

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Babelan merupakan salah satu kecamatan yang ada pada Kabupaten Bekasi, Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Desa babelan berbatasan dengan Tarumajaya di sebelah barat, Laut Jawa di sebelah Barat Laut, Muara Gembong di sebelah utara, Sukawangi di sebelah timur, Tambun Utara di sebelah tenggara, dan Bekasi Utara di sebelah selatan. Warga yang tinggal pada bantaran Kali Bekasi wilayah Kelurahan Teluk Pucung Kecamatan Bekasi Utara Kota Bekasi mendambakan pembangunan turap.

Sarana tersebut dianggap ampuh untuk mengurangi risiko tanah longsor yang mungkin terjadi ketika hujan dengan intensitas tinggi. Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) memprakirakan cuaca ekstrem berupa curah hujan tinggi akan melanda wilayah Jabodetabek khususnya Bekasi. Penanganan longsor dilaksanakan dengan berbagai cara diantaranya dengan melakukan perbaikan lereng menggunakan konstruksi penahan tanah. penanganan lereng adalah suatu peristiwa dimana sebuah konstruksi struktur pada tanah berada pada suatu lereng yang harus diperbaiki dari efek tegangan geser maupun kekuatan gesernya.

Masalah longsor bisa dituntaskan melalui metode perbaikan lereng yang dilaksanakan melalui perencanaan perkuatan tanah yang kemudian akan digunakan pada lereng sungai Kali Bekasi. Penanganan lereng yang dapat dilaksanakan pada rencana perkuatan diantaranya dengan beberapa cara yaitu dengan dinding penahan tanah ataupun dengan Proteksi tikungan luar (*Bottom Protection*) pada kali bekasi.

Setelah desain perkuatan tanah di laksanakan, kemudian dicek kembali kekuatan dari daya dukung tanah yang akan digunakan untuk penanganan dengan bantuan *software* Plaxis 2Dversi20. dan akan menghasilkan output nilai seperti penurunan tanah atau deformasi dan angka nilai faktor keamanan (*Safety Factor*). Berdasarkan hasil dari Plaxis 2Dversi20, lalu untuk penelitian ini dipakai menggunakan metode rekayasa nilai (VE) ialah suatu analisa yang dikatakan dapat mengefisiensikan *cost* dari suatu pekerjaan yang telah dikerjakan, kemudian didapatkan output nilai proses *value engineer* yang kemudian mencapai profit yang diharapkan. Hal ini dimaksudkan untuk dapat membandingkan rencana penggunaan biaya dengan nilai kekuatan desain Bottom protection pada lereng sungai yang akan dikerjakan di bidang tanah yg agak terjal di kali Bekasi.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan pada dipenelitian yaitu:

1. Seperti apa Rencana konstruksi *bottom protection* tanah yang tepat dalam penerapannya terhadap stabilisasi lereng tikungan Kali Bekasi, Desa Sukamekar, Kecamatan Babelan, Kabupaten Bekasi?
2. Apa hasil Analisa kestabilan lereng pada tikungan Kali Bekasi menggunakan Aplikasi geoteknik terhadap *bottom protection* pada tanah untuk lereng sungai?
3. Apa hasil dari analisa *Value Engineering* terhadap *bottom protection* tanah pada lereng tikungan Kali Bekasi?

1.3 Tujuan pada penelitian

Survey penelitian yang dilakukan :

1. Membuat desain *bottom Protection* tanah agar sesuai untuk diimplementasikan pada lereng Kali Bekasi, Desa Sukamekar, Kecamatan Babelan, Kabupaten Bekasi.
2. Mengetahui output dari analisa stabilisasi lereng sungai pada program Plaxis 2D dengan konstruksi proteksi tikungan luar sungai.
3. Mengetahui output hasil analisa *Value Engineering* terhadap *bottom protection* tanah pada lereng sungai.

1.4 Batasan Masalah

Pada penelitian ini akan dibatasi agar tidak terlalu meluas dalam pembahasannya. Dimana penelitian ini berlokasi di Desa Babelan, Kecamatan Babelan Kota, Kabupaten Bekasi.

- a. Analisa geoteknik untuk stabilisasi tanah menggunakan Plaxis 2D versi 20
- b. Rencana perhitungan untuk anggaran biaya akan menggunakan metode *Value Engineering* atau rekayasa nilai.

1.5 Manfaat Penelitian

Secara akademis manfaat penelitian ini adalah dapat memberikan kontribusi terhadap pengetahuan mengenai *value engineer*, khususnya bagi para engineer-engineer muda yang berkecimpung di dunia konstruksi

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika dalam penulisan ini dibuat agar pembahasan lebih jelas terukur, tetap menitik beratkan pada inti masalah dan kerangka isi. Didalam tesis ini penulisan tersusun dalam beberapa bab yang secara berurutan dijelaskan pada hal sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab satu menyampaikan garis besar dari latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup dan batasan masalah, maksud dan tujuan, serta sistematika dari penulisan penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab dua berisikan teori-teori, konsep dari tinjauan pustaka atas rencana dalam riset berupa spesifikasi tanah, karakteristik sifat fisik, parameter dari tanah, lereng sungai, aplikasi stabilisasi pada tanah serta *value engineering* sesuai dengan acuan judul penelitian.

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Pada bab tiga akan dijelaskan tentang tahapan demi tahapan dalam pelaksanaan penelitian seperti waktu, lokasi, variabel dan metode – metode pembuatan informasi serta cara mengolah data hasil penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab empat menguraikan dan menjelaskan hasil pembahasan dari data umum diantaranya merancang detail desain bottom protection tanah, kemudian diperhitungkan untuk lereng agar stabil memakai bantuan *software* Plaxis2D versi 20 kemudian menghasilkan output angka keamanan (Safety Factor), dan dilakukan analisa *value engineering* yaitu membandingkan beban biaya yang telah di rencanakan atau yang paling efektif terhadap biaya maupun waktu

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab lima berisi kesimpulan sesuai dengan analisa terhadap penelitian ini dan beberapa saran yang perlu untuk riset lebih lanjut dari penelitian ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Dasar Stabilitas lereng

Stabilitas lereng merupakan potensi pada suatu lereng yang tertutup dengan kondisi menahan pergerakan tanah. Stabilitas lereng tanah ditentukan oleh keseimbangan antara tegangan maupun kekuatan gesernya. Kemiringan yang sebelumnya stabil pada awalnya dipengaruhi oleh berbagai faktor, sehingga lereng secara kondisional menjadi tidak stabil (Kliche & Charles A., 1999 dan Eberhardt & Erik, 2003).

Masalah stabilitas lereng telah dijumpai sejak dulu, proses alamiah yang terjadi kemudian mengganggu kestabilan pada suatu lereng. Dari definisinya, kestabilan lereng merupakan besaran ukuran ketahanan lereng alami atau lereng buatan manusia akan menjadi gagal akibat keruntuhan atau kelongsoran. Kestabilan lereng merupakan pertimbangan penting dalam pengelolaan berbagai jenis operasi tambang atau konstruksi bangunan sipil (Eberhardt & Erik, 2003). Sebagai contoh:

- Stabilitas lereng tambang permukaan (tambang terbuka)
- Stabilitas lereng tambang bawah tanah
- Stabilitas lereng tumpukan pembuangan sampah
- Stabilitas lereng bendungan, atau tanggul
- Stabilitas lereng penggalian besar pada berbagai proyek sipil, dan lain-lain.

PLAXIS 2D merupakan aplikasi *finite element method* (FEM) untuk stabilisasi tanah dimana sering dipakai oleh engineer geoteknis pada masalah analisa stabilitas akan berkaitan terhadap batuan - batuan dan tanah. *Finite element method* (FEM) pada Plaxis2D ini merupakan aplikasi pencetus yang dikembangkan saat tahun 1987 oleh The Technical University yang difungsikan sebagai analisa tanah kondisi gembur pada dataran rendah Belanda (Brinkgreve & Vermeer, 2001). Plaxis2D versi 20 secara efektif diperuntukkan sebagai aplikasi analisa kestabilan pada suatu lereng diperuntukkan menyelidiki faktor susut pada tanah serta yang mempengaruhi kondisi struktur existing yang merupakan efek dari aktifitas pengeboran tanah

Pada suatu pekerjaan konstruksi sipil, dibutuhkan persiapan anggaran, perkiraan biaya pada perencanaan suatu proyek menjadi sangat berarti untuk mengestimasi biaya yang akan dipakai atau yang telah tersedia dari pemilik pekerjaan (owner) untuk merealisasikan proyek yang ada. Dengan beberapa alternatif rencana dan material yang dibutuhkan dalam project maka akan didapatkan kualitas serta mutu konstruksi, dan mempengaruhi nilai besaran anggaran biaya yang

ada. Anggaran yang efektif dan efisien dapat menjadi penentu sebagai tolok ukur oleh pemilik/owner pada perencanaan maupun realisasi pembangunan.

Pada Analisa project konstruksi, sekian dari keahlian yang memiliki fungsi didalam keefektifan biaya adalah rekayasa nilai /*Value Engineering*. Dimana *Value Engineering* tersebut diperlukan setelah rancangan rencana awal dari proyek konstruksi akan berakhir, sehingga dapat dievaluasi kembali rencana awal tersebut. *Value Engineering* dimaksudkan untuk meminimalisir, menghemat biaya atau cost serta dapat mengurangi beban biaya apabila tidak dibutuhkan disuatu project, tapi juga tidak lupa memperhatikan aspek mutu dan waktu pelaksanaannya agar dapat memenuhi keperluan atau kebutuhan yang dipersyaratkan dalam desain rencana awal konstruksi ataupun rencana yang ada.

2.2. Klasifikasi karekteristik pada Tanah

Karakteristik dari tanah ini adalah kumpulan tipe tanah yang tidak sama tapi memiliki spesifikasi yang sama paada pemanfaatannya, hal ini bertujuan memberi data kualitas dengan sifat asli dari tanah dan dikumpulkan seperti yang telah disampaikan secara keseluruhan dari perilaku material tanah. Menurut bowles (1991) pengklasifikasian tanah berguna untuk riset agar lebih jelas dan terukur, pada kondisi itu juga untuk keperluan uji lab untuk membuktikan ciri-ciri tanah seperti ciri perkerasan, ketahanan tanah, bobot isi, dan lainnya.

Kategorisasi tanah dari system kategori menurut AASHTO dan komposisi kategorisasi tanah unified (USCS).

2.2.1. Sistem Klasifikasi AASHTO

Pengkategorian AAASHTO membagi tanah secara delapan kategori, mulai dari A-1 smpai dengan A-7 tertuang dari beberapa kelompok. Kategoris tanah bersumber pada kategori AASHTO dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.1 berikut :

Tabel 2. 1 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO (Tanah Granuler)

Klasifikasi Umum	Tanah Berbutir (<i>Granuler Soil</i>) (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan)						
Klasifikasi Ayakan	A-1		A-3	A			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis Ayakan (% lolos)							
No. 10	Maks 50	<u>Maks</u> <u>50</u>	Maks 51				
No. 40	Maks 30	Maks 25	Maks 10				
No. 200	Maks 15			Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40							
Batas Cair (LL)	—	—		Maks 40	Maks 41	Maks 40	Maks 41
Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6	Maks 6	Non Plastisitas	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe materia yang paling dominan	Batu pecah kerikil dan pasir		Pasir Halus	Kerikil dan pasir yang berlanau			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik Sekali sampai Baik						

Sumber : Braja M. Das (1998)

Dari keterangan diatas sistem klasifikasi tanah dibagi atas tujuh kelompok, dan diberi nama dari A1 sampai A7. Jika makin kecil angkanya maka makin baik untuk material sub grade jalan, dan sebaliknya jika makin besar angkanya maka makin jelek untuk sub grade jalan. Sedangkan pada tanah dalam kolom A3, lebih baik dari pada semua jenis tanah dalam kolom A2 sebagai material untuk sub grade jalan.

Untuk jenis tanah yang berbutir halus (*finer soils*), terbagi atas empat kelompok /klasifikasi, dapat tunjukkan pada tabel 2.2 yaitu:

Tabel 2. 2 Klasifikasi Tanah Sistem AASHTO (*Tanah Finer*)

Klasifikasi Umum	Tanah Lanau-Lempung (<u>lebih</u> dari 35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)			
Klasifikasi Kelompok	A4	A5	A6	A7 A7-5 A7-6
Analisis Ayakan (% lolos)				
No. 10	—	—	—	—
N0. 40	—	—	—	—
N0. 200	Min 36	Min 36	Min 36	Min 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.4				
Batas Cair (LL) Indeks	Maks 40	Maks 41	Maks 40	Min 41
Plastisitas (PI)	Maks 10	Maks 10	Min 11	Min 11
Tipe material yang paling dominan	Tanah Berlanau		Tanah Berlempung	
Penilaian sbg bahan tanah dasar	Biasa sampai Jelek			

2.2.2. Kategori Unified (USCS)

Pada kategori ini yaitu USCS (Unified Soil Classification System) yang merupakan bentuk baku dari mutu yang simpel dalam pengklasifikasian suatu material tanah. Kategori tanah untuk komposisi USCS terdiri atas :

1. Material yang berbutir besar (*granulose soils*) terbentuk dari butiran gravel dan pasir dibawah nilai 50% material tanah lolos pada saringan F200 < 50 No.200. Kerikil menggunakan simbol G atau tanah berkerikil dan pasir atau tanah berpasir menggunakan simbol S.
2. Material berbutir halus adalah material lolos penyaringan F200 ≥ 50 No.200 lebih dari 50%. Untuk lempung anorganik (*anorganic clay*) menggunakan simbol C, lanau anorganik (*anorganic silt*) menggunakan notasi M, Pt (*peat*) diperuntukkan tanah gambut, atau dengan faktor tanah yang memiliki kadar organik tinggi, lempung atau lanau organic memakai notasi kelompok O. Tanah yang memiliki gradasi yang baik menggunakan notasi W (*well graded*), geradasi belum cukup baik menggunakan notasi P (*poorly graded*).

Kategori Unified dapat dilihat pada Tabel berikut ini(Bowles, 1991):

Tabel 2. 3 Kategori Tanah *Unified*

Symbol	Sub Group	Symbol	Type of Soil
G	Silt	M	Sand
	Clay	C	
S	Good Gradation	W	Gravel
	Bad Gradation	P	
M			Peat
C	WL<50%	H	Organic
O	WL>50%	L	Clay
Pt			Silt

Dimana:

W = Weel graded atau gradasi dengan kondisi baik

P = Poorly graded atau gradasi dengan kondisi buruk

L = Low plasticity atau palstisitas tanahnya rendah, LL kurang dari 50

H = High plassticityatau Tingkat Plastitas tanahnya tinggi, LL lebih besar dari 50

2.3. Sifat Fisik pada Tanah

Tanah yang berada dikondisi alami atau mempunyai ciri-ciri umum tanah asli, diantaranya berbagai ciri material berkaitan atas bentuk. Ciri fisik tanah memiliki manfaat yaitu mendapatkan ciri tanah untuk dipahami materi dari tanah tersebut dapat diperhatikan dalam beberapa tahapan diantaranya :

1. Kadar Air (*Water Content*)

Kadar air (w) didefinisikan sebagai rasio (dalam %) massa air pada massa tanah. Kelembaban (air) adalah faktor yang paling mempengaruhi sifat-sifat tanah. Tanah yang digunakan sebagai material konstruksi, kendali mutu kelembaban sering merupakan bagian penting dari biaya struktur dan dapat mempengaruhi prosedur konstruksi yang digunakan.

2. Persentase Air (*Water Percentage*)

Persentase air (*Water Percentage*) adalah paduan dari bobot air dengan bobot butiran padat maupun isi tanah sesuai hasil pada investigasi tanah.

3. Bobot Ciri Tanah (*Soil Characteristic Weight*)

Ciri-ciri bobot butiran dari persentasi bobot air dalam daya tampung dengan batas temperatur. Bobot butiran tanah adalah paduan antara

bobot dan isi butiran, begitu juga bobot isi air merupakan paduan antara bobot dan isi air.

4. Angka Pori (*Pore Number*) dan Porositas (*Porosity*)

Porositas, n , adalah rasio (dalam %) dari rongga dalam massa tanah yang tidak ditempati oleh partikel padat (volume void) terhadap total volume. Angka pori (void ratio), e , adalah rasio antara ruang yang tidak ditempati oleh partikel padat (volume void) dengan volume partikel padat dalam suatu massa tanah.

5. Derajat Kejenuhan (*Degree of Saturation*)

Derajat kejenuhan (*Degree of Saturation*) yaitu keterkaitan antara kapasitas pada air dengan kapasitas pori dari derajat kejenuhan terhadap persentasi serta variasi antara 0% sampai 100%. Jika tanah dalam kondisi jenuh air, angka derajat kejenuhnya adalah 1 atau (100%) sedangkan tanah dengan kondisi kering dan angka derajat jenuhnya adalah 0 atau (0%).

6. Batas-batas Atteberg (*Atteberg Limit*)

Batas plastis (w_P), merupakan kadar air dimana tanah akan mulai retak ketika digulung-gulung menjadi suatu gulungan berdiameter kira-kira 3 mm. Batas cair (w_L) merupakan kadar air pada batas antara cair dan plastis. (dari pengujian Atterberg cawan Cassagrande), Perbedaan antara batas cair dengan batas plastis disebut indeks plastis (IP).

2.3.1 Tanah Lempung (*Clay*)

Menurut Bowles, 1991 lempung/tanah liat yaitu tanah yang memiliki endapan komponen ukuran terkecil 0,0002cm dan juga bisa melebihi dari 50 (lima puluh) %.

Karakteristik tanah yang ada berdasarkan tanah lempung/tanah liat beberapa memiliki butiran tidak kasar dan lebih kecil dari 0,0002cm, dengan permeabilitas yang tidak tinggi, air kapiler menjadi tinggi, memiliki sifat kohesif tinggi, kembang susut yang tinggi serta proses konsolidasi yang lambat (Hardiyatmo, 2010).

Menurut Terzaghi (1987) Lempung adalah agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Pada kondisi kering tanah akan sangat keras dan sulit untuk terkelupas dengan menggunakan jari tangan.

2.4. Parameter Tanah (*Soil Parameters*)

2.4.1 Hubungan Klasifikasi tanah dengan Test (N-SPT)

Umumnya terhadap implementasi langsung dilapangan dengan melihat pukulan N-SPT, di Indonesia rujukan yang dipakai tercantum

pada SNI 4153-2008 tentang, cara uji penetrasi lapangan dengan SPT (Standard Penetration test).

Pukulan pada tanah dilakukan pengujian dengan test SPT dimana jumlah pukulan pada jarak 30cm di masukkan ke *Splite tube* sampler dengan hammer yang jatuh bebas dengan ketinggian 75cm beserta bobot 63,5 kg. Antara kerapatan pada tanah, bobot ciri tanah kering, bobot ciri tanah jenuh air, jumlah pukulan N.SPT, q_c , dan ϕ adalah sepadan. Untuk lebih jelasnya dalam Tabel Berikut:

Tabel 2. 4 Hubungan antara kepadatan, berat jenis tanah kering, nilai pukulan N-SPT, q_c , dan ϕ

Kepadatan	Berat Jenis Tanah Kering (γ_d)	Nilai NSPT	Tekanan Conus q_c (kg/cm ²)	Sudut Geser($^\circ$)
<i>Very loose</i> (sangat lepas)	< 0,2	< 4	< 20	< 30
<i>Loose</i> (lepas)	0,2 – 0,4	4 – 10	20 – 40	30 – 35
<i>Medium Dense</i> (agak padat)	0,4 – 0,6	10 – 30	40 – 120	35 – 40
<i>Dense</i> (padat)	0,6 – 0,8	30 – 50	120 – 200	40 – 45
<i>Very Dense</i> (sangat padat)	0,8 – 1,0	> 50	> 200	> 45

(Saran, 2017)

Tabel 2. 5 Hubungan antara nilai N-SPT dengan berat jenis tanah jenuh (γ_{sat})

N-SPT (blows/ft)	Konsentrasi	q_u (Unconfined Compressive Strength) (ton/ft ²)	γ_{sat} (kN/m ³)
< 2	Very soft	< 0,25	16 – 19
2 – 4	Soft	0,25 – 0,50	16 – 19
4 – 8	Medium	0,5 – 1,00	17 – 20
8 – 15	Stiff	1,00 – 2,00	19 – 22
15 – 30	Very stiff	2,00 – 4,00	19 – 22
> 30	Hard	>4,00	19 – 22

Tabel 2. 6 Hubungan Antara Nilai Tipikal Berat Volume Kering

Jenis Tanah	γ_{sat} (kN / m^3)	γ_{dry} (kN / m^3)
Kerikil	20 – 22	15 – 17
Pasir	18 – 20	13 – 16
Lanau	18 – 20	14 – 18
Lempung	16 – 22	14 – 21

2.4.2 Permeabilitas (*Permeability*)

Permeabilitas (*Permeability*) merupakan tingkatan suatu jenis air yang menembus tanah dengan kondisi heterogen. Kerangka tanah yang vertikal dan juga horizontal sangat memiliki kontribusi antara tanah dan air.

Koefisien yang dipilih dari adanya penelitian yang dilakukan. Adapun koefisien permeabilitas (*Permeability*) dari berbagai ciri yang akan dilihat pada Tabel 2.7 berikut:

Tabel 2. 7 Nilai Permeabilitas(k) dalam(m /s)

Ukuran Partikel	Koefisien Permeabilitas,k(m/s)
Pasir berlempung, pasir berlanau	$5 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-4}$
Pasir halus	$1 \times 10^{-5} - 5 \times 10^{-5}$
Pasir kelanauan	$1 \times 10^{-6} - 2 \times 10^{-5}$
Lanau	$1 \times 10^{-7} - 5 \times 10^{-6}$
Lempung	$1 \times 10^{-11} - 1 \times 10^{-8}$

(Wesley, 1973)

2.4.3 Modulus Young dan Poisson Ratio (ν)

Modulus Young merupakan tegangan dan regangan dibuktikan dengan angka elastisitas yang ada pada material. Angka poisson rasionya terpengaruh terhadap rasionya dari kompresi regangan. Hubungan modulus young dengan poisson ratio dapat perlihatkan sesuai pada Tabel 2.8 berikut ini:

Tabel 2. 8 Hubungan Modulus Elastisitas(E_s) dan Nilai poisson ratio

Type of soil	Young's modulus, E_s		Poisson's ratio,
	MN/m ²	lb/in ²	
Loose sand	10,35 – 24,15	1500 - 3500	0,20 – 0,40
Medium dense sand	17,25 – 27,60	2500 – 4000	0,25 – 0,40
Dense sand	34,50 – 55,20	5000 – 8000	0,30 – 0,45
Silty sand	10,35 – 17,25	1500 – 2500	0,2 – 0,40
Sand and Gravel	69,00 – 172,50	10000 – 25000	0,15 – 0,35
Soft clay	2,07 – 5,18	300 – 750	0,20 – 0,50
Medium clay	5,18 – 10,35	750 – 1500	
Stiff clay	10,35 – 24,15	1500 – 3500	

2.4.4 Sudut Geser Dalam

Sudut geser dalam yang juga merupakan sudutan yang dibentuk dari rasio dari tegangan normal dengan tegangan geser pada material tanah atau batuan. Sudut patahan yang membentuk akan terpasang pada tegangan atau gaya terhadapnya akan melebihi tegangan gesernya menjadi sudut geser dalam. Material akan lebih bertahan terhadap tegangan eksternalnya jika diberikan pemotongan sudut yang lebih besar pada material tersebut. Daya tahan material akibat tegangan mampu beroperasi menjadi beban lateral dari suatu tanah boleh dipertegas oleh sudut geser yang setara nilai kohesi, demikian juga diperoleh lewat penyelidikan *engineering properties* tanah berbentuk *Direct Shear Test* dan *Triaxial Test*.

Pada table 2.9 disampaikan kaitan sudut geser dalam dengan tingkat plastisitas dan jenis tanah berikut ini:

Tabel 2. 9 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam dengan Jenis Tanah

Jenis Tanah	Sudut Geser Dalam(°)
Kerikil kepasiran	35-40
Kerikil kerakal	35-40
Pasir padat	35-40
Pasir lepas	30
Lempung kelanauan	25-30
Lempung kelanauan	20-25

(Das & Sivakugan, 2019)

Tabel 2. 10 Hubungan Antara Sudut Geser Dalam, Tingkat Plastisitas, dan Jenis Tanah.

Jenis tanah	Tingkat plastisitas	Sudut Geser Dalam (°)
Lanau	Rendah	35-37
Lanauber lempung	Sedang	31-35
Lempung	Tinggi	<31

(Bjerrum & Simons, 1960)

2.4.5 Kohesi (*Cohesion*)

Kohesi (*Cohesion*) adalah gaya tarik-menarik antar partikel tanah yang menentukan ketahanan tanah terhadap deformasi. Jika makin tinggi dari daya geser maka akan tinggi juga angka kohesinya. Nilai kohesi(c) diperoleh dari hasil uji lab, Pengujian kuat geser langsung (*direct shear streangth test*) dan pengujian triaxial (*triaxial test*) memiliki nilai empiri yaitu kohesi didapatkan dengan angka tegangan konus(Qc) pada data pengujian sondir.

$$C = Q_c / 20 \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

C = Kohesi (kN /m2)

Qc = Nilai Tahanan Konus (kN /m2)

Hubungan antara kohesi, pukulan N-SPT dan sudut geser dalam adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 11 Hubungan Antara N-SPT, Kohesi, Sudut Geser Tanah

N – SPT	c (kN/m2)	φ (°)
0 – 2	12,5	0
2 – 4	12,5 – 25	0
4 – 8	25 – 50	0
8 – 15	50 – 100	0
15 – 30	100 – 200	0
> 30	> 200	0

2.4.6 Kekuatan Geser Tanah (*Soil Shear Strength*)

Kuat geseran tanah (*Soil Shear Strength*) ialah tekanan dalam pada material tanah yang mengenai bidang longsor serta perpindahan geser pada tanah. Tanah yang diberikan beban akan terpicu oleh tekanan geser yang mencegah tanah akan runtuh. Apabila tekanan geser sudah mencapai batasnya maka akan cenderung pada kondisi keruntuhan. Untuk bidang miring jika tegangan geser tanah mencapai batas sehingga memungkinkan timbul kondisi longsor.

Kuat geser pada tanah (τ_f) memiliki batasan disebutkan pada teori Coulomb, tegangan normal (σ_f) sebagai berikut :

$$\tau_f = c + \sigma_f \tan \phi \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

τ_f = Kekuatan geser tanah(kN/m²)

c = Kohesi Tanah (kN/m²)

σ_f = Tegangan normal (kN/m²)

$\tan \phi$ = Aspek geser dalam butiran

ϕ = sudut gesek intern (°)

Sedangkan menurut Terzaghi & Peck, 2010 pada rancangan awal Terzaghi, *Shear strength* pada tanah memungkinkan untuk dibatasi dari molekul keras. Kuat geser tanah dinyatakan sebagai fungsi dari tegangan normal efektif dengan persamaan berikut:

$$\tau_f = c' + \sigma_f' \tan \phi' \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

τ_f = Kekuatan geser (kN/m²)

c' = Kohesi (kN/m²)

σ_f' = Tegangan efektif = $\sigma_f - u$

ϕ' = Sudut gesek intern (°)

2.4.7 Daya Dukung Tanah (*Soil Bearing Capacity*)

Pada pengembangannya perbaikan dan pertanahan pada tanah menurut Braja M.Das & Sivakugan, 2019 menjadi bagian yang penting dan memiliki batas perpindahan tanah yang memadat, batas kapasitas material dalam menopang tumpukan di atasnya dengan tidak mengalami kerusakan akibat penggalian, apabila kekuatan atau batas perpindahan material melampaui penurunan.

Teori Terzaghi dapat dipakai dalam perhitungan daya dukung suatu tanah sebagai berikut:

- a. Daya dukung untuk tanah jenuh

apabila pada tanah dengan jarak D berada pada permukaan dasar pondasi.

$$q_{ult} = \gamma (D_f - D) + \gamma' D \dots\dots\dots (2.4)$$

- b. Daya dukung tanah untuk tipe pondasi lajur

$$q_{ult} = c N_c + \gamma D N_q + 1 \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots (2.5)$$

- c. Daya dukung tanah untuk tipe pondasi bujur sangkar

$$q_{ult} = 1,3 cN_c + \gamma D N_q + 0,4 \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots (2.6)$$

Dimana :

γ' = $\gamma_{sat} - \gamma_w$ = Berat volume efektif dari tanah

D = Kedalaman pondasi

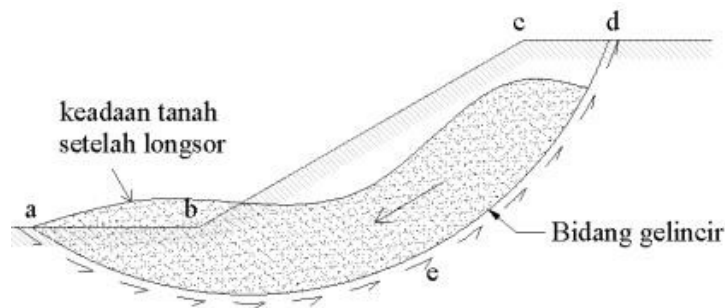
B = Lebar pondasi

γ = Berat isi tanah

N_c, N_q, N_γ = Faktor daya dukung tanah tergantung pada sudut geser

2.5. Lereng (Slope)

Lereng (*Slope*) adalah permukaan pada suatu tanah yang memiliki bidang miring yang menghubungkan bidang-bidang lain yang mempunyai elevasi yang berbeda. Tingkat kemiringan pada lereng bisa dilihat dari kontur tanahnya. Sedikit penjelasan, kontur merupakan garis tanah yang menghubungkan dari satu titik ke titik yang lainnya. seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2. 1 longsor suatu Lereng

Sumber: Braja M.Das & Sivakugan, 2019

Pada banyak kasus, para *engineer* sipil/ hidrolik (ilmu keairan) akan mengetahui stabilisasi lereng guna memvalidasi keamanan dari lereng baik lereng yang alami, lereng akibat galian, atau dari embankment.

2.5.1 Stabilitas Lereng

Pada Permukaan suatu tanah memiliki kemiringan terhadap garis horizontal disebut lereng. Karena lereng tidak terbentuk secara horizontal, melainkan berbentuk sudut kemiringan maka akan timbul suatu gaya penggerak, adanya gravitasi mengakibatkan gaya penggerak cenderung membuat atas permukaan yang miring tersebut bergerak menuruni lereng. Jika gaya penggerak sangat besar dan kekuatan geser dari material penyusun lereng relatif kecil maka dapat terjadi longsor (Terzaghi and Peck, 1967).

Longsor yang terjadi pada tanah aktif dapat distabilkan dengan cara menganalisa penurunan yang terjadi menggunakan bantuan aplikasi. Longsoran pada lereng perlu juga ditangani dengan memperhatikan nilai angka keamanan dari lereng dengan mengingat akibat yang ditimbulkan. Agar memperoleh hasil yang baik dapat dilakukan dengan metode berbasis numerik, beberapa keuntungan dari penggunaan metode numerik untuk analisis stabilisasi lereng, yaitu dapat digunakan untuk analisis lereng dengan kelongsoran yang rumit, dapat diinput pada kondisi regangan tegangan yang ada pada lereng dalam perhitungan kestabilan lereng dan dapat menginput data efek output kekuatan di lereng.

2.5.2 Faktor Angka Keamanan (Safety Factor)

Persamaan dari *safety factor* umumnya menggunakan rumus sebagai berikut:

$$F_s = r_f / r_d \dots\dots\dots (2.7)$$

Dengan :

F_s = angka faktor keamanan

r_f = tahanan geser rata-rata (kN /m²)

r_d = tegangan geser rata-rata

Terdapat dua jenis komponen tahanan terhadap geser tanah, yaitu: Gaya rekat (C) dan gaya geser yang dipengaruhi oleh sudut geser dalam (ϕ) dengan rumus persamaan berikut:

$$r_f = c + \sigma \tan \phi \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

c = gaya rekat (kN /m²)

ϕ = sudut geser dalam vtanah (°)

σ = tegangan normal rata-rata dipermukaan bidang longsor (kN /m²)

Jika nilai $F_s = 1$, yaitu lereng dalam keadaan longsor. Secara umum dan jika nilai $F_s = 1.50$ dapat diterima untuk kekuatan geser untuk merancang stabilitas lereng. Untuk Nilai 1.50 digunakan dalam memprediksi kesalahan sampel tanah, pengujian di laboratorium, kesalahan pada manusia dalam menentukan parameter tanah (γ, C, ϕ).

$$F_s = \frac{c + \sigma \tan \phi}{cd + \sigma \tan \phi} \dots\dots\dots (2.9)$$

Atau

$$F_s = \frac{c}{cd} \text{ dan } F\phi = \frac{\tan \phi}{\tan \phi} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana:

F_c = Angka Keamanan pada kohesi tanah

$F\phi$ = Angka Keamanan pada sudut geser tanah juga dituliskan :

$$F_s = F_c = F\phi$$

Apabila Nilai $F_s = 1$, maka lereng dalam keadaan akan longsor.

2.5.3 Jenis jenis stabilisasi lereng

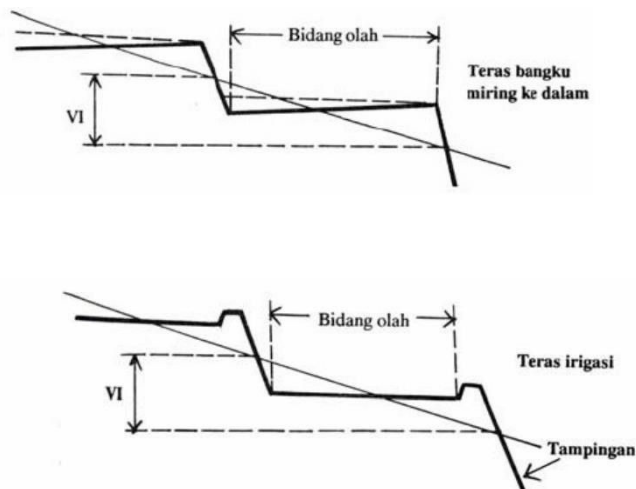
1. Terasering

Terasering adalah bangunan perlindungan tanah dan air secara mekanis didesain untuk memperpendek panjang lereng atau memperkecil suatu kemiringan lereng dengan jalan penggalian ataupun penimbunan tanah secara melintang, Terasering pada dasarnya dengan sengaja dibuat bertingkat untuk mengurangi kemiringan atau panjang lereng.

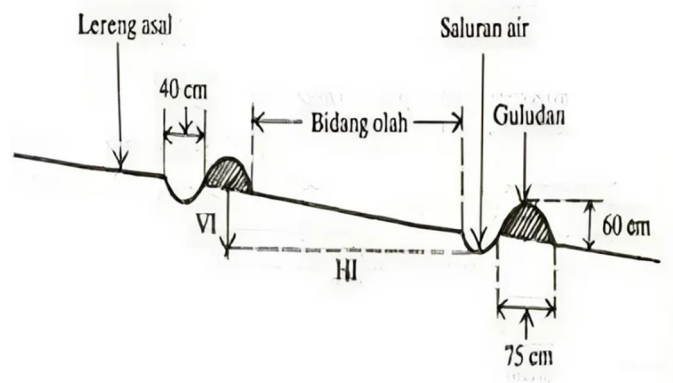
Teknologi terasering/ trap ini bisa mengurangi massa tanah yang berpotensi terjadinya tergelincirnya tanah. Pembuatan teras guludan adalah. Guludan dan selokan dibuat tegak lurus garis kontur. Pembuatan teras dimulai dari bagian atas lereng

- a) Persiapan lapangan dengan pemancanganm patok-patok menurut garis kontur dengan menggunakan waterpass sederhana. Jarak patok dalam baris 5 m dan jarak antar baris rata-rata 10 m (sama dengan jarak antara dua guludan), Kawasan yang mudah meresap air tanah.
- b) Pembuatan selokan teras dilakukan dengan menggali tanah mengikuti arah larikan patok. Ukuran selokan teras yaitu kedalaman 30 cm, lebar bawah 20 cm, dan lebar atas 50 cm,
- c) Tanah hasil galian pada pembuatan selokan teras diurug di tepi luar bagian bawah saluran sehingga membentuk guludan dengan ukuran: lebar atas 20 cm, lebar bawah 50 cm dan tinggi 30 cm
- d) Penanaman tanaman penguat teras pada guludan, dapat berupa jenis kayu-kayuan yang ditanam dengan jarak 50 cm bila menggunakan stek / stump, atau ditabur jika menggunakan benih/biji, dan jarak tanam 30 – 50 cm jika menggunakan jenis rumput

Ada berbagai macam terasering seringkali dilakukan dapat dijelaskan pada Gambar sebagai berikut:



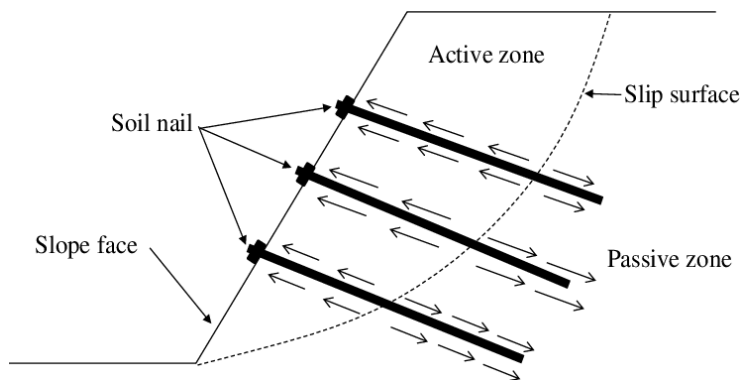
Gambar 2.2 Contoh teras bangku
Sumber : Kementerian kehutanan 2018



Gambar 2.3 Contoh teras Guludan
Sumber : Kementerian kehutanan

2. Soil Nailing

Soil nailing merupakan salah satu metode perkuatan yang lebih ekonomis, cepat, tidak memerlukan alat besar serta area kerja yang luas dan bertujuan untuk memberi kestabilan pada lereng dengan sudut kemiringan 10 sampai 20 derajat dari bidang horizontal (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2022). Berikut Gambar sistem konstruksi Soil Nailing:



Gambar 2. 4 Stabilitas lereng konstruksi metode soil nailing
Sumber: Mohamad Ismail et al., 2018

2.6. Plaxis 2DVersi20

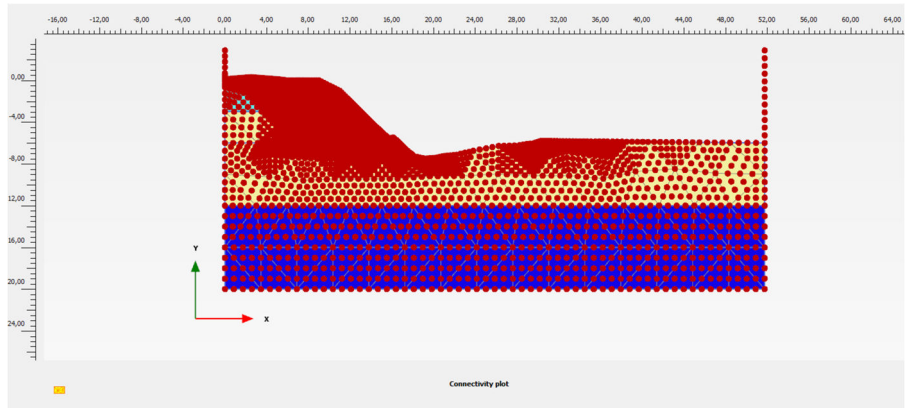
Software yang dipakai untuk tenaga geoteknik khususnya peneliti Teknik Sipil. Plaxis2D adalah salah satu media alat bantu yang membuat engineer mudah dalam penggunaannya dalam rencana konstruksi, disamping itu harus dipertimbangkan aspek utama yaitu tanah untuk konstruksi didirikan. Secara umum aplikasi Plaxis2D digunakan dalam menganalisa suatu penurunan, stabilisasi maupun aliran air pada tanah, jadi para peneliti bisa dengan cepat membuat permodelan elemen pada penampang melintang atau sesuai morfologinya. *Software* Plaxis2D umumnya memakai 4(empat) tahapan mulai dari penginputan, perhitungan, maupun hasil output serta membentuk hasil kurva.

Pada simulasi yang ada diprogram PLAXIS 2D untuk mengimplementasikan kondisi lapangan pada *software* program, dan harapannya dikerjakan secara maksimal. Respon dari hasil program bisa ditampilkan menjadi proyeksi dari kondisi sebenarnya di lapangan.

Adapun tahapan pada analisa perhitungan perkuatan stabilisasi lereng dapat menggunakan Plaxis2D adalah sebagai berikut:

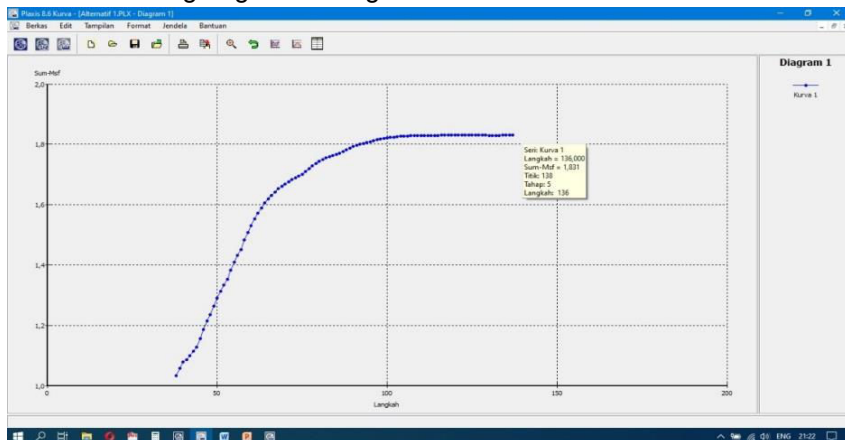
1. Analisa kondisi eksisting sebelum memulai, dimana rencana akan sesuai dengan kondisi eksisting pada beban tanah.
2. Kondisi konsolidasi awal juga akan dianalisa, seperti halnya penginputan di Langkah pertama cukup ditambah nilai penginputan waktu selama 120 hari.
3. Kondisi plastis kedua juga perlu dianalisa dengan menambahkan beban konstruksi bangunan yang direncanakan selain bangunan/tanah eksisting
4. Kondisi konsolidasi kedua akan dianalisa, dengan merubah presurenya menjadi 1 kN/m².
5. Perhitungan angka faktor keamanan (SF).

6. Titik-titik (node) yang ditentukan akan membentuk curve area yang di analisa, sehingga didapatkan hasil permodelan.



Gambar 2. 5 Penentuan titik (node) penurunan dan tegangan dan regangan

7. Selanjutnya pilih calculate yang tersedia pada menu bar diatas maka di dapatkan hasil perhitungan plaxis2D.
8. Selanjutnya nilai di atas telah di dapatkan maka tahap berikutnya adalah menganalisa SF(angka faktor keamanan) dan di dapatkan hasil dengan grafik sebagai berikut



Gambar 2. 6 angka factor keamanan dari PLAXIS 2D

Mengacu pada standar Bowles (1991), dimana jika *Safety factor* $FS > 1,25$, maka keruntuhan jarang terjadi, sehingga dari hasil Analisa menggunakan PLAXIS 2D didapatkan nilai SF $2,95 > 1,25$ yang artinya perkuatan tebing yang direncanakan akan aman dan keruntuhan jarang terjadi.

2.7. Gerusan

Gerusan adalah proses semakin dalamnya dasar sungai karena interaksi antara aliran dengan material dasar sungai (Legono, (1990) dalam Daties, (2012)).

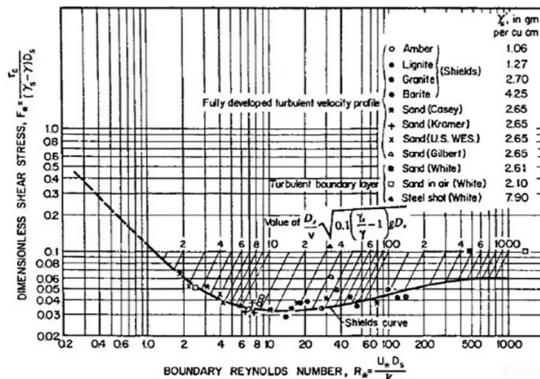
Menurut Raudkivi dan Ettema tipe gerusan adalah sebagai berikut:

- a. Gerusan umum pada alur sungai, tidak berkaitan sama sekali dengan ada atau tidak adanya bangunan sungai.
- b. Gerusan dilokalisir pada alur sungai, terjadi karena penyempitan aliran sungai menjadi terpusat.
- c. Gerusan lokal yang terjadi disekitar bangunan, terjadi karena pola aliran lokal disekitar bangunan sungai.

Proses penggerusan terjadi karena ada pengaruh pada morfologi lapangan seperti kondisi tikungan, atau terdapat penyempitan sungai. Morfologi sungai menjadi salah satu faktor yang menentukan dalam terbentuknya suatu gerusan. Hal ini menyebabkan aliran saluran terbuka memiliki kondisi yang bebas (free surface). Kondisi aliran saluran terbuka berdasarkan pada kedudukan permukaan bebasnya cenderung berubah sesuai waktu dan ruang. Ada pula hubungan antara debit air, kedalaman aliran, kemiringan dasar saluran dan permukaan saluran bebas itu sendiri.

2.8. Gerakan awal sedimen akibat aliran

Harus diperhatikan pada persoalan sedimen transport, dimana perlu diketahui pergerakan partikel sedimen mulai berpindah saat apa, menjadi penting agar dipahami guna kepentingan antara lain yaitu untuk rencana saluran stabil terhadap waktu pengendapan maupun pengikisan, masalah gerusan lokal, stabilisasi kemiringan tanah dan lain-lain. sedimen akan bergerak bila partikel yang bekerja lebih besar dari gaya-gaya fluida yang ada, berbeda dengangaya yang menyebabkan partikel diam. Gaya yang menyebabkan partikel diam adalah berat partikel tenggelam dan gaya geser. situasi hidraulik berada didasar dapat dinyatakan dengan bilangan $Re = \frac{v u_*}{\nu}$, maka $\theta_{cr} = f(Re^*)$. beberapa percobaan sudah dilaksanakan untuk menentukan θ_{cr} sebagai fungsi Re . Hasil pecobaan yang dilakukan Shields (1936) untuk permukaan dasar rata paling banyak digunakan dalam menentukan kondisi kritis partikel mulai bergerak



Gambar 2. 7 Grafik shield

Keterkaitannya dengan penelitian ini perlu juga untuk diketahui adalah hubungan antara kecepatan rata-rata aliran dengan status gerakan partikel sedimen. Dari grafik Shields dengan persamaan berikut:

$$1 < D < 4$$

$$\tau_* = 0.24 D^{1/2} \text{ untuk } (12)$$

$$\tau_* = 0.14 D^{1/4} \text{ untuk } 4 < D < 10 \text{ (13).}$$

$$\tau_* = 0.04 D^{1/3} \text{ untuk } 10 < D < 20 \text{ (14).}$$

$$\tau_* = 0.13 D^{1/5} \text{ untuk } 20 < D < 150 \text{ (15).}$$

$$\tau_* = 0.055 D^{1/6} \text{ untuk } D < 150 \text{ (16)}$$

2.9. Software iric: Nays2dh v.4

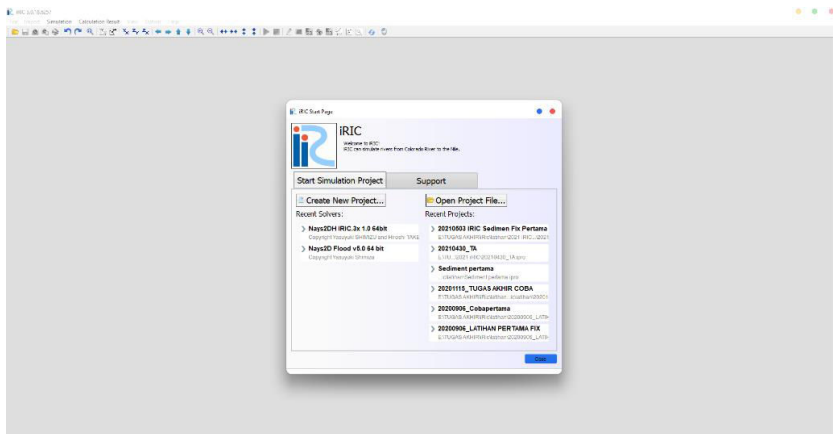
Software International River Interface Cooperative (iRIC) didirikan pada tahun 2007 oleh Profesor Yasuyuki Shimizu dari Universitas Hokkaido dan Dr. Jonathan Nelson, bertujuan untuk pengembangan software yang disebut iRIC. iRIC ini bermanfaat untuk membuat simulasi numerik pada aliran dan morfodinamika di sungai.

Nays2DH adalah model komputasi untuk mensimulasikan kedalaman dasar dan erosi di sungai, didalam analisa gerusan yang terjadi dapat dimodelkan dengan dua cara, yaitu dengan model fisik dan model numerik. *Software* ini merupakan salah satu *software* dari iRIC yang digunakan untuk menghitung kedalaman aliran dan kedalaman gerusan dengan model numerik. penginputan yang dibutuhkan pada software ini adalah data geometri saluran serta data debit aliran air yang ada pada catchment area.

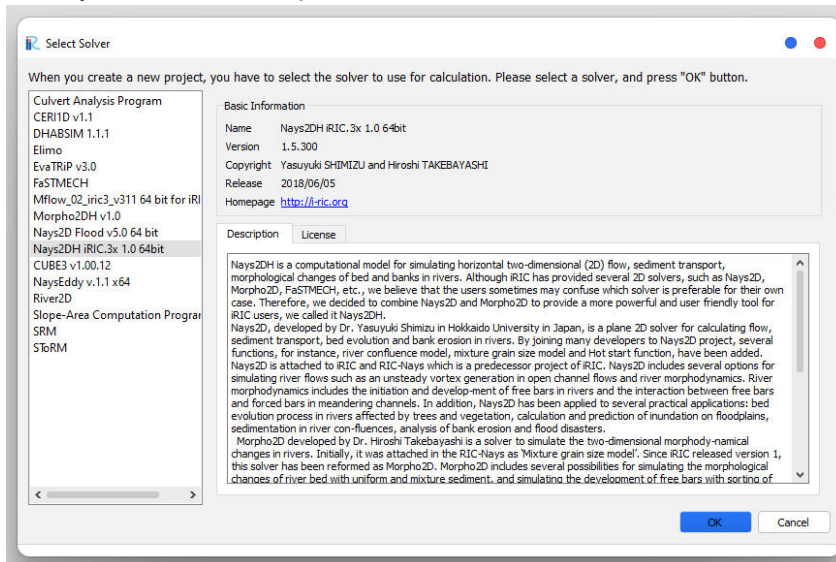
2.9.1 Langkah Kerja Penggunaan software iRIC

A. Tahap Pre-Processing

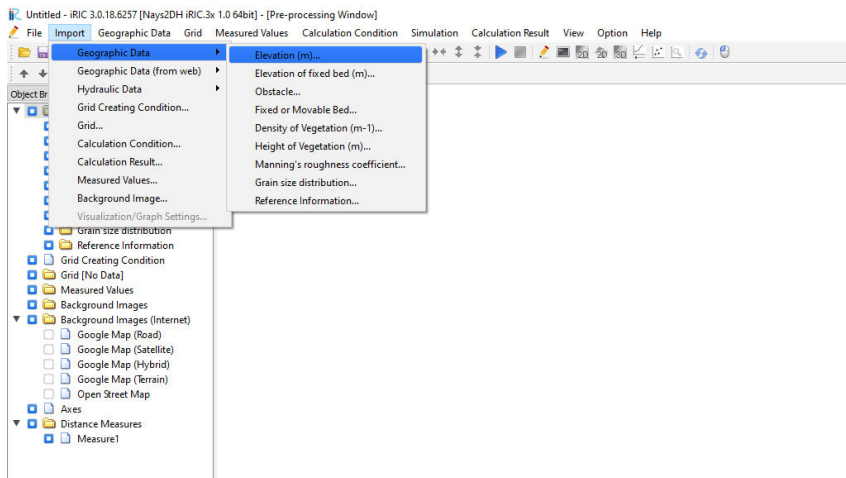
Buka menu start lalu mulai jalankan iRIC, kemudian pilih Create New Project



Gambar 2. 8 Menu awal software iRIC
Apabila menu pemilihan solver sudah terbuka, pilih menu Nays2DH iRIC untuk pemodelan. Lalu klik OK.

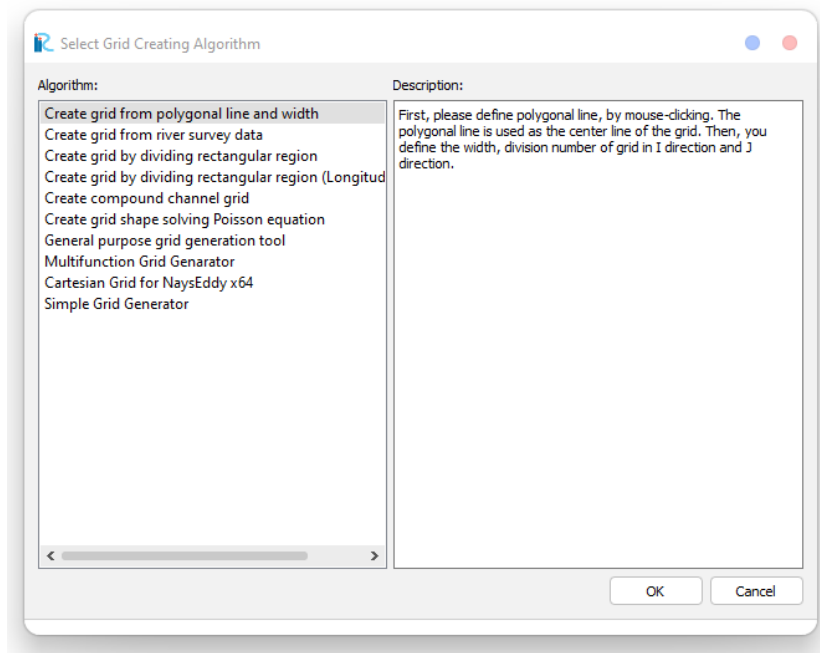


Gambar 2. 9 Tampilan Pre processing Window
Akan di tampilkan Pre processing Window pada program, kemudian memulai lakukan penginputan data elevasi dari sungai pada *software* dengan cara cari menu bar Import pada menu bar lalu klik Geographic Data kemudian klik Elevation (m).

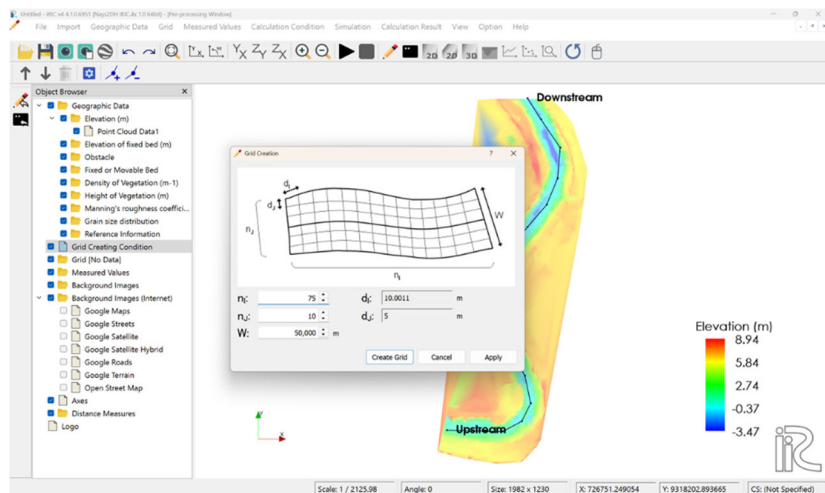


Gambar 2. 10 Tampilan Penginputan Computational Grid

Selanjutnya membuat data berdasarkan data morfologi yang ada untuk penginputan selanjutnya yaitu grid dengan panjang rencana saluran yang diteliti. Untuk mengerjakannya, pilihlah Grid pada menu bar lalu Select Algorithm to Create Grid, kemudian pilih Create grid from polygonal line and width, lalu klik OK

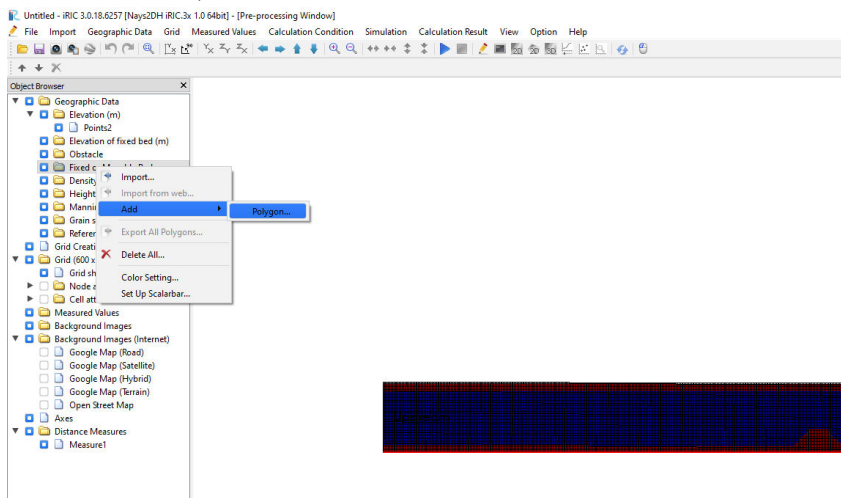


Gambar 2. 11 Menu grid yang digunakan



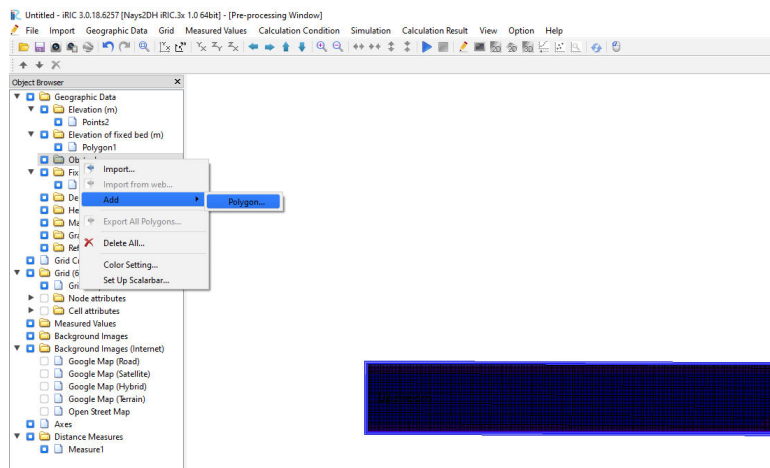
Gambar 2. 12 Tampilan Grid Creation

Selanjutnya ketikan akan membuat lebar dan jumlah grid secara panjang ataupun lebarnya sesuaikan terlebih dahulu sesuai penampang yang akan dikaji lalu pilih apply untuk menampilkan grid. Jika tidak ada info error selanjutnya pilih OK. Lalu akan muncul kotak dialog Confirmation, klik OK.



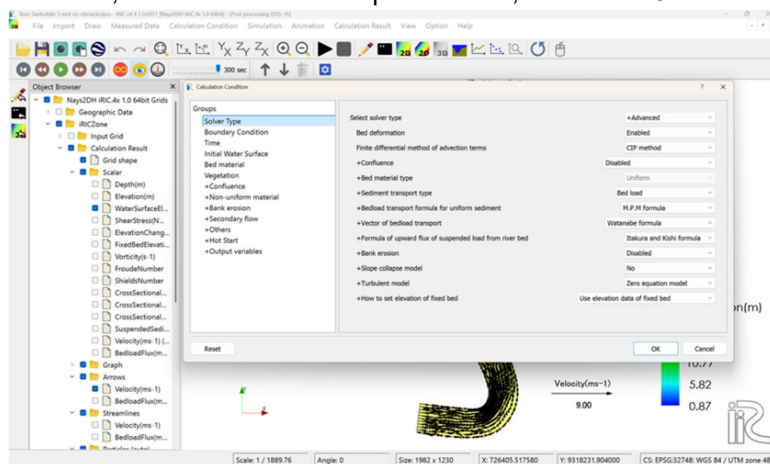
Gambar 2. 13 Pemilihan Menu Movable Bed

Pada tahap pembuatan sedimen pada saluran yang mengalami penurunan pilih Fixed or Movable Bed di Object Browser lalu pilih Add kemudian pilih Polygon. Kemudian buat polygon memenuhi rencana grid lalu klik dua kali, kemudian ambil menu movable bed lalu klik OK.



Gambar 2. 14 Pemilihan Menu Obstacle

Kemudian kita akan memasukkan obstacle pada model saluran yang akan disimulasikan, Obstacle pada kondisi ini kita menggunakan beronjong ataupun batu boulder. Penginputannya yaitu klik obstacle kemudian klik kanan pada obstacle di Object Browser pilih addpolygon. Langkah berikutnya buat polygon di area yang di tunjukkan untuk obstacle, lalu klik dua kali dan pilih obstacle, kemudian OK.

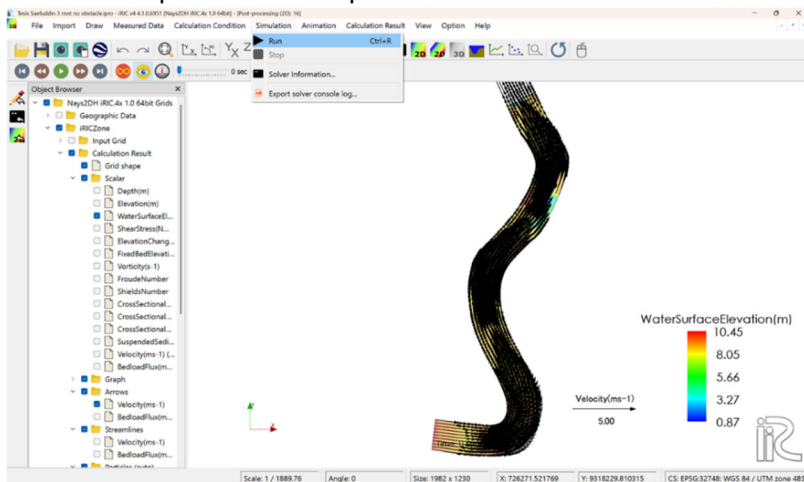


Gambar 2. 15 Tampilan Menu Calculation Condition

Berikutnya pengaturan kondisi batas atau boundary di saluran/sungai. Jadi pilih menu Calculation Condition pada menu bar dan klik Setting, setelah itu menu Calculation Condition akan tampil, Pada kolom Groups, ada beberapa menu pada dialog ini, pertama gunakan Solver Type kemudian klik +Advanced. Berikutnya pada Bed deformation pilih Enabled. Lalu untuk Bedload transport formula for uniform sediment pilih M.P.M Formula. kemudian pada +How to set elevation of fixed bed pilih use elevation data of fixed bed

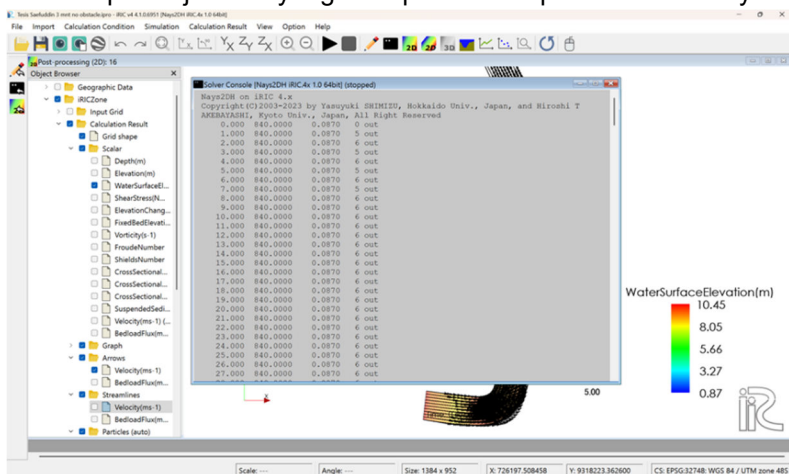
B. Tahap Processing

Jika semua data sudah di input dengan benar, selanjutnya akan kita runnning, untuk melakukan running atau calculate maka pilih Simulation pada menu lalu pilih Run.



Gambar 2. 16 Pemilihan Menu Simulation

Untuk langkah berikutnya, menu running simulasi berproses sesuai dengan *boundary* yang telah kita buat sebelumnya. Durasi dari proses running juga tergantung seberapa banyak faktor yang mempengaruhi mislanya spesifikasi komputer, banyaknya jumlah grid yang dibuat, dan time step yang akan dipakai. Kemudian iRIC akan menampilkan jendela yang memperlihatkan proses simulasinya.



Gambar 2. 17 Tampilan untuk proses simulation

Jika selama simulasi terjadi kesalahan pada perhitungan, maka *software* akan menunjukkan window atau pop-up yang kemudian memberitahukan jika simulasi gagal dan memerlukan pemeriksaan terhadap grid, calculation condition, time, dan parameter lainnya.

2.10. *Value Engineering* / Rekayasa nilai

2.10.1 Definisi dari *Value Engineering*

Pengertian dari *value engineer* adalah teknik untuk mengidentifikasi cara kerja atau berbagai fungsi yang dibutuhkan dari suatu produk, menetapkan nilainya, dan akhirnya menciptakan fungsi-fungsi tersebut dengan biaya serendah mungkin. Menjalankan proses analisa untuk mengembalikan nilai profitabilitas setelah mempertimbangkan banyak aspek-aspek lain yang tidak kalah penting yang ditentukan pada analisa *Value engineer* /rekayasa nilai.

Pada proses *Value engineer* /rekayasa nilai ini akan dibutuhkan kreatifitas, inovasi dan ide pada peningkatan biaya atau pengurangan faktor biaya yang tidak diperlukan. ide dapat berasal dari landasan dasar pengetahuan teknik sipil (*knowledge base*), pengalaman kerja (*Work experience*), dan informasi (*information*).

Pembahasan saya akan terkait fungsi dari metode *Value engineer* /rekayasa nilai yang diimplementasikan ke semua proyek konstruksi, terutama pada fase awal memulai proyek, untuk melaksanakan rekayasa nilai/*Value engineer* ini harus direncanakan pada fase paling awal jadi selaku engineer akan mengetahui lebih awal komponen biaya apa saja yang amat penting sesuai kebutuhan. Selama konstruksi Analisa rekayasa nilai akan dilaksanakan dan dapat diketahui waktu yang mengalami kemunduran dari target dan untuk tenaga kerja juga dapat di ketahui dari rekayasa nilai tersebut. biaya tambahan untuk jasa konsultan. Untuk itu VE ini perlu dilakukan pada pelaksanaannya disuatu proyek, dengan pertimbangan:

- Waktu yang terbatas dalam proses perencanaan
- Kurang dalam hal pokok-pokok informasi penting atau hilang informasi saat merencanakan proses perencanaan konstruksi
- Ide dan kreativitas yang masih kurang dalam mengembangkan hal baru.
- Konsep dalam perencanaan konstruksi gagal
- Tidak direncanakan untuk tahan lama akibat intervensi pemerintah setempat.

Oleh karena itu kesimpulannya Vemjadi dibutuhkan untuk seluruh penerapan pembangunan, dikarenakan beberapa alasan antara lain:

- ❖ Satuan harga untuk pekerjaan konstruksi mulai meningkat.
- ❖ Minimnya biaya rencana awal konstruksi.
- ❖ Bunga bank setiap tahun mengalami peningkatan.
- ❖ Peningkatan Inflasi yang terjadi.
- ❖ Ilmu pengetahuan teknologi yang semakin berkembang pesat.
- ❖ Adanya daya saing yang sengit pada semua bidang kegiatan

2.10.2 Tujuan *Value Engineering*/ Rekayasa Nilai

Rekayasa Nilai bertujuan untuk mendapatkan keseimbangan produk antara konstruksi yang memiliki fungsional dengan implementasi biaya di lapangan, dengan tidak mengabaikan kualitas, maupun kinerja dari suatu konstruksi.

2.10.3 Pemanfaatan *Value Engineering*

Pada implementasi dari *Value Engineering* / Rekayasa nilai, terutama untuk konstruksi, manfaat yang didapatkan adalah sebagai berikut:

- a) Memudahkan kita untuk mencegah dan mengurangi timbulnya potensi biaya yang tidak diperlukan dalam pekerjaan konstruksi.
- b) Memudahkan kita untuk mencegah penggunaan anggaran berlebihan di proyek konstruksi.
- c) Memudahkan kita dalam berbudaya, inovasi keinsinyuran dan dapat mengembangkan ide pada project konstruksi dari lembaga terkait.
- d) Memudahkan kita untuk melahirkan ahli rekayasa nilai dibidang insinyur teknik sipil yang berorientasi pada kerjasama tim dari banyak bidang keteknikan lainnya.
- e) Memudahkan kita dalam mempelajari pekerjaan pembangunan dimana proses dari mulai hingga selesai wajib untuk dilaksanakan secara tepat.

2.10.4 Macam-macam Istilah dalam *Value Engineering*

A. Nilai (*Value*)

Nilai (*Value*) merupakan tolok ukur puasnya pelanggan/seseorang kepada suatu barang dengan menunjukkan manfaat, kualitas dan keandalan suatu produk atau barang tersebut. Dalam *Value Engineering* /rekayasa nilai terdiri dari empat jenis nilai:

- a) Nilai guna (*Use Value*), dimana nilai yang ditunjukkan besaran dari kegunaan pada suatu produk/project akibat sudah terpenuhinya suatu fungsi, yang umumnya dipengaruhi oleh kualitas dan sifat produknya.
- b) Nilai kebanggaan (*Esteem Value*), merupakan nilai yg meliputi besaran dari kemampuan produk/project dalam hal memuaskan konsumen atau dapat dikatakan konsumen memiliki rasa banggaterhadap produknya.
- c) Nilai ganti (*Exchange Value*), merupakan nilai dimana konsumen rela untuk mengeluarkan biaya atau mengganti dengan sesuatu demi memiliki produknya.
- d) Nilai biaya (*Cost Value*), merupakan nilai menggambarkan total dari biaya yang diperlukan dalam menghasilkan produk dan memiliki semua fungsi yang diharapkan.