

EFFECT OF SUBSURFACE WATER PRESSURE AGAINST COAL MINE SLOPE STABILITY

Setyo Mulyo Kurniawan¹, Yulian Firmana Arifin² dan Rusliansyah²

¹Program Studi Magister Teknik Sipil UNLAM

²Faculty of Engineering, Lambung Mangkurat University

ABSTRAK

PT. Borneo Indobara adalah salah satu perusahaan pertambangan batubara di Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. Tambang Guntur merupakan blok yang aktif dalam eksploitasi batubara yang mempunyai permasalahan dengan kelongsoran lereng tambang. Penyebab terjadinya longsor di lereng tambang yang terjadi pada bulan April dan Mei 2014 diakibatkan oleh adanya tekanan air bawah permukaan. Hasil dari pengukuran oleh alat vibrating wire piezometer tekanan air sebelum terjadinya longsor yaitu 112,5 kPa dan pada waktu setelah longsor tekanan menurun menjadi 72,9 kPa.

Terjadinya longsor juga merubah sudut keseluruhan lereng menjadi 22° dan tekanan air tersebut berkurang dari 112 kPa menjadi 70 kPa. Untuk menjaga stabilitas lereng maka tekanan air bawah permukaan harus dikurangi dengan cara melakukan horizontal drain. Metode ini dapat menurunkan tekanan air tanah terlihat dari tekanan air bulan Juni sampai dengan September pada kedalaman 45 meter, 50 meter, 60 meter dan 65 meter diperoleh tekanan air 112,8 kPa, 113,2 kPa, 84,87 kPa dan 70,82 kPa, sehingga metode ini dapat disimpulkan mampu menurunkan tekanan air tanah sehingga lereng tambang stabil.

Kata Kunci: tekanan air bawah permukaan, horizontal drain, vibrating wire piezometer

1. PENDAHULUAN

PT. BORNEO INDOBARA adalah salah satu perusahaan pertambangan batubara di Kabupaten Tanah Bumbu, Provinsi Kalimantan Selatan. Tambang Guntur merupakan blok yang aktif dalam eksploitasi batubara. Aktivitas penambangan dilakukan dengan sistem tambang terbuka, sehingga membentuk jenjang pada setiap lerengnya. Pada kenyataannya bahwa jenjang yang telah dibentuk dengan rekomendasi geoteknik terdahulu terjadi keruntuhan pada lereng tambang. Keruntuhan yang sering terjadi pada lereng tambang disebabkan oleh adanya tekanan air. Tekanan air terlihat dari rembesan air yang berada di lereng tambang baik lereng yang telah longsor ataupun lereng yang belum mengalami longsor. Rembesan air adalah salah satu indikasi awal terjadinya longsor selain rekahan dan pergeseran material. Terjadinya longsor yang terus menerus pada Tambang Guntur PT. Borneo Indobara telah mengakibatkan kerugian biaya operasional, untuk itu penyelidikan dan

analisis kestabilan lereng perlu dilakukan kembali.

Rencana penambangan dilakukan sampai dengan kedalaman 65 meter dan longsor yang terjadi pada kedalaman 45 meter. Untuk mencapai kedalaman tambang yang direncanakan dengan kondisi lereng yang mengalami longsor maka digunakan metode mengurangi tekanan air dengan *horizontal drain* (Zhao, 2009), namun efektifitas dari metode horizontal drain untuk kondisi Tambang Guntur harus diteliti dalam pelaksanaan di lapangan.

Tekanan air yang besar dicirikan oleh adanya rembesan air pada lereng tambang. Sifat material pada Tambang Guntur yang mudah hancur apabila terkena air membuat batuan pada lereng tambang tergerus, hal ini juga menjadikan salah satu kondisi lereng tambang tidak stabil.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan dimensi lereng yang aman terhadap kondisi material yang ada dan tekanan air bawah permukaan. Sebagaimana

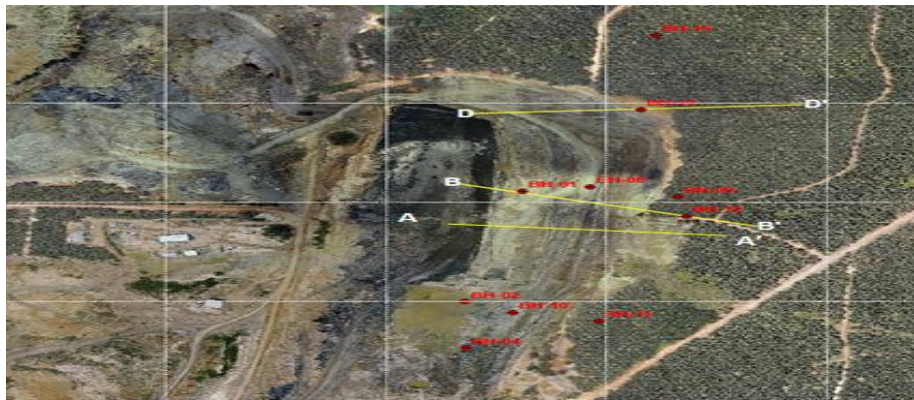
Correspondence : Setyo Mulyo Kurniawan

dijelaskan sebelumnya penelitian ini menggunakan metode pemboran dalam dan pemasangan *vibrating wire piezometer*. Hasil pemboran yaitu tanah dan batuan diambil untuk uji UCS (*unconfined compressive strength*), sedangkan *vibrating wire piezometer* langsung dipasang dan dibaca menggunakan alat pengukur khusus. Hasil uji laboratorium dan pembacaan hasil pengukuran tekanan air akan dipakai untuk memodelkan lereng tambang dengan sudut kemiringan yang berbeda dan pemodelan lereng ini juga harus mempertimbangkan nilai keekonomian.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu pekerjaan persiapan, pekerjaan pemboran di lokasi, pengambilan sampel

tidak terganggu, pemasangan *vibrating wire piezometer*. Pengambilan sampel UCS dilakukan pada setiap perbedaan jenis batuan. *Vibrating wire piezometer* dipasang pada lubang pemboran setelah proses pengeboran telah selesai. Pemboran dilakukan dengan metode bor miring untuk dapat menghasilkan data yang lebih akurat.

Pemboran satu titik untuk pemasangan *vibrating wire piezometer* dilakukan di lokasi lereng yang mengalami kelongsoran. Titik bor ini dipilih dikarenakan lokasi dekat dengan zona kelongsoran dan pengeboran dilakukan sampai dengan kedalaman 140 meter. Lokasi pengeboran serta penampang B-B' ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Lokasi Pengeboran Geoteknik (tampak atas)



Gambar 2. Penampang Melintang B-B'

Dari hasil pemboran dan penampang melintang didapatkan susunan batuan dari atas sampai dengan bawah. Batuan ini kemudian diambil sampel *undisturbed* dan diuji di laboratorium.

Uji laboratorium yang dilakukan adalah uji *unconfined compressive strength* (UCS) dan berat volume batuan. Pengujian UCS dilakukan dikarenakan sifat material yang sangat rapuh dan mudah patah sehingga uji

ini diharapkan dapat menghasilkan data yang diinginkan. Berdasarkan hasil uji UCS didapatkan pada titik bor BH 12 dan BH 08 memperlihatkan batuan pada *strength parameter* 0,18 MPa sampai dengan 0,87 MPa dimana berdasarkan klasifikasi (Brown, 1981) batuan dalam Tambang Guntur termasuk *extremely weak*.

Penampang B-B' terdapat titik bor BH-12 yang berada di *top surface* dan *vibrating wire piezometer* dipasang pada titik bor ini pada kedalaman 47 meter. Pemboran BH-12 juga diperlukan untuk pengambilan sample *undisturbed* dan juga untuk mengetahui ketebalan sesungguhnya dari setiap perlapisan. Kedalaman pemboran BH-12 berada di 77 meter dari permukaan tanah. Untuk mendapatkan semua lapisan batuan sampai dengan lapisan akhir tambang dilakukan juga pemboran BH-08. BH-08 berguna untuk melengkapi lithologi *strength parameter* pada penampang B-B'. Pembacaan *Vibrating wire piezometer* dilakukan pada BH-12 setiap hari dan apabila tidak terkendala oleh cuaca.

Intensitas curah hujan diperkirakan merupakan salah satu faktor penyebab kelongsoran di Tambang Guntur. Intensitas curah hujan yang tinggi mengakibatkan batuan mengalami erosi dan jenuh terhadap air sehingga kekuatan batuan tersebut berkurang. Air hujan jika meresap ke dalam tanah dan masuk melalui celah batuan akan meningkatkan kadar air di dalam batuan pembentuk lereng, sehingga kohesi berkurang yang selanjutnya mengurangi ketahanan geser batuan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tekanan air bawah permukaan dapat dihitung dengan alat sensor khusus yang disebut VWP (Vibrating Wire Piezometer). Pembacaan akhir yang didapat dari sensor tersebut adalah tinggi muka air tanah dengan satuan meter (m). Pada pembahasan sebelumnya dijelaskan bahwa curah hujan sangat berpengaruh terhadap kestabilan lereng. Intensitas hujan yang menunjukkan pengaruh terhadap rekahan dan keruntuhan lereng yaitu pada bulan April dan Mei 2014.

Pada bulan Januari sampai dengan Maret sudah terdapat tanda-tanda akan terjadi longsor. Tanda-tanda tersebut dapat dilihat secara langsung di lapangan yaitu adanya *seepages* dan adanya tekanan tinggi pada bulan Maret. Longsor yang terjadi pada bulan April dan Mei memperlihatkan tekanan air yang tinggi yang sudah dilepaskan sehingga di dalam pengukuran terlihat tekanan menurun dan kembali tinggi pada bulan Juni dan Juli, namun pada bulan Agustus dan September tekanan terus berkurang dengan adanya Horizontal drain. Data intensitas curah hujan menjadi salah satu pertimbangan dalam menentukan rekomendasi penanganan kelongsoran dan juga untuk mengetahui pengaruh hubungan antara intensitas curah hujan dengan tinggi rendahnya tekanan air bawah permukaan. Hubungan antara tekanan air, intensitas hujan dan dimensi lereng ini saling berkaitan dan saling mempengaruhi.

Tekanan air bawah permukaan diperkirakan sebagai salah satu faktor penyebab dari kelongsoran lereng Tambang Guntur. Tekanan air ini diukur kemudian dikonversikan menjadi tinggi muka air tanah dan data tersebut dimasukkan ke dalam perhitungan keamanan lereng dengan menggunakan *software Slide*. Pada bulan Maret FK yang diperoleh adalah 0,68 atau dalam kategori tidak aman, hal ini terbukti terjadi kelongsoran pada bulan berikutnya, setelah longsor geometri lereng berubah menjadi 22° dan dengan tekanan air yang sama yaitu 112 kPa FK yang diperoleh adalah 1,14.

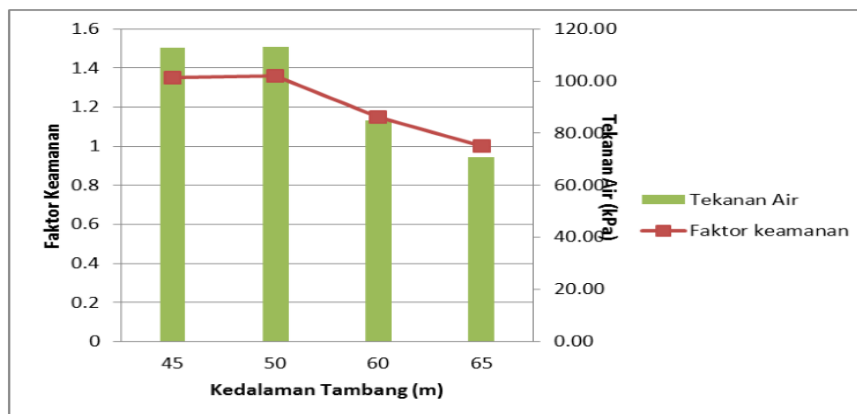
Metode menurunkan tekanan air adalah dengan cara melakukan pemboran horizontal (horizontal drain) di posisi terbawah dari lereng tambang menembus ke lapisan pembawa air. Metode ini dilakukan dengan tujuan menaikkan FK dengan cara menurunkan tekanan air bawah permukaan sehingga diharapkan tinggi muka air tanah berkurang. Pemboran diperkirakan pada kedalaman 50 meter dengan sudut pemboran 0° dan dilakukan di satu titik pada areal longsor dan dilakukan kembali dengan mengikuti kedalaman lereng tambang, kemudian setelah selesai melakukan

pemboran dipasang pipa galvanis yang telah dilubangi berfungsi untuk mengalirkan air tanah keluar menuju lereng tambang. Pemboran horizontal ini dilakukan dalam setiap penambahan kedalaman tambang dari 45 meter sampai dengan 65 meter. Pengeboran menggunakan tipe bor *crawler* dengan kemampuan maksimal 100 meter. Pengeboran horizontal juga mengalami beberapa kendala seperti *stuck road*, *water loss*, hujan dan banjir di sekitar tambang. Kendala tersebut juga sangat mempengaruhi efektivitas dari metode ini dengan kondisi tambang yang terus berubah. Adanya kendala tersebut nantinya juga akan menjadi pertimbangan teknis apakah metode ini dapat digunakan berkelanjutan atau tidak.

Pemboran horizontal dilakukan di bulan Juni 2014 setelah terjadinya longsor di bulan sebelumnya. Pemboran dilakukan di area yang terkena longsoran yaitu pemboran dengan kode DW 18C HW, setelah pemboran selesai sampai dengan pemasangan pipa galvanis kemudian piezometer yang berada di atas lereng tambang dengan kode BH 12 diukur tekanan airnya menggunakan *read out unit*.

Hubungan antara *horizontal drain* dan tekanan air tanah saling mempengaruhi, terlihat dari tekanan yang terus berkurang walaupun hujan masih terjadi dalam kurun waktu tertentu, dan intensitas hujan tidak mempengaruhi terhadap tekanan air setelah dilakukan *horizontal drain*. Penambahan Jangka Panjang Tambang Guntur dilakukan sampai di kedalaman 65 meter. Pada bulan Juni 2014 kedalaman Tambang Guntur sekitar 45 meter dan diperkirakan tambang sampai pada kedalaman 65 meter atau akhir tambang di bulan September 2014.

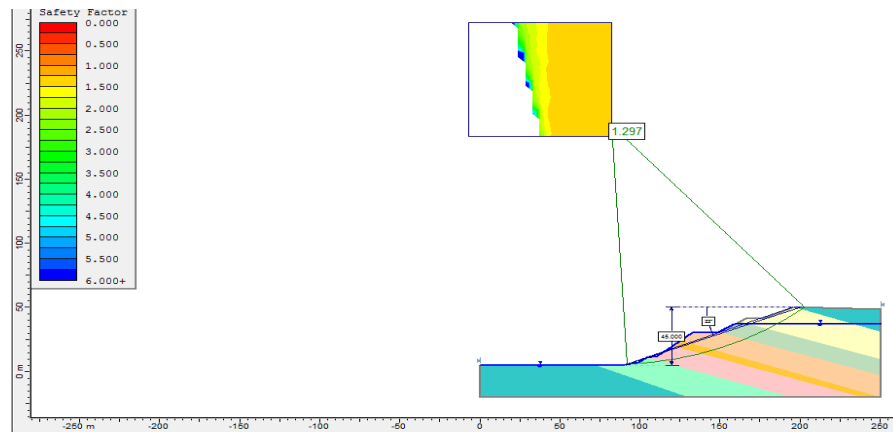
Grafik hubungan antara tekanan air dan FK (Gambar 3) memperlihatkan bahwa dengan tekanan air yang besar namun dilakukan *horizontal drain* didapatkan FK 1,3 yang berarti dalam kategori aman, hal ini dapat disimpulkan bahwa *horizontal drain* dapat menjaga tekanan air sehingga kondisi lereng tetap stabil pada kedalaman lereng 45 meter. Pada kedalaman lereng yang semakin dalam FK mengalami penurunan yang diimbangi oleh naiknya tekanan air, untuk itu disarankan *horizontal drain* dilakukan kembali untuk menaikkan FK.



Gambar 3. Grafik Hubungan FK dan Tekanan Air dengan Tinggi Lereng Bervariasi Untuk Sudut Keseluruhan 22° pada Penambahan Jangka Panjang

Gambar 4 memperlihatkan FK yang didapatkan setelah dilakukan *horizontal drain* pada kedalaman tambang 45 meter dengan sudut keseluruhan 22° dengan intensitas curah hujan rata rata 5 mm/hari. Hujan yang terjadi pada bulan ini tidak berlangsung dalam waktu

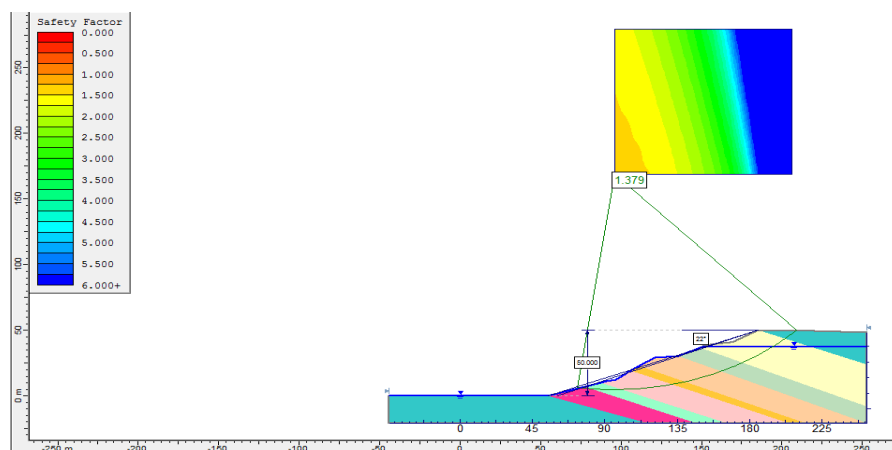
1 bulan hanya terjadi secara periodik dalam kurun waktu tertentu. Data hujan pada bulan Juni menunjukkan bahwa intensitas hujan tertinggi pada Intensitas hujan 9 mm/hari yang berarti mengalami penurunan dari bulan sebelumnya yaitu 50 mm/hari.



Gambar 4. FK Lereng dengan Tekanan Air Tanah 112,8 kPa, Tinggi Lereng 45 meter dan Sudut Keseluruhan 22° pada Bulan Juni

Pada bulan Juli tekanan air tanah bertambah menjadi 113,2 kPa dengan tinggi lereng telah berubah lebih dalam menjadi 50 meter dengan sudut keseluruhan yang sama yaitu 22° (Gambar 5). Namun dengan adanya horizontal drain kondisi lereng dan FK yang didapatkan relatif aman. Kondisi ini terus berlangsung pada bulan berikutnya yaitu bulan Agustus dan September, dimana

horizontal drain mampu menurunkan tekanan air bawah permukaan sehingga lereng tambang masih dalam kategori aman walaupun kedalaman tambang terus bertambah dari 50 meter sampai dengan 65 meter. Tekanan air dapat diturunkan dari 112 kPa pada bulan Juni menjadi 70 kPa pada bulan September.



Gambar 5. FK Lereng dengan Tekanan Air Tanah 113,2 kPa, Tinggi Lereng 50 meter dan Sudut Keseluruhan 22° pada Bulan Juli

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil data dari lapangan dan hasil analisis dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pengaruh tingginya intensitas hujan pada lereng akan mempengaruhi tinggi

tekanan air, semakin tinggi tekanan air maka FK akan semakin rendah, hal ini terlihat pada kestabilan lereng sebelum terjadi longsor nilai FK 0,68 atau dalam kategori longsor.

2. Metode untuk mencegah terjadinya longsor adalah dengan menggunakan

metode *horizontal drain* efektif dalam menurunkan tekanan air tanah hal ini dapat dibuktikan dalam hasil penurunan tekanan air dalam bulan Juni sampai dengan September dari 112 kPa menjadi 70 kPa.

3. Geometri lereng yang aman untuk penambangan jangka panjang yaitu dengan menggunakan sudut keseluruhan 22 derajat dan dengan menjaga tekanan air di 70 kPa.

DAFTAR RUJUKAN

- Hoek, Edan Bray, J.W.1981.*RockSlope Engineering, Revised Third Edition*.The Institution of Mining and Metalurgy, London.
- Bowles, J.E. Foundation Analysis and Design, McGraw-Hill kogakusha,Ltd., Tokyo, Japan, 1977.
- Wesley,D.L dan Pranyoto.S, 2010. *Fundamental of Soil Mechanics for Sedimentary and Residual Soils*.
- Bouwer, H.1978. *Groundwater Hydrology*. Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Todd, David Keith, 1980, *Groundwater Hydrology*, second edition, University of California, New York, USA.
- Van Bemelen, R.W. 1949. *The Geology of Indonesia*, Vol. 1A.Martinus Nijhoff, The Hague, Netherland.
- Van Zuidam, R.A. 1983. *Guide To Geomorphologic Interpretation and Mapping*, Section of Geology and Geomorphology, Copyright Reserved, ITC F.nschede.The Netherlands.
- Zhao, J. 1966. *Rock Mechanics for Civil Engeineers*, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne, Switzerland.