

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Gambaran Umum Wilayah Penelitian

##### 2.1.1. Batas Izin Usaha Pertambangan Eksplorasi

Wilayah Penelitian ini berada dalam Kawasan Izin Usaha Pertambangan (IUP) Sanadeh merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan batuan dengan jenis bahan galian tanah urug yang ada di Desa Peniraman Dalam, Kecamatan Sungai Pinyuh, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat. Sanadeh telah memiliki SK Izin Usaha Pertambangan (IUP) Eksplorasi yang diterbitkan oleh Keputusan Kepala Dinas Penanaman Modal dan Pelayanan Terpadu Satu Pintu Provinsi Kalimantan Barat Nomor. 503/14/IUP-EKSPL/DPMPTSP-C.I/2019.

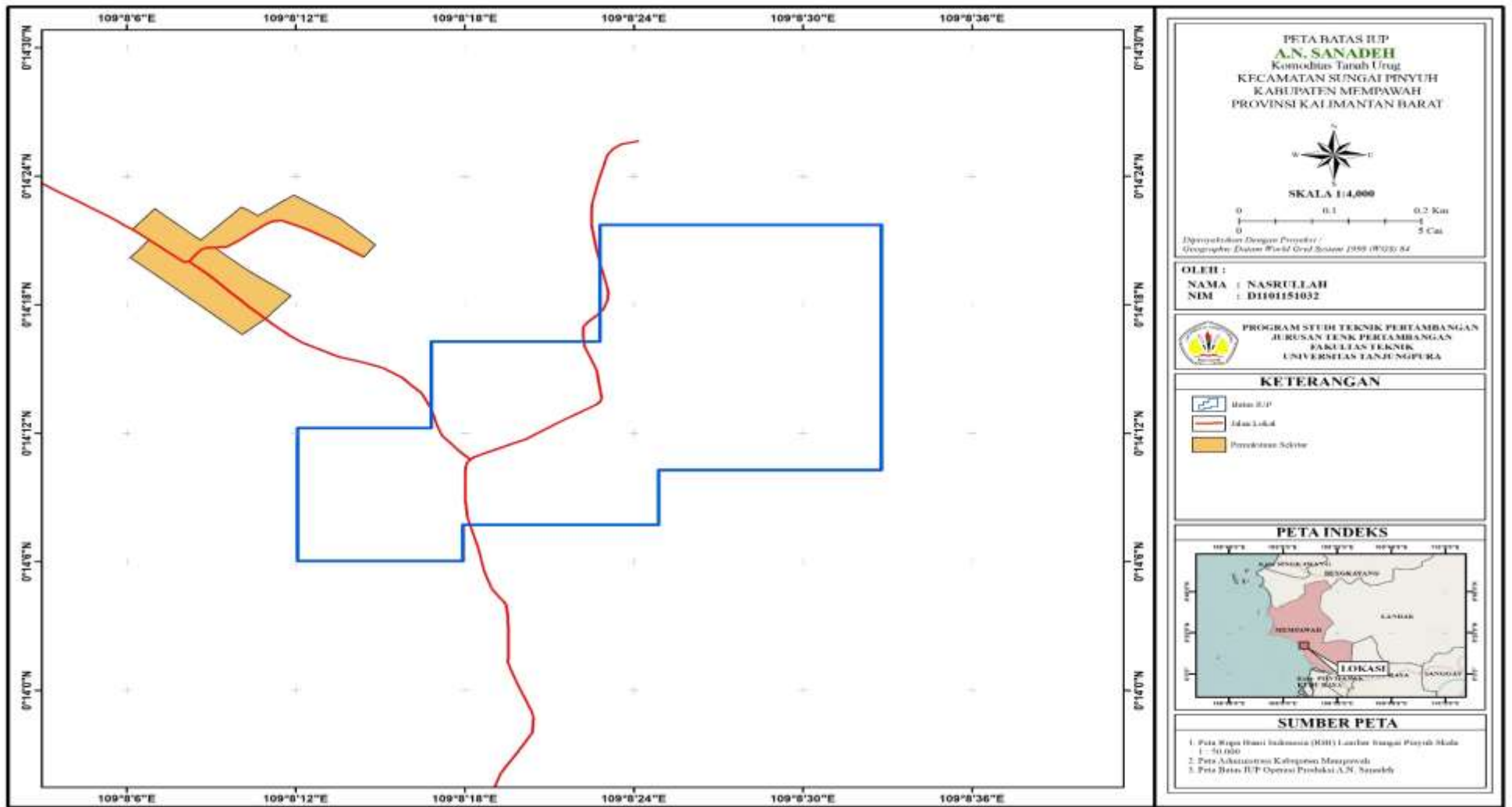
Luas Izin Usaha Pertambangan Eksplorasi (IUP Eksplorasi) Sanadeh mempunyai luas 19,30 Ha dengan koordinat sebagai berikut :

**Tabel 2.1.** Koordinat Izin Usaha Pertambangan Sanadeh

NO	GARIS BUJUR TIMUR				GARIS LINTANG UTARA			
	°	'	"	BT	°	'	"	LU
1	109	8	12.06	BT	0	14	5.98	LU
2	109	8	12.06	BT	0	14	12.20	LU
3	109	8	16.90	BT	0	14	12.20	LU
4	109	8	16.90	BT	0	14	16.27	LU
5	109	8	22.75	BT	0	14	16.27	LU
6	109	8	22.75	BT	0	14	21.73	LU
7	109	8	32.76	BT	0	14	21.73	LU
8	109	8	32.76	BT	0	14	10.30	LU
9	109	8	24.91	BT	0	14	10.30	LU
10	109	8	24.91	BT	0	14	7.75	LU
11	109	8	17.94	BT	0	14	7.75	LU
12	109	8	17.94	BT	0	14	5.98	LU

*Sumber: SK IUP EKSPLOKASI NO. 503/43/MINERBA/DPMPTSP-C.I/2018.*

Berikut ini peta batas Izin Usaha Pertambangan Eksplorasi Sanadeh sekaligus wilayah penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Peta Batas Iup Daerah Penelitian.

### **2.1.2. Batas Administrasi Wilayah Penelitian**

Lokasi perusahaan pertambangan Sanadeh yang berada di Desa Peniraman Dalam, Kecamatan Sungai Pinyuh, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat. Secara administrasi berada di Desa Peniraman Dalam, Kecamatan Sungai Pinyuh, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat yang masing-masing berbatasan dengan lokasi sebagai berikut (BPS Mempawah, 2021).

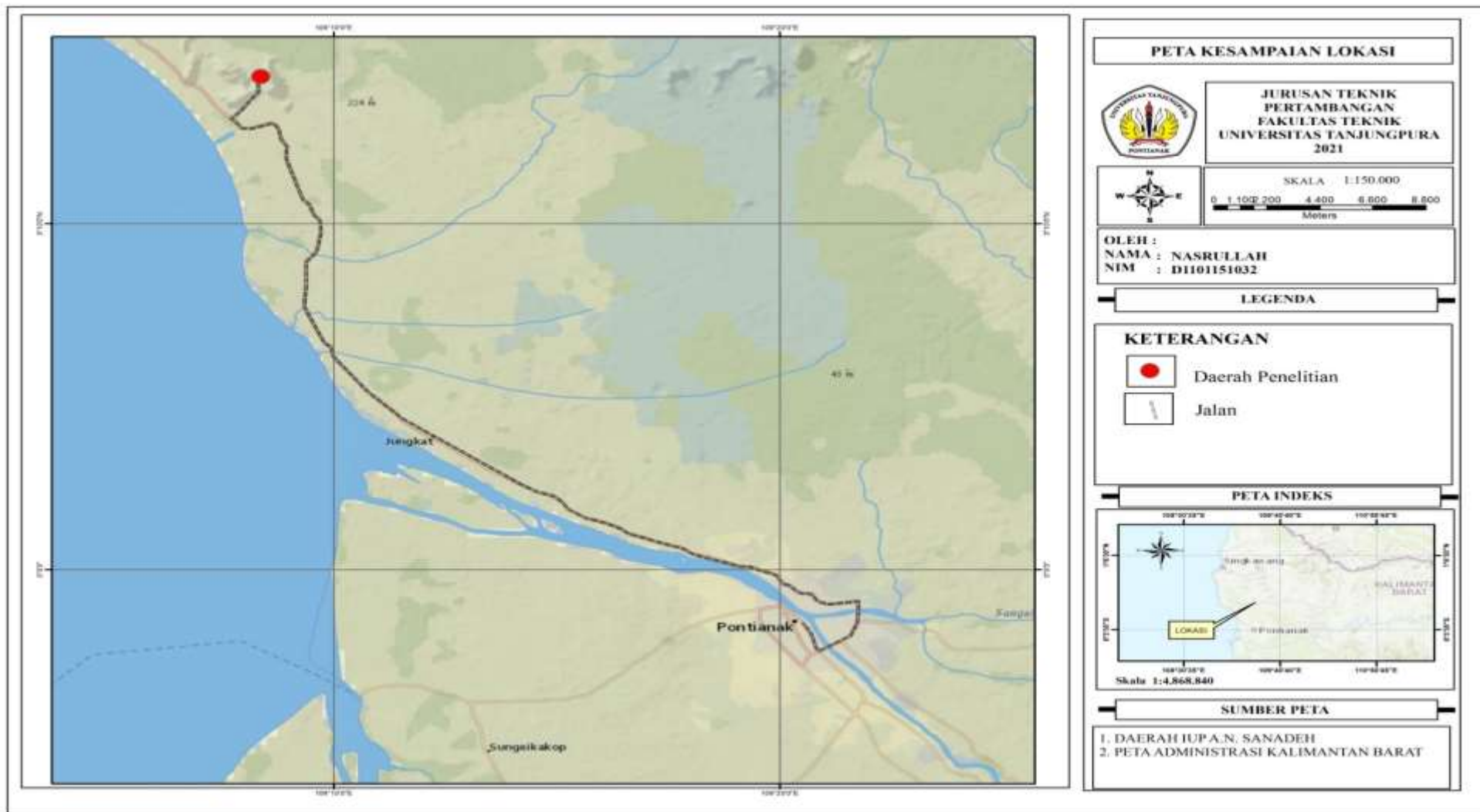
1. Sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Anjongan.
2. Sebelah Selatan berbatasan dengan Laut Natuna.
3. Sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Mempawah Timur.
4. Sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Segedong dan Kabupaten Landa.

Di sebelah Barat Daya lokasi IUP Eksplorasi Sanadeh terdapat satu area pertambangan batu granit milik PT. Hansindo Mineral Persada.

### **2.1.3. Kesampaian Lokasi**

Lokasi penambangan Sanadeh dapat ditempuh dari Kota Pontianak dengan jalur darat menggunakan kendaraan umum maupun kendaraan pribadi, menuju Kabupaten Mempawah - Kecamatan Sungai pinyuh – Desa Peniraman Dalam dengan jarak tempuh 62 Km, dan waktu tempuh 2 jam dengan kondisi jalan beraspal baik (jalan poros) dan sebagian melalui jalan tanah timbunan.

Berikut ini peta lokasi kesampaian pada wilayah penelitian dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2. Peta Kesampaian Lokasi Penelitian

## **2.2. Geologi Regional**

Geologi yang ada di Kabupaten Mempawah secara umum terbagi menjadi aluvial, andesit, arenit kuarsa, diorit, formasi hamisan, granodiorit dan granodiorit mensibau. Dari 9 (sembilan) kecamatan yang ada di Kabupaten Mempawah, kondisi geologi yang paling dominan adalah aluvial yaitu terdapat di Kecamatan Sungai Kunyit, Mempawah Hilir, Mempawah Timur, Sungai Pinyuh, Segedong, Siantan, dan Anjonan. Sedangkan untuk Kecamatan Sadaniang yang paling dominan adalah arenit kuarsa.

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Singkawang menunjukkan bahwa wilayah penyelidikan didominasi oleh endapan Granodiorit Mensibau (Klm) dan endapan aluvial (Qa).

### **2.2.1. Stratigrafi**

Bedasarkan letak geografisnya daerah penyelidikan yang berada di Desa Peniraman, Kecamatan Sungai Pinyuh, Kabupaten Mempawah, Provinsi Kalimantan Barat, secara regional masuk dalam peta geologi lembar Singkawang, skala peta 1: 250.000. Geologi lembar Singkawang tersusun dari beberapa formasi batuan dan satuan intrusi. Adapun urutan formasi penyusun mulai dari umur yang paling muda ke yang paling tua adalah sebagai berikut:

- Formasi Banan (TRub)

Formasi Banan berumur Trias Akhir, terdiri dari batu pasir dan sedikit konglomerat di bagian atas, batu pasir dan serpih di bagian tengah, batu pasir dan batu pasir tufan dengan sisipan tuf berkomposisi asam di bagian bawah. Formasi Banan termasuk ke dalam Kelompok Bengkayang.

- Formasi Sungai betung (Jls)

Formasi Sungai betung di endapkan secara selaras di atas Formasi Banan dan berumur Jura Awal. Formasi ini terdiri dari perselingan batulumpur, batulanau, batupasir halus sampai sedang berwarna kelabu muda sampai hitam. Formasi Sungai betung termasuk ke dalam Kelompok Bengkayang bersama dengan Formasi Banan.

- **Batuan Gunungapi Raya (Klr)**

Batuan Gunungapi Raya berumur Kapur Awal, terbentuk dari hasil sedimentasi dan kegiatan gunungapi darat sampai laut dangkal, yang di endapkan secara tidak selaras di atas Kelompok Bengkayang. Satuan batuan ini terdiri dari batuan vulkanik berkomposisi andesit sampai dasit, serta terdapat piroklastik.
- **Granodiorit Mensibau (Klm)**

Granodiorit Mensibau merupakan batolit dan stok yang berhubungan dengan penunjaman, yang berumur Kapur Awal. Satuan ini terdiri dari granodiorit hornblende-biotit, adamelit, tonalit, diorit, dan granit. Satuan batuan ini memiliki sifat magnetik sedang sampai kuat dan umumnya telah berubah. Satuan batuan ini secara luas membentuk Batolit Singkawang (Suwarna dkk., 1993). Granodiorit Mensibau menerobos Kelompok Bengkayang dan Batuan Gunungapi Raya.
- **Gabro Setinjam (Kuse)**

Satuan batuan ini merupakan gabro yang bertekstur halus sampai kasar yang setempat berlapis. Satuan batuan ini berumur Kapur Atas.
- **Batuan Gunungapi Serantak (Tes)**

Satuan batuan ini terdiri dari piroklastik dasitan yang tersusun oleh tuf lapili, tuf kristal, tuf dasitan, setempat terdapat breksi tufaan dan riodasit, berwarna kelabu muda sampai kecokelatan, sebagian berubah. Batuan Gunung api Serantak tidak selaras di atas Kelompok Bengkayang dan Batuan Gunung api Raya. Satuan batuan ini berumur Eosen Tengah.
- **Dasit Bawang (Teb)**

Satuan batuan ini terdiri dari dasit dan sedikit tonalit. Dasit Bawang menerobos Kelompok Bengkayang, Batuan Gunung api Raya, Granodiorit Mensibau, dan Batuan Gunung Api Serantak. Dasit Bawang terbentuk dari hasil kegiatan magmatik tahap akhir dari Batuan Gunung Api Serantak.
- **Formasi Hamisan (Toh)**

Formasi ini berumur Oligosen dan di endapkan secara tidak selaras di atas Batuan Gunungapi Raya dan Granodiorit Mensibau. Formasi ini terdiri

dari arenit kuarsa, arenit litik, dan konglomerat polimik dengan fragmen batuan berupa kuarsa, granit, serta serpih.

- Batuan Terobosan Sintang (Toms)

Satuan batuan ini menerobos Kelompok Bengkayang, Batuan Gunung Api Raya, dan Granodiorit Mensibau. Umur satuan ini adalah Oligosen Akhir Miosen Awal, yang merupakan terobosan kecil, stok, dan retas hipabisal akibat dari proses penunjaman yang terjadi pada Oligosen. Batuan Terobosan Sintang terdiri dari diorit, diorit kuarsa, granodiorit, dan tonalit yang memiliki tekstur holokristalin dan porfiritik. Satuan batuan ini setempat mengalami ubahan menjadi serisit, klorit, epidot, dan karbonat.

- Batuan Gunungapi Niut (Tpn)

Satuan batuan ini menerobos Batuan Gunungapi Raya dan Formasi Hamisan. Batuan Gunungapi Niut berumur Pliosen yang terdiri dari basalt porfiri dan andesit berupa dyke dan stok.

- Endapan alluvial terbiku (Qat)

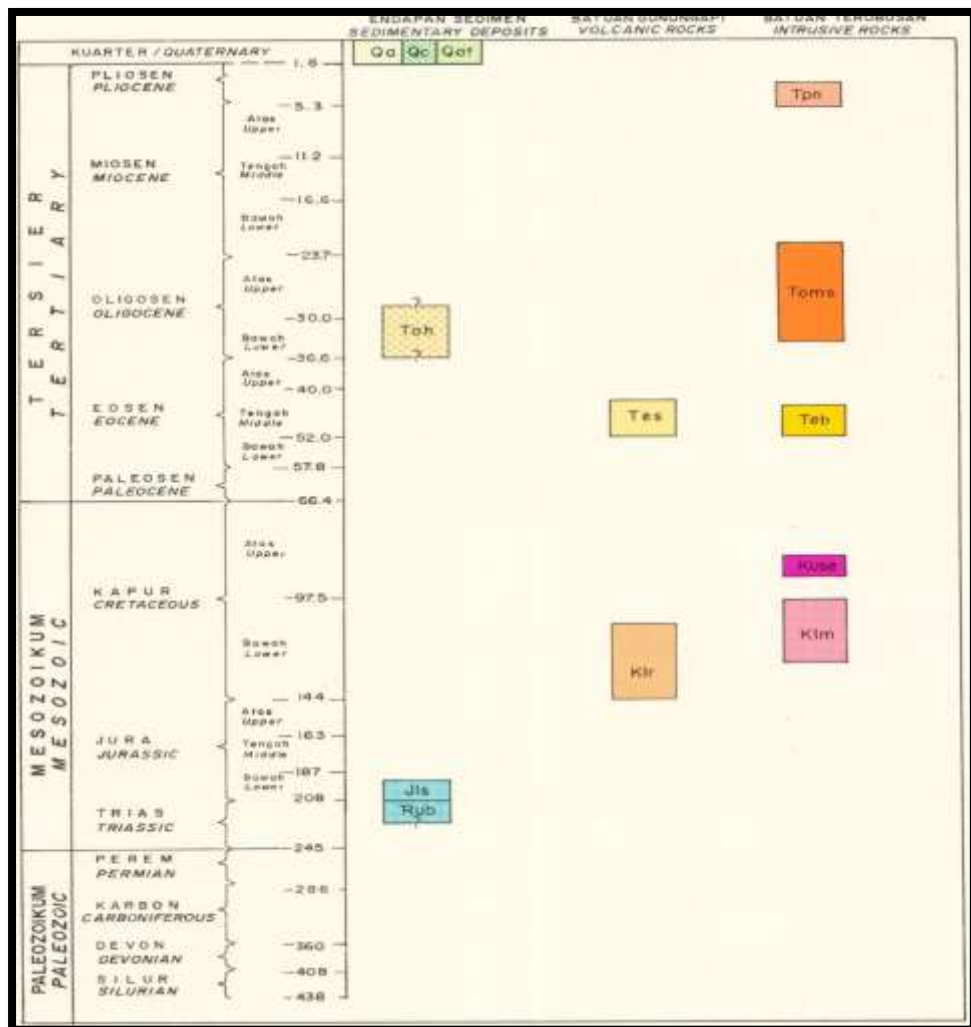
Endapan aluvial terbiku merupakan penutup Kwartir. Endapan ini terdiri dari kerikil, pasir, dan lumpur.

- Endapan alluvial dan rawa (Qa)

Endapan alluvial dan rawa menutupi secara tidak selaras di atas endapan alluvial terbiku. Satuan ini terdiri dari lumpur, pasir, kerikil, dan bahan tumbuhan.

- Endapan Litoral (Qc)

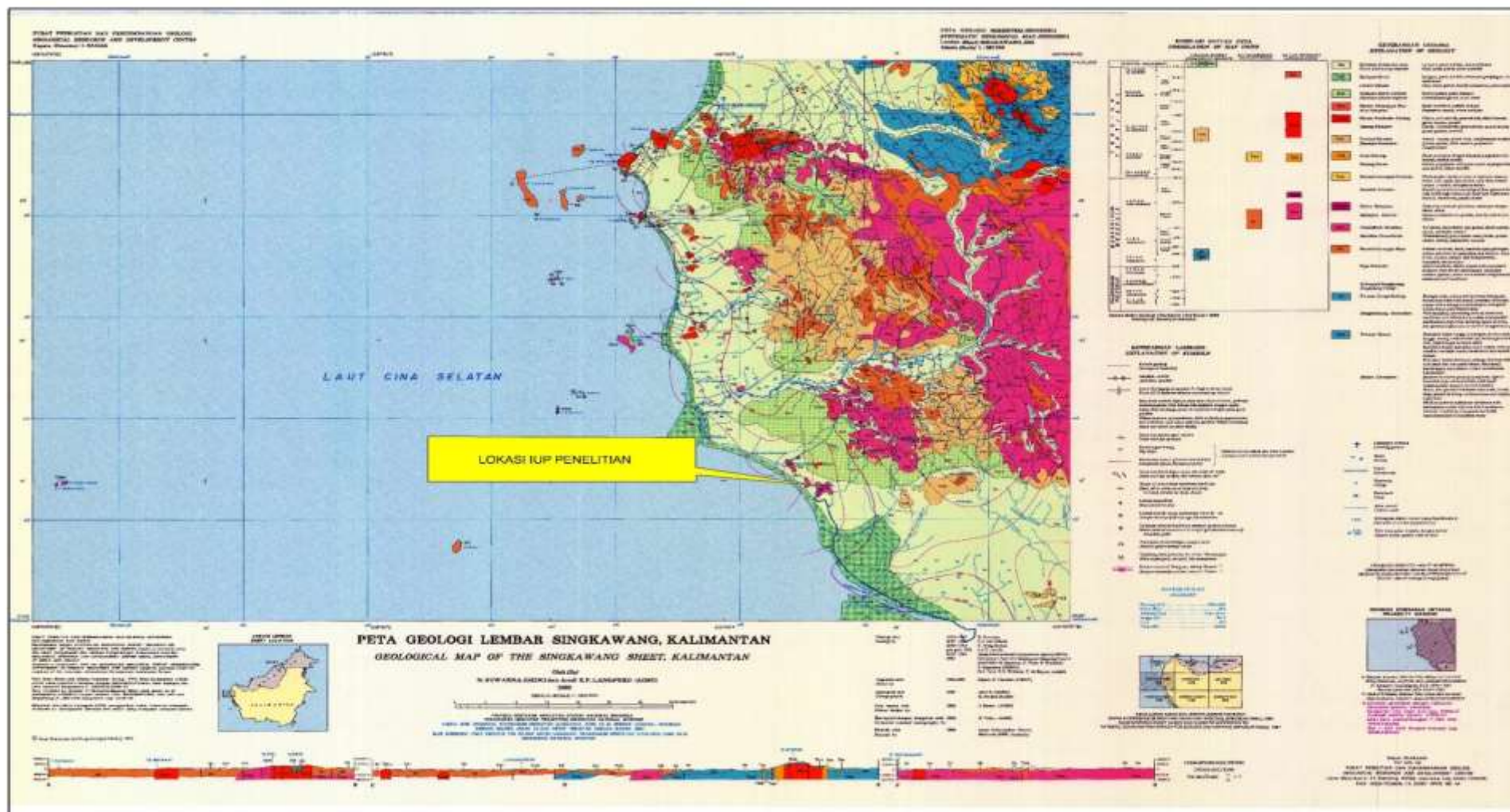
Satuan batuan ini terdiri dari lumpur, pasir, kerikil, dan setempat gampingan. Endapan litoral menutupi endapan alluvial dan rawa di bawahnya.



Sumber : Peta Geologi Lembar Singkawang, N. Suwarna dan R.P. Langford, 1993.

**Gambar 2.3.** Urutan Stratigrafi Regional (Modifikasi Peta Geologi Lembar Singkawang, 1993)





Sumber: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi (1993)

Gambar 2.4. Peta Geologi Regional

## **2.3. Geologi Lokal**

### **2.3.1. Geologi Daerah Penelitian**

Izin usaha pertambangan Sanadeh yang secara geologi terletak di Kecamatan Sungai Pinyuh termasuk dalam peta geologi lembar Singkawang berskala 1 : 250.000 yang diterbitkan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Bandung 1993. (N. Suwarna dan R.P. Langford, 1993).

### **2.3.2. Stratigrafi Daerah Penelitian**

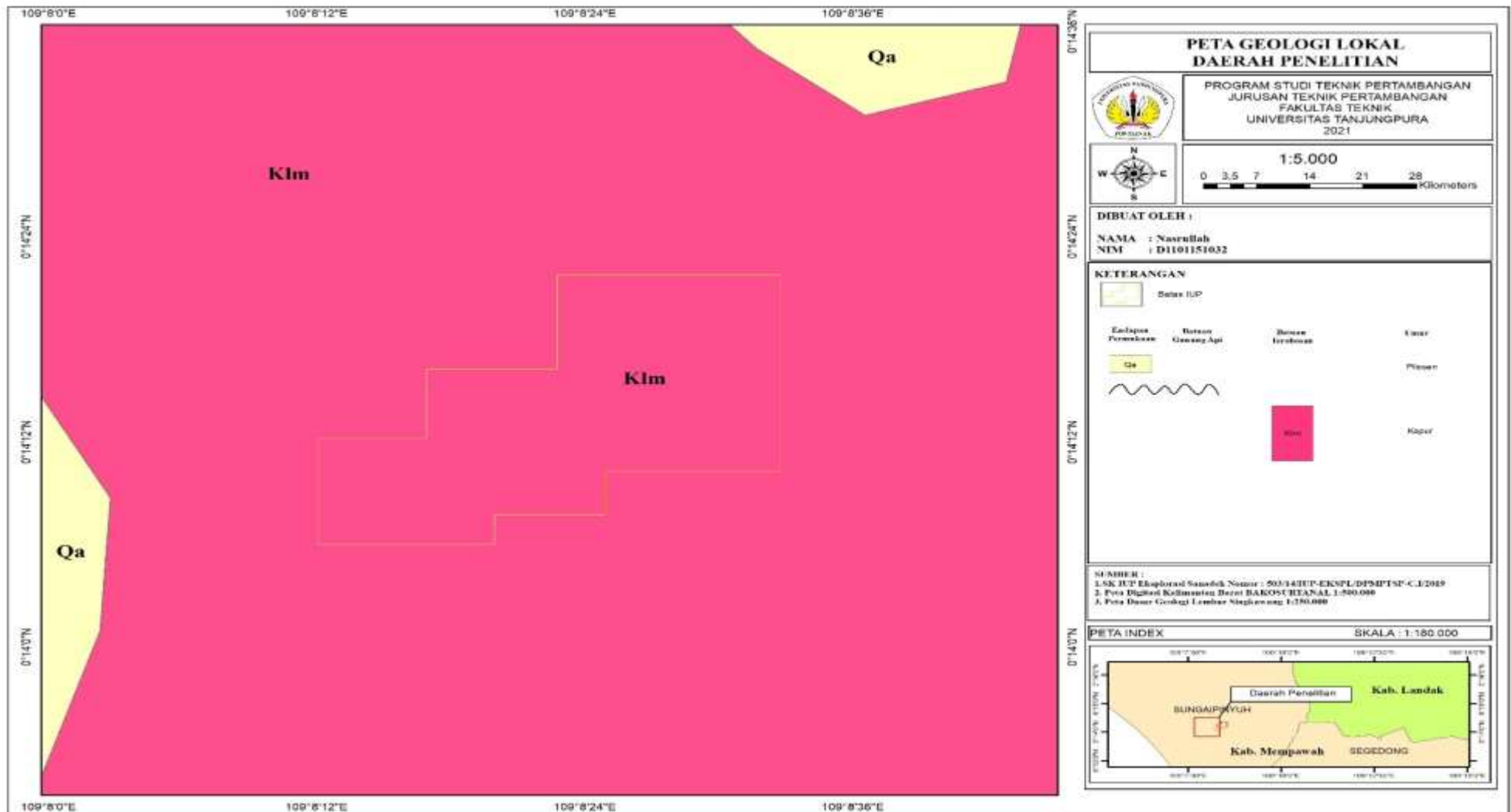
Stratigrafi daerah penelitian merupakan susunan perlapisan batuan serta hubungan lapisan batuan itu dengan lapisan batuan yang lainnya yang bertujuan untuk mengetahui tentang sejarah pembentukan batuan serta umur batuan tersebut. Stratigrafi daerah penelitian ini didominasi oleh Granodiorit Mensibau (Klm) dan Endapan Alluvial dan Rawa (Qa).

#### **a. Granodiorit Mensibau (Klm)**

Granodiorit Mensibau merupakan batolit dan stok yang berhubungan dengan penunjaman, yang berumur Kapur Awal. Satuan ini terdiri dari granodiorit hornblende-biotit, adamelit, tonalit, diorit, dan granit. Satuan batuan ini memiliki sifat magnetik sedang sampai kuat dan umumnya telah berubah. Satuan batuan ini secara luas membentuk Batolit Singkawang (Suwarna dkk., 1993). Granodiorit Mensibau menerobos Kelompok Bengkayang dan Batuan Gunungapi Raya.

#### **b. Endapan alluvial dan rawa (Qa)**

Endapan alluvial dan rawa menutupi secara tidak selaras di atas endapan alluvial terbiku. Satuan alluvium ini merupakan endapan Kuarter yang terdapat pada daerah-daerah lembah dan dataran. Satuan ini terdiri dari lumpur, pasir, kerikil, dan sisa-sisa bahan tumbuhan.



Gambar 2.5. Peta Geologi Lokal.

## **2.4. Tinjauan Teoritis**

### **2.4.1. Tanah Urug**

Tanah Urug atau sering disebut juga dengan tanah merah merupakan tanah yang berwarna merah hingga coklat yang terbentuk pada lingkungan yang lembab, dingin dan mungkin genangan-genangan air. Secara spesifik tanah merah memiliki profil tanah yang dalam, mudah menyerap air memiliki kandungan bahan organik yang sedang dan pH netral hingga asam dan banyak mengandung zat besi dan aluminium sehingga baik digunakan untuk pondasi bangunan karena mudah menyerap air. Tekstur tanah merah *relative* padat dan kokoh untuk menopang bangunan di atasnya dan sering digunakan untuk lahan perkebunan, jagung, kelapa sawit, karet, cengkih, cokelat, dan kopi. Jenis tanah ini banyak ditemukan di daerah tepi pantai yang landai sampai dengan pegunungan yang tinggi dengan iklim agak kering sampai basah. Persebaran mayoritas meliputi sebagian besar lahan yang ada di Indonesia (Sadjad,1993).

### **2.4.2. Top Soil (Tanah Pucuk)**

*Top soil* adalah lapisan tanah paling atas (tanah pucuk atau humus), lapisan tanah pucuk merupakan lapisan yang terletak hingga kedalaman 30 cm. Pada lapisan ini kaya dengan bahan-bahan *organic*, humus dan menjadikan sebagai lapisan paling subur sehingga sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman. Cara paling mudah untuk mengenali *top soil* adalah warnanya yang cenderung paling gelap dibandingkan lapisan dibawahnya, terlihat lebih gembur dan semua mikroorganisme hidup pada lapisan ini sehingga memungkinkan terjadinya proses pelapukan daun, sisa batang dan bagian makhluk hidup lainnya (simanjuntak, 2016).

### **2.4.3. Pemetaan Fotogrametri**

Pemetaan *fotogramteri* pada dasarnya dapat ditempuh dari dua cara atau kelompok, pemetaan cara teristis atau pemetaan langsung dengan peralatan ukur lapangan, serta pemetaan lewat media pengambilan data baik dari pemotretan udara atau menggunakan citra satelit yang dikenal pemetaan *fotogrametri*. *Fotogrametri* atau *aerial surveying* adalah teknik pemetaan melalui foto udara. Hasil pemetaan

secara *fotogrametrik* berupa peta foto dan tidak dapat langsung dijadikan dasar atau lampiran penerbitan peta.

*Fotogrametri* adalah suatu seni, ilmu dan teknik untuk memperoleh informasi metris tentang objek fisik dan keadaan dipermukaan bumi melalui proses perekaman, pengukuran dan penafsiran citra *fotografik*. Citra *fotografik* adalah foto udara yang diperoleh dari pemotretan dari udara yang menggunakan pesawat terbang atau wahana terbang lainnya (P.R, 1993).

Pemetaan secara *fotogrametrik* tidak dapat lepas dari referensi pengukuran secara terestris, mulai dari penetapan *ground controls* (titik dasar kontrol) hingga kepada pengukuran batas tanah. Batas-batas tanah yang diidentifikasi pada peta foto harus diukur di lapangan. Pada mulanya ilmu *fotogrametri* diawali dari pengambilan obyek topografi medan berbukit sulit dipetakan langsung, maka awal fotografi mulai dimanfaatkan untuk membuat gambar pertampalan atau stereogram model dari bagian topografi tersebut, fotogrametri udara (*aerial photogrammetry*) dimulai setelah dapat dipergunakannya kamera udara untuk pemotretan wilayah luas maka cara *fotogrametri* akan lebih efisien dan ekonomis tetapi untuk medan yang tidak luas dan mudah dijangkau cara ukur terestris jauh lebih mudah dan ekonomis terutama pada kawasan yang tidak dapat dijangkau potret udara, karena masalah skala dan variasi skala foto udara, alternatif pemakaian pemetaan topografi dengan dengan upaya pemetaan secara terestris masih ada peluang.

## **2.5. Klasifikasi Sumber Daya Mineral dan Cadangan**

Menurut Standar Nasional Indonesia tentang klasifikasi sumber daya dan cadangan (SNI 4726-2011), klasifikasi sumber daya mineral dan cadangan menurut Badan Standarisasi Nasional (BSN, 2011) adalah:

### **a. Sumber Daya Mineral (*Mineral Resource*)**

Adalah suatu konsentrasi atau keterdapatan dari material yang memiliki nilai ekonomi di atas kerak bumi, dengan bentuk, kualitas dan kuantitas tertentu yang memiliki keprospekan yang beralasan yang pada akhirnya dapat diekstraksi secara ekonomis. Lokasi, kuantitas, kadar, karakteristik geologi dan kemenerusan dari sumber daya mineral harus diketahui, diestimasi atau

diinterpretasikan berdasar bukti-bukti dan pengetahuan geologi yang spesifik. Sumber daya mineral dikelompokkan lagi berdasar keyakinan geologinya atas beberapa macam, antara lain :

1) Sumber Daya Mineral Tereka (*Inferred Mineral Resource*)

Adalah sumber daya mineral yang tonase, kadar, dan kandungan mineral dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan yang rendah. Hal ini direka dan diasumsikan dari adanya bukti geologi, tetapi tidak diverifikasi kemenerusan geologi atau kadarnya. Hal ini hanya berdasarkan dari informasi yang diperoleh melalui teknik yang memadai dari lokasi mineralisasi seperti singkapan, paritan uji, sumuran uji dan lubang bor tetapi kualitas dan tingkat keyakinannya terbatas atau tidak jelas.

2) Sumber Daya Mineral Terunjuk (*Indicated Mineral Resource*)

Adalah sumber daya mineral yang tonase, densitas, bentuk, karakteristik fisik (dimensi), kimia, kadar, dan kandungan mineral dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan geologi sedang (*medium*). Hal ini didasarkan pada hasil eksplorasi dan informasi pengambilan serta pengujian percontoh yang didapatkan melalui teknik yang tepat dari lokasi-lokasi mineralisasi seperti singkapan, paritan uji, sumuran uji, terowongan uji dan lubang bor.

3) Sumber Daya Mineral Terukur (*Measured Mineral Resource*)

Adalah sumber daya mineral yang tonase, densitas, bentuk, karakteristik fisik (dimensi), kimia, kadar, dan kandungan mineral dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan geologi tinggi. Hal ini didasarkan pada hasil eksplorasi rinci dan terpercaya serta informasi mengenai pengambilan dan pengujian percontoh yang diperoleh dengan teknik yang tepat dari lokasi-lokasi mineralisasi seperti singkapan, paritan uji, sumuran uji, terowongan uji dan lubang bor.

b. Cadangan Mineral (*Mineral Reserve*)

Adalah bagian dari sumber daya mineral terukur dan atau tertunjuk yang dapat ditambang secara ekonomis. Hal ini termasuk tambahan material

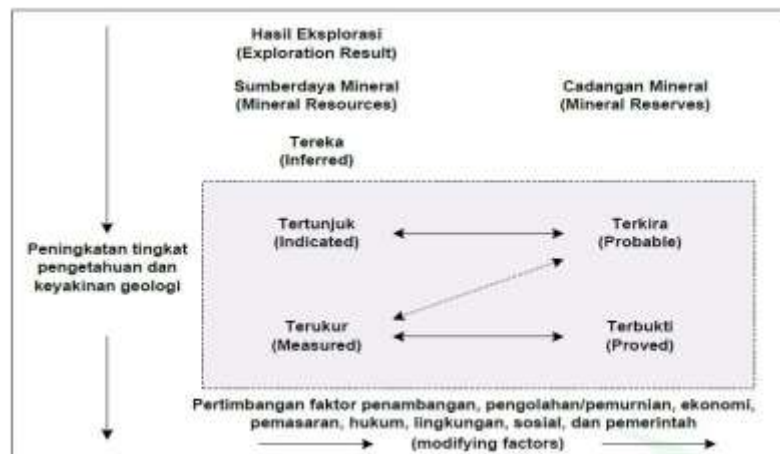
dilusi ataupun material hilang, yang kemungkinan terjadi ketika material tersebut ditambang. Pada klasifikasi ini pengkajian dan studi yang tepat sudah dilakukan, dan termasuk pertimbangan dan modifikasi dari asumsi yang realistis atas faktor-faktor penambangan, pengolahan, pemurnian, ekonomi, pemasaran, hukum, lingkungan, sosial, dan peraturan pemerintah. Cadangan mineral dipisahkan berdasarkan naiknya tingkat keyakinan menjadi 2, antara lain yaitu :

1) Cadangan Terkira (*Probable Reserve*)

Adalah bagian sumber daya mineral tertunjuk yang ekonomis untuk ditambang, dan dalam beberapa kondisi juga merupakan bagian dari sumber daya mineral terukur.

2) Cadangan Terbukti (*Proved Reserve*)

Adalah bagian sumber daya mineral terukur yang ekonomis untuk ditambang.



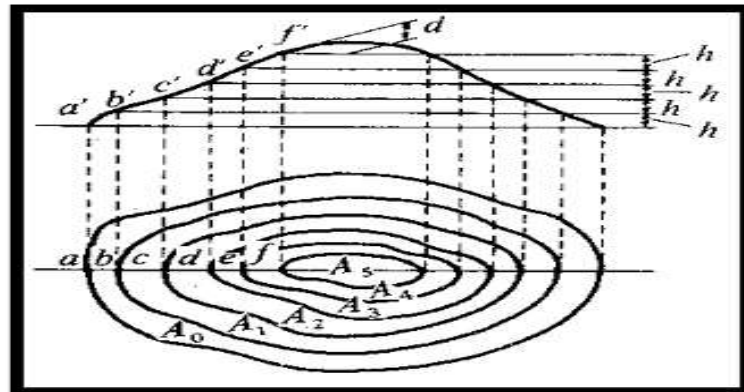
Sumber: SNI 4726:2011

**Gambar 2.6.** Hubungan Antara Hasil Eksplorasi, Sumber Daya Mineral dan Cadangan Mineral.

## 2.6. Metode Penampang Mendatar (kontur)

Menggunakan metode kontur, yaitu kurva garis yang menghubungkan titik-titik dengan nilai yang sama. Metode *Isoline* atau metode kontur cocok untuk digunakan pada endapan dengan ketebalan yang berubah-ubah, terutama untuk endapan yang tebal. Namun metode ini tidak cocok untuk endapan yang kompleks

dan terputus-putus. Rumus yang digunakan untuk perhitungan umumnya memakai rumus metode penampang. Metode kontur ini sama-sama memiliki ketelitian yang baik dengan metode *cross section*. Perbandingannya tinggal mengikuti jarak antar penampangnya semakin rapat jaraknya maka semakin akurat hasil diperoleh. Untuk metode kontur jarak antar sayatannya mengikuti jarak antar kontur.



Sumber: Abdul Rauf, 1999.

**Gambar 2.7.** Ilustrasi Kurva Garis Metode Kontur

### 2.7. Metode Penampang Melintang (*cross section*)

Metode *cross section* cocok digunakan pada sumber daya yang bersifat homogen seperti endapan batuan. Metode ini adalah salah satu metode perhitungan sumber daya secara konvensional. Pada masing-masing penampang akan diperoleh (diketahui) luas bahan galian batuan. Menurut *Spero Carras*, penggunaan metode *cross section* didasarkan atas kondisi batuan yang memiliki homogenitas yang tinggi serta termasuk dalam kategori *simple geometry*. Pada grafik klasifikasi yang dibuat oleh *spero Carras*, menunjukkan bahwa apabila batuan termasuk dalam kategori yang memiliki *homogenitas* yang tinggi maka dengan perhitungan yang sederhana pun dapat menghasilkan keakurasian perhitungan yang cukup baik.

### 2.8. Perhitungan Luas

Perhitungan luas penampang kontur menggunakan bantuan *software* yaitu *AutoCAD 2021*. Pendekatan perhitungan luas yang digunakan dalam *software* ini menggunakan rumus koordinat. Prinsip dasar dari perhitungan ini adalah dengan menghubungkan titik-titik koordinatnya. Perhitungan luas dengan cara koordinat



dapat dilakukan pada bangun datar yang mempunyai bentuk beraturan maupun yang tidak beraturan. Persamaan perhitungan luas dengan cara koordinat adalah sebagai berikut:

1. Persamaan dengan koordinat yang berlawanan arah jarum jam

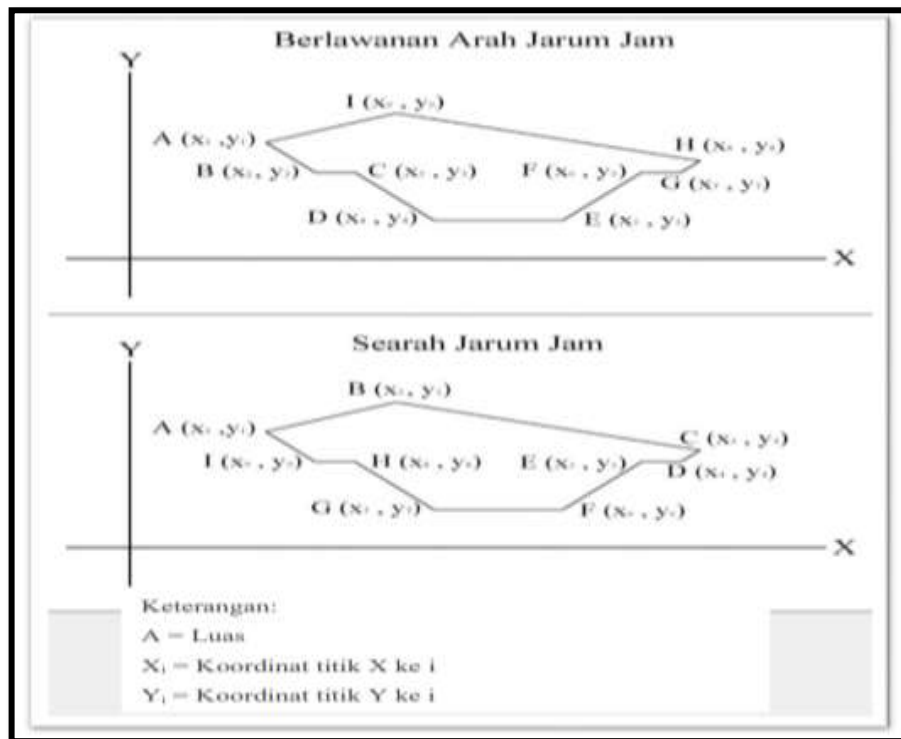
$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^n X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1}) \dots\dots\dots(2.1)$$

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^n [(X_i \times Y_{i+1}) - (Y_i \times X_{i+1})]$$

2. Persamaan dengan koordinat yang searah jarum jam

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^n X_i(Y_{i+1} - Y_{i-1}) \dots\dots\dots(2.2)$$

$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=0}^n [(X_i \times Y_{i+1}) - (Y_i \times X_{i+1})]$$



Sumber: Abdul Rauf, 1999.

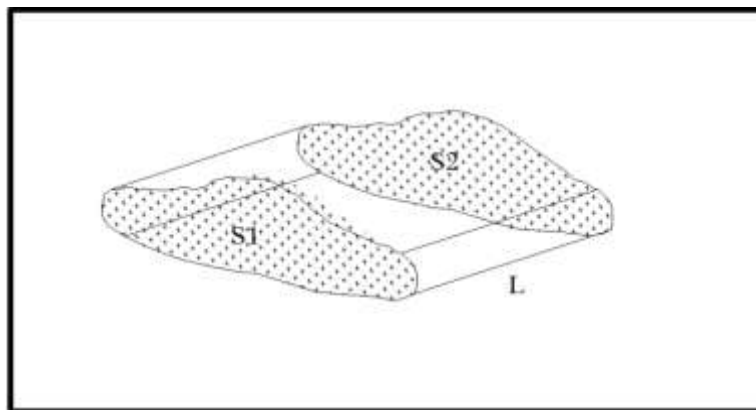
**Gambar 2.8.** Prinsip Perhitungan Luas dengan Rumus Koordinat.

## 2.9. Perhitungan volume

Perhitungan volume pada sumber daya tanah urug di daerah penelitian menggunakan metode kontur dengan pedoman perubahan bertahap (*rule of gradual change*) dengan menggunakan rumus daerah rata-rata (*mean area*) dan rumus kerucut terpancung (*frustum*). Perhitungan volume dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

### a. Rumus Daerah Rata-Rata (*Mean Area*)

Rumus daerah rata-rata (*mean area*) adalah rumus yang digunakan untuk menghitung volume dari suatu endapan. Rumus mean area juga merupakan rumus yang sangat sederhana untuk perhitungan volume yang terletak diantara dua buah penampang yang sejajar. Rumus ini digunakan apabila terdapat dua penampang dengan luas S1 dan S2 dengan jarak L (lihat Gambar 2.9). Rumus *mean area* dapat digunakan dengan ketentuan luas  $S1 \geq \frac{1}{2} S2$ . Persamaan untuk menghitung volume menggunakan rumus mean area adalah sebagai berikut:



Sumber: Spero Carras, 1984.

**Gambar 2.9.** Rumus Daerah Rata-Rata (*Mean Area*)

$$V = \frac{(S1+S2)}{2} \times L \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan :

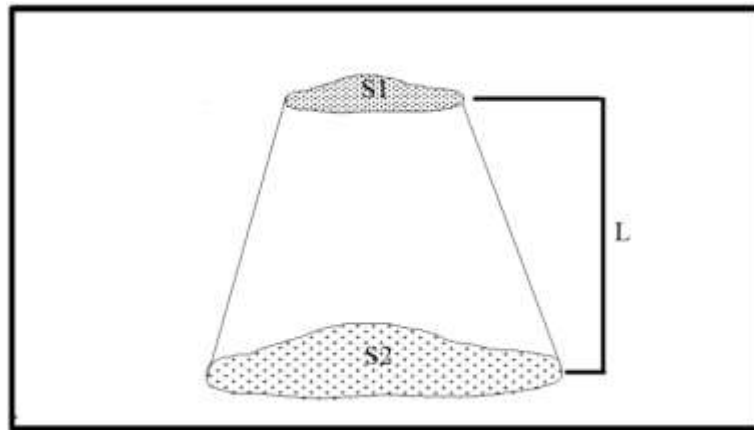
S1, S2 = Luas penampang endapan (m<sup>2</sup>)

L = Jarak antar penampang (m)

V = volume endapan (m<sup>3</sup>)

b. Rumus Kerucut Terpancung (*Frustum*)

Rumus kerucut terpancung (*frustum*) adalah rumus yang digunakan untuk menghitung volume dari suatu endapan. Rumus ini digunakan apabila terdapat dua penampang dengan luas  $S_1$  dan  $S_2$  dengan jarak  $L$  (lihat Gambar 2.10) dengan ketentuan luas  $S_1 \leq \frac{1}{2} S_2$ . Persamaan untuk menghitung volume dengan menggunakan rumus *frustum* adalah sebagai berikut:



Sumber: Spero Carras, 1984.

**Gambar 2.10.** Rumus Kerucut Terpancung (*Frustum*)

$$V = \frac{L}{3} \times (S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \times S_2}) \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

$S_1, S_2$  = Luas penampang endapan ( $m^2$ )

$L$  = Jarak antar penampang (m)

$V$  = Volume endapan ( $m^3$ )

## 2.10. Drone Dji Phantom 4

*Drone* adalah pesawat tanpa awak yang dikendalikan dari jarak jauh dengan menggunakan komputer atau *remote control*, pemetaan menggunakan drone disebut juga pemetaan *fotogrametri*. *Fotogrametri* adalah suatu seni, ilmu dan teknik untuk memperoleh informasi metris tentang objek fisik dan keadaan dipermukaan bumi melalui proses perekaman, pengukuran dan penafsiran citra fotografik. Citra fotografik adalah foto udara yang diperoleh dari pemotretan dari

udara yang menggunakan pesawat terbang atau wahana terbang lainnya (P.R, 1993). Penggunaan drone menghasilkan gambar/citra dengan resolusi *spasial* yang besar, tidak terkendala awan, karena pengoperasiannya pada ketinggian di bawah awan. Melalui *drone*, skala kedetailan data menjadi sangat tinggi dan proses pengumpulan datanya menjadi lebih mudah (Zaco, 2014).

Keunggulan dan kekurangan dari *Drone Dji Phantom 4*, yaitu:

1. Dibekali sensor pemindai halangan pada bagian kaki depannya ada sensor tambahan yang berfungsi untuk memindai objek, apabila ada benda yang menghalangi, drone ini akan berhenti bergerak (tetap melayang) atau bergerak menyamping apabila *hovering* tidak bisa dilakukan guna menghindari halangan tersebut.
2. Bisa menghasilkan video 4k; DJI Phantom 4 ini dibekali kamera bawaan yang mampu memuaskan para penggunanya. Ada kamera sebesar 12 MP yang mampu menangkap gambar dengan kuliatas tajam dan jernih. Di samping itu, drone ini juga bisa menghasilkan video dengan kualitas Ultra HD 4K yang dijamin tidak akan mengecewakan.
3. Mampu terbang hingga 28 menit; Memiliki soal baterai, DJI Phantom 4 ini memiliki kapasitas 25% lebih besar dibandingkan generasi sebelumnya. *Drone* yang satu ini mampu terbang hingga 28 menit lamanya. Dengan demikian, sang *drone* pilot bisa lebih leluasa untuk menangkap berbagai macam gambar. Sedangkan kekurangan dari *Drone Dji Phantam 4* ini yaitu posisi landing gear dan kamera yang menyatu.



Sumber: Drone Dji Phantom 4,2022.

**Gambar 2.11.** Drone Dji Phantom 4

### 2.11. Aplikasi *Pix4D Capture*

*Pix4D Capture* adalah aplikasi yang digunakan untuk membuat misi penerbangan *drone* pada tahap pemetaan. Aplikasi ini sangat mendukung untuk IOS maupun Android (Hamur, 2020).

Berikut merupakan bagian-bagian aplikasi *Pix4D Capture*:

1. Beranda Layer home akan ditampilkan dan dimulai saat pengguna login pada beranda. Jenis-jenis yang dapat dipilih adalah *polygon*, *Grid Mission*, *Double Grid Mission*, *Circular Mission*, *Freeflight* dan *Mission Manager*.



Sumber: Pengolahan Data Penelitian, 2022.

**Gambar 2.12.** Pemilihan lintasan terbang drone.

## 2. Pengaturan

Pengaturan pada aplikasi terdapat beberapa ikon yang dapat dipilih yakni *Coolhse Drone*, *Metrics*, *Scyn Setting*, *Flay in China*, *Image Resuoltion*, *Camera Angle*, *Overlap*, *Drone Speed*, *White Balance*, *Ignore Home Point* dan *Center Grid*.

## 3. Tampilan Peta

Tampilan peta adalah tampilan beranda misi dengan mengatur maps (*deflaut*) atau latar belakang citra satelit. Tampilan peta memiliki fungsi yaitu:

- Sebelum misi: Mengatur dan melihat karakteristik penerbangan (lokasi, ukuran, pemacu gambar, *propery* dan lain-lain).
- Selama misi: Menampilkan *home point*, lokasi *drone*, jalur penerbangan, posisi gambar, telemetri penerbangan dan lain-lain.

Pada sebuah *flight plan* biasanya memiliki *indicator* warna yang berbeda seperti:

- Hijau (Misi sangat bagus dan drone siap diterbangkan)
- Kuning (Peringatan, namun drone tetap bisa diterbangkan)
- Orange (Misi tidak valid, membuat ulang misi penerbangan)



Sumber: Pengolahan Data Penelitian, 2022.

**Gambar 2.13.** Tampilan peta lintasan terbang *drone*.

4. Camera View

Fitur ini berguna untuk menampilkan proses penerbangan dan dapat langsung melihat apa yang terpotret kamera drone selama penerbangan.

5. *Telemetry* Penerbangan

Fitur ini merupakan keterangan kondisi pada proses pemotretran dan terdapat *Drone*, Baterai *remote control*, jumlah setelit yang tertangkap oleh drone, Kapasitas penyimpanan memori *card*, Laju *drone*, ketinggian *drone*.

6. Memulai Misi

Secara otomatis akan muncul peringatan dan status koneksi drone kemudian akan terbuka *pop up checking*.

7. Manager misi

Manager misi akan menampilkan semua misi yang telah diterbangkan dan mengupload misi ke *cloud* sehingga dapat di kirim *via* email pada perangkat computer.



Sumber: Pengolahan Data Penelitian, 2022.

**Gambar 2.14.** Menampilkan semua misi yang telah diterbangkan.

### 2.12. *Software Agisoft Metashap*

Salah satu *software* yang dapat digunakan untuk pemrosesan foto udara digital adalah *Agisoft Metashap*. *Software* ini mampu menghasilkan data spasial 3

dimensi untuk digunakan dalam aplikasi Sistem Informasi *Geografis* (GIS). *Software Agisoft Metashape* dikembangkan oleh *Agisoft LLC* yaitu sebuah perusahaan teknologi komputer yang mengembangkan *algoritma* pengolahan citra menggunakan teknik *fotogrametri* yang didirikan tahun 2006 di Petersburg Rusia.

*Agisoft Metashape* menggunakan citra atau foto yang direkam secara multi sudut. Perekaman secara multi sudut tersebut menyebabkan pergeseran sudut antar foto sehingga dapat disusun menjadi sebuah model tiga dimensi. *Software* ini merupakan generasi dari *software* sebelumnya yaitu *Agisoft Photoscan*. Pada Januari 2019 *Agisoft* meluncurkan generasi berikutnya yaitu *Agisoft Metashape*. *Agisoft Metashape* dapat digunakan untuk mengolah foto udara yang direkam menggunakan *UAV* atau *Drone*, yang mana dari hasil perekamannya dapat dihasilkan *mosaic orthofoto*, titik tinggi (*elevation point clouds*) dan *DEM* beresolusi tinggi yang dapat ditampilkan secara tiga dimensi.



Sumber: *Software Agisoft Metashape*, 2022.

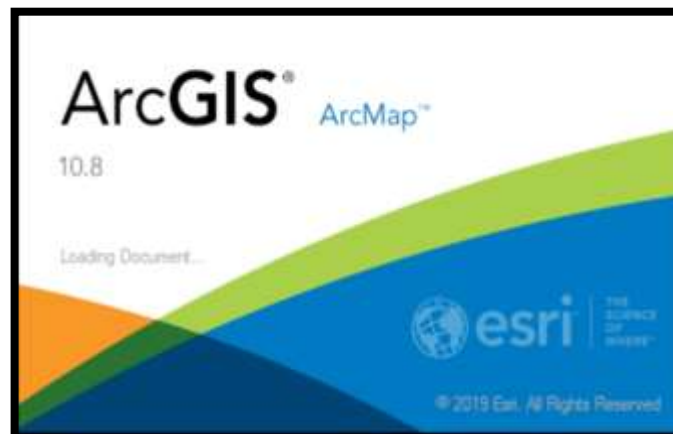
**Gambar 2.15.** *Software Agisoft Metashape.*

### 2.13. *Software ArcGIS 10.8*

*ArcGIS* adalah salah satu *software* yang dikembangkan oleh ESRI (*Environment Science & Research Institute*) yang merupakan kompilasi fungsi-fungsi dari berbagai macam *software GIS* yang berbeda seperti *GIS desktop*, *Server*, dan *GIS berbasis Web*. *Software* ini mulai dirilis oleh ESRI Pada tahun 2000. *Software ArcGIS* yang diproduksi oleh ESRI mencakup penggunaan *GIS* pada berbagai skala yaitu, *ArcGIS Desktop* ditujukan untuk pengguna *GIS Profesional* (perorangan maupun institusi). *ArcObjects*, dibuat untuk para developer yang selalu



ingin membuat inovasi dan pengembangan *Server GIS* (*ArcIMS*, *ArcSDE*, Lokal) dibuat bagi pengguna awam yang mengumpulkan data spasial melalui aplikasi di internet.



Sumber: Software ArcGIS, 2020.

**Gambar 2.16.** *Software ArcGIS*

#### 2.14. *Software AutoCAD 2020*

*AutoCAD* adalah sebuah perangkat lunak computer *CAD* untuk menggambar 2 dimensi dan 3 dimensi yang dikembangkan oleh *Autodesk*. Keluarga produk *AutoCAD* secara keseluruhan adalah *Software CAD* yang paling banyak digunakan diseluruh dunia. *AutoCAD* digunakan oleh para insinyur dipil, *land developers*, arsitek, insinyur mesin, *desainer interior* dan lain-lain. Format data asli *AutoCAD* terbagi menjadi dua yaitu DWG dan yang lebih tidak populer format data yang bisa dipertukarkan (*interchange file format*) DXF, secara de facto menjadi standar data CAD. Sekarang ini *AutoCAD* sudah mendukung format DWF, yaitu sebuah format yang diterbitkan dan dipromosikan oleh *Autodesk* untuk mempublikasikan data CAD.

Kelebihan menggunakan *AutoCAD* dibanding menggambar manual adalah kualitas gambar konstan, tidak terlalu tergantung pada skill penggambar sebagaimana gambar manual, relatif lebih akurat dan cepat pengerjaannya karena menggunakan computer, dapat diedit, ditambah-kurang tanpa harus memulai dari awal, dapat menjadi data base yang menyimpan berbagai informasi penting yang dibuat oleh *drafter* dan dapat diakses langsung oleh pengguna, dapat dibuat *library* untuk komponen-komponen standar atau komponen yang digambar atau

dipergunakan berulang-ulang dalam gambar (misalnya: baut, mur, simbol-simbol dll) sehingga mempermudah dan mempercepat dalam proses pembuatan gambar.



*Sumber: Software AutoCAD, 2020.*

**Gambar 2.17.** *Software AutoCAD.*

## 2.15. Hasil Penelitian Sebelumnya

**Tabel 2.2.** Penelitian terdahulu yang relevan

No	Nama/Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Jessica Jocunda/2018	Estimasi sumberdaya menggunakan metode cross section pada lokasi pengembangan WIUP CV Mega Makmur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengetahui potensi sumberdaya batuan di lokasi pengembangan WIUP CV Mega Makmur dan mengetahui volume Overburden dan volume batuan di lokasi pengembangan WIUP CV Mega Makmur menggunakan Metode <i>Cross section</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Volume potensi sumberdaya batuan pada daerah penelitian yaitu sebesar 8.391.763,03 BCM</li> </ul>
2	Arno Edwin Gilang Pratama, Andi Ilham Samanlangi Adi Tonggiroh/2013	Estimasi Cadangan Batu Kapur dengan Metode Cross Section Dibandingkan dengan Metode kantor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode penelitian yang dilakukan pada perhitungan cadangan tertambang batubara menggunakan metode cross section dan metode kontur atau metode isoline.</li> <li>Metode ini memerlukan primer berupa: data kemajuan tambang dan koordinat. Sedangkan data sekunder berupa: peta topografi skala 1:4000, peta geologi daerah penelitian skala 1:15000, geologi local, literature atau data perusahaan. Pada metode perhitungan dengan cross section yaitu membuat penampang dengan spasi 100 m dengan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data dengan menggunakan dua metode perhitungan cadangan terukur pada PT. Semen Tonasa, Kabupaten Pangkep, Provinsi Sulawesi Selatan. Perhitungan cadangan batukapur dengan metode cross section pada spasi penampang 100 meter, dihasilkan cadangan terukur sebesar 362.170.848,20 Ton. Sedangkan pada metode kontur dengan elevasi kontur 5 meter, dihasilkan cadangan terukur 414.697.509 Ton.</li> <li>Kelebihan dari metode cross section berada pada perhitungan area yang menggunakan metode simpson 1/3 dan simpson 3/8 dimana semakin kecil jarak spasi maka akan lebih detail perhitungan</li> </ul>

No	Nama/Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
			<p>menggunakan gabungan metode simpson 1/3 dan metode 3/8 untuk menghitung luasan penampang.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Total cadangan dengan metode ini sebesar 362.170.848,20 Ton. Pada perhitungan dengan metode kontur yaitu menggunakan interval kontur per 5 m menghasilkan cadangan sebesar 414.697.509 Ton.</li> </ul>	<p>luasan area, sedangkan analisis perhitungan metode kontur berdasarkan pada tingkat elevasi kontur, jadi dengan elevasi yang semakin rapat maka perhitungan area akan semakin detail.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Kekurangan dari metode <i>cross section</i> adalah metode ini tidak memperhitungkan perubahan topografi yang berada diantara penampang yang satu dengan penampang yang lain, sedangkan kekurangan metode kontur adalah metode ini tidak memperhitungkan perubahan topografi yang berada diantara interval kontur.</li> </ul>
3	DEFRI DILFIANA PUTRA/2016	Estimasi Sumberdaya Pasir Batu Dengan Metode Cross Section Dan Metode Kontur Pada Kecamatan Bantar Bolang Kabupaten Pemalang Provinsi Jawa Tengah.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Metode yang digunakan dalam penaksiran sumberdaya pasir batu di wilayah IUP (Izin Usaha Pertambangan), studi literatur lalu dilanjutkan dengan pengamatan pada penyebaran endapan pasir batu, pengumpulan data, pengolahan data sampai dengan kesimpulan dan saran. Dari hasil pengumpulan data primer dan data sekunder langkah selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menggunakan <i>software autoCAD 2007</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hasil volume yang diperoleh dari perhitungan sumberdaya pasir batu di daerah penelitian dengan menggunakan metode <i>cross section</i> dengan pedoman perubahan bertahap (<i>rule of gradual change</i>) adalah sebesar 341.222,22 m<sup>3</sup>.</li> <li>Hasil pengolahan data volume sumberdaya pasir batu dengan menggunakan metode <i>cross section</i> dengan rumus <i>mean area</i> dan <i>frustum</i> (dapat dilihat pada Lampiran C). Volume sumberdaya yang didapat dengan metode <i>cross section</i> kemudian akan dikurangi dengan volume dari lapisan tanah penutup.</li> </ul>

No	Nama/Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
				<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil estimasi sumberdaya pasir batu pada daerah penelitian dengan metode <i>contour</i> dengan pedoman perubahan bertahap (<i>rule of gradual change</i>) memiliki volume sebesar 346.661,57 m<sup>3</sup>.</li> </ul>
4	HANANTO DWI KURNIAWAN /2018	Estimasi Sumberdaya Tanah Urug Menggunakan Metode Kontur Di IUP Ngadimin, Desa Hargomulyo, Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulon Progo, Diy.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perhitungan estimasi sumberdaya tanah urug dengan menggunakan metode Kontur dimulai dari kontur elevasi tertinggi yaitu 42 mdpl sampai kontur elevasi terendah yaitu 75 mdpl. Penelitian juga menghitung tingkat akurasi estimasi berdasarkan beberapa interval kontur yaitu kontur 1 m, 2 m, 5 m, dan tiap Bukit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil penelitian interval kontur yang paling akurat adalah metode perbidang volume interval tiap bukit pada keadaan topografi di lokasi penelitian ini setelah itu diikuti metode perbidang volume interval 1 m dengan tingkat akurasi 98,61%, lalu metode perbidang volume interval kontur 2 m dengan tingkat akurasi 90,53%, dan metode perbidang volume interval kontur 5 m dengan tingkat akurasi 81,82%.</li> <li>• Sumberdaya tanah urug di daerah penelitian ini masuk dalam kategori sumberdaya mineral teraka (<i>Inferred Mineral Resource</i>), karena kualitas dan kuantitasnya diperoleh sudah pada tahap eksplorasi umum.</li> </ul>
5	Cahyadi, Yopi., /2021	Perhitungan Estimasi Sumberdaya Tanah Urug Dengan Metode Contour Di Cv. Citra Palapa Mineral Kabupaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perhitungan sumberdaya tanah urug dilakukan menggunakan metode contour.</li> <li>• Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah survey dan analisa kuantitatif. Pengambilan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan untuk mengetahui volume sumber daya tanah urug di CV. Citra Palapa Mineral. Volume sumberdaya di lokasi penelitian sebesar 2.320.540 m<sup>3</sup>.</li> </ul>

No	Nama/Tahun	Judul	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
		Mempawah Provinsi Kalimantan Barat	<p>data dilakukan dengan persiapan terlebih dahulu, persiapan yang dilakukan berupa studi pustaka, pengamatan penyebaran endapan batuan dilokasi penambangan, pengumpulan data, setelah kondisi di lapangan dipastikan dapat melakukan pemetaan menggunakan <i>drone</i> dan GPS, kemudian dapat dilanjutkan dengan pengolahan data.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengolahan data dimulai dari pembuatan peta topografi berdasarkan data GPS menghasilkan topografi yang diperoleh dari proses pengambilan data primer. Setelah itu dilakukan perhitungan metode kontur untuk mengetahui sumber daya tanah urug yang ada di wilayah tersebut, Selanjutnya peneliti melakukan pengambilan titik koordinat singkapan untuk mengetahui persentase batuan <i>boulder</i>.</li> </ul>	Rata-rata luas permukaan batuan persentase total sebesar 13,12%.