

ANALISIS KEKUATAN PENYANGGA PADA TAMBANG BAWAH TANAH DENGAN MENGGUNAKAN Q-SYSTEM DI PT MENARA CIPTA MULIA, BELITUNG

Immanuel Pasaribu^{1*}, Irvani¹, Haslen Oktarianty¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

* E-mail : immanuelanugah@gmail.com

ABSTRAK

PT menara cipta mulia memiliki tambang timah dengan menggunakan tambang bawah tanah. Dalam kegiatan penambangan saat ini, PT Menara Cipta Mulia bermaksud melakukan analisis terhadap kestabilan terowongan sebagai akses utama penambangan bijih dikarenakan sering terjadi longsor. Formasi batuan yang ada pada Adit Penyubut berupa batu breksi dan batu gamping, di mana dari bukaan tambang sampai titik 160 m berupa batubreksi dan 180 m sampai 400 m berupa batugamping. Luas akses utama penambangan bijih pada Adit penyubut sebesar 1.000 m². Penelitian ini menggunakan klasifikasi *Q-system* pada 21 titik di sepanjang 400 m kemudian menghitung tegangan permukaan terowongan dan penyangganya. Kualitas Massa batuan Adit Penyubut "Good" dengan kelas batuan "B". Nilai rata-rata *Q-system* nya sebesar 11,758. Rekomendasi penyangga berdasarkan Klasifikasi *Q-system* mayoritas adalah *Unsupported*. Rata-rata tegangan awal adit penyubut sebesar 947,87 MPa, tegangan in situ vertikal sebesar 96,721 MPa, tegangan in situ horizontal sebesar 96,721 MPa, tegangan radial sebesar 138,62 MPa dan tegangan tangensial sebesar 2,5598 MPa. Tegangan maksimum pada penyangga I sebesar 4,593 MPa, penyangga II sebesar 4,210 MPa dan penyangga III sebesar 6,124 MPa.

Kata kunci : Q-sistem, penyangga, bawah tanah

ABSTRACT

PT Menara Cipta Mulia owns a tin mine using underground mining. In current mining activities, PT Menara Cipta Mulia intends to analyze the stability of the tunnel as the main access to ore mining due to frequent landslides. The rock formations in Adit Penyubut are breccia and limestone, where from the mine opening to 160 m in the form of corrective rock and 180 m to 400 m in the form of limestone. The main access area for ore mining at adit pinning is 1000 m². This study uses *Q-system* classification at 21 points along 400 m and then calculates the surface tension of the tunnel and its supports. The quality of the rock mass of Adit Penyubut is "Good" with rock class "B". The *Q-system* average value is 11.758. The buffer recommendation based on the majority *Q-system* classification is *Unsupported*. The average initial stress addition to the inverter is 947.87 MPa, the vertical in situ stress is 96.721 MPa, the horizontal in situ stress is 96.721 MPa, the radial stress is 138.62 MPa and the tangential stress is 2.5598 MPa. The maximum stress on buffer I is 4.593 MPa, buffer II is 4.210 MPa and buffer III is 6.124 MPa.

Keywords: *Q-system*, support, underground

PENDAHULUAN

Sratigrafi pulau belitung terdiri dari formasi Kelapa Kampit, formasi Tajam, formasi Siantu, Granit Tanjung Pandan, Adamelit Baginda, Ganodiorit Burung Mandi, Diorit Kuarsa Batu Besi dan Alluvium (Baharuddin dan Sidarto, 1995). Dalam klasifikasi geomekanika, diperlukan adanya pengamatan dan perlakuan khusus dari batuan untuk dapat mengetahui karakteristik dari batuan yang akan diteliti (Bieniawski, 1989). Salah satu Klasifikasi geomekanika yaitu klasifikasi *Q-System* dikenal juga dengan istilah *Rock Tunneling Quality Index* terdiri dari : RQD didasarkan pada penghitungan persentase

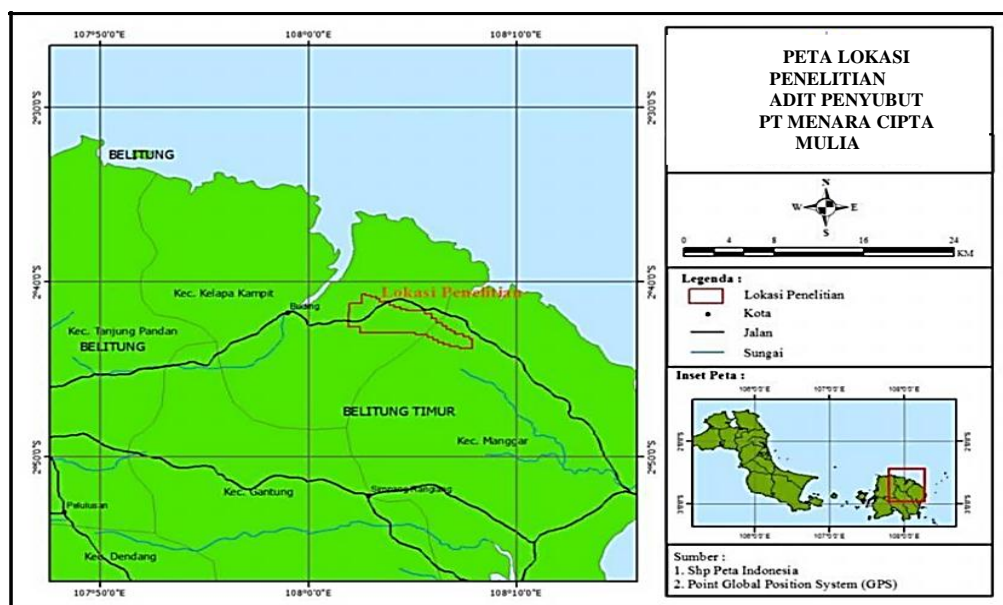
inti terambil yang mempunyai panjang 10 cm atau lebih (Deere,1967), Jn, Jr, Ja, Jw dan SRF (Barton, 1974). Span / diameter digunakan untuk menganalisis *support* atap, dan ketinggian dinding digunakan di kasus *support* dinding (Singh dan Goel, 1999).

Kegiatan tambang bawah tanah sangat beresiko tinggi sehingga sangat diperlukan penanganan yang ekstra hati-hati dalam pengerjaan dan penyanggaannya. Penyangga terowongan adalah struktur yang dibuat untuk menjamin kestabilan tanah di sekeliling terowongan yang ditujukan untuk mencegah deformasi terowongan (Hardjomuljadi,

2010). Deformasi terjadi akibat adanya tegangan. Tegangan maksimum pada penyangga untuk mendukung bukaan permanen (Hoek dan Brown, 1980. Secara umum, sistim penyangga besi, ada 5 (lima) jenis, yaitu *continuous rib*, *rib and post*, *ri and wall plate*, *rib, wall plate and post*, *full circle rib* (Singh dan Goel, 2006).

Dalam menganalisis peyangan tambang bawah tanah, harus dilakukan perhitungan tegangan vertikal

dan horizontal terowongan terhadap batuan (brady dan brown 1993). jika pada lokasi tersebut dilakukan penggalian terowongan maka, tegangan dari massa yang digali akan dialihkan/ditransfer ke sisi terowongan (Szechy, 1967). Sudah ada terpasang penyangga, tetapi tidak mencegah terjadinya deformasi massa batuan.



Gambar 1. Peta lokasi daerah penelitian

METODE PENLITIAN

Penelitian dilaksanakan di PT. Menara Cipta Mulia, berlokasi di Dusun Pelataran RT01/RW01, Desa Senyubuk, Kecamatan Kelapa Kampit, Kabupaten Belitung Timur, Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. PT Menara Cipta Mulia merupakan salah satu tambang timah primer yang ada di Kepulauan Bangka Belitung khususnya di Kabupaten Belitung Timur. PT Menara Cipta Mulia secara geografis terletak pada posisi $108^{\circ}01'30''\text{BT}$ - $108^{\circ}08'06''\text{BT}$ dan $-02^{\circ}40'30''\text{LS}$ - $-02^{\circ}44'06''\text{LS}$. Luas IUP PT Menara Cipta Mulia sebesar 2699 ha. Jarak lokasi penelitian dari mess sejauh ± 10 km sedangkan dari pusat kota Tanjung Pandan ke lokasi penelitian sekitar ± 42 km, dengan waktu tempuh sekitar 43 menit.1.

Penelitian menggunakan metode *Q-system*. Sebelum melakukan proses analisis *Q-system* pertama kali hal yang dilakukan berupa menentukan berapa panjang dan berapa titik pengamatan, di sini saya meneliti terowongannya sepanjang 400 m dengan 20 titik pengamatan yang ditandai dengan garis merah, lalu besarnya bidang yang akan diamati dan dianalisis sebesar 1,5 m x 2 m. Ketika panjang, banyak titik, bidang, dan jarak sudah ditentukan kemudian dilakukan pengukuran dengan pita ukur lalu mengambil dokumentasi dari bidang yang sepanjang

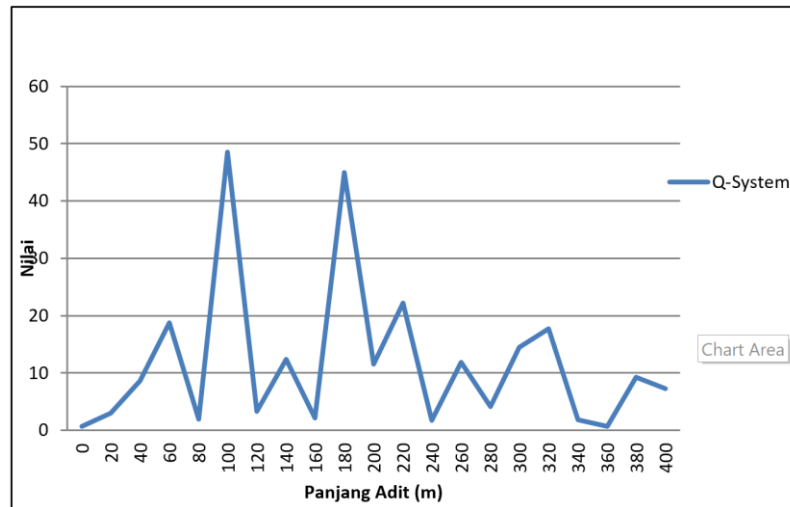
pita ukur tersebut. Kemudian menggambar kekar-kekar yang ada pada bidang tersebut lalu mengukur jarak antar set kekar. Setelah itu melihat kondisi kekar tersebut berupa kekasaran dari bidang kekar, ada atau tidak adanya aliran air dan isi yang ada dari kekar. Setelah didapat data-data dari lokasi penelitian lalu mencocokkan hasil pengamatan dengan nilai-nilai tabel *Q-system* sesuai kondisinya untuk setiap parameternya. Ketika sudah didapat nilai-nilai berdasarkan *Q-system*, kemudian melakukan perhitungan dari nilai-nilai tersebut untuk memperoleh nilai "Q" pada *Q-system*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adit Penyubut memiliki panjang 400 m dengan lebar bukaan 1,9 m dan tinggi 2,5 m. Arah urat timah pada Adit Penyubut yaitu dari timur – barat dengan memiliki 2 jenis batuan yaitu berupa breksi dan batugamping. Arah sumbu lipatan pada umumnya baratlaut - tenggara, sedangkan sesar berarah timurlaut – baratdaya. Secara umum geomorfologi daerah penelitian memperlihatkan topografi pendataran dan perbukitan yang memiliki ketinggian <600 mdpl. Faktor kenampakan ini diakibatkan oleh faktor-faktor yang mempengaruhinya baik dari segi material penyusun maupun proses geologi yang menyertainya. Faktor kenampakan ini diakibatkan oleh faktor-faktor yang mempengaruhinya baik dari segi material

penyusun maupun proses geologi yang menyertainya. Gunung Tajam merupakan morfologi paling tinggi di Pulau Belitung, yang secara memiliki karakter yang mencolok dibandingkan dengan morfologi di

sekitarnya yang berupa dataran. Nilai massa batuan pada Adit Penyubut berdasarkan klasifikasi *Q-system* memiliki rata-rata 11,758 di mana kelas batuan adalah “Good” dengan kelas batuan “B”.



Gambar 2. Grafik Q-system Adit Penyubut

Nilai massa batuan pada Adit Penyubut paling tinggi yaitu bernilai 48,5 berada pada titik 100 m, ini dikarenakan nilai RQD yang tinggi 81 dengan jumlah set kekar 1 dan tidak adanya alterasi/isian pada kekar begitu juga pada titik 180 m dengan nilai RQD 90 dengan jumlah set kekar 1 dan tidak adanya alterasi/isian pada kekar. Nilai massa batuan yang rendah berada pada titik 0 m, 80 m, 120 m, 160 m, 240 m, 340 m, dan 360 m, untuk nilai massa batuan pada titik 0 m sangat kecil dikarenakan banyaknya set kekar

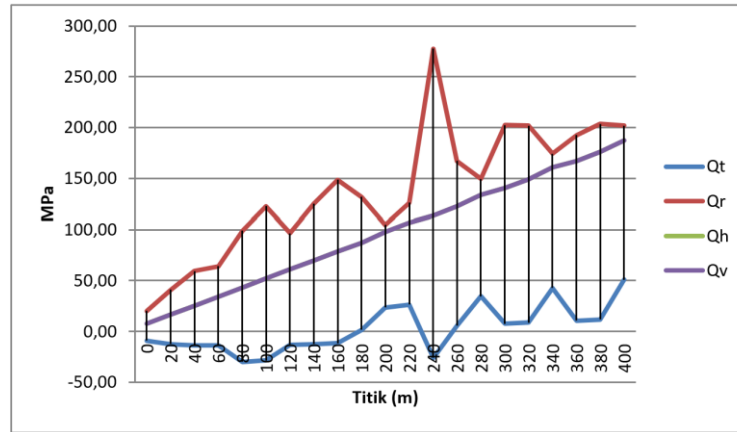
dan acak yang terdapat pada batuan dan nilai RQD yang kecil, pada titik 80 m, 120 m dan 160 m nilai RQD-nya tinggi bernilai 97 pada titik 80 m, bernilai 83 pada titik 120 m dan bernilai 80 pada titik 160 m tetapi terdapat alterasi/isian kekar berupa *clay* sehingga menyebabkan nilai massa batunya kecil. Titik 340 m dan 360 m, nilai RQD-nya tinggi bernilai 81 pada titik 340 m dan bernilai 95 pada titik 360 m tetapi pada kekarnya terdapat isian berupa *clay* dan terdapat aliran air yang sedang.

Tabel 1. Penilaian Pertitik dan Rekomendasi Penyangga

No	Titik (m)	Nilai <i>Q-System</i>	H(m)	De	Rekomendasi Penyangga	Lokasi	Jenis penyangga
1	0	0,7	2,5	1,56	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
2	20	2,933	2,35	1,46	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
3	40	8,6	2,2	1,37	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
4	60	18,8	2,57	1,6	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
5	80	1,94	2,13	1,33	<i>Unsupported</i>	Penyubut	<i>Rib and Post</i>
6	100	48,5	2,7	1,68	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
7	120	3,32	2,82	1,76	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
8	140	12,4	2,52	1,57	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
9	160	2,13	2,4	1,5	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
10	180	45	2,35	1,46	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
11	200	11,5	2,8	1,75	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
12	220	22,25	2,3	1,43	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
13	240	1,706	2,1	1,31	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
14	260	11,833	2,26	1,41	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
15	280	4,167	2,1	1,31	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
16	300	14,5	2,1	1,31	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
17	320	17,75	2,1	1,31	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
18	340	1,782	2,35	1,46	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
19	360	0,627	3,36	2,1	<i>B(+S)</i>	Penyubut	Tidak ada
20	380	9,24	2,86	1,78	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada
21	400	7,26	2	1,25	<i>Unsupported</i>	Penyubut	Tidak ada

Pada titik 360 m terlihat rekomendasi penyangga berupa *Systematic bolting*, (*and unreinforced shotcrete, 4-10 cm*), (B(+S)); yang berarti diperlukan *rockbolt* dan *shotcrete* tanpa rangkaian rusuk baja dengan panjang daerah yang di *shotcrete* 4-10 cm. Tegangan alamiah yang terjadi pada Adit Penyubut berupa tegangan gravitasi yang terjadi karena beban

batuan yang ada pada atasnya dan komponen vertikal, sedangkan tegangan terganggu yang terjadi berupa tegangan tangensial dan tegangan radial. Tegangan terganggu (*induced stresses*) terjadi karena aktivitas penggalian dan menjadi perhatian utama dalam perancangan penggalian.



Gambar 3. Tegangan Permukaan Adit

Grafik diatas menunjukkan semakin panjang kedalam maka tegangan in situ vertical, tegangan in situ horizontal, tegangan radial dan tegangan tangensial semakin meningkat. Asumsi nilai K (koefisien) pada tegangan in situ horizontal bernilai 1. Umumnya penyangga terowongan tambang bawah

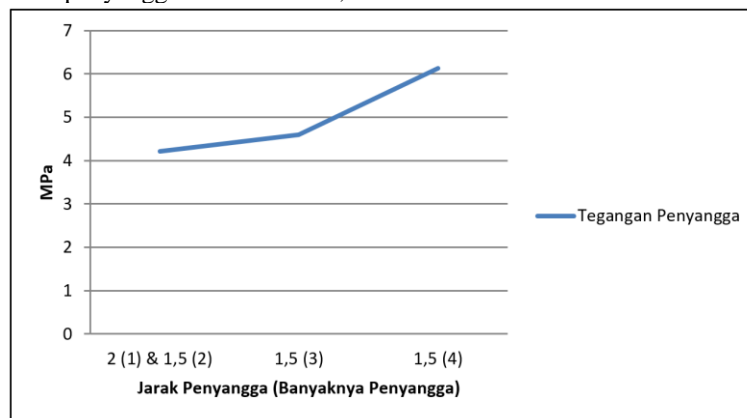
tanah terdiri dari campuran semen dan pasir dalam *slurry (shotcrete)*, *rockbolt* dan rangkaian rusuk baja (*steel support*). Jika kondisi tanah tidak menguntungkan atau terdapat sebuah kondisi khusus, dinding beton (*concrete lining*) dapat dipertimbangkan sebagai bagian sistem penyangga terowongan.

Table 2. Tegangan Maksimum Penyangga

No	Tegangan Maksimum Penyangga (MPa)
1	4.593
2	4.210
3	6.124

Pssmax1, Pssmax2 dan Pssmax3 nilainya terlihat berbeda, ini disebabkan karena jarak antar penyangga pada lokasi berbeda. Pada Pssmax1 jarak antar penyangga sejauh 1,5 m dan banyaknya penyangga ada 3 set; Pssmax2 jarak antar penyangga ada 2 macam,

yang pertama jaraknya sejauh 2 m ada 2 set dan yang kedua jaraknya sejauh 1,5 m ada 1 set; Pssmax3 jarak antar penyangganya sama seperti Pssmax1 yaitu 1,5 m tetapi jumlah setnya ada 4.



Gambar 4. Tegangan Maksimum Penyangga

Grafik tegangan maksimum penyangga baja ini terlihat nilai penyangga “1,5(4)” yang paling tinggi,

dikarenakan banyaknya penyangga baja yang ada sebanyak 4 penyangga dengan jarak 1,5 m. Sedangkan

tegangan penyangga 2(1) dan 1,5(2) rendah, dikarenakan adanya satu jarak antar penyangga sepanjang 2 m.

Jenis keruntuhan yang diprediksikan adalah longsor busur dikarenakan batuan pada Adit Penyubut berupa batuan sedimen yang berarti batuan sudah mengalami pelapukan dan ada bekas longsor busur.

KESIMPULAN

Berdasarkan uraian dari hasil pembahasan yang terdapat pada penelitian ini didapatkan beberapa *point* yang dapat dijadikan sebagai kesimpulan, yaitu : Kualitas Massa batuan Adit Penyubut "Good". Nilai rata-rata *Q-system* nya sebesar 11,758. Rekomendasi penyangga berdasarkan Klasifikasi *Q-system* mayoritas adalah *Unsupported*. Rata-rata tegangan awal adit penyubut sebesar 947,87 MPa, tegangan in situ vertikal sebesar 96,721 MPa, tegangan in situ horizontal sebesar 96,721 MPa, tegangan radial sebesar 138,62 MPa dan tegangan tangensial sebesar 2.5598 MPa. Tegangan maksimum pada penyangga I sebesar 4,593 MPa, penyangga II sebesar 4,210 MPa dan penyangga III sebesar 6,124 MPa. Jenis keruntuhan yang diprediksikan adalah longsor busur dapat dipasang penyangga sementara seperti penyangga kayu atau penyangga baja.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT Menara Cipta Mulia yang telah bersedia menerima

dan banyak membantu dalam penelitian ini baik dari segi data maupun biaya penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Baharuddin dan Sidarto, 1995, *Peta Geologi Lembar Belitung*, Sumatera. Bandung
- Barton, N.R., Lien, R. and Lunde, J, 1974, *Engineering Classification of Rock Masses For The Design of Tunnel Support*, New York.
- Bieniawski, Z.T., 1989, *Engineering Rock Mass Clasifications*, John Wiley & Sons, New York, p.251, Third Edition, Kluwer Academic Publisher, New York.
- Brady, B.H.G. and Brown, E.T., 1993, *Rock Mechanics for Underground Mining*, Chapman & Hall, London, UK.
- Deere D.U., and Deere D.W., 1967, *Rock Quality Designation (RQD) Index*, Department of the Army, U.S. Corps of Engineers, Washington DC.
- Hardjomuljadi, S., 2010, *Terowongan Dengan NATM (New Austrian Tunneling Method)*, PT. Medisa, Jakarta.
- Hoek, E., and Brown, E.T., 1988, *Underground excavations in rock*, London: Instn Min. Metal
- Singh, B., and Goel, R.K., 1999, *Rock Mass Classification*, edisi 1, Elsecier Ltd, London, England.
- Singh, B., and Goel, R.K., 2006, *Tunneling in weak rock*, Elsevier Ltd, London, England.
- Szechy, K, 1967, *The Art of Tunnelling*, Akademiai Kiado, Budapest.