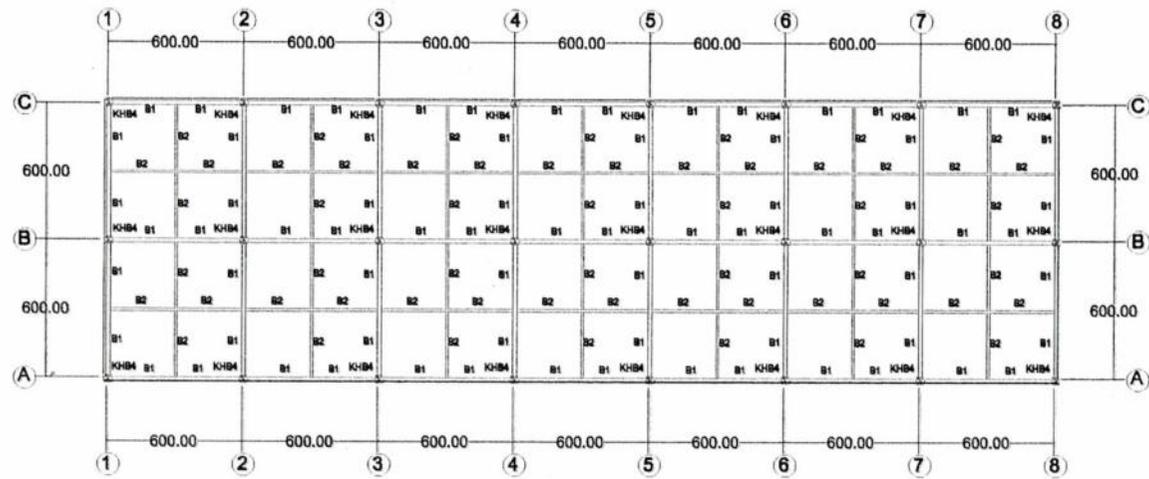
DENAH LT. 2
 Skala 1:200

2

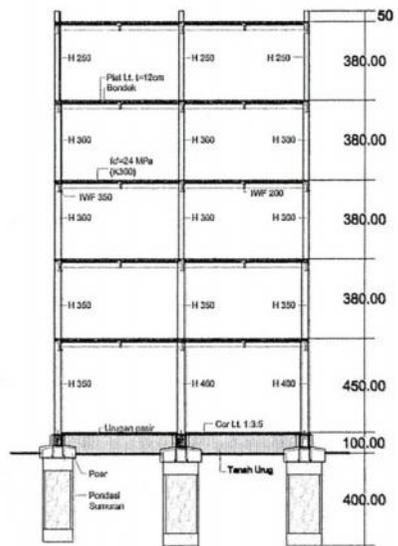


DENAH LT. 3-4
 Skala 1 : 200

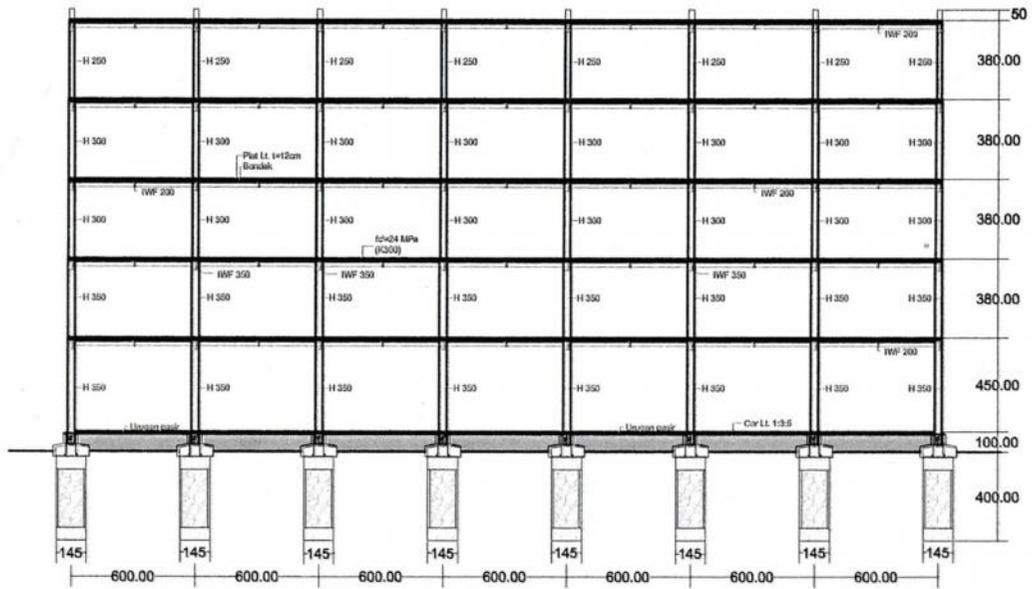
3



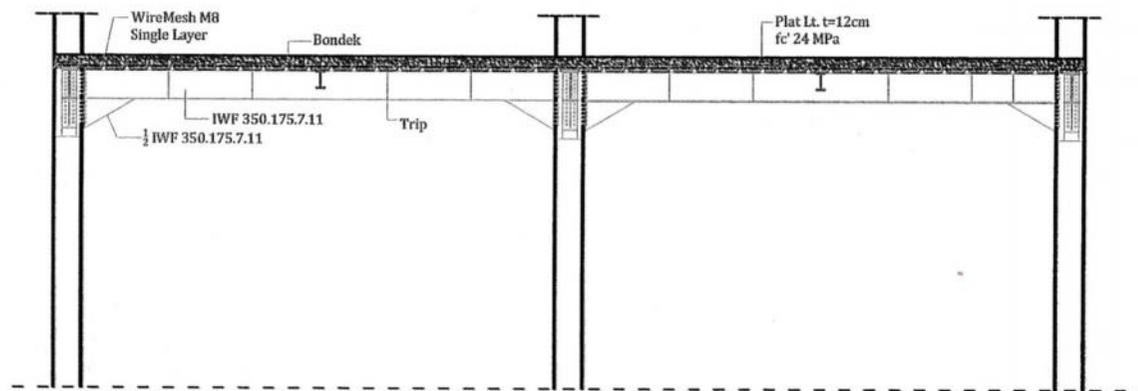
DENAH LT. 5
 Scale 1 : 200



POTONGAN MELINTANG
 Skala 1:200

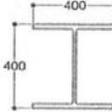
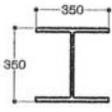


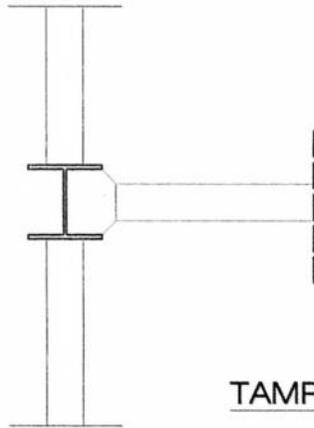
POTONGAN MEMANJANG
 Skala 1:200



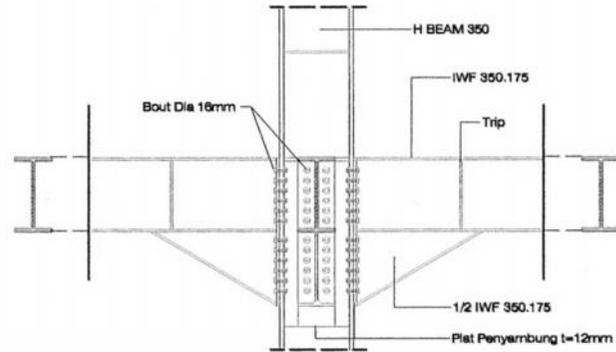
DETAIL PLAT LANTAI
Scale 1:20

6

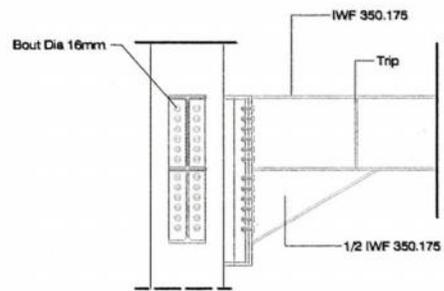
KODE	KHB1	KHB2
KOLOM	PROFIL H BEAM 400	PROFIL H BEAM 350
POTONGAN		
KODE	KHB3	KHB4
KOLOM	PROFIL H BEAM 300	PROFIL H BEAM 250
		
KODE	B1	B2
BALOK	PROFIL IWF 350.175.7.11	PROFIL IWF 200.100.5,5.8
		



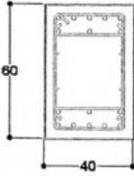
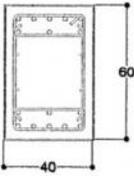
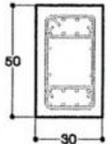
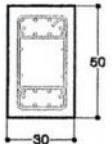
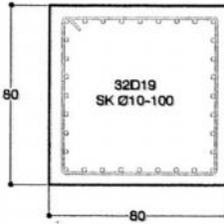
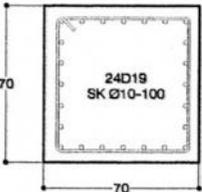
TAMPAK ATAS
Skala 1 : 20

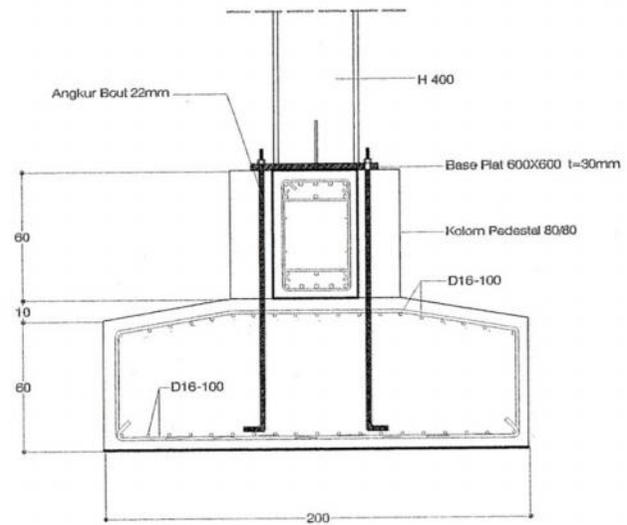
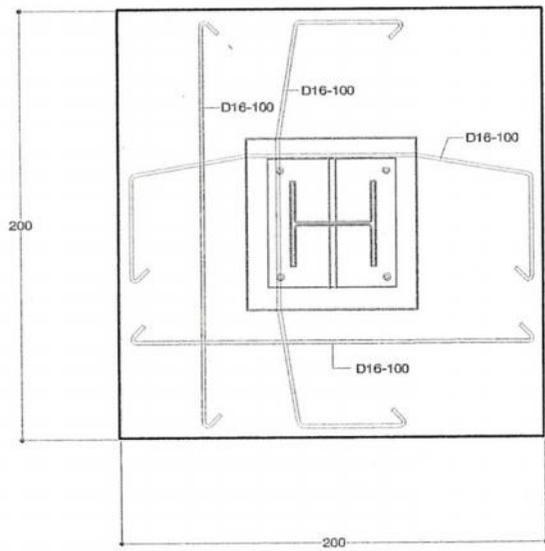


TAMPAK SAMP. KANAN
Skala 1 : 20

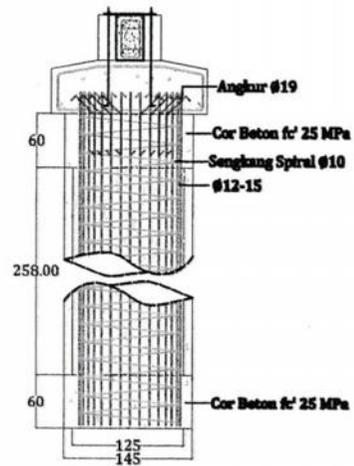


TAMPAK DEPAN
Skala 1 : 20

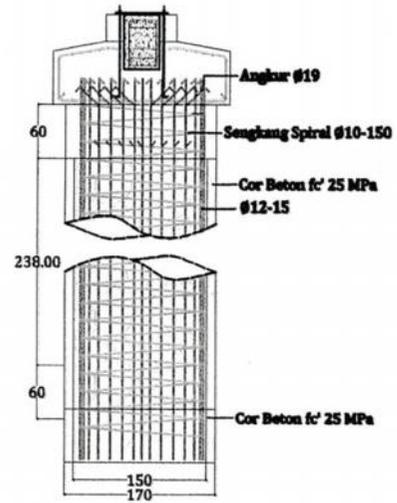
KODE	S 1		S 2	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
POTONGAN				
TUL. ATAS	8D19	8D19	8D16	3Ø16
TUL. BAWAH	8D19	8D19	8D16	3Ø16
SENGKANG	Ø8-10	Ø8-10	Ø10-10	Ø8-20
TUL. SAMPING	4Ø12	4Ø12	4Ø12	4Ø12
KODE	KPD1		KPD1	
POTONGAN				



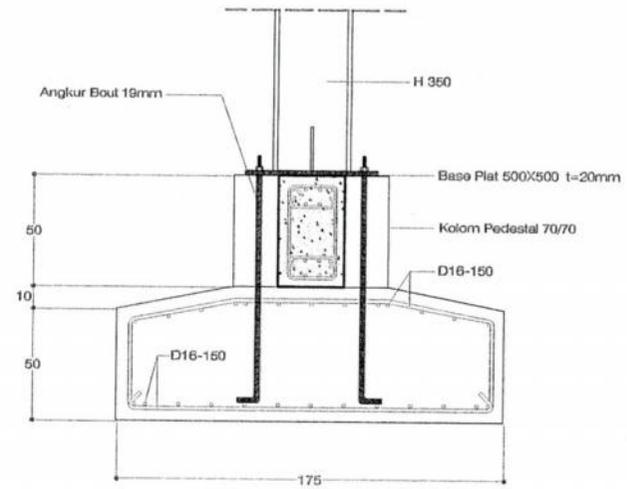
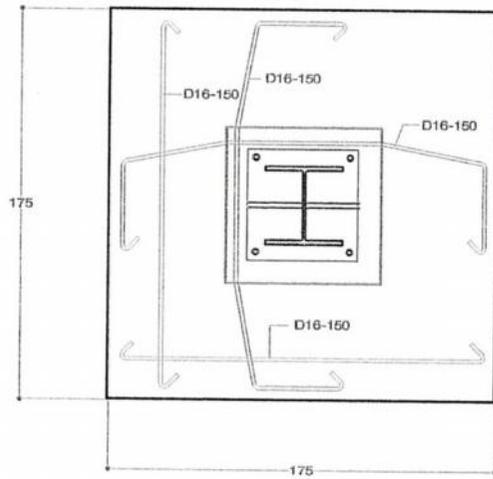
DETAIL PT1
Skala 1 : 20



DETAIL PS1
Scale 1 : 00



DETAIL PS2
Scale 1 : 00



DETAIL PT2
Skala 1 : 20