

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi dalam dunia konstruksi di Indonesia telah berkembang semakin pesat yang ditandai dengan banyaknya daerah di bagian Indonesia yang mengalami kemajuan dalam pembangunan daerah. Kota atau Kabupaten yang memiliki kekayaan alam dan seni budaya berlomba-lomba mempromosikan daerah masing-masing. Hal ini bisa berdampak positif bagi perekonomian masyarakat sekitar, karena banyaknya wisatawan non lokal yang datang. Hal ini juga secara tidak langsung memberikan devisa untuk daerah yang bisa dialokasikan untuk pembangunan atau peningkatan sektor yang lain dalam daerah tersebut. Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah daerah untuk memperkenalkan potensi alam dan seni budaya yang dimiliki adalah dengan memperkenalkan daerah tersebut.

Media merupakan suatu alat yang dapat digunakan dalam menyebarkan pesan komunikasi dari komunikator kepada masyarakat. Media adalah alat dalam komunikasi yang digunakan antara yang menyampaikan pesan (sender) dengan si penerima pesan (audience). Media non massa atau media umum adalah sarana komunikasi yang dipergunakan untuk menyampaikan berbagai pesan kepada publik, baik publik internal maupun publik eksternal dalam jumlah yang relatif banyak. Adapun contoh media umum ini adalah papan iklan (*billboard*), baliho, spanduk dan sebagainya

Salah satu cara memperkenalkan dan mengiklankan kota tersebut ialah dengan pembangunan baliho di sudut-sudut strategis di tengah kota sebagai salah satu bentuk iklan dari kota tersebut. Dalam hal ini Kabupaten Deli Serdang

Provinsi Sumatera Utara yang sedang melakukan banyak pembangunan daerah dan tempat wisata serta seni budayanya untuk mengembangkan kota kecil tersebut, dengan sumber daya alam dan sumber daya manusia yang dimiliki Kabupaten Deli Serdang maka pemerintah Kabupaten Deli Serdang yakin bahwa Kabupaten Deli Serdang dapat berkembang dengan pesat seperti kota-kota lainnya yang ada di Provinsi Sumatera Utara dan tentunya juga Indonesia.

Baliho merupakan salah satu media yang bersifat luar ruangan (*outdoor*) dan dipasang sesuai dengan situasi penempatan baliho tersebut. Baliho biasanya dipasang di tempat terbuka yang lokasinya strategis dan banyak dilalui orang seperti jalan raya yang banyak dilalui kendaraan serta di jalur hijau jalan utama. Baliho termasuk media luar ruang yang bersifat temporer (tidak untuk jangka waktu lama). Baliho biasanya berisikan informasi tentang berbagai acara (*expo*, seminar, *tournament*, *launching* produk dan sebagainya).

Baliho di Kabupaten Deli Serdang kerap mengalami kerusakan pada struktur yang ditandai oleh adanya defleksi yang melebihi batas sehingga struktur baliho tidak dapat kembali ke bentuk semula akibat beban yang terjadi. Kerusakan lain yang terjadi adalah baliho tersebut roboh yang diakibatkan adanya tekanan angin. Ada dua kemungkinan yang menjadi penyebab terjadinya kondisi tersebut yaitu akibat kesalahan desain struktur atau dapat juga akibat beban angin yang di luar rencana.

Pengujian keandalan struktur biasanya dilakukan dengan cara mengambil model struktur baliho kemudian dilakukan simulasi beban angin sehingga dapat diketahui kekuatan maksimal yang dapat ditahan oleh struktur dengan mengacu pada peraturan yang berlaku. Pengujian lainnya dapat dilakukan dengan melihat

prakiraan kekuatan angin pada daerah daratan atau kota dengan beberapa metode yang diterapkan di metode Internasional. Untuk struktur yang bersifat *Open Sign* diperlukan adanya analisa lebih mendalam dengan memperhatikan faktor luasan area, sudut luasan dan ketinggian luasan tersebut.

Perencanaan pembebanan kebutuhan pondasi baliho akan disesuaikan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727:2020. SNI 1727:2020, Beban Minimum yang digunakan untuk Perancangan Bangunan Gedung. Adapun bangunan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah pondasi baliho. Bangunan pondasi baliho dan struktur lain, termasuk Sistem Penahan Gaya Angin Utama (SPGAU) dan seluruh Komponen dan Klading (K&K) bangunan harus dirancang dan dilaksanakan untuk menahan beban angin seperti yang ditetapkan menurut Pasal 26 sampai Pasal 31. Ketentuan dalam Pasal ini mendefinisikan tentang parameter angin dasar digunakan dengan ketentuan lainnya yang terdapat dalam standar ini. (SNI 1727:2020 Pasal 26).

Menurut Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung pada tahun 1987 menyatakan bahwa besarnya tekanan tiupan angin minimum adalah 25 kg/m^2 luas bidang bangunan yang ditinjau. Sedangkan untuk di daerah laut sampai sejauh 5 km dari tepi pantai dengan tekanan tiupan angin minimum adalah 40 kg/m^2 , serta untuk daerah-daerah yang berada di dekat laut dan daerah-daerah lainnya, dimana kemungkinan terdapat kecepatan angin yang mungkin dapat menghasilkan tekanan tiupan yang lebih besar dari yang ditentukan. Berdasarkan uraian diatas mengenai struktur bangunan yang meliputi pondasi baliho terhadap angin, maka penulis ingin melakukan penelitian dan penulis memilih judul: **“Analisa Kebutuhan Pondasi Untuk Baliho Terhadap Angin di Kabupaten Deli Serdang**

Menggunakan SNI 1727:2020”.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang dapat ditarik berdasarkan latar belakang sebagai berikut :

1. Bagaimana cara menentukan zonasi tanah di daerah Deli Serdang?
2. Bagaimana cara menentukan ukuran pondasi baliho di daerah Deli Serdang?

1.3 Tujuan penulisan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah diatas maka tujuan dari penulisan adalah sebagai berikut :

1. Untuk dapat memberikan rekomendasi jenis pondasi baliho di wilayah Kabupaten Deli Serdang.
2. Untuk mendapatkan ukuran/dimensi pondasi yang efisien untuk baliho di daerah Kabupaten Deli Serdang.

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang, rumusan masalah dan tujuan masalah diatas, maka batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Menggunakan *Cone Penetration Test (CPT)* atau sondir, untuk memperkirakan letak lapisan tanah keras.
2. Menggunakan Sistem Penahan Gaya Angin Utama (SPGAU).
3. Perencanaan kebutuhan pondasi baliho di daerah Kabupaten Deli Serdang.

1.5 Manfaat Penulisan

Adapun manfaat dari penulisan proposal ini adalah sebagai berikut :

1. Memperluas literatur bidang teknik sipil dan menambah wawasan peneliti tentang mengenai kebutuhan pondasi baliho terhadap angin.

2. Sebagai masukan bagi perencana bangunan untuk mendapatkan informasi dalam menentukan kebutuhan pondasi baliho pada struktur secara efisien.
3. Diharapkan dapat menjadi referensi bagi tiap pihak yang melakukan penelitian dalam ruang lingkup yang sama atau sejenis lalu di kembangkan.
4. Dapat dijadikan sebagai referensi bagi pembaca khususnya dibidang perencanaan bangunan untuk mengetahui konsep dasar dalam mengevaluasi pembuatan baliho di Kabupaten Deli Serdang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Baliho

Menurut KBBI baliho merupakan publikasi yang berlebih-lebihan ukuran untuk menarik perhatian masyarakat. Sedangkan dari kamus Pusat Bahasa (2008: 1372) baliho adalah media yang bersifat luar ruangan (outdoor) dan dipasang tinggi sesuai dengan situasi penempatan baliho tersebut. Baliho biasanya dipasang ditempat yang terbuka yang banyak dilalui orang, ditempat strategis seperti jalan raya yang banyak dilalui kendaraan dan dijalur hijau jalan utama.

Selanjutnya menurut Alwi, dkk. (2001: 96) mempunyai pengertian publikasi yang berlebih lebihan ukurannya agar menarik perhatian masyarakat, biasanya dengan gambar yang besar dan dipasang ditempat tempat umum. Baliho biasanya juga digunakan sebagai media untuk memperkenalkan produk atau hal baru. Baliho digambarkan sebagai poster yang punya ukuran lebih besar dari ukuran poster pada umumnya sekitar 2 – 4. Makanya baliho bisa dibilang sebagai poster yang punya ukuran besar. Karena seperti yang diketahui kalau poster punya ukuran internasional yaitu A0, A1, A2 dan A3. Lalu bedanya baliho dan poster lainnya adalah adanya kaki yang berbentuk X, Y, donat atau ring. Selain itu ada model lain untuk display sistem seperti moving roll baliho atau baliho dapat diputar, dan hanging baliho atau baliho yang bisa digantung. Baliho semakin dikenal oleh perusahaan dan masyarakat sebagai bagian dari kemajuan teknologi khususnya mesin cetak digital dan ilmu pengetahuan.

Dibandingkan media promosi yang lain. Baliho mempunyai beberapa keuntungan antara lain :

1. Menguasai pasar lokal dengan baik

Baliho merupakan media periklanan yang mampu menguasai pasar lokal dengan baik. Ini terjadi karena baliho merupakan alat promosi yang seringkali ditempatkan di luar ruangan. Dari penempatan ini perusahaan yang menjadi pengiklan dapat lebih leluasa mendapatkan calon konsumen yang berasal dari masyarakat sekitar baliho tersebut didikan,

2. Mudah dikenali

Sebagai media luar ruang yang biasanya ditempatkan di pinggir-pinggir jalan, tentunya baliho akan sangat mudah dikenali masyarakat karena masyarakat seringkali lalu-lalang di jalanan tersebut. Dari sanalah masyarakat yang melihatnya dapat dengan mudah mengenal produk apa yang dipromosikan baliho tersebut.

3. Lokasi fleksibel

Penempatan baliho dapat diatur oleh perusahaan sesuai target konsumen yang disasar. Walaupun tetap berada di pinggir-pinggir jalan, perusahaan dapat menilai lokasi strategis yang mana yang tepat sasaran dan dapat membantu melancarkan promosinya.

4. Pembentukan brand *awareness*

Kelebihan baliho dalam pembentukan brand awareness ini terjadi ketika masyarakat mengetahui produk atau jasa apa yang diinformasikan di dalam baliho. Disamping itu penggunaan baliho dalam media promosi juga memiliki beberapa kerugian, diantaranya ialah :

- Target pasar kurang efektif

Kurangnya keefektifan mungkin terjadi ketika target pasar tidak diperhitungkan dengan baik oleh perusahaan yang menggunakan baliho

- Informasi cenderung tidak dapat disimak

Informasi yang ada di dalam baliho memang sangat terbatas

- Mudah terlupakan

Tidak seluruh masyarakat yang melalui jalan raya adalah pengingat yang baik.

2.2 Jenis bahan dan ukuran baliho.

Baliho sebagai sebuah media promosi memiliki jenis, bahan dan ukuran sebagai berikut, diantaranya ialah :

1. Baliho vertikal : Berukuran sekitar 2x3 meter atau 4x6 meter. Terbuat dari bahan kain/kertas, papan/tripleks, dan biasanya dipasang pada tiang. Kain yang digunakan pada baliho biasanya berbahan Satin, Albatros, Banner Cloth, Polyester, Tetoron Cotton dan lain sebagainya dengan keunggulan dan kekurangannya masing-masing.
2. Baliho horizontal : Berukuran sekitar 3x4 meter atau 5x10 meter. Terbuat dari bahan kain kertas stiker, atau tripleks, dengan konstruksi yang lebih kokoh.
3. Flexi Jerman : Baliho dengan kualitas bahan yang lebih baik dan harganya juga lebih mahal. Jenis ini memiliki pori-pori bahan yang lebih halus dibandingkan Fleksi Korea atau China.

Selain itu baliho juga dibuat dari bahan berikut, diantaranya ialah :

- a. Papan/Tripleks/Kayu
- b. Kain

Jenis kain yang digunakan biasanya mengacu pada lokasi pemasangan, peruntukan, anggaran, dan desain visual yang diinginkan dari baliho tersebut. Kain Satin biasanya digunakan didalam ruangan (*Indoor*) karena mempunyai permukaan yang lembut, warna yang mengkilap sehingga terlihat mewah. Bahan Tetoron Cotton (TC) biasanya digunakan di luar ruangan (*Out Door*) karena lebih tipis dan mudah bergerak jika tertiup angin biasanya digunakan untuk umbul-umbul, spanduk atau bendera.

c. Kertas Sticker

Kertas yang digunakan untuk bahan baliho mempunyai kelebihan, yang menjadi dasar untuk penggunaannya pada pembuatan baliho, diantaranya Kertas Luster mempunyai tekstur agak kasar dan mengkilap sering digunakan untuk mencetak poster atau photo dalam ukuran yang besar. Kertas Albatros mempunyai tekstur semi plastik dan tahan lama dan cocok digunakan untuk lokasi diluar ruangan (*out door*). Kertas PVC yang terbuat dari plastik paling banyak digunakan sebagai bahan cetak poster karena lebih tahan lama dan mengkilap.

2.3 Fungsi dan Manfaat Baliho

Sebagai sebuah media promosi Baliho mempunyai fungsi dan manfaat diantaranya ialah :

1. Meningkatkan kesadaran merek : Baliho memperkenalkan produk, layanan, atau merek kepada masyarakat luas dengan tampilan mencolok dan ukuran besar, sehingga membantu meningkatkan kesadaran merek atau kampanye yang diiklankan.
2. Memperluas jangkauan promosi : Baliho dipasang di lokasi strategis seperti tepi jalan atau gedung, mencapai target audiens yang luas dan beragam.

3. Menciptakan dampak visual : Baliho dengan ukuran besar dan desain menarik menciptakan dampak visual kuat, membangkitkan minat mempengaruhi emosi, dan mempercepat persepsi audiens terhadap produk atau layanan yang diiklankan.
4. Meningkatkan daya tangkap : Baliho terletak di tempat strategis dan desain menarik, dengan cepat menarik perhatian masyarakat yang melewati area tersebut. Efektif dalam menjangkau target audiens yang diinginkan.
5. Fleksibilitas pemasangan : Baliho dapat dipasang di berbagai lokasi dan mudah dipindahkan, memungkinkan pengiklan untuk menyesuaikan pemasangan dengan perubahan kebutuhan promosi atau strategi pemasaran.
6. Biaya terjangkau : Baliho relative lebih ekonomis dalam biaya produksi dan pemasangan dibandingkan dengan media iklan lain seperti iklan televisi atau media cetak, menjadi pilihan yang terjangkau untuk promosi dengan target audiens yang luas.
7. Dampak jangka panjang : Baliho yang dipasang di lokasi strategis memberikan dampak yang berkesinambungan selama periode pemasangan, memungkinkan membangun kesadaran merek secara konsisten dan menjangkau audiens target dalam jangka waktu yang lebih lama.

2.4 Perencanaan Konstruksi Baliho

Dalam Pembangunan konstruksi baliho di butuhkan sebuah rencana atau desain baik secara biaya ataupun bentuk dari baliho itu sendiri, terutama tentang kekuatan konstruksi dalam menerima berbagai gaya baik secara vertikal ataupun horizontal sehingga mencapai titik keseimbangan. Perencanaan yang kurang baik

akan membuat konstruksi baliho menjadi tidak baik atau mungkin akan runtuh sehingga membahayakan terhadap lingkungan sekitar.

Pada perencanaan suatu konstruksi baliho, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, diantaranya ialah:

1. Ukuran/dimensi baliho
2. Penggunaan bahan yang akan digunakan
3. Desain rangka baliho yang berkualitas profesional
4. Kedalaman pondasi dari Baliho
5. Kepadatan dan mutu beton untuk pondasi Baliho
6. Memperhatikan seluruh bagian konstruksi mulai dari pondasi sehingga plat finishingnya

2.5 Penyelidikan Tanah (*Soil Investigation*)

Penyelidikan tanah (*Soil Investigation*) adalah metode penentuan stratigrafi dan sifat fisik tanah yang akan menjadi tempat dibangunnya konstruksi. Dalam proses perencanaan konstruksi terlebih dahulu direncanakan pondasi dari konstruksi tersebut. Salah satu data yang menjadi dasar dalam perencanaan pondasi ialah data tanah tempat berdirinya konstruksi tersebut. Data tanah yang diperlukan dalam perencanaan pondasi dari konstruksi meliputi data *Index Properties* (Analisa saringan, berat jenis, plastisitas, kepadatan) dan *Engineering Properties* (*Direct share, permeabilitas, hydrometer, dll*) data sondir, data borlog.

Hasil Analisa dari penyelidikan tanah ini akan memberikan informasi tentang kondisi tanah dilokasi pembangunan konstruksi seperti jenis lapisan tanah dilokasi pembangunan konstruksi seperti jenis lapisan tanah, kekuatan tanah dan

pengaruh kondisi tanah terhadap perencanaan pondasi konstruksi. *Soil investigasi* dapat dibagi menjadi beberapa bagian, diantaranya ialah:

- A. Penyelidikan Lapangan (*In situ*) : Meliputi pengujian sondir, borlog dan pengambilan sampel tanah untuk diuji dilaboratorium
- B. Pengujian Laboratorium : Meliputi pengujian fisik dan mekanik tanah seperti uji konsolidasi, uji geser dan uji kekuatan tekan
- C. Analisis Data : Hasil dari penyelidikan lapangan dan laboratorium dianalisis untuk menentukan kondisi tanah dilokasi perencanaan seperti jenis lapisan tanah, kekuatan tanah dan pengaruh kondisi tanah terhadap perencanaan pondasi

2.5.1 Penyelidikan Tanah Lapangan (*In Situ*)

Penyelidikan tanah dilapangan adalah proses sistematis untuk mengumpulkan dan mencatat semua data yang diperlukan yang akan dibutuhkan atau akan membantu dalam proses desain dan konstruksi yang terkait dengan lapisan tanah di bawah lokasi yang diselidiki dengan tujuan. Pada perencanaan pondasi baliho ini penyelidikan tanah yang digunakan ialah Sondir (*Dutch Cone Penetrometer*).

2.5.2 Penyelidikan Tanah di Laboratorium

Berbeda dengan penyelidikan tanah di lapangan pada penyelidikan tanah di laboratorium sampel tanah dibawa dalam jumlah tertentu untuk dikemudian dilakukan pengujian di laboratorium sesuai dengan standar-standar yang telah ditetapkan. Pada penelitian ini tanah berasal dari lokasi sekitaran Kabupaten Deli Serdang dan pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat geser langsung (*Direct Shear Test*) untuk mendapatkan nilai sudut geser (C)

2.6 Pengujian Sondir

Sondir ialah sebuah alat yang berbentuk silindris dengan ujungnya berupa conus dengan sudut 60^0 dengan luasan ujungnya sekitar 10 cm^2 yang digunakan untuk menguji kekuatan tanah. Sondir digunakan dalam pengujian tingkat kekuatan tanah dengan menurunkan/memasukkan alat sondir kedalam tanah dan menariknya kembali ke permukaan untuuk mendapatkan data tanah. Nama lain dari pengujian sondir ini ialah pengujian CPT (*Cone Penetration Test*).



Gambar 2.1 Alat Sondir (*Cone Penetration Test*)
(Sumber : <http://www.ghaninusantara.com>)

Alat sondir terbagi menjadi empat bagian yaitu : Mesin penekan, stang dalam dan luar dengan Panjang 1 meter, konus dan bikonus, manometer sebagai petunjuk singkat kekerasan tanah dari lapisan tanah diujung konus. Dalam pengujian sondir diketahui perlawanan penetrasi konus dan daya geser tanah yaitu perlawanan geser tanah keduanya dihitung dengan rumus tertentu sehingga dapat diketahui nantinya daya dukung tanah terhadap bangunan (kontruksi) diatasnya. Jadi alat sondir akan menghasilkan gambaran tentang kondisi tanah walaupun tidak memberikan keterangan tentang jenis tanah itu tetapi dapat menentukan secara tepat kedalaman dari lapisan tanah.



Gambar 2.2 Pengujian Sondir (*Cone Penetration Test*)
(Sumber://www.sondir.id)

2.7 Pengujian Kuat Geser Langsung (*Direct Shear Test*)

Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan butir-butir tanah terhadap desakan/tarikan (Hardiyatmo, 2006). Pengujian kuat geser langsung (*Direct Shear Test*) adalah suatu metode pengujian terhadap tanah dengan tujuan untuk mengetahui kekuatan geser suatu material tanah. Pengujian ini juga bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai perilaku geser tanah seperti kemampuan tanah

dalam menerima tekanan dan gaya geser. Parameter yang didapat dari pengujian ini adalah nilai Kohesi (C) atau gaya tarik-menarik antar partikel tanah dan nilai sudut geser dalam (Φ) atau gesekan antara butir tanah. Parameter-parameter ini digunakan dalam menghitung daya dukung tanah, tekanan tanah terhadap dinding tanah dan kestabilan tanah. Pada penelitian ini nilai kohesi juga digunakan dalam perencanaan pondasi untuk baliho yang akan dibangun.



Gambar 2.3 Alat Pengujian Kuat Geser Langsung (Direct Shear Test)
(Sumber : Dokumentasi)

2.8 Pondasi

Pondasi adalah suatu bagian dari sistem struktur bawah (sub struktur yang menahan berat sendirinya dan seluruh beban gaya struktur atas, lalu meneruskannya kelapisan tanah dan bantuan yang terletak dibawahnya. Beban dari kolom yang bekerja pada pondasi ini harus disebarakan ke permukaan tanah yang cukup luas sehingga tanah dapat memikul beban dengan aman. Pondasi merupakan bagian dari satu sistem rekayasa yang meneruskan beban yang ditopang oleh pondasi dan

beratnya sendiri ke dalam tanah dan bantuan yang terletak dibawahnya. Pembuatan pondasi bangunan harus diperhitungkan dan menjamin kestabilan bangunan terhadap berat sendiri, beban-beban berguna dan gaya-gaya luar, seperti tekanan angin, gempa bumi dan lain-lain, serta tidak boleh terjadi penurunan pondasi setempat ataupun penurunan pondasi yang merata lebih dari batas tertentu. Suatu perencanaan pondasi dikatakan benar apabila beban yang diteruskan oleh pondasi ke tanah tidak melampaui kekuatan tanah yang bersangkutan. Apabila kekuatan tanah dilampaui, maka penurunan yang berlebihan atau keruntuhan dari tanah akan terjadi. Menurut Solikhari, Yuningtyastuti (2011) pengertian umum untuk pondasi adalah struktur bagian bawah bangunan yang berhubungan langsung dengan tanah, atau bagian bangunan (beban isi bangunan), gaya-gaya luar seperti : tekanan angin, gempa bumi, dan lain-lain. Disampingkan itu, tidak boleh terjadi penurunan level melebihi batas yang diijinkan. Menurut Sardjono (1988), pondasi adalah salah satu dari konstruksi bagian atas ke lapisan tanah yang berada di bagian bawahnya. Menurut Gunawan (1991), pondasi adalah salah satu dari konstruksi bangunan yang bertugas meletakkan bangunan dan meneruskan beban bangunan atas (*upper structure/super structure*) ke dasar tanah yang cukup kuat mendukungnya. Dan menurut Hardiyatmo (2002), pondasi adalah komponen struktur terendah dari bangunan yang meneruskan beban bangunan ke tanah atau bantuan yang berada dibawahnya.

2.9 Perencanaan Pemilihan Pondasi

Perencanaan pemilihan pondasi merupakan hal yang sangat penting untuk menentukan pondasi yang akan digunakan. Perencanaan pondasi harus didasari beberapa aspek yaitu : fungsi bangunan, jenis tanah, kedalaman tanah keras

pendukung pondasi, maupun aspek biaya (finansial). Adapun aspek pemilihan pondasi sebagai berikut:

a. Keadaan tanah pondasi

Keadaan tanah dibawah pondasi erat kaitannya dengan pemilihan pondasi. Dikarenakan setiap tipe pondasi memiliki bentuk serta mekanisme penyaluran beban yang berbeda tergantung pada kondisi tanahnya. Faktor tanah diperhitungkan antara jenis tanah, permeter tanah, daya dukung, kedalaman tanah keras dan sebagainya.

b. Beban akibat struktur atasnya

Pada kondisi ini beban struktur atasnya dapat meliputi total besar beban akibat struktur atas, arah gaya beban baik vertikal maupun beban horizontal dan penyebaran beban serta sifat dinamis yang dimiliki oleh struktur tersebut.

c. Batasan keadaan lingkungan dari sekitar

Batasan lingkungan merupakan lingkungan sekitar pengerjaan proyek. Mengingat dalam mengerjakan suatu pembangunan perlu memperhatikan kondisi lingkungan sekitar, dan diharapkan tidak mengganggu atau membahayakan lingkungan sekitar atau bangunan yang sudah ada di sekitar dalam proses pengerjaan proyek.

d. Biaya dan waktu pengerjaan

Biaya dan waktu pengerjaan merupakan hal yang perlu diperhatikan karena termasuk dalam manajemen konstruksi untuk sebuah bangunan dan sangat berhubungan dengan pencapaian kondisi yang tepat dan ekonomis.

2.10 Jenis-jenis pondasi

Jenis-jenis bentuk pondasi ditentukan oleh berat bangunan dan keadaan tanah disekitar bangunan. Kedalaman pondasi ditentukan oleh letak tanah padat yang mendukung pondasi. Menurut Gunawan (1991), secara umum pondasi dibagi menjadi dua jenis, yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal merupakan pondasi yang hanya mampu menerima beban relatif kecil dan secara langsung menerima beban bangunan. Sedangkan pondasi dalam adalah pondasi yang mampu menerima beban bangunan yang besar dan meneruskan beban bangunan ke tanah keras atau bantuan yang sangat dalam. Adapun penjelasan dari masing-masing klasifikasi pondasi adalah sebagai berikut:

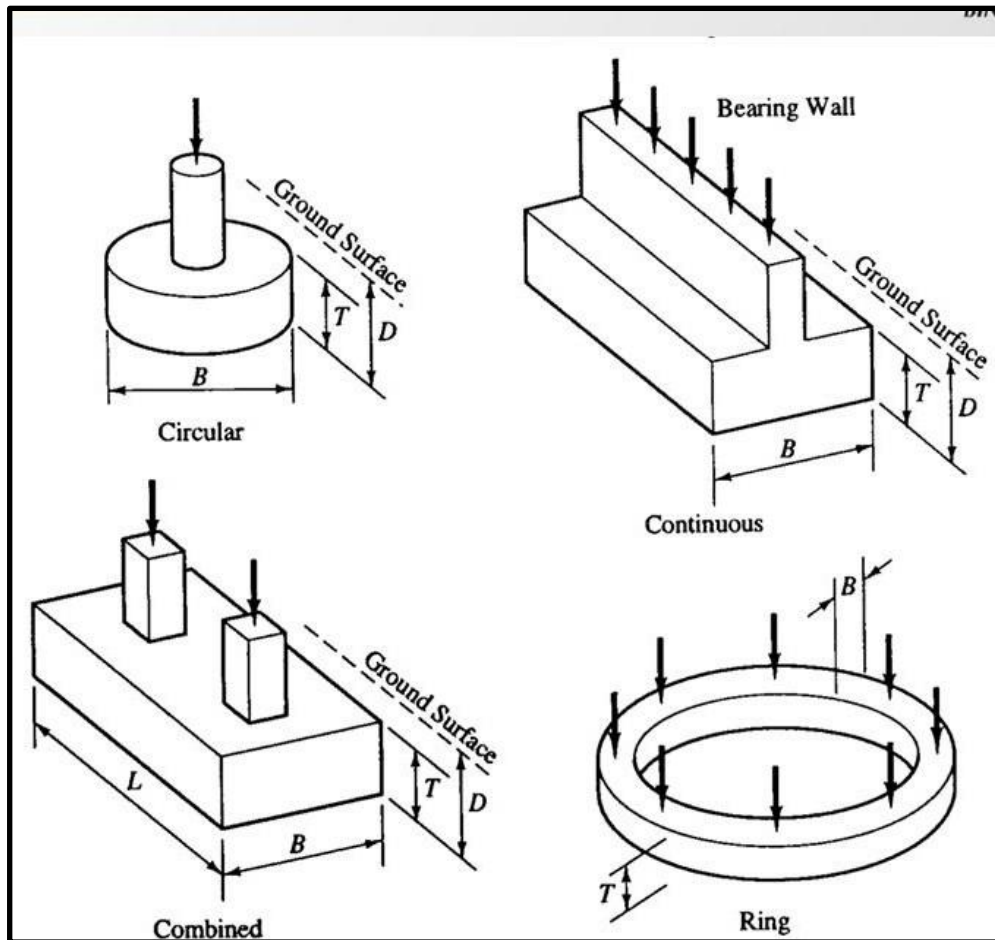
A. Pondasi Dangkal

Pondasi dangkal (*Shallow Foundation*) adalah pondasi yang mendukung beban secara langsung. Pondasi diangkat digunakan apabila lapisan tanah pendukung pada dasar pondasi terletak relatif jauh dari permukaan tanah/daya dukung tanah pada dasar bangunan lemah. Jika kedalaman dasar pondasi dari muka tanah adalah kurang atau sama dengan lebar pondasi ($D < B$) maka disebut pondasi dangkal. Sistem pondasi dipakai pada lapisan tanah dasar yang baik letaknya tidak dalam serta gangguan air tanah atau air sungai dapat diatasi agar pondasi bisa dikerjakan dalam keadaan kering sehingga mutu pondasi akan lebih baik dan ekonomis. berikut beberapa rumus yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Daya dukung pondasi

Daya dukung pondasi ialah kemampuan pondasi dalam mendukung beban yang ditransfer/salurkan. Dalam mendesain sistem pondasi daya dukung pondasi harus lebih besar daripada beban yang bekerja diatasnya.

Terzaghi memberikan pengaruh faktor bentuk terhadap daya dukung ultimit (Q_{ult}) berdasarkan analisis fondasi memanjang yang diterapkan pada fondasi yang lain.



Gambar 2.5 Bentuk-bentuk fondasi dangkal
(Sumber : <http://www.slideplayer.com>)

Berikut adalah persamaan-persamaan untuk masing-masing bentuk fondasi:

1. Fondasi Tapak Menerus (*Continuous*)

$$Q_{ult} = C N_c + \gamma D N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma \dots \dots \dots (2.1)$$

2. Fondasi Tapak Bujur Sangkar (*Strip footings*)

$$Q_{ult} = C N_c (1 + 0.3B/L) + \gamma D N_q + 1/2 \gamma B N_\gamma (1 - 0.2B/L) \dots \dots \dots (2.2)$$

3. Fondasi Tapak Persegi (*Square footings*)

$$Q_{ult} = 1.3 C N_c + \gamma D N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma \dots \dots \dots (2.3)$$

4. Fondasi Tapak Lingkaran (*Circular footings*)

$$Q_{ult} = 1.3 C N_c + \gamma D N_q + 0.3 \gamma B N_\gamma \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

C : nilai kohesi tanah (*Cohesion of soil*) (kN/m^2)

γ : berat isi tanah (*unit weight of soil*) (kN/m^3)

D : kedalaman fondasi (*depth of footing*) (m)

B : lebar tapak (*width of footing*) (m)

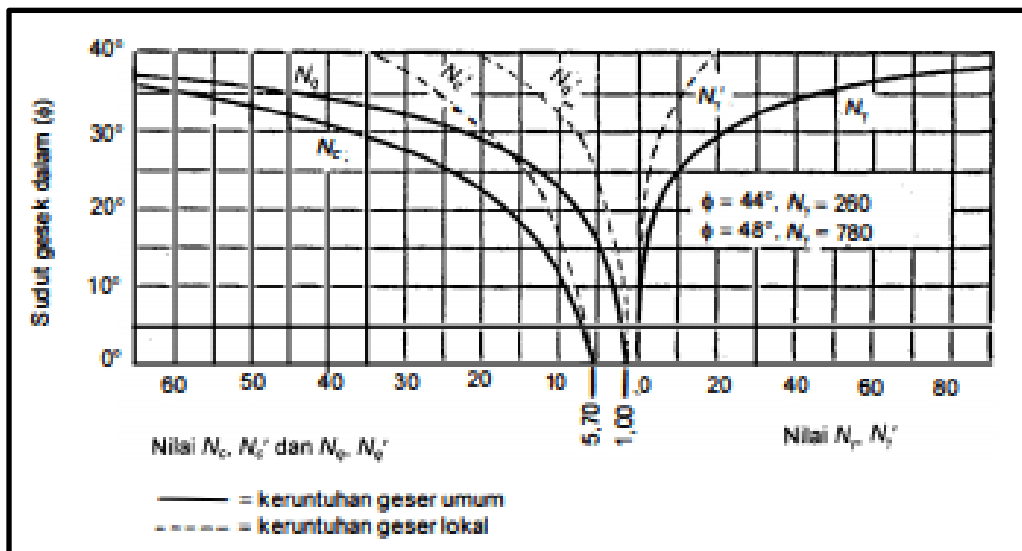
N_c, N_q, N_γ merupakan faktor daya dukung yang besarnya tergantung pada parameter sudut geser dalam tanah Φ (*soil friction angle*), dengan persamaan-persamaan sebagai berikut:

$$N_c = \cot \Phi (N_q - 1) \dots \dots \dots (2.5)$$

$$N_q = e^2 \frac{(3\pi/4 - \Phi/2) \tan \Phi}{[2 \cos^2(45 + \Phi/2)]} \dots \dots \dots (2.6)$$

$$N_\gamma = (1/2) \tan \Phi (K_{pr} / \cos^2 \Phi - 1) \dots \dots \dots (2.7)$$

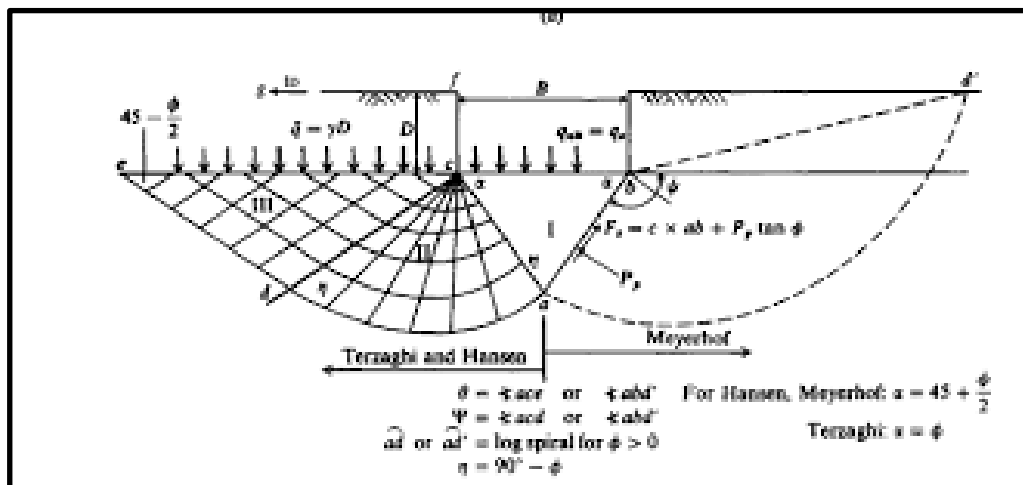
K_{pr} : Koefisien tekanan tanah pasif



Gambar 2.6 Hubungan antara sudut geser dalam dengan N_c, N_q, N_γ
(Sumber : <http://www.researchgate.net>)

B. Meyerhoff

Meyerhoff (1974) telah merumuskan daya dukung pondasi dangkal pada tanah homogen, kemudian Meyerhoff dan Hanna melakukan pengembangan rumus dengan mengkomodasi kondisi tanah yang tidak homogen dimana lapisan pertama selalu lebih kuat daripada lapisan tanah kedua. Teori daya dukung ultimmit dari Meyerhoff mirip dengan Terzaghi yaitu menghitung tegangan geser dari tanah yang terletak dibawah telapak pondasi namun Meyerhoff mengasumsikan mekanisme kegagalan diperpanjang keatas menuju permukaan tanah



Gambar 2.7 Metode Keruntuhan Tanah
(Sumber : www.civilwebspreadsheet.com)

Meyerhof menganggap sudut baji β tidak sama dengan Φ , dan nilai $\beta > \Phi$ akibatnya bentuk baji lebih memanjang ke bawah bila dibandingkan dengan analisis terzaghi. Pada tahun 1974 Meyerhoff menyempurnakan teorinya dengan mempertimbangkan beberapa faktor dalam menentukan daya dukung tanah seperti: kedalaman pondasi, bentuk pondasi dan kemiringan beban. Karena $\beta > \Phi$, nilai faktor-faktor daya dukung Meyerhof lebih rendah daripada yang diberikan oleh Terzaghi, namun karena Meyerhof mempertimbangkan faktor pengaruh kedalaman

fondasi maka daya dukungnya menjadi lebih besar. maka persamaan daya dukung fondasi dangkal menurut Meyerhof adalah sebagai berikut :

1. Beban vertikal (*vertical load*)

$$Q_{ult} = S_c d_c c N_c + S_q d_q p_0 N_q + S_\gamma d_\gamma 0,5 \gamma B' N_\gamma \dots \dots \dots (2.8)$$

2. Beban miring (*inclined load*)

$$Q_{ult} = d_c i_c c N_c + d_q i_q p_0 N_q + d_\gamma i_\gamma 0,5 \gamma B' N_\gamma \dots \dots \dots (2.9)$$

Keterangan :

- Q_{ult} = daya dukung ultimit
- N_c, N_q, N_γ = faktor daya dukung untuk fondasi memanjang
- S_c, S_q, S_γ = faktor bentuk fondasi
- d_c, d_q, d_γ = faktor kedalaman fondasi
- i_c, i_q, i_γ = faktor kemiringan beban

Faktor daya dukung meyerhof untuk fondasi memanjang, sebagai berikut:

$$N_c = (N_q - 1) \text{ctg } \Phi \dots \dots \dots (2.10)$$

$$N_q = \text{tg}^2 (45 + \Phi/2) e^{(\pi \text{tg} \Phi)} \dots \dots \dots (2.11)$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \text{tg} (1,4\Phi) \dots \dots \dots (2.12)$$

C. Vesic

Rumus Vesic ditemukan oleh seorang insinyur sipil asal Yugoslavia bernama vesic. Dia dikenal dengan karyanya dalam bidang Mekanika tanah, dia juga penemu analisis gaya geser pada pondasi dangkal yang dikenal dengan metode Vesic. Metode ini mempertimbangkan pengaruh bentuk pondasi, kemiringan beban

dan kuat geser tanah diatas pondasinya. Vesic membagi mekanise keruntuhan pondasi menjadi 3 jenis yaitu :

1. Keruntuhan geser umum
2. Keruntuhan geser lokal
3. Keruntuhan penetrasi

Rumus Vesic adalah rumus yang digunakan untuk kepastian dukung ultimit pondasi tiang pancang dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti diameter tiang, kedalaman tiang, Koefisien poisson tanah dan koefisien friksi tanah.

$$q_u = c N_c + q N_q + 0,5 \gamma \beta N_\gamma \dots \dots \dots (2.13)$$

Dimana :

q_u = Daya dukung ultimate

c = Kohesi

q = Beban tanah diatas tiang

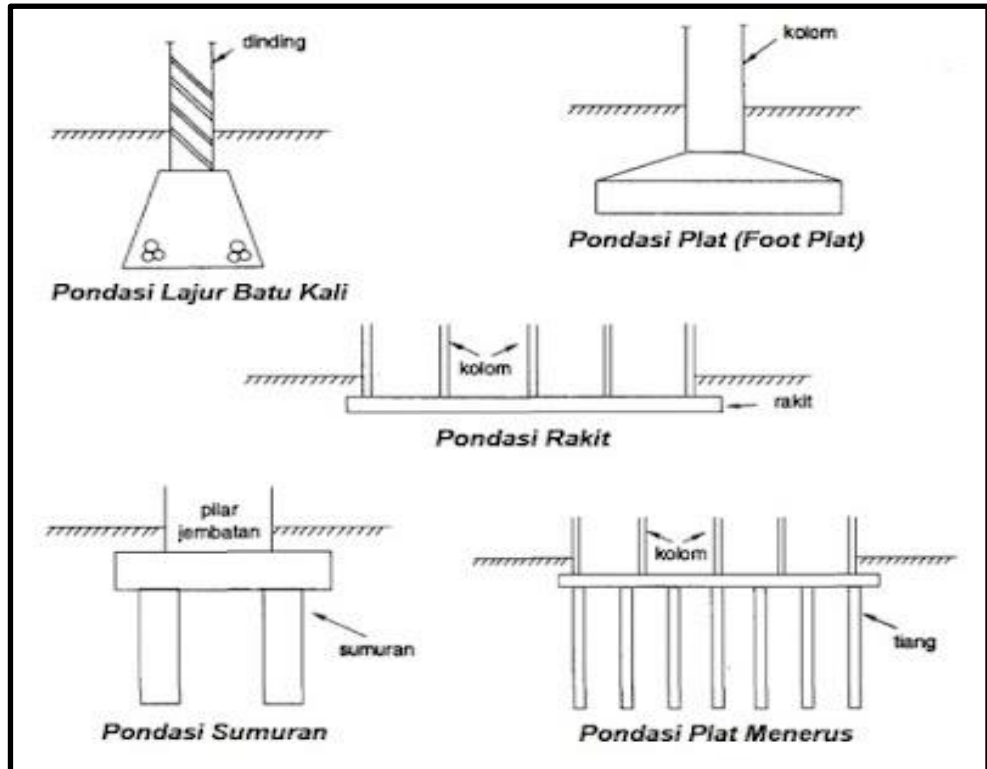
γ = Berat volume tanah

β = Diameter tiang

N_c, N_q, N_γ = Faktor kapasitas daya dukung

TABEL. FAKTOR DAYA DUKUNG VESIC

ϕ°	N_c	N_q	N_γ	ϕ°	N_c	N_q	N_γ
0	5,14	1,00	0,00	26	22,25	11,85	12,54
1	5,38	1,09	0,07	27	23,94	13,20	14,47
2	5,63	1,20	0,15	28	25,80	14,72	16,72
3	5,90	1,31	0,24	29	27,86	16,44	19,34
4	6,19	1,43	0,34	30	30,14	18,40	22,40
5	6,49	1,57	0,45	31	32,67	20,63	25,99
6	6,81	1,72	0,57	32	35,49	23,18	30,22
7	7,16	1,88	0,71	33	38,64	26,09	35,19
8	7,53	2,06	0,86	34	42,16	29,44	41,06
9	7,92	2,25	1,03	35	46,12	33,30	48,03
10	8,35	2,47	1,22	36	50,59	37,75	56,31
11	8,80	2,71	1,44	37	55,63	42,92	66,19
12	9,28	2,97	1,69	38	61,35	48,93	78,03
13	9,81	3,26	1,97	39	67,87	55,96	92,25
14	10,37	3,59	2,29	40	75,31	64,20	109,41
15	10,98	3,94	2,65	41	83,86	73,90	130,22
16	11,63	4,34	3,06	42	93,71	85,38	155,55
17	12,34	4,77	3,53	43	105,11	99,02	186,54
18	13,10	5,26	4,07	44	118,37	115,31	224,64
19	13,93	5,80	4,68	45	133,88	134,88	271,76
20	14,83	6,40	5,39	46	152,10	158,51	330,35
21	15,82	7,07	6,20	47	173,64	187,21	403,67
22	16,88	7,82	7,13	48	199,26	222,31	496,01
23	18,05	8,66	8,20	49	229,93	265,51	613,16
24	19,32	9,60	9,44	50	266,89	319,07	762,89
25	20,72	10,66	10,88				



Gambar 2.8 Macam Tipe Pondasi

(Sumber : <https://www.kajianpustaka.com/2020/11/pondasi.html>)

Jenis-jenis pondasi dangkal antara lain adalah sebagai berikut :

1. Pondasi lajur batu kali merupakan pondasi yang harus dibuat dengan pasangan batu kali dengan kualitas baik, tidak mudah retak atau hancur. Adukan yang dipakai minimal 1 bagian semen dan 6 bagian pasir (1:6) dan harus mempunyai kekuatan tekan pada umur 28 hari minimal 30kg/cm^2 .
2. Pondasi plat (foot plat) merupakan fondasi plat yang menopang beban struktural, maka diisyaratkan terbuat dari konstruksi beton bertulang dengan mutu minimal K175. Pondasi telapak digunakan untuk mendukung beban titik individual seperti kolom structural. Pondasi plat dapat dibuat dalam bentuk melingkar , persegi. Pondasi ini terdiri dari lapisan beton bertulang dengan ketebalan seragam.

3. Pondasi plat menerus (Continues Footing) merupakan pondasi yang terbuat dari beton bertulang dengan mutu minimal K175. Pondasi ini adalah pondasi pengembangan dari pondasi plat karena antara pondasi plat yang mana satu dengan yang lainnya terlalu dekat jaraknya, sehingga terjadi overlap, lebih baik antar kolom-kolom dihubungkan menjadi 1 lewat plat menerus.
4. Pondasi sumuran merupakan pondasi yang digunakan apabila tanah pasar yang dikategorikan baik agak dalam letaknya serta didalam tanah terdapat gangguan yang menghalangi pelaksanaan pembuatan pondasi.
5. Pondasi rakit merupakan pondasi plat beton yang dibuat seluas bangunan atasnya atau disebut juga pondasi plat setempat yang luas sekali. Pondasi rakit digunakan untuk mendukung bangunan yang terletak pada tanah lunak atau digunakan apabila susunan kolom-kolom jaraknya sedemikian dekat di semua arahnya, sehingga digunakan pondasi telapak dan sisinya berhimpit satu sama lain.

B. Pembebanan pondasi

Pembebanan pondasi merupakan hal yang paling awal diperhitungkan dalam perencanaan dan analisis pondasi. Pada umumnya pembebanan pada struktur gedung dikelompokkan menjadi dua berdasarkan arah kerjanya yakni beban vertikal dan horizontal. Beban vertikal yang bekerja pada struktur gedung meliputi beban mati (D) dan beban hidup (L), sedangkan beban horizontal berupa beban angin serta beban gempa. Adapun penjelasan dari masing-masing pembebanan pondasi adalah sebagai berikut :

- **Beban mati**

Berdasarkan SNI 1727:2020, beban mati merupakan seluruh beban-beban dari bahan material yang terpasang pada bangunan, serta bahan-bahan tambahan lainnya seperti dinding, lantai, atap, plafon serta struktur lainnya. Berat sendiri untuk 6 material bangunan dan komponen gedung bisa didapatkan sesuai dengan pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung 1987.

- **Beban Angin**

Ketika memilih beban angin, ada yang dinamakan dengan tekanan positif dan tekanan negatif (isapan). Tekanan ini bekerja secara tegak lurus terhadap elemen struktur yang di tinjau. Minimum tekanan positif yang diambil minimal 25 kg/m² , berbeda apabila kondisi gedung berada dekat dengan laut sampai radius 5 km dari tepi laut. Jika bangunan berada di posisi tersebut, maka minimum tekanan hisap yang diambil adalah 40 kg/m². Jika kecepatan angin bisa menimbulkan tekanan yang lebih besar, maka dapat digunakan rumus: $p = v^2/16$ (2.2) Dimana: V = kecepatan angin yang ditinjau (m/detik).Langkah-langkah untuk menentukan beban angin yang terjadi pada gedung terdapat pada SNI 1726-2019

- **Persyaratan umum untuk beban angin SNI 1727 - 2020**

Penggunaan untuk menentukan parameter dasar dalam penentuan beban angin pada SPGAU dan K&K . Parameter-parameter dasar tersebut adalah:

- Kecepatan angin dasar, V, lihat pasal 26.5 untuk definisi dan Buka peta Angin Indonesia sesuai dengan kategori risiko bangunan gedung dan struktur lainnya.
- Faktor arah angin, K_d,lihat Pasal 26.6
- Eksposur, lihat Pasal 26.7

- Faktor topografi, Kzt, lihat Pasal 26.8
- Faktor elevasi permukaan tanah, Ke, lihat Pasal 26:9
- Tekanan kecepatan, lihat pasal 26.10
- Faktor pengaruh hembusan angin, lihat pasal 26.11
- Klasifikasi ketertutupan, lihat pasal 26.12
- Koefisien tekanan internal, (GCpi), lihat pasal 26.13
- Beban penahan angin utama (SPGAU)

Beban penahan angin utama harus ditentukan dengan menggunakan salah satu prosedur sebagai berikut :

1. Prosedur terarah untuk bangunan dari semua ketinggian seperti diisyaratkan dalam pasal 27 untuk bangunan memenuhi persyaratan yang disyaratkan di dalamnya
2. Prosedur amplop untuk bangunan bertingkat rendah seperti disyaratkan didalam Pasal 28 untuk bangunan memenuhi persyaratan yang disyaratkan di dalamnya
3. Prosedur terarah untuk perlengkapan bangunan (struktur dan peralatan bagian atap) dan struktur lainnya (seperti dinding solid berdiri bebas dan panel penunjuk solid berdiri bebas, cerobong asap,dan Menara rangka batang) sebagaimana diisyaratkan dalam pasal 29;atau
4. Prosedur terowongan angin untuk semua bangunan gedung dan struktur lain seperti disyaratkan dalam Pasal 31.

- Komponen dan Klading (K&K)

Beban angin pada komponen dan klading untuk semua bangunan dan struktur lainnya harus dirancang menggunakan salah satu prosedur berikut :

1. Prosedur analitis tersedia pada bagian 1 sampai 6, yang sesuai, dari pasal 30; atau

2. Prosedur terowongan angin yang diisyaratkan dalam 31

- Kecepatan angin dasar, v

Kecepatan angin dasar yang mengacu pada SNI 1727 : 2020 untuk kecepatan hembusan angin 3 detik pada ketinggian 33 ft (10 m) di atas tanah pada eksposur C (pasal 26.7.3)

- Bangunan gedung terbuka

Bangunan gedung terbuka merupakan gedung yang merupakan gedung yang memiliki dinding 80% terbuka. Kondisi ini dinyatakan oleh setiap dinding oleh persamaan $A_o \geq 0.8 A_g$ dengan luas :

A_o = luas total bukaan di dinding yang menerima tekanan eksternal positif, dalam $ft^2(m^2)$; dan

A_g = luas bruto dinding untuk A yang diidentifikasi, dalam $ft^2(m^2)$

2.11 Tiang Dukung Ujung dan Tiang Gesek

Ditinjau dari mendukung beban tiang, dapat dibagi menjadi dua macam yaitu:

1. Tiang dukung ujung (*end bearing pile*)

Tiang dukung ujung adalah kapasitas dukung ujung di tentukan dari tahanan ujung tiang. Pada umumnya, tiang dukung ujung berada dalam zona tanah yang lunak yang berada di atas tanah keras. Tiang tersebut di pancang sampai mencapai batuan dasar atau lapisan keras lain yang dapat mendukung beban yang diperkirakan tidak mengakibatkan penurunan berlebihan. Kapasitas tiang sepenuhnya ditentukan dari tahanan dukung lapisan keras yang berada di bawah ujung tiang.

2. Tiang gesek (*Friction pile*)

Tiang gesek adalah tiang yang kapasitas dukungnya dipengaruhi oleh perlawanan gesek antara dinding tiang pada tanah di sekitarnya.

- Daya Dukung Batas cara statis

Daya dukung batas netto tiang (Q_u) adalah jumlah dari tahanan ujung bawah atas (Q_b) dengan tahanan gesek batas (Q_s) antara dinding tiang dan tanah disekitarnya dikurangi dengan berat sendiri tiang (W_p). Pada menggambarkan skema model bidang keruntuhan pada tahanan ujung dan tahanan gesek tiang. Bila dinyatakan dalam persamaan , maka :

$$Q_u = Q_b + Q_s - W_p \dots\dots\dots(2.14)$$

Dimana :

W_p = berat sendiri tiang (kN)

Q_u = kapasitas dukung batas netto (kN)

Q_b = tahanan ujung bawah batas (kN)

Q_s = tahanan gesek batas (kN)

Tahanan ujung batas, secara pendekatan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan kapasitas dukung batas pondasi dangkal, sebagai berikut:

$$Q_u = \frac{Q_b}{A_b} = C_b \cdot N_c + N_q + 0,5 \cdot \gamma_d \cdot N_\gamma \dots\dots\dots(2.15)$$

Dengan :

Q_u = tahanan ujung per satuan luas tiang

A_b = luas penampang ujung bawah tiang

C_b = kohesi tanah di sekitar ujung bawah tiang

γ = berat volume tanah

$p_b = \gamma z$ = tekanan “overburden” pada ujung tiang

y = berat volume tanah

d = diameter tiang (m)

N_c, N_q, N_γ = faktor-faktor kapasitas daya dukung (fungsi dari ϕ) Dari persamaan (2.4), tahanan ujung tiang (Q_b) dapat dinyatakan oleh:

$$Q_b = A_b [C_b \cdot N_c + p_b \cdot N_q + 0,5 \cdot y_d \cdot N_\gamma] \dots\dots\dots (2.16)$$

Tahanan gesek dinding tiang (Q_s) dapat dianalisis dari teori Coloumb

$$\tau_d = Q_s / A_s = c_a + O_n \cdot t_{g\phi} \dots\dots\dots (2.17)$$

Dengan :

τ_d = tahanan geser dinding tiang

c_d = Adhesi antara dinding tiang dan tanah

$\sigma_n = \sigma_h$ = tegangan normal pada dinding tiang

ϕ_d = sudut gesek antara dinding tiang dan tanah

Dari definisi koefisien tekanan tanah lateral,

$$K = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} \text{ Atau } \sigma_h = K \cdot \sigma_v \dots\dots\dots (2.18)$$

Dengan σ_v adalah tegangan vertical akibat berat tanah (tekanan overburden) dan σ_h adalah tegangan horizontal atau tegangan lateral (tekanan tanah pada dinding tiang). Dalam **persamaan (2.5)**, σ_h merupakan tegangan normal (σ_n) yang bekerja tegak lurus pada dinding tiang. Dengan memberikan notasi yang baru untuk koefisien tekanan tanah lateral K menjadi K_d , yaitu koefisien tekanan lateral pada dinding tiang, maka **persamaan (2.5)** menjadi:

$$\sigma_h = \sigma_n = K_d \cdot \sigma_v = K_d \cdot p_o \dots\dots\dots (2.19)$$

Dengan $\sigma_v = p_o = z\gamma$ (z = kedalaman dari muka tanah). Maka diperoleh:

$$\tau_d = C_d + K_d \cdot p_o \cdot t_{g\phi} \dots\dots\dots (2.20)$$

Dengan p_o tekanan overburden rata-rata.

Tahanan gesek dinding batas (Q_s) tiang:

$$Q_s = \sum A_s \cdot \tau_d = \sum A_s (c_a + K_a \cdot p_o \cdot \tan \phi_a) \dots \dots \dots (2.21)$$

Dengan A_s adalah luas selimut dinding tiang dapat diperoleh persamaan umum daya dukung batas tiang tunggal ($\delta = \phi_d$)

$$Q_u = A_b [c_b \cdot N_c + p_b \cdot N_q + 0,5 \cdot \gamma_d \cdot N_\gamma] + \sum A_s (c_d + K_d \cdot p_o \cdot \tan \delta) W_p \dots \dots \dots (2.22)$$

Jika daya dukung batas tiang diperhitungkan pada kondisi keruntuhan waktu jangka pendek atau kondisi tak terdrainase (undrained), maka parameter-parameter tanah yang harus digunakan adalah: p , c , c_d , dan γ pada kondisi undrained. Sehingga p_b dan p_o harus dihitung pada kondisi tegangan total. Jika diinginkan untuk mengetahui kapasitas batas pada waktu jangka panjang, maka parameter-parameter tanah yang harus digunakan adalah parameter tanah pada kondisi terdrainasi (drained). Dalam kondisi ini tegangan vertical sama dengan tekanan overburden efektif p_b' dan p_o' . Pada tanah lempung, tegangan vertical di dekat tiang sama dengan tekanan overburden, sedang pada tanah pasir tegangan vertical di dekat tiang lebih kecil dari tanah overburden (vesic, 1967).

2.12 Daya Dukung Tiang Pancang Pada Tanah Berbutir kasar

1. Metode Mayerhof

Kapasitas dukung ujung, q_p dari tiang dalam tanah pasir umumnya meningkat pada kedalaman embedment dan akan mencapai nilai maksimum dalam rasio embedment dimana $L_b/D = (L_b/D)_{cr}$. Perlu diperhatikan pada tanah homogeny L_b adalah penambahan embedment dari panjang tiang, L . Namun, apabila sebuah tiang memiliki penetrasi pada kapasitas lapisan, $L_b < L$. di luar rasio kritis embedment, $(L_b/D)_{er}$, nilai q_p tetap konstan untuk kasus tanah homogeny, $L = L_b$. Untuk tiang pada tanah pasir, $c' = 0$ ditunjukkan pada persamaan

$$Q_p = A_{pq} N_q^* \leq A_{pqt} \dots \dots \dots (2.23)$$

Variasi N_q^* dengan sudut geser tanah ϕ' . dengan menggunakan interpolasi nilai N_q^* untuk berbagai sudut geser dimana, Q_p harus tidak melebihi batas nilai A_{pqt}

$$Q_p = A_{pq} N_q^* \leq A_{pqt} \dots \dots \dots (2.24)$$

- Daya dukung gesek

Daya dukung/tahanan gesek pada tanah pasir

$$Q_s = \sum p \cdot \Delta L \cdot f \dots \dots \dots (2.25)$$

dengan

p = keliling penampang pile

ΔL = incremental pile length dimana p dan f konstan

f = unit friction resistance pada kedalaman z

Unit gesekan f , sulit diperkirakan. Dalam membuat estimasi f , ada beberapa faktor penting yang perlu diperhatikan:

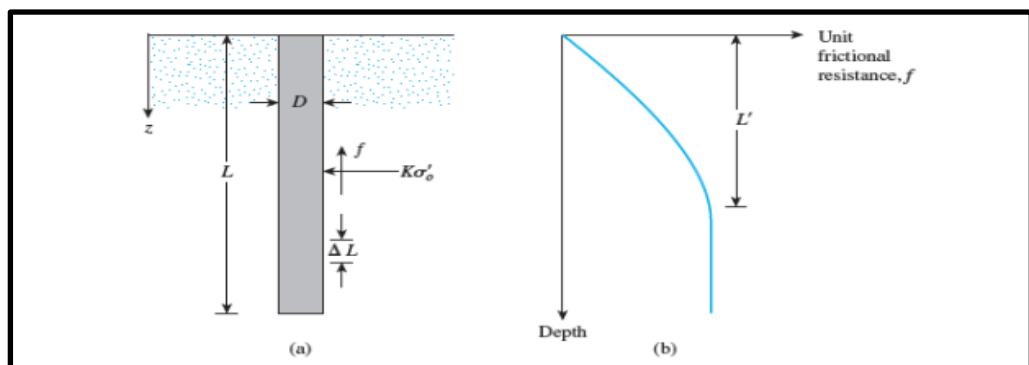
1. Instalasi pemasangan tiang. Untuk tiang pancang pada tanah pasir, getaran yang diakibatkan selama pemancangan tiang menambah krapatan tanah disekitar tiang. Zona kerapatan pada tanah pasir dapat sebanyak 2,5 kali diameter, pada tanah pasir disekitar tiang.
2. Telah diamati bahwa sifat variasi f di lapangan kira-kira sama dengan yang ditunjukkan pada (Gambar 2.11). Unit gesekan meningkat dengan kedalaman lebih atau kurang linear pada kedalaman L' dan tetap konstan setelahnya. Besarnya kedalaman kritis L' sekitar 15 sampai 20 diameter. $L' \approx 15D$

3. Pada kedalaman yang sama, unit gesekan selimut pada tanah pasir yang lepas lebih tinggi untuk tiang high-displacement, dibandingkan dengan tiang low-displacement.
4. Pada kedalaman yang sama, untuk tiang bor akan mengalami gesekan yang lebih rendah pada selimut tiang dibandingkan dengan tiang pancang. Dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebelumnya, berikut perkiraan hubungan untuk f Untuk $z = 0$ sampai $L' f = K\sigma'_v \tan \delta$ dimana

K = koefisien tekanan tanah efektif

σ'_v = tekanan vertical tanah efektif pada kedalaman yang telah ditentukan

δ = sudut gesek tiang tanah



Gambar 2.9. Tahanan gesek untuk tiang pada tanah pasir
(Sumber: braja,2014)

Pada kenyataannya, besarnya K bervariasi dengan kedalaman, besarnya nilai tersebut kira-kira sama dengan koefisien tekanan tanah pasif tegangan vertikal efektif σ'_v bertambah dengan kedalaman pile sampai batas maksimum pada kedalaman 15 – 20 . dibagian atas tiang dan dapat kurang dari koefisien tekanan tanah istirahat, K_0 , pada kedalaman yang lebih besar. Nilai rata-rata K direkomendasikan pada persamaan Nilai δ dari berbagai investigasi berada pada kisaran 0,5 sampai 0,8.

Tabel 2.1 nilai rata – rata K

Tipe Tg	K
Tiang Bor	$K_0 = 1 - \sin\phi$
Low-displacement tiang pancang	$K_0 = 1 - \sin\phi'$ sampai 1,4 $K_0 = (1 - \sin\phi')$
High –displacemnet tiang pancang	$K_0 = 1 - \sin\phi'$ sampai 1,8 $K_0 = (1 - \sin\phi')$