

BAB IV

GEOLOGI DAERAH PENELITIAN

4.1 Geomorfologi

4.1.1 Pola Pengaliran

Berdasarkan klasifikasi yang dikemukakan oleh Van Zuidam (1985), yang merupakan modifikasi dari konsep Howard (1976) menjelaskan bahwa pola pengaliran merupakan bentuk pola keruangan dari lembah-lembah yang membentuk aliran sungai yang dapat dipengaruhi oleh kondisi lereng, kekerasan litologi, struktur geologi dan kerapatan vegetasi. Pola pengaliran sungai mencerminkan kekerasan batuan atau resistensi material di sekitar aliran sungai serta pengaruh tektonik yang ada. Namun setelah dilakukan pengamatan di lapangan bentuk pola pengaliran maupun sungai pada daerah penelitian tidak ditemukan karena terjadinya perubahan morfologi akibat dari adanya aktivitas penambangan yang ada.

4.1.2 Morfologi

Morfologi merupakan bentuk alam yang terbentuk dari beberapa akibat proses geologi seperti proses endogen dan eksogen. Dimana proses endogen tersebut di akibatkan dari dalam bumi sedangkan proses eksogen di akibatkan dari proses luar seperti erosi dan pelapukan. Morfologi terbagi menjadi beberapa bentukan asal yang dapat dibedakan berdasarkan proses terbentuknya, litologi penyusun dan juga struktur geologi pada daerah tersebut. Jenis batuan yang berbeda memiliki resistensi tertentu sehingga membentuk suatu morfologi yang tertentu pula (Verstappen, 1985).

Mengacu pada klasifikasi Verstappen (1985) dan David-patrick (1998), daerah penelitian terbagi menjadi 2 bentuk asal yaitu modifikasi bentuk asal antropogenik yakni menurut Verstappen (1983), bentuk asal antropogenik merupakan bentuk lahan yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan bentuk dari bentuk asalnya, kemudian terdapat pula bentuk asal struktural. Pada satuan geomorfologi daerah penelitian dibagi menjadi satuan bentuk lahan lembah struktural (S1) dan satuan bentuk asal antropogenik yang terbagi menjadi satuan bentuk lahan lereng tambang (A1) dan dataran tambang (A2).

Tabel 4. Tabel Geomorfologi Klasifikasi Verstappen (1985) dan David-Patrick (1998)

Satuan Geomorfologi		Struktural (S)	Antropogenik	
		Lembah Struktural (S1)	Lereng Tambang (A 1)	Dataran Tambang (A 2)
Morfologi	Morfografi	Lembah dengan kelerengan landai-bergelombang	Curam dan terdiri dari beberapa bench	Cekungan dari bagian terendah pada PIT
	Relief	Landai-Curam	Landai-Curam (buatan)	Landai-Datar (buatan)
	Elevasi (m)	59-66 m	20-66 m	15 - 49 m
	Pola Pengaliran	-	-	-
	Bentuk Lembah	-	-	-
Morfometri	Morfostruktur Aktif	Dipengaruhi Struktur Geologi berupa Sesar	Sedimentasi	Sedimentasi
	Morfostruktur Pasif	Resistensi Batuan Lemah -Sedang	Resistensi Batuan Lemah -Sedang	Resistensi Batuan Lemah -Sedang
Morfokonservasi		Hutan	Aktivitas Tambang	Aktivitas Tambang

Satuan Bentuk Lahan Lembah Struktural (S1), Bentuk lahan lembah struktural pada daerah penelitian yang dikontrol oleh struktur geologi berupa sesar yang sudah dilakukan pengukuran langsung dilapangan. Secara morfogenesis, bentuk lahan lembah struktural dibentuk akibat adanya aktivitas tektonik yang mengontrol daerah penelitian berupa sesar. Faktor pengontrol lainnya yaitu terkait dengan resistensi batuan, proses erosi yang berjalan, dan pelapukan batuan. Pada satuan bentuk lahan lembah struktural ini dengan elevasi 59-66 m dan relief lereng landai-curam. Pada peta geomorfologi bentuk lahan struktural ini ditandai dengan warna Ungu (S1)



Gambar 20. Bentuk Lahan Lembah Struktural (S1) (Azimuth N 152°E)

Satuan Bentuk Lahan Lereng Tambang (A1), bentuk lahan lereng tambang pada daerah penelitian yang terdapat pada seluruh PIT pada bagian Utara, Timur, Barat dan Selatan PIT. Aspek morfografi berupa relief yang Landai-Curam (buatan) dan terdiri dari beberapa *bench*. Pada peta geomorfologi bentuk lahan ini di tandai dengan warna Abu-abu (A1). Serta morfostruktur aktif yang berkembang pada bentuk lahan ini adalah aktivitas penambangan, peralutan, erosi dan pelapukan serta memiliki resistensi batuan sedang-lemah.



Gambar 21. Bentuk Lahan Lereng Tambang (A1) (Azimuth N 15° E)

Satuan Bentuk Lahan Dataran Tambang (A2), bentuk lahan dataran tambang pada daerah penelitian menyebar pada daerah penelitian seiring dengan aktivitas penambangan yang dilakukan, mempunyai ciri-ciri dengan bagian cekungan dan bagian paling rendah dari PIT dengan memiliki relief yang landai (buatan), Morfostruktur aktif yang berkembang adalah aktivitas tambang, erosi, dan pelapukan. Elevasi pada bentuk lahan dataran tambang ini yaitu 14-45 m. Bentuk lahan dataran tambang pada peta geomorfologi ditandai dengan warna abu-abu muda (A2).

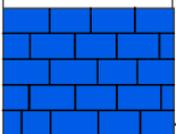


Gambar 22. Bentuk Lahan Dataran Tambang (A2) (Azimuth N 98° E)

4.2 Stratigrafi Daerah Penelitian

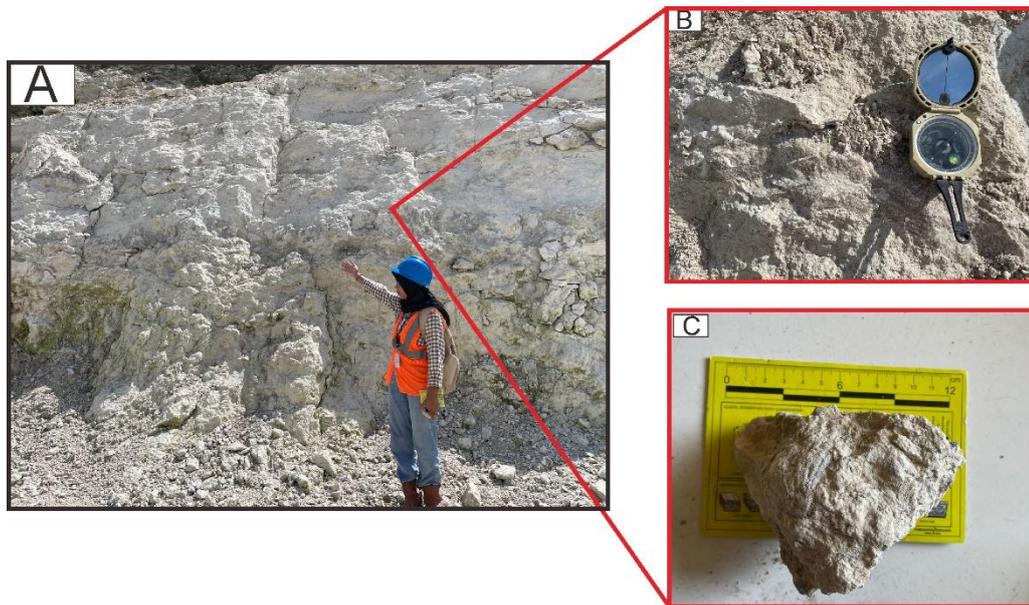
Bersadarkan hasil dari pemetaan geologi permukaan dengan skala 1:2,500 yang dilakukan di PT. Semen Baturaja Tbk Kabupaten Ogan komering Ulu, Provinsi Sumatera Selatan. Daerah penelitian masuk kedalam cekungan Sumatera Selatan, pada lembar Baturaja, mengacu dengan peta geologi regional Lembar Baturaja oleh (Purnomo dkk, 1986) daerah penelitian termasuk kedalam formasi Neogen-Miosen Baturaja (Nmb) dan Neogen-Miosen Gumai (Nmg). Dalam penentuan penamaan litologi berdasarkan analisis sayatan tipis petrografi untuk mengetahui jenis batuan dan mineralnya dengan melakukan pengambilan sampel batuan pada setiap satuan formasi yang ada pada daerah penelitian.

Tabel 5. Tabel Stratigrafi Daerah Penelitian

Umur			ZONASI BLOW (1996)	Formasi	Satuan Batuan	Pemerian	
Zaman	Kala						
kenozoikum	Tersier Neogen	Miosen	N6-N14	Nmg		Batugamping (Packstone) Gumai , memiliki warna <i>fresh</i> abu-abu gelap lapuk coklat keabuan struktur perlapisan dengan butir lutite (<0,062 mm) <i>skeletal grain</i> (79%) fosil foraminifera bentonik dan planktonik kuarsa (2%), plagioklas (1%), mikrit kalsit (17%) nama batuan <i>Packstone</i> (Dunham,1962)	
							Awal

Satuan Batugamping (*Wackestone*) Baturaja

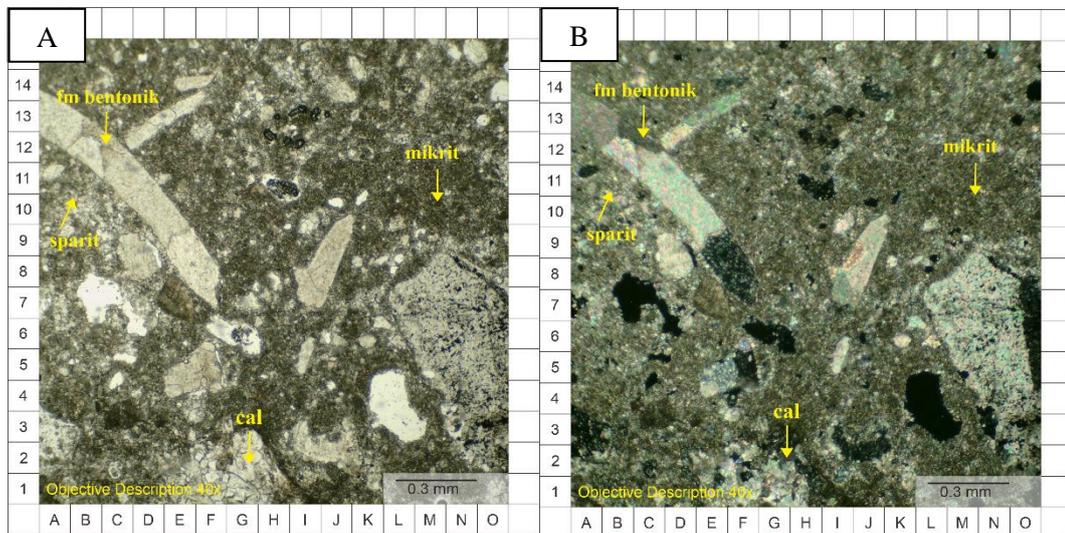
Ciri Litologi, Litologi penyusun dari satuan batuan ini memiliki warna fresh putih kekuningan dengan warna lapuk kuning kecoklatan, serta memiliki struktur masif dengan ukuran butir pasir (1/16-2mm) menurut skala (Wenworth, 1922). Dengan komposisi batuan, *allochem skeletal grain* berupa foraminifera, mikrit kalsit dan sparit karbonat. Satuan batuan ini memiliki unsur karbonat (CaCO_3) yang sangat tinggi. Satuan batugamping ini mendominasi bagian Tengah yang memanjang dari Tenggara-Baratlaut pada IUP Batukapur.



Gambar 23. Satuan Batugamping (*Wackestone*) Baturaja (Azimuth N 33°)

Petrografi, Pengamatan sayatan tipis XPL dan PPL dilakukan pada sampel batuan sedimen karbonat dengan perbesaran okuler 10x dan perbesaran objektif 4x yang bertujuan untuk mengetahui tekstur, struktur dan komposisi mineral pada sampel batuan. Sampel batuan ini memiliki warna putih kecoklatan dengan ukuran butir pasir halus-sangat halus (0,125-0,0625 mm) dengan porositas *not fabric selective*. Dengan komposisi batuan *Grain* terdiri dari *Skeletal Grain* (16%) pada PPL berwarna coklat kehitaman dengan ukuran (0.125mm-1mm) berupa foraminifera bentonik dan kalsit (14%) pada PPL berwarna biru, hijau, kuning dan tanpa warna berukuran halus (<1mm), serta memiliki matriks *microcrystalline* kalsit/mikrit (48%) dengan warna coklat kehitaman berukuran halus (<0,06) bentuk butir agak runcing bundar, warna interferensi coklat kehitaman orde 1. Sparit (10%)

dengan warna coklat kehitaman berukuran halus (<1mm), bentuk butir agak runcing bundar, warna interferensi coklat kehitaman orde 1.



Gambar 24. Sayatan Petrografi Sampel Batugamping (*Wackestone*) Baturaja a). Nikol Sejajar (PPL) b). Nikol Silang

Menurut klasifikasi Dunham, (1962) berdasarkan hasil sayatan petrografi didapatkan nama batuan *Wackestone*, dengan jenis litologi sedimen karbonat klastik.

Depositional Texture Recognizable				Depositional Texture Not Recognizable	
Original Components Not Bound Together During Deposition				Original components were bound together during deposition, as shown by intergrown skeletal matter, lamination contrary to gravity, or sediment-floored cavities that are roofed over by organic or questionably organic matter and are too large to be interslices.	
Contains mud (particles of clay and fine silt size, less than 20 microns)		Grain-supported			
Mud-supported		Grain-supported			
Less than 10 percent grains	More than 10 percent grains	More than 10 percent mud	Less than 10 percent mud	Crystalline Carbonate (Subdivide according to classifications designed to bear on physical texture or diagenesis.)	
Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone		

Gambar 25. Klasifikasi Penamaan Batuan Karbonat (Dunham, 1962)

Analisis Fossil, Pada satuan batugamping (*wackestone*) Baturaja ini kaya akan foraminifera yang terdapat pada komposisi batuan. Berdasarkan hasil analisis fosil pada satuan batugamping baturaja ini didapatkan jenis Fosil foraminifera planktonik

dan Fosil foraminifera bentonik yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan umur dan lingkungan pengendapan pada daerah penelitian.

No	Spesies Foraminifera Plangtonik	Oligosen			Miosen											Pliosen		Plistosen								
		awal		Akhir	Awal			Tengah				Akhir				Awal	Akhir									
		P18	P19	P20 N1	P21 N2	P22 N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14		N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22
Batugamping Baturaja (TOP)																										
1	<i>Globigerinoides Immaturus</i>																									
2	<i>Globorotalia Mayeri</i>																									
3	<i>Globigerinoides primordius</i>																									
Batugamping Baturaja (Middle)																										
1	<i>Globoquadrina Altispira</i>																									
2	<i>Globigerinoides Immaturus</i>																									
Batugamping Baturaja (Bottom)																										
1	<i>Globigerinoides primordius</i>																									
2	<i>Globoquadrina Baroemoensis</i>																									
3	<i>Globigerinoides Immaturus</i>																									

Gambar 26. Hasil Analisis Fosil Foraminifera Planktonik batugamping baturaja

Sumber: PT Semen Baturaja Tbk (Laboratorium paleontologi-stratigrafi Insitut Teknologi Nasional Yogyakarta)

Umur relatif, Berdasarkan hasil analisis fosil pada (Gambar 26), menurut pembagian zonasi Blow (1969) dapat disimpulkan bahwa satuan batugamping (*wackestone*) baturaja ini terbentuk pada umur N4-N5 (Miosen Awal) yang didukung dengan adanya kehadiran fosil foraminifera Planktonik yang hidup pada umur tersebut.

No	Spesies Foraminifera Bentonik	Lingkungan Pengendapan						
		Transisi	Neritik			Bathyal		Abisal
			Tepi	Tengah	Luar	Atas	Bawah	
		0	0-20	20-100	100-200	200-500	500-2000	4000
Batugamping Baturaja (TOP)								
1	<i>Anomalinoidea orbiculus</i>							
2	<i>Bathysipon sp</i>							
3	<i>Elphidium crispum</i>							
Batugamping Baturaja (Middle)								
1	<i>Quinqueloculina bicarinata</i>							
2	<i>Pyrgo oblonga</i>							
3	<i>Nonionella novozelandica</i>							
Batugamping Baturaja (Bottom)								
1	<i>Bathysipon sp</i>							
2	<i>Pyrgo sp</i>							

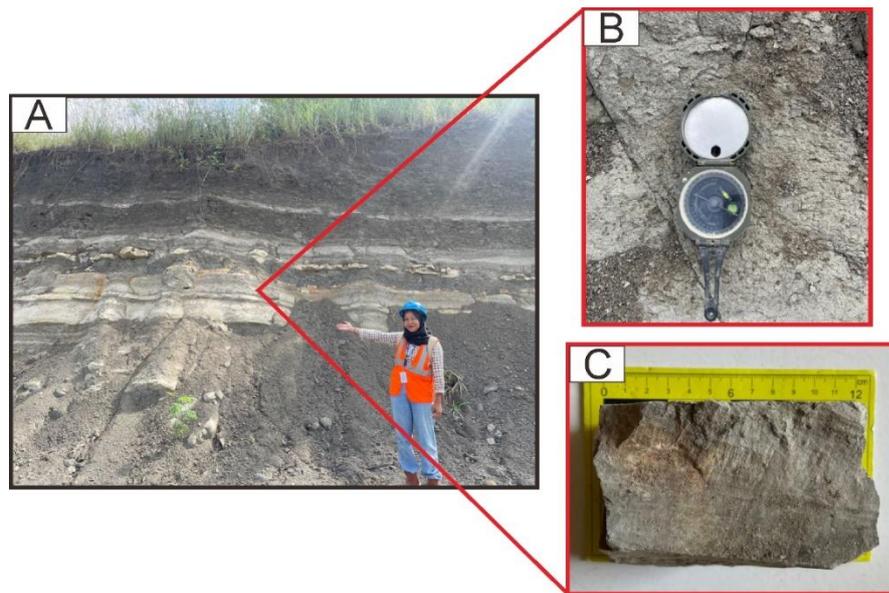
Gambar 27. Hasil Analisis Fosil Foraminifera Bentonik Batugamping Baturaja

Sumber: PT Semen Baturaja Tbk (Laboratorium paleontologi-stratigrafi Insitut Teknologi Nasional Yogyakarta)

Lingkungan Pengendapan, Berdasarkan hasil analisis fosil foraminifera bentonik pada batugamping (*wackestone*) Baturaja ini disimpulkan terdapat pada lingkungan pengendapan laut dangkal dengan zona batimetri neritik tengah, hal ini ditandai dengan adanya keterdapatn fosil foraminifera bentonik pada batugamping baturaja yang hidup pada lingkungan tersebut.

Satuan Batugamping (*Packestone*) Gumai

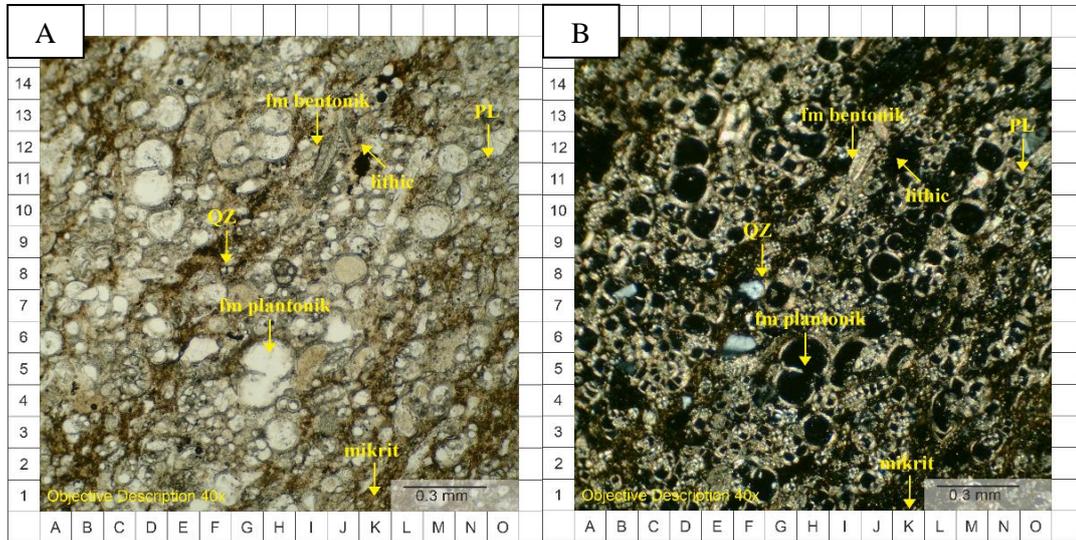
Ciri Litologi, Litologi penyusun lereng ini merupakan Batugamping yang memiliki warna *fresh* abu-abu gelap dan warna lapuk coklat keabuan. Batuan ini memiliki struktur perlapisan dengan ukuran butir lempung ($<0,004$ mm) menurut skala (Wenworth, 1922). Satuan batugamping (*Packestone*) Gumai mendominasi bagian atas yang memanjang dari Barat Laut - Tenggara pada daerah penelitian, dengan pengukuran strike/dip dilapangan yaitu $N280-308^{\circ}E/11-18^{\circ}$.



Gambar 28. Satuan Batugamping (*Packestone*) Gumai (Azimuth $N 27^{\circ}E$)

Petrografi, Pengamatan sayatan tipis XPL dan PPL dilakukan pada sampel batuan sedimen karbonat dengan perbesaran okuler 10x dan perbesaran objektif 4x yang bertujuan untuk mengetahui tekstur, struktur dan komposisi mineral pada sampel batuan. sampel batuan ini memiliki warna putih kecoklatan dengan ukuran butir lempung ($< 0,004$ mm). Adapun komposisi batuan ialah *Grain* terdiri dari *skeletal grain* (79%) berwarna coklat kehitaman berupa foraminifera bentonik dan foraminifera planktonik berukuran (0.125mm-1mm). Grain kedua terdiri dari Kuarsa (2%) pada PPL berwarna putih-tidak berwarna berukuran halus (<1 mm), bentuk kristal euhedral, tidak memiliki belahan, pleokroisme monokroik, warna interferensi kuning-biru orde 1. Plagioklas (1%) pada PPL berwarna putih-tidak berwarna, berukuran halus (<1 mm) dengan bentuk kristal euhedral, belahan dua arah dengan warna interferensi abu-abu orde 1. Kemudian Litik (1%) didominasi oleh batulempung berwarna coklat kemerahan kecoklatan dengan ukuran lanau-

lempung dengan warna interferensi coklat kemerahan orde 3. Memiliki matrix dengan *microcrystalline* kalsit/mikrit (17%) pada PPL (//) berwarna coklat kehitaman berukuran halus (<0,06) bentuk butir agak runcing bundar.



Gambar 29. Sayatan Petrografi Sampel Batugamping (*Packestone*)

Gumai a). Nikol Sejajar (PPL) b). Nikol Silang (XPL)

Menurut klasifikasi Dunham, (1962), berdasarkan hasil analisis petrografi didapatkan nama batuan *Packstone*, memiliki jenis butiran lanau-lempung dengan jenis litologi sedimen karbonat klastik.

Depositional Texture Recognizable					Depositional Texture Not Recognizable (Subdivide according to classifications designed to bear on physical texture or diagenesis.)
Original Components Not Bound Together During Deposition		Grain-supported		Original components were bound together during deposition, as shown by intergrown skeletal matter, lamination contrary to gravity, or sediment-floored cavities that are roofed over by organic or questionably organic matter and are too large to be interslices.	
Contains mud (particles of clay and fine silt size, less than 20 microns)					
Mud-supported		Grain-supported		Boundstone	
Less than 10 percent grains	More than 10 percent grains	More than 10 percent mud			
Mudstone	Wackestone	Packstone		Grainstone	
	Floatstone	Rudstone		Framestone	
				Bindstone	
				Bafflestone	

Gambar 30. Klasifikasi Penamaan Batuan Karbonat (Dunham, 1962)

Analisis Fossil, Pada satuan batugamping (*Packestone*) Gumai ini kaya akan foraminifera yang terdapat pada komposisi batuan. Berdasarkan hasil analisis fosil pada satuan batugamping (*Packestone*) Gumai ini didapatkan jenis Fosil

foraminifera planktonik dan fosil foraminifera benthonik yang dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan umur serta lingkungan pengendapan pada daerah penelitian.

No.	Spesies Foraminifera Planktonik	Oligosen			Miosen										Pliosen		Plistosen									
		awal		Akhir	Awal					Tengah					Akhir	Awal		Akhir								
		P18	P19	P20 N1	P21 N2	P22 N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13		N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22
Batugamping Gumai (TOP)																										
1	<i>Globigerinoides Immaturus</i>																									
2	<i>Globigerinoides trilobus</i>																									
3	<i>Globorotalia peripheroronda</i>																									
Batugamping Gumai (Middle)																										
1	<i>Globigerinoides trilobus</i>																									
2	<i>Globigerinoides Immaturus</i>																									
Batugamping Gumai (Bottom)																										
1	<i>Globigerinoides obliquus</i>																									
2	<i>Globorotalia peripheroronda</i>																									
3	<i>Globigerinoides Immaturus</i>																									

Gambar 31. Hasil Analisis Fosil Foraminifera Planktonik Batugamping Gumai

Sumber: PT Semen Baturaja Tbk (Laboratorium paleontologi-stratigrafi Insitut Teknologi Nasional Yogyakarta)

Umur relatif, Berdasarkan hasil analisis fosil pada (Gambar 31), menurut pembagian zonasi Blow (1969) dapat disimpulkan bahwa satuan batugamping (*Packestone*) gumai ini terbentuk pada umur N6-N14 (Miosen Awal-Miosen tengah) yang di tandai dengan kehadiran fosil foraminifera planktonik yang terdapat pada umur tersebut

No	Spesies Foraminifera Bentonik	Lingkungan Pengendapan						
		Transisi	Neritik			Bathyal		Abisal
			Tepi	Tengah	Luar	Atas	Bawah	
0	0-20	20-100	100-200	200-500	500-2000	4000		
Batugamping Gumai (TOP)								
1	<i>Chrysalogonium tenuicostatum</i>							
2	<i>Ephidium flexuosum</i>							
3	<i>Mucronina gemina</i>							
Batugamping Gumai (Middle)								
1	<i>Praeglobobulimina ovata</i>							
2	<i>Ellipsoidina ellipsoides</i>							
3	<i>Praeglobobulimina pupoides</i>							
Batugamping Gumai (Bottom)								
1	<i>Chrysalogonium tenuicostatum</i>							
2	<i>Ellipsoidina ellipsoides</i>							

Gambar 32. Hasil Analisis Fosil foraminifera Bentonik Batugamping Gumai

Sumber: PT Semen Baturaja Tbk (Laboratorium paleontologi-stratigrafi Insitut Teknologi Nasional Yogyakarta)

Lingkungan Pengendapan, Berdasarkan hasil analisis di atas dapat disimpulkan bahwa batugamping (*Packestone*) Gumai terendapkan setelah pengendapan batugamping (*Wackestone*) Baturaja yang menindih secara selaras, kemudian dengan adanya kehadiran fosil foraminifera bentonik dapat disimpulkan

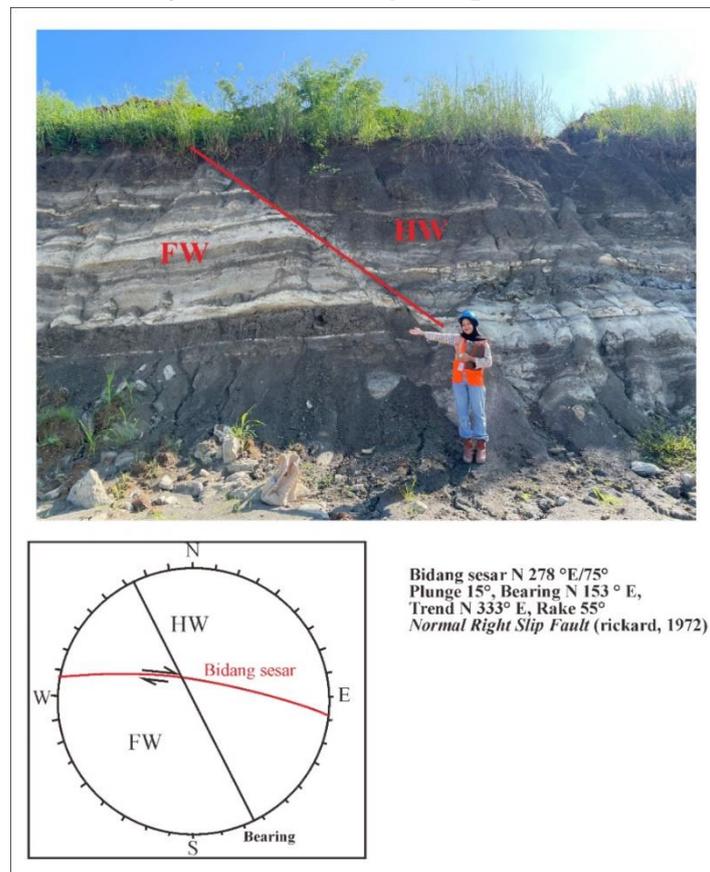
bahwa lingkungan pengendapan satuan batugamping (*Packestone*) Gumai ini berada pada zona batimetri neritik tepi.

4.3 Struktur Geologi

Pada daerah penelitian terdapat beberapa struktur geologi yang mempengaruhi proses terbentuknya daerah penelitian yakni terdapat sesar atau patahan dan juga kekar yang ditemukan pada area lereng PIT, berdasarkan hasil pengamatan di lapangan dapat terjadi pengaruh eksogen dan endogen dimana dapat menyebabkan tingkat pelapukan yang tinggi pada daerah penelitian. Analisis struktur geologi yang didapatkan di analisis menggunakan *software Dips 6.0*. Beberapa hasil analisis yang didapatkan di lapangan sebagai berikut:

- **Sesar 1**

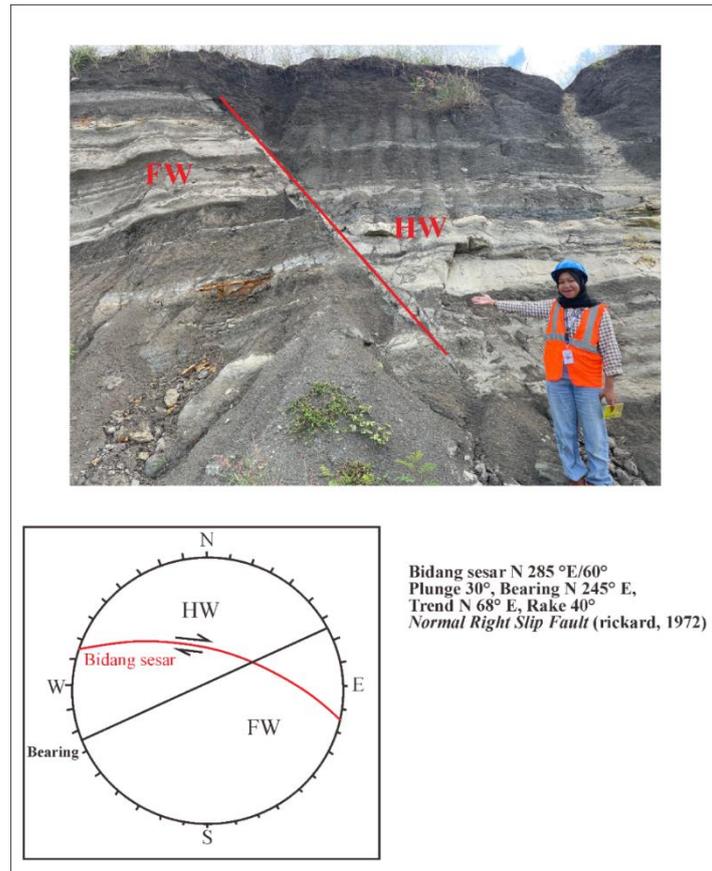
Berdasarkan pengukuran di lapangan di dapatkan bidang sesar dengan $N 278^{\circ} E / 75^{\circ}$ dengan *plunge* 15° , *trend* $N 333^{\circ} E$, *bearing* $N 153^{\circ} E$ dan *rake* 55° dengan arah pergerakan turun kanan. Dilakukan penamaan dengan menggunakan diagram (rickard 1972) yakni ***Normal Right Slip Fault*** .



Gambar 33. Analisis Streografis Sesar 1

- **Sesar 2**

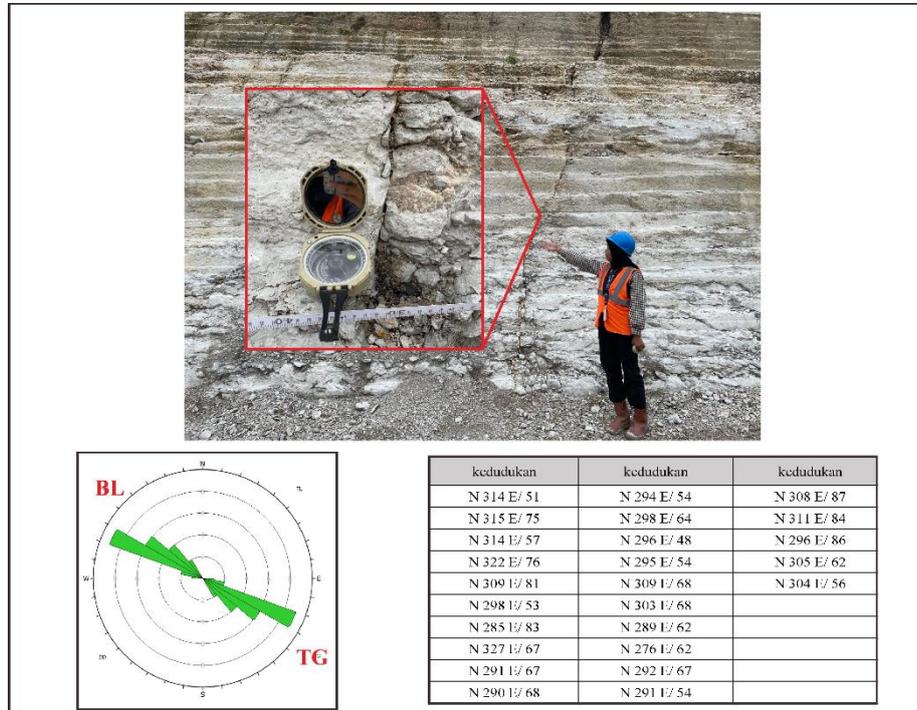
Pada pengamatan lapangan didapati adanya struktur geologi berupa sesar turun dengan arah pergerakan kanan. Setelah dilakukan pengukuran pada bidang sesar didapatkan $N 285^\circ E / 60^\circ$ dengan *Plunge* 30° , *Bearing* $N 245^\circ E$, *Trend* $N 68^\circ$ dan *rake* 40° . Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan aplikasi Dips 6.0 dan dilakukan penamaan berdasarkan diagram (rickard, 1972) yakni ***Normal Right Slip Fault***.



Gambar 34. Analisis Streografis Sesar 2

Selanjutnya terdapat struktur geologi berupa kekar yang didapatkan pada lokasi penelitian pada area lereng PIT yang dimana struktur ini akan berkaitan dengan studi geoteknik dalam analisis kestabilan lereng, dimana kekar tersebut terbentuk akibat dari ketidak mampuan suatu batuan dalam menerima tekanan yang terlalu besar, kemudian data pengukuran kekar ini dilakukan analisis streografis untuk mendapatkan arah umum dan di dapatkan arah umum relatif berarah Barat Laut-Tenggara. Pengaruh kontrol struktur kekar pada daerah penelitian yakni kekar menjadi faktor pengaruh dari kestabilan lereng, dimana apabila terjadi adanya

rembesan air baik air hujan, sungai maupun genangan air didekat lereng yang terdapat kekar, maka akan menjadi jalur rembesan air yang menyebabkan terdapat ketidak stabilan pada lereng tersebut dan menyebabkan adanya longsor.



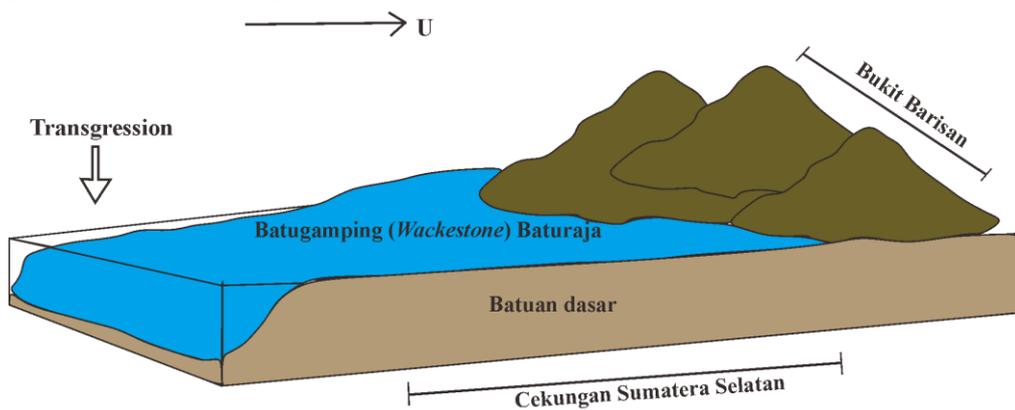
Gambar 35. Analisis data kekar (orientasi Barat laut- Tenggara)

4.4 Sejarah Geologi

Sejarah geologi merupakan serangkaian proses terbentuknya suatu daerah penelitian yang terjadi akibat dari adanya aktivitas tektonik yang terjadi pada daerah tersebut. Daerah penelitian secara geologi regional terdapat pada cekungan sumatera selatan yang masuk kedalam lembar Baturaja. Dalam membuat permodelan pembentukan daerah penelitian secara lokal diperlukan data-data geologi baik berupa data litologi batuan, struktur geologi dan juga hubungan stratigrafi antar formasi serta melakukan riset terhadap penelitian terdahulu dan juga ditambah dengan data analisis laboratorium dan studio yang dapat menghasilkan sebuah interpretasi dan penafsiran secara geologi.

Sejarah geologi pada daerah penelitian dimulai dari kala Miosen Awal, dimana terbentuknya satuan batugamping (*Wackestone*) Baturaja, menurut Koesomadinata, (1980) batugamping (*Wackestone*) Baturaja terbentuk secara selaras di atas formasi Talang akar, batugamping (*Wackestone*) Baturaja terbentuk pada saat fase transgresi (kenaikan muka air laut) yang menenggelamkan daerah *lower delta plain* yang

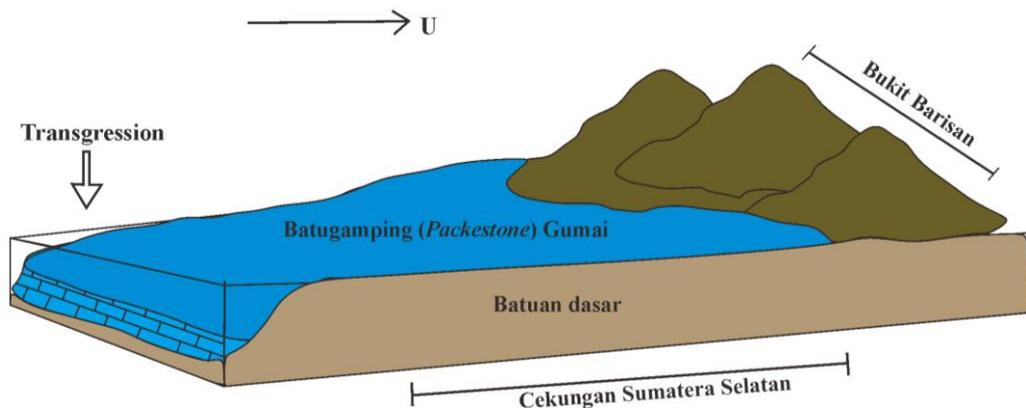
dicirikan dengan perubahan lingkungan pengendapan yang mulanya dari lingkungan pengendapan darat menjadi paparan tengah dengan kedalaman 20-100 m. Ketebalan sedimen pada formasi baturaja +160m berupa batugamping, batugamping pasiran, napal dan serpih gampingan (Koesomadinata, 1980). Berdasarkan hasil analisis mikropaleontologi menurut pembagian zonasi Blow (1969) yang didapat dari komposisi batuan yang ada, maka disimpulkan batugamping (*Wackestone*) Baturaja berumur Miosen Awal (N4-N5) yang dicirikan dengan adanya kehadiran fosil foraminifera planktonik berupa *Globigerinoides Immaturus*, *Globorotalia Mayeri* dan *Globoquadrina Altispira*, dengan lingkungan pengendapan laut dangkal yang berada pada zona batimetri neritik tengah yang didukung dengan adanya fosil foraminifera bentonik berupa *Anomalinoidea orbiculus*, *Bathysipon sp* dan *Elphidium crispum* yang hidup pada lingkungan tersebut. Pembentukan sejarah geologi pengendapan Batugamping Baturaja daerah penelitian disajikan pada (Gambar 36), sebagai berikut:



Gambar 36. Pengendapan Batugamping (*wackestone*) Baturaja Pada Fase Transgresi (Model Sejarah Geologi Dibuat Tanpa Skala).

Selanjutnya, fase transgresi terus berlangsung sampai dengan diendapkannya satuan batugamping (*Packestone*) Gumai yang terendapkan secara selaras di atas satuan batugamping (*Wackestone*) Baturaja (Bishop, 2001). Berdasarkan hasil analisis mikropaleontologi, menurut pembagian zonasi Blow (1969), umur pada batugamping (*Packestone*) Gumai ini yaitu N6-N14 (Miosen awal-tengah) yang dicirikan dengan adanya keterdapatn fosil foraminifera planktonik berupa *Globigerinoides Immaturus*, *Globigerinoides trilobus* dan *Globorotalia peripheroronda*. Formasi Gumai tersusun dari beberapa litologi berupa batugamping dengan perselingan batupasir karbonatan. Pada kala ini lingkungan

pengendapan daerah penelitian berada pada zona batimetri neritik tepi ditandai dengan adanya keterdapatan fosil foraminifera bentonik berupa *Chrysalogonium tenuicostatum*, *Ephidium flexuosun* dan *Mucronina gemina*. Pada kala ini fase transgresi berakhir dan berlanjut dengan fase regresi, dengan demikian siklus pengendapan kembali lagi ke darat. Pembentukan sejarah geologi pengendapan batugamping (*Packestone*) Gumai daerah penelitian disajikan pada (Gambar 37), berikut:



Gambar 37. Pengendapan Batugamping (*packestone*) Gumai Pada Fase Transgresi
(Model Sejarah Geologi Dibuat Tanpa Skala).

Setelah terjadinya proses pengendapan batuan pada daerah penelitian, dilanjutkan dengan adanya aktivitas tektonik yang ditandai dengan adanya kehadiran struktur geologi. Menurut (Pulonggono dkk, 1992), pada kala ini kecepatan subduksi meningkat kembali sehingga mengakibatkan stuktur geologi berupa sesar dan perlipatan dengan arah sumbu mengikuti pola sumatera dan pola sunda.

4.5 Potensi Geologi

Potensi Positif

Pada daerah penelitian tepatnya pada Kabupaten Ogan Komering Ulu, di PT Semen baturaja Tbk, termasuk ke dalam formasi Baturaja dan formasi Gumai yang terdiri dari satuan batugamping yang menyebar sangat luas, dimana dengan keterdapatan batugamping ini dapat dijadikan sebagai sumber daya yang dapat digunakan sebagai bahan baku semen yang sangat berperan penting dalam kemajuan ekonomi daerah setempat.



Gambar 38. Potensi Positif Berupa Sumber Daya Batugamping

Potensi Negatif

Penambangan Batugamping PT Semen Baturaja Tbk yang telah berlangsung sekitar 48 tahun pasti akan mengubah kondisi lingkungan di sekitarnya, yang mana masih beroperasi untuk memenuhi kebutuhan bahan baku semen. Dalam proses produksi, mereka melakukan beberapa proses peledakan untuk mempercepat produksi, yang dapat menyebabkan getaran dan kebisingan di sekitar lokasi peledakan. Kegiatan peledakan ini dapat dirasakan oleh masyarakat di sekitar penambangan karena lokasi penambangan berdekatan dengan pemukiman warga, yaitu sekitar 300-500 meter (purwaningsi A, dkk, 2023). Kondisi potensi Negatif pada daerah penelitian Di PT Semen Baturaja Tbk, dapat dilihat pada (Gambar 39), sebagai berikut:



Gambar 39. Potensi Negatif Pada PT Semen Baturaja Tbk

BAB V
ANALISIS KESTABILAN LERENG PADA PENAMBANGAN
BATUGAMPING DI PT SEMEN BATURAJA Tbk

Nilai faktor keamanan suatu lereng didapatkan dengan melakukan analisis dengan menggunakan model yang dapat menggambarkan kondisi secara aktual lereng dengan melakukan analisis sampel batuan yang didapatkan dari hasil uji laboratorium berupa sifat fisik dan sifat mekanik batuan yang ada pada lereng tersebut. Serta memperhitungkan geometri lereng yang dapat mempengaruhi nilai dari kestabilan suatu lereng yang kemudian nantinya nilai tersebut akan di analisis menggunakan bantuan *software slide 6.0* dengan beberapa parameter yang diharapkan dapat mewakili kondisi lereng yang sesuai dengan kondisi lereng secara langsung dilapangan. Nilai faktor keamanan lereng sudah di atur di dalam KEPMEN 1827 K/MEM/2018 dengan memakai nilai faktor keamanan yang sama atau besar dari 1.3 dalam kondisi statis.

5.1 Kondisi Lereng Pada Penambangan Batugamping

Pada penelitian ini melakukan pengamatan dan analisis stabilitas lereng pada 4 sayatan lereng di area PT Semen Baturaja Tbk. Pengamatan secara langsung kondisi lapangan pada area lereng Blok 65-66 dapat dilihat pada (Gambar 40) sebagai berikut:



Gambar 40. Kondisi Lereng Blok 65-66

Kemudian dilakukan juga pengamatan kondisi lapangan pada area lereng Blok 64-64 A yang dapat dilihat pada (Gambar 41) sebagai berikut:



Gambar 41. Kondisi Lereng Blok 64-64 A

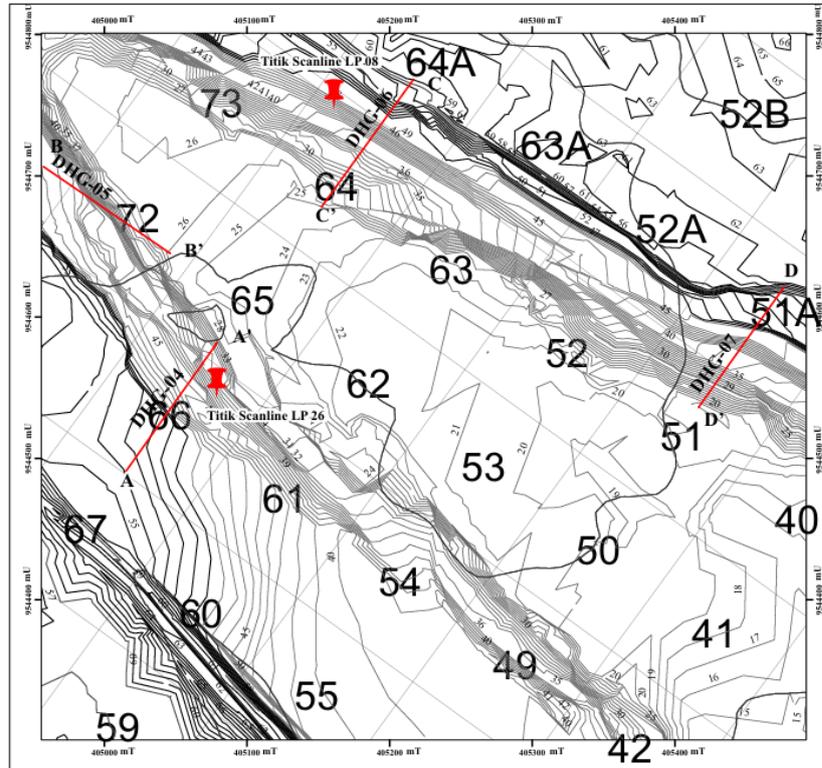
5.2 Pengukuran Data Lapangan

Pengukuran data lapangan dilakukan dengan pengambilan data RMR (*Rock Mass Rating*) untuk mengidentifikasi klasifikasi massa batuan pada lereng penelitian, pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode *scanline* pada 2 titik *scanline* yang ada pada daerah penelitian yang mana di identifikasikan dapat mencakup semua kondisi pada area lereng yang akan dilakukan analisis, pengukuran dilakukan pada area lereng Blok 65-66 dengan titik koordinat X:48405114 dan Y:9544326 dengan kemiringan lereng 51° dan panjang lintasan *scanline* 10 m pada elevasi 48,16 Mdpl (Lp26) dan pada area lereng Blok 64-64 A pada titik koordinat X:48405100 Y:9544748 dengan kemiringan lereng 62° pada elevasi 60,59 mdpl dan panjang lintasan *scanline* 10 m (Lp8). Data lapangan yang di ambil berupa:

1. Spasi bidang diskontinuitas
2. Kondisi bidang diskontinuitas (kekerasan, Pelapukan dan material pengisi)
3. Orientasi bidang diskontinuitas

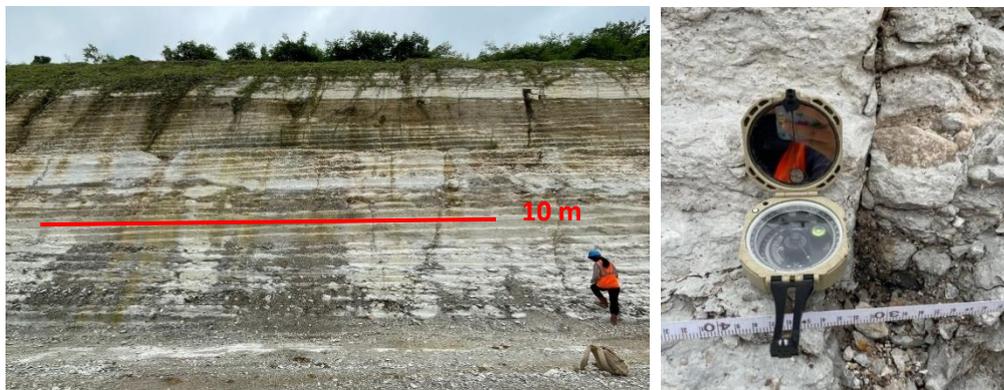
5.2.1 Klasifikasi Massa Batuan

Titik lokasi pengukuran data RMR (*Rock Mass rating*) dapat dilihat pada peta di (**Gambar 42**), sebagai berikut:



Gambar 42. Titik Pengambilan Data RMR

Hasil dari perhitungan parameter RMR (*Rock Mass Rating*) setelah melakukan pengamatan kondisi bidang dikontinuitas secara langsung di lapangan dapat digunakan sebagai pembobotan massa batuan. Pengukuran data RMR pertama dilakukan pada Lereng Blok 65-66, pada titik pengukuran disusun oleh litologi batugamping formasi baturaja.



Gambar 43. Pengambilan Data RMR LP 26 (Azimuth N 9°)

Pada titik pengambilan data RMR yang pertama pada bagian lereng Blok 65-66 pada titik koordinat X:48405114 dan Y:9544326 dilakukan pengukuran menggunakan metode *scanline* dimana dengan membentangkan meteran secara vertikal sepanjang 10m dan melakukan pengukuran untuk memenuhi parameter-parameter data RMR. Pada lokasi pengamatan 26 dengan bobot GSI 55 masuk kedalam kategori ***Blocky very well interlocked*** yaitu blok antar batuan saling berkaitan dengan sangat baik, dimana terdapat hanya sedikit bidang diskontinuitas yang didapat, dan didapat nilai pembobotan RMR dengan bobot 67 masuk kedalam klasifikasi massa batuan (baik).

Tabel 6. Nilai RMR (LP 26)

Parameter	Nilai	Bobot
Kuat Tekan	57.689 Mpa	7
RQD	50-75	13
RMR	60-41 baik (67)	2
GSI		55

Pada titik pengambilan data RMR yang ke-dua di lereng Blok 64-64 A disusun oleh litologi perselingan antara batugamping dengan batupasir karbonatan formasi gumai pada lapisan atas dan terdapat litologi batugamping formasi baturaja dilapisan bawah.



Gambar 44. Pengambilan Data RMR (LP 8)

Berdasarkan hasil pengamatan dengan menggunakan metode *scanline* dimana dengan membentangkan meteran secara vertikal sepanjang 10m maka dapat dilihat pada titik pengamatan pada area lereng Blok 64-64 A di titik koordinat X:48405100 Y:9544748 didapatkan hasil pembobotan akhir RMR 62 dimana di klasifikasikan masuk kedalam klasifikasi massa batuan (sedang), dengan demikian disimpulkan

bahwa pada Lokasi pengamatan 8 ini memiliki karakteristik batuan yang sedang. Kemudian penilaian bobot GSI didapat 40, masuk kedalam kategori **Blocky** yaitu massa batuan tidak terganggu yang saling bertautan yang terdiri dari balok-balok kubus yang dibentuk oleh tiga diskontinuitas yang berpotongan.

Tabel 7. Nilai RMR (LP 8)

Parameter	Nilai	Bobot
Kuat Tekan	57.689 Mpa	7
RQD	50-75	13
RMR	60-41 sedang (62)	3
GSI		40

Berdasarkan hasil dari pembobotan *rock mass rating* pada 2 titik lokasi pengamatan yang ada pada daerah penelitian dapat disimpulkan bahwa hasil klasifikasi massa batuan masuk ke dalam kelas batuan yang (**sedang-baik**), yang diinterpretasikan bahwa pada titik lokasi pengukuran memiliki tingkat kekuatan batuan yang baik karena antara massa batuan saling terikat.

5.3 Hasil Pengujian Laboratorium

Hasil Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik

Pengujian sifat fisik pada batuan adalah salah satu pengujian yang mendapatkan hasil berupa bobot isi asli, bobot isi jenuh dan bobot isi kering dari sebuah sampel batuan yang sudah dilakukan pengujian yang dimana pengujiannya tanpa merusak sampel (*non destructive test*). Kemudian melakukan pengujian sifat mekanik batuan yang dimana merupakan pengujian untuk mendapatkan nilai berupa kohesi dan sudut geser dalam yang digunakan dalam analisis untuk mendapatkan nilai faktor keamanan pada lereng.

Berdasarkan data yang didapatkan dari hasil pengujian sifat fisik dan sifat mekanik batuan (*Physical properties* dan *Mechanical Properties*) yang didapat pada data perusahaan yang di analisis pada PT Sucofindo, dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pengolahan *Physical properties* dan *Mechanical properties*

Sampel	Litologi	Unit Weight Saturated (kN/m ³)	Kohesi (kN/m ²)	Sudut Geser Dalam (ϕ)
1	Batugamping	23.42	26.52	44.88
2	Batulempung	18.93	7.58	29.42
3	Batulanau	21.42	5.03	20.12
4	Batupasir	20.09	7.74	35.32

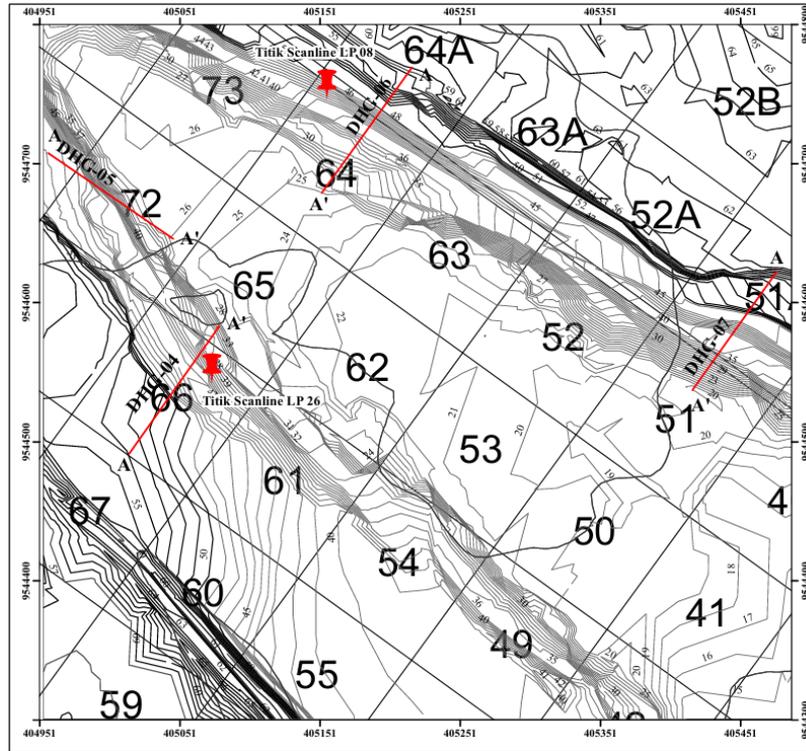
Sumber: Hasil Lab PT Sucofindo (PT Semen Baturaja Tbk)

Pada penelitian kestabilan lereng ini dilakukan pada 4 sayatan lereng Di PT Semen Baturaja Tbk, Kabupaten Komerling Ulu, Provinsi Sumatera Selatan. Dibagi menjadi 4 section lereng yakni, section A-A', section B-B', section C-C', section D-D', dengan penentuan litologi lapisan batuan pada lereng yang akan dilakukan analisis dibantu dengan menggunakan data titik bor dari perusahaan, kemudian di sesuaikan dengan kondisi lapangan.

Geometri yang digunakan pada saat analisis kestabilan lereng ini yaitu geometri lereng aktual yang dilakukan penarikan penampang (*section*) pada topografi bulan Mei 2024. Dalam menentukan nilai Faktor Keamanan, peneliti menggunakan kriteria runtuh *Mohr-Coulumb*, dimana membutuhkan beberapa parameter seperti data kohesi (*cohesion*), sudut geser dalam (*friction angle*), dan juga bobot isi (*unit weight*) yang didapatkan dari hasil analisis sifat fisik dan sifat mekanik dari PT Sucofindo (data sekunder Perusahaan).

5.4 Penampang (*section*)

Lereng yang akan dilakukan analisis terdiri dari penampang A-A', B-B', C-C' dan D-D', dapat dilihat pada (Gambar 45), sebagai berikut:



Gambar 45. Penampang Geoteknik Lereng

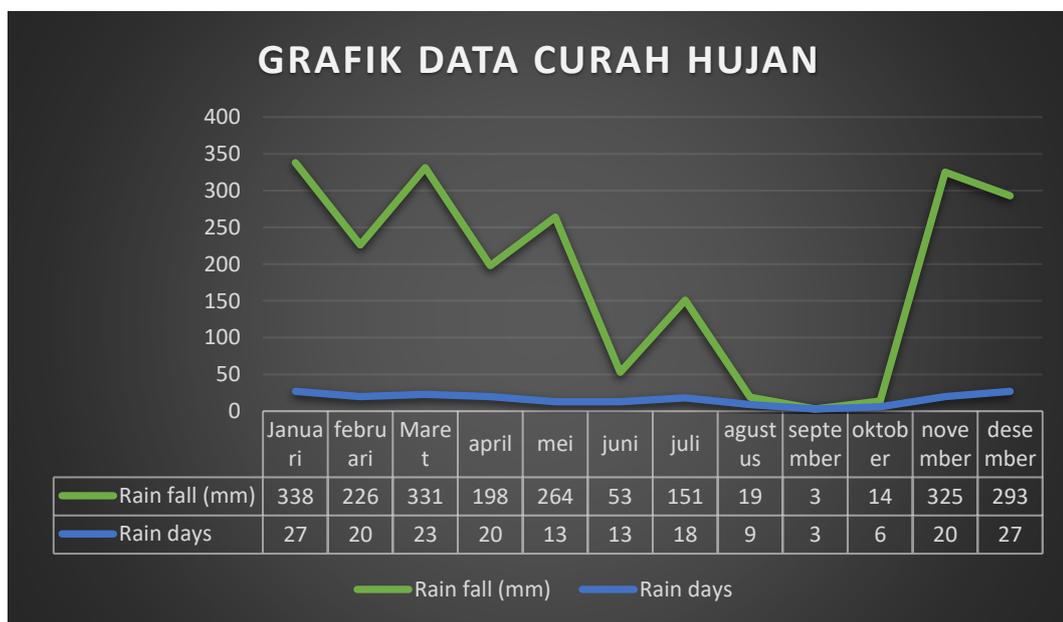
Terdapat 4 penampang yang akan dilakukan analisis yang di anggap dapat mewakili seluruh area lereng pada penambangan batugamping pada daerah penelitian, titik koordinat penampang dapat dilihat pada (Tabel 9) sebagai berikut;

Tabel 9. Koordinat Penampang

<i>Section</i>	X	Y
A	405014	9544664
A'	405108	9544701
B	404940	9544499
B'	405074	9544475
C	405180	9544732
C'	4050894	9544706
D	405468	9544583
D'	4053829	9544557

5.5 Kandungan Air Daerah Penelitian

Kandungan air pada daerah penelitian merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingkat kestabilan lereng, salah satunya adalah curah hujan. Hal ini dikarenakan ketika air hujan yang meresap ke dalam tanah akan mengisi ruang pori udara di dalam tanah, yang menyebabkan peningkatan massa tanah sehingga akan membuat sifat jenuh pada tanah. Peningkatan tingkat kejenuhan ini akan berpengaruh pada stabilitas lereng karena akan berdampak pada kemampuan tanah dalam menyerap air. Data curah hujan pada daerah penelitian dapat dilihat pada (Gambar 46), sebagai berikut:



Gambar 46. Grafik Data Curah Hujan Daerah Penelitian

(Source Url: <https://okukab.bps.go.id/indicator/151/53/2/hari-hujan.html>)

Access Time: May 23, 2024, 11:20 pm.)

Tingkat curah hujan yang tinggi dapat menyebabkan peningkatan tekanan air di dalam pori, hal tersebut akan membuat nilai kohesi dan sudut geser dalam tanah akan menurun sehingga akan berpotensi terjadinya longsor. Tingkat curah hujan yang tinggi juga dapat menyebabkan sifat fisik dan mekanik pada tanah akan mengalami perubahan, seperti akan terjadinya penurunan kekuatan tanah dan peningkatan tingkat kelembapan. Dengan demikian, curah hujan sangat berperan penting dalam tingkat stabilitas lereng, dengan memahami proses ini kita dapat lebih baik memprediksi risiko yang mungkin terjadi, seperti halnya longsor, dan dapat melakukan langkah-langkah pencegahan yang diperlukan.

5.6 Geometri lereng Aktual

Dalam melakukan analisis kestabilan lereng yang dimana untuk mengetahui nilai faktor keamanan dari lereng tersebut terdapat salah satu dari parameter analisisnya yaitu nilai dari geometri lereng itu sendiri, nilai geometri lereng secara aktual disajikan pada (Tabel 10), sebagai berikut:

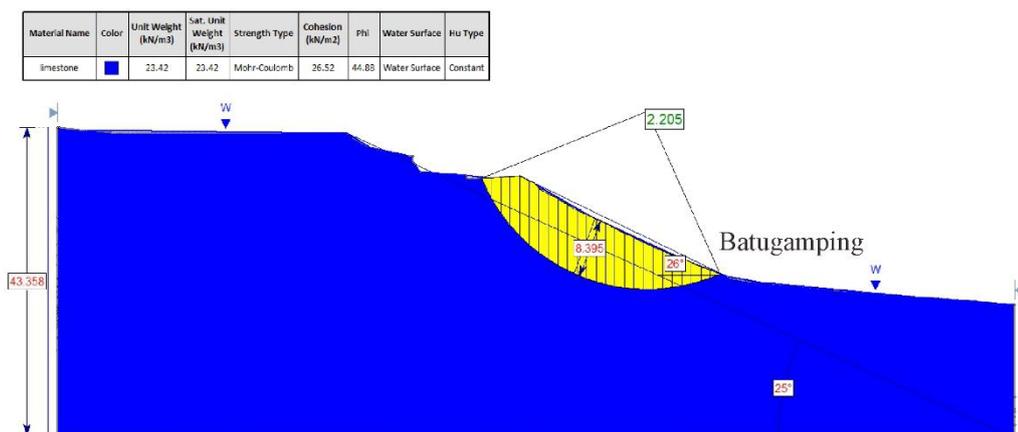
Tabel 10. Nilai Geometri Aktual Lereng

<i>Section</i>	Lereng	Single Slope (°)	Tinggi (m)	Overall Slope (°)
A-A'	Blok 65-66 (DHG-04)	26°	43.35 m	25°
B-B'	Blok 72 (DHG-05)	48°	42.72 m	32 °
C-C'	Blok 64-64 A (DHG-06)	25°	43.15 m	29°
D-D'	Blok 51-52 A (DHG-07)	37°	41.66 m	31°

5.7 Analisis Kestabilan Lereng

5.7.1 Sayatan A-A' Blok 65-66 (DHG-04)

Setelah dilakukan analisis untuk mendapatkan nilai faktor keamanan lereng menggunakan bantuan *software Slide 6.0* menggunakan metode *Bishop*. Pada penampang A-A' dengan litologi batugamping dan nilai *overall slope* 25° didapatkan nilai FK sebesar 2.2 pada kondisi *saturated* (jenuh air) yang diinterpretasikan masuk kedalam kategori aman (stabil) sesuai dengan pedoman (KEPMEN No. 1827 ESDM, 2018). Analisis ketabilan lereng A-A' Blok 66 (DHG-04) dalam kondisi statis jenuh air dapat dilihat pada (Gambar 47), berikut:

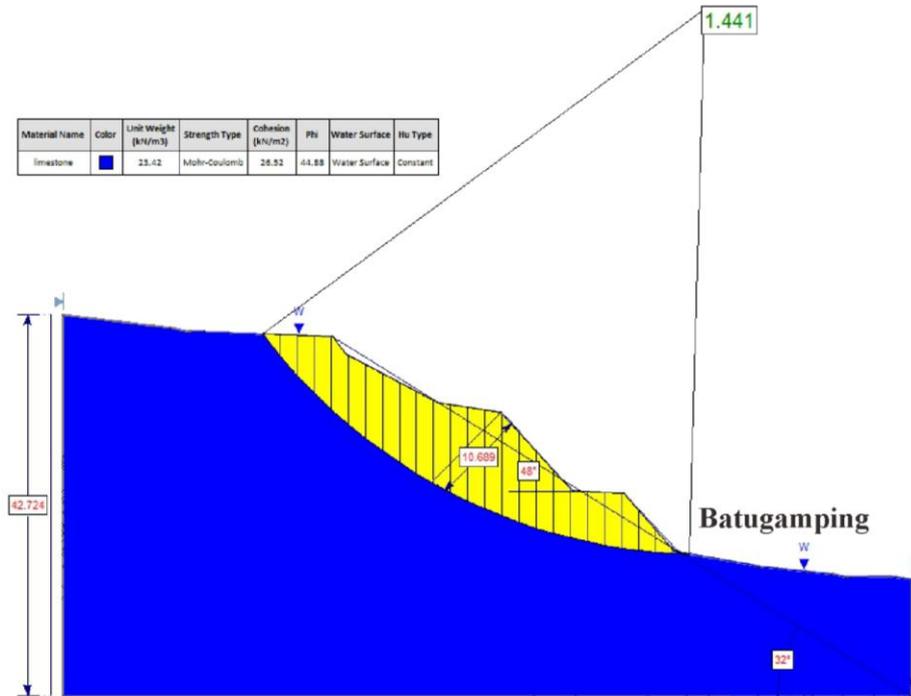


Gambar 47. Analisis kestabilan Lereng A-A' Blok 65-66 (DHG-04) Pada Kondisi Jenuh

5.7.2 Sayatan B-B' Blok 72 (DHG-05)

Setelah dilakukan analisis untuk mendapatkan nilai faktor keamanan lereng menggunakan bantuan *software Slide 6.0* menggunakan metode *Bishop*. Pada

penampang B-B' dengan litologi batugamping dengan nilai *overall slope* 32° didapatkan nilai FK sebesar 1.4 pada kondisi *saturated* (jenuh air) yang diinterpretasikan masuk kedalam kategori aman aman atau stabil sesuai dengan pedoman (KEPMEN No. 1827 ESDM, 2018). Analisis ketabilan lereng B-B' Blok 72 (DHG-05) dalam kondisi statis jenuh air disajikan pada (Gambar 48), sebagai berikut:

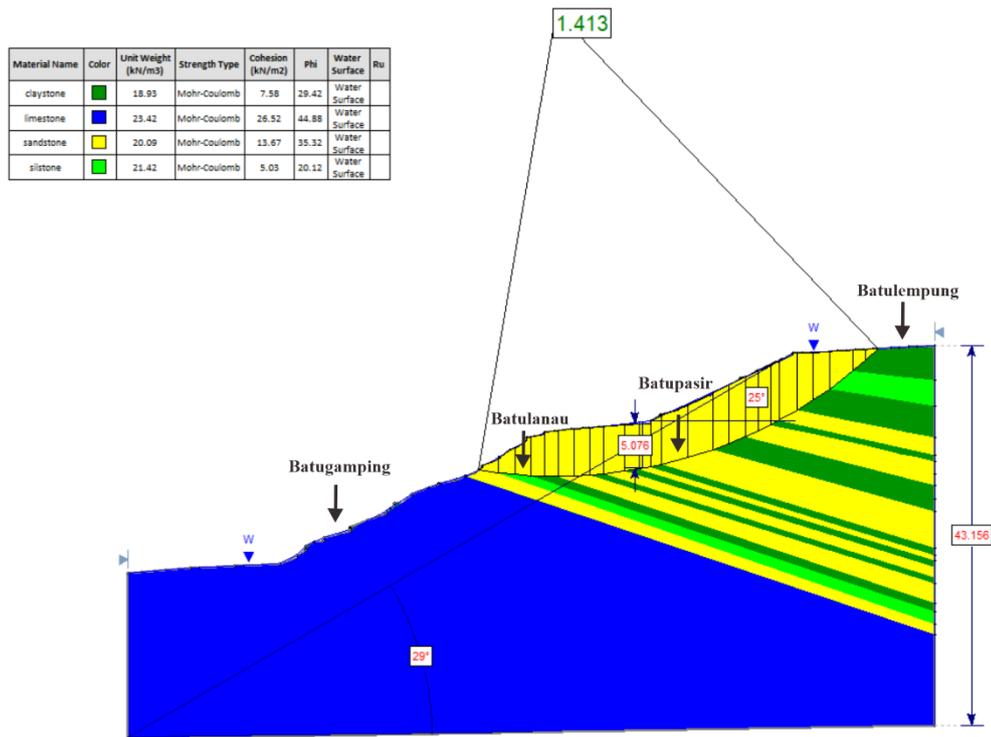


Gambar 48. Analisis kestabilan Lereng B-B' Blok 72 (DHG-05)

Pada Kondisi Jenuh Air

5.7.3 Sayatan C-C' Blok 64-64 A C-C' (DHG-06)

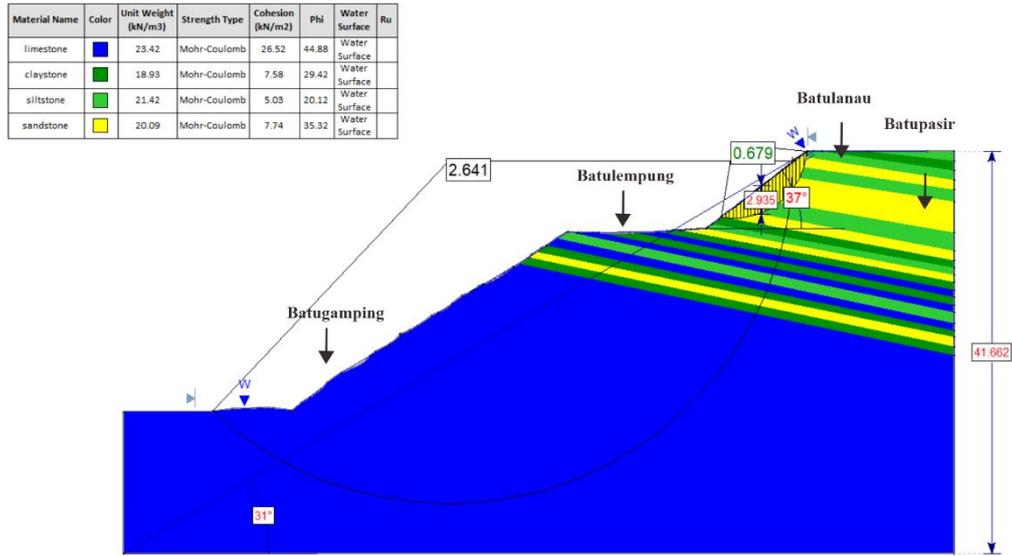
Setelah dilakukan analisis untuk mendapatkan nilai faktor keamanan lereng menggunakan bantuan *software Slide 6.0* menggunakan metode *Bishop*. Pada penampang C-C' dengan litologi penyusun lereng terdapat perselingan antara batulanau, batupasir, batulempung dan didominasi dengan batugamping pada lapisan bawah lereng dan nilai *overall slope* 29°, didapatkan nilai FK sebesar 1.4 pada kondisi *saturated* (jenuh air) dengan diketahui kedalaman bidang gelincir pada lereng tersebut 5.07m yang diinterpretasikan masuk kedalam kategori aman (stabil) sesuai dengan pedoman (KEPMEN No. 1827 ESDM, 2018). Analisis ketabilan lereng C-C' Blok 73 (DHG-06) dalam kondisi statis jenuh air disajikan pada (Gambar 49), sebagai berikut:



Gambar 49. Analisis kestabilan Lereng C-C' Blok 73 (DHG-06)
Pada Kondisi Jenuh Air

5.7.2 Sayatan D-D' Blok 51-51 A (DHG-07)

Setelah dilakukan analisis untuk mendapatkan nilai faktor keamanan lereng menggunakan bantuan *software Slide 6.0* menggunakan metode *Bishop*. Pada penampang D-D' dengan litologi penyusun lereng terdapat perselingan antara batulanau, batupasir, batulempung dan bagian bawah lereng terdapat batugamping yang mendominasi bagian bawah lereng dengan nilai *overall slope* 31° didapatkan nilai FK sebesar 2.6 pada kondisi *saturated* (jenuh air) yang di interpretasikan masuk kedalam kategori aman sesuai dengan pedoman (KEPMEN No. 1827 ESDM, 2018), sedangkan pada *single slope* lereng didapatkan nilai FK 0,67 dimana di interpretasikan masuk kedalam kategori kritis atau tidak stabil pada *single slope* dengan kedalaman bidang gelincir 2.93m, maka dalam analisis kestabilan lereng ini perlu dilakukannya rekomendasi geometri lereng yang sesuai dengan KEPMEN No. 1827 ESDM, 2018 agar mendapatkan nilai FK yang stabil. Hasil analisis kestabilan lereng sayatan D-D' Blok 51-51 A (DHG-07) dalam kondisi statis jenuh air disajikan pada (Gambar 51), sebagai berikut:



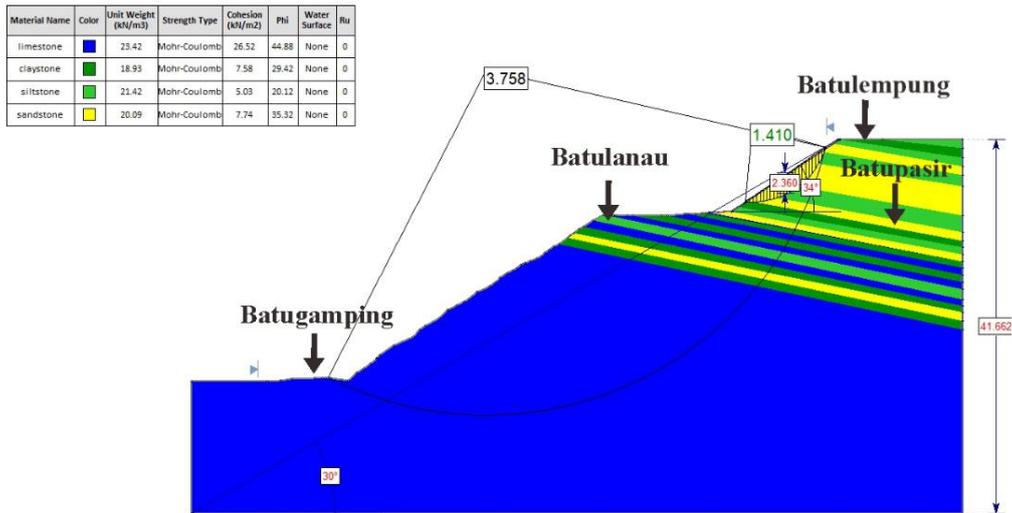
Gambar 52. Analisis kestabilan Lereng D-D' Blok 51-51 A (DHG-06)

5.8 Rekomendasi Lereng D-D' Blok 51-51 A (DHG-07)

Berdasarkan hasil modifikasi geometri lereng pada lereng sayatan D-D' dengan melakukan perubahan pada sudut geometri lereng. Untuk mendapatkan nilai faktor keamanan yang sesuai dengan pedoman KEPMEN No. 1827 ESDM, 2018 maka dilakukan beberapa kali *try and error* pada geometri lereng, yaitu melakukan perubahan sudut lereng tunggal (*single slope*) dan sudut keseluruhan lereng (*overall slope angle*), penulis mengubah sudut kemiringan lereng Tunggal (*single slope*) yang sebelumnya 37° menjadi 34° dan sudut keseluruhan lereng sebelumnya 30° menjadi 31° dan tidak melakukan adanya penambahan jentang lereng. Kemudian berdasarkan hasil modifikasi sudut lereng tersebut di dapatkan nilai faktor keamanan lereng berada dalam kondisi yang aman, hasil modifikasi lereng beserta dengan nilai faktor keamanan lereng dengan kondisi jenuh dapat dilihat pada (Tabel 11), sebagai berikut:

Tabel 11. Rekomendasi Geometri Lereng Pada *Single Slope* Lereng (D-D')

Section	Lereng	Single Slope (°)	Tinggi (m)	Overall Slope (°)
D-D'	Blok 51-52 (DHG-07)	34°	41.66 m	31°



Gambar 53. Hasil Rekomendasi Geometri Lereng Pada *Single Slope*

Lereng Blok 51-51A D-D' (DHG-07)

Pada sayatan lereng D-D' ini dengan sudut kemiringan lereng tunggal (*single slope*) yang sebelumnya 37° dengan nilai faktor keamanan dibawah dari nilai faktor keamanan minimum yakni 0,67, maka dilakukan rekomendasi untuk sudut kemiringan (*single slope*) menjadi 34° (lebih landai) didapatkan nilai faktor keamanan 1,4 yang artinya lereng tersebut dikategorikan sebagai aman (stabil). Kemudian untuk sudut kemiringan keseluruhan lereng yang sebelumnya 30° berubah menjadi 31° dan tidak melakukan adanya penambahan jenjang pada lereng tersebut.

Tabel 12. Hasil Analisis Kestabilan Lereng

Section	Lereng	Kondisi Saturated	Status
A-A'	Blok 65-66 (DHG-04)	2.2	Aman
B-B'	Blok 72 (DHG-05)	1.4	Aman
C-C'	Blok 64-64 A (DHG-06)	1.4	Aman
D-D'	Blok 51-52 A (DHG-07)	3.7	Aman

Berdasarkan hasil analisis Pada daerah penelitian memiliki nilai faktor keamanan lereng yang di atas dari nilai faktor keamanan minimum berdasarkan dari pedoman KEPMEN No. 1827 ESDM, 2018, bahwa lereng yang ada masuk kedalam kategori yang aman (stabil), namun meskipun memiliki nilai dengan faktor keamanan lereng pada daerah penelitian harus tetap perlu dilakukannya pengamatan dan pemantauan geoteknik secara berkala.