



Estimasi Cadangan Batugamping di Lapangan Bukit Tajarang PT Semen Padang sebagai Bahan Baku Pembuatan Semen

Rinal Khaidar Ali^{1*}, Kurnia Fadhli¹, Dian Agus Widiarso¹

¹Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Abstrak

Bukit Tajarang merupakan lapangan tambang baru yang diharapkan mampu memenuhi kebutuhan semen yang dibutuhkan PT Semen Padang. Perhitungan cadangan dilakukan untuk mengetahui jumlah cadangan batugamping pada lokasi tambang tersebut, sehingga dapat disesuaikan dengan target produksi dan umur tambang. Tujuan penelitian adalah mengetahui jumlah cadangan batugamping pada lokasi penelitian dan menentukan umur tambang. Metode yang digunakan adalah metode penaksiran cadangan dalam bentuk permodelan *block model* dengan menggunakan software Surpac 6.3.2, dan metode estimasi berupa *Inverse Distance Weighting*. Data berupa 27 titik bor, kemudian data bor tersebut diklasifikasikan menjadi data *collar*, data *survey*, data litologi, dan data *asssay*, kemudian menggunakan data topografi daerah penelitian. Berdasarkan pada perhitungan yang dilakukan, estimasi jumlah cadangan pada daerah penelitian adalah 144.368.325 ton. Berdasarkan pada target produksi PT Semen Padang yaitu 9.362.746 ton/tahun dan jumlah estimasi cadangan yang telah didapatkan sebelumnya, maka estimasi umur tambang pada daerah penelitian adalah 15 tahun 3 bulan.

Kata kunci: Batugamping; *Block Model*; Bukit Tajarang; Cadangan.

Abstract

Bukit Tajarang is a new mining field which is expected to be the cement demand required by PT Semen Padang. Therefore, it is necessary to calculate reserves for determine the amount of limestone reserves at the mine site, so it can be adjusted to according production targets and the life of mine. The research objectives to determine the amount of limestone reserves at the research location and determine the life of mine. The method used is the reserve estimation method in the form of block model using Surpac 6.3.2 software, and using the estimation method in the form of Inverse Distance Weighting. The data used is drill data of the research location which consists of 27 drill points, then that drill data is classified become collar data, survey data, lithology data, and assay data, then using topographic data of the research area as a constraint in data processing. Based on the calculations made, then it is obtained the estimated amount of reserves in the study area is 144,368,325 tonnes. Based on the production target of PT Semen Padang, which is 9,362,746 tons/year and the estimated amount of reserves that have been previously obtained, it is known that the estimated age of the mine in the study area is 15 years 3 months.

Keywords: *Limestone; Block Model; Bukit Tajarang; Reserves.*

^{*}) Korespondensi : rinal.khaidarali@gmail.com

Diajukan : 31 Agustus 2021

Diterima : 29 Maret 2022

Diterbitkan : 20 April 2022

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat. Pembangunan infrastruktur tersebut menyebabkan kebutuhan akan bahan baku, salah satunya adalah semen. Guna menunjang pembangunan nasional industri semen di Indonesia mendapat prioritas untuk terus dikembangkan terutama dalam kaitannya dengan pembangunan infrastruktur di berbagai daerah. Setelah krisis global 2009, pertumbuhan industri semen di Indonesia mulai membaik dengan kapasitas produksi 46,1 juta ton/tahun (Mulyani, 2011). Permintaan semen nasional s/d Juni 2021 meningkat 7,3%. Pertumbuhan tersebut berasal dari permintaan produk kemasan/bag yang tumbuh 10,0% hingga Juni 2021 (PT Semen Indonesia, 2021). Naiknya permintaan semen dari tahun ketahun mengharuskan pabrik semen memacu laju produksinya.

PT Semen Padang merupakan salah satu perusahaan semen tertua di Indonesia yang saat ini terus berkembang untuk memenuhi kebutuhan semen di Indonesia. Salah satu proses guna meningkatkan laju produksi semen adalah melakukan eksplorasi dan eksploitasi bahan baku semen salah satunya adalah batugamping. Oleh karena itu PT Semen Padang membuka lapangan tambang batugamping baru di Bukit Tajarang yang lebih dikenal dengan IUP 412 Bukit Tajarang yang dioperasikan melalui kesepakatan IPPKH (Izin Pinjam Pakai Kawasan Hutan) berdasarkan pada Surat Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia No. 467/MenHut-II/2013 pada tanggal 26 Juni 2013 dengan wilayah operasi 242,3 hektar. Bukit Tajarang berlokasi di Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Sumatera Barat dan terletak di sebelah selatan dari Bukit Karang Putih dan mulai aktif digunakan pada tahun 2015.

Pengoperasian lapangan tambang baru pada daerah penelitian dilakukan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku yang semakin hari semakin meningkat, sedangkan jumlah cadangan di Bukit Karang Putih semakin menurun, cadangan batugamping di Bukit Tajarang ini diharapkan dapat menjaga stabilitas produksi semen di PT Semen Padang. Oleh karena itu, diperlukan adanya perhitungan untuk menghitung jumlah cadangan batugamping yang terdapat di IUP 412 Bukit Tajarang agar proses penambangan dapat dilakukan secara optimal.

Geologi Regional

Daerah penelitian berada di daerah Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Sumatera Barat. Daerah ini merupakan salah satu daerah yang memiliki kondisi geologi yang cukup kompleks, hal ini dikarenakan aktivitas geologi yang terjadi pada daerah ini sangat beragam dari sejak dahulu. Fisiografi Kota Padang secara umum termasuk kedalam Zona Pegunungan Bukit Barisan berdasarkan pada Klasifikasi Fisografi Pulau Sumatera menurut van Bammelen (1949) (Gambar 1), dengan morfologi berupa perbukitan lemah–kuat dan perbukitan karst dengan kemiringan lereng 20° hingga 65°, daerah ini terletak pada ketinggian 150 mdpl hingga 860 mdpl yang didominasi oleh batugamping, tuff, kemudian juga ditemukan intrusi granit. Berdasarkan pada Peta Geologi Lembar Padang yang disusun oleh Kastowo (1996) (Gambar 2), daerah penelitian tersusun atas beberapa jenis litologi sebagai berikut:

Batuan Sedimen Jura (Js)

Batuan sedimen jura terdiri dari kuarsit, serpih, lanau, batusabak dan lain sebagainya. Batuan mengalami metamorfisme lemah yang dicirikan dengan kuarsit berbentuk pejal dengan warna kelabu kehijauan dan agak menyerupai rijang.

Batugamping Jura (Jl)

Batugamping Jura terdiri dari batugamping kompak berwarna putih hingga kelabu kebiruan, pejal dan berongga. Batugamping Jura ini dapat dikorelasikan dengan Formasi Siguntur (Jsl) di Lembar Painan dan bagian Timurlaut Muarasiberut.

Batuan Gunung Api Oligo-Miosen (Tomv)

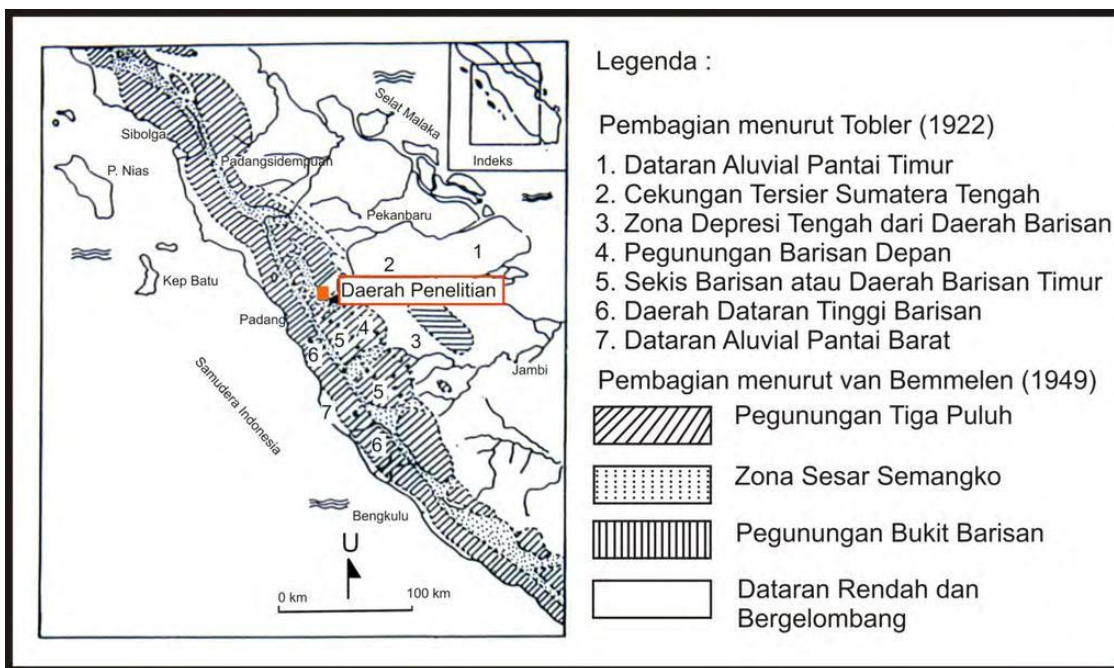
Batuan Gunung api dengan jumlah kecil batuan sedimen, batuan ini terdiri dari lava, breksi, breksi tuff, tuff hablur, ignimbrit, dan tuff sela, kebanyakan tersusun atas andesitan dan dasitan

Aliran yang Tak Teruraikan (Qtau)

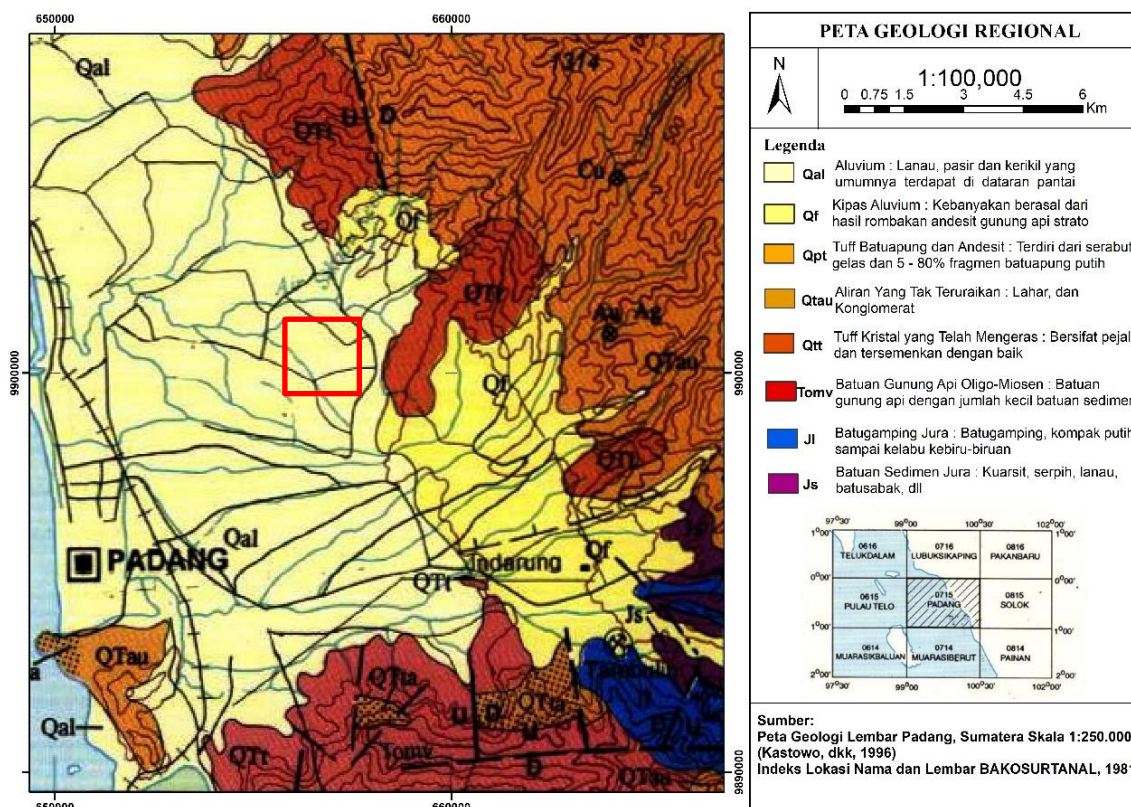
Batuan pada formasi ini terdiri dari lahar, konglomerat dan endapan koluvium yang lain

Aluvium

Batuan pada formasi ini terdiri dari lanau, pasir dan kerikil yang umumnya terdapat di dataran pantai, termasuk endapan rawa di sebelah utara



Gambar 1. Fisiografi Pulau Sumatera, ditandai dengan kotak bewarna merah (van Bammelen, 1949)



Gambar 2. Peta Geologi Regional Lembar, lokasi penelitian ditandai kotak bewarna merah (Kastowo, 1996)

Tiku, sebelah baratdaya Lubukalung dan sebelah timur Kota Padang, pada lokasi tertentu ditemukan sisa-sisa batuapung.

Batugamping

Batugamping termasuk kedalam jenis batuan karbonat, namun tidak semua batuan karbonat adalah batugamping. Batuan Karbonat adalah

batuan sedimen yang memiliki kandungan material-material karbonat yang lebih dari 50%, biasanya material tersebut tersusun dari material klastik yang mengalami proses sedimentasi maupun melalui proses presipitasi langsung (Reijers dan Hsu, 1986). Menurut Tucker (1990) Batugamping tersusun atas komponen berupa *Skeletal Grain*, *Non Skeletal Grain*, *Micrite*, dan *Cement*. Komponen mineral dalam batugamping sangat beragam, terdapat tiga mineral utama dalam batugamping yaitu kalsit, dolomit, dan aragonit. Klasifikasi batugamping dikemukakan oleh beberapa ahli, salah satunya adalah Dunham (1962). Dunham (1962) mengklasifikasikan batugamping berdasarkan pada tekstur deposisinya, sehingga didapatkan enam jenis batugamping, yaitu *mudstone*, *wackestone*, *packstone*, *grainstone*, *boundstone*, dan *crystalline* (Gambar 3).

Semen

Semen adalah perekat hidrolis yang dihasilkan dengan menghaluskan klinker yang terdiri dari bahan utama silikat-silikat kalsium dan akan memiliki sifat perekat ketika bereaksi dengan air (SNI 15-2049-2004). Komponen kimia yang terdapat dalam semen adalah CaO, Fe₂O₃, SiO, MgO dan Al₂O₃, masing-masing komposisi kimia tersebut memiliki standar tertentu tergantung pada perusahaan yang memproduksi dan jenis

Mudstone	Wackestone	Packstone	Grainstone	Boundstone	Crystalline
Less than 10% grains	More than 10% grains	Grain-supported	Lacks mud and is grain-supported	Original components were bound together	Depositional texture not recognizable
Mud-supported					
Contains mud, clay and fine silt-size carbonate					
Original components not bound together during deposition					
Depositional texture recognizable					

Gambar 3. Klasifikasi Batuan Karbonat (Dunham, 1962)

Tabel 1. Klasifikasi Standar Bahan Baku Semen (PT Semen Padang)

Komposisi Kimia	Standar Bahan Baku Semen (PT Semen Padang)
SiO ₂	<8%
Al ₂ O ₃	<1.5%
CaO	>48%
MgO	<1%

semen yang diproduksi (Tabel 1).

Perhitungan Cadangan

Metode perhitungan cadangan terbagi menjadi dua jenis yaitu metode konvensional dan metode non konvensional. Metode perhitungan cadangan secara konvensional merupakan metode yang paling sederhana dan paling umum digunakan, mudah diterapkan dan mudah diadaptasi untuk semua jenis endapan mineral, namun penggunaan metode ini sering menghasilkan perhitungan yang salah dan tidak optimal secara matematis. Metode perhitungan cadangan secara konvensional terdiri dari metode penampang, metode poligon, dan metode kontur. Metode nonkonvensional merupakan metode perhitungan cadangan yang menggunakan prinsip geostatistika dengan melakukan pengolahan menggunakan perangkat lunak, seperti menggunakan metode *Inverse Distance*, dan metode *Krigging*.

METODOLOGI

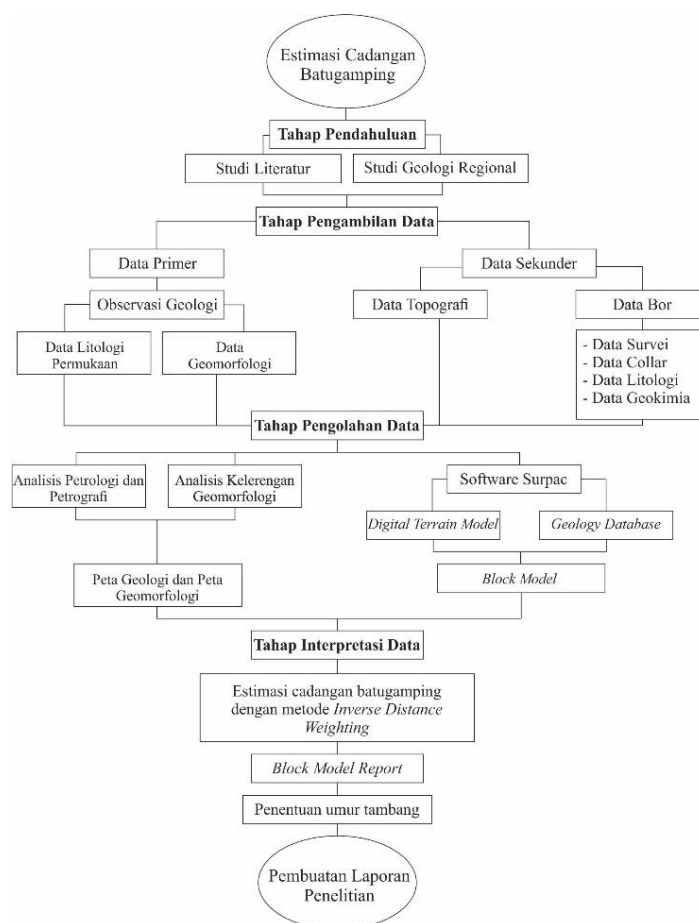
Tahapan dalam melakukan penelitian ini berupa tahap persiapan, pengambilan data, pengolahan data, dan interpretasi data (Gambar 4). Tahap persiapan berupa persiapan alat dan bahan, studi literatur, dan persiapan administrasi. Tahap pengambilan data berupa pengambilan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data litologi lokasi penelitian, sedangkan data sekunder berupa data bor dan data topografi.

Tahap pengolahan data berupa pengolahan data litologi dengan analisis petrologi dan petrografi untuk mengetahui jenis litologi pada daerah penelitian. Kemudian dilakukan analisis data topografi dan pembuatan *block model* untuk mengetahui jumlah cadangan pada daerah penelitian. Tahap interpretasi data berupa penentuan estimasi cadangan batugamping pada daerah penelitian berdasarkan pada *block model* yang telah dibuat sebelumnya, kemudian menentukan prediksi umur tambang berdasarkan jumlah cadangan batugamping dan kapasitas produksi PT Semen Padang setiap tahunnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Geomorfologi

Geomorfologi daerah penelitian secara umum merupakan bentuklahan struktural, hal ini dibuktikan dengan keterdapatannya morfologi di lapangan yang terdiri dari perbukitan dan tebing yang curam dan terjal. Selain itu daerah



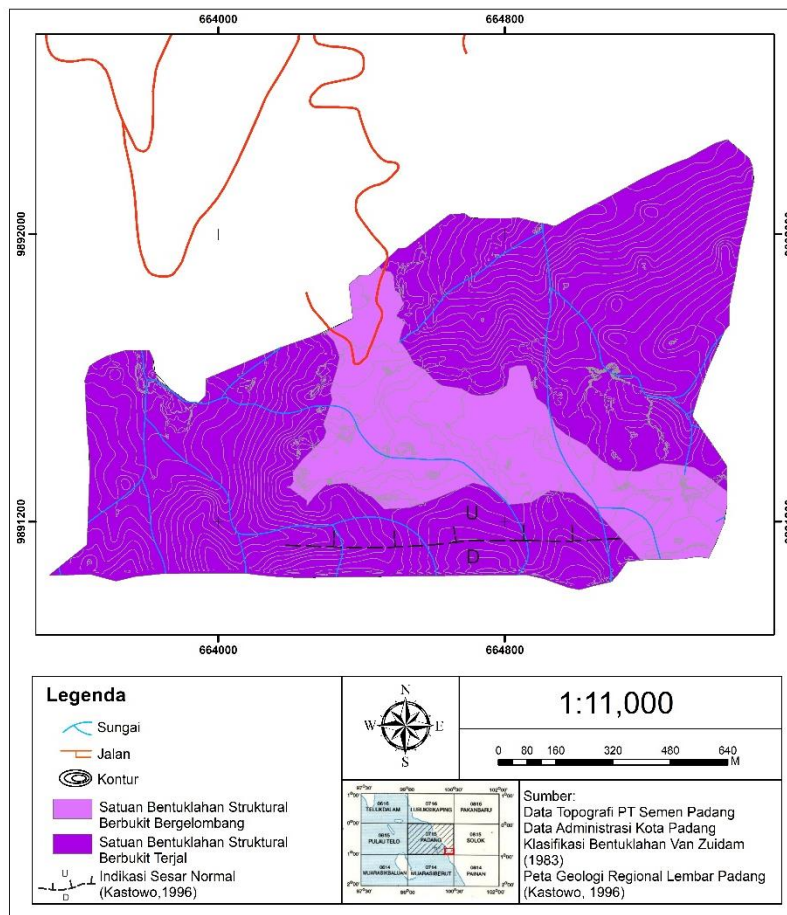
Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

penelitian terletak di elevasi dengan perbedaan tinggi yang cukup besar. Berdasarkan pada pengamatan lapangan dan berdasarkan pada analisis morfometri, daerah penelitian terdiri dari dua satuan bentuklahan, yaitu Satuan Bentuklahan Struktural Berbukit Terjal dan Satuan Bentuklahan Struktural Berbukit-Bergelombang (Gambar 5). Berdasarkan pada Peta Geologi Regional Padang (Kastowo,1996), pada daerah penelitian ini terdapat struktur berupa sesar normal.

Satuan Bentuklahan Struktural Berbukit Terjal
Satuan bentuklahan struktural berbukit terjal merupakan bentukan morfologi yang mendominasi di lokasi penelitian sebesar 70%. Pada peta terlihat bentukan dengan kontur yang rapat. Berdasarkan analisis morfometri, satuan bentuklahan ini memiliki persen kelerengan 49,16% dengan beda tinggi 525 m. Elevasi tertinggi adalah 860 mdpl, sedangkan elevasi terendah 335 mdpl (Gambar 6).

Satuan Bentuklahan Struktural Berbukit-Bergelombang
Satuan bentuklahan struktural berbukit bergelombang ini merupakan bentukan morfologi yang menyebar pada lokasi penelitian sekitar 30%. Pada peta terlihat bentukan dengan kontur yang tidak terlalu rapat. Berdasarkan pada analisis morfometri pada daerah penelitian, satuan bentuklahan ini memiliki persen lereng 20,57% beda tinggi 195 m. Elevasi tertinggi adalah 345 mdpl, sedangkan elevasi terendah 150 mdpl (Gambar 7).

Stratigrafi
Kondisi litologi pada daerah penelitian ditentukan berdasarkan pada pengamatan di lapangan serta analisis petrologi dan petrografi. Penentuan jenis litologi juga divalidasi dengan menggunakan peta geologi yang disusun oleh PT Semen Padang. Berdasarkan pada analisis tersebut, diketahui terdapat tiga jenis litologi yang terdapat pada daerah penelitian yaitu Satuan Batugamping Kristalin, Satuan Tuff, dan Satuan Intrusi Granit (Gambar 8).



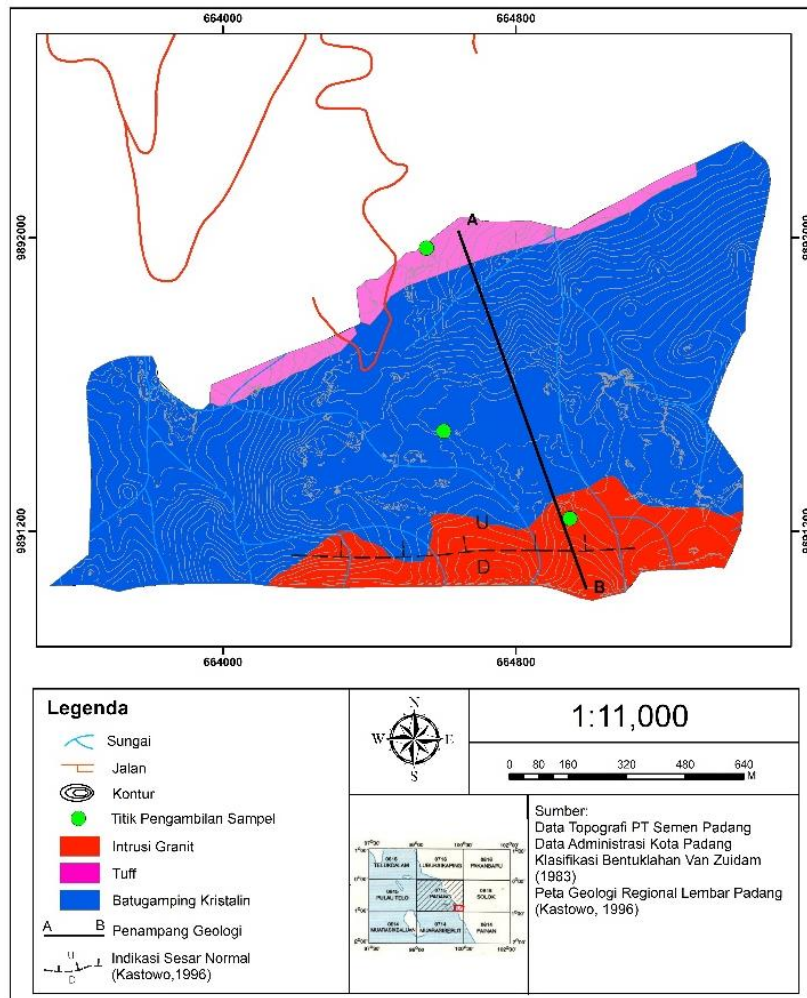
Gambar 5. Peta Geomorfologi Lokasi Penelitian.



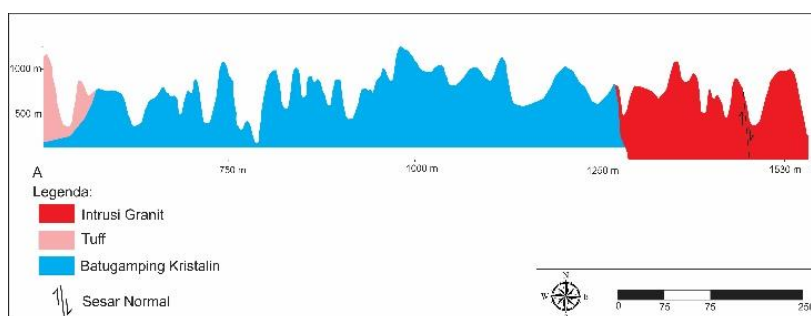
Gambar 6. Satuan Bentuklahan Struktural Berbukit Terjal.



Gambar 7. Satuan Bentuk Lahan Struktural Berbukit Bergelombang.



Gambar 8. Peta Geologi Lokasi Penelitian.



Gambar 9. Profil Penampang Geologi Lokasi Penelitian (sayatan A - B).

Berdasarkan dari Peta Geologi Lokasi Penelitian, diketahui bahwa Satuan Batugamping Kristalin ditampilkan dengan warna biru, tuff ditampilkan dengan warna merah muda, dan intrusi granit ditampilkan dengan warna merah. Pada daerah penelitian juga memiliki indikasi sesar normal berdasarkan pada Peta Geologi Regional Lembar Padang (Kastowo, 1996). Pada penampang di Gambar 9 menunjukkan Satuan Batugamping Kristalin merupakan litologi tertua

pada daerah penelitian, Satuan Tuff diendapkan secara tidak selaras di atas batugamping kristalin, dan intrusi oleh granit yang nampak mengintrusi Batugamping Kristalin.

Batugamping Kristalin

Batugamping Kristalin dijumpai pada bagian tengah dan timur lokasi penelitian dengan persebaran mencapai 75%. Batugamping Kristalin mempunyai struktur masif dengan

kondisi batuan yang masih sangat keras, memiliki warna abu-abu, dan ukuran butir yang besar (lebih dari 0,5 cm). Secara petrografi, komposisi mineral pada batugamping kristalin adalah kalsit dengan komposisi mencapai 100% (Gambar 10), diklasifikasikan sebagai *crystalline* (Dunham, 1962) dan *calsipulverite* (Grabau, 1904).

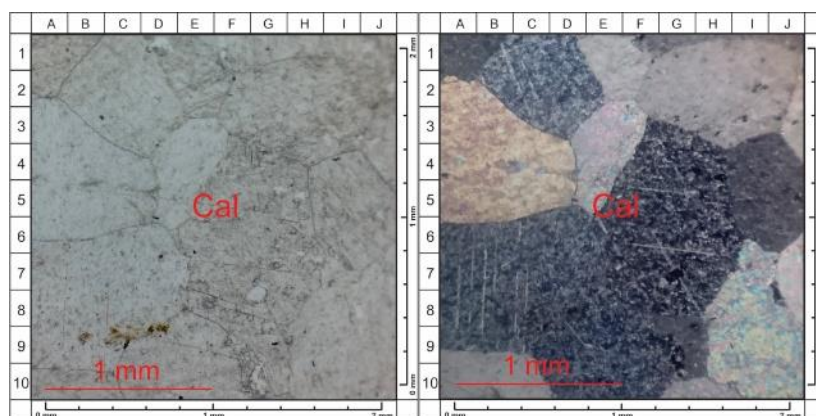
Tuff

Satuan Tuff dapat dijumpai pada bagian utara daerah penelitian dengan persebaran 10%. Kondisi singkapan memiliki tingkat pelapukan yang rendah hingga sedang, dan tingkat vegetasi yang rendah. Kondisi batuan pada singkapan masih terlihat segar, namun tidak terlalu keras, batuan ini memiliki warna coklat keabu-abuan. Secara petrografi, komposisi yang ditemukan pada batuan berupa lapili sebagai fragmen yang berukuran 1/256 mm – 1 mm dengan kelimpahan sekitar 30%, kemudian ditemukan *volcanic ash* sebagai massa dasar yang berwarna abu-abu kehitaman yang berukuran <1/256 mm (Gambar 11). Ukuran *volcanic ash* yang sangat halus ini

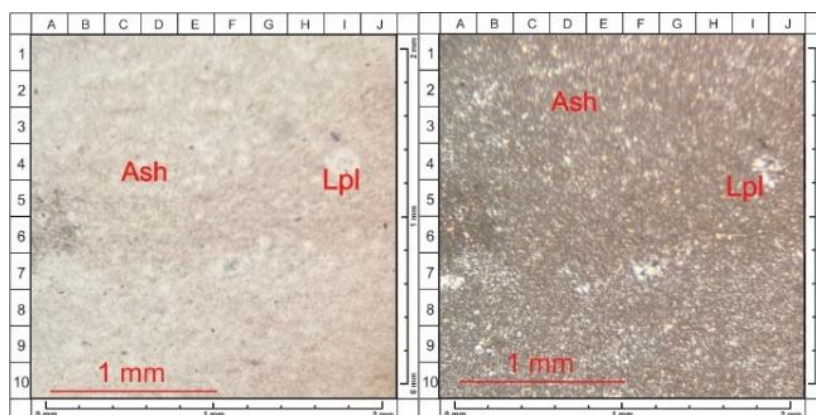
diinterpretasikan berasal dari gunungapi dengan kelimpahan sekitar 70%, sehingga diklasifikasikan sebagai tuff lapili (Fisher, 1966).

Intrusi Granit

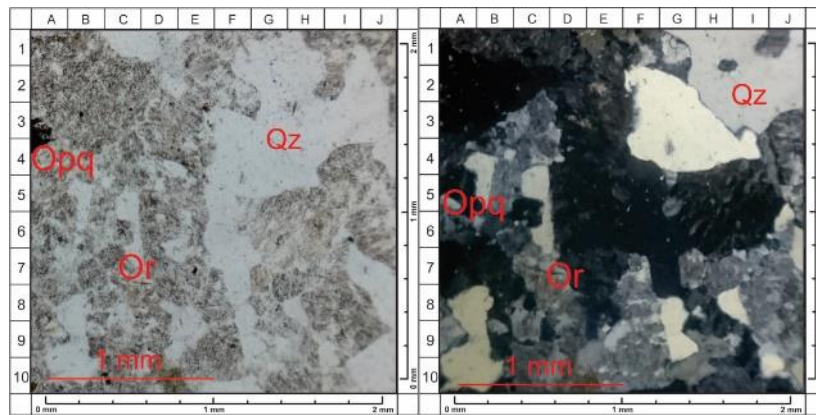
Satuan Intrusi granit dapat dijumpai pada bagian selatan daerah penelitian dengan persebaran sekitar 20%. Batuan pada lokasi pengamatan memiliki tingkat pelapukan yang rendah, dan juga memiliki tingkat vegetasi yang rendah. Batuan yang ditemukan masih dalam keadaan segar, walaupun dalam bentuk pecahan. Batuan memiliki warna abu-abu kemerahan dengan struktur massif, ukuran kristal pada batuan sekitar 1/2-1 mm, dengan bentuk kristal subangular. Berdasarkan pengamatan secara petrografi, diketahui batuan ini memiliki komposisi dominan berupa mineral kuarsa. Kelimpahan mineral kuarsa dalam batuan ini sekitar 50%. Kelimpahan mineral orthoklas pada sayatan ini adalah 45%, sedangkan mineral lainnya adalah mineral opak dengan kelimpahan 5% (Gambar 12), diklasifikasikan sebagai granit (Travis, 1955).



Gambar 10. Kenampakan mikroskopis batugamping kristalin dalam pengamatan nikol sejajar (kiri) dan nikol bersilang (kanan), ket: Cal = kalsit



Gambar 4. Kenampakan mikroskopis tuff dalam pengamatan nikol sejajar (kiri) dan nikol bersilang (kanan), ket: Ash, lpl = lapili



Gambar 5. Kenampakan mikroskopis granit dalam pengamatan nikol sejajar (a) dan nikol bersilang (b), ket: Qz = Kuarsa, Or = Orthoklas, Opq = Min. Opaq

Stratigrafi Regional Padang (Kastowo, 1996)			Satuan Litologi	Deskripsi Litologi			
Tersier	Miosen	Pliosen	Tsc	Intrusi Granit	Intrusi granit memiliki warna keabuan dengan struktur massif, komposisi berupa mineral kuarsa (50%), orthoklas(45%) dan mineral opak		
		Akhir	Tpc				
		Tengah	Tls				
	Oligosen	Awal	Tomv			Tuff	Tuff memiliki warna abu-abu kecoklatan dengan struktur massif dan pelapukan rendah, komposisi yang terdapat pada tuff berupa ash (70%) dan lapilli (30%)
		Eosen	Ts				
	Paleosen						
Mesozoikum	Kapur	Akhir	Kgr	Batugamping Kristalin	Batugamping Kristalin memiliki ukuran butir yang kasar, warna putih dan pelapukan rendah. Mineral yang terdapat pada batugamping berupa mineral kalsit dengan kelimpahan 100%		
		Tengah	Kub				
		Awal					
	Jura	Js	Jl				
	Trias						

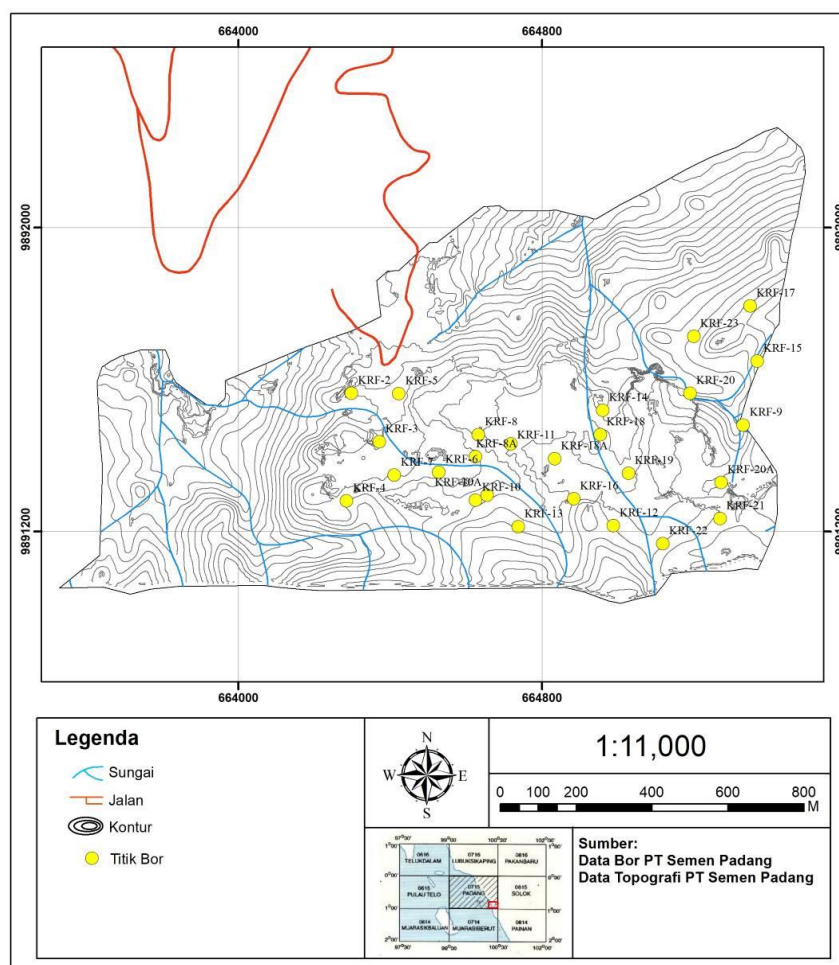
Gambar 6. Kolom Stratigrafi lokasi penelitian

Litologi pada lokasi penelitian dibuat kedalam bentuk kolom stratigrafi, dalam pembuatan kolom stratigrafi ini mengacu kepada Stratigrafi Regional Padang dan sekitarnya (Kastowo, 1996). Pembuatan kolom stratigrafi bertujuan untuk melihat hubungan atau kaitan antara litologi yang ditemukan dilapangan dengan formasi batuan secara regional. Pembuatan kolom stratigrafi juga digunakan untuk melihat urutan satuan litologi dari muda hingga paling tua. Melalui kolom stratigrafi dapat diketahui bahwa batugamping kristalin termasuk kedalam Batugamping Jura (Jl) yang berumur Jura,

sedangkan tuff dan intrusi granit termasuk kedalam Batuan Gunungapi Oligo-Miosen (Tomv) yang berumur Oligosen hingga Miosen Tengah (Gambar 13).

Kondisi Geologi Bawah Permukaan

Kondisi geologi bawah permukaan pada lokasi penelitian diketahui melalui data bor yang telah dianalisis sebelumnya, data bor tersebut didapatkan dari 27 titik bor yang tersebar di lokasi penelitian dengan kedalaman yang bervariasi, antara 61,5 m hingga 322,6 m (Gambar 14). Berdasarkan pada data bor yang telah dianalisis, diperoleh beberapa



Gambar 7. Peta Persebaran Titik Bor di Lokasi Penelitian (Data Eksplorasi PT Semen Padang)

jenis litologi yang terdapat di bawah permukaan lokasi penelitian yaitu *soil*, batugamping, intrusi basalt, andesit, granit, batuan silika, dan batupasir.

Berdasarkan hasil analisis dari sample di setiap titik bor, terdapat beberapa memperlihatkan kondisi satuan yang cukup lengkap seperti pada titik bor KRF-6 terletak pada koordinat 664527.938/ 9891355, dengan kedalaman total lubang bor 198 m (Tabel 3). Juga pada KRF-7 terletak pada koordinat 664411,188/ 9891348, dengan kedalaman total lubang bor 127 m (Tabel 2).

Pengolahan Data Bor

Data bor menggunakan data hasil pengeboran yang dilakukan oleh PT Semen Padang pada lokasi penelitian, kemudian data bor tersebut diolah dengan menggunakan Microsoft Excel dan diklasifikasikan menjadi 4 jenis data, yaitu data *collar*, *survey*, *assay*, dan litologi. Data bor

tersebut kemudian disimpan kedalam format .csv (*comma separated value*) agar dapat diolah dalam software.

Tabel 2. Litologi Borehole KRF-7

Kedalaman (m)	Litologi
0 – 7 m	Soil
7 – 14 m	Tuff
14 – 21 m	Lapukan Tuff
21 – 30 m	Tuff
30 – 31 m	Batugamping
31 – 35 m	Lapukan Batugamping
35 – 70 m	Tuff
70 – 89 m	Lapukan Tuff
89 – 93 m	Granit
93 – 102.8 m	Tuff
102 – 123.8 m	Granit
123.8 – 127 m	Batugamping

- a. *Data Collar*
Data *Collar* memuat informasi berupa nama lubang bor, koordinat, elevasi, dan kedalaman lubang bor.
- b. *Data Survey*
Data survey memuat informasi berupa nama lubang bor, kedalaman masing-masing lubang bor, dip dan azimuth pengeboran
- c. *Data Assay*
Data assay memuat informasi berupa nama lubang bor, dan kandungan kimia pada masing-masing kedalaman berupa SiO₂, CaO, Al₂O₃, dan MgO
- d. *Data Litologi*
Data litologi yang memuat informasi berupa nama lubang bor, dan jenis litologi pada masing-masing kedalaman.

Pengolahan Data Topografi

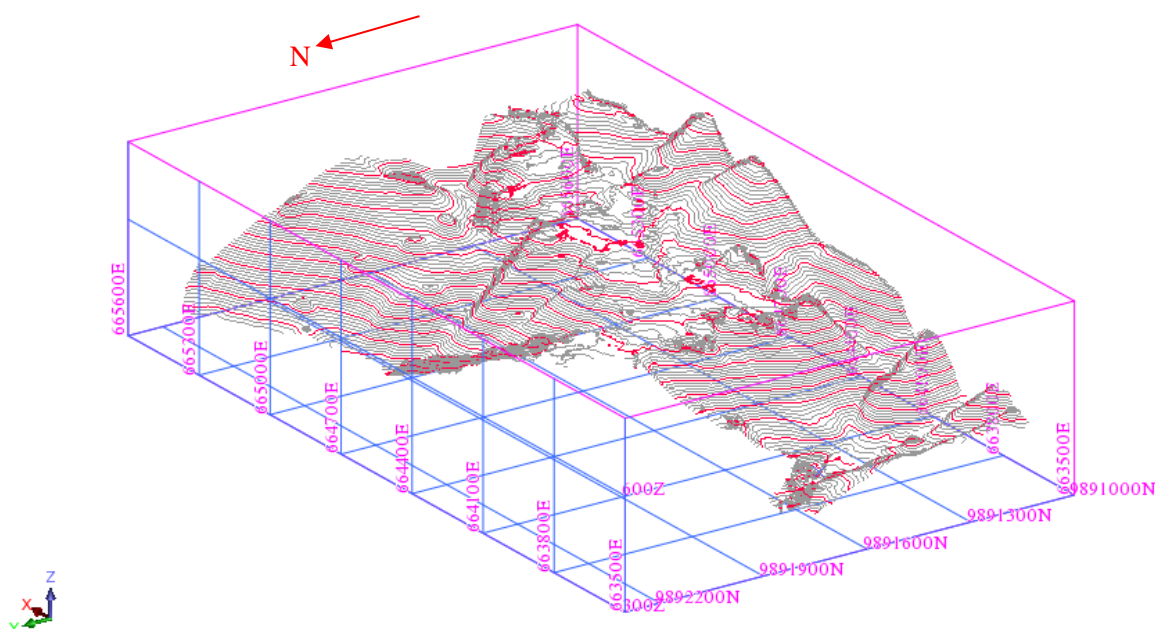
Data topografi memberikan gambaran keadaan morfologi daerah penelitian. Data topografi daerah penelitian memiliki format .dwg yang merupakan file untuk *software* AutoCAD yang berbentuk data kontur. Data tersebut kemudian di input kedalam *software* Surpac dan dirubah menjadi format .str (string) agar dapat diolah menggunakan *software* Surpac (Gambar 15).

Data topografi ini akan diolah menjadi *Digital Terrain Model* (DTM) dengan menggunakan *software* Surpac. Pembuatan

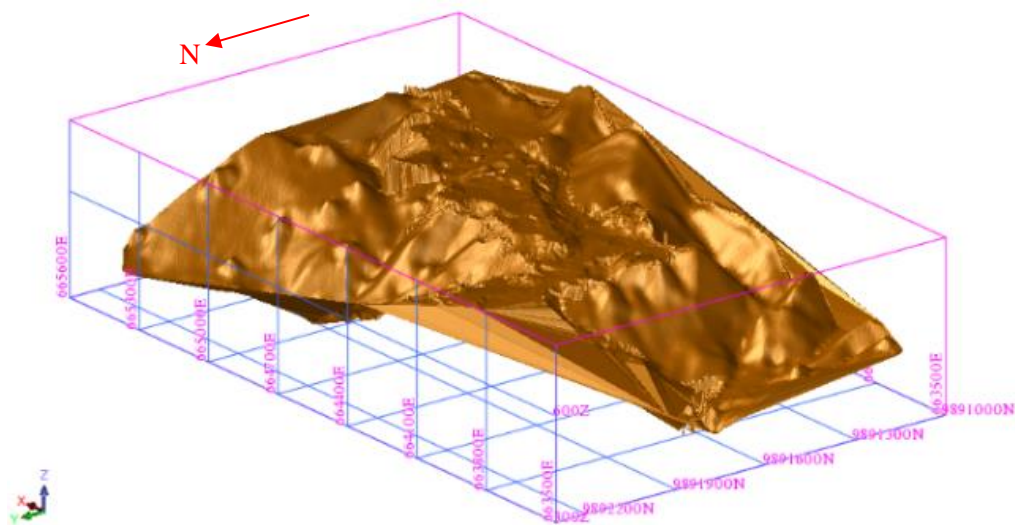
block model memerlukan DTM sebagai batas atas (*top constraint*) yang membatasi daerah penelitian, sehingga diperoleh kondisi aktual dari daerah permodelan (Gambar 16).

Tabel 3. Litologi *Borehole* KRF-6

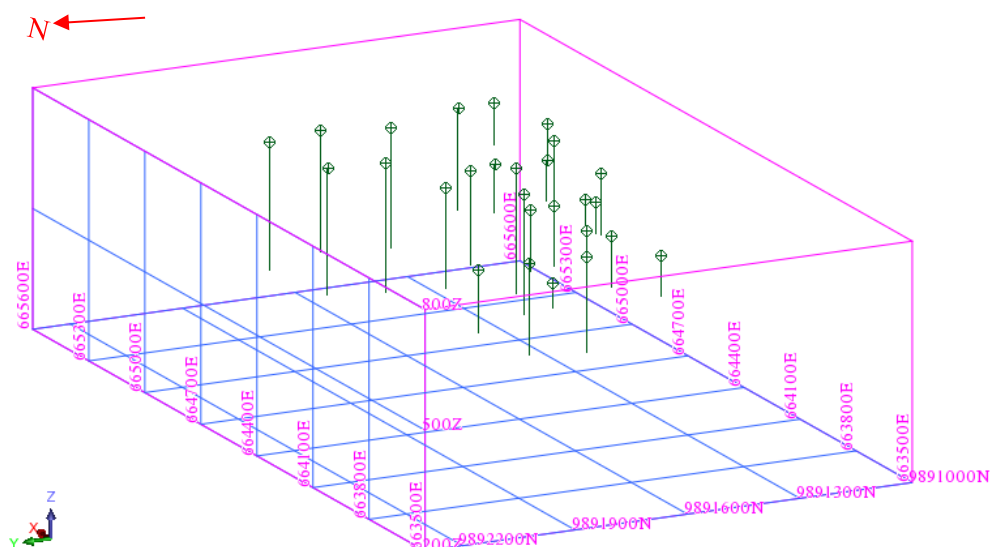
Kedalaman (m)	Litologi
0 – 3.5 m	Tuff
3.5 -3.7 m	Lapukan Tuff
3.7 – 3.8 m	Tuff
3.8 – 8 m	Lapukan Tuff
8 – 8.8 m	Granit
8.8 – 9 m	Lapukan Granit
9 – 12.1 m	Granit
21 – 23.5 m	Tuff
24 – 139.5 m	Batugamping
139.5 – 140 m	Granit
140.9 – 161 m	Batugamping
162 - 165 m	Lapukan Batugamping
165 – 176 m	Batugamping
176 – 184.6 m	Basalt
184.6 – 192.4 m	Batugamping
192.4 – 195 m	Lapukan Batugamping
195 – 196.9 m	Batugamping



Gambar 15. Topografi Lokasi Penelitian



Gambar 16. Digital Terrain Model Lokasi Penelitian



Gambar 8. Persebaran Titik Bor secara Tiga Dimensi

Geological Database

Geological Database merupakan basis data atau *database* yang menyimpan seluruh informasi dengan variabel berupa angka dan keterangan tertentu dari suatu lubang bor. Pembuatan *database* ini bertujuan untuk membuat suatu basis data yang sesuai dengan format data yang terdapat pada perangkat lunak *Surpac*. Pembuatan *Geology Database* menggunakan data *collar*, data *survey*, data litologi, dan data *assay*. Melalui *Report* akan diperoleh informasi berupa data yang dimasukkan (*inserted*) dan data yang ditolak (*rejected*). Data yang ditolak ini diolah ulang agar proses pembuatan *geological database* tidak mengalami kegagalan. Setelah pembuatan *Geology Database* selesai dilakukan,

maka dilakukan rekonstruksi lubang bor agar dapat diolah menjadi permodelan. Rekonstruksi lubang bor diawali dengan menampilkan persebaran lubang bor dengan menggunakan *software* *Surpac*. Litologi pada masing-masing kedalaman lubang bor dan jarak antar lubang bor ditunjukkan pada Gambar 17.

Block Model

Block Model merupakan permodelan suatu cadangan dalam bentuk penampang blok atau kotak yang menampilkan suatu basis data geologi dituangkan dalam model 3 dimensi atau model 2 dimensi (Ichsan dkk., 2016). *Block model* menyimpan berbagai macam informasi lubang

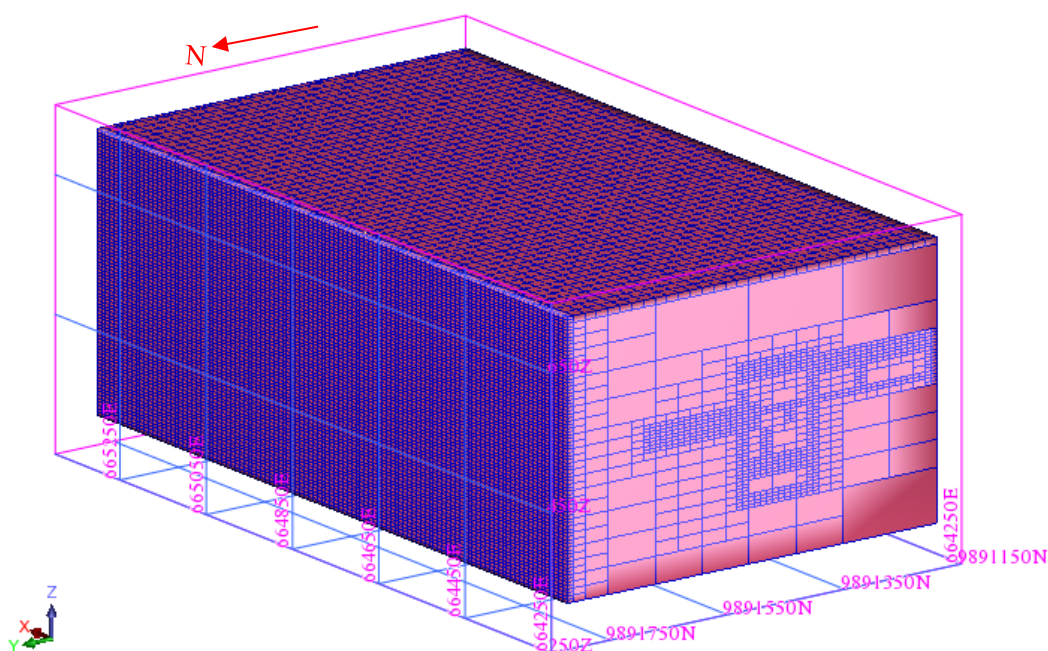
bor berdasarkan *geology database* yang telah dibuat sebelumnya. Pada bagian dalam *block model* terdapat kotak-kotak yang lebih kecil disebut dengan *subblock*. Pada *subblock* tersebut terdapat data-data seperti data *assay*, data litologi dan lain sebagainya. Dalam pembuatan *Block Model* lokasi penelitian diperlukan nilai koordinat (X, Y, Z) maksimum dan minimum. Untuk memunculkan nilai koordinat maksimum dan minimum dapat menggunakan menu *Report Layer Extend*. Pembuatan *block model* juga perlu memerhatikan dimensi atau ukuran *block* yang akan digunakan, hal ini akan berpengaruh pada bentuk geometri model yang dihasilkan (Cahyaningtyas, 2017). Berdasarkan pada desain penambangan PT Semen Padang, dimensi blok yang digunakan memiliki ukuran panjang 10 m, lebar 10 m dan tinggi 5 m (Gambar 18).

Constrain merupakan batas atas dan batas bawah daerah perhitungan batugamping. Batas atas yang digunakan adalah data topografi daerah penelitian yang telah diolah menjadi *Digital Terrain Model* (DTM) sebelumnya. Sedangkan batas bawah yang digunakan adalah batas litologi batugamping berdasarkan pada data bor. Kemudian batas bawah tersebut diubah kedalam bentuk data *string* dan kemudian diolah menjadi *Digital Terrain Model* (DTM) (gambar 19). Penambahan *constrain* pada *block model* ini bertujuan untuk memberikan batasan dalam

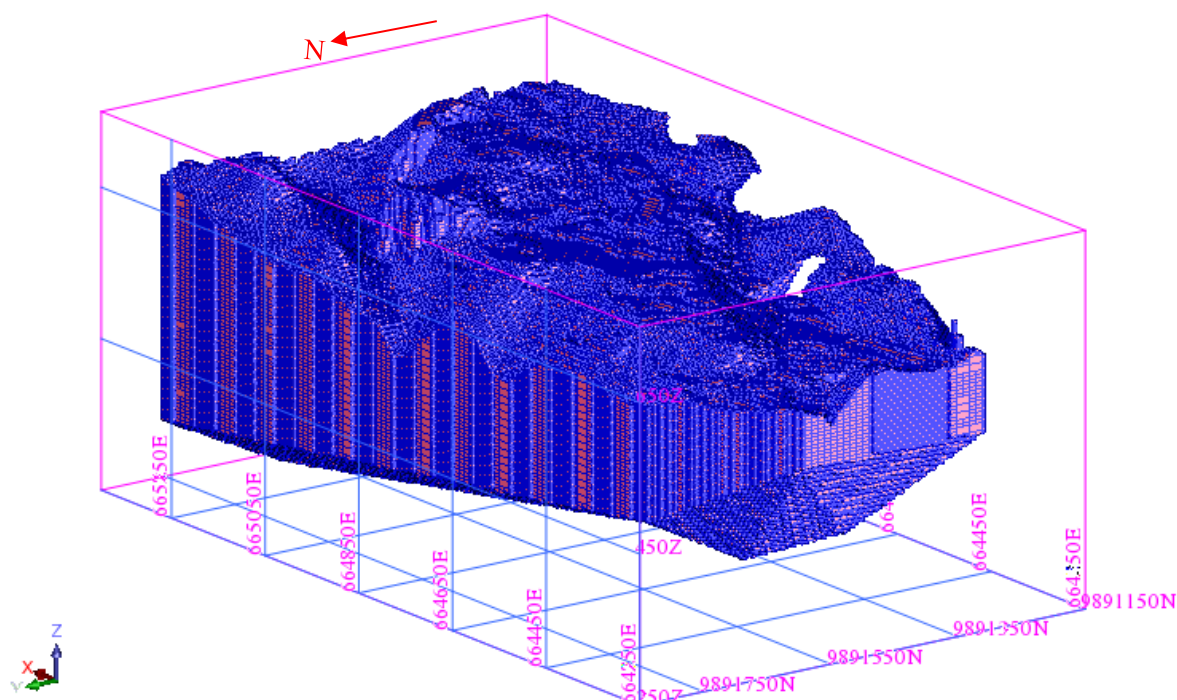
melakukan interpolasi ketika melakukan estimasi cadangan.

Perhitungan cadangan mengacu pada standar bahan baku pembuatan semen yang dikeluarkan oleh PT Semen Padang, yaitu CaO minimal 48%, SiO₂ maksimal 8%, Al₂O₃ maksimal 1.5%, dan MgO maksimal 1%. Estimasi cadangan batugamping dilakukan dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW). *Inverse Distance Weighting* (IDW) adalah salah satu metode interpolasi untuk menaksir suatu nilai pada lokasi yang tidak tersampel berdasarkan data disekitarnya (Purnomo, 2018). Interpolasi berdasarkan titik-titik terdekat yang telah memiliki nilai sebelumnya, sehingga hasil interpolasi tersebut akan memiliki nilai yang hampir serupa dengan titik-titik yang berada disekitarnya.

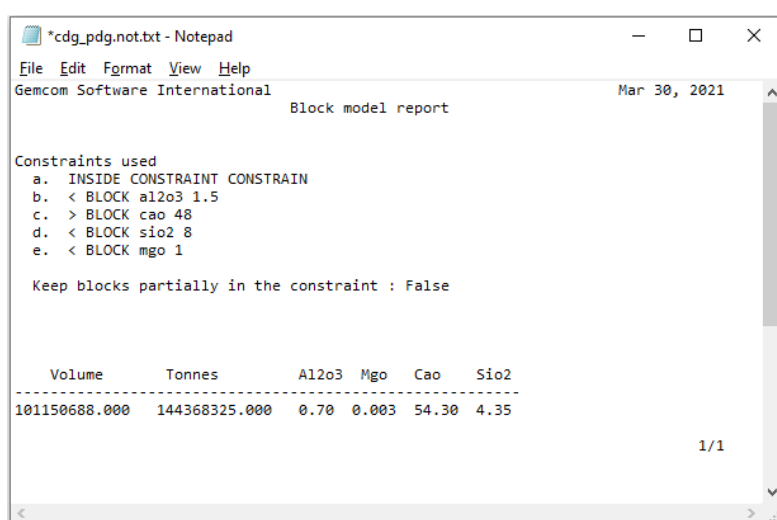
Perhitungan estimasi cadangan dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* menggunakan data masukan berupa data *composite* dengan bentuk *string* yang telah dibuat sebelumnya. Selain itu dibutuhkan juga atribut tambahan berupa data *density* dari batugamping. Hal ini bertujuan untuk mengubah nilai bcm (*bank cubic metre*) atau volume menjadi nilai tonase. Berdasarkan ketentuan dari PT Semen Padang, nilai *density* dari batugamping yang digunakan adalah 2.7 gr/cm³.



Gambar 9. Block Model Lokasi Penelitian



Gambar 19. Hasil *Constrain Block Model* Lokasi Penelitian



Gambar 20. Block Model Report

Perhitungan Estimasi Cadaangan

Hasil perhitungan cadaangan dengan menggunakan metode *Inverse Distance weighting* ditampilkan dalam bentuk *block model report* (gambar 20). Berdasarkan hasil tersebut didapatkan bahwa jumlah volume batugamping yang terdapat pada daerah penelitian adalah 101.150.688 m³, sehingga didapatkan nilai cadangannya adalah 144.368.325 ton.

Estimasi Umur Tambang

Berdasarkan pada perhitungan estimasi cadaangan didapatkan jumlah cadaangan batugamping pada

daerah penelitian adalah 144.368.325 ton. Sedangkan jumlah produksi batugamping dalam pembuatan semen berdasarkan ketetapan dari PT Semen Padang adalah 9.362.746 ton/tahun. Sehingga untuk menentukan umur tambang, dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Umur Tambang} = \frac{\text{Cadaangan (ton)}}{\text{Kapasitas Produksi (ton)}}$$

$$\text{Umur Tambang} = \frac{144,368,325}{9,362,746}$$

$$\text{Umur Tambang} = 15,4$$

$$\text{Umur Tambang} = 15 \text{ tahun } 3 \text{ bulan}$$

Berdasarkan jumlah cadangan yang didapatkan melalui hasil perhitungan dan target produksi batugamping PT Semen Padang diketahui bahwa estimasi umur tambang pada IUP 412 Bukit Tajarang adalah sekitar 15 tahun 3 bulan.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada perhitungan cadangan pada daerah penelitian dengan menggunakan *software* Surpac, didapatkan cadangan batugamping sebesar 144.368.325 ton. Berdasarkan pada target produksi PT Semen Padang yaitu 9.362.746 ton/tahun, maka diperkirakan umur tambang pada daerah penelitian adalah 15 tahun 3 bulan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada pihak PT Semen Padang yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas dalam pengambilan data guna penerbitan publikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2004. *Semen Portland*. SNI 15-2049-2004. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Cahyaningtyas, W.M., Widiarso, D.A. and Ali, R.K. 2017. *Perhitungan Cadangan Batugamping pada Quarry X, Pt. Holcim Indonesia Tbk, Nusa Kambangan, Cilacap, Jawa Tengah*. Skripsi. Universitas Diponegoro.
- Dunham, R.J. 1962. *Classification of Carbonate Rock According to Depositional Texture*. American Assosiation of Petroleum Geologist Memoir 1. Tulsa.
- Fisher, R. V. 1966. *Rocks Composed of Volcanic Fragments*. Earth Science Reviews, International Magazine of Geoscientist
- Ichsan, M., Mukiat., dan Bochori. 2016. Penerapan *Block Modelling* Dalam Perencanaan Tingkat Produksi Batubara di Pit Kuskus Departemen Hatari PT. Kaltim Prima Coal Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Pertambangan*, 1(1).
- Mulyani, E. 2011. Produksi, Konsumsi Semen dan Bahan Bakunya di Indonesia Periode 1997 – 2009 dan Prospeknya 2010 – 2015. *Jurnal Tekmira*, 7(2).
- PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. 2021. *Presentasi Kinerja Perusahaan Public Expose Live 2021 PT Semen Indonesia (Persero) Tbk*. Jakarta : PT Semen Indonesia (Persero) Tbk.

- Purnomo, H. 2018. Aplikasi Metode Interpolasi Inverse Distance Weighting Dalam Penaksiran Sumberdaya Laterit Nikel (Studi Kasus Di Blok R, Kabupaten Konawe-Sulawesi Tenggara). *Jurnal Angkasa*, 10(1).
- Reijers, T. J. A., dan Hsu, K. J., 1986. *Manual of carbonate sedimentology : Alexicographical approach*. London: Academic Press.
- Travis, R.B. 1955. *Classification of Rocks*. Colorado School of Mines.
- Tucker, M. E., 1990. *Carbonate Sedimentology*. Oxford: Blackwell.
- van Bemmelen, R. W. 1949. *The Geology of Indonesia Vol. IA : General Geology of Indonesia and Adjacent Archipelagoes*. The Hague: Government Printing Office.