

Analisa Teknis dan Ekonomis Strategi *Short Distance Disposal West Block (Anoa South)*

(Studi Kasus Oleh *Section Short Term Planning*, Departemen *Mines and Exploration* di PT. Vale Indonesia, Tbk. Kecamatan Nuha, Kabupaten Luwu Timur, Provinsi Sulawesi Selatan)

Technical Analysis and Disposal of Economic Strategy of Short Distance West Block (Anoa South)

(Case Study by *Section Short Term Planning*, *Departmen of Mines and Exploration* in PT. Vale Indonesia, Tbk. Nuha District, District Luwu East South Sulawesi Province)

¹Wini Rina Mulyanti, ²Yuliadi, ³Maryanto

^{1,2,3}*Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116*
email: ¹winy.mulyanti@gmail.com,

Abstract. PT. Vale Indonesia Tbk. operates in the field of mining and processing of nickel ore into nickel in matte product. Mining area covering two blocks namely Block (East Block) and Block West (West Block) which is composed of hills containing nickel ore deposits. The area east smelter called Eastern Bloc and the west of the smelter is called the West Block where the broader mining area of the mining area in the Eastern Bloc. Mining process PT Vale Indonesia, Tbk sequentially starting from the top soilstripping,stripping, overburdenmining, screening in the screening station and mixing in wet ore stockpile that could be eligible for processing at the plantproces. Pit studied in the region of the West Block (West Block) namely Pit Anoa South target the removal of overburden to the disposal of about 200,000 tonnes / week. Research plan in the form of landfill disposal in the area by taking into account the density of bank material in the form of land will fill slope side in accordance with the disposal area which has been set at the time of disposal geometry modeling by calculating the amount of material that will be used at the disposal compacting process. compacting process is carried out using material disposal in the form of Kuari,Slag and Reject Screening. The data required for modeling this disposal is in the form of topographic data updates and BlueZone, active disposal, and distance face to disposal. With these data we can look for alternative disposal with a shorter distance (Short Distance) from locations Loading Point to disposal in hopes of getting the numbers economical operation. Distance disposal active block South Anoa a disposal that haddistances long haul thus created a new route by seeking closer disposal plan in the hope to reduce the number saving of costface (loading point) to the landfill. Active disposal location long is 3.67 km haul,subsequent to determining the location of the disposal plan obtained short distance with a distance of 2.5 km, thereby minimizing operating costs in loading - hauling in order to reduce the cost of landfill disposal. Following the disposal plan optimization of disposal location Anoa South then obtained landfill disposal costs with the total cost of landfill disposal fee active realization of Rp 20.898,13/LCM and Plan of disposal fee plan of Rp 12.696,52/LCM.costs in order to get Cost Saving Rp 8.201,61/LCM.

Keywords: Long Haul, Short Distance, Cost Hoarding and Saving Cost

Abstrak. PT. Vale Indonesia Tbk. beroperasi dalam bidang penambangan nikel dan pengolahan bijih menjadi produk nikel dalam matte. Daerah penambangan meliputi dua blok yaitu Blok Timur (East Block) dan Blok Barat (West Block) yang terdiri dari bukit-bukit yang mengandung endapan bijih nikel. Daerah di sebelah timur pabrik peleburan disebut Blok Timur dan yang di sebelah barat pabrik peleburan disebut Blok Barat dimana daerah penambangannya lebih luas dari daerah penambangan pada Blok Timur. Proses penambangan PT Vale Indonesia, Tbk secara berurutan dimulai dari pengupasan top soil, pengupasan overburden, penambangan, pengayakan di screening station dan pencampuran di wet ore stockpile sehingga bisa memenuhi persyaratan untuk proses pengolahan di proses plant. Pit yang dikaji berada pada daerah Blok Barat (West Block) yaitu Pit Anoa South dengan target pemindahan tanah penutup ke disposal sekitar 200.000 ton/minggu. Rencana penelitian berupa penimbunan tanah pada area disposal dengan memperhatikan kepadatan dari material timbunan berupa tanah yang akan mengisi sisi lereng sesuai dengan luas area disposal yang telah ditetapkan pada saat pemodelan geometri disposal dengan memperhitungkan jumlah material disposal yang akan digunakan pada proses pembatuan. Proses pembatuan dilakukan

menggunakan material disposal berupa Kuari, Slag dan Reject Screening. Data yang diperlukan untuk pemodelan disposal ini yaitu berupa data topografi update dan bluezone, disposal aktif, dan jarak face to disposal. Dengan data tersebut dapat mencari alternatif disposal dengan jarak yang lebih dekat (Short Distance) dari lokasi Loading Point ke disposal dengan harapan mendapatkan angka operasi yang ekonomis. Jarak disposal aktif blok Anoa South merupakan disposal yang memiliki jarak long haul dengan demikian dibuat rute baru dengan mencari disposal plan yang lebih dekat dengan harapan dapat menekan angka saving cost dari face (loading point) ke lokasi penimbunan. Lokasi disposal aktif long haul berjarak 3,67 km, setelah dilakukannya penentuan lokasi disposal plan didapat short distance dengan jarak sejauh 2,5 km, dengan demikian dapat meminimalisasi biaya dalam operasi loading – hauling agar dapat menekan biaya penimbunan disposal. Setelah dilakukannya optimalisasi disposal dilokasi disposal plan Anoa South maka didapat biaya penimbunan disposal dengan total biaya penimbunan dari Realisasi Biaya disposal aktif sebesar Rp 20.898,13/LCM serta Rencana Biaya disposal plan sebesar Rp 12.696,52/LCM. Sehingga didapat biaya saving cost sebesar Rp 8.201,61/LCM.

Kata Kunci: Long Haul, Short Distance, Biaya Penimbunan dan Saving Cost

A. Pendahuluan

Aktivitas penambangan di PT. Vale Indonesia, Tbk dilakukan pada site yang akan segera ditambang yaitu proses pembersihan lahan dan pengupasan tanah penutup (overburden) yang kemudian akan diangkut pada tempat penimbunan yang disebut Aktivitas Disposal. Material-material tersebut, merupakan material yang perlu digali dari pit demi memperoleh bijih atau material kadar tinggi. Dalam perencanaan disposal, perlu untuk mengetahui aspek teknis suatu disposal diantaranya menyangkut faktor suatu disposal.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut: apakah lokasi penentuan disposal plan dekat dengan face pada area tambang yang sudah mineout, bagaimana menentukan parameter geoteknik didapatkan, analisa kestabilan lereng di disposal plan blok Anoa South dilakukan dengan penarikan penampang melintang (cross section), berapakah perbandingan biaya keseluruhan operasi penimbunan tanah pada disposal existing dan disposal plan. Sedangkan tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui penentuan lokasi disposal plan yang lebih dekat dari area kerja (face) di blok Anoa South pada area yang sudah tidak ditambang (mine out).
2. Mengetahui parameter penentuan material properties dalam mendesain disposal plan di wilayah Anoa South.
3. Mengetahui desain disposal plan di wilayah Anoa South agar dapat memperoleh nilai faktor keamanan pada suatu lereng disposal yang ditinjau berdasarkan kondisi geologi, geometri lereng pada lokasi penambangan.
4. Mengetahui perbandingan biaya penimbunan disposal existing dan disposal plan di wilayah Anoa South.

B. Tinjauan Pustaka

Definisi Disposal

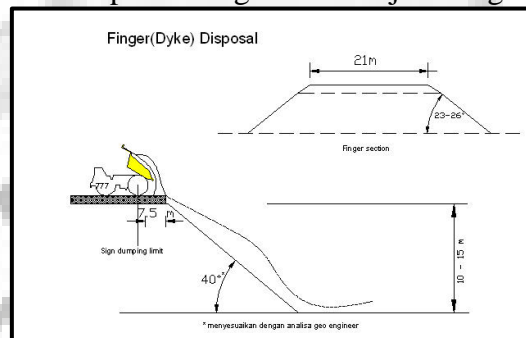
Waste dump atau disposal adalah daerah pada suatu operasi tambang terbuka yang dijadikan tempat membuang material kadar rendah atau material bukan bijih. Material tersebut perlu digali dari pit demi memperoleh bijih atau material kadar tinggi, sedangkan stockpile digunakan untuk menyimpan material yang akan digunakan pada saat yang akan datang. Stockpile juga dapat berfungsi sebagai tempat penyimpanan bijih kadar rendah yang dapat diproses pada saat yang akan datang maupun tanah penutup atau tanah pucuk yang dapat digunakan untuk reklamasi. Suatu kegiatan pertambangan umumnya memindahkan tanah penutup untuk mengambil bahan galian yang berada di dalam bumi.

Tipe-Tipe Disposal pada PT Vale Indonesia

Tipe-tipe disposal yang biasa diterapkan dalam pertambangan menggunakan jenis penambangan open cast mining seperti pada PT. Vale Indonesia, Tbk. terbagi atas tiga jenis (Sunarno, 2008), yaitu:

1. *Square Pattern Finger Disposal*

Finger Disposal adalah disposal yang dibuat maju dengan bantuan dozer. Disposal tipe ini memiliki ciri-ciri yaitu ketinggian kurang dari 15 meter dengan kemiringan lereng yang landai kurang dari 400. Dibutuhkan kontinuitas dari material disposal sebagai landasan Dump Truck agar tidak terjadi longsor.

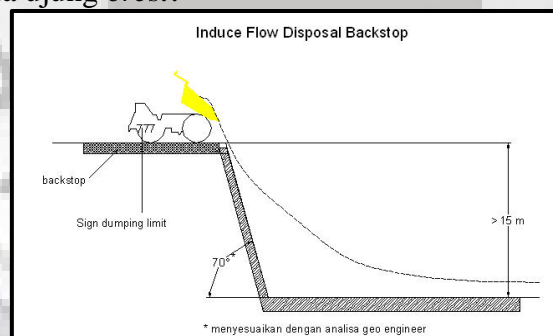


Sumber: Sunarno, P. Sorowako. 2008

Gambar 1. Rancangan *Finger Disposal*

2. *Pattern Disposal Tipe Induced Flow*

Induced Flow Disposal adalah tipe *disposal* yang memanfaatkan beda ketinggian > 15 meter untuk mendumping material, dengan sudut kemiringan antara 50° maksimum 70°. *Disposal* tipe ini dibangun di atas tanah asli yang stabil (*original*), pada area *blue zone* atau pada area yang direkomendasikan oleh engineer geoteknik. *Disposal* ini juga dilengkapi dengan *backstop* sebagai dukungannya (*bund wall*) setinggi setengah ban roda truk yang terletak pada ujung *crest*.



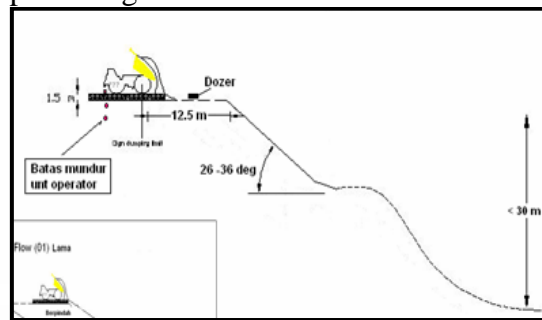
Sumber: Sunarno, P. Sorowako. 2008.

Gambar 2. Rancangan *Induced*

3. *Disposal Tipe Semi Induced*

Disposal Semi Induced Flow, umumnya sama atau memiliki kemiripan dengan *Induce Flow* tetapi truk hanya bisa dumping pada jarak tertentu yang diperbolehkan yaitu 12.5 m dari *original crest*. Setelah itu tanah penutup di dorong oleh dozer hingga ujung *crest*. *Crest* ke *toe* adalah 30 meter dengan kemiringan lereng antara 260- 360. *Semi Induce Flow* membutuhkan pembatuan material disposal pada landasan truk yang akan menongkang untuk menambah daya dukung tanah agar tidak terjadi longsor (*subsidence*). Karena kemiringannya lebih besar, *disposal* tipe ini membutuhkan dozer

yang lebih sedikit dari pada Finger Flow.



Sumber: Sunarno, P. Sorowako. 2008

Gambar 3. Semi Induced Flow Disposal

Material Disposal

Material disposal adalah material-material yang digunakan untuk konstruksi yang meliputi batuan kuari, pecahan batuan *slag*, dan *reject screening*. Material disposal ini berguna untuk menambah kekuatan dari tanah. Selain sebagai bahan perkerasan jalan, material disposal juga digunakan sebagai bahan perkerasan permukaan lapangan di *front* dan sebagai bahan untuk perkuatan material di *disposal*. Material disposal yang atas tiga macam yaitu kuari, *reject* dan *slag*. Material ini dibedakan dari segi cara memperolehnya masing-masing.

1. Batuan Kuari

Batuan kuari adalah batuan dasar yang berasal dari daerah-daerah *bluezone* atau *bedrock*. Produksi kuari biasanya disertai dengan kegiatan peledakan karena di butuhkan suatu kegiatan untuk melakukan pembezaian terhadap material kuari. Berdasarkan letak struktur batumannya, kuari dapat dibagi menjadi dua:

- Batuan Kuari tipe satu

Kuari tipe satu merupakan batuan yang terletak di bawah lokasi penambangan.

- Batuan Kuari tipe dua

Kuari tipe dua merupakan suatu massa batuan yang tersingkap di permukaan atau hanya ditutupi oleh tanah penutup.

2. Slag (Terak Nikel)

Slag (terak nikel) adalah limbah buangan dari industri pengolahan nikel membentuk *liquid* panas yang kemudian mengalami pendinginan sehingga membentuk batuan alam yang terdiri dari *slag* padat dan *slag* yang berpori (seperti yang terlihat pada Gambar 4.).



Sumber: PT. Vale Indonesia, Tbk. 2016

Gambar 4. Proses *Pouring*

3. Material Reject Screening

Material *reject* adalah material-material (batu atau *boulder*) yang menjadi pengotor dalam kegiatan pengambilan *ROM*. *Reject* material ini merupakan hasil pemisahan dengan menggunakan *grizzly bar* pada *screening station*. Material *reject* yang dihasilkan dari *screening station* berupa +18", +4", +2". Selain dari hasil *screening station*, PT Vale Indonesia juga memperoleh *reject* yang merupakan keluaran dari kiln berupa *reject dryer* +1".

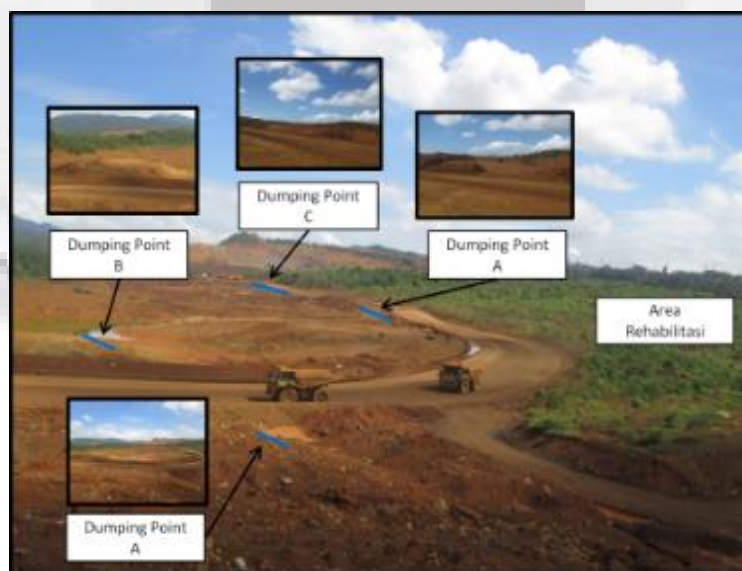
Biaya Alat–Alat Berat

Dalam dunia pertambangan yang besar dimana dalam seluruh kegiatannya menggunakan alat–alat berat, maka harus dipertimbangkan mengenai biaya–biaya yang disediakan untuk penggunaan alat, waktu yang harus diselesaikan, keuntungan yang diperoleh dan pertimbangan–pertimbangan lainnya. Biaya yang dikeluarkan untuk alat berat dapat dihitung dengan perkiraan yang dapat dipertanggungjawabkan, biaya tersebut meliputi *Owning cost* (biaya kepemilikan) dan *Operating cost* (biaya operasi). *Owning cost* akan sangat dipengaruhi oleh umur ekonomis alat, suku bunga, pajak dan asuransi yang setiap waktunya dapat berubah-ubah besarnya. Sedangkan *Operating cost* besarnya akan dipengaruhi oleh pemakaian bahan bakar, minyak pelumas untuk mesin dan hidrolis, umur ban, reparasi dan pemeliharaan, pergantian suku cadang khusus serta upah operator.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

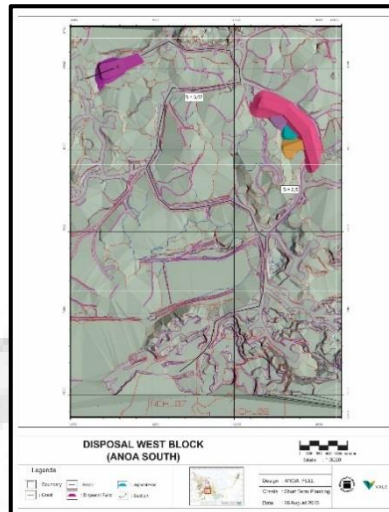
Lokasi Disposal Plan Blok Anoa South

Pemodelan disposal dibuat berdasarkan lokasi tambang dengan area yang sudah *bluezone* atau *mine out* atau dapat disebut dengan area yang sudah tidak dapat lagi ditambang karena cadangannya yang sudah habis atau tidak ada *revenue* lagi sehingga sudah dapat ditimbun.



Gambar 5. Blok Anoa South

Lokasi disposal existing di blok anoa south berjarak 3,67 km dari face, sehingga diperlukan rencana untuk mendesain ulang disposal dengan menentukan lokasi yang lebih dekat. Disposal plan diketahui berjarak 2,5 km dengan begitu didapat selisih jarak yang pada akhirnya dapat dihitung nilai keekonomisannya.



Gambar 6. Peta Rencana Lokasi Disposal Existing dan Disposal Plan

Parameter Material Properties

Parameter yang digunakan dalam menganalisa kestabilan lereng disposal adalah parameter yang diperoleh dari hasil tes laboratorium dan in-situ test. Data uji lab yang digunakan yaitu *Index Plasticity (IP)* untuk menentukan batas plastis tanah yang dipengaruhi oleh kandungan air didalamnya yang akan berpengaruh pada kekuatan geser tanah (Tabel 1).

Tabel 1. Uji Lab Triaxial UU

Area	Depth of Sample	Reduced Level	Sample Type	w _n	γ _m	γ _d	Specific Gravity	Atterberg Limit			Particle Size Distribution				Triaxial UU		
								uL	uP	IP	Gravel	Sand	Silt	Clay	% finer by Wt. Passing no. 200 sieve	φ	c
								(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Anoa	BHD-0AS	0,50	1,0	UDS	43,00	9,20	13,50	3,8	48,00	27,00	21,00	0,00	7,00	57,00	37,00	12,00	35,00
	BHD-0AS	4,00	4,60	UDS	88,00	5,60	8,30	3,14	83,00	38,00	45,00	0,00	100	51,00	49,00		
	BHD-0AS	7,50	8,0	UDS	88,00	5,00	8,00	3,47	94,00	42,00	52,00	0,00	100	35,00	64,00	6,00	62,00
	BHD-0AS	11,00	1,60	UDS	94,00	14,70	7,60	3,6	97,00	43,00	54,00	0,00	100	42,00	57,00		
	BHD-0AS	14,50	5,0	UDS	96,00	5,60	8,00	3,57	88,00	41,00	47,00	0,00	2,00	39,00	59,00		
	BHD-0AS	19,50	20,0	UDS	56,00	13,40	5,20	3,37	85,00	40,00	45,00	0,00	100	53,00	46,00	14,00	25,00
	BHD-0AS	2,50	3,0	UDS	73,00	16,70	9,70	3,29	83,00	38,00	45,00	0,00	3,00	28,00	70,00		
	BHD-0AS	6,00	6,60	UDS	81,00	5,20	7,60	3,27	90,00	41,00	49,00	0,00	100	26,00	73,00	9,00	72,00
	BHD-0AS	11,00	1,60	UDS	92,00	14,70	6,90	3,33	88,00	40,00	48,00	0,00	2,00	40,00	58,00		
	BHD-0AS	16,00	16,60	UDS	85,00	14,80	7,20	3,28	88,00	41,00	47,00	0,00	2,00	47,00	51,00	20,00	39,00
	BHD-0AS	24,00	24,60	UDS	81,00	14,50	6,90	3,22	85,00	39,00	46,00	0,00	2,00	49,00	49,00		
	BHD-0AS	1,00	1,60	UDS	44,00	17,90	12,40	3,85	44,00	28,00	6,00	0,00	5,00	52,00	43,00		
	BHD-0AS	4,50	5,0	UDS	84,00	5,20	8,30	3,48	78,00	38,00	40,00	0,00	2,00	44,00	54,00	21,00	48,00
	BHD-0AS	9,50	0,0	UDS	92,00	16,30	8,00	3,52	80,00	39,00	41,00	0,00	2,00	40,00	58,00		
	BHD-0AS	16,00	16,60	UDS	96,00	16,0	8,20	3,51	80,00	37,00	43,00	0,00	3,00	62,00	35,00	13,00	91,00
	BHD-0AS	21,00	21,60	UDS	88,00	16,60	9,90	3,43	87,00	39,00	48,00	0,00	3,00	50,00	47,00		
	BHD-0AS	1,50	2,0	UDS	32,00	20,60	15,60	3,57	38,00	25,00	13,00	0,00	14,00	54,00	32,00	8,00	26,00
	BHD-0AS	6,50	7,0	UDS	39,00	21,20	15,30	3,44	48,00	29,00	19,00	0,00	11,00	53,00	36,00		
	BHD-0AS	13,00	13,60	UDS	68,00	16,40	11,00	3,60	79,00	36,00	43,00	0,00	2,00	44,00	54,00	11,00	45,00
	BHD-0AS	21,00	21,60	UDS	77,00	17,30	9,80	3,47	86,00	40,00	46,00	0,00	2,00	33,00	66,00		
	BHD-0AS	7,00	7,60	UDS	38,00	21,40	15,50	3,59	47,00	29,00	18,00	0,00	9,00	54,00	36,00	6,00	78,00
	BHD-0AS	15,00	15,60	UDS	74,00	16,90	9,20	3,30	81,00	37,00	44,00	0,00	2,00	38,00	60,00		
	BHD-0AS	22,00	22,60	UDS	91,00	16,80	8,80	3,6	82,00	40,00	42,00	0,00	14,00	42,00	44,00	5,00	59,00
	BHD-0AS	7,50	8,0	UDS	48,00	16,40	12,50	3,67	84,00	39,00	45,00	0,00	2,00	39,00	49,00		
	BHD-0AS	15,50	16,0	UDS	80,00	16,40	9,0	3,65	81,00	38,00	43,00	0,00	2,00	47,00	52,00	13,00	100,00
	BHD-0AS	20,50	21,0	UDS	80,00	16,40	9,0	3,6	93,00	43,00	50,00	0,00	2,00	45,00	53,00		
	BHD-0AS	28,50	29,0	UDS	86,00	15,55	8,40	3,46	89,00	41,00	48,00	0,00	20,00	37,00	43,00	11,00	86,00
	BHD-0AS	2,00	2,60	UDS	32,00	21,40	16,20	3,59	48,00	30,00	8,00	0,00	20,00	45,00	35,00		
	BHD-0AS	8,50	9,0	UDS	68,00	16,90	11,20	3,01	82,00	37,00	45,00	0,00	6,00	49,00	35,00		

Sumber: Geotechnical, PT Vale Indonesia, Tbk

Penelitian material campuran disposal dilakukan pada *Week 26* sampai *34* rekapitulasi data material seperti pada Tabel 4.3 sedangkan perhitungannya pada lampiran (Lampiran C.3), data diperlukan dikarenakan untuk mengetahui masing-masing campuran material per-*week* untuk menghitung densitas material timbunan.

Tabel 2. Campuran Material Timbunan

ANOVA SOUTH							
Week	Curah Hujan (mm/hari)	w (%)	Angle of Repose (°)	Material Type (%)			Density gr/cm ³
26	9,2	70,74	29	OB	91,71%	0,92	1,74
				Quarry	1,51%	0,02	2,28
				Rjt Dryer	1,13%	0,01	2,27
				Rjt Slag	5,65%	0,06	2,37
27	8,76	60,89	25	OB	90,26%	0,90	1,74
				Quarry	0,29%	0,00	2,28
				Rjt +18	0,86%	0,01	2,37
				Rjt +4	1,43%	0,01	2,31
				Rjt Slag	7,16%	0,07	2,37

Material yang akan ditimbun pada area disposal plan adalah campuran dari berbagai jenis material yang ada di PT Vale Indonesia, Tbk yaitu material overburden (OB), kuari, reject dryer dan reject slag. Berdasarkan persentase perbandingan material per-week nya OB; Kuari; Reject Dryer; Reject Slag (lampiran) yaitu: 0,92; 0,02; 0,01; 0,06. Densitas rata-rata (lampiran) OB, kuari, slag dan reject adalah 1,74; 2,28; 2,27; 2,37 gr/cm³. sehingga didapat Densitas material Ekvivalen:

$$\begin{aligned} \text{Densitas Ekvivalen} &= (0,92(1,74) + 0,02(2,28) + 0,01(2,27) + 0,06(2,37)) \\ &= 1,79 \text{ gr/cm}^3 \end{aligned}$$

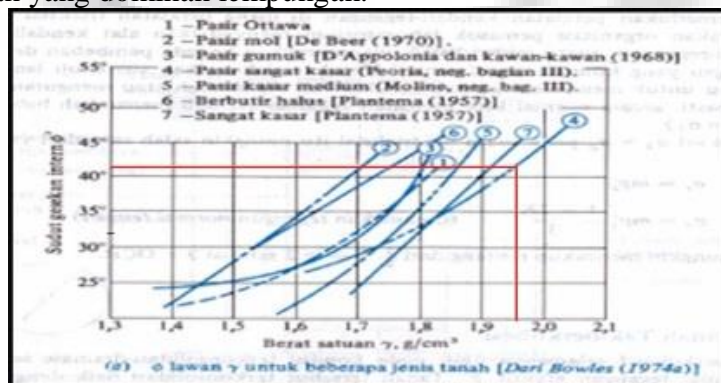
$$\begin{aligned} \text{Densitas tanah timbunan}_{\text{loose}} &= 1,79 \text{ gr/cm}^3 = 1790 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Bobot Isi tanah timbunan} &= 1790 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/dt}^2 \\ &= 17557 \text{ N/m}^3 \\ &= 17,55 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

Dengan factor pemadatan sebesar 10% maka didapat densitas tanam timbunan Kompak :

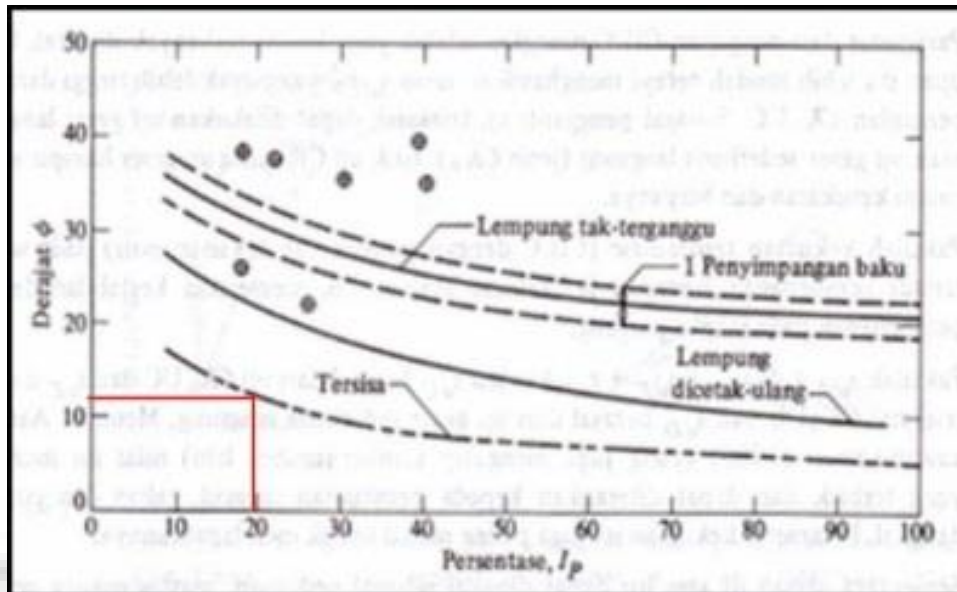
$$\begin{aligned} \text{Densitas tanah timbunan}_{\text{kompak}} &= 1,79 \text{ gr/cm}^3 \times 1,1 \\ &= 1,96 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{Bobot Isi tanah timbunan} &= 1960 \text{ kg/m}^3 \times 9,81 \text{ m/dt}^2 \\ &= 19315 \text{ N/m}^3 \\ &= 19,31 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

Parameter kekuatan material timbunan ekuivalen terdiri dari kohesi (c) dan sudut gesek-dalam (φ), ditentukan dengan menggunakan kurva, sebagai berikut.

- Kurva hubungan unit berat vs sudut gesek-dalam material waste, untuk timbunan yang dominan bersifat pasiran, atau
- Kurva hubungan IP (index plasticity) vs sudut gesek-dalam material waste, untuk timbunan yang dominan lempungan.



Gambar 7. Kurva hubungan unit berat vs sudut gesek-dalam material



Gambar 8. Kurva hubungan IP (index plasticity) vs sudut gesek-dalam

Dari kurva pada Gambar 7., untuk unit berat waste $1,96 \text{ gr/cm}^3$, kurva no. 4 (pasir sangat kasar), dapat ditentukan sudut gesek dalam material timbunan ekuivalen, $\phi_{\text{waste}} = 42^\circ$. Dari kurva pada Gambar 7, untuk $IP = 20\%$ (umumnya $IP_{\text{(material clay)}} = 15\% - 25\%$, diambil = 20%), dapat ditentukan sudut gesek dalam material timbunan ekuivalen adalah $\phi_{\text{waste}} = 12^\circ$. Perbandingan volume material timbunan dengan material batuan adalah 92: 0,8. Sehingga diperoleh sudut gesek dalam material timbunan yaitu:

$$\begin{aligned} \phi_{\text{timbunan}} &= (0,92)(12^\circ) + (0,08)(42^\circ) \\ &= 14,4^\circ \end{aligned}$$

Parameter kekuatan material timbunan ekuivalen terdiri dari sudut gesek-dalam (ϕ) dengan keadaan *undrained strength* ($\phi = 0$) maka besarnya nilai kohesi sama dengan nilai kuat tanah tak terdrainase ($S_u = c$). Material ini mempunyai *range* nilai kuat tanah tak terdrainase antara 50 - 80 kPa. Dengan demikian, parameter geoteknik material timbunan (lampiran) ekuivalen untuk desain ditentukan sebagai berikut :

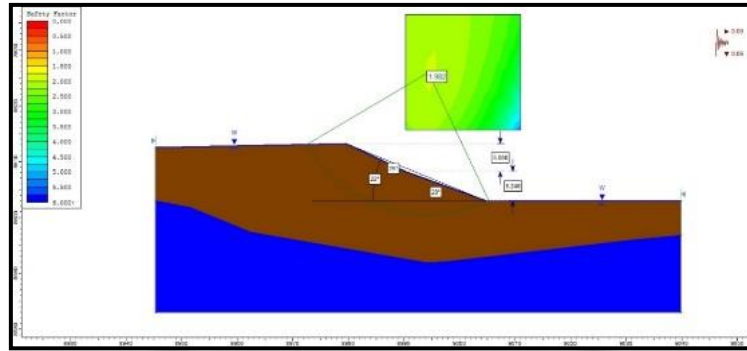
- Bobot isi (*unit weight*) = $19,31 \text{ kN/m}^3$
- Kohesi (cohesion) = 35 kPa (material lepas rekomendasi Geoteknik)
- Sudut gesek-dalam = $14,4^\circ$

Pemodelan Disposal

Material top soil dan OB yang ditimbun di suatu disposal akan membentuk lereng baru.

Analisa kestabilan lereng disposal dilakukan dengan metode kesetimbangan batas menggunakan aplikasi Slide dengan konsep pengujian pada geometri lereng disposal berdasarkan sudut kemiringan dan tinggi lereng disposal. Sudut kemiringan yang digunakan yaitu 25° sedangkan tinggi total timbunan yaitu 17 m. Penggunaan sudut kemiringan pada simulasi ini tidak jauh dari besarnya sudut yang direkomendasikan oleh PT Vale Indonesia, Tbk yaitu 25° serta tinggi disposal yang mengacu pada parameter penentuan disposal yaitu disposal semi induce dengan tinggi $> 15 \text{ m}$. Berdasarkan perancangan desain lereng disposal yang telah dibuat, serta hasil perhitungan nilai

FK dengan menggunakan metoda bishop maka didapat rekomendasi lereng lereng disposal di PT Vale Indonesia, Tbk, sebagai berikut (Gambar 9.):

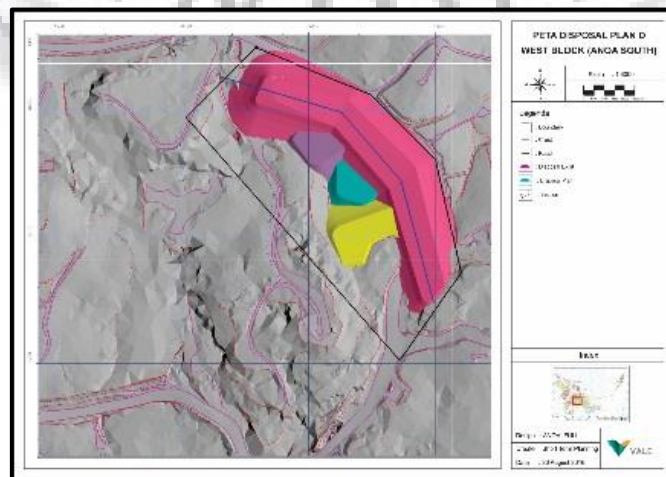


Gambar 9. Output Model Section A Overall Slope Disposals Anoa South (FK = 1,9 , h = 7.25 m, m.a.t tipe 5)

Data dibawah ini merupakan rekapitulasi faktor keamanan dari desain disposals plan (Tabel 3), yaitu:

Tabel 3. Data Rekapitulasi Geometri Disposals

Disposals Blok		Sudut Single (°)	High (m)	FK Single Slope	Sudut Overall (°)	High (m)	FK Overall
<i>Anoa South</i>	DD_A	25	5	2,93	22	12,24	1.98
		20	5	3.11			
	DD_B	25	5	2,84	23	7,12	2.4
		20	5	4,08			
	DD_C	25	5	2,86	20	15.28	1.69
		25	5	2,04			
	DD_D	20	5	2,09	21	10,20	1,36
		17	7	2,13			
13		7	2,13				



Gambar 10. Peta Disposals Blok Anoa South

Biaya Penimbunan

Adapun biaya owning cost pada proses operasi penimbunan disposal yaitu:

Tabel 4. Owing Cost

Estimasi Biaya Kepemilikan (Owing cost)			
Mesin dan Model		Dumptruck Komatsu HD785	
1	Harga alat + Biaya kirim	5.328.700.000	Rp
2	Harga Ban		
	-Depan	0	Rp
	-Belakang	0	Rp
	-Total Harga Ban	0	Rp
3	Harga alat + Biaya kirim - harga ban	5.328.700.000	Rp
4	Nilai sisa	10%	532.870.000 Rp
5	Nilai Depresiasi Bersih		4.795.830.000 Rp
Biaya Kepemilikan			
6	Periode Depresiasi (n)	8	tahun
7	Penggunaan alat per tahun	2.409	jam
8	Periode Depresiasi dalam satuan jam	19.272	jam
9	Depresiasi (5/8)	248.849,63	Rp/jam
10	Tingkat nilai jual-beli (r) (4/3)	0,10	
11	Faktor $(1 - (((n-1)(1-r))/(2xn)))$	0,61	
12	Tingkat Suku Bunga per tahun :	15%	
	-Bunga Bank	11%	
	-Pajak	3%	
	-Asuransi	1%	
13	Suku Bunga, Asuransi, Pajak $((11 \times 3 \times 12)/7)$	201.153,45	Rp/jam
14	Total Biaya Kepemilikan (9+13)	450.003,07	Rp/jam
	Total Berdasarkan Jumlah Alat	14	6.300.043,04 Rp/jam
			15.176.803.687,50 Rp/tahun
	Total Keseluruhan		33.701.834.643,75 Rp/tahun

Adapun total biaya operating cost pada proses operasi penimbunan disposal yaitu:

Tabel 5. Operating Cost

Dozer D8				
	Konsumsi (l/jam)	Harga / liter		
1	Bahan Bakar	87,35	8.878	775.493,30 Rp/jam
2	Pelumas Engine Oil	4,27	31.000	132.370,00 Rp/jam
	Minyak Filter	3	85.000	255.000,00 Rp/jam
	Pelumas Filter	1	95.000	95.000,00 Rp/jam
	Air Filter	2	140.000	280.000,00 Rp/jam
	Grease	3	14.000	42.000,00 Rp/jam
	Filter dan Pemeliharaan periodik	50%	804.370,00	402.185,00 Rp/jam
3	Ban			3.125,00 Rp/jam
	-Harga Ban		12.500.000	
	-Umur pakai		4.000	
4	Biaya Pemeliharaan		15%	12.608,97 Rp/jam
5	Penggantian Suku cadang			100.000,00 Rp/jam
6	Gaji Operator			33.208,80 Rp/jam
7	Total Biaya Operasi			2.130.991,07 Rp/jam
	Total Berdasarkan Jumlah Alat		10	21.309.910,67 Rp/jam
				51.335.574.797,00 Rp/tahun
Total			189.122.013.427	Rp/tahun

Maka dari pengolahan data tersebut didapat biaya penimbunan disposal berdasarkan biaya realisasi yang merupakan biaya penimbunan disposal aktif dan biaya

rencana disposal yang merupakan biaya penimbunan disposal plan (Tabel 6.) yaitu:

Tabel 6. Biaya Penimbunan

REALISASI BIAYA		
OWNING COST	Rp/tahun	36.583.141.237,50
OPERATING COST	Rp/tahun	330.179.036.468,42
TOTAL	Rp/tahun	366.762.177.705,92
TOTAL VOLUME PENIMBUNAN	LCM	17.550.000,00
BIAYA PENIMBUNAN	Rp/LCM	20.898,13
BIAYA PENIMBUNAN	\$/LCM	1,61
RENCANA BIAYA		
OWNING COST	Rp/tahun	33.701.834.643,75
OPERATING COST	Rp/tahun	189.122.013.426,72
TOTAL	Rp/tahun	222.823.848.070,47
TOTAL VOLUME PENIMBUNAN	LCM	17.550.000,00
BIAYA PENIMBUNAN	Rp/LCM	12.696,52
BIAYA PENIMBUNAN	\$/LCM	0,98
Dollar	Rp	13000

Sehingga dengan begitu didapat biaya saving cost sebesar Rp 8.201,61/LCM atau 0,63 \$/LCM terlihat pada (Tabel 7.):

Tabel 7. Saving Cost

Realisasi Biaya (Rp/LCM)	Rencana Biaya (Rp/LCM)	Saving Cost (Rp/LCM)
20.898,13	12.696,52	8.201,61
Realisasi Biaya (\$/LCM)	Rencana Biaya (\$/LCM)	Saving Cost (\$/LCM)
1,61	0,98	0,63
Dollar	Rp	13000

D. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang dapat diambil dari kegiatan penelitian DI PT Vale Indonesia, Tbk. ini adalah:

1. Lokasi disposal plan dilihat dari kondisi disposal aktif yang merupakan salah satu disposal *long haul* dengan demikian dibuat rute baru dengan mencari disposal plan yang lebih dekat dengan maksud dibuat untuk pengalihan jalan. Jarak Face ke *Anoa South* sejauh 3.67 km dengan jarak alternatif yang didapat sejauh 2.5 km. sehingga selisih jarak sebesar 1.21 km.
2. Parameter yang digunakan bobot isi (*unit weight*) 19,31 kN/m³, kohesi (cohesion) 35 kPa dan Sudut gesek-dalam 14,4°.
3. Berdasarkan hasil perancangan desain lereng disposal yang telah dibuat, serta hasil perhitungan nilai FK dengan menggunakan Slide maka didapat rekomendasi lereng lereng disposal di PT Vale Indonesia, Tbk, Untuk kepentingan *slope stability*, maka lereng inilah yang akan dianalisis stabilitasnya. Sudut lereng *overall slope* 27° dengan masing-masing sudut single slope 25° dan 20°, serta tinggi jenjang 10 m. Berdasarkan hasil perhitungan Slide, nilai FK yang didapatkan terhadap stabilitas lereng *Anoa South* adalah 1,98.
4. Dengan dicarinya nilai *saving operating cost* maka akan didapatkan optimalisasi

dari disposalnya baik dalam segi *hauling* dan *loading* nya dikarenakan jarak dari *hauling* dari *face* ke *disposal*. Dari kedua disposal didapat total biaya penimbunan dari Realisasi Biaya disposal aktif sebesar Rp 20.898,13/LCM serta Rencana Biaya disposal plan sebesar Rp 12.696,52/LCM. Sehingga didapat biaya saving cost sebesar Rp 8.201,61/LCM.

Daftar Pustaka

- Arif, Irwandy, & Adisuma Gatot., 2005., “*Perencanaan Tambang*”, *Program Studi Teknik Pertambangan.*, Institut Teknologi Bandung., Bandung.
- Arif, I. 1998. “*Submodul Pelatihan Perencanaan Tambang Perhitungan Biaya dan Evaluasi Finansial*”. Direktorat Jenderal Pertambangan Umum Departemen Pertambangan dan Energi. ITB. Bandung.
- Indonesianto, Y. 2008. “*Pemindahan Tanah Mekanis*”, Jurusan Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta
- Maryanto. 2010. “*Pengantar Perencanaan Tambang*”, Universitas Islam Bandung., Bandung.
- Nurhakim. 2004/2005. “*Tambang Terbuka*”. Program Studi Teknik Pertambangan: Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru