

PENGUJIAN SKALA LABORATORIUM KANDUNGAN KALSIMUM OKSIDA PADA BATU GAMPING KALKARENIT DAN BATUGAMPING KRISTALIN SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN SEMEN

Ika F. Krisnasiwi

Program Studi Teknik Pertambangan FST UNDANA, Kupang

Article Received: 12 Nov 2019

Article Accepted: 05 Jan 2020

Abstrak

Potensi batugamping di Indonesia sangat besar dan hamper merata di seluruh Indonesia. Data yang pasti mengenai jumlah cadangan batugamping di Indonesia belum ada, namun secara umum jumlah batugamping Indonesia mencapai 28,678 miliar ton. Salah satu provinsi dengan cadangan batugamping terbesar merupakan Nusa Tenggara Timur. Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui kadar CaO yang terkandung pada batugamping kalkarenit dan batugamping kristalin dengan metode kalsinasi menggunakan tanur listrik kemudian dilakukan analisa menggunakan XRD. Adapun hasil pengujian sampel batugamping kalkarenit dengan menggunakan tanur listrik kadar CaO yang dihasilkan sebesar 47% sedangkan sampel batugamping kristalin kadar CaO yang dihasilkan 94%.

Kata Kunci : Batugamping, Kalsium Oksida, XRD

PENDAHULUAN

Kekayaan alam yang ada di Pulau Timor (Nusa Tenggara Timur) menyimpan banyaknya batuan alam, seperti Batugamping¹. Namun, kekayaan alam tersebut belum memberikan banyak manfaat bagi masyarakat sekitarnya, artinya kekayaan alam tersebut belum menjadi sumberdaya. Sedangkan, batugamping merupakan salah satu bahan galian yang memiliki banyak manfaat di bidang industri²⁻⁴.

Kebutuhan akan batugamping sebagai bahan baku dewasa ini semakin meningkat dan juga melihat potensi batugamping di Pulau Timor yang belum menjadi sumberdaya, maka perlu dilakukan eksplorasi potensi batugamping dan pengujian kadar Kalsium Oksida (CaO) batugamping di Pulau Timor (NTT), salah satunya batugamping kalkarenit formasi Batupuith (Tmpb)⁵. Pengujian kadar dilakukan untuk mengetahui tingkat kemurnian batugamping melalui proses kalsinasi menggunakan tanur listrik⁶. Dalam proses kalsinasi perlu diteliti pula suhu kalsinasi optimum untuk memperoleh batu kapur (CaO) dengan kemurnian yang tinggi. Tujuan dari pembuatan Kapur Tohor dari batugamping kristalin dan

batugamping kalkarenit adalah sebagai dasar untuk melihat perbedaan kandungan kadar kapur tohor dari batugamping yang ada di Nusa Tenggara Timur khususnya Pulau Timor⁷⁻¹¹.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Senyawa pada Batugamping Kalkarenit dan Batugamping Kristalin

Penelitian ini, sampel batugamping dihaluskan hingga berukuran 200 *mesh*. Hal ini bertujuan untuk menyeragamkan ukuran butir sehingga mudah untuk analisa menggunakan XRD. Berikut merupakan hasil analisa XRD pada Batugamping Kalkarenit dan Batugamping Kristalin

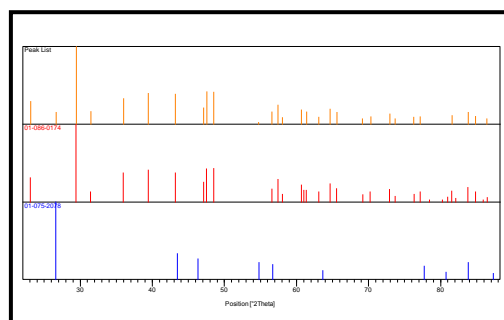
Tabel 1 Hasil Analisa XRD pada Batugamping Kalkarenit dan Batugamping Kristalin

Jenis Senyawa	Batugamping Kalkarenit	Batugamping Kristalin
CaCO ₃	97%	100%
C	3%	

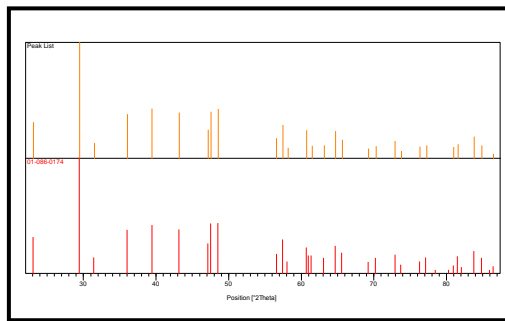
Sumber : Hasil Penelitian, 2019

Berdasarkan hasil analisa XRD pada Tabel 1, menunjukkan bahwa sampel batugamping kalkarenit mengandung *Calcite* (CaCO₃) dengan kadar 97% dan *Graphite* (C) dengan kadar 3%, sehingga diketahui bahwa sampel yang diambil merupakan sampel batugamping berkalsium tinggi, karena kadar pengotor atau mineral lain dibawah 5% dan tidak mengandung unsur magnesium (Mg), lempung, pasir bahkan jenis mineral lainnya.

Sedangkan pada sampel Batugamping Kristalin hanya mengandung senyawa CaCO₃ dengan kadar 100%, sehingga dapat dipastikan bahwa sampel tersebut merupakan sampel batugamping murni karena tidak mengandung unsur-unsur lain seperti magnesium (Mg), lempung, pasir bahkan jenis mineral lainnya.



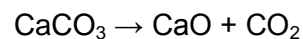
Gambar 1 Hasil analisa XRD sampel Batugamping Kalkarenit



Gambar 2 Hasil XRD sampel Batugamping Kristalin

Hasil pengujian XRD setelah Kalsinasi

Sampel Batugamping Kalkarenit dan Batugamping Kristalin yang telah dihancurkan menjadi ukuran 200 mesh dengan berat 25 gram selanjutnya dilakukan proses kalsinasi menggunakan Tanur Listrik masing - masing selama 8 jam dengan suhu 900⁰. Pada proses kalsinasi reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Kemudian dilakukan pengujian XRD untuk menganalisa persentase kandungan senyawa yang terkandung dalam kedua sampel tersebut. Berikut ini adalah perbandingan massa sampel sebelum dan sesudah kalsinasi menggunakan tanur listrik.

Tabel 2 Perbandingan Massa Sampel Sebelum dan Sesudah Dikalsinasi

Sampel	Suhu (°C)	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Penyusutan (gram)	Persentase Penyusutan (%)
Batugamping Kalkarenit	900	25	16,35	8,65	34,6
Batugamping Kristalin	900	25	18,20	10,60	42,4

Sumber: Hasil Penelitian, 2019

Berdasarkan tabel diatas, massa sampel mengalami penyusutan karena selama proses kalsinasi atau penguraian senyawa terjadi penguapan air dari sampel batugamping kalkarenit dan batugamping kristalin. Adanya perbedaan penyusutan karena dipengaruhi oleh perbedaan kandungan air pada setiap sampel. Semakin tinggi suhu maka semakin besar panas yang dipasok sehingga tingkat penyusutan pada sampel akan semakin besar pula.

Hasil Analisa XRD setelah Kalsinasi Menggunakan Tanur Listrik

Sampel batugamping Kalkarenit dan batugamping Kristalin yang sudah dipreparasi selanjutnya dikalsinasi menggunakan Tanur Listrik dan kemudian dilakukan pengujian XRD dengan hasil dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Analisa XRD pada Batugamping Kalkarenit dan Batugamping Kristalin

Sampel	Jenis Senyawa		
	CaO	Ca(OH) ₂	Ca ₂ (SiO ₄)
Batugamping Kalkarenit	47%	12%	41%
Batugamping Kristalin	94%	6%	

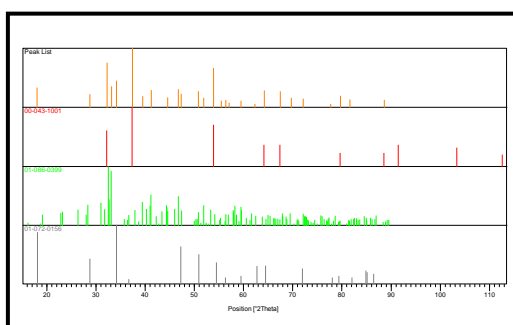
Sumber : Hasil Penelitian, 2019

Dari data hasil pengujian XRD pada tabel diatas untuk sampel batugamping kalkarenit yang telah dikalsinasi selama 8 jam dengan suhu 900°C menghasilkan senyawa CaO dengan kadar 47%, senyawa Ca(OH)₂ dengan kadar 12% dan senyawa Ca₂ (SiO₄) dengan kadar 41%.

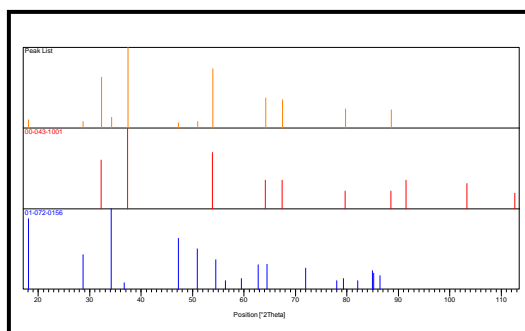
Pada kalsinasi dengan suhu 900⁰ C terjadi keseimbangan antara suhu dan waktu kalsinasi sehingga kadar CaO yang dihasilkan lebih besar dibandingkan dengan senyawa Ca(OH)₂ dan Ca₂ (SiO₄).

Hal ini dikarenakan pada suhu 900°C energi panas yang dihasilkan cukup untuk menguraikan sampel dengan waktu kalsinasi selama 8 jam. Sehingga menghasilkan senyawa CaO dengan kadar tinggi dibandingkan dengan senyawa lain yang terbentuk.

Sedangkan untuk sampel batugamping kristalin yang sudah dikalsinasi dengan waktu dan suhu yang sama menghasilkan senyawa CaO dengan kadar 94% dan senyawa Ca(OH)₂ dengan kadar 6%. Hasil ini menunjukkan bahwa senyawa CaCO₃ terurai sempurna menjadi CaO.



Gambar 3 Hasil XRD sampel Batugamping Kalkarenit setelah Dikalsinasi



Gambar 4 Hasil XRD sampel Batugamping Kristalin setelah Dikalsinasi

Kesimpulan

Kandungan senyawa awal pada sampel Batugamping Kalkarenit adalah senyawa CaCO_3 dengan kadar 97% dan C sebesar 3% berdasarkan pengujian XRD. Sedangkan kandungan senyawa awal pada sampel Batugamping Kristalin adalah senyawa CaCO_3 dengan kadar 100%. Sampel batugamping kalkarenit yang telah dikalsinasi terurai menjadi senyawa CaO dengan kadar 47%, senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dengan kadar 12% dan $\text{Ca}_2(\text{SiO}_4)$ sebesar 41%. Sedangkan batugamping kristalin terurai menjadi senyawa CaO sebesar 94% dan senyawa $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebesar 6%.

Daftar Pustaka

1. Munasir, Dkk. 2012. Uji XRD Dan XRF Pada Bahan Mineral (Batuan Dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO_3 Dan SiO_2). Vol 2. Hal. 23
2. Noviyanti, dkk. 2015. Karakterisasi Kalsium Karbonat (CaCO_3) Dari Batu Kapur Kelurahan Tellu Limpoe Kecamatan Suppa. FMIPA Universitas Negeri Makassar: Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika. Jilid 11, Nomor 2, hal. 169 – 172.
3. Oktamulyani, Sri, Dkk. 2015. Identifikasi Mineral Pada Batuan Granit Di Geopark Merangin Provinsi Jambi Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) Dan Scanning Electron Microscopy. Vol 1. Hal. 13.
4. Pustaka Digital. <http://catatan-dealisanb.blogspot.co.id/2011/11/pengolahan-batu-gamping.html>. Diakses pada tanggal 27 Mei 2018. (Online)
5. Pustaka Digital. <http://kumpul-bacaan.blogspot.com/2015/11/proses-pengolahan-batu.html>. Diakses pada tanggal 4 Juni 2018 pukul 01.09 WITA. (Online)
6. Pustaka Digital. <http://www.geologinesia.com/2016/12/mengenal-batu-gamping-atau-limestone.html>. Diakses pada tanggal 27 Mei 2018. (Online)
7. Pustaka Digital. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/15400/Industri-Baja-Bangkit-Tahun-ini>. Diakses pada tanggal 28 Mei 2018. (Online)
8. Rahman, A. Noor., 2008. Penelitian Mikro Dan Rekayasa Batugamping Kalkarenit Di Desa Pollo Dan Desa Batnun, Kecamatan Amanuban Selatan, Kabupaten Timor Tengah Selatan, Propinsi Nusa Tenggara Timur. Vol 1. Hal. 161

9. Rosidi, H.M.D., Suwitdirdjo, K., dan Tjokosapoetra, S., 1996, Peta Geologi Lembar Kupang-Atambua, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.
10. Suhardin, Akbar, Dkk. 2018. Penentuan Komposisi Serta Suhu Kalsinasi Optimum CaO Dari Batu Kapur Kecamatan Banawa. Vol 7. Hal. 31
11. Sukandarrumidi, 2009. Bahan Galian Industri. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Bahan

Batugamping (*limestone*)

Batugamping atau batu kapur merupakan salah satu bahan galian industri yang tergolong dalam kelompok batuan sedimen. Bahan galian ini memiliki banyak sekali manfaat di bidang industri, seperti bahan bangunan, penetral keasaman tanah, kapur tohor dan kapur padam, bahan penstabilan jalan raya, bahan baku pembuatan semen portland, tambahan dalam proses peleburan dan pemurnian baja, bahan pupuk dan insektisida dalam pertanian.

Batu gamping dapat terjadi dengan beberapa cara, yaitu secara organik, mekanik, atau kimia. Di alam, sebagian besar batugamping terjadi secara organik dan umumnya mempunyai nilai ekonomis. Jenis ini berasal dari pengendapan rumah kerang dan siput, foraminifera (ganggang), atau kerangka binatang koral/kerang.

Batugamping dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu batugamping non-klastik dan batugamping klastik. Batugamping non-klastik merupakan jenis batugamping yang sering disebut sebagai batugamping Koral karena penyusun utamanya adalah Koral yang merupakan anggota dari binatang laut, yaitu Coelenterata, Moluska dan Protozoa, Foraminifera dan sebagainya. Batugamping ini merupakan pertumbuhan atau perkembangan koloni Koral, oleh sebab itu dilapangan tidak menunjukkan perlapisan yang baik dan belum banyak mengalami pengotoran mineral lain.

Sedangkan batugamping klastik, merupakan hasil rombakan jenis batugamping non-klastik melalui proses erosi oleh air, transportasi, sortasi, sedimentasi. Oleh karenanya selama proses tersebut terikut jenis mineral lain yang merupakan pengotor dan memberi warna pada batugamping yang bersangkutan. Akibat adanya proses sortasi maka secara alamiah akan terbentuk pengelompokan ukuran butir. Dikenal jenis kalsirudit apabila batugamping tersebut fragmental, kalkarenit apabila batugamping tersebut berukuran pasir, dan kalsilitit apabila batugamping tersebut berukuran lempung. Tingkat pengotoran atau kontaminasi oleh mineral asing berkaitan erat dengan ukuran butirnya. Pada umumnya jenis batugamping ini

dilapangan menunjukkan berlapis. Adanya perlapisan dan struktur sedimen yang lain serta adanya kontaminasi mineral tertentu yang akan memberi warna dalam beberapa hal memberikan nilai tambah setelah batugamping tersebut terkena sentuhan teknologi.

Pada umumnya deposit batugamping ditemukan dalam bentuk bukit. Oleh sebab itu teknik penambangan dilakukan dengan tambang terbuka dalam bentuk kuari tipe sisi bukit (*side hill type*). Untuk penambangan skala besar pembongkaran dibantu dengan sistem peledakan beruntun dibantu peralatan berat antara lain *excavator* dan *ripper* (penggaru), sedang untuk penambangan skala kecil dilakukan dengan alat sederhana dilakukan dengan alat sederhana antara lain cangkul, ganco dan sekop. Apabila batugampinya tidak keras, pemberaian dibantu dengan membuat sederetan “lubang” tembak yang diisi dengan lempung. Sesudah lempung diisikan pada masing-masing lubang lalu dituangkan padanya air.

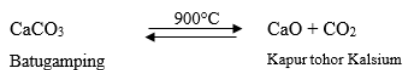
Akibatnya lempung mengembang yang akhirnya dengan bantuan linggis batugamping mudah dibongkar.

Kapur Tohor

Kapur tohor (*quick lime*) dihasilkan dari batugamping yang dikalsinasikan, yaitu dipanaskan dalam dapur pada suhu 600°C - 900°C. Kapur tohor ini apabila disiram dengan air secukupnya akan menghasilkan kapur padam (*hydrated/slaked quicklime*) dengan mengeluarkan panas. Pengkalsinasian batugamping/dolomit tersebut umumnya dilakukan dalam dapur tegak untuk produksi kecil-kecilan dan dalam dapur putar (*kiln*) untuk produksi besar-besaran.

Sesuai dengan bahan bakunya maka kapur yang dihasilkan adalah:

Batugamping:



Reaksi bolak balik ini terjadi pada tekanan 1 atm. Apabila tekanan lebih besar dari 1 atm maka gas CO₂ yang terbentuk akan bereaksi dengan CaO dan membentuk kembali CaCO₃ (*hard burned/over burned*). Untuk menghindari hal ini, suhu harus dinaikkan hingga 1000°C - 1200°C dan kapur tohor yang berbentuk harus segera didinginkan.

Kalsinasi

Kata kalsinasi berasal dari bahasa Latin, yaitu “*calcinare*” yang artinya membakar kapur. Proses Kalsinasi yang paling umum adalah diaplikasikan untuk dekomposisi kalsium karbonat (batu kapur, CaCO_3) menjadi kalsium oksida (kapur bakar, CaO) dan gas karbon dioksida atau CO_2 . Produk dari kalsinasi biasanya disebut sebagai “kalsin,” yaitu mineral yang telah mengalami proses pemanasan.

Proses Kalsinasi dilakukan dalam sebuah tungku atau reaktor yang disebut dengan *kiln* atau *calciners* dengan beragam desain, seperti tungku poros, *rotary kiln*, tungku perapian ganda, dan reaktor *fluidized bed*.

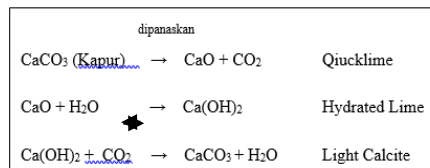
Pembakaran batu gamping pada suhu sekitar 900°C akan diperoleh CaO melalui reaksi $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$. Pada reaksi ini terjadi penyerapan panas karena untuk mengurai 1 gram molekul CaCO_3 (100 gram) perlu panas 42,5 kkal.

Selama proses kalsinasi, Batugamping (CaCO_3) akan terurai menjadi kapur bakar dengan rumus kimia CaO (kalsium oksida) dan gas karbon dioksida (CO_2) sesuai dengan reaksi berikut:

9
2

CCa
CO₃
Bat

Ca
O



Proses kalsinasi meliputi pelepasan air, karbon dioksida atau gas-gas lain yang terikat secara kimiawi. Proses Kalsinasi lebih endotermik daripada proses *drying*. Sehingga panas harus dipasok dari sumber dengan temperatur relatif tinggi.

Formasi Batuputih (Tmpb)

Di daerah Terban Tengah bagian bawahnya terdiri dari kalsilitit, tufa, sedikit napal dan batugamping arenit sedangkan di bagian atasnya terdiri dari napal, kalkarenit, batupasir, batupasir napalan, napal lanauan dan sedikit konglomerat. Kalsilitit berwarna putih, pejal, banyak mengandung foraminifera dan kadang-kadang juga pecahan cangkang lamelibranchia. Tufanya adalah tufa gelas yang ketebalannya mencapai 12 m, setempat menunjukkan perlapisan bertahap dan konvolut. Kalkarenit berbutir kasar, berwarna kelabu dan menunjukkan struktur-struktur bioturbasi (*bioturbation*), saling siur serta nendatan. Batupasir berbutir kasar dan berwarna kelabu. Konglomerat mengandung pelet-pelet lempung (*clay pellets*).

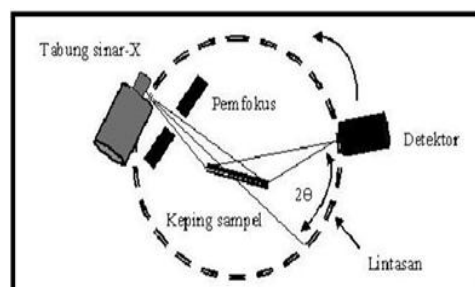
Di daerah Terban Tengah setempat-setempat ditemukan hubungan (kontak) yang tidak selaras antara bagian atas formasi ini dengan Formasi Noele yang menutupinya. Di daerah Kolbano batuanya terdiri dari kalsilitit, kalsilitit

lempungan, kalsilutit glaukonitan, kalkarenit dan batugamping rijangan yang kesemuanya berselang-seling dengan lapisan napal dan serpih. Kalsilutit berwarna putih kadang-kadang agak kuning dan pejal. Kalkarenit menunjukkan perlapisan bertahap dan perlapisan silang siur. Serpih umumnya berwarna kuning kecoklatan. Batugamping rijangan umumnya berwarna kuning muda. Di lokasi tipenya formasi ini mencapai ketebalan sekitar 448 m (Kenyon, 1974) sedangkan di daerah Kolbano singkapan setebal lebih kurang 1100 m bisa diamati di sungai Sinual.

X-Ray Diffraction (XRD)

X-Ray Diffraction (XRD) digunakan untuk analisis komposisi senyawa pada material dan juga karakterisasi kristal. Prinsip dasar XRD adalah mendifraksi cahaya yang melalui celah kristal. Ketika berkas sinar-X berinteraksi dengan suatu material, maka sebagian berkas akan diabsorpsi, ditransmisikan, dan sebagian lagi dihamburkan terdifraksi.

Hamburan terdifraksi inilah yang dideteksi oleh XRD. Berkas sinar X yang dihamburkan tersebut ada yang saling menghilangkan karena fasanya berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena fasanya sama. Berkas sinar X yang saling menguatkan itulah yang disebut sebagai berkas difraksi. Ilustrasi difraksi sinar-X dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 4. Ilustrasi Difraksi Sinar X

Ilustrasi diatas menunjukkan cara difraksi sinar-X secara sederhana dimana tabung sinar-X akan mengeluarkan sinar-X yang difokuskan sehingga mengenai sampel oleh pemfokus, detektor akan bergerak sepanjang lintasannya, untuk merekam pola difraksi sinar-X.

Informasi yang dapat diperoleh dari data difraksi sinar-X ini yaitu: (1) Posisi puncak difraksi memberikan gambaran tentang parameter kisi, jarak antar bidang dan struktur kristal; (2) intensitas relatif puncak difraksi memberikan gambaran tentang posisi atom dalam sel satuan; (3) bentuk puncak difraksi memberikan

gambaran tentang ukuran kristalit dan ketidaksempurnaan kisi; (4) serta presentase kadar senyawa dalam sampel yang diteliti.

Cara kerja XRD adalah sebagai berikut:

1. Sampel padat diletakkan pada suatu preparat kaca.
2. Sumber sinar bergerak mengelilingi sampel sambil menyinari sampel.
3. Detector menangkap pantulan sinar dari sampel.
4. Alat perekam akan merekam intensitas pantulan sinar untuk tiap sudut tertentu.
5. Hasil analisis dalam bentuk grafis sudut penyinaran dan intensitas pantulan.

METODE

A. Studi Literatur

Merupakan tahap awal pengumpulan informasi dan studi pustaka. Studi pustaka adalah kegiatan penulis untuk mempelajari data sekunder (peta geologi dan peta administrasi) untuk mengetahui secara pasti lokasi pengambilan sampel penelitian, lalu mengkaji lebih lanjut informasi (buku referensi, artikel, jurnal, dan data dari internet) terkait geologi daerah pengambilan sampel.

B. Kegiatan Lapangan

Tahap kegiatan lapangan merupakan tahap untuk menentukan lokasi penelitian, cara pengambilan sampel, preparasi sampel, serta penentuan lintasan pengamatan.

1. Penentuan Lokasi

Lokasi pengambilan sampel batuan ditentukan berdasarkan ketersingkapannya batugamping kalkarenit formasi batuputih (Tmpb) pada Peta Geologi Timor Lembar Kupang-Atambua (Rosidi, H.M.D., 1986). Penelitian Tugas Akhir ini dilakukan dengan pengambilan sampel batugamping di Desa Tupan Kabupaten Timor Tengah Selatan. Sampel yang diambil diidentifikasi sebagai Batugamping Formasi Batuputih (Tmpb) dengan kondisi berupa warna, tekstur, sifat kimiawi, penyebaran dan mineral lain yang berada disekitarnya.

2. Pengambilan Sampel Batuan

Sampel batuan untuk penelitian ini diambil dengan metode *chip sampling* menggunakan palu geologi, yaitu dilakukan dengan mengeruk pada bagian permukaannya sehingga pemeliharaan batuan dapat terealisasi. Kemudian,

memplot lokasi pengambilan sampel pada peta lintasan berdasarkan data koordinat kontrol pada Global Position System (GPS).

3. Pengangkutan Sampel Batuan

Sampel batuan yang telah dikemas dalam plastik sampel, lalu diangkut menggunakan kendaraan roda dua menuju lokasi preparasi untuk proses selanjutnya.

C. Analisis Laboratorium

Tahap analisis laboratorium merupakan tahap untuk proses kalsinasi dan penentuan suhu kalsinasi optimum kalsium oksida (CaO) dari sampel Batugamping Kalkarenit menggunakan tanur listrik di Laboratorium Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana Kupang. Sedangkan pengujian sampel Batugamping Kalkarenit untuk menganalisis kadar senyawa awal sebelum dimurnikan dan kadar Kalsium Oksida (CaO) setelah dimurnikan menggunakan pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD) dilakukan di Laboratorium Sentral Mineral dan Material Maju Universitas Negeri Malang.

D. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mendapatkan presentase kadar senyawa sampel sebelum kalsinasi, presentase kadar kalsium oksida pada sampel setelah dikalsinasi dengan variasi suhu, grafik hasil kalsinasi sampel serta suhu optimum kalsinasi batugamping kalkarenit formasi batuputih (Tmpb) Desa Tupan.