

STUDI GEOTEKNIK RANCANGAN LERENG PENAMBANGAN EMAS DI PIT NORTH KUNING PT KASONGAN BUMI KENCANA KALIMANTAN TENGAH

Dedy Handoko Simatupang^{1*}, Agus Triantoro², Romla Noor Hakim³
¹Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
e-mail: *dedysimatupang04@gmail.com

ABSTRAK

Lereng merupakan salah satu permasalahan yang sering terjadi dalam penambangan terbuka. Adanya perubahan geometri lereng dapat menimbulkan resiko terhadap kestabilan lereng. Kegiatan penambangan selalu berkaitan dengan lereng seperti penggalian akan menyebabkan terjadinya perubahan gaya-gaya dan mengakibatkan terganggunya kestabilan lereng dan akhirnya terjadi longsor, maka perlu adanya pendekatan khusus yang dilakukan untuk analisis kestabilan lereng.

Metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai faktor keamanan (FK) adalah Metode Kesetimbangan Batas dengan pendekatan Bishop dan Janbu untuk sayatan model memanjang (sepanjang garis sayatan) dan model setengah (membagi dua sayatan menjadi *hanging wall* dan *foot wall*) dalam kondisi setengah jenuh. Nilai faktor keamanan untuk batas aman minimum yang digunakan adalah 1,3, untuk batas potensi longsor atau kritis adalah 1,0 – 1,29 dan untuk batas tidak aman adalah < 1,0.

Pada kasus pit North Kuning terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi terhadap nilai faktor keamanan (FK) seperti : jenis model yang digunakan, geometri lereng, muka air tanah dan ketebalan oksidasi. Dari hasil FK yang didapat diperlukan upaya mencegah terjadinya longsor dengan cara desain ulang geometri lereng.

Kata-Kata Kunci : Faktor Keamanan, Pit North Kuning, *Hanging wall*, *Foot wall*, Kesetimbangan Batas

PENDAHULUAN

PT Kasongan Bumi Kencana (KBK) adalah salah satu perusahaan tambang emas yang ada di Kalimantan Tengah yang menerapkan sistem tambang terbuka dengan metode *selective mining*. Kegiatan dalam penambangan emas adalah adanya penggalian tanah penutup (waste). Kemantapan lereng galian mempunyai pengaruh terhadap kegiatan penambangan, selain berkenaan dengan masalah keselamatan manusia dan peralatan yang berada disekitar lereng, juga akan mempengaruhi kelancaran produksi.

Analisis kestabilan lereng pada Pit North Kuning dilakukann dengan metode Kesetimbangan Batas untuk mendapatkan nilai FK pit tersebut. Analisis yang dilakukan dengan metode Bishop dan Janbu pada kondisi setengah jenuh akan berdampak pada kondisi keamanan lereng sampai batas akhir penambangan. Oleh sebab itu, dengan mengetahui nilai FK dari desain perencanaan sebelum penambangan, maka bisa diberikan rekomendasi untuk mendapatkan FK yang aman.

METODOLOGI

Teknik pengambilan data yang dilakukan adalah dengan cara pengamatan di lapangan yang dibagi menjadi data primer diantaranya; tinggi muka air tanah, ketebalan zona oksidasi dan kemudian foto lapangan, sedangkan data sekunder terdiri dari; peta kesampaian daerah, desain Pit North Kuning, parameter masukan (bobot isi, kohesi dan sudut gesek dalam), peta geologi regional, peta situasi mirah dan data curah hujan

Dari data yang didapatkan, selanjutnya ditentukan 4 sayatan yang dianggap mewakili Pit North Kuning terdiri dari sayatan A-A', B-B', C-C' (*hanging wall – foot wall*) dan D-D' (*South side wall dan North side wall*) dengan menggunakan *software Surpac* 6.4.1 dan dimodelkan dengan *software Autocad Land Desktop* 2009 dan terakhir dianalisis dengan *software Slide* 6.0 beserta dengan nilai bobot isi, kohesi dan sudut gesek dalam material. Setelah didapat nilai faktor kermanan yang disesuaikan dengan standar aman >1,3, dan dibawah nilai standar akan dilakukan desain ulang untuk mendapatkan nilai FK aman

HASIL PENELITIAN

1. Model Geometri Lereng

Sayatan digunakan untuk analisis kestabilan lereng Pit North Kuning berdasarkan model perencanaan dengan zona oksidasi aktual dan zona oksidasi eksplorasi. Berdasarkan sayatan dan data oksidasi yang didapat dari lapangan, maka model geometri lereng dibagi menjadi model perencanaan zona oksidasi aktual dan zona oksidasi eksplorasi. Berdasarkan data zona oksidasi aktual, pada daerah foot wall yang dilalui garis sayatan belum ditemukan batas zona transisi nya. Sehingga, daerah yang dianalisis hanya pada bagian *hanging wall A, B, C dan side wall South (D')*.

Tabel-1. Model Geometri Lereng

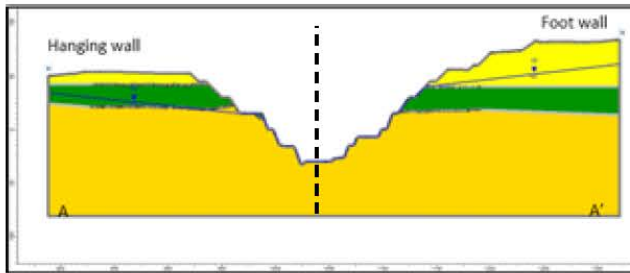
Model Perencanaan Pit North Kuning 2017	
Zona Oksidasi Aktual	Zona Oksidasi Eksplorasi
Sayatan A-A'	Sayatan A-A'
Hanging Wall (A)	Hanging Wall (A)
	Foot Wall (A')
Sayatan B-B'	Sayatan B-B'
Hanging Wall (B)	Hanging Wall (B)
	Foot Wall (B')
Sayatan C-C'	Sayatan C-C'
Hanging Wall (C)	Hanging Wall (C)
	Foot Wall (C')
Sayatan D-D'	Sayatan D-D'
Side Wall South (D')	Side Wall South (D')
	Side Wall North (D)

2. Analisis Desain Pit North Kuning

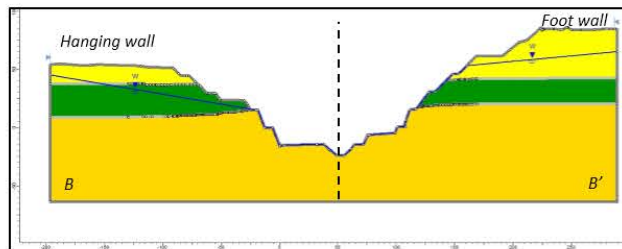
Analisis dilakukan berdasarkan model perencanaan dengan zona oksidasi aktual dan zona oksidasi eksplorasi dengan metode Bishop dan Janbu dengan kondisi setengah jenuh. Model yang digunakan mendapatkan nilai FK untuk masing-masing sayatan menggunakan model memanjang (model garis sayatan sepanjang pit) dan model setengah (garis sayatan yang membagi pit menjadi *hanging wall – foot wall*).

2. Analisis Desain Pit North Kuning

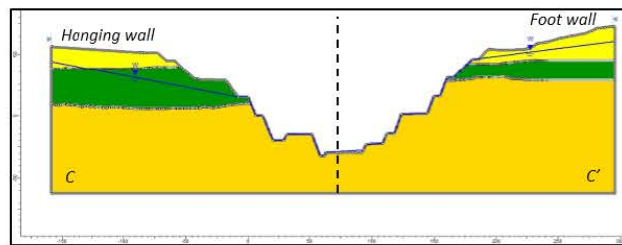
Analisis dilakukan berdasarkan model perencanaan dengan zona oksidasi aktual dan zona oksidasi eksplorasi dengan metode Bishop dan Janbu dengan kondisi setengah jenuh. Model yang digunakan mendapatkan nilai FK untuk masing-masing sayatan menggunakan model memanjang (model garis sayatan sepanjang pit) dan model setengah (garis sayatan yang membagi pit menjadi hanging wall – foot wall).



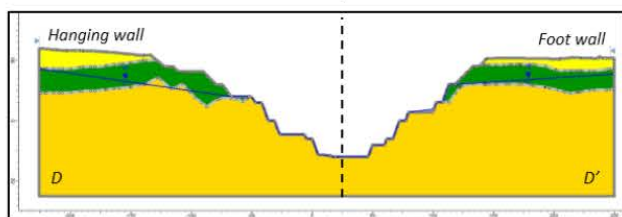
Gambar-1. Sayatan A-A'



Gambar-2. Sayatan B-B'



Gambar-3. Sayatan C-C'



Gambar-4. Sayatan D-D'

Analisis yang dilakukan pada ke 4 sayatan didapatkan nilai FK nya pada tabel 2.

Tabel-2. Hasil FK dengan kondisi setengah jenuh

Model Perencanaan Pit North Kuning 2017					
Faktor Keamanan Zona Oksidasi Aktual			Faktor Keamanan Zona Oksidasi Eksplorasi		
Sayatan A-A'			Sayatan A-A'		
Hanging Wall A	Model Memanjang	1,424	Hanging Wall A	Model Memanjang	1,365
Foot wall A'	Model Setengah	1,308	Foot wall A'	Model Setengah	1,211
Sayatan B-B'			Sayatan B-B'		
Hanging Wall B	Model Memanjang	1,387	Hanging Wall B	Model Memanjang	1,231
Foot wall B'	Model Setengah	1,248	Foot wall B'	Model Setengah	1,092
Sayatan C-C'			Sayatan C-C'		
Hanging Wall C	Model Memanjang	1,231	Hanging Wall C	Model Memanjang	1,203
Foot wall C'	Model Setengah	1,198	Foot wall C'	Model Setengah	1,173
Sayatan D-D'			Sayatan D-D'		
Side Wall South D'	Model Memanjang	1,136	Side Wall South D'	Model Memanjang	1,037
Side Wall North D	Model Setengah	0,946	Side Wall North D	Model Setengah	1,249

Keterangan :

 : Lereng Aman (>1,3)

 : Lereng Kritis (1,0-1,29)
 : Lereng Tidak Aman (<1,0)

Tabel-2 hasil analisis Pit North Kuning berdasarkan model perencanaan zona oksidasi aktual dan zona oksidasi eksplorasi menunjukkan bahwa ada beberapa bagian lereng dalam kondisi aman-tidak aman.

3. Analisis Rancangan Ulang Desain Pit North Kuning

Hasil Analisis pada tabel-2 perlu adanya perubahan desain. Perubahan desain yang dilakukan dengan cara *trial and error* pada geometri jenjang seperti tinggi jenjang, lebar jenjang dan sudut jenjang. Sebagai contoh pada sayatan A' (*foot wall*), *mine plan engineer* mendesain lereng dengan tinggi lereng sekitar 112,367 m, *overall slope* 31° dengan tinggi masing-masing *bench* berkisar antara 7,64-15 m, sudut *single slope* berkisar antara 45-55°, lebar jenjang berkisar antara 5-26 m. Setelah di desain ulang tinggi lereng menjadi 112,035, *overall slope* menjadi 26°, tinggi masing-masing jenjang menjadi 5,62-14 m, sudut *single slope* berkisar antara 24-50° dan lebar jenjang 3-19 m.

Tabel-3. Geometri Model Eksplorasi sebelum Desain Ulang

Geometri Model Eksplorasi Sebelum Rekomendasi				
Sayatan A-A'	H. Jenjang (m)	L. Jenjang (m)	Sudut Jenjang (°)	Sudut Over All (°)
Hanging Wall A	7,323-14,999	5,068-20,426	45-70	40
Foot wall A'	7,642-15	5,00-26,00	45-55	31
Sayatan B-B'				
Hanging Wall B	6,330-14,905	5,663-20,370	44-54	36
Foot wall B'	9,922-15,159	5,039-21,149	36-54	32
Sayatan C-C'				
Hanging Wall C	6,451-14,967	5,559-24,508	43-68	33
Foot wall C'	8,199-15,322	5,043-20,870	45-70	39
Sayatan D-D'				
Side Wall South D'	6,110-15,030	5,002-20,010	45-70	40
Side Wall North D	3,485-14,904	5,047-16,173	39-70	31

Tabel-4. Geometri Model Eksplorasi setelah Desain Ulang

Geometri Model Eksplorasi Setelah Rekomendasi				
Sayatan A-A'	H. Jenjang (m)	L. Jenjang (m)	Sudut Jenjang (°)	Sudut Over All (°)
Hanging Wall A	7,406-14,999	5,068-20,426	28-70	37
Foot wall A'	5,262-14,00	3,00-19,00	24-50	26
Sayatan B-B'				
Hanging Wall B	6,330-14,861	5,663-20,371	22-70	33
Foot wall B'	7,511-14,767	7,294-20,658	35-41	27
Sayatan C-C'				
Hanging Wall C	6,681-14,967	5,559-21,768	34-68	32
Foot wall C'	8,323-14,715	4,072-20,870	22-70	33
Sayatan D-D'				
Side Wall South D'	7,132-15,017	5,083-20,010	29-70	33
Side Wall North D	3,824-14,904	5,047-20,293	32-70	30

Perubahan desain yang dilakukan bertujuan untuk meningkatkan nilai FK pada Pit North Kuning. Analisis dilakukan terhadap perubahan desain (tabel-3), sehingga didapatkan nilai FK nya pada tabel-5.

Tabel-5. Hasil FK setelah Desain Ulang

Faktor Keamanan Model Eksplorasi Sesudah Rekomendasi			
Sayatan A-A'		Bishop	Janbu
Hanging Wall A	Model Memanjang	1,509	1,404
Foot wall A'	Model Setengah	1,427	1,352
Sayatan B-B'		Bishop	Janbu
Hanging Wall B	Model Memanjang	1,246	1,165
Foot wall B'	Model Setengah	1,337	1,262
Sayatan C-C'		Bishop	Janbu
Hanging Wall C	Model Memanjang	1,552	1,402
Foot wall C'	Model Setengah	1,508	1,401
Sayatan D-D'		Bishop	Janbu
Side Wall South D'	Model Memanjang	1,278	1,150
Side Wall North D	Model Setengah	1,203	1,154

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis yang didapat sebelum desain ulang dan setelah desain ulang, ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai FK nya.

1. Pengaruh Model terhadap FK

Bentuk model memanjang dan model setengah yang dibuat untuk analisis kesabilan lereng Pit North Kuning menunjukkan nilai FK dari model memanjang relatif lebih baik dibandingkan model setengah (tabel 2 dan tabel 5).

Satu contoh yang menunjukkan bahwa nilai FK model memanjang lebih tinggi dibandingkan model setengah ada pada sayatan A (*hanging wall*) sebelum desain ulang dengan metode Bishop = 1,424 dan Janbu = 1,326 sedangkan model setengah dengan metode Bishop = 1,308 dan Janbu = 1,239.

2. Geometri Lereng

Nilai FK dipengaruhi oleh faktor geometri lereng (tinggi jenjang, lebar jenjang dan kemiringan jenjang). Semakin besar tinggi lereng dengan kemiringan lereng (curam) maka semakin kecil nilai FK nya, sebaliknya semakin kecil tinggi lereng dan kemiringan lereng (landai) maka semakin besar nilai FK nya. Ini menunjukkan bahwa gaya penahan akan lebih kecil dibandingkan gaya geser yang bekerja akibat dari semakin curamnya lereng dan semakin tingginya lereng. Sebaliknya, gaya penahan akan semakin besar dibandingkan gaya geser yang bekerja apabila lereng semakin landai dengan tinggi lereng yang lebih rendah.

Salah satu contoh yang bisa kita lihat perbedaan nilai FK akibat adanya perubahan geometri lereng adalah pada desain pit North Kuning sebelum desain kondisi setengah jenuh sayatan C-C' model memanjang dan model setengah. Untuk sayatan C (*hanging wall*) berdasarkan model memanjang dengan metode Bishop = 1,231 dan Janbu 1,214 sedangkan setelah desain ulang berdasarkan model memanjang dengan metode Bishop = 1,405 dan Janbu = 1,286. Berdasarkan model setengah sebelum desain dengan metode Bishop = 1,263 dan Janbu = 1,238 sedangkan setelah desain ulang dengan metode Bishop = 1,427 dan Janbu = 1,349. Untuk sayatan C' (*foot wall*) sebelum desain berdasarkan model memanjang dengan metode Bishop = 1,203 dan Janbu = 1,160 sedangkan setelah desain ulang dengan metode Bishop = 1,568 dan Janbu = 1,450. Untuk model setengah sebelum desain ulang dengan metode Bishop = 1,275 dan Janbu = 1,173 sedangkan setelah desain ulang dengan metode Bishop = 1,547 dan Janbu = 1,429.

3. Muka Air Tanah

Analisis yang dilakukan dengan mengasumsikan pit dalam kondisi setengah jenuh menunjukkan lereng akan semakin tidak stabil jika pit dalam kondisi muka air tanah meningkat. Air memiliki sifat menekan terhadap material yang dilaluinya ini yang sering disebut dengan tekanan air pori. Oleh sebab itu, semakin jenuh air maka tekanan air pori semakin tinggi dan gaya geser lereng akan semakin besar. Intensitas hujan yang tinggi turut berpengaruh besar dalam menentukan kondisi lereng.

Analisis yang dilakukan, pengaruh muka air tanah sangat penting dalam kestabilan lereng. Jika aliran muka air tanah melalui lereng yang berpotensi longsor, maka air

akan bekerja sebagai bidang gelincir dari potensi longsor yang akan terjadi pada lereng tersebut.

4. Ketebalan Oksidasi

Hasil analisis yang dilakukan untuk pit North Kuning menunjukkan model zona oksidasi aktual dengan zona oksidasi eksplorasi memiliki perbedaan ketebalan pada zona oksidasinya (lihat diagram 5.1) dan menghasilkan perbedaan nilai FK walaupun tidak terlalu signifikan. Ini menunjukkan bahwa semakin tebal zona oksidasi maka akan semakin besar beban lereng di puncak dan semakin besar pula gaya geser lereng.

Satu contoh model yang menunjukkan bahwa ketebalan oksidasi ikut berpengaruh terhadap nilai FK adalah pada sayatan A (*hanging wall*) untuk model perencanaan dengan zona oksidasi aktual dibandingkan dengan model perencanaan zona oksidasi eksplorasi untuk model memanjang dan setengah dalam kondisi setengah jenuh. Berdasarkan model perencanaan dengan zona oksidasi eksplorasi, nilai FK model memanjang dengan metode Bishop = 1,365 dan Janbu = 1,320 sedangkan berdasarkan model perencanaan dengan zona oksidasi aktual, nilai FK dengan metode Bishop = 1,424 dan Janbu = 1,326. Untuk model setengah berdasarkan zona oksidasi eksplorasi nilai FK dengan metode Bishop = 1,275 dan Janbu = 1,211, sedangkan berdasarkan zona oksidasi aktual nilai FK dengan metode Bishop = 1,308 dan Janbu = 1,239.

KESIMPULAN

1. Dari nilai faktor keamanan pada pit North Kuning 2017 berdasarkan model zona oksidasi aktual, zona oksidasi eksplorasi dan berdasarkan model aktual di lapangan menunjukkan lereng dalam keadaan aman ($FK \geq 1,3$), kritis ($FK = 1,0 - 1,29$) dan tidak aman ($FK \leq 1,0$) berdasarkan metode Bishop dan Janbu.
2. Adanya redesain terhadap geometri lereng yang dilakukan dari desain pit North Kuning 2017 untuk meningkatkan nilai faktor keamanannya.
3. Faktor-faktor yang mempengaruhi kestabilan lereng di pit North Kuning:
 - a. Pengaruh model terhadap nilai faktor keamanan pit North Kuning
 - b. Geometri lereng berpengaruh pada gaya penahan maupun gaya geser pada lereng.
 - c. Muka air tanah yang semakin jenuh akan mempengaruhi kondisi lereng.
 - d. Ketebalan oksidasi membuat beban pada puncak lereng semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abramson, et al. 2002. *Slope Stability and Stabilization Methods* 2nd. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- [2] Arif, Irwandy. 2016. *Geoteknik Tambang Mewujudkan Produksi Tambang yang Berkelanjutan dengan Menjaga Kestabilan Lereng*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- [3] Cheng, Y.M and Lau, C.K. 2008. *Slope Stability Analysis and Stabilization: New Methods and Insight*. New York: Routledge.

- [4] Eberhardt, E. 2003. *Rock Slope Stability Analysis – Utilization of Advance Numerical Techniques*. Geological Engineering/EOS. UB C – Vancouver. Canada.
- [5] Harrison, J.P. and Hudson, J.A. 2000. *Rock Mechanics: Part 2: Illustrative Worked examples*. Pergamon.
- [6] Kramadibrata, Suseno. 2008. *Batuan dan Mekanika Batuan*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- [7] Mah, C.w. and Wyllie, D.C. 2004. *Rock Slope Engineering : Civil and Mining*. 4th Edition. (Based on the 3rd edition by E. Hoek and J.Bray. The institute of Mining and Metallurgy). New York : Taylor & Francis.
- [8] Read, J. And Stacey, P. 2009. *Guidelines for Open Pit Slope Design*. Australia: CSIRO.
- [9] Yuliadi. 2006. *Buku Ajar Geoteknik Tambang*. Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Islam Bandung. Bandung.