



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**EVALUASI DESAIN TAHAP 1 *DISPOSAL* SWD 11 *PIT* 116 TAMBANG
BATUBARA DISTRIK BAYA DESA SEPARI, KECAMATAN TENGGARONG
SEBERANG, KABUPATEN KUTAI KARTA NEGARA, KALIMANTAN
TIMUR**

**NASKAH PUBLIKASI
TUGAS AKHIR**

**RONI CAHYA KUSUMA
NIM. 21100110120053**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI**

**SEMARANG
OKTOBER 2014**

EVALUASI DESAIN TAHAP 1 *DISPOSAL* SWD 11 PIT 116 TAMBANG BATUBARA DISTRIK BAYA DESA SEPARI, KECAMATAN TENGGARONG SEBERANG, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA, KALIMANTAN TIMUR

Roni Cahya Kusuma

Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang–Semarang, Gedung Sukowati
email: ronick@live.com

ABSTRAK

Kegiatan eksploitasi batubara dengan sistem penambangan terbuka melakukan kegiatan pengambilan batubara dan batuan yang tidak digunakan seperti material *overburden* dan *interburden*. Kemudian, material yang tidak digunakan tersebut ditimbun kembali di *disposal*. Pembuatan *disposal* harus dilakukan dengan baik, apabila tidak, akan timbul adanya tanah longsor yang akan mengganggu aktivitas eksploitasi batubara. Selain itu pembuatan *disposal* harus mencukupi target kapasitas timbunan.

Penelitian tugas akhir ini bermaksud untuk menganalisis kestabilan lereng, mengevaluasi, dan melakukan perhitungan kapasitas desain awal dan desain baru (*redesign*) *disposal* SWD 11 yang terletak di *site* Baya, Kalimantan Timur. Metode yang dilakukan adalah penyelidikan langsung lapangan yang bersifat deskriptif ke *disposal* SWD 11 untuk mengetahui geometri lereng serta tipe longsor dan kegiatan laboratorium untuk mengetahui bobot isi (γ), kohesi (c) serta sudut geser (ϕ) dalam timbunan tanah pada *disposal* NED 2 sebagai acuan. Analisis kestabilan lereng untuk menentukan nilai faktor keamanan dari lereng *disposal*. Metode analisis kestabilan lereng menggunakan metode *Bishop simplified* dan *Janbu simplified*. Analisis kestabilan dan permodelan lereng *disposal* menggunakan bantuan perangkat lunak *Slide 6.0* serta permodelan desain *disposal* menggunakan perangkat lunak *AutoCad* dan *Minescape*.

Berdasarkan hasil evaluasi desain awal *disposal* SWD 11 memiliki nilai faktor keamanan $\leq 1,2$ sehingga termasuk kedalam kondisi tidak aman. Untuk menghasilkan nilai faktor keamanan $\geq 1,2$ perlu adanya konstruksi *counter weight* pada kaki lereng *disposal*, serta untuk mengoptimalkan kapasitas *disposal* dilakukan penggeseran timbunan dan *counter weight* menjauhi kolam lumpur (*sump*) dan mengubah lereng tunggal timbunan *disposal* dari 37° menjadi 40° . Kapasitas *disposal* SWD 11 mengalami peningkatan sebesar 1.016.342,3 ton atau setara dengan peningkatan 5% setelah dilakukan perubahan menjadi desain baru. Pengaruh parameter sifat fisik dan mekanik tanah yang mempengaruhi kestabilan lereng *disposal* SWD 11 antaralain *unit weight* (γ), kohesi (c), sudut geser dalam (ϕ). Semakin besar nilai *unit weight* (γ) maka nilai faktor keamanan mengalami penurunan rata-rata 4,4%, semakin besar nilai kohesi (c) maka nilai faktor keamanan mengalami kenaikan rata-rata 8,4%, semakin besar sudut geser dalam (ϕ) maka nilai faktor keamanan mengalami kenaikan rata-rata 15,3%.

Katakunci: *disposal* SWD 11, kestabilan lereng, *bishop simplified*, *janbu simplified*, *slide 6.0*, *minescape*, *counter weight*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil batubara yang tersebar di Sumatra, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Besar nilai sumberdaya di Indonesia sebesar 105,2 MT sedangkan nilai cadangannya adalah 21,13 MT (ESDM, 2011).

Dari sekian banyak daerah penghasil batubara di Indonesia salah satunya terdapat di *site* Baya, Kalimantan Timur. Total cadangan yang terdapat di *site* Baya sebesar 27,569,651 MT (PT JMB, 2004). Kegiatan penambangan batubara pada *site* Baya

dilakukan dengan sistem penambangan terbuka (*open pit mining*).

Pada sistem penambangan terbuka pada prinsipnya menggunakan sistem *cut and fill*. Sistem ini dimaksudkan membuat galian atau lubang permukaan dengan memotong (*cut*) lapisan tanah dan batuan untuk mengambil batubara kemudian hasil galian tersebut ditimbun (*fill*) ke suatu area tertentu. Bentuk hasil galian disebut dengan *pit* sedangkan daerah tempat penimbunannya disebut *disposal*.

Disposal atau tempat penimbunan ini harus direncanakan dengan baik agar

timbunan tanah dan batuan tersebut berada dalam kondisi stabil. Kelongsoran pada lereng *disposal* dapat menyebabkan banyak kerugian yaitu terhambatnya jalan angkut utama maupun instalasi penting yang berada disekitar *disposal* serta korban jiwa yang akan menyebabkan gangguan pada proses produksi batubara.

Kendala yang lainnya adalah lahan untuk tempat *disposal* cenderung terbatas akibat kesulitan dalam perijinan lahan kosong sekitar daerah pertambangan. Tantangan yang diperlukan adalah mendesain lereng *disposal* sedemikian agar tetap stabil serta mencukupi kebutuhan penimbunan tanah dan batuan. Tanpa ada kegiatan penimbunan tersebut maka tidak akan ada batubara yang akan diproduksi.

Oleh sebab itu penulis tertarik untuk mengkaji mengenai desain awal *disposal* yang terletak di *site* Baya yaitu *disposal* SWD 11. Diharapkan dengan adanya evaluasi terhadap desain awal *disposal* SWD 11 dapat memberikan dasar acuan dalam konstruksi *disposal* tersebut untuk mencegah terjadinya longsor dan dampak buruk lainnya yang dapat menghambat proses penambangan batubara.

METODOLOGI

Penelitian ini terdiri dari tahap pengambilan data lapangan serta uji laboratorium yang dilanjutkan dengan pengolahan data dan permodelan desain *disposal*. Berikut merupakan uraian dari metode yang dilakukan dalam penelitian ini:

Penyelidikan Lapangan

Kegiatan penyelidikan lapangan dilakukan secara langsung ke lapangan yaitu *pit* 116 dan *disposal* SWD 11. Penyelidikan lapangan ini bersifat deskriptif. Data yang diambil berupa jenis litologi yang ada di *pit* 116 dan geometri lereng serta jenis longsor yang mungkin terjadi pada *disposal* SWD 11.

Uji Laboratorium

Kegiatan laboratorium ini bertujuan untuk memperoleh nilai sifat fisik tanah yaitu berat jenis (γ) dengan melakukan uji berat jenis tanah. Selain itu kegiatan laboratorium juga bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik tanah antara lain kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ) dengan melakukan uji *direct shear*. Sampel yang diuji berasal dari *disposal* NED 2 yang telah selesai tahap penimbunannya, sehingga data sifat fisik dan

mekaniknya dijadikan acuan untuk mendesain *disposal* SWD 11.

Permodelan Desain

Proses pembuatan model *disposal* dan analisis kestabilan lerengnya menggunakan beberapa perangkat lunak antara lain:

a . Perangkat lunak *Minescape* 4.1.1.8

Perangkat lunak *minescape* digunakan untuk mengatur panjang, lebar, tinggim serta kemiringan lereng desain *disposal*, membuat penampang melintang dari permukaan lereng *disposal* serta perhitungan kapasitas *disposal* SWD 11.

b . Perangkat lunak *AutoCad* 2012

Melalui perangkat lunak *AutoCad* diperoleh hasil penampang melintang permukaan *disposal* yang lebih halus (*smooth*) hasil dari pengerjaan pada perangkat lunak *minescape* sebelumnya, kemudian akan diolah perangkat lunak *slide*.

c . Perangkat lunak *Slide* 6.0

Perangkat lunak *slide* digunakan untuk analisis kestabilan lereng dengan menggunakan metode *Bishop simplified* dan *Janbu simplified*. Data sifat fisik dan mekanik tanah akan diolah untuk memperoleh nilai faktor keamanan pada lereng *disposal*. Dengan menggunakan perangkat lunak *slide*, permodelan tipe longsor dapat dilakukan dengan jenis longsor busur dan jenis longsor bidang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi *Disposal* SWD 11

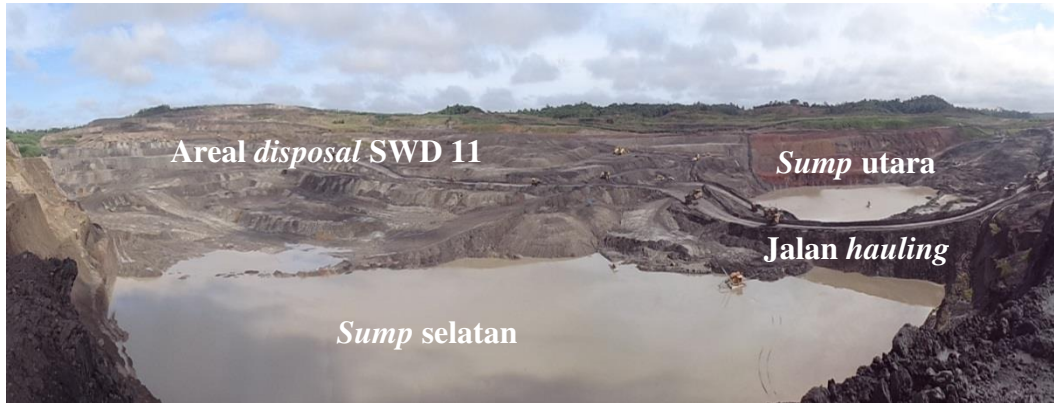
Lokasi penelitian terletak pada areal *disposal* SWD 11 distrik Baya, di Desa Separi Kecamatan Tenggaraong Seberang, Kabupaten Kutai Kartanegara, Provinsi Kalimantan Timur oleh PT Pamapersada Nusantara sebagai kontraktor dari PT Jembaran Muara Bara. Objek penelitian merupakan area *disposal* yang merupakan tempat penimbunan material lepas dari *overburden* maupun *interburden* batubara.

Disposal SWD 11 merupakan tempat penimbunan material *overburden* maupun *interburden* yang memanfaatkan bukaan tambang *pit* G yang telah *mine out*. *Disposal* semacam ini disebut *inpit disposal*. Sekarang *disposal* SWD 11 merupakan areal timbunan yang berasal dari *pit* 116 yang terletak disebelah selatan *disposal*. Pemilihan *pit* G sebagai *disposal* dikarenakan faktor jarak pengangkutan yang lebih dekat. Dengan jarak

pengangkutan yang lebih dekat maka akan menghemat biaya pengangkutan dan bahan bakar dari HD 785 dan HD 465.

Karena sebelumnya merupakan pit G yang telah *mine out* maka pada *disposal* SWD 11 memiliki batas selatan adalah *highwall* pit G dan sebelah utara merupakan *lowwall* pit G. Di bawah lereng *highwall* terdapat *kolam lumpur (sump)*, tempat penampungan air dan

lumpur dari sistem drainase *pit* G. Kolam lumpur (*sump*) terletak pada elevasi paling dalam dari *pit* G yaitu RL -60m. Kolam lumpur (*sump*) terbagi menjadi dua, yaitu kolam lumpur (*sump*) selatan dan kolam lumpur (*sump*) utara. Kedua kolam lumpur (*sump*) tersebut dipisahkan oleh jalan *hauling* (gambar 1).



Gambar 1 Areal disposal SWD 11 dan keberadaan sump

Jenis Litologi

Dari pengamatan secara langsung di lapangan pada area *pit* 116 memiliki litologi secara umum dari terdiri dari *top soil* sebagai material penutup, batulanau (*siltstone*), sisipan batupasir (*sandstone*) dan batubara (*coal*). Batulanau dan batubara membentuk suatu perlapisan dimana batulanau tersebut merupakan material *overburden* dan *interburden* yang akan diambil dan ditimbun ke *disposal* SWD 11. Berikut penjelasan mengenai litologi dan material penyusun pada *pit* 116:

1. Tanah penutup (*top soil*)

Tanah penutup merupakan material hasil lapukan batuan, yang terletak di atas batuan lain dan menutupi batuan di bawahnya. Tanah penutup ini memiliki warna coklat muda, dengan ukuran butir (Wentworth, 1922) pasir sangat halus (1/16mm - 1/8mm) sampai pasir kasar (1/2mm - 1mm), sortasi sedang sampai buruk, pelapukan tinggi, kondisi material lembab. Terdapat pada bagian atas *highwall* *pit* 116 dengan ketebalan antara 1m sampai 3m. Tanah penutup ini akan di pindahkan untuk proses reklamasi yaitu penanaman atau penghijauan kembali area tambang. Dengan menyimpan tanah aslinya, dihatapkan proses reklamasi berlangsung dengan baik.

2. Batulanau (*siltstone*)

Secara megaskopis di lapangan batulanau memiliki warna abu-abu muda,

dengan ukuran butir (Wentworth, 1922) lanau (1/256mm – 1/16mm) yang berbutir halus dan masih terdapat sisipan batupasir. Struktur yang berkembang berupa kekar dengan permukaan agak kasar (*slightly rough*), dinding kekar agak lapuk (*slightly weathered*), tingkat pelapukan massa batulanau *moderate weathered* dikarenakan pada blok ini terjadi *discolored*. Penyebaran batulanau ini sangat tebal, sebagai *overburden* dan *interburden* yang akan diambil dan ditimbun di *disposal* SWD 11.

Material sisipan pada batulanau yaitu batupasir, memiliki dimensi ketebalan berkisar antara 10cm-30cm. Secara megaskopis memiliki warna abu – abu muda sampai abu-abu tua, berbutir sedang (Wentworth, 1922) dengan ukuran butir (1/4mm – 1/2mm), terpilah baik, ukuran butir relatif seragam, *subrounded*, memiliki tingkat pelapukan sedang (*moderate weathered*). Di beberapa tempat terlihat struktur sedimen paralel laminasi dan *crosslamination*.

3. Batubara (*coal*)

Pengamatan secara megaskopis di lapangan, batubara ini berwarna hitam pekat, memiliki kilap kusam (*dull*), mudah pecah jika dipukul, memiliki pecahan tidak beraturan, memiliki berat sedang, dengan keberadaannya bervariasi, ada yang merupakan lapisan tebal seperti pada *seam* 20 *pit* 16 serta berupa sisipan pada batupasir

serta batu lanau dengan ketebalan 10cm-20cm. Perlapisan batubara pada *pit* 116 memiliki arah penunjaman ke timur.

Properties Material

Dalam evaluasi dan penentuan nilai faktor keamanan dari desain awal tahap 1 *disposal* SWD 11 digunakan beberapa *properties* material yang menyusun timbunan *disposal*. Karena ini merupakan rancangan, maka material penyusun timbunan *disposal* SWD 11 belum terbentuk semua sampai tahap 1 (elevasi RL 50), hanya beberapa material yang telah pasti ada yaitu material *bedrock*,

remolded material, *mud* dan *mudcell structure*. Keempat material tersebut telah ada sebelum rancangan awal SWD 11, sehingga dapat ditentukan secara pasti letak dan kedalaman material tersebut melalui peta topografi *mine out* pit G serta peta topografi situasi pada saat pembuatan desain awal *disposal* SWD 11. Sedangkan material timbunan selanjutnya diasumsikan sebagai material jenuh (*saturated*) dan (*unsaturated*) berdasarkan pada material penyusun timbunan *disposal* pada umumnya. *Properties material* dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Properties material disposal SWD 11

No	Material	Unit Weight (kN/m ³)	Kohesi (kN/m ²)	Sudut Geser Dalam (°)
1	<i>Bedrock</i>	20	∞	∞
2	<i>Remolded</i>	18	5,9502	16,33
3	<i>Saturated</i>	18	27,023	16,37
4	<i>Unsaturated</i>	17	62,048	15,84
5	<i>Blended</i>	18	35	0
6	<i>Compacted</i>	20	10	30
7	<i>Mudcell</i>	20	6	23
8	<i>Mud</i>	18	16	0

FK Desain Awal Disposal SWD 11

Faktor keamanan desain awal diperoleh melalui analisis kestabilan lereng *disposal* SWD 11 pada 3 penampang (*cross section*) yang akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Penampang A

Pada *cross section A*, kondisi *disposal* pada desain awal memiliki jarak *bench* dengan kolam lumpur (*sump*) utara adalah 69m, kemudian timbunan pada *bench* pertama memiliki lebar *berm* adalah 170m. Pada *bench* pertama ini akan dibuat *counter weight*, yang bertujuan untuk memberikan tahanan terhadap gaya penggerak lereng, sehingga dapat memperbesar nilai faktor keamanan.

Untuk tipe longsor busur (*circular failure*) dengan desain awal tersebut, memiliki nilai faktor keamanan $\geq 1,2$ (Lampiran 1). Model dari *cross section A* desain awal sudah aman untuk tipe longsor busur, adanya *counter weight* mampu

menahan gaya penggerak dari lereng *disposal* tersebut.

Akan tetapi untuk tipe longsor bidang (*plane failure*) *cross section A* memiliki nilai faktor keamanan $\leq 1,2$ (Lampiran 1) sehingga termasuk dalam kategori tidak aman. Perbedaan nilai yang cukup jauh dari tipe longsor busur dan bidang (tabel 4.3 dan tabel 4.4) memiliki selisih nilai 0.4. Adanya *counter weight* pada kaki *disposal* belum mampu memberikan gaya penahanan yang cukup dengan tipe longsor bidang.

Selain itu, penyebab lain yang sangat mempengaruhi perbedaan nilai faktor keamanan dari tipe longsor bidang dan busur adalah bidang gelincir pada longsor bidang. Bidang longsor terdapat pada bidang lemah yaitu batas antara material *bedrock* dengan material *remolded*, yang memiliki elevasi lebih dalam daripada bidang gelincir dari longsor busur. Hal ini menyebabkan perbedaan berat dari material

diatas bidang gelincir. Pada longsor bidang dengan bidang gelincir lebih dalam akan memiliki berat material lebih besar dari longsor busur yang memiliki bidang gelincir lebih dangkal.

Adanya *blended* material pada batas antara material *bedrock* dengan material *remolded*, memberikan gaya penahan semakin kecil. *Blended* material memiliki nilai *properties* material yang jelek karena nilai sudut geser dalam 0 (*undrained*). Oleh sebab itu, *blended* material menyebabkan gaya penahan semakin kecil yang memungkinkan material di atas bidang gelincir tersebut mengalami longsor.

b. Penampang B

Pada *cross section B*, kondisi *disposal* pada desain awal memiliki jarak *bench* pertama dengan kolam lumpur (*sump*) selatan adalah 86m, kemudian timbunan pada *bench* kedua memiliki lebar *berm* adalah 30m berulang sampai pada elevasi RL 50m. Jarak timbunan pertama pada *bench 1* ini dapat dikategorikan memiliki jarak yang cukup jauh dengan kolam lumpur (*sump*) selatan, dibandingkan dengan *cross section A* yang memiliki konstruksi *counter weight* pada *bench 1* dengan jarak timbunan pertama pada *bench 1* terhadap kolam lumpur (*sump*) utara yaitu 69m dengan lebar *berm* kedua 170 m.

Tidak adanya *counter weight* pada kaki *disposal cross section B* menyebabkan timbunan pada *disposal* tidak memiliki gaya penahan yang cukup. Selain itu juga timbunan juga langsung berbatasan dengan kolam lumpur (*sump*) selatan, sehingga kemungkinan terjadi longsor sangat besar. Ketika material akan mengalami longsor, seketika akan langsung bergerak tanpa ada gaya penahan lain, ditambah dengan adanya kolam lumpur (*sump*) selatan yang berisi lumpur dengan *properties* material yang buruk.

Dengan kondisi tersebut, *cross section B* akan menghasilkan nilai faktor keamanan yang lebih kecil dari nilai faktor keamanan pada *cross section A* (tabel 4.3 dan tabel 4.4), baik untuk tipe longsor busur (*circular failure*) maupun tipe longsor bidang (*plane failure*).

Untuk tipe longsor busur (*circular failure*) dengan desain awal tersebut, memiliki nilai faktor keamanan 1,035 untuk metode *Bishop simplified* dan 1,012 untuk metode *Janbu simplified* (Lampiran 1). Model dari *cross section B* desain awal termasuk

dalam kategori tidak aman untuk tipe longsor busur, tidak adanya adanya *counter weight* memperburuk gaya gaya penahan lereng *disposal* tersebut.

Bidang gelincir pada tipe longsor busur dengan nilai faktor keamanan terkecil memiliki dimensi yang cukup lebar, yaitu dari batas antara timbunan dengan kolam lumpur (*sump*) selatan sampai dengan timbunan pada elevasi RL 40m. Dengan bidang gelincir yang memiliki dimensi lebih lebar dan lebih dalam akan memberikan nilai faktor keamanan yang lebih besar, karena memiliki berat material yang lebih banyak, dibandingkan dengan dimensi bidang gelincir yang lebih sempit. Bidang gelincir dengan dimensi lebih besar apabila terjadi longoran akan menyebabkan kerugian yang sangat besar dari pada bidang gelincir yang lebih kecil.

Untuk tipe longsor bidang (*plane failure*) *cross section B* juga memiliki nilai faktor keamanan $\leq 1,2$ yaitu 1,091 untuk metode *Bishop simplified* dan 1,085 untuk metode *Janbu simplified* (Lampiran 1), sehingga termasuk dalam kategori tidak aman.

Pada tipe longsor bidang (*plane failure*), yang sangat mempengaruhi perbedaan nilai faktor keamanan adalah bidang gelincir. Bidang longsor terdapat pada bidang lemah yaitu batas antara material *bedrock* dengan material *remolded* dan sebagian terletak pada *blended* material.

Adanya *blended* material pada batas antara material *bedrock* dengan material *remolded*, memberikan gaya penahan semakin kecil. *Blended* material memiliki nilai *properties* material yang jelek karena nilai sudut geser dalam 0 (*undrained*). Oleh sebab itu, *blended* material menyebabkan gaya penahan semakin kecil yang memungkinkan material di atas bidang gelincir tersebut mengalami longsor.

c. Penampang C

Pada *cross section C*, kondisi desain awal *disposal* berbeda dengan *cross section A* dan B. Pada *cross section A* dan B, timbunan pada *bench* pertama langsung berbatasan dengan kolam lumpur (*sump*), dan juga timbunan berada di atas material *remolded*. Pada *cross section C*, timbunan pada *bench 1* tidak berbatasan langsung dengan kolam lumpur (*sump*), masih terdapat jarak 52m. Timbunan juga berada di atas material *bedrock* yang memiliki *properties* material lebih kuat. Pada desain awal, tidak dirancang

dengan konstruksi *counter weight* dengan asumsi akan aman dengan kondisi tersebut.

Untuk tipe longsoran busur (*circular failure*) dengan desain awal tersebut, memiliki nilai faktor keamanan 1,280 untuk metode *Bishop simplified* dan 1,262 untuk metode *Janbu simplified* (Lampiran 1). Model dari *cross section C* desain awal termasuk dalam kategori aman untuk tipe longsoran busur, tidak adanya *counter weight* merupakan keputusan yang tepat. Terbukti dengan tipe longsoran busur, *disposal* telah termasuk dalam kategori aman.

Yang menyebabkan *cross section C* memiliki nilai faktor keamanan $\geq 1,2$ adalah dari kondisi *surface* dari *mine out*. *Surface mine out* yang memiliki material *bedrock* tersebut memiliki kemiringan yang lebih landai dari pada *cross section A* dan *B*, yaitu 7° . Dengan sudut kemiringan *surface mine out* yang lebih landai, akan menghasilkan gaya penggerak yang lebih kecil, serta jumlah berat total timbunan yang ada lebih ringan daripada *surface mine out* yang lebih curam. Akan tetapi untuk tipe longsoran bidang

(*plane failure*) *cross section C* memiliki nilai faktor keamanan $\leq 1,2$ yaitu 1,119 untuk metode *Bishop simplified* dan 1,096 untuk metode *Janbu simplified*, sehingga termasuk dalam kategori tidak aman (Lampiran 1).

Pada tipe lonsoran bidang (*plane failure*), yang sangat mempengaruhi perbedaan nilai faktor keamanan adalah bidang gelincir. Bidang longsoran terdapat pada bidang lemah yaitu batas antara material *bedrock* dengan material *remolded* dan sebagian terletak pada *blended* material.

Adanya *blended* material pada batas antara material *bedrock* dengan material *remolded*, memberikan gaya penahan semakin kecil. *Blended* material memiliki nilai *properties* material yang jelek karena nilai sudut geser dalam 0 (*undrained*). Oleh sebab itu, *blended* material menyebabkan gaya penahan semakin kecil yang memungkinkan material di atas bidang gelincir tersebut mengalami longsor.

Nilai faktor keamanan pada desain awal *disposal SWD 11* dapat dilihat pada tabel 2 dan 3.



Tabel 2 Nilai faktor keamanan desain awal untuk longsoran busur

No.	Cross Section	Faktor Keamanan		Keterangan
		<i>Bishop simplified</i>	<i>Janbu simplified</i>	
1.	A	1,288	1,218	Aman
2.	B	1,035	1,012	Tidak aman
3.	C	1,280	1,262	Aman

Tabel 3 Nilai faktor keamanan desain awal untuk longsoran bidang

No.	Cross Section	Faktor Keamanan		Keterangan
		<i>Bishop simplified</i>	<i>Janbu simplified</i>	
1.	A	0,874	0,836	Tidak aman
2.	B	1,091	1,085	Tidak aman
3.	C	1,119	1,096	Tidak aman

Keterangan

 = tidak aman
 = aman

FK Desain Baru *Disposal SWD 11*

Dari evaluasi desain awal *disposal SWD 11* perlu adanya perbaikan untuk menghasilkan *disposal* yang aman khususnya pada kasus tipe longsoran bidang (*plane failure*). Perbaikan desain awal memerlukan adanya rekaya geoteknik untuk memperoleh nilai faktor keamanan $\geq 1,2$. Rekayasa geoteknik merupakan tindakan penunjang

kestabilan lereng yang dilakukan untuk mengurangi gaya termobilisasi pada badan lereng dan meningkatkan gaya penahan lereng, penurunan tekanan pori atau muka air tanah pada badan lereng.

Rekayasa geoteknik yang penulis lakukan antara lain melakukan regeometri dan membuat suatu *counter weight*. Regeometri merupakan tindakan yang dilakukan untuk mengurangi momen penggerak dengan cara

pemotongan pada bagian kepala dan menghindari pemotongan pada kaki lereng. *Counter weight* umumnya dibuat pada kaki lereng yang berfungsi mencegah penggerusan dan memberikan gaya-gaya kontra yang menahan gerakan tanah.

Rekayasa geoteknik yang dilakukan juga harus memperhitungkan faktor kapasitas *disposal* serta biaya yang dikeluarkan. Misalnya saja, untuk memperkecil gaya penggerak dengan melakukan regeometri pada lereng *disposal* harus memperhitungkan kapasitas hasil regeometri. Hasil regeometri bisa saja aman, tetapi kapasitas *disposal* jauh berkurang dari desain awal akan merugikan kedua pihak baik *owner* maupun kontraktor sendiri. Sehingga dibutuhkan tindakan yang tepat pada rekayasa geoteknik tersebut. Berikut detail rekayasa geoteknik yang dilakukan:

a. Penampang A

Pada *cross section A*, *counter weight* terdiri dari 2 *bench*, yang pertama memiliki lebar 75 m, tinggi dari RL -20m sampai mencapai kedalaman *bedrock* dengan kaki

slope kanan 24° dan kiri 34° serta pada bench kedua memiliki lebar 30 m, tinggi 10m dari RL -20m sampai RL -10m dengan kaki slope kanan 40° (Lampiran 2).

b. Penampang B

Pada *cross section B*, *counter weight* terdiri dari 2 *bench*, yang pertama memiliki lebar 30 m, tinggi dari RL -20m sampai mencapai kedalaman *bedrock* dengan kaki slope 40° serta pada bench kedua memiliki lebar 30 m, tinggi 10m dari RL -20m sampai RL -10m dengan kaki slope 40° (Lampiran 2).

c. Penampang C

Pada *cross section C* *counter weight* terdiri dari 2 *bench*, yang pertama memiliki lebar 30 m, tinggi dari RL -10m sampai mencapai kedalaman *bedrock* dengan kaki slope 40° serta pada bench kedua memiliki lebar 30 m, tinggi 10m dari RL -10m sampai RL 0m dengan kaki slope 40° (Lampiran 2).

Dengan adanya rekayasa geoteknik tersebut diperoleh nilai faktor keamanan desain baru dapat dilihat pada tabel 4 dan 5.



Tabel 4 Nilai faktor keamanan desain baru untuk longsor busur

No.	Cross Section	Faktor Keamanan		Keterangan
		<i>Bishop simplified</i>	<i>Janbu simplified</i>	
1.	A	1,311	1,252	Aman
2.	B	1,227	1,204	Aman
3.	C	1,492	1,466	Aman

Tabel 5 Nilai faktor keamanan desain baru untuk longsor bidang

No.	Cross Section	Faktor Keamanan		Keterangan
		<i>Bishop simplified</i>	<i>Janbu simplified</i>	
1.	A	1,344	1,274	Aman
2.	B	1,266	1,234	Aman
3.	C	1,256	1,206	Aman

Keterangan

-  = tidak aman
-  = aman

Perbandingan Kapasitas *Disposal* SWD 11

Berdasarkan hasil perhitungan kapasitas *disposal* SWD 11 desain awal dan desain baru (tabel 6) diketahui bahwa kapasitas *disposal* SWD 11 desain baru lebih besar daripada desain awal. Selisih dari kedua kapasitas desain *disposal* tersebut adalah 1.016.342,3 ton atau dengan kata lain bertambah 5% dari

kapasitas desain *disposal* awal. Perubahan kapasitas *disposal* sesuai dengan yang diharapkan. Desain baru *disposal* memiliki nilai faktor keamanan $\geq 1,2$ dan memiliki kapasitas *disposal* lebih banyak. Untuk mengetahui perubahan desain *disposal* awal dan baru dapat dilihat pada Lampiran 3.

Pengaruh Properties Material Terhadap Kestabilan Lereng *Disposal* SWD 11

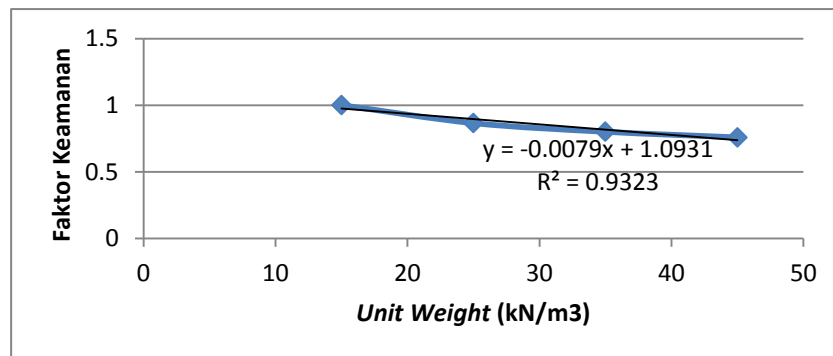
Sifat fisik dan mekanik dari material timbunan mempengaruhi kestabilan lereng *disposal* seperti pada persamaan *Mohr-Coulomb*. Sifat fisik yang mempengaruhi kestabilan lereng adalah *unit weight* (γ). Nilai *unit weight* (γ) berbanding terbalik dengan nilai faktor keamanan. Dari grafik perubahan *unit weight* (γ) terhadap faktor keamanan diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,9323 (gambar 2), yang berarti bahwa 93% antara nilai *unit weight* (γ) terhadap faktor keamanan saling berpengaruh. Semakin besar nilai *unit weight* (γ) menyebabkan nilai faktor keamanan mengalami penurunan rata-rata 4,4%.

Sifat mekanik material timbunan yang mempengaruhi kestabilan lereng *disposal* adalah nilai kohesi (c) dan sudut geser dalam (ϕ). Dari grafik perubahan kohesi (c) terhadap faktor keamanan diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,9961 (gambar 3), yang berarti bahwa 99% antara nilai kohesi (c) terhadap faktor keamanan saling berpengaruh.

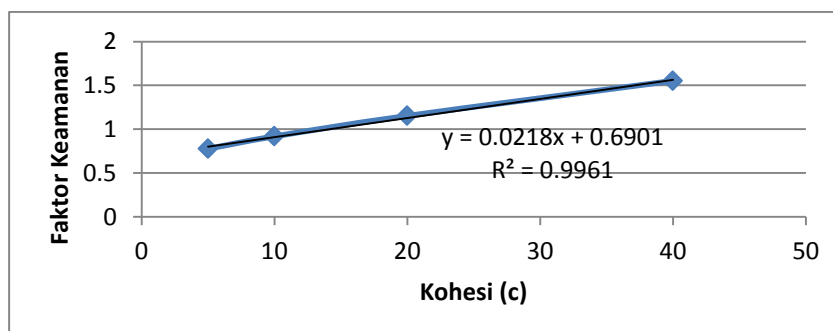
Semakin besar nilai kohesi (c) menyebabkan nilai faktor keamanan mengalami kenaikan sebesar rata-rata 8,4%.

Dari grafik perubahan sudut geser dalam (ϕ) terhadap faktor keamanan diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,998 (gambar 4), yang berarti bahwa 99% antara nilai sudut geser dalam (ϕ) terhadap faktor keamanan saling berpengaruh. Semakin besar nilai sudut geser dalam (ϕ) menyebabkan nilai faktor keamanan mengalami kenaikan sebesar rata-rata 15,3%.

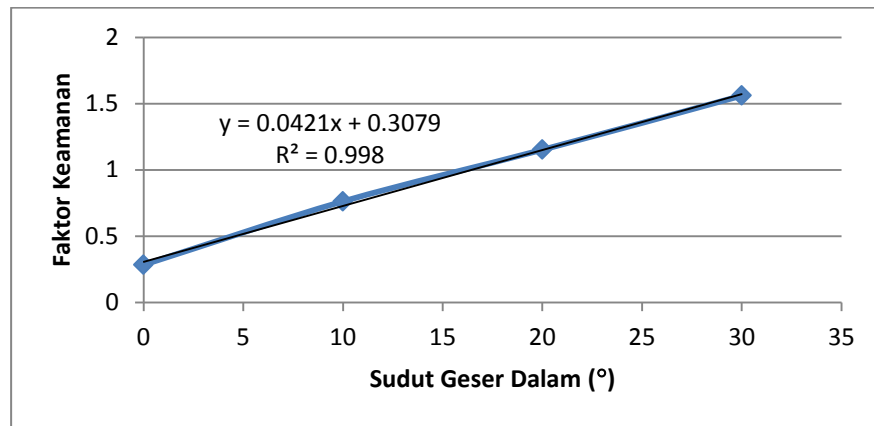
Dengan diketahuinya pengaruh sifat fisik dan mekanik tanah timbunan pada *disposal* SWD 11 terhadap kestabilan lerengnya diharapkan dapat memberikan gambaran terhadap proses konstruksi. Material yang akan ditimbun bisa disesuaikan sifat fisik dan mekaniknya seperti dengan mengompaksi dengan alat berat untuk memperbesar nilai kohesi, serta pemilihan material timbunan yang kering agar bobot isi tidak membesar sehingga memperkecil nilai faktor keamanannya.



Gambar 2 Grafik hubungan *unit weight* (γ) dan f_k



Gambar 3 Grafik hubungan kohesi (c) dan f_k



Gambar 4 Grafik hubungan sudut geser dalam (ϕ) dan fk

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis maka dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

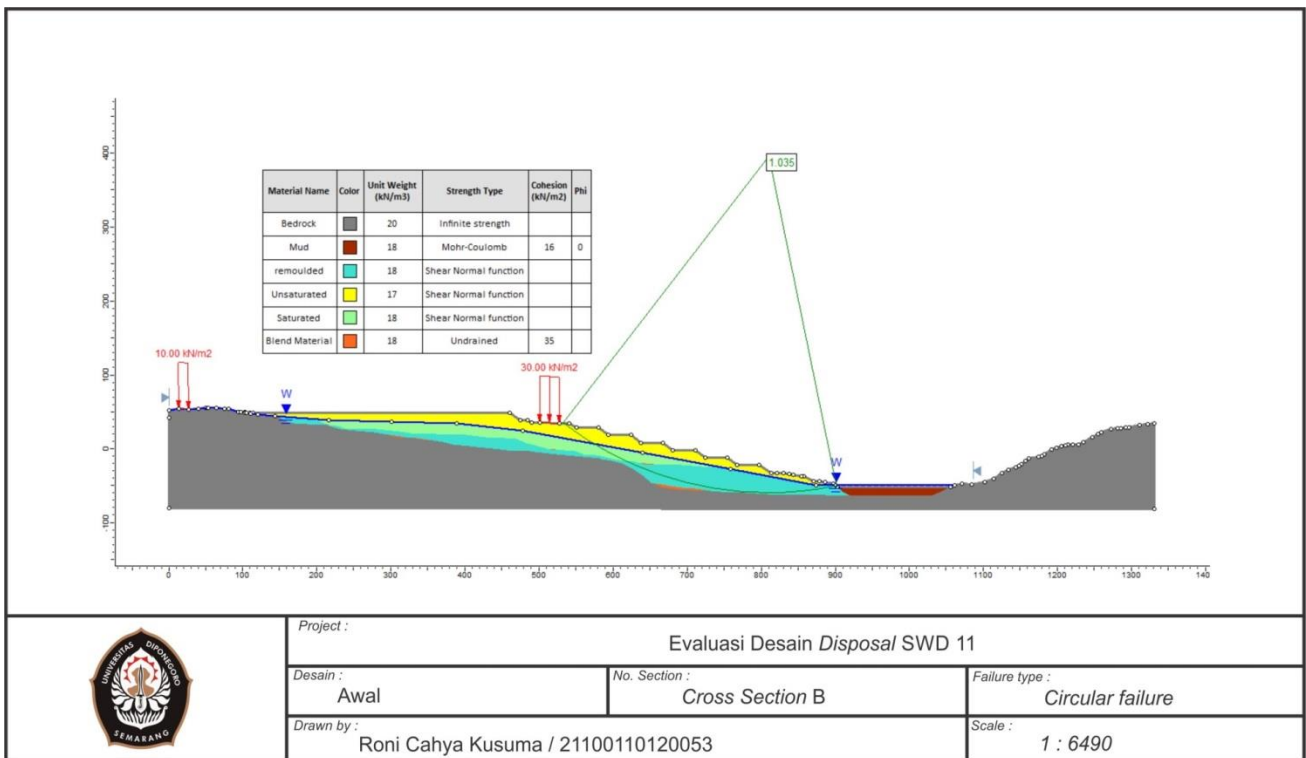
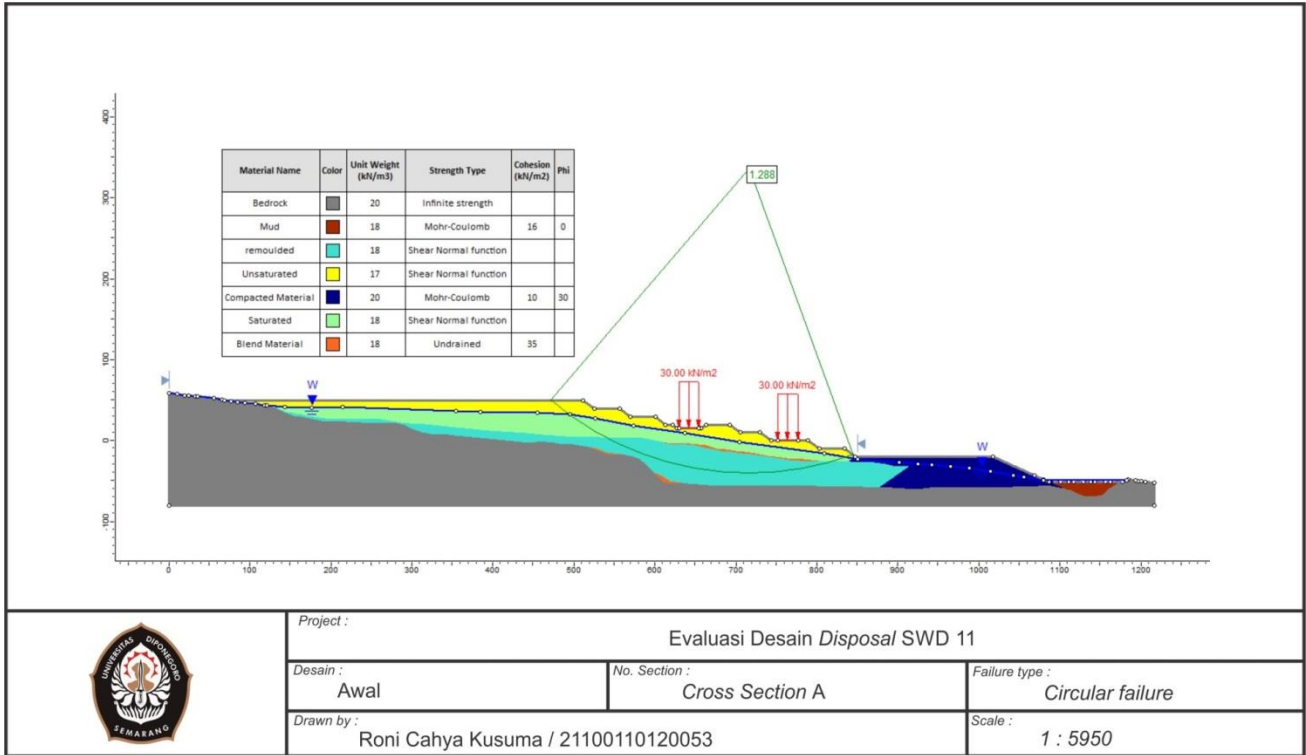
1. Desain awal *disposal* SWD 11 ketiga *cross section* untuk tipe longsoran busur (*circular failure*) dan tipe longsoran bidang (*plane failure*) memiliki nilai faktor keamanan $\leq 1,2$ sehingga termasuk kedalam kondisi tidak aman.
2. Desain lereng yang baru dan yang memiliki faktor keamanan $\geq 1,2$ untuk *cross section* A dengan membuat *counter weight* pada dua *bench* awal serta menggeser timbunan pada *bench* ke dua ke arah timur sejauh 95m, untuk *cross section* B dengan membuat *counter weight* pada dua *bench* awal serta menggeser timbunan 32m ke arah barat, untuk *cross section* C dengan membuat *counter weight* pada dua *bench* awal, serta mengubah sudut *single slope* menjadi 40° untuk ketiga *cross section*.
3. Dari hasil desain *disposal* SWD 11 diperoleh kapasitas volume *disposal* lebih besar dari desain awal yaitu 20.646.574 ton menjadi 21.662.916,3 ton bertambah 1.016.342,3 ton atau meningkat sebesar 5% dari kapasitas volume desain awal, hal ini menunjukkan bahwa rekomendasi desain *disposal* SWD 11 dinilai menguntungkan.
4. Pengaruh parameter sifat fisik dan mekanik tanah yang mempengaruhi kestabilan lereng *disposal* SWD 11 antarlain *unit weight* (γ), kohesi (c), sudut geser dalam (ϕ). Semakin besar nilai *unit weight* (γ) maka nilai faktor keamanan mengalami penurunan rata-

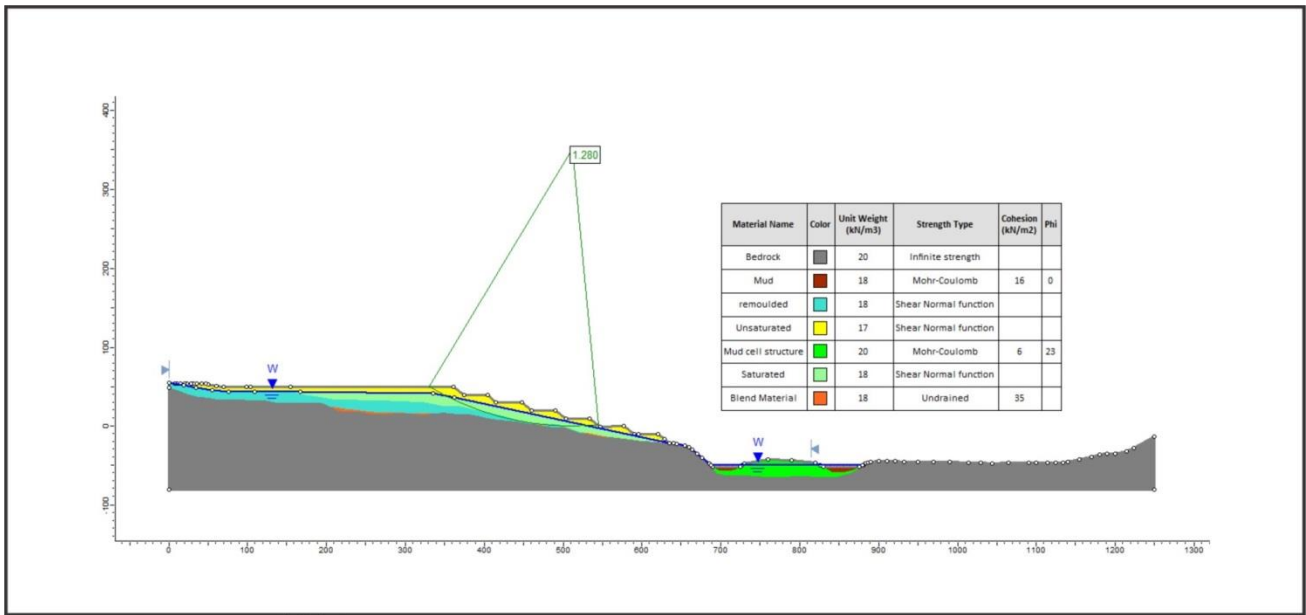
rata 4,4%, semakin besar nilai kohesi (c) maka nilai faktor keamanan mengalami kenaikan rata-rata 8,4%, semakin besar sudut geser dalam (ϕ) maka nilai faktor keamanan mengalami kenaikan rata-rata 15,3%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arief, S., 2007. *Dasar Dasar Analisis Kestabilan Lereng*. Sorowako
- Didik, J., *Sistem Manajemen Geoteknik Tambang*. PT Pampapersada Nusantara, Jakarta Timur.
- Firman, S., 2013. *Geotechnical Assessment Of Disposal SWD 11 (1st Stage)*. PT Jembayan Muara Bara, Separi.
- Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral. 2011. *Cadangan Batubara Indonesia Sebesar 12 Miliar Ton* [Internet]. Tersedia dalam: <http://www.esdm.go.id/berita/44-batubara/805-cadangan-batubara-indonesia-sebesar-12-miliar-ton.html>
- Lambe, T William & Whitman, Robert V. 1969. *Soil Mechanics*. Massachusetts Institute of Technology.
- Supriatna, dkk., 1986. *Peta Geologi Regional Lembar Samarinda, Kalimantan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
- Wesley, Laurence D., 2010. "*Fundamentals of Soil Mechanics for Sedimentary and Residual Soil*", John Wiley & Sons, inc. Canada
- Wyllie, Duncan C. & Mah, Christopher W., 2004. *Rock Slope Engineering Civil and Mining*, 4th Edition. Taylor & Francis Group, London and New York.

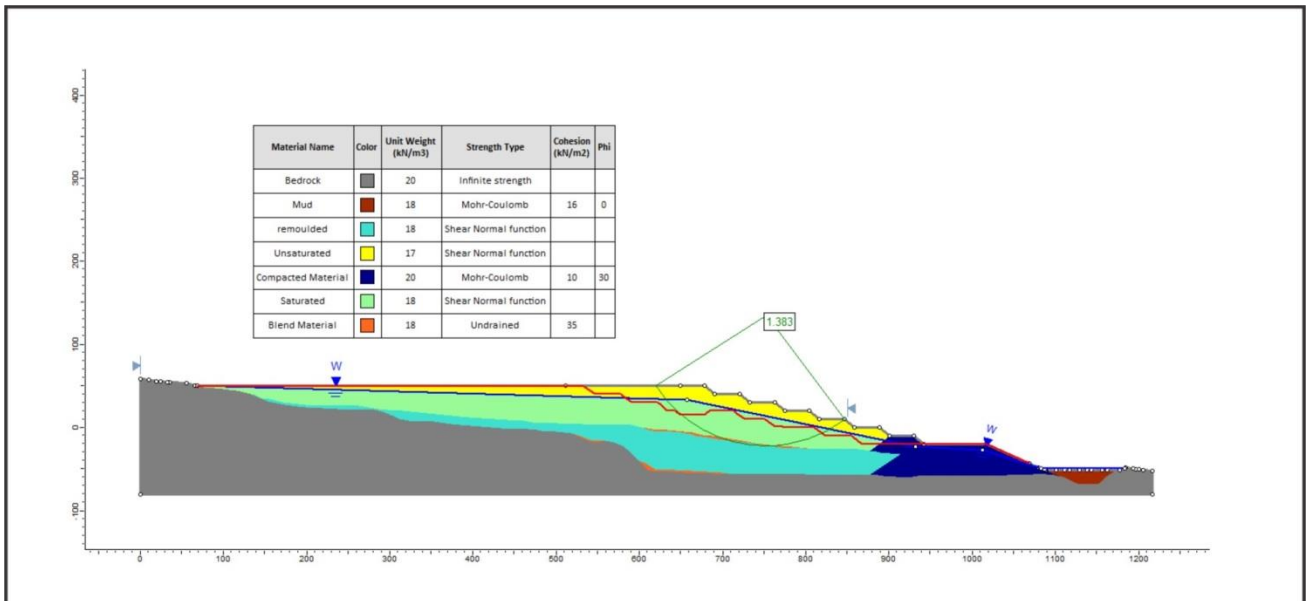
LAMPIRAN 1 Analisi Kestabilan Lereng Desain Awal



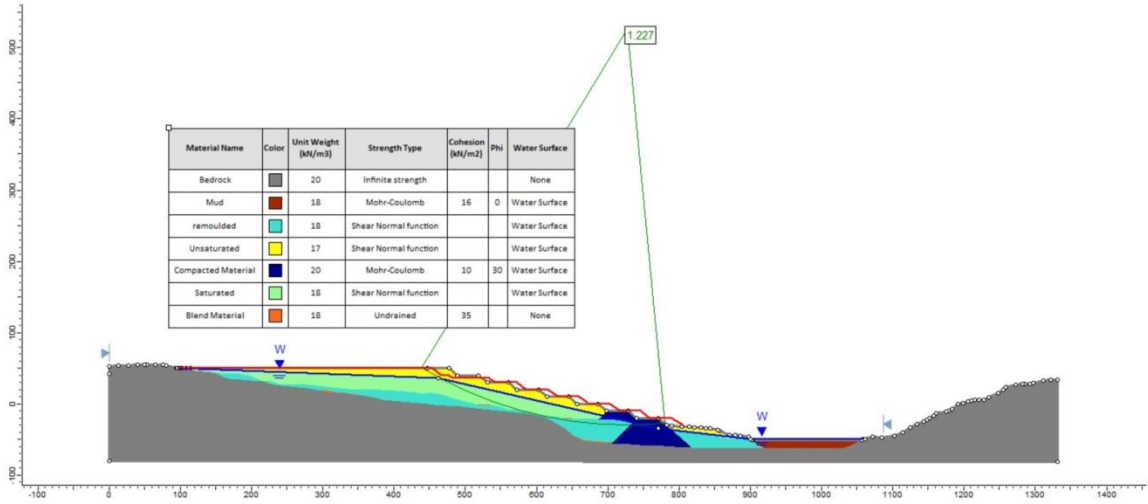


Project : Evaluasi Desain Disposal SWD 11		
Desain : Awal	No. Section : Cross Section C	Failure type : Circular failure
Drawn by : Roni Cahya Kusuma / 21100110120053		Scale : 1 : 6060

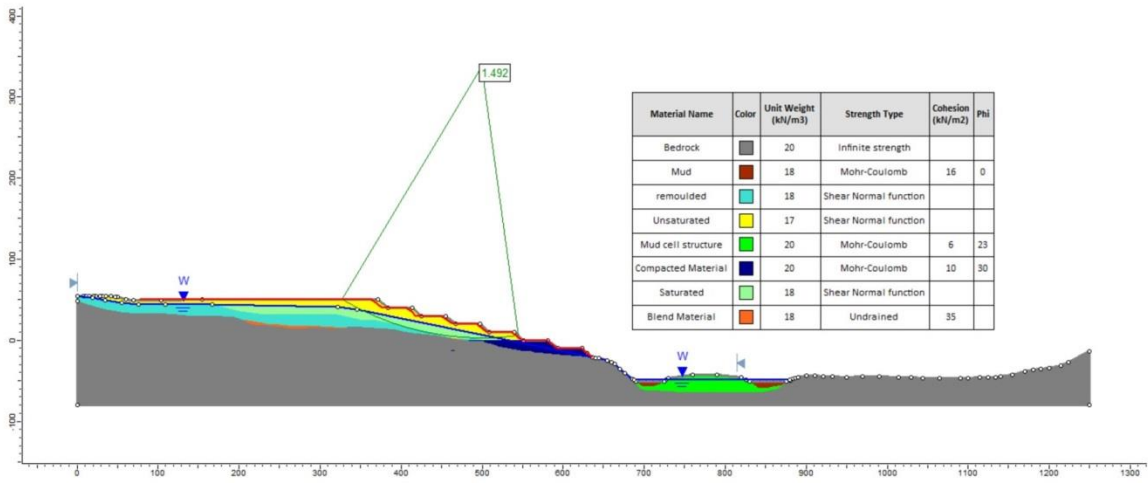
LAMPIRAN 2 Analisis Kestabilan Lereng Desain Baru



Project : Evaluasi Desain Disposal SWD 11		
Desain : Baru	No. Section : Cross Section A	Failure type : Circular failure
Drawn by : Roni Cahya Kusuma / 21100110120053		Scale : 1 : 5710

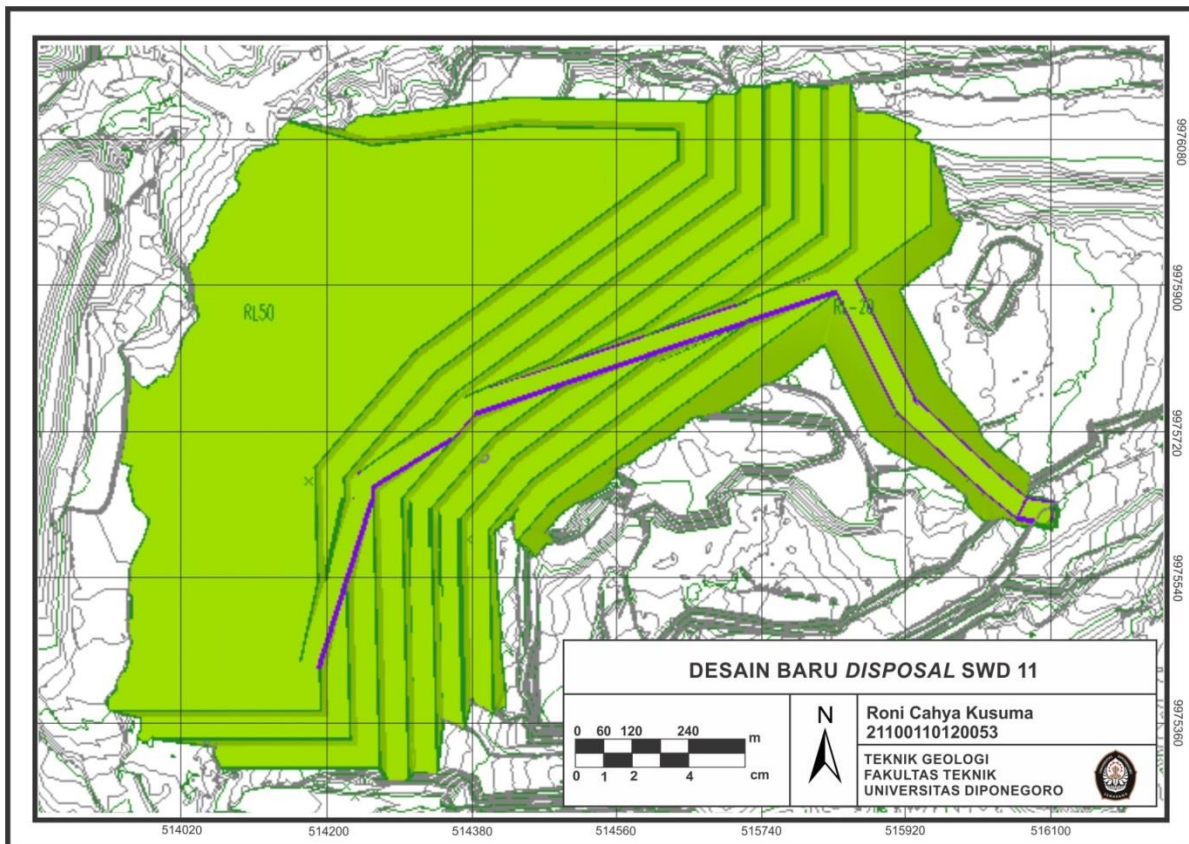
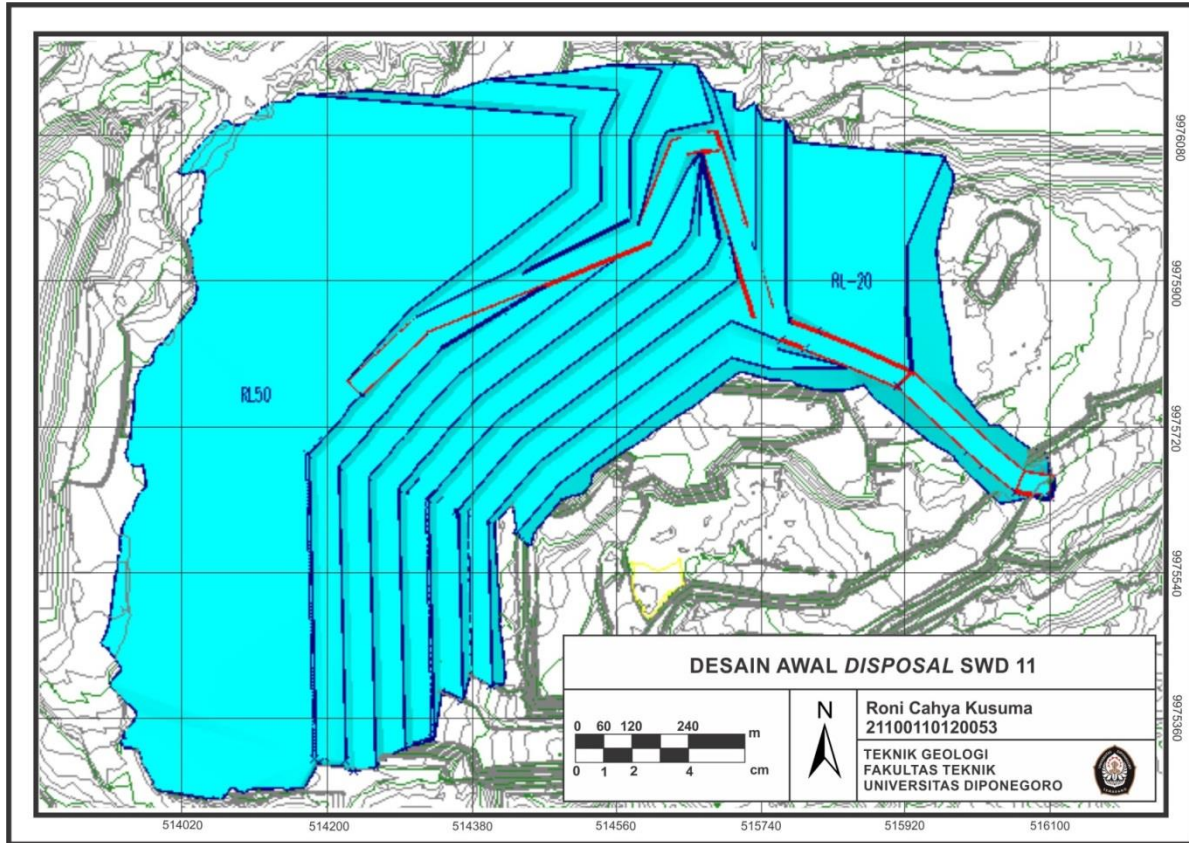


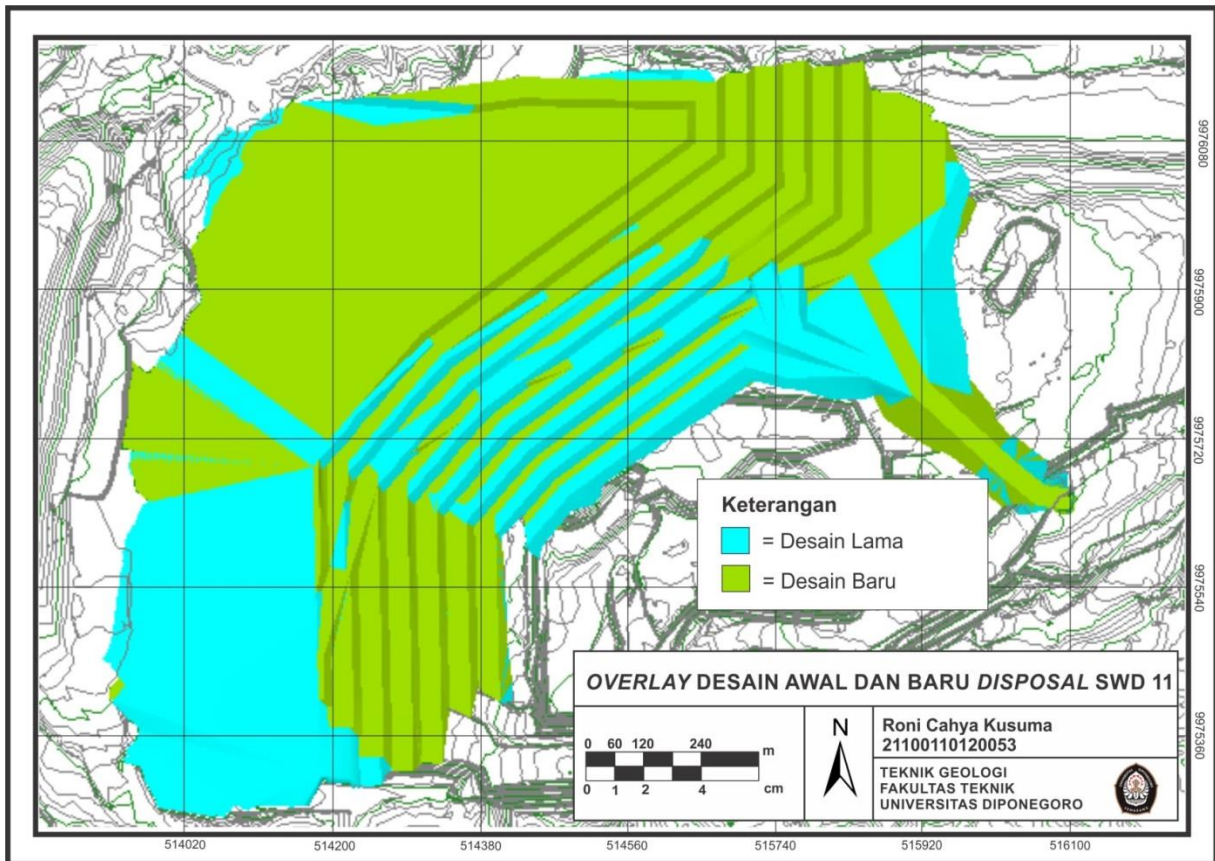
Project : Evaluasi Desain Disposal SWD 11		
Desain : Baru	No. Section : Cross Section B	Failure type : Circular failure
Drawn by : Roni Cahya Kusuma / 21100110120053		Scale : 1 : 6660



Project : Evaluasi Desain Disposal SWD 11		
Desain : Baru	No. Section : Cross Section C	Failure type : Circular failure
Drawn by : Roni Cahya Kusuma / 21100110120053		Scale : 1 : 5880

LAMPIRAN 3 DESAIN DISPOSAL SWD 11





Overlay 3D Desain Disposals SWD 11

