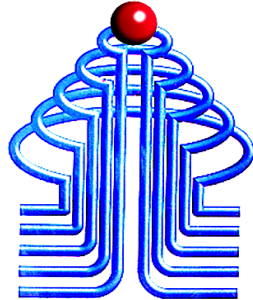


**LEMBAR PENGESAHAN
TULISAN ILMIAH**



ISTN

**ANALISA DINDING PENAHAN TANAH GRAVITY WALL DAN
CANTILEVER WALL DITINJAU DARI SEGI EKONOMIS DI
TIGA LOKASI BERBEDA (JABODETABEK)**

Penulis

Ir Wawan Kuswaya, MT

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Nasir Jalili, MT

Program Studi Teknik sipil
Institut Sain dan Teknologi Nasional
Jakarta 2021

ANALISA DINDING PENAHAN TANAH GRAVITY WALL DAN CANTILEVER WALL DITINJAU DARI SEGI EKONOMIS DI TIGA LOKASI BERBEDA (JABODETABEK)

Wawan Kuswaya dan Puji Susanto

Program Studi Teknik Sipil – Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan – ISTN Jakarta
Jl. Moh. Kahfi II – Jakarta 12640. Email: wawankuswaya@yahoo.com dan puji.susanto@yahoo.com

Abstrak:

Dinding penahan tanah adalah dinding yang dibuat dengan tujuan untuk menahan massa tanah pada struktur atau bangunan guna menstabilkan kondisi tanah dan dibuat pada tanah yang berkontur. Tahapan analisis dan perhitungan yang dilakukan dilakukan dengan pengumpulan data, identifikasi data, input data, perhitungan tenaga-tenaga yang bekerja, analisis neraca kemudian dilanjutkan dengan menghitung RAB. Efektivitas Dinding Penahan Tanah tergantung pada kuat geser tanah itu sendiri, semakin besar nilainya maka akan menghasilkan dimensi yang semakin kecil, desain yang efektif dan efisien. Cantilever Wall menghasilkan tegangan kontak yang lebih kecil pada bagian bawah dinding penahan tanah sehingga dapat diperoleh dinding penahan tanah yang lebih tinggi melebihi Dinding Gravitasi namun membutuhkan biaya yang lebih besar dibandingkan dengan Dinding Gravitasi.

Kata kunci : dinding penahan tanah, dinding gravitasi, dinding kantilever

Abstract:

Retaining wall is a wall that is made for the purpose to hold the land mass in the structure or building in order to stabilize the soil conditions and made on the contoured ground. Stages of analysis and calculations performed is done by collecting data, data identification, data input, calculation of the forces that work, analysis of the balance then continued to calculate the Budget Plan. Effectiveness of Soil Retaining Walls depends on shear strength of the soil itself, the bigger the value it will produce smaller dimensions, effective and efficient design. Cantilever Wall generating smaller contact tension at the bottom of retaining wall so it can be obtained higher retaining wall exceeds the Gravity Wall but requires greater costs compared with Gravity Wall.

Keyword : retaining wall, gravity wall, cantilever wal

1 PENDAHULUAN

Dinding penahan tanah merupakan dinding yang dibangun untuk menahan massa tanah di atas struktur atau bangunan agar kondisi tanah menjadi stabil. Bangunan dinding penahan tanah berguna untuk menahan tekanan tanah lateral yang ditimbulkan oleh tanah urug atau tanah asli yang labil. Selain itu juga berguna untuk menahan timbunan tanah serta tekanan-tekanan akibat beban-beban lain seperti beban merata, beban garis, tekanan air dan beban gempa. Supaya dapat menahan tanah yang memiliki kondisi khusus tersebut, konstruksi ini harus mampu memberikan kestabilan terhadap pengaruh gaya-gaya eksternal maupun gaya-gaya internal sehingga mempunyai stabilitas guling, stabilitas geser, stabilitas daya dukung. Maksud dan tujuan dari Penulisan penelitian ini adalah untuk menganalisa dinding penahan tanah gravity wall yang terbuat dari pasangan batu kali dan cantilever wall yang terbuat dari beton bertulang dengan beberapa variasi tinggi (ht) dan di 3 (*tiga*) kondisi tanah yang berbeda ditinjau dari segi ekonomis.

Banyaknya permasalahan dalam suatu analisa penelitian diperlukan adanya penyederhanaan beberapa permasalahan yang akan dibahas, sehingga dalam penulisan ini pembahasan dibatasi hanya pada kondisi-kondisi sebagai berikut:

- a. Dalam analisa dan perhitungan dinding penahan tanah direncanakan dalam 3 (*tiga*) kondisi tanah yang berbeda, yaitu Tanah 1 di Tower Jakarta Park - Bekasi, Tanah 2 di Tower Permata Arcadia – Depok dengan dan Tanah 3 di Tower Leuwi Nanggung – Depok dengan, merupakan data penyelidikan tanah (*soil investigation*) yang telah dilakukan oleh tim dari Soil Mechanics Laboratory milik Institut Sains dan Teknologi Nasional (*ISTN*),
- b. Dinding penahan tanahnya terdiri dari 2 (*dua*) jenis, yaitu gravity wall yang menggunakan bahan batu kali (*dengan komposisi campuran 1 semen dan 3 pasir*) dan cantilever wall yang menggunakan bahan dari beton bertulang ($f'c$ 21,7 Mpa / K - 250 dan rasio penggunaan besi tulangan 150 kg/m³),
- c. Variasi tinggi untuk dinding penahan tanah gravity wall yaitu 2 (*dua*) meter, 3 (*tiga*) meter dan 4 (*empat*) meter sedangkan untuk dinding penahan tanah cantilever wall terdiri dari 2 (*dua*) meter, 3 (*tiga*) meter, 4 (*empat*) meter, 5 (*lima*) meter dan 6 (*enam*) meter,
- d. Desain dinding penahan tanah ini hanya menggunakan 3 (*tiga*) kriteria desain terhadap guling, geser dan daya dukung tanah. Safety faktor yang digunakan ditentukan untuk guling dan geser ≥ 2 , sedangkan untuk daya dukung ≥ 3 ,
- e. Kestabilan keseluruhan (*overall stability*) baik itu tekanan hidostatika, gempa, gaya angkat (*uplift force*) yang bekerja pada dasar pondasi maupun stabilitas lereng dan sebagainya tidak diperhitungkan dalam analisa serta perhitungan ini karena dinding penahan tanah dalam penelitian ini dilakukan pada tanah yang memiliki kemiringan landai (*tidak curam*),
- f. Pembahasan hanya dititik beratkan pada keekonomian (*harga per m^l*) dinding penahan tanah gravity wall dan cantilever wall terhadap variasi tinggi (h_t) dan kondisi tanah yang berbeda di 3 (*tiga*) lokasi yang berbeda.

2 LANDASAN TEORI

Pada perencanaan konstruksi dinding penahan tanah harus memenuhi kriteria atau syarat kapasitas konstruksi yang aman dan stabil, sehingga perlu di cek stabilitas terhadap guling (*over tuning*), stabilitas terhadap geser (*sliding*) dan kapasitas daya dukung tanah. Selain ketiga hal tersebut juga perlu diperhatikan drainase pada dinding penahan tanah supaya tanah urugan yang terendam air di belakang dinding penahan tanah tidak menimbulkan tekanan hydrostatic pada dinding sepanjang dinding penahan tanah tersebut.

2.1 Kuat Geser Tanah

Parameter kuat geser tanah diperlukan untuk analisa kapasitas dukung tanah, stabilitas lereng dan gaya dorong pada dinding penahan tanah. Menurut teori Mohr (1910) kondisi keruntuhan suatu bahan terjadi oleh akibat adanya kombinasi keadaan kritis dari tegangan normal dan tegangan geser. Kuat geser tanah adalah gaya perlawanan yang dilakukan oleh butir-butir tanah terhadap desakan atau tarikan. Kekuatan geser yang dimiliki oleh suatu tanah disebabkan oleh 3 (*tiga*) hal, yaitu:

- Pada tanah berbutir halus (*kohesif*) seperti pada tanah lempung, kekuatan geser yang dimiliki tanah disebabkan oleh adanya kohesi atau lekatan antara butir-butir tanah (*c*).
- Pada tanah berbutir kasar (*non kohesif*), kekuatan geser disebabkan oleh adanya gesekan antara butir-butir tanah sehingga sering disebut sudut geser dalam (φ).
- Pada tanah kombinasi atau merupakan campuran antara tanah halus dan tanah kasar (*c dan φ*), kekuatan geser disebabkan oleh adanya lekatan (*kohesi*) dan gesekan antara butir-butir tanah (φ).

2.2 Tekanan Lateral Tanah

Tekanan lateral yang timbul akibat pergeseran tanah atau selama peregangan tetapi sebelum tanah tersebut mengalami keruntuhan. Besar dan distribusi tekanan lateral yang bekerja pada struktur dinding penahan tanah atau pondasi tergantung pada regangan relatif tanah dibelakang struktur. Parameter-parameter tanah yang digunakan untuk menghitung tekanan lateral tanah adalah sebagai berikut:

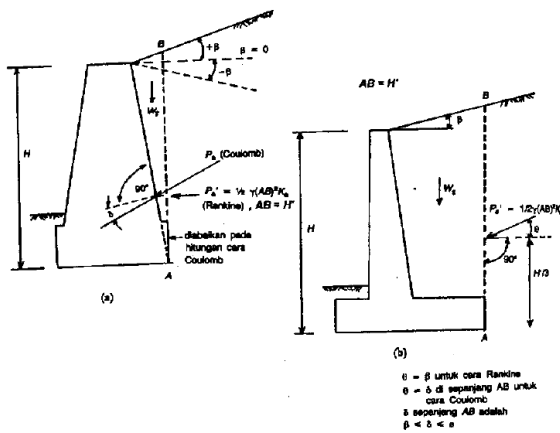
- Nilai-nilai aliran untuk pasir, karena nilai φ untuk peregangan bidang seperti yang didapat dari pergeseran langsung, pergeseran sederhana langsung atau dari nilai-nilai triaksial yang telah disesuaikan

terhadap nilai-nilai regangan bidang. Inilah yang ideal dan lazim ialah suatu nilai φ diperkirakan dari pemeriksaan visual atas pasir dan memakai suatu nilai konservatif berkisar antara 30^0 sampai 34^0

- Untuk tanah kohesif lazim dipakai nilai s_u dan pada umumnya memadai untuk tanah yang terkonsolidasi lebih agak ringan dan normal.
- Untuk tanah terkonsolidasi lebih, dapat memakai:
 - Suatu parameter kekuatan tersalur dengan φ' yang didapat dari uji geser tersalur sebagai pedoman atau diperkirakan dari salah satu keterkaitan yang diberikan.
 - Kekuatan geser tak tersalur pada ambang batas rayapan.
 - Sudut aliran φ antara kekuatan puncak dan kekuatan sisa.

2.3 Aplikasi Teori Coulomb Dan Rankine

Berdasarkan sifat-sifat tanah, perhitungan tekanan lateral tanah terhadap dinding penahan tanah dapat dihitung dengan menggunakan teori Coulomb atau Rankine. Bila menggunakan cara Coulomb, tekanan tanah aktif total dihitung dan gaya P_a membentuk sudut δ terhadap garis normal pada dinding seperti dalam gambar 2.1. Bila cara Rankine yang digunakan, tekanan tanah aktif total dihitung dengan gaya P_a bekerja tegak lurus pada bidang vertical yang melalui kaki bawah dinding penahan. Sehingga berat tanah (W) dapat dianggap satu kesatuan dengan struktur dinding penahan. Bila permukaan tanah urug miring, arah gaya tekanan tanah aktif sejajar dengan permukaan tanah urug tersebut.



Gambar 2.1 Penggunaan teori tekanan lateral tanah pada perancangan dinding penahan tanah (Bowles, 1977). a) gravity wall; b) cantilever wall.

Pada perencanaan dan perancangan dinding penahan tanah, jika dinding harus dirancang sebelum sifat-sifat tanah material tanah urug diketahui, maka perkiraan tekanan tanah dapat didasarkan pada material yang paling cocok yang mungkin akan digunakan atau perancangan yang bersifat pilihan harus disiapkan. Terzaghi dan Peck (1948), menyarankan jika dinding penahan tanah merupakan pekerjaan yang besar atau ketinggian dinding penahan tanah lebih dari 20 ft ($\pm 6,00$ m), lebih ekonomis jika lebih dulu ditentukan sifat-sifat tanah urugnya serta diberikan prosedur pelaksanaan yang baik agar tekanan tanah yang diharapkan terjadi seperti pada teori.

2.4 Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah (*bearing capacity*) adalah kemampuan tanah untuk menahan tekanan atau melawan penurunan akibat pembebanan. Tanah harus mampu memikul beban dari setiap konstruksi teknik yang diletakkan pada tanah tersebut tanpa kegagalan geser (*shear failure*) dan dengan penurunan (*settlement*) yang dapat ditoleransi untuk konstruksi tersebut. Beberapa persamaan kapasitas dukung tanah telah digunakan untuk menghitung stabilitas dinding penahan tanah adalah Terzaghi (1943), Meyerhof (1951, 1963), Hansen (1961) dan Vesic (1975).

2.5 Keseimbangan

Di dalam merencanakan konstruksi dinding penahan tanah yang stabil dan aman maka konstruksi dinding penahan tanah harus memenuhi kriteria atau syarat kapasitas konstruksi yang stabil dan aman. Dalam menganalisa stabilitas pada dinding penahan tanah perlu ditinjau terhadap hal-hal berikut ini:

- Faktor aman terhadap penggeseran dan penggulingan harus mencukupi.
- Tekanan yang terjadi pada tanah dasar pondasi harus tidak boleh melebihi kapasitas dukung izin tanah.
- Stabilitas lereng secara keseluruhan harus memenuhi syarat.
- Selain itu jika tanah dasar mudah mampat, penurunan tak seragam yang terjadi harus tidak boleh berlebihan.

2.6 Drainase Pada Dinding Penahan Tanah

Di dalam perancangan dinding penahan tanah diperlukan suatu system drainase, karena tanah isian yang terendam oleh air akan menimbulkan tekanan hydrostatic pada dinding sepanjang dinding penahan tanah dan terdapatnya tekanan air pori yang besar akan menaikkan tekanan tanah yang bekerja pada dinding. Untuk menghilangkan atau mereduksi pengaruh-pengaruh tersebut diatas diperlukan drainase, sehingga perancangan dinding penahan tanah menjadi lebih ekonomis.

2.7 Hipotesa Penelitian

Efektivitas dari Dinding Penahan Tanah tergantung dari besar dari kuat geser tanah, semakin besar kuat geser yang dimilikinya maka akan menghasilkan dimensi yang lebih kecil dan desain yang efektif dan efisien. Dari 3 (tiga) kondisi tanah yang berbeda, yaitu Tanah 1 di Tower Jakarta Park - Bekasi ($\sigma_{izin} = 0,937 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi = 7^\circ$), Tanah 2 di Tower Permata Arcadia - Depok dengan ($\sigma_{izin} = 1,384 \text{ kg/cm}^2$ dan $\phi = 12^\circ$) dan

Tanah 3 di Tower Leuwi Nanggung – Depok dengan

$$(\sigma_{izin} = 1,779 \text{ kg/cm}^2 \text{ dan } \varphi = 15^\circ),$$

tentunya dinding penahan tanah baik itu Gravity Wall maupun cantilever Wall akan memiliki desain yang ekonomis pada Tanah – 1, sedangkan pada Tanah – 3 memerlukan biaya yang lebih besar dan desain yang tidak ekonomis.

3 METODOLOGI PENELITIAN

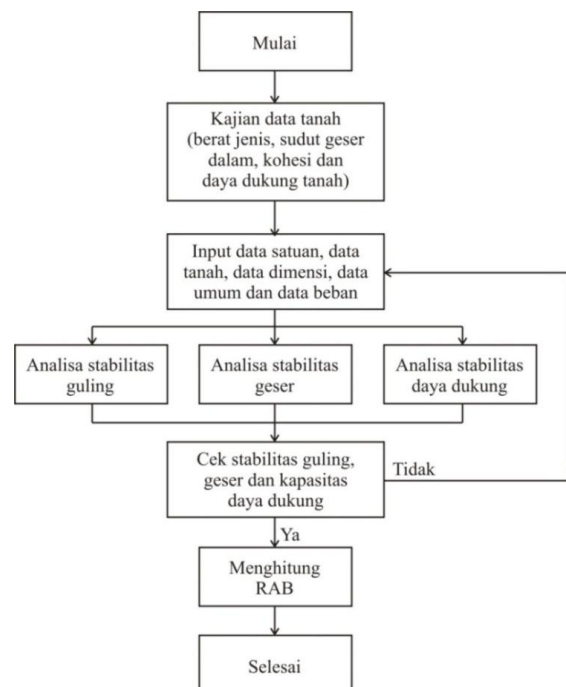
Di setiap pelaksanaan kegiatan tentunya tidak bisa lepas dari tahapan proses pekerjaan tersebut. Dengan adanya tahapan kerja yang baik dan lebih terarah maka tujuan dari pelaksanaan pekerjaan dapat dicapai secara efektif. Dalam penulisan skripsi ini, tahapan-tahapan penyusunan yang dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Melakukan pengumpulan data, berupa data pustaka dari berbagai sumber, data tes tanah yang diperoleh dari laboratorium Mekanika tanah Institut Sains & Teknologi Nasional, data analisa harga satuan dan upah dari SNI & Jurnal, serta data-data lain yang akan diperlukan dalam penelitian.
- Melakukan kajian dan identifikasi data tes tanah (*soil investigation*) berupa kohesi (C), berat jenis tanah (γ) kuat geser tanah (φ) dan daya dukung tanah.
- Mulai melakukan analisa perhitungan dinding penahan tanah (*DPT*), dengan input data satuan, data tanah, data dimensi dan data beban.
- Jika semua data sudah diinput dan dilakukan analisa perhitungan dinding penahan tanahnya sudah sampai pada perhitungan gaya-gaya akti dan pasif kemudian dilanjutkan dengan menganalisa stabilitas guling, stabilitas geser dan kapasitas daya dukung tanah.
- Setelah dilakukan analisa terhadap stabilitas guling, stabilitas geser dan kapasitas daya dukung kemudian dilakukan pengecekan ketiga hal tersebut.
- Jika hasil pengecekan terhadap stabilitas guling, stabilitas geser dan kapasitas daya dukung tidak memenuhi syarat, maka akan dilakukan analisa perhitungan ulang atau

kembali ke poin b sampai di dapat hasil yang memenuhi syarat.

- Namun apabila hasil pengecekan terhadap stabilitas guling, stabilitas geser dan kapasitas daya dukung memenuhi syarat, maka dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya.
- Setelah perhitungan dinding penahan tanah selesai kemudian dilanjutkan dengan menghitung RAB (*Rencana Anggaran dan Biaya*) berdasarkan standar yang telah ditetapkan dalam SNI dan Jurnal.
- Setelah selesai kemudian dilakukan analisa dan perhitungan lagi untuk membuat perbandingan mengenai dinding penahan tanah pasangan batu kali dan beton dengan variasi tinggi (h) dan jenis tanah sehingga didapat hasil yang paling ekonomis analisa dan perhitungan tersebut.

Berdasarkan uraian dari tahapan-tahapan penyusunan yang dilakukan dalam penulisan skripsi ini, maka dapat di buat diagram alir (flow chart) sebagai berikut:



Gambar 3.1 Diagram alir (flow chart) proses penyusunan skripsi

4 ANALISA DAN PERHITUNGAN

4.1 Data Tanah Yang Digunakan

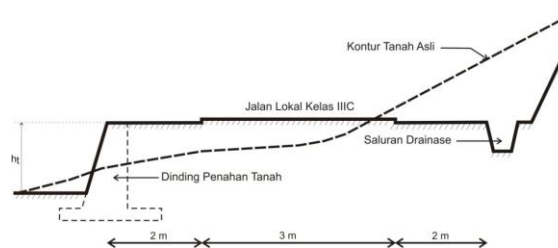
Dalam analisa dan perhitungan dinding penahan tanah direncanakan dalam 3 (*tiga*) kondisi tanah yang berbeda, yaitu Tanah 1 (*Tower Jakarta Park - Bekasi*), Tanah 2 (*Tower Permata Arcadia - Depok*) dan Tanah 3 (*Tower Leuwi Nanggung - Depok*), merupakan data penyelidikan tanah (*soil investigation*) yang telah dilakukan oleh tim dari Soil Mechanics Laboratory milik Institut Sains dan Teknologi Nasional (*ISTN*). Penyelidikan tanah (*soil investigation*) berupa pekerjaan sondir sebanyak 2 (*dua*) titik dan pekerjaan bor dangkal (*shallow boring*) sebanyak 1 (*satu*) titik serta pengambilan contoh tanah tidak terganggu (*undisturb soil*) sebanyak 1 (*satu*) tabung di setiap lokasi tes tanah. Tanah – 1 ini pada permukaan tanah sampai dengan kedalaman pondasi 1 (*satu*) meter mempunyai tegangan izin (σ_{izin}) sebesar 0,937 kg/cm². Tanah – 2 ini pada permukaan tanah sampai dengan kedalaman pondasi 1 (*satu*) meter mempunyai tegangan izin (σ_{izin}) sebesar 1,384 kg/cm². Tanah – 3 ini pada permukaan tanah sampai dengan kedalaman pondasi 1 (*satu*) meter mempunyai tegangan izin (σ_{izin}) sebesar 1,779 kg/cm².

4.2 Data Bahan Dinding Penahan Tanah Yang Digunakan

Pada konstruksi dinding penahan tanah Gravity Wall, variasi tingginya (*ht*) diambil dengan ketinggian 2,00 m, 3,00 m dan 4,00 m. Menggunakan bahan dari pasangan batu kali dengan campuran 1 semen dan 3 pasir serta mempunyai berat jenis (γ_{bk}) sebesar 2,200 kg/cm³. Sedangkan untuk dinding penahan tanah Cantilever Wall, variasi tingginya (*ht*) diambil dengan ketinggian 2,00 m, 3,00 m, 4,00 m, 5,00 m dan 6,00 m. Menggunakan bahan dari beton bertulang f'c 21,7 Mpa / K – 250 dan rasio penggunaan besi tulangan 150 kg/m³ serta mempunyai berat jenis (γ_{bt}) sebesar 2,400 kg/cm³.

4.3 Analisa Perencanaan Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah ini diilustrasikan sebagai jalan lokal kelas IIIC yang berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 43 Tahun 1993, dengan lebar jalan 3 (*tiga*) meter untuk 2 (*dua*) arah, beban maksimal kurang dari 2 ton/m² dan muka air tanah yang dalam (*dalam perhitungan ini tekanan hidostatik dianggap tidak ada*) seperti pada gambar 4.1 di bawah ini. Untuk tanah timbunan pada area di belakang dinding diambil dari tanah galian di atasnya yang diasumsikan mempunyai karakteristik yang sama.



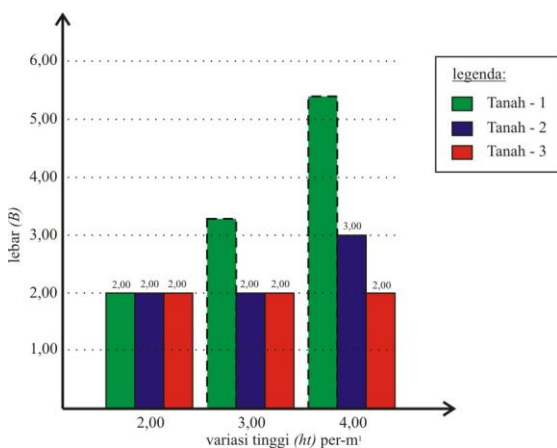
Gambar 4.1 Ilustrasi jalan lokal (Kelas IIIC)

Pada tahap analisa perencanaan dinding penahan tanah hanya ada 3 (*tiga*) hal yang akan dianalisa, yaitu analisa stabilitas guling, analisa stabilitas geser dan analisa daya dukung tanah. Kestabilan keseluruhan (*overall stability*) baik itu tekanan hidostatika, gempa, gaya angkat (*uplift force*) yang bekerja pada dasar pondasi maupun stabilitas lereng dan sebagainya tidak diperhitungkan dalam analisa serta perhitungan ini karena dinding penahan tanah dalam penelitian ini dilakukan pada tanah yang memiliki kemiringan landai (*tidak curam*). Dalam kaidah perhitungan dinding penahan tanah memakai faktor keamanan (*safety factor*), yaitu stabilitas guling $\geq 2,00$, stabilitas geser $\geq 2,00$ dan daya dukung tanah $\geq 3,00$.

4.4 Pembahasan

Dari hasil analisa perhitungan dinding penahan tanah Gravity Wall dan Cantilever Wall yang menggunakan 3 (*tiga*) data parameter tanah yang berbeda. Kemudian disusun 3 (*tiga*) buah jenis grafik untuk dinding penahan tanah Gravity Wall dan Cantilever Wall yaitu, grafik dimensi yang membandingkan variasi tinggi (*ht*) dengan lebar (*B*), grafik safety factor daya dukung yang membandingkan variasi tinggi (*ht*) dengan safety factor daya dukung (*SF_{DD}*) dan grafik rencana anggaran biaya yang membandingkan variasi tinggi (*ht*) dengan biaya.

a. Dimensi Dinding Penahan Tanah



Gambar 4.2 Grafik hubungan variasi tinggi (*ht*) dengan lebar (*B*) per-m¹.

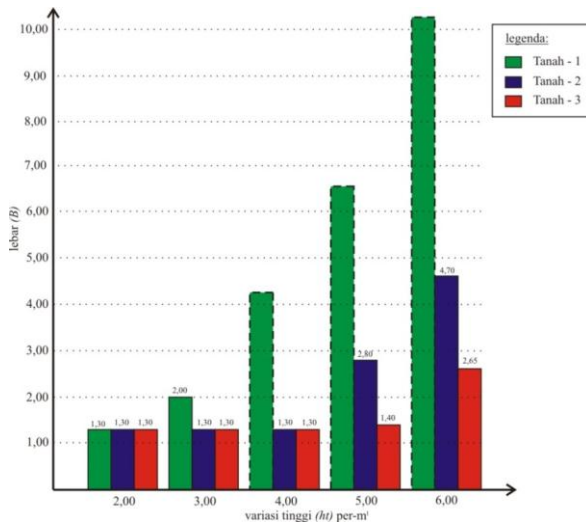
Gambar 4.2 adalah grafik hubungan variasi tinggi (*ht*) dengan lebar (*B*) telapak pondasi dinding penahan tanah Gravity Wall diatas dapat diuraikan sebagai berikut:

- Tanah – 1 pada variasi tinggi (*ht*) 2 (*dua*) meter masih memiliki dimensi lebar (*B*) yang baik, sedangkan pada variasi tinggi (*ht*) 3 (*tiga*) meter dan 4 (*empat*) meter tanpa dilakukan perbaikan tanah dasar terlebih dahulu untuk meningkatkan daya dukung tanah akan memiliki lebar (*B*) yang besar,

- Tanah – 2 pada variasi tinggi (*ht*) 2 (*dua*) meter dan 3 (*tiga*) meter masih memiliki dimensi lebar (*B*) yang baik, sedangkan pada variasi tinggi (*ht*) 4 (*empat*) meter mempunyai dimensi lebar (*B*) yang lebih besar dari dinding penahan tanah pada Tanah – 3,
- Tanah – 3 pada ketiga variasi tinggi (*ht*) mempunyai dimensi lebar (*B*) yang baik atau mempunyai lebar telapak pondasi paling kecil akibat dari nilai *C* dan ϕ yang lebih tinggi daripada pada Tanah – 1 dan Tanah – 2.

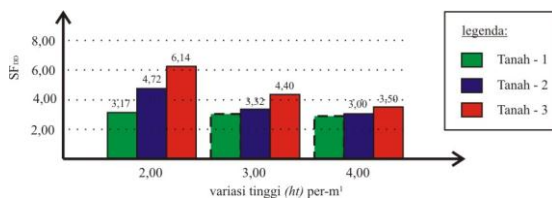
Sedangkan pada Gambar 4.3 dibawah ini adalah grafik hubungan variasi tinggi (*ht*) dengan lebar (*B*) telapak pondasi dinding penahan tanah Cantilever Wall diatas dapat diuraikan sebagai berikut:

- Tanah – 1 pada variasi tinggi (*ht*) 2 (*dua*) dan 3 (*tiga*) meter masih memiliki dimensi lebar (*B*) yang baik, sedangkan pada variasi tinggi (*ht*) 4 (*empat*) meter, 5 (*lima*) meter dan 6 (*enam*) meter tanpa dilakukan perbaikan tanah dasar terlebih dahulu atau dengan menggunakan tiang pancang untuk meningkatkan daya dukung tanah akan memiliki dimensi lebar (*B*) yang besar,
- Tanah – 2 pada variasi tinggi (*ht*) 2 (*dua*) meter, 3 (*tiga*) meter dan 4 (*empat*) meter masih memiliki dimensi lebar (*B*) yang baik, sedangkan pada variasi tinggi (*ht*) 5 (*lima*) meter dan 6 (*enam*) meter mempunyai dimensi lebar (*B*) yang lebih besar dari dinding penahan tanah pada Tanah – 3,
- Tanah – 3 pada ketiga variasi tinggi (*ht*) mempunyai dimensi lebar (*B*) yang baik atau mempunyai lebar telapak pondasi paling kecil akibat dari nilai *C* dan ϕ yang lebih tinggi daripada pada Tanah – 1 dan Tanah – 2.



Gambar 4.3 Grafik hubungan variasi tinggi (ht) dengan lebar (B) per-m¹.

b. Safety Faktor Daya Dukung

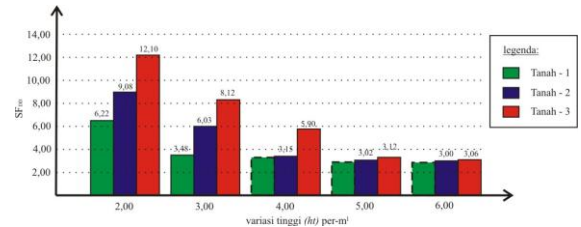


Gambar 4.4 Grafik hubungan variasi tinggi (ht) dengan safety factor daya dukung tanah (SF_{DD}) per-m¹.

Gambar 4.4 adalah grafik hubungan variasi tinggi (ht) dengan safety factor daya dukung (SF_{DD}) dinding penahan tanah Gravity Wall diatas dapat diuraikan sebagai berikut:

- Tanah – 1 mempunyai safety factor daya dukung (SF_{DD}) paling rendah akibat rendahnya nilai C dan ϕ dibandingkan dengan Tanah – 2 dan Tanah – 3 sehingga σ_{izin} yang dihasilkan juga paling rendah,
- Tanah – 2 mempunyai safety factor daya dukung (SF_{DD}) lebih tinggi dari pada Tanah – 1 tetapi lebih rendah daripada Tanah – 3,
- Tanah – 3 mempunyai safety factor daya dukung (SF_{DD}) paling tinggi akibat tingginya nilai C dan ϕ dibandingkan dengan pada Tanah – 1 dan Tanah – 2

sehingga σ_{izin} yang dihasilkan juga paling tinggi.

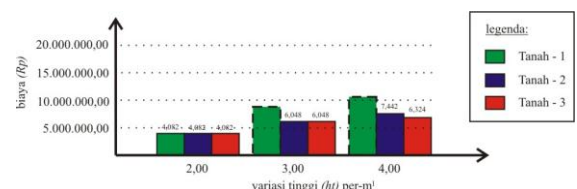


Gambar 4.5 Grafik hubungan variasi tinggi (ht) dengan safety faktor daya dukung tanah (SF_{DD}) per-m¹.

Gambar 4.5 adalah grafik hubungan variasi tinggi (ht) dengan safety faktor (SF_{DD}) dinding penahan tanah Cantilever Wall diatas dapat diuraikan sebagai berikut:

- Tanah – 1 mempunyai safety factor daya dukung (SF_{DD}) paling rendah akibat rendahnya nilai C dan ϕ dibandingkan dengan Tanah – 2 dan Tanah – 3 sehingga σ_{izin} yang dihasilkan juga paling rendah,
- Tanah – 2 mempunyai safety factor daya dukung (SF_{DD}) lebih tinggi dari pada Tanah – 1 tetapi lebih rendah daripada Tanah – 3,
- Tanah – 3 mempunyai safety factor daya dukung (SF_{DD}) paling tinggi akibat tingginya nilai C dan ϕ dibandingkan dengan pada Tanah – 1 dan Tanah – 2 sehingga σ_{izin} yang dihasilkan juga paling tinggi.

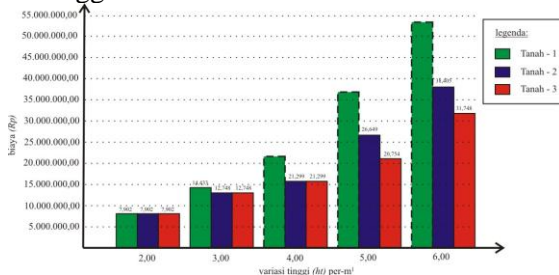
c. Rencana Anggaran Biaya



Gambar 4.6 Grafik hubungan variasi tinggi (ht) dengan rencana anggaran biaya (Rp) per-m¹.

Gambar 4.6 adalah grafik hubungan variasi tinggi (ht) dengan rencana anggaran biaya (Rp) dinding penahan tanah Gravity Wall diatas dapat diuraikan sebagai berikut:

- Tanah – 1 untuk variasi tinggi (*ht*) 2 (*dua*) meter memerlukan biaya yang sama dengan pada Tanah – 2 dan Tanah – 3, sedangkan pada variasi tinggi (*ht*) 3 (*tiga*) meter dan 4 (*empat*) meter memerlukan biaya paling mahal dibanding pada Tanah – 2 dan Tanah – 3 karena σ_{izin} yang dimilikinya paling rendah,
- Tanah – 2 untuk variasi tinggi (*ht*) 2 (*dua*) meter dan 3 (*tiga*) meter memerlukan biaya yang sama dengan pada Tanah – 3, sedangkan pada variasi tinggi (*ht*) 4 (*empat*) meter memerlukan biaya lebih mahal dibanding pada Tanah – 3 tetapi lebih murah daripada Tanah – 1,
- Tanah – 3 memerlukan biaya paling murah dalam pelaksanaan konstruksinya karena memiliki dimensi yang paling baik (*ekonomis*) akibat dari nilai C dan ϕ paling besar dibanding pada Tanah – 1 dan Tanah – 2 karena σ_{izin} yang dimilikinya paling tinggi.



Gambar 4.7 Grafik hubungan variasi tinggi (*ht*) dengan rencana anggaran biaya (*Rp*) per- m^2 .

Gambar 4.7 adalah grafik hubungan variasi tinggi (*ht*) dengan rencana anggaran biaya (*Rp*) dinding penahan tanah Cantilever Wall diatas dapat diuraikan sebagai berikut:

- Tanah – 1 untuk variasi tinggi (*ht*) 2 (*dua*) meter memerlukan biaya yang sama dengan pada Tanah – 2 dan Tanah – 3, sedangkan pada variasi tinggi (*ht*) 3 (*tiga*) meter, 4 (*empat*) meter, 5 (*lima*) meter dan 6 (*enam*) meter memerlukan biaya paling mahal dibanding pada Tanah – 2 dan Tanah – 3 karena σ_{izin} yang dimilikinya paling rendah,
- Tanah – 2 untuk variasi tinggi (*ht*) 2 (*dua*) meter, 3 (*tiga*) meter dan 4 (*empat*) memerlukan biaya yang sama dengan pada Tanah – 3, sedangkan pada variasi tinggi

(*ht*) 5 (*lima*) meter dan 6 (*enam*) meter memerlukan biaya lebih mahal dibanding pada Tanah – 3 tetapi lebih murah daripada Tanah – 1,

- Tanah – 3 memerlukan biaya paling murah dalam pelaksanaan konstruksinya karena memiliki dimensi yang paling baik (*ekonomis*) akibat dari nilai C dan ϕ paling besar dibanding pada Tanah – 1 dan Tanah – 2 karena σ_{izin} yang dimilikinya paling tinggi.

5 KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari analisa dan perhitungan dinding penahan tanah yang telah diatas dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Kondisi Tanah – 3 yang merupakan tanah dengan kondisi paling baik dibanding dengan Tanah – 1 dan Tanah – 2 dapat menghasilkan dimensi lebar (*B*) dinding penahan tanah yang efektif dan efisien,
- Karena Tanah – 3 memiliki kuat geser yang paling besar, maka dapat menghasilkan safety faktor daya dukung (SF_{DD}) paling tinggi dibandingkan pada Tanah – 1 dan Tanah – 2,
- Dengan memiliki lebar (*B*) yang efektif dan safety faktor daya dukung (SF_{DD}) yang paling tinggi sehingga dinding penahan tanah pada Tanah – 3 lebih ekonomis dibandingkan pada Tanah – 1 dan Tanah – 2,
- Dinding penahan tanah pada Tanah – 3 dapat menghasilkan dinding penahan tanah dengan dimensi yang efisien dan biaya yang paling ekonomis dibanding dengan pada Tanah – 1 dan Tanah – 2 karena mempunyai kuat geser yang paling besar sehingga sesuai dengan hipotesa penelitiannya.
- Pada Cantilever Wall menghasilkan tegangan kontak di dasar dinding penahan tanah yang lebih kecil sehingga bisa diperoleh tinggi dinding penahan tanah melebihi Gravity Wall tetapi memerlukan biaya lebih besar dibanding dengan Gravity Wall.

5.2 Saran

Adanya kekurangan – kekurangan dalam penulisan penelitian ini, penulis menyarankan beberapa hal yang dapat dikembangkan dan disempurnakan pada masa-masa yang akan datang, diantaranya adalah:

- a. Dalam analisa perhitungan dan pembahasan dinding penahan tanah memakai jenis tanah kohesif (*lempung*) dan non-kohesif (*pasir*),
- b. Demikian juga data tanah yang digunakan tidak hanya memakai data tanah hasil pengujian terhadap contoh tanah tidak terganggu (*undisturbed soil sample*) tetapi juga terhadap contoh tanah yang terganggu (*disturbed soil sample*) pada lokasi tersebut sebagai data pembanding,
- c. Membuat perbandingan dengan jenis tanah yang lebih bervariasi yang mempunyai perbedaan lebih signifikan lagi sehingga bisa menghasilkan banyak data hasil analisa dan perhitungan,

J.A. Mukomoko, Ir., Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan, Gaya Media Pratama, 1994

Joseph E. Bowles, Analisis dan Desain Pondasi Jilid 1, Erlangga, Jakarta,

Joseph E. Bowles, Analisis dan Desain Pondasi Jilid 2, Erlangga, Jakarta,

Rudy Gunawan, Ir., Pengantar Teknik Fondasi, Kanisius, 1991

Suyono Sosrodarsono, Ir. dan Kazuto Nakazawa, Mekanika Tanah & Teknik Pondasi, Pradnya Paramita, Jakarta, 2000.

V. Sunggono K.H. Ir., Buku Teknik Sipil, Nova, Bandung, 1984

6 DAFTAR PUSTAKA

A Soedradjat Sastraatmadja, Ir., Analisa (*Cara Modern*) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, 1984

A Soedradjat Sastraatmadja, Ir., Analisa (*Cara Modern*) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan, Nova, Bandung, 1994

Arief Rahman, Rencana Anggaran Biaya (R.A.B), Gunadarma, Jakarta

Bachtiar Ibrahim H, Rencana dan Estimate Real of Cost, Bumi Aksara, Jakarta, 2001

Braja M. Das, Noor Endah, Indra Surya B. Mochtar, Mekanika Tanah (*Prinsip – prinsip Rekayasa Geoteknis*), Erlangga, Jakarta, 1995.

Budi Santoso, Heri Suprpto, Suryadi HS, Dasar Mekanika Tanah, Gunadarma, Jakarta.

Budi Santoso, Heri Suprpto, Suryadi HS, Mekanika Tanah Lanjutan, Gunadarma, Jakarta, 1998.

Hanggoro Tri Cahyo, Arnida Ambar Cahyati, Menghitung Dinding Penahan Tanah Pasangan Batu Kali, Geoteknik Plus.

ISSN. No 0853 – 4829, Jurnal of Building & Interior, Material Prices Edisi XXXI Tahun XVIII 2011 – 2012, Yayasan Pandu Bangun Persada Nusantara, Jakarta, 2012.