

PERAN TEKNIK SIPIL DALAM INDUSTRI MENARA BASE TRANSCEIVER STATION DAN PERKEMBANGANNYA DI INDONESIA

Idrus Muhammad Alatas

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil, FTSP
Institut Sains dan Teknologi Nasional (ISTN)
Jl. M. Kahfi II, Jagakarsa – Jakarta 12620
e-mail : hb_idrus@yahoo.com

Abstrak :

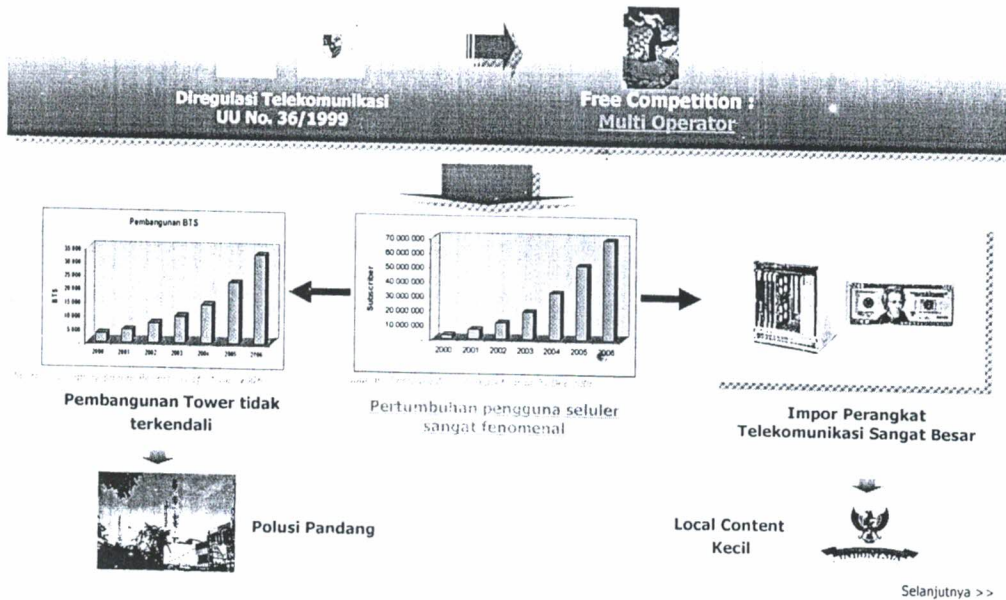
Menara Base Transceiver Station atau yang lebih dikenal dengan menara BTS begitu pesat perkembangannya di Indonesia akhir-akhir ini, seiring dengan tumbuh pesatnya dunia telekomunikasi di Tanah Air Tercinta. Namun perkembangannya BTS sudah mulai menimbulkan persoalan lain, sehubungan dengan tata ruang, lingkungan dan masalah sosial lainnya. Sehingga pemerintah mulai menertibkan pelaksanaannya dengan aturan colocation (multy user) tower BTS atau menara bersama, untuk meminimalkan bangunan infrastruktur tersebut tanpa menghambat perkembangan Dunia Telekomunikasi di Indonesia. Peran Teknik Sipil dalam Perencanaan Structure menara BTS dari beberapa oparator yang adapun sudah mengikuti standard / code dari TIA/EIA -222-F , terutama dalam perencanaan Multy User Tower (Coloçation Tower).

Kata Kunci : BTS, Infrastruktur, Teknik Sipil

I. PENDAHULUAN

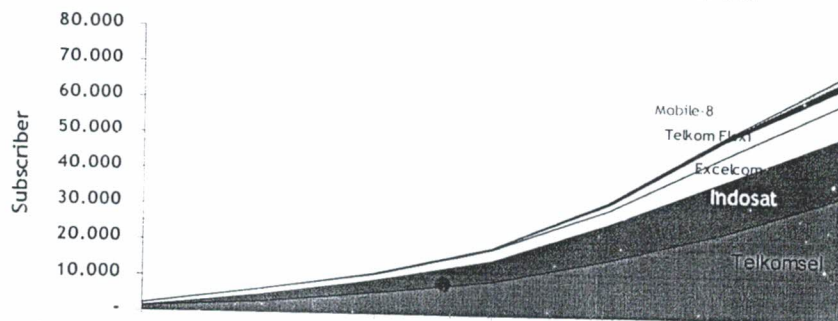
Menara Base Transceiver Station atau yang lebih luas dikenal dengan menara BTS dapat dilihat dimana-mana di Indonesia , di Perkotaan, Kabupaten , maupun dipelosok pedesaan . Dan keberadaannya yang kian semakin pesat dewasa ini seiring dengan pesatnya perkembangan dunia telekomunikasi seluler didunia dan juga di Indonesia, membuat segalanya semakin lebih mudah, baik melalui pembicaraan telepon seluler (GSM dan CDMA) , pesan singkat (SMS), Akses Data / Internet, dunia 3 D, dan beberapa fasilitas –fasilitas lainnya. Dan produk-produk Telekomunikasi tersebut diwesa ini sudah menjadi trend dan bahkan kebutuhan dari masyarakat modern untuk mempermudah segala aktifitasnya.

Karena begitu pesatnya dunia pertelekomunikasian ini, maka sarana penunjangnya pun dalam hai ini industri menara BTS dan Shelter semakin banyak dimana-mana. Tiap-tiap operator (Telkom, Indosat ,XL, Esia dll) masing membangun 1 BTS pada tempat yang sama, yang hanya beradius beberapa meter saja. Hal ini banyak terjadi dimana-mana di Indonesia ini. Sehingga kita sering melihat bukan hanya hutan kota yang dilestarikan, juga terdapat hutan menara BTS dimana-mana sehingga sudah tidak enak dipandang mata. Hal inilah yang selanjutnya berdampak terhadap persoalan-persoalan lingkungan, sosial dan lain-lain dimasyarakat.



TELECOM OPERATORS : SUBSCRIBERS

Pengguna telepon seluler tumbuh signifikan dalam 6 tahun terakhir



Operator	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Telkomsel	1.687.339	3.252.032	6.010.772	9.588.807	16.291.000	24.269.000	34.900.000
Indosat		1.911.000	3.583.000	5.962.000	9.962.000	14.512.453	16.704.639
Excelcom	766.000	1.223.000	1.600.000	2.944.000	3.791.000	6.979.453	9.528.639
Telkom-Flexi				268.000	1.429.000	4.062.000	4.165.430
Mobile-8					500.000	790.000	1.820.000
Bakrie-Telekom			131.063	130.161	192.029	486.604	1.547.000
Others						25.059	130.000
TOTAL	2.453.339	6.386.032	11.404.835	18.892.968	32.185.029	51.124.116	68.795.069

II. Fungsi BTS

Fungsi dari menara BTS ini adalah untuk menempatkan radio dan antena yang menerima signal dari telepon seluler, kemudian meneruskannya ke menara yang lain atau ke telepon seluler tujuan.

Karena system gelombang frekuensi yang dipakai pada technology ini akan lebih sempurna jika tanpa hambatan (bangunan, dll), maka harus ditempatkan diatas ketinggian tertentu. Diantaranya diletakkan diatas bangunan tinggi, atau dibuat suatu menara dengan ketinggian tertentu.

Peran Teknik Sipil (Struktur dan Geoteknik) sangat berperan dalam menyiapkan suatu menara, baik pada pekerjaan pondasi maupun menaranya. Untuk itu, perlu dilakukan perencanaan yang baik, mengingat pada bangunan tinggi pengaruh gaya horizontal akibat angin maupun gempa sangat besar, sehingga menimbulkan reaksi negative (Gaya angkat) pada tumpuan menara tersebut.

Hal ini harus diantisipasi pada perencanaan pondasi baik menara pada tanah maupun pada atap bangunan.

III. DAMPAK BTS

Berkembangnya BTS yang begitu pesat di Indonesia akan berdampak terhadap :

- Operator bertambah banyak (lebih dari 10 operator)
- In-efisiensi investasi, karena masing-masing operator membangun sendiri-sendiri BTS, sehingga secara nasional tidak efisien
- Terjadi Hutan Tower
- Gejala Masyarakat, akibat kesemrawutan pembangunan menara BTS
- Biaya Komunikasi Mahal, Pengembalian investasi ditanggung masyarakat.

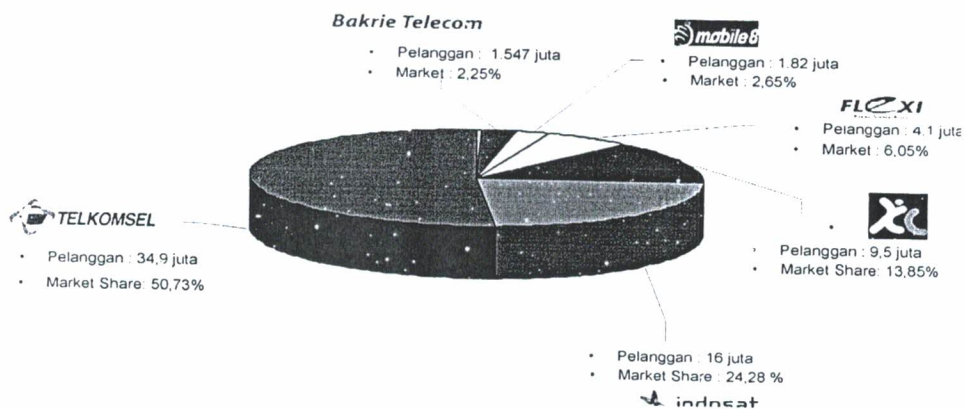
Jumlah Operator Telekomunikasi

4 (empat) besar masing-masing adalah Telkomsel, Indosat, XL dan Flexi (95%)

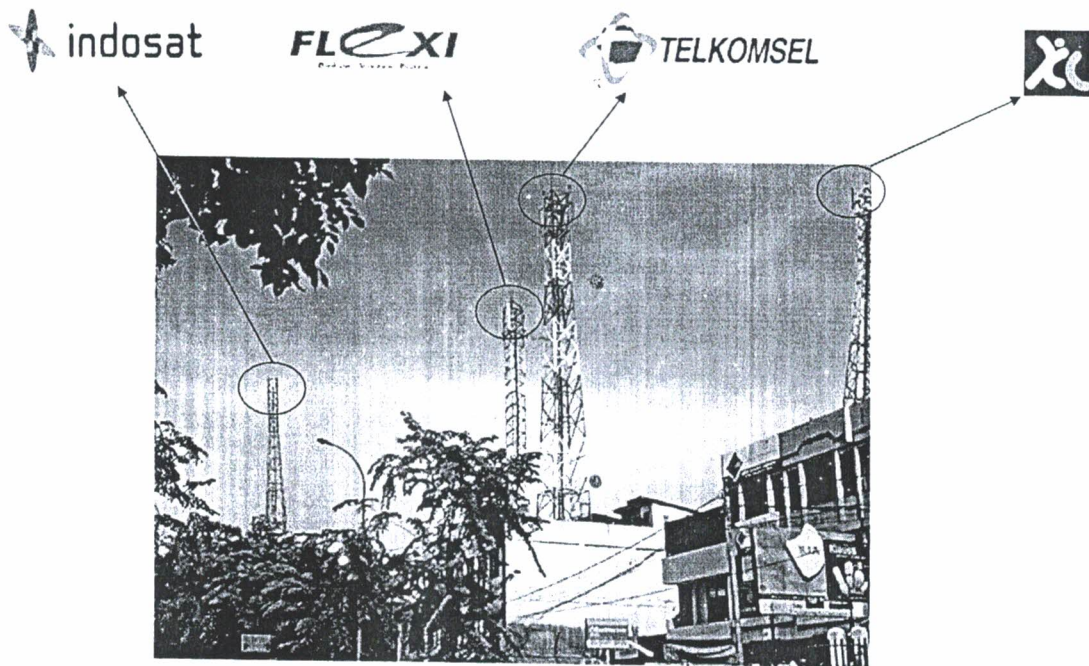
Dan sisanya sebesar 5 % masing-masing oleh, Bakrie Telecom, Mobile 8, Hutchison CP Telecom Indonesia NTS, Ceria, Promasel, 3 .

In-Effisien Investasi

Masing-masing operator membangun sendiri BTSnya dilokasi berdekatan sehingga secara nasional



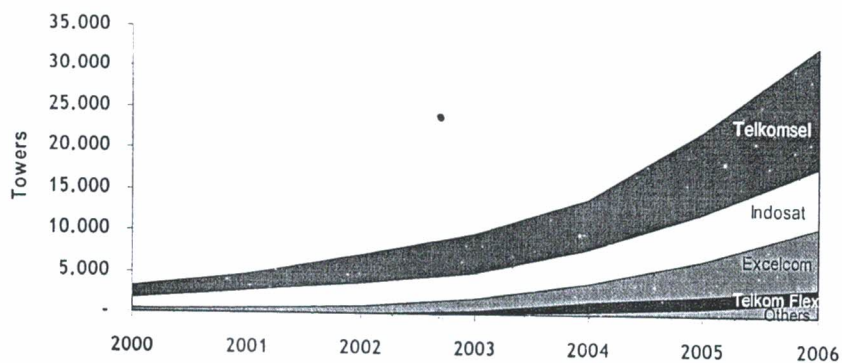
OPERATOR TELEKOMUNIKASI DAN MARKET SHARE



Gambar 4 BTS yang berada pada satu daerah dengan 4 operator

Untuk menunjang pelayanan / coverage, maka masing-masing operator akan melakukan investasi BTS yang signifikan seperti pada ilustrasi gambar berikut*

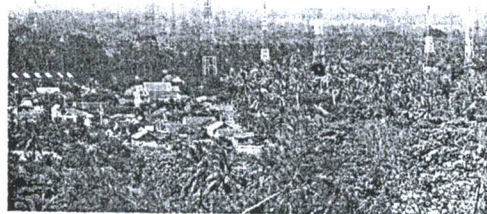
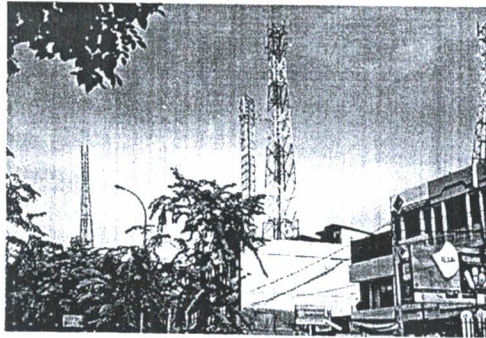
Untuk menunjang coverage, masing-masing operator melakukan investasi BTS yang signifikan



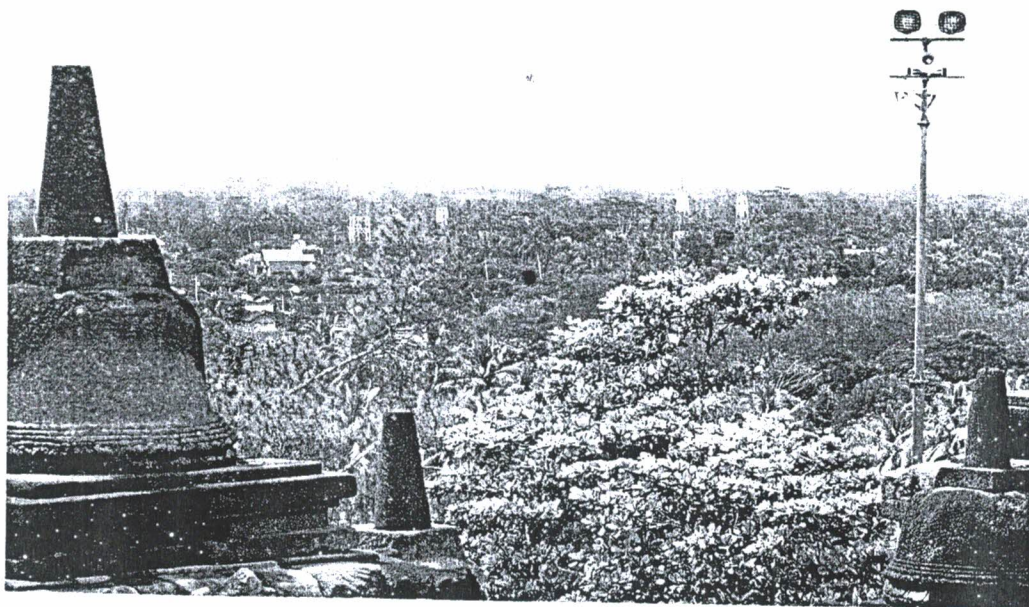
Operator	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Telkomsel	1411	1.995	3.483	4.820	6.205	9.895	14.887
Indosat	1.357	1.995	2.736	3.077	4.026	5.702	7.221
Excelcom	514	739	950	1.491	2.357	4.324	7.260
Telkom-Flexi				396	1.136	1.448	1.505
Mobile-8					329	350	440
Bakrie-Telekom			37	84	126	235	406
Others						400	1.181
TOTAL	3.282	4.729	7.206	9.868	14.179	22.354	32.900

Hutan Tower

Dengan semakin banyaknya tower akan menimbulkan polusi pandang

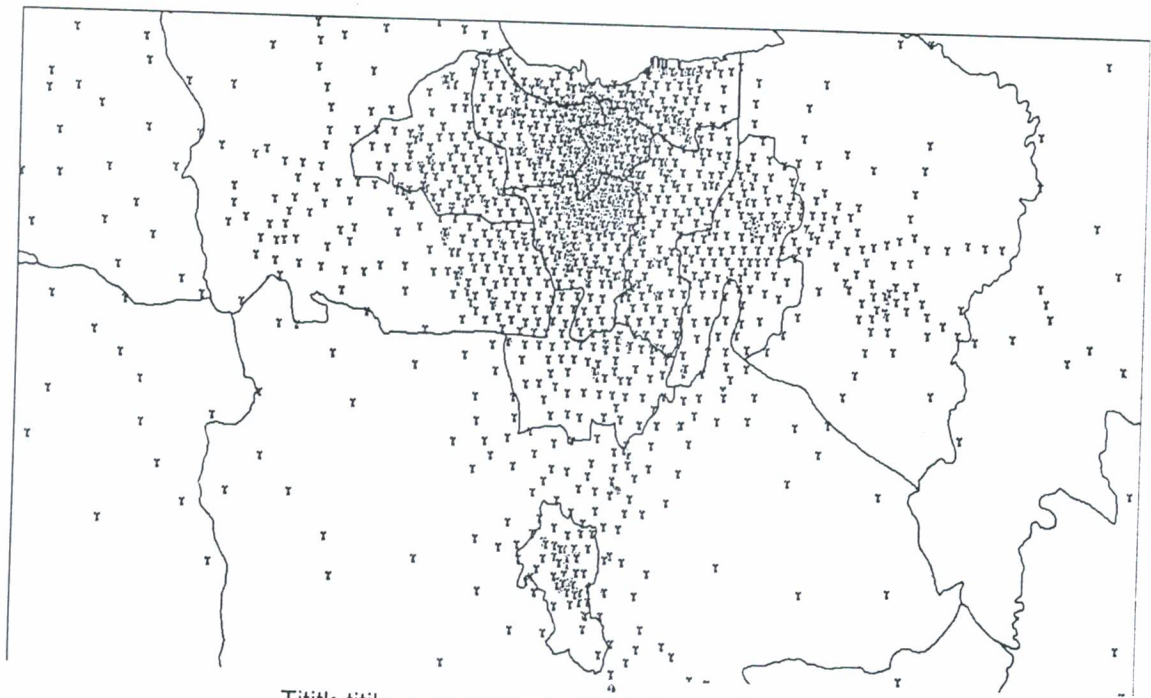


Pada Pembangunan Menara BTS yang tidak terkoordinasi tentunya akan jua menyebabkan terjadinya Polusi Pandang, terutama didaerah parawisata



Beberapa bangunan BTS disekitar daerah Parawisata Borobudur, Jawa Tengah

Banyaknya Menara BTS yang ditempatkan disuata wilayah, tergantung dari tingkat kebutuhan masyarakat diwilayah tersebut. Karena teknologi ini sudah dipakai hamper pada seluruh masyarakat, maka penyebaran menara BTS pun mengikuti kepadatan penduduk disuata wilayah.

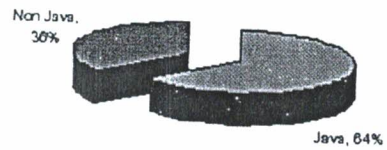


Titik-titik penempatan BTS di wilayah Jabodetabek.



Indosat Nationwide Cellular Coverage

Number of BTS



9M-06

Base Transceiver Stations	6,459
Base Station Controllers	169
Mobile Switching Centers	47

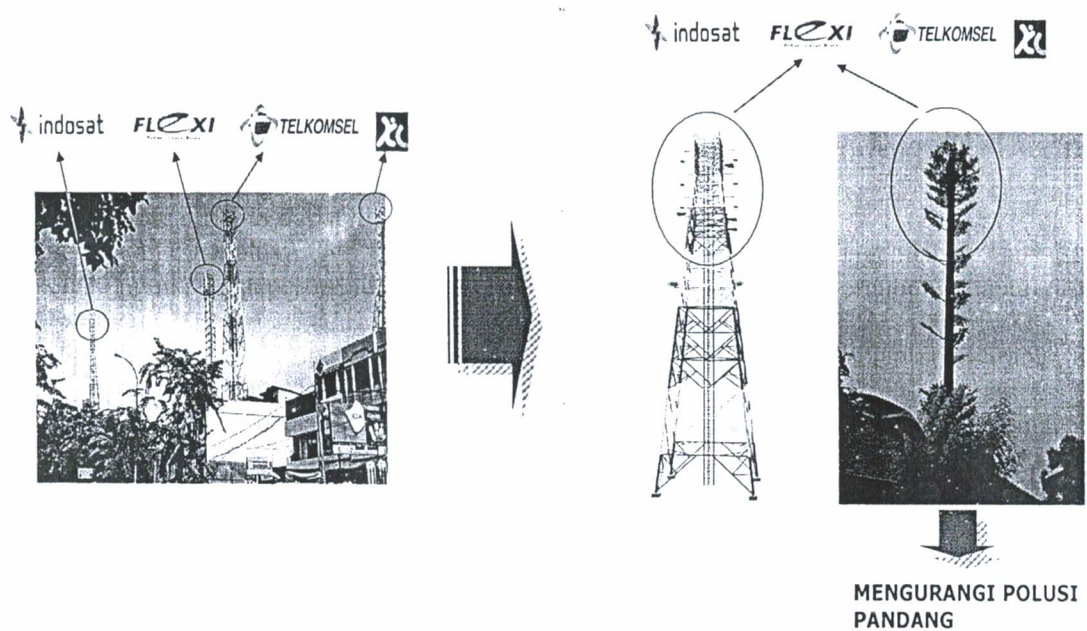
Radio Network Planning
Selular Network Planning & Engineering

Penyebaran BTS Indosat diseluruh Indonesia

IV. COLOCATION TOWER

Dengan semakin banyaknya persoalan-persoalan diatas, maka pembangunan satu BTS yang akan dimanfaatkan lebih dari satu operator akan sangat bermanfaat (Colocation Tower/ Multy User Tower). Manfaat ini antara lain :

- Efisiensi , satu BTS dapat dipakai antara 3 s/d 8 operator sekaligus
- Kecepatan Deployment, maka diperlukan perusahaan pengembang infrastruktur telekomunikasi, seperti Indonesian Tower, Balocom, dll yang tergabung dalam asosiasi Aspintel.
- Environment Low Impac, dengan sendirinya jumlah menara BTS jadi berkurang, Ramah lingkungan dan dampak sosial jadi berkurang.
- Mendorong pembiayaan domestik, kebutuhan pembiayaan oleh bank lokal tumbuh seiring dengan munculnya perusahaan lokal.



Disamping hal-hal diatas, colocation tower juga bermanfaat antara lain :

- Menara BTS yang akan dibangun semakin berkurang
- Mengurangi biaya investasi secara nasional
- Operator tidak perlu menyediakan SDM untuk kegiatan maintenance
- Operator akan menjadi lebih fokus pada pelayanan pelanggan/service
- Pemborosan investasi dapat ditekan
- Terbentuknya Hutan Tower dapat dicegah

Beberapa tantangan pada industri telekomunikasi , antara lain :

- Banyak operator yang melihat bahwa membangun menara sendiri sebagai bagian dari strategi bersaing
- Persaingan kedepan bukan lagi pada coverage tetapi lebih pada harga yang murah dan pelayanan

V. JENIS MENARA BTS

Pada Ground Field :

- Menara Rangka Baja (Tinggi : 24 m ; 32 m ; 42m ; 52m ; 62m ; dan 72 m)
- Menara Monopole Baja (Tinggi : 24 m s/d 42 m)
- Menara Monopole Beton (Tinggi : 12 m s/d 24 m)
- Enviromental Monopole (Tinggi 12 m s/d 42 m)

Pada Roof Top :

- Menara Rangka Baja (Tinggi 12 m s/d 36 m)
- Menara Monopole Baja (Tinggi 3 m s/d 18 m)

VI. PERENCANAAN PONDASI BTS

SOIL INVESTIGATION

Penyelidikan tanah (Soil Investigation) sangat diperlukan dalam perencanaan pondasi menara. Penyelidikan tanah ini dimaksudkan agar didapat suatu informasi parameter tanah dari permukaan tanah hingga lapisan tanah keras, sehingga gambaran tentang kondisi lapisan tanah lapisan demi lapisan tanah dapat diketahui. Dengan demikian daya dukung tanah pada kedalaman tertentu dapat ditentukan.

Pengujian tanah yang cukup cepat mendapatkan hasil yang akurat dilakukan dilapangan dengan uji Cone Penetration Test (Sondir), yang dibarengi dengan uji pengeboran tanah untuk mengetahui deskripsi lapisan tanah secara visual, serta pengambilan contoh tanah untk diuji di laboratorium.

Pada umumnya dari uji CPT saja sudah cukup untuk merencanakan pondasi menara, terutama pada tanah bukan tanah sangat lunak.

Jenis dan jumlah uji penyelidikan tanah yang lazim dilakukan pada 1 (satu) titik menara :

- CPT test 2 (dua) titik
- Bore Dangkal 1 (satu) titik dengan min 2 sample UD
- Test Laboratorium dari UD Sample :
 - Index Properties Tanah
 - Grain Size Distribution
 - Shear Strength Test by Triaxial UU Test
 - Consolidation Test

Pada kondisi lapisan tanah tertentu , dapat juga dilakukan pengujian bor dalam untk mengetahui sampai dengan kedalaman lapisan tanah keras dan ketebalannya.

Pada pengujian dilapangan , juga dilakukakan observasi tentang kondisi permukaan tanah (kontur). Apakah perlu perataan tanah atau tidak. Apakah berpotensi terjadinya kelongsoran? Hal inilah yang harus direncanakan sebaik-baiknya, karena suatu kegagalan bangunan, acap kali karena studi geoteknik dalam perencanaan bangunan dirasakan sangat minim.

SURVEY BANGUNAN DAN HAMMER TEST

Pekerjaan survey konstruksi bangunan sangat diperlukan pada perencanaan menara BTS terutama apabila akan direncanakan bangunan menara tersebut diatas bangunan existing yang ada.

Survey bangunan terutama dari sudut konstruksi bangunan dilakukan dengan pengamatan-pengamatan :

- Ketinggian bangunan (bagian atap) dari permukaan tanah.
- Lay Out konstruksi bangunan pada bagian atap bangunan (Harus berupa atap flat)
- Lay out kolom dan balok , terutama pada bagian kolom dan balok yang menopang plat beton atap.
- Dimensi konstruksi balok dan kolom penopang lantai atap, serta ketebalan atap.

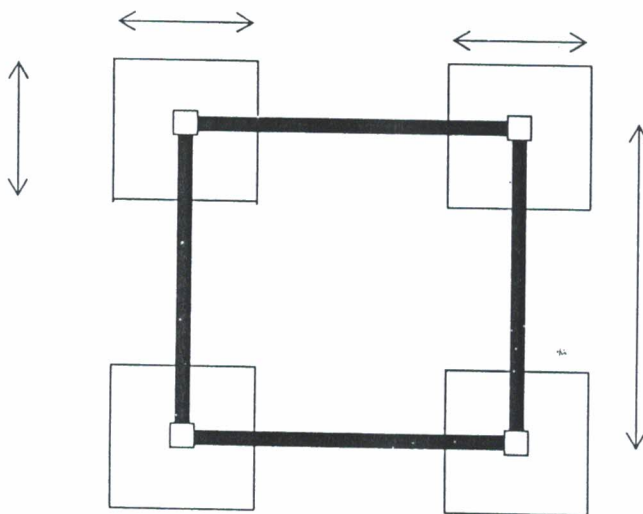
- Mencari informasi tentang penggunaan besi yang dipakai (ukuran dan jumlahnya) pada kolom dan balok konstruksi.
- Melakukan uji Hammeter test, untuk mengetahui kekuatan karakteristik beton.

Jika dari pengamatan diatas semuanya dilakukan dan hasil pengujian konstruksi sudah dikatakan aman untuk dibangun menara pada atap bangunan tersebut, barulah direncanakan lay-out penempatan menara dan bangunan shelter di atap tersebut.

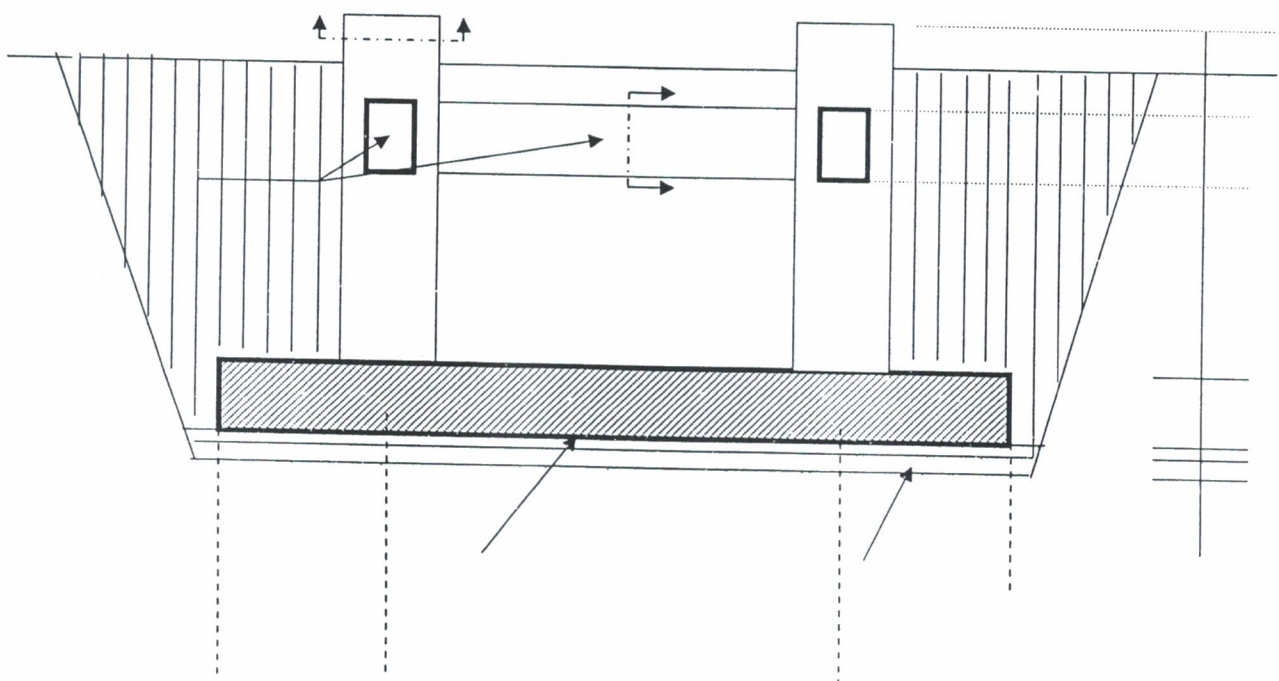
Hasil survey ini harus seakurat mungkin, mengingat perencanaan pondasi berupa panjang base beam dari baja (H beam) harus ditentukan. Kesalahan ukuran yang diberikan kepada perencana, maka akan menimbulkan permasalahan pada saat pekerjaan dilapangan.

JENIS JENIS PONDASI BTS

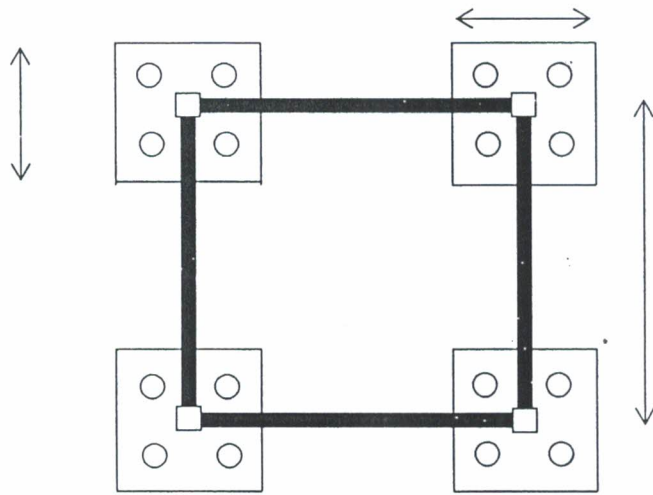
PONDASI SETEMPAT



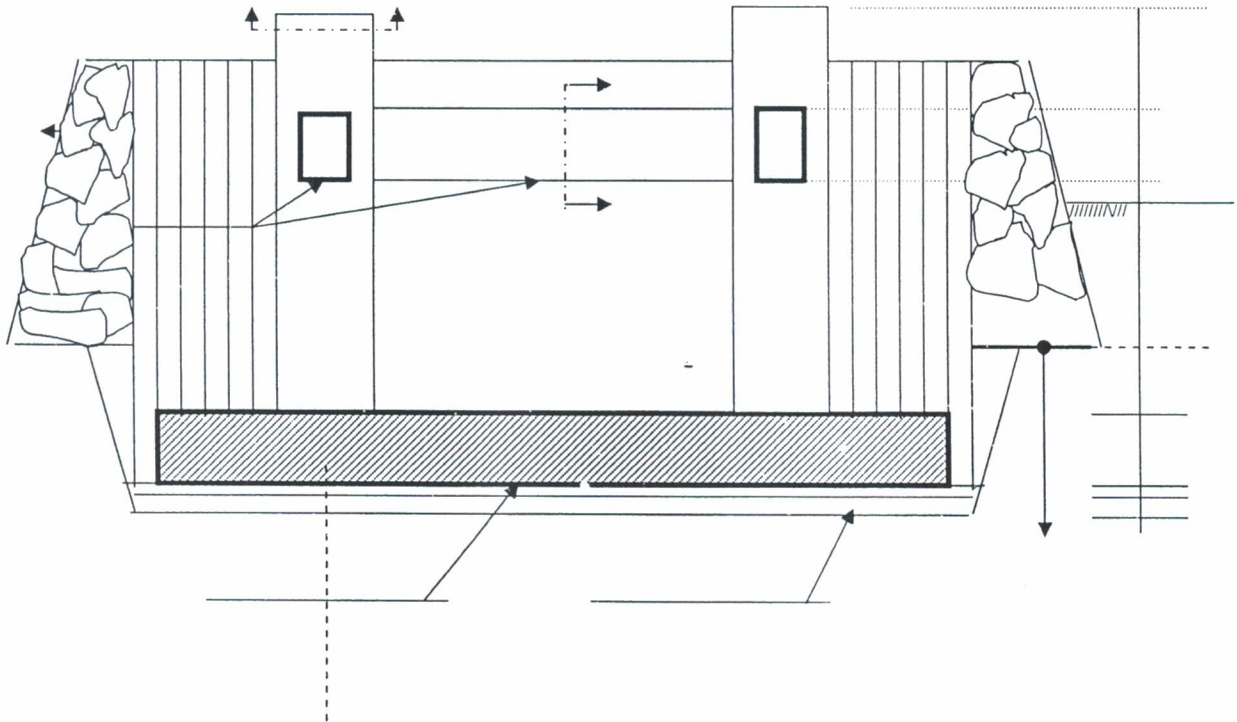
PONDASI FULL PLATE



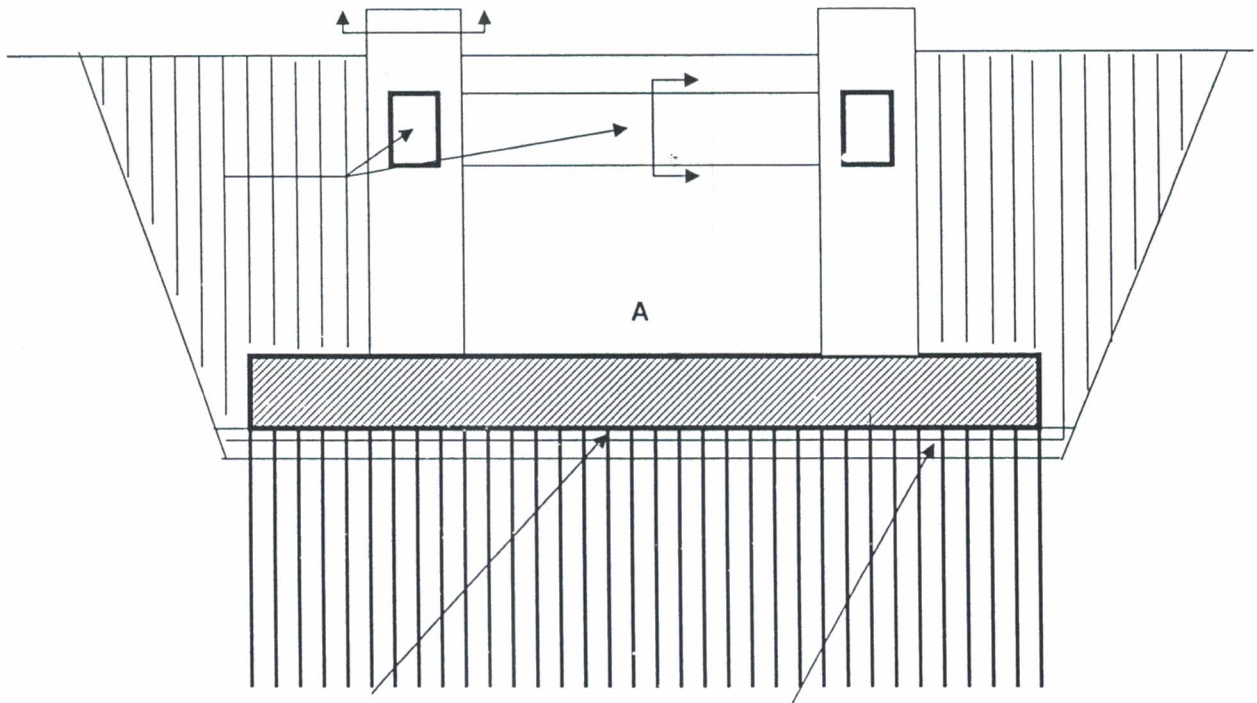
PONDASI MINI BORED PILE / MINI DRIVEN PILE



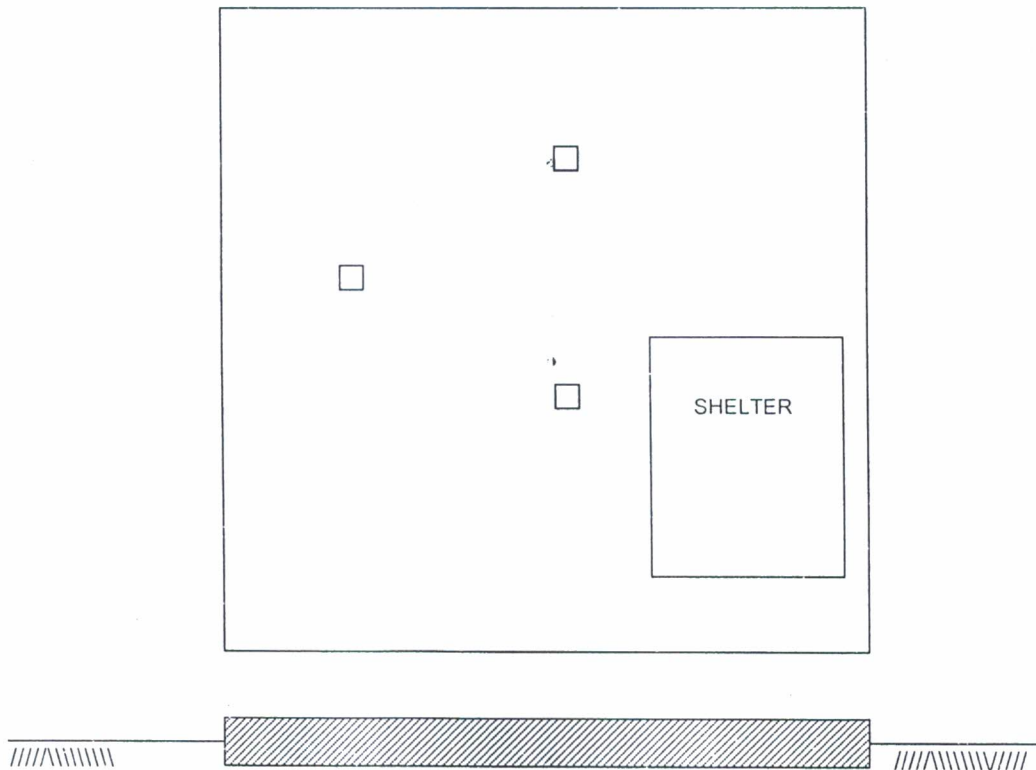
PONDASI DANGKAL DENGAN URUGAN



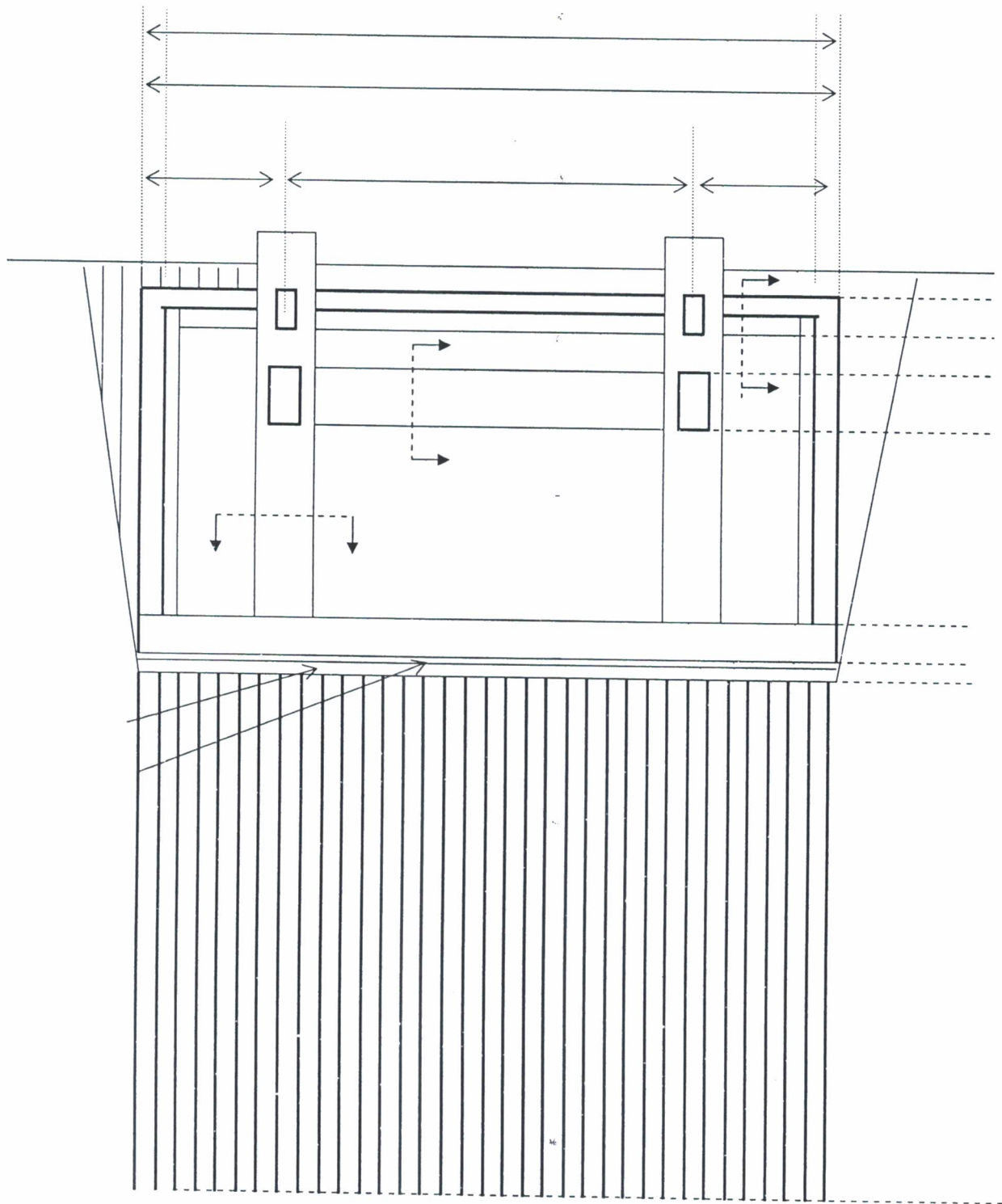
PONDASI FULL PLATE DENGAN PERKUATAN CERUCUK



PONDASI FULL SLAB (XL)



PONDASI KHUSUS (CAISSON PRECAST INSITU)



PERHITUNGAN DAYA DUKUNG PONDASI MENARA BTS

Persamaan Daya Dukung Menurut Terzaghi (1948).

GESER UMUM

Pondasi Setempat $q_u = 1,3 C_u \cdot N_c + q N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma$

GESER SETEMPAT

Pondasi Setempat $q_{u'} = 1,3 C_{u'} \cdot N_{c'} + q N_{q'} + 0,4 \gamma B N_{\gamma'}$

Dimana : pada geser setempat $C_{u'} = 2/3 C_u$ dan $\phi' = 2/3 \phi$

C_u = Kohesi Undrained

q = Tegangan over burden pada dasar pondasi akibat timbunan diatasnya

$q = \gamma \times D$

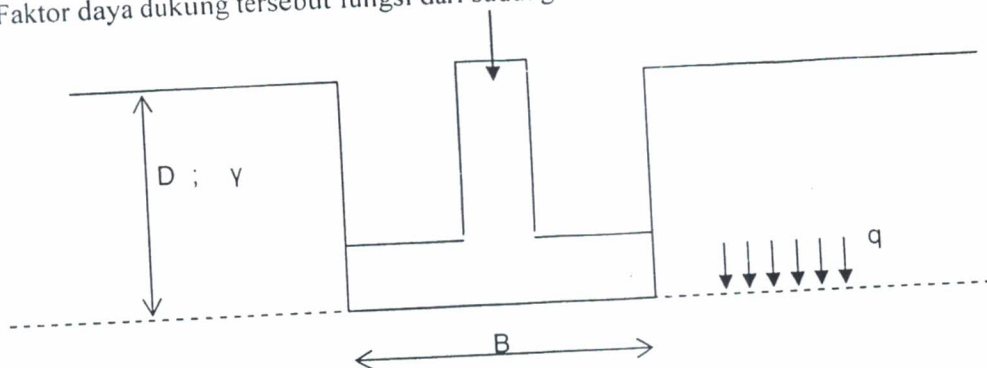
D = Kedalaman pondasi

B = Lebar atau diameter pondasi

N_c, N_q, N_γ adalah factor daya dukung (Geser Umum)

$N_{c'}, N_{q'}, N_{\gamma'}$ adalah factor daya dukung (Geser Setempat)

Factor daya dukung tersebut fungsi dari sudut geser dalam ϕ



Pada Tanah Kohesif dimana sudut geser dalam $\phi = 0^\circ$,

Maka

$Q_{ult} = \{ \gamma \times D + 5,14 (1 + 0,2 B/L) \times C_u \}$ ($N_q = 1$ dan $N_c = 5,14$)

Safety Factor = 3, Faktor Bentuk bila $B=L = 1,2$

Sedangkan C_u dipakai dari korelasi antara q_c dengan $C_u \rightarrow C_u = q_c / (15 - 25)$

PONDASI BTS PADA ATAP BANGUNAN.

Beberapa Kiat / Tips untuk menempatkan menara BTS pada atap bangunan :

- Lakukanlah survey bangunan di lapangan dengan secermat-cermatnya (seperti pada bab sebelumnya)
- Bila hasil survey menyimpulkan bahwa bangunan tersebut bagian atapnya layak untuk didirikan menara BTS, maka diusahakan bahwa konstruksi Main Base Steel Beam bertumpu pada kolom penyanggah lantai atap.
- Bila jarak antara kolom ke kolom cukup jauh, maka dapat ditempatkan Main Base Steel Beam pada balok beton konstruksi (pada umumnya dimensi balok besar). Jika dipaksakan bertumpu pada kolom, maka konstruksi Base Steel Beam terlalu boros, dan maka tempat.
- 4 (empat) tumpuan menara bertumpu pada 2(dua) buah H beam, balok H Beam ini masing-masing bertumpu pada Main H beam. Sedangkan Main H Beam ini bertumpu pada Kolom Konstruksi.
- Tumpuan Main H Beam ini berupa Plate Base dengan ketebalan minimum 15 mm, Plate Base ini disatukan dengan kolom bangunan dengan Baut HILTI, yang dipasang oleh teknisi yang berpengalaman khusus dalam pemasangan HILTI tersebut.
- Plate Base ini berhubungan dengan Web dari Main H Beam yang dipertebal dengan tambahan Slab, dengan sejumlah Baud diameter min 22 mm. Mur pada baud ini dipasang sebagian untuk leveling adjustable, agar menara benar-benar vertikal.
- Seteluruh baja yang dipergunakan harus digalvanizes, sehingga tahan karat dalam jangka waktu yang cukup lama.

STABILITAS PONDASI (GF)

- Stabilitas Daya Dukung
- Stabilitas Guling
- Overall Stability (pada daerah lereng)
- Uplift Resistance

REFERENSI :

1. Das, Braja M., 1990, *Principles of Foundation Engineering*, Second Edition, PWS-KENT Publishing Comp.
2. TIA/EIA-222-F Standard, 1996, *Structural Standard for Steel Antenna Structure and Antenna Supporting Structures*, June.

