

**KAJIAN PENGGUNAAN *BUNDWALL* UNTUK KESETABILAN LERENG
DISPOSAL KUTAI BARAT KALIMANTAN TIMUR**



**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2019**

TUGAS AKHIR
KAJIAN PENGGUNAAN *BUNDWALL* UNTUK KESETABILAN LERENG
DISPOSAL KUTAI BARAT KALIMANTAN TIMUR
Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada Program Studi D-III Teknik Pertambangan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram



Disusun Oleh
FERRY ARDINATA
41402A0032

FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MATARAM
2019

HALAMAN PERSETUJUAN

Setelah melakukan bimbingan dan koreksi terhadap laporan tugas akhir mahasiswa atas nama:



FERRY ARDINATA
41402A0032

**REVISI PENGGUNAAN *BUNDWALL* UNTUK KESETABILAN LERENG
DISPOSAL KUTAI BARAT KALIMANTAN TIMUR**

Laporan tugas akhir tersebut sudah dapat diajukan untuk sidang Tugas Akhir

Mataram, 27 Agustus 2019

Pembimbing Utama

Alpiana, ST., M.Eng
NIDN.08030128401

Pembimbing Pendamping

Bedy Fara Aga Matrani, ST., MT
NIDN.08030128401

Mengetahui,

Ketua Program Studi DIII Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram

Alpiana, ST., M.Eng
NIDN.08030128401

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Ferry Ardinata
NIM : 41402A0032
Program Studi : DIII Teknik Pertambangan
Judul Tugas Akhir : Kajian Penggunaan *Bundwall* Untuk Kestabilan Lereng
Disposal Kutai Barat Kalimantan Timur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan dewan penguji pada hari Selasa, 27 Agustus 2019 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Pertambangan pada Program Studi DIII Pertambangan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Mataram.

DEWAN PENGUJI
Ketua Sidang

Alpiana

Alpiana, ST., M.Eng
NIDN.08030128401

Penguji I

Bedy Fara Aga Matrani

Bedy Fara Aga Matrani, ST., MT
NIDN. 0810048901

Penguji II

Djah Rahmawati

Djah Rahmawati, ST., M.Sc

Mataram, 27 Agustus 2019

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Mataram



Istanari
Istanari, ST., MT
NIDN.0830086701

Ketua Program Studi
DIII Teknik Pertambangan



Alpiana
Alpiana, ST., M.Eng
NIDN.08030128401

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan scsungguhnya bahwa Tugas Akhir/Skripsi dengan judul:

"KAJIAN PENGGUNAAN *BUNDWALL* UNTUK KESETABILAN LERENG DISPOSAL KUTAI BARAT KALIMANTAN TIMUR"

Benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir/Skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir/Skripsi ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Muhammadiyah Mataram.

Demikian surat pernyataan ini saya buat tanpa tekanan dari pihak manapun dan dengan kesadaran penuh terhadap tanggung jawab dan konsekuensi.

Mataram, 27 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,



RINGKASAN

Lereng adalah suatu bidang di permukaan tanah yang menghubungkan permukaan tanah yang lebih tinggi dengan permukaan tanah yang lebih rendah. Lereng dapat terbentuk secara alami dan dapat juga dibuat oleh manusia. (DAS 1994).

Dalam penelitian ini metode yang digunakan terdiri dari 3 (tiga) tahap yaitu, pra lapangan, lapangan, dan pasca lapangan. Tahap pra lapangan meliputi pengumpulan data studi literatur dan interpretasi data sekunder. Tahap lapangan meliputi penyondiran dan sampel tanah . Tahap pasca lapangan meliputi analisis laboratorium. Untuk melakukan analisis stabilitas lereng digunakan program *SLIDE 6.0*.

Berdasarkan hasil analisis kesetabilan lereng tunggal pada jenjang 20 meter setengah jenuh dengan sudut 60° . Nilai (FK) dari Clay a (1,409), nilai (FK) dari Sand (2,016), nilai (FK) dari Clay b (3,664), nilai (FK) dari Clay c (3,208), dan (FK) dari Mixing undistrib (2,165). Lereng tunggal dengan jenjang 25 meter kondisi setengah jenuh sudut 60° . Nilai (FK) dari Clay a (1,238), nilai (FK) dari Sand (1,828), nilai (FK) Clay b (2,233), nilai (FK) dari clay c (2,885), dan nilai (FK) dari Mixing undistrib (1,922). Lereng tunggal dengan tinggi 20 meter kering dengan sudut 65° . Nilai (FK) dari Clay a (1,343), nilai (FK) dari Sand (1,876), nilai (FK) dari Clay b (2,312), nilai (FK) dari Clay c (2,985), dan nilai (FK) dari Mixing undistrib (1,937). Lereng tunggal dengan tinggi 25 meter kering dengan sudut 65° . Nilai (FK) dari Clay a (1,200), nilai (FK) dari Sand (1,688), nilai (FK) dari Clay b (2,091), nilai (FK) Clay c (2,703), dan nilai (FK) dari Mixing undistrib (1,761). Berdasarkan hasil analisis lereng keseluruhan disposal pada tinggi 35 meter dengan sudut 29° pada kondisi setengah jenuh dan kering dalam kondisi aman dengan nilai FK 1,811 yang setengah jenuh dan nilai FK 2,902 kering (FK > 1,300).

Kata kunci: penyondiran ,lereng tunggal, lereng keseluruhan, , faktor keamanan.

ABSTRACT

Slope is a plane at the ground surface that connects higher ground surface with lower ground level. Slopes can be formed naturally and can also be made by humans. (DAS 1994).

In this study the method used consisted of 3 (three) stages, namely, pre-field, field and post-field. The pre-field stage includes the collection of literature study data and the interpretation of secondary data. The field stage includes soil sampling and sampling. The post-field stage includes laboratory analysis. To do slope stability analysis, SLIDE 6.0 is used.

Based on the results of the analysis of the stability of a single slope at a level of 20 meters and half saturated with an angle of 60 °. Value (FK) of Clay a (1,409), value (FK) of Sand (2,016), value (FK) of Clay b (3,664), value (FK) of Clay c (3,208), and (FK) of Mixing undistrub (2,165). Single slope with a 25 meter level with a condition of half saturation angle of 60 °. The (FK) value of Clay a (1,238), the value (FK) of Sand (1,828), the Clay (FK) value of b (2,233), the value (FK) of clay c (2,885), and the value (FK) of the Mixing Undistrub (1,922). A single slope with a height of 20 meters is dry with an angle of 65 °. Value (FK) of Clay a (1,343), Value (FK) of Sand (1,876), value (FK) of Clay b (2,312), value (FK) of Clay c (2,985), and value (FK) of Mixing and Mixing undistrub (1,937). Single slope with a height of 25 meters dry with an angle of 65 °. The (FK) value of Clay a (1,200), the value (FK) of Sand (1,688), the value (FK) of Clay b (2,091), the value of (FK) Clay c (2,703), and the value (FK) of the Mixing Undistrub (1,761). Based on the results of the analysis of the overall slope of disposal at a height of 35 meters with an angle of 29 ° in half-saturated and dry conditions in safe conditions with a FK value of 1.811 which is half-saturated and FK value of 2.902 dry (FK > 1,300).

Keywords: conditioning, single slope, overall slope, safety factor

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir yang berjudul **“KAJIAN PENGGUNAAN BUNDWALL UNTUK KESETABILAN LERENG DISPOSAL KUTAI BARAT KALIMANTAN TIMUR”**

Perkenankanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak Drs. H. Arsyad Abd. Gani, M.Pd selaku rector Universitas Muhammadiyah Mataram.
2. Bapak Isfanari ST., MT selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
3. Ibu Diah Rahmawati, ST., Msc selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Mataram.
4. Ibu Alpiana, ST., MT, Eng selaku Kepala Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Muhammadiyah Mataram.
5. Bapak Dr. Barlian Dwinagara selaku Pimpinan CV Mineral & Coal Studio.
6. Bapak Billy selaku Kordinator Lapangan Geoteknik CV Mineral & Coal Studio di PT. Borneo Olah Sarana Sukses.Tbk.
7. Bapak Lory selaku koordinator lapangan PT. Borneo Olah Sarana Sukses.Tbk.
8. Ayahanda M. saad dan Ibunda Sumarni yang selalu memberikan doa di setiap waktunya, memotivasi, memberikan semangat dan membiayai penulis selama menuntut ilmu.
9. Kakak-kakak tercinta Ratna dan Julaini yang selalu memberikan semangat dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
10. Teman-teman tambang Universitas Muhammadiyah Mataram Angkatan 2014 yang banyak membantu serta memberikan semangat kepada penulis.

Semoga Allah SWT memberikan balasan yang berlipat ganda kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan ini. Penulis

menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak dan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Mataram, Agustus 2019

Penulis,

Ferry Ardinata



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	
RINGKASAN	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	2
1.6 Tahapan Penelitian	3
1.6.1 Pra Lapangan.....	3
1.7 Tahapan Lapangan	3
1.8 Paska Lapangan	4
1.8.1 Analisis Laboratorium	4
1.8.2 Pengolahan Data	7
1.8.3 Analisis Kesetabilan Lereng	7
1.8.4 Nilai Faktor Keamanan.....	8
1.9 Lokasi Penelitian.....	8
1.10 Bagan Alir Penelitian	10
BAB II TUJUAN UMUM	11
2.1 Fisiografi Regional.....	11
2.2 Geologi Regional.....	12
2.3 Statigrafi Regional	15

BAB III DASAR TEORI	16
3.1 Konsep Kesetabilan Lereng	17
3.1.1 Faktor-Faktor Kemantapan Lereng	17
3.2 Faktor yang Mempengaruhi Kesetabilan Lereng	19
3.3 Cara Cara Menstabilkan Lereng	20
3.4 Prinsip Dasar Metode Fellenius	21
3.5 Lereng Disposal	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Alat dan Bahan	22
4.2 Penyusunan Laporan	22
4.3 Penyondiran dan sampling geoteknik	22
4.3.1 Hambatan Konus	23
4.4 Hasil Pengujian Laboratorium	25
BAB V PEMBAHASAN	36
5.1 Sifat Fisik dan Mekanik Tanah di Lokasi Penelitian untuk Parameter dalam Menentukan Pemodelan Geoteknik	36
5.2 Pemodelan Geoteknik	37
5.2.1 Analisis Stabilitas Lereng Tunggal (<i>Single Slope</i>)	39
5.2.2 Analisis Stabilitas Lereng Keseluruhan (<i>Overall Slope</i>)	44
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	47
6.1 Kesimpulan	47
6.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

1.1	Peta lokasi penelitian.....	9
1.2	Bagan alir penelitian.....	10
2.1	Peta sebaran cekungan mengandung batubara, minyak dan gas bumi di Indonesia (Koesoemadinata dan Pulunggono, 1997)	12
2.2	Korelasi litologi cekungan kutai, barito dan tarakan	14
2.3	Cekungan tektonik regional kalimantan.....	14
2.4	Peta geologi regional wilayah penelitian	19
2.5	Kolom stratigrafi cekungan kutai (huffco, 1972).....	19
5.1	Analisis stabilitas lereng pada kondisi setengah jenuh dengan litologi clay a, tinggi jenjang 25 m dan sudut 60°	44
5.2	Analisis stabilitas lereng pada kondisi setengah jenuh dengan litologi clay a, tinggi jenjang 35 m dan sudut 29°	46



DAFTAR TABEL

4.1	Interpretasi Hasil Sondir Titik 4.....	24
4.2	Interpretasi Hasil Sondir Titik 12.....	24
4.3	Interpretasi Hasil Sondir Titik 19.....	25
4.4	Hasil pengujian sifat fisik, Geser langsung dan uji kuat tekan uniaksial..	31
4.5	Hasil pengujian sifat fisik, Geser langsung dan uji kuat tekan uniaksial lanjutan	32
4.6	Hasil pengujian sifat fisik, Geser langsung dan uji kuat tekan uniaksial lanjutan.....	33
4.7	Hasil pengujian sifat fisik, Geser langsung dan uji kuat tekan uniaksial lanjutan.....	34
4.8	Hasil pengujian sifat fisik, Geser langsung dan uji kuat tekan uniaksial lanjutan.....	35
4.9	Hasil pengujian sifat fisik, Geser langsung dan uji kuat tekan uniaksial lanjutan.....	36
5.1	Hasil uji laboratorium dengan nilai material terkecil dan terbesar.....	36
5.2	Tinggi dan sudut lereng yang digunakan dalam simulasi lereng tunggal dan lereng disposal	38
5.3	Parameter yang digunakan dalam menentukan pemodelan geoteknik. ...	38
5.4	Analisis lereng tunggal pada kondisi setengah jenuh.....	39
5.5	Analisis lereng tunggal pada kondisi kering.....	40
5.6	Analisis lereng keseluruhan untuk lereng disposal setengah jenuh.....	41
5.7	Analisis lereng keseluruhan untuk lereng disposal kering.....	41

\BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batubara merupakan bahan galian yang bersifat ekonomis, sehingga diminati oleh investor asing maupun dalam negeri. Usaha pertambangan batubara mempunyai prospek sebagai sektor andalan pengganti migas dalam membangun perekonomian di provinsi Kalimantan Timur dimasa mendatang. Di Indonesia kebanyakan perusahaan tambang batubara menggunakan sistem tambang terbuka. Tambang terbuka merupakan salah satu sistem penambangan yang dilakukan diatas atau relatif dekat dengan permukaan bumi. Suatu kenyataan pula bahwa usaha pertambangan telah berhasil meningkatkan kesejahteraan manusia dengan menyediakan bahan baku untuk industri, energi, dan Pada dasarnya perencanaan tambang terbuka memerlukan perhitungan yang matang agar tercipta tambang yang aman serta ekonomis. Untuk terciptanya tambang yang aman, dalam tahap perencanaan perlu di dukung dengan data – data yang berkaitan dengan geoteknik, seperti besaran dimensi lereng / jenjang baik pada lokasi *pit* maupun timbunan, sistem pembezaian tanah, uji kekuatan mekanik tanah dan lain – lain.

PT. Borneo Olah Sarana Sukses. Tbk (PT. BOSS) adalah induk perusahaan pertambangan batubara yang melakukan kegiatan penambangan di daerah Kecamatan muara pahu desa dasaq Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Seluruh infrastruktur pendukung operasional penambangan seperti jalan angkut batubara, perkantoran, perbengkelan, pelabuhan khusus batubara, dan lainnya berada di daerah Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Sebelum melakukan penambangan, perlu dilakukan kajian geoteknik untuk mendukung rancangan desain yang sudah ada. Kajian geoteknik dilakukan untuk memperkirakan model lereng yang akan diterapkan agar lereng yang terbentuk nantinya aman dan tidak menimbulkan bahaya. Kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan dijadikan sebagai pertimbangan dalam pembuatan lereng nantinya dengan maksud untuk mengatasi kendala –

kendala yang kemungkinan akan muncul pada saat oprasi penambangan berlangsung.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam masalah ini yaitu:

1. Bagaimana sifat fisik dan sifat mekanik di lokasi penelitian berdasarkan uji laboratorium.
2. Bagaimana kondisi faktor keamanan lereng tunggal (*Single Slope*) lereng keseluruhan (*Overall Slope*) disposal berdasarkan data yang telah ada

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengetahui sifat fisik dan mekanika di lokasi penelitian berdasarkan uji laboratorium.
2. Mengetahui kondisi lereng tunggal dan lereng keseluruhan disposal yang aman menggunakan *Slide 6.0*

1.4 Manfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui sifat fisik dan mekanika dari uji laboratoriu
2. Mengetahui faktor keamanan lereng tunggal dan lereng keseluruhan disposal menggunakan aplikasi *Slide 6*.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kestabilan lereng pada area disposal di kaji melalui karakteristik fisik dan mekanika.
2. Material yang ada di asumsikan menjadi landasan disposal
3. Analisis kestabilan lereng tunggal (*Single Slope*) dan lereng keseluruhan (*Overall Slope*) disposal menggunakan aplikasi *Slide 6.0*
4. Data pengujian laboratorium menggunakan data yang telah ada
5. Metode yang di gunakan yaitu metode Fellinius .

1.6 Tahapan Penelitian

Dalam tahapan lapangan kegiatan yang dilakukan terdiri dari kegiatan yaitu pra lapangan, tahapan lapangan, pasaca lapangan.

1.6.1 Pra Lapangan

1. Studi literatur

Studi literatur dilakukan sebelum pelaksanaan penelitian dengan tujuan untuk mendapatkan referensi yang akan membantu dan menunjang pelaksanaan penelitian serta memahami materi – materi yang akan diterapkan dalam penelitian. Dari data studi literatur akan diperoleh data sekunder dan laporan terdahulu.

2. Interpretasi.

Interpretasi dilakukan pada, peta topografi dan peta rencana penambangan. Interpretasi peta topografi digunakan untuk mengetahui kondisi topografi di lapangan, sedangkan peta rencana penambangan untuk mengetahui rencana penambangan yang akan digunakan di daerah penelitian.

1.7 Tahapan Lapangan

a. Sondir tanah

Tes sondir tanah dilaksanakan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah. Perlawanan penetrasi konus adalah perlawanan tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas. Hambatan lekat adalah perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dalam gaya persatuan luas.

b. Sampel Tanah

suatu sampel yang didapatkan dari kegiatan penyondiran dan sampel tersebut akan di bawa ke laboratorium untuk di analisis.

1.8 Paska Lapangan

Pada tahap pasca lapangan kegiatan yang dilakukan antara lain analisa laboratorium, dan pengolahan data.

1.8.1 Analisis Laboratorium

Analisis Laboratorium merupakan suatu kegiatan yang bertujuan untuk menentukan uji sifat fisik dan sifat mekanika tanah. Adapun pengujian laboratorium yang dilakukan meliputi kadar air, bobot isi basah, berat jenis, bobot isi kering, bobot isi jenuh, porositas, angka pori (void ratio) dan deg kejenuhan,

a. Kadar Air $w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$

b. Bobot isi kering $\gamma_d = \frac{W_s}{V}$

c. Bobot isi basah $\gamma_b = \frac{w}{v}$

d. Bobot isi jenuh $\gamma = \frac{\gamma_w (G_s - e)}{1 + e}$

e. Berat jenis $G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w}$

f. Derajat kejenuhan $S_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$

g. Porositas (n) $n = \frac{V_v}{V}$

h. Void ratio (e) $e = \frac{V_v}{V_s}$

Ket:

W = berat tanah total (gr)

W_w = berat air (gr)

W_s = berat butir padat (gr)

y_w = berat vol air

G_s = berat jenis tanah

y_s = berat volume butiran

V = volume tanah total (cm³)

V_a = volume udara (cm³)

V_w = volume air (cm³)

V_s = volume butir padat (cm³)

V_v = volume rongga pori (cm³)

Prosedur pengujian sifat fisik Tanah meliputi..

- a. Uji Kuat Tekan

Uji kuat tekan merupakan tegangan yang terjadi pada sampel batuan dan sampel tersebut keruntuhan (failure) akibat pembebanan. Uji kuat tekan dapat ditentukan melalui rumus.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

dengan

σ = Uji kuat tekan

F = Gaya yang bekerja pada sampel batuan pada saat terjadi keruntuhan

A = Luas penampang sampel batuan yang diuji.

Adapun prosedur pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut :

1. Sampel diletakkan pada alat uji kuat tekan uniaksial
2. Memasang *dial gauge* untuk pembacaan setiap gesernya
3. Atur kedudukan jarum penunjuk besaran gaya yang bekerja pada kedudukan awal.
4. Hidupkan mesin dengan kedudukan piston pada kondisi belum bekerja.
5. Gerakkan gagang ke arah atas (up)
6. Putar pada posisi yang tepat, untuk mengatur kecepatan pembebanan.
7. Setelah sampel menyentuh plat atas, atur dial gauge pada kedudukan nol.
8. Amati proses pembebanan dan lakukan pencatatan pergerakan deformasi lateral pada dua "*dial gauge*" oleh dua orang.
9. Secara terus menerus amati proses pembebanan setelah jarum hitam pembaca gaya bergerak kembali ke kedudukan nol, jarum merah adalah jejak pembebanan maksimum pada saat sampel mengalami keruntuhan.
10. Dengan demikian pengujian telah selesai dan kembalikan kedudukan gagang ke arah netral.

b. Uji Kuat Geser

Uji kuat geser bertujuan untuk mendapatkan harga nilai kohesi (c) dan sudut gesek dalam (ϕ), baik puncak (peak) maupun sisa (residual). Dari uji kuat geser dapat diperoleh tegangan geser sisa (τ) dan tegangan normal (σ). Tegangan geser sisa (τ) dapat dihitung dengan rumus.

$$\tau = \frac{Sr}{A} \text{ dengan } Sr = \frac{Sr^1 + Sr^n}{2}$$

dimana :

τ = Tegangan geser sisa

A = Luas bidang geser

Sr^1 = Harga gaya geser selama penggeseran maju

Sr^n = Harga gaya geser selama penggeseran mundur

Sedangkan tegangan geser normal (m) dapat dihitung dengan rumus.

$$m = \frac{Fn}{A}$$

dimana :

m = Tegangan normal

Fn = Gaya normal

A = Luas bidang geser

Adapun prosedur pengujian kuat geser adalah sebagai berikut :

- a) Sampel tanah yang berbentuk silinder dipotong bagian tengahnya dengan cara dipukul, selanjutnya diletakkan kembali dan diikat dengan benang.
- b) Sampel tersebut dicetak pada ring (alat cetak tanah)
- c) Cetakan sampel tanah pada ring yang sudah di cetak diletakkan pada alat "shear box"
- d) "Dial gauge" dipasang untuk mengukur perpindahan pada arah pergeseran.
- e) Gaya normal diberikan dengan pompa hidrolis.
- f) Gaya geser diberikan dengan pompa hidrolis sehingga sampel mengalami perpindahan geser. Gaya geser ini dihentikan setelah perpindahan geser mencapai kurang lebih $\frac{1}{2}$ diameter geser.
- g) Penggeseran dilakukan kembali pada arah mundur (berbalik arah) hingga perpindahan geser mencapai harga nol.

1.8.2 Pengolahan Data

Hasil analisa laboratorium dijadikan sebagai parameter dalam pembuatan lereng, dimana analisa tersebut digunakan sebagai properties. Data yang

digunakan antara lain, bobot isi kering (W_d), bobot isi jenuh (γ_s), hasil kohesi (c), dan sudut geser dalam *Friction Angle*($^\circ$).

1.8.3 Analisis Stabilitas lereng

Setelah dilakukan penyelidikan lapangan dan pengujian laboratorium, maka data yang diperoleh menjadi masukan (input data) dalam analisis stabilitas lereng. Dalam penelitian ini analisis dilakukan berdasarkan konsep kesetimbangan batas dengan menggunakan Program *software Slide 6.0* dalam model 2 dimensi. Mengacu pada MCS (2018), langkah – langkah yang dilakukan dalam analisis dengan perogram *software slide 6.0* sebagai berikut.

Pengaturan analisis dengan memasukkan model permodelan, metode analisis, statistik, dan lain – lain.

1. Penggambaran model geometri lereng dengan *Add External Boundary*.
2. Pengaturan bidang gelincir dengan *Auto Grid* pada kolom *surface*
3. Pengaturan sifat material dengan memasukkan parameter tipe material, berat volume, model tegangan geser, kohesi dan sudut gesek dalam.
4. Analisis data dilakukan dengan *running* data melalui *Slide Compute*
5. Pengaturan penampilan keluaran hasil SLIDE 6.0 melalui *Interpet*.

1.8.4 Nilai Faktor Keamanan

Penentuan nilai faktor keamanan merupakan tahapan terakhir dalam rancangan geometri lereng dimana nilai faktor keamanan dari tiap-tiap lereng yang aman nantinya akan digunakan untuk penentuan dan rekomendasi lereng. Perhitungan analisis kestabilan lereng menggunakan bantuan program Slide 6.0 dari *Rocscience*. Perhitungan dilakukan untuk lereng tunggal dan lereng keseluruhan. Sebagai pedoman lereng aman adalah ; untuk lereng tunggal $FK \geq 1,20$ dan lereng keseluruhan $FK \geq 1,30$ (Canmet, 1979).

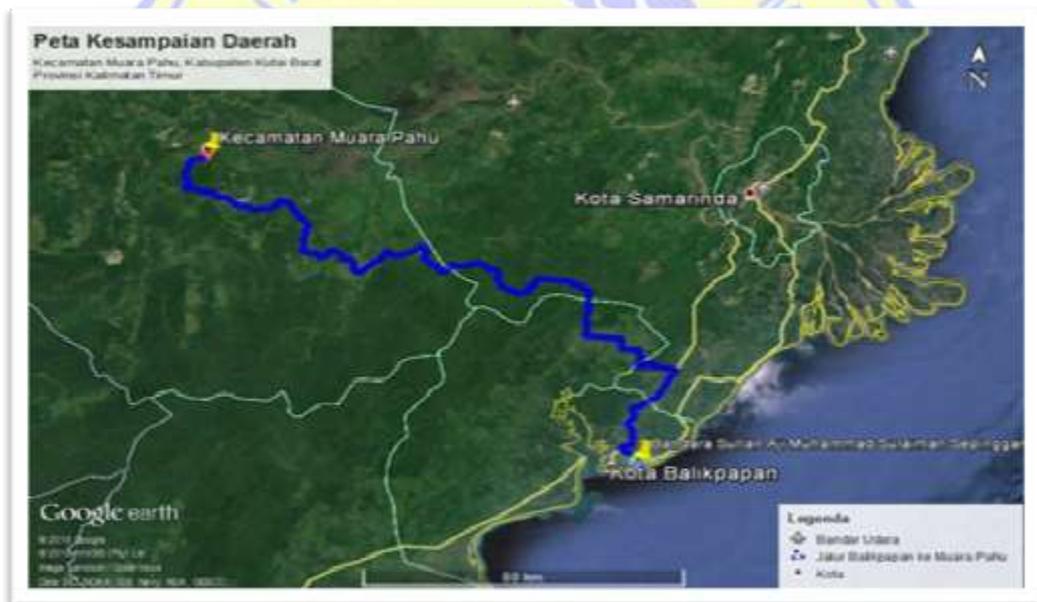
1.9 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di dua tempat yaitu CV. Mineral And Coal Studio berada di Yogyakarta dan PT. Borneo Olah Sarana Sukses. Tbk (PT. BOSS) Dasaq Kutai Barat Kalimantan Timur. Penelitian ini selama kurang lebih 2 bulan mulai tanggal 10 Juli 2018 sampai dengan tanggal 21 Agustus 2018.

Secara administrasi Lokasi daerah penelitian berada di Kecamatan Muara Pahu, Kabupaten Kutai Barat, Kalimantan Timur. Untuk mencapai daerah penelitian dapat ditempuh dengan perjalanan sebagai berikut :

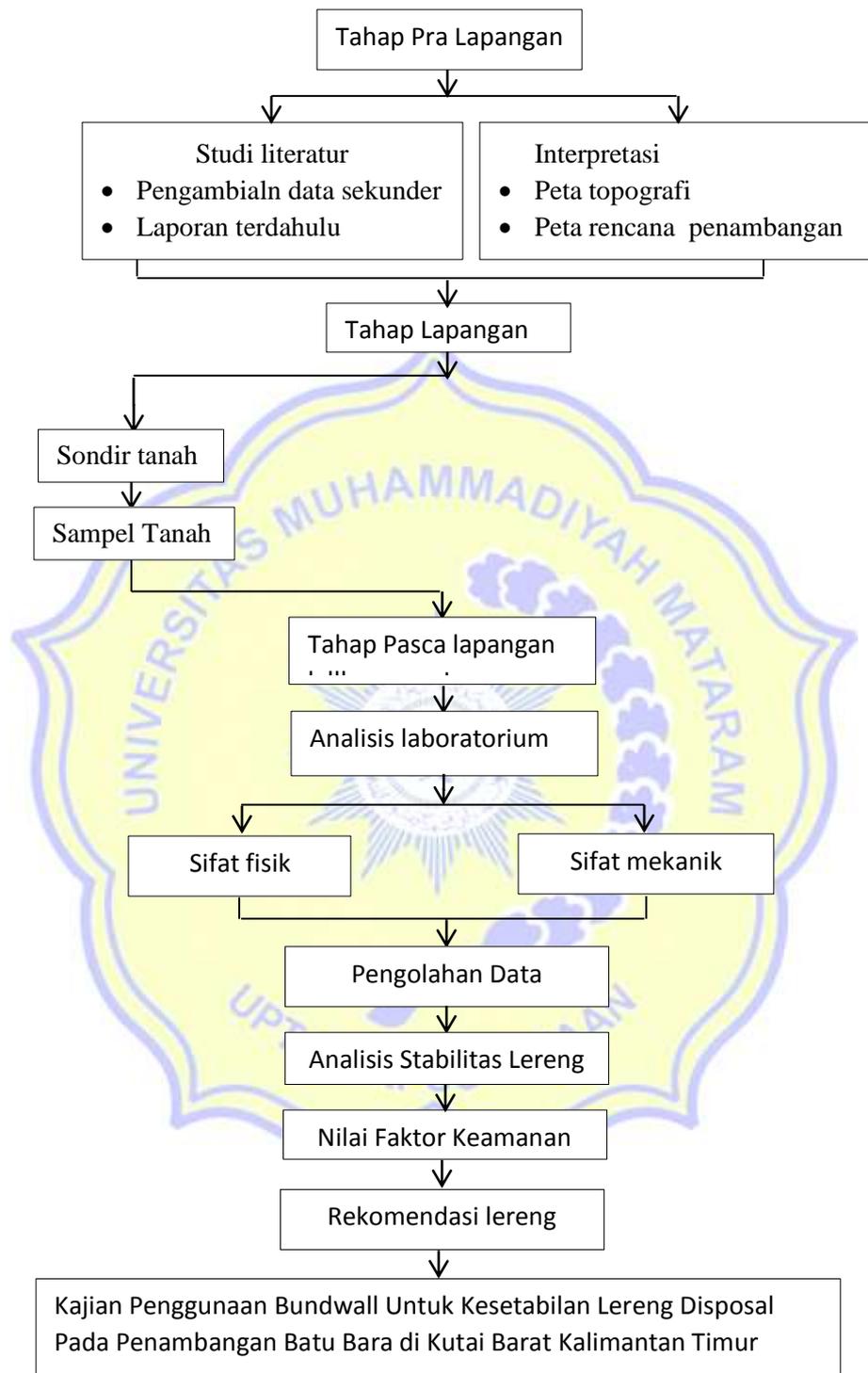
1. Apabila dari luar Pulau Kalimantan, perjalanan bisa dilakukan dengan jalur udara memakan waktu \pm 2 jam menuju bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman Sepingan di Kota Balikpapan.
2. Kemudian dari Balikpapan langsung menuju daerah penelitian dengan menggunakan transportasi darat menggunakan mobil perjalanan memakan waktu \pm 12 jam sampai ke tempat lokasi.

Secara geografis lokasi Kutai Barat Kalimantan Timur terletak antara $113^{\circ}48'49''$ sampai $132^{\circ}32'33''$ Bujur Timur serta diantara $103^{\circ}01'05''$ Lintang Utara dan $100^{\circ}09'33''$ Lintang Selatan.



Gambar 1.1 peta lokasi penelitian.MCS 2018

1.10 Bagan Alir Penelitian



Gambar 1.2 Bagan alir penelitian

BAB II

TINJAUAN UMUM

2.1 Fisiografi Regional

Kerangka tektonik Pulau Kalimantan dibagi menjadi 12 unit yaitu paparan sunda, Pegunungan Mangkalihat, Paternoster Platform, Tinggian Kuching, Tinggian Meratus, Tinggian Sampurna, Cekungan Melawi Ketengau, Cekungan Asemamsem, dan Cekungan Kutai. (MCS 2018)

Salah satu unit kerangka tektonik Pulau Kalimantan adalah cekungan Tarakan, dimana Tinggian Sampurna merupakan batas bagian utara, Tinggian Kuching batas pada bagian barat, Pegunungan Mangkalihat batas pada bagian selatan dan membuka ke arah timur sampai ke Selat Makasar.

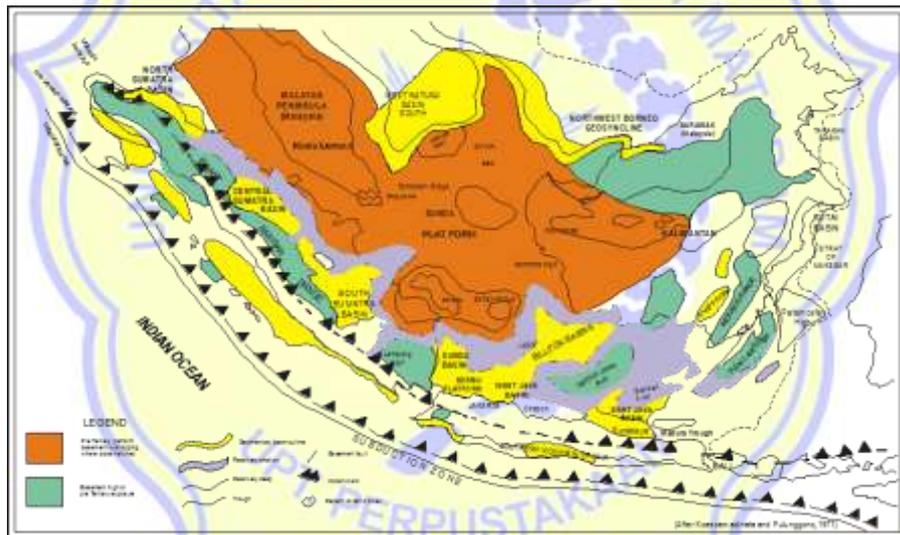
Proses pengendapan cekungan Tarakan dimulai dari proses pengangkatan (transgresi) yang diperkirakan terjadi pada kala Eosen sampai Miosen Awal bersamaan dengan terjadinya proses pengangkatan gradual pada Tinggian Kuching dari barat ke timur. Pada kala Miosen Tengah terjadi penurunan (regresi) pada cekungan Tarakan, yang dilanjutkan dengan terjadinya pengendapan progradasi ke arah timur dan membentuk endapan delta yang menutupi endapan pradelta dan batial.

Cekungan Tarakan mengalami proses penurunan secara lebih aktif lagi pada kala Miosen sampai Pliosen. Proses sedimentasi delta yang tebal relatif bergerak ke arah timur terus berlanjut selaras dengan waktu. Cekungan Tarakan merupakan depresi busur terbuka dimana pada bagian timur dibatasi oleh selat makassar, pada bagian utara dibatasi oleh Sabah, pada bagian barat dibatasi oleh Tinggian Kuching, sedangkan pada bagian selatan dibatasi oleh Pegunungan Suikerbood dan Tinggian Mangkalihat.

Cekungan Tarakan merupakan cekungan yang terletak pada bagian paling utara dari pulau Kalimantan. Berdasarkan pada fasies dan lingkungan pengendapannya, cekungan Tarakan dapat dibedakan menjadi 4 sub cekungan yaitu Sub Cekungan Tidung, Sub cekungan Tarakan, Sub Cekungan Muara, dan Sub Cekungan Berau.

2.2 Geologi Regional

Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah merupakan margin dari epikontinental Asia atau lebih dikenal dengan sebutan Dangkalan Sunda / Paparan Sunda atau “Sunda Platform” (Gambar 2.1). Wilayah ini stabil sejak Pra-Tersier. Cekungan-cekungan yang berada di wilayah ini merupakan lahan berbagai endapan dari bahan bersifat anorganik dan organik yang diendapkan secara normal tanpa banyak mengalami gangguan tektonik. Bahan-bahan organik yang diendapkan setelah mengalami berbagai proses kimia dan fisika menghasilkan batubara, minyak dan gas bumi. Cekungan-cekungan yang mengandung bahan energi ini yaitu Cekungan Tarakan, Cekungan Kutai dan Cekungan Barito. (MCS 2018)



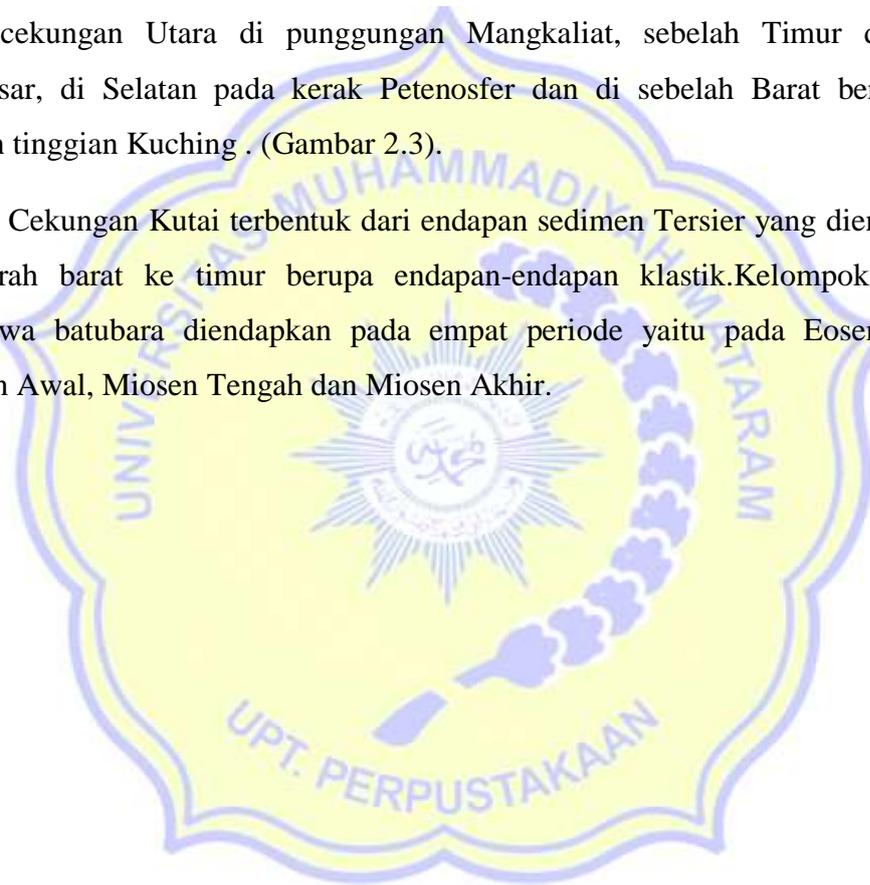
Gambar 2.1. Peta Sebaran Cekungan Mengandung Batubara, Minyak dan Gas Bumi di Indonesia (Koesoemadinata dan Pulunggono, 1971)

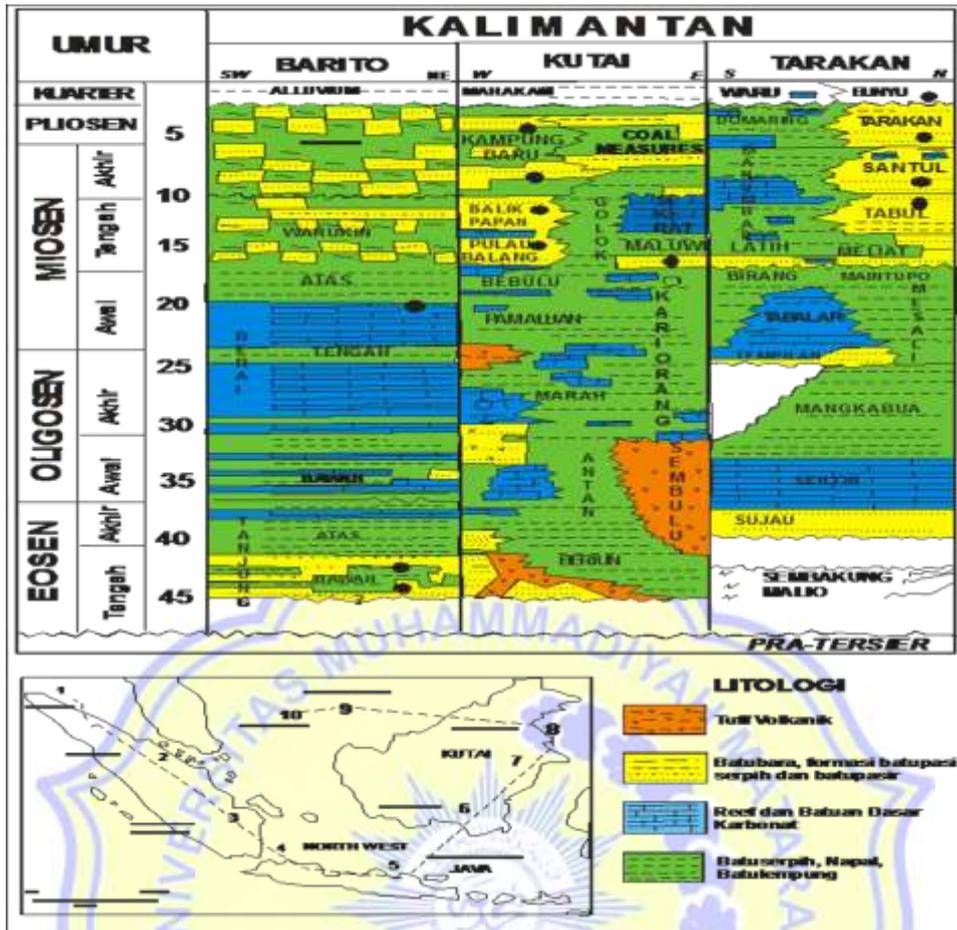
Kondisi stabil selama proses pengendapan yang berlangsung di cekungan-cekungan tersebut dapat terlihat pada Gambar 2.2., dimana pada gambar tersebut dapat dilihat kesamaan susunan litologi, stratigrafi, beserta masa pengendapannya, batubara diendapkan pada kala Eosen hingga Pliosen dengan akumulasi pengendapan paling tebal pada awal Miosen Tengah.

Batubara di pulau Kalimantan dipetakan dan dilaporkan oleh ahli-ahli geologi dari Belanda seperti: Everwijn, R (1859,1876), Posewitz, T (1892), Hogenraad, G.A (1919), Loepold, W dan I.M. Van Der Vlerk (1931), Ubaghs, J.G.H (1936), Leutenegger, W.O (1941), Liechti, P (1952). Pada tahun 1974 Billman, H.G dan L.W. Kartadipura memetakan Biostatigrafi zonasi Kutai Kalimantan Timur.

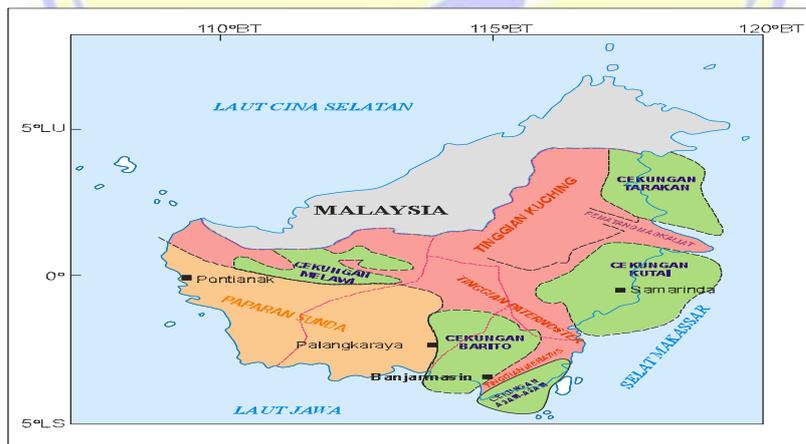
Cekungan Kutai Kalimantan Timur adalah salah satu cekungan berumur Tersier dengan luas kurang lebih 25.600.000.000 Ha (10.000 mil persegi), dengan batas cekungan Utara di punggung Mangkaliat, sebelah Timur di Selat Makassar, di Selatan pada kerak Petenosfer dan di sebelah Barat berbatasan dengan tinggian Kuching . (Gambar 2.3).

Cekungan Kutai terbentuk dari endapan sedimen Tersier yang diendapkan dari arah barat ke timur berupa endapan-endapan klastik. Kelompok batuan pembawa batubara diendapkan pada empat periode yaitu pada Eosen akhir, Miosen Awal, Miosen Tengah dan Miosen Akhir.





Gambar 2.2. Korelasi Litologi Cekungan Kutai, Barito dan Tarakan.



Gambar 2.3 Cekungan Tektonik Regional Kalimantan

Para penyelidik terdahulu yang telah melakukan penelitian di daerah rencana tambang PT. TSA dan PT. FKP adalah sebagai berikut:

1. Mizonov.K.V (1960,1961), Huffco (1972), Subdirektorat Eksplorasi Direktorat Geologi (1975) yang telah memetakan stratigrafi detail dan membuat peta geologi dari Kalimantan Timur sampai Kalimantan Selatan.
2. N. Suwarna dan T. Apandi (1994) telah melakukan survey dan pemetaan geologi pada tahun 1978 dan 1979, mengkompilasikan data geologi dari Pertamina dan hasil proyek pemetaan geologi serta menginterpretasikan foto udara sehingga menghasilkan peta geologi (Peta Geologi lembar Longiram, Kalimantan Timur).

Daerah penyelidikan termasuk dalam cekungan Kutai yang merupakan bagian timur dari pengendapan Tersier di Kalimantan bagian Timur yang secara fisiografi mempunyai iklim tropis basah dengan perbedaan suhu antara siang dan malam cukup besar. Kondisi batuan mempunyai tingkat pelapukan sangat tinggi, dimana dijumpai tebal soil lebih dari 5 meter, keadaan batuan agak lapuk, walaupun di beberapa tempat masih dijumpai singkapan batuan yang masih segar. Daerah penyelidikan terdiri dari daerah dataran, perbukitan bergelombang lemah sampai sedang, dengan perbedaan elevasi dari 20 meter sampai dengan 225 meter.

2.3 Statigrafi Regional

Sedimen-sedimen Tersier yang diendapkan di Cekungan Kutai bagian timur adalah sangat tebal dengan fasies pengendapan yang berbeda-beda. Namun demikian keseluruhan lapisan sedimen memperlihatkan siklus genanglaut-susutlaut (transgresi-regresi) seperti halnya cekungan-cekungan lain di Indonesia bagian barat (Schlumberger, 1986). Akibatnya banyak ditemukan nama formasi yang berbeda satu sama lainnya.

Urutan regresif di Cekungan Kutai mengandung lapisan-lapisan klastik deltaik hingga paralik mengandung banyak lapisan-lapisan batubara hingga lignit, sehingga merupakan kompleks delta yang terdiri dari siklus endapan delta. Tiap siklus dimulai dengan endapan paparan delta (delta plain) yang terdiri dari endapan rawa (swamp), endapan alur sungai (channel), point bar, tanggul-tanggul sungai (natural levees), dan crevasse splay. Di tempat yang lebih dalam diendapkan sedimen delta front dan prodelta. Kemudian terjadi transgresi dan diendapkan

sedimen laut di atas endapan paparan delta. Disusul adanya regresi dan sedimen paparan delta kembali yang diendapkan di atas endapan delta front dan prodelta. Siklus-siklus endapan delta ini terlihat jelas di Cekungan Kutai dari Eosen sampai Tersier Muda prograding dari barat ke timur. Ditandai oleh pengendapan Formasi Pamaluan, Formasi Bebulu (Miosen Awal-Miosen Tengah), formasi Pulaubalang, Formasi Balikpapan (Miosen Tengah), Formasi Kampungbaru (Miosen Akhir-Pliosen).

Formasi Bebulu litologi penyusunnya terdiri dari batugamping berwarna putih kekuningan, berlapis. Kandungan foraminifera besar yang dijumpai pada batugamping menunjukkan umur Miosen Bawah-Miosen Tengah. Sistem delta yang berumur Miosen Tengah berkembang cepat ke arah timur dan tenggara meliputi daerah cekungan.

Di atas batugamping Formasi Bebulu diendapkan Formasi Pulaubalang, formasi ini dicirikan oleh perselingan batupasir, batulanau dan serpih. Formasi ini dapat dibedakan dari formasi lainnya karena perlapisannya sangat bagus dan relatif lebih resisten terhadap pelapukan dibanding formasi-formasi lain, sehingga formasi ini mudah dikenali dengan citra satelit.

Formasi ini terdiri dari perselingan batupasir, batulanau dan serpih. Batupasir berbutir halus sampai sedang, keras, di dalam batupasir ditemukan boulder bulat berdiameter 0,5 m dan terdapat lensa-lensa terdiri dari fragmen kecil lignit yang membentuk struktur silang siur. Ke arah atas ditemukan batupasir halus dengan laminasi silang siur, berselingan dengan serpih keras mempunyai laminasi sejajar. Kemudian ditemukan batupasir halus dengan sisipan konglomerat yang berfragmen ukuran 5 - 40 cm, fragmen batubara berwarna hitam ditemukan dalam konglomeat tersebut. Pengangkatan ini menyebabkan terjadinya prograding delta ke timur pada Miosen Tengah.

Adanya silang siur dalam dua arah menunjukkan endapan tidal facies. Juga ditemukan batulempung abu-abu dengan struktur sedimen retak-retak yang menunjukkan batulempung tersebut setelah diendapkan langsung terletak di atas air. Juga dijumpai ripple mark dan burrow yang menunjukkan lingkungan laut dangkal.

Di atas Formasi Pulaubalang diendapkan Formasi Balikpapan yang merupakan perselingan batupasir dan batulempung dengan sisipan batulanau, serpih, batugamping dan batubara. Formasi Balikpapan yang terdiri dari beberapa siklus endapan delta. Sedimen ini mudah dikenal di lapangan karena adanya batubara yang cukup tebal.

Pada satuan batupasir kuarsa berkembang sekuen menghalus ke atas, dari batupasir konglomeratan, batupasir lalu berubah menjadi batulempung. Batupasir kuarsa pada satuan ini berwarna putih-coklat, berbutir kasar-sedang, lepas, porositas sangat baik, butiran terdiri dari feldspar, rijang, litik, kuarsa, karbon. Batulempung di atasnya secara umum lanauan batas tegas, berwarna putih bercak-bercak merah, juga dijumpai adanya nodul oksida besi, fosil akar dan material karbon.

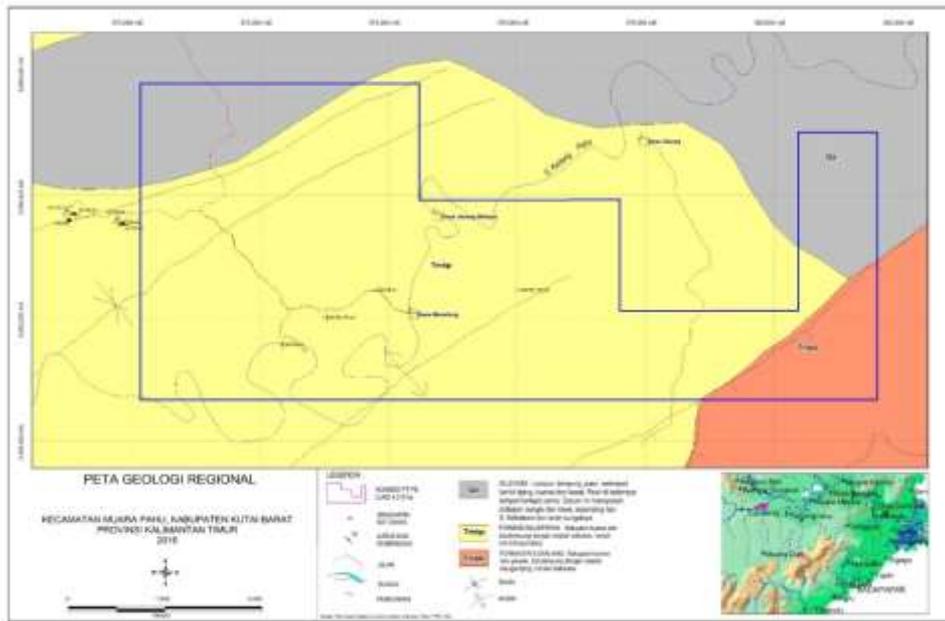
Tidak diketemukannya struktur sedimen yang mengindikasikan suatu delta seperti sekuen mengkasar ke atas, atau struktur yang mencerminkan adanya pengaruh pasang surut air laut, seperti flaser bedding, lenticular bedding, wavy bedding, dan intensifnya oksidasi menunjukkan bahwa lingkungan pengendapan ini relatif jauh dari laut. Ditafsirkan sebagai endapan alluvial plain dengan fluvial channel.

Selanjutnya formasi paling muda di Cekungan Kutai adalah Formasi Kampungbaru yang dicirikan oleh batupasir kuarsa dengan sisipan batulempung, serpih, batulanau, dan lignit. Singkapan sangat jarang karena tertutup oleh soil. Singkapan yang teramati di dekat persimpangan jalan Balikpapan-Samarinda dan jalan menuju Semoi terdiri atas perselingan batulempung abu-abu dengan batulanau merah kecoklatan. Menurut Allen GP Coadou (1984) bagian bawah Formasi Kampungbaru terdapat batugamping yang juga merupakan siklus pengendapan delta Formasi Balikpapan.

Wilayah PKP2B PT.TSA dan PT. FKP termasuk dalam Cekungan Kutai yang terdiri dari 4 (empat) Formasi yaitu Formasi Pulaubalang, Formasi Meragoh, Formasi Balikpapan, Formasi Kampungbaru yang berumur Oligosen - Pliosen dan pada beberapa tempat terdapat lapisan penutup Resen yang terdiri dari batuan

tidak terkonsolidasikan. Variasi lithologi dari masing-masing formasi sebagai berikut :

1. Formasi Pulaubalang terdiri dari batupasir kuarsa dan grewak, batulempung dengan sisipan batugamping, tuff dan batubara dengan ketebalan formasi kurang lebih 2500 meter, diperkirakan berumur Miosen Tengah dan lingkungan pengendapannya darat – laut dangkal. Satuan ini ditindih selaras oleh Formasi Balikpapan.
2. Formasi Meragoh terdiri dari lava, diabas, tuff, breksi gunungapi dan aglomerat, umurnya diperkirakan Miosen Awal sampai Miosen Tengah, namun mungkin pula berumur Oligosen. Batuan ini diduga berasal dari hasil kegiatan gunung api yang berpusat di G. Meragoh.
3. Formasi Balikpapan terdiri dari batupasir kuarsa dan batulempung dengan sisipan batulanau, serpih dan batugamping. Berumur Miosen Tengah – Akhir dengan ketebalannya kurang lebih 1800 meter dengan lingkungan pengendapan lithoral sampai laut dangkal. Satuan ini mengalasi tidak selaras dengan Formasi Kampungbaru.
4. Formasi Kampungbaru terdiri dari batupasir kuarsa bersisipan batulempung, batulanau, konglomerat aneka bahan, lignit, gambut dan oksida besi, ketebalan 250 m sampai 800 meter serta lingkungan pengendapannya sungai sampai darat. Formasi ini diduga berumur Pliosen.
5. Satuan endapan sungai yang merupakan satuan endapan yang terdiri dari lumpur, lempung, pasir, setempat terdapat kerikil, rijang, kuarsa dan basalt yang berumur recent dan biasanya terdapat di sepanjang Sungai Mahakam.



Gambar 2.4. Peta Geologi Regional Wilayah Penelitian

AGE	COLUMN	UNIT	LITHOLOGY	FAUNAL ZONES	THICKNESS (MT)	
TERTIARY	MIOCENE-PLEISTOCENE	KAMPUNG BARU	SANDSTONE LIGNITE SILTSTONE MUDSTONE		0 TO 666	
		BALIKPAPAN BEDS	LIGNITE WHITE SANDSTONE LIMESTONE		233 TO 3500	
	EARLY MIOCENE	PULAU BALANG BEDS	UPPER	MUDSTONE THIN SANDSTONE	<i>Globigerinoides acanus</i> <i>Globigerinoides dimidiatus</i>	1265 TO
			LOWER	GRAY SANDSTONE MUDSTONE LIMESTONE		3000
	LATE MIOCENE	PAMALUAN BEDS		LIMESTONE MUDSTONE SANDSTONE	<i>Globigerinita stanforthi</i> <i>stanforthi</i>	600 TO 2733
				MUDSTONE SANDSTONE LENSES	<i>Globigerinita djamilla djamilla</i> <i>Globigerina binalatana</i>	466 TO 1616
				MUDSTONE	<i>Globorotalia rugieri</i>	0 TO 1233
	OLIGOCENE	TUJU BEDS				0 TO 1233
		TELAKAI BEDS		CALCIRUDITE MUDSTONE	<i>Globorotalia (?) centrata</i> <i>Globigerina portul portul</i> <i>Cribohambornia vulfata</i> <i>Globorotalia (?) samaritanensis</i>	1233 TO 2600
	LATE EOCENE	KUARO BEDS		CALCIRUDITE BROWNSHALE SANDSTONE CONGLOMERATE	<i>Globigerinopsis meacana</i>	600 TO 1750
PRE-TERTIARY		BASEMENT	METASEDIMENTARY SERPENTINE-EXTRUSIVE	NONE (IGNEOUS, METAMORPHIC)		

Gambar 2.5. Kolom Stratigrafi Cekungan Kutai (Huffco, 1972)