

**ANALISIS KUALITAS BATUGAMPING SEBAGAI BAHAN
BAKU SEMEN DENGAN MENGGUNAKAN METODE
GEOKIMIA *X-RAY DIFFRACTION (XRD)* DAN *X-RAY
FLUORESCENCE (XRF)* PADA KAWASAN INDARUNG,
KOTA PADANG, PROVINSI SUMATRA BARAT**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk meraih Gelar
Sarjana Pada Progam Studi Teknik Geologi Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau



Oleh :

YOS ADMOJO

143610612

**PROGRAM STUDI TEKNIK GEOLOGI
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS BATUGAMPING SEBAGAI BAHAN BAKU SEMEN
DENGAN MENGGUNAKAN METODE GEOKIMIA X-RAY DIFFRACTION (XRD)
DAN X-RAY FLUORESCENCE (XRF) PADA KAWASAN INDARUNG, KOTA
PADANG, PROVINSI SUMATRA BARAT

Disusun oleh :

Nama : YOS ADMOJO

NPM : 143610612

Telah Diuji Didepan Penguji Pada Tanggal
15 Januari 2020 Dan Dinyatakan
Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima

Diperiksa dan Disetujui Oleh :

Pembimbing I

Husnul Kausarian, Ph.D
NIDN : 1014028602

Pembimbing II

Adi Suryadi B.Sc (Hons), M.Sc
NIDN : 1023099301

Disahkan oleh :

Pekanbaru, 19 April 2020

Ka. Prodi Teknik Geologi

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Muslim, M.T
NIP : 1016047901

Dewandra Bagus Eka Putra, M.Sc
NIDN : 1021128902

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik (Strata Satu), baik di Universitas Islam Riau maupun diperguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Penggunaan “*Software*” komputer bukan menjadi tanggung jawab Universitas Islam Riau.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 18 Januari 2020
Yang



NPM : 143610612

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Islam Riau, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yos Admojo
NPM : 143610612
Program Studi : Teknik Geologi
Fakultas : Fakultas Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) kepada Universitas Islam Riau demi kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“ANALISIS KUALITAS BATUGAMPING SEBAGAI BAHAN BAKU SEMEN DENGAN MENGGUNAKAN METODE METODE GEOKIMIA X-RAY DIFFRACTION (XRD) DAN X-RAY FLUORESCENCE (XRF) PADA KAWASAN INDARUNG, KOTA PADANG, PROVINSI SUMATRA BARAT”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak tersebut maka Universitas Islam Riau berhak menyimpan, mengalih mediakan/format, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat dan mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Pekanbaru, 18 Januari 2020
Yang



NPM : 143610612

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul (Analisis Kualitas Batugamping Sebagai Bahan Baku Semen dengan menggunakan Metode Geokimia *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *X-Ray Fluorescence* (XRF) pada Kawasan Indarung, Kota Padang, Provinsi Sumatra Barat) dengan tidak ada suatu halangan yang berarti.

Tak luput juga, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Hidayah-Nya.'
2. Orang tua beserta keluarga yang selalu memberikan dorongan serta doa.
3. Bapak Husnul Kausarian, Ph.D dan Bapak Adi Suryadi B.Sc(Hons), M.Sc. Selaku pembimbing.
4. Bapak Dewandra Bagus Eka Putra B.Sc(Hons), M.Sc. Selaku Ka. Prodi Teknik Geologi Universitas Islam Riau.
5. Sahabat terbaik Bimo Trinugroho S.Ds, Putri Iffani S.E, Dina Mariani S.Pd, dan Amelia Mustika Erman S.T.
6. Teman-teman dan senior seperjuangan yang telah membantu penyusunan laporan ini.

Laporan ini disusun berdasarkan pada beberapa referensi yang sudah ada dan digunakan sebagai awal untuk memulai pelaksanaan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari sempurna oleh karena itu, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran untuk perbaikan maupun penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Pekanbaru, 03 Januari 2020

Yos Admojo

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

PENELITIAN

Dengan ini saya menyatakan :

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapat gelar akademik (Strata Satu), baik di Universitas Islam Riau maupun diperguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Penggunaan “*Software*” komputer bukan menjadi tanggung jawab Universitas Islam Riau.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan tidak kebenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 3 Januari 2020
Yang Bersangkutan Pernyataan,

NIKI ANJELI
NPM : 143610763

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI TUGAS AKHIR
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Islam Riau, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Niki Anjeli
NPM : 143610763
Program Studi : Teknik Geologi
Fakultas : Fakultas Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-Exclusive Royalty free Right*) kepada Universitas Islam Riau demi kepentingan pengembangan ilmu pengetahuan atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“KARAKTERISTIK SEDIMEN PADA ENDAPAN BANJIR SUNGAI MEANDER BERDASARKAN ANALISIS X-RAY DIFFRACTION (XRD) DAN GRANULOMETRI”

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak tersebut maka Universitas Islam Riau berhak menyimpan, mengalih mediakan/format, mengelola dalam bentuk pangkalan data, merawat dan mempublikasikan karya ilmiah saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Pekanbaru, 3 Januari 2020

Yang Bersangkutan Pernyataan,

NIKI ANJELI

NPM : 143610763

SARI

Lokasi penelitian berada di bukit karang putih Indarung Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatra Barat. Secara astronomi berada pada koordinat $100^{\circ}27'51''$ BT sampai $100^{\circ}28'42''$ BT dan $-0^{\circ}57'24''$ LS sampai $-0^{\circ}58'16''$ LS. Bentuk asal lahan dari satuan geomorfologi daerah penelitian adalah bentuk lahan asal karst, yaitu bentuk asal lahan *Karst Denudational Hills and Mountains* (lahan perbukitan dan lereng karst denudasional). Pada daerah penelitian terdapat beberapa satuan batuan berupa satuan batugamping *Mudstone* dan satuan batugamping *Kristalin*. Analisis yang dilakukan untuk menilai kualitas batugamping sebagai bahan baku semen yaitu *XRD (X-Ray Diffraction)* dan *XRF (X-Ray Fluoresence)*. Pada uji *XRD (X-Ray Diffraction)* di dapat nilai rata – rata CaCO_3 yaitu 80,5% yang berarti telah memenuhi standar kualitas bahan baku semen yang baik. Sedangkan pada uji *XRF (X-Ray Fluoresence)* pada batugamping *Mudstone* di dapat nilai rata – rata CaO 84%, SiO_2 6.25%, Al_2O_3 1.75%, Fe_2O_3 1.25%, MgO 1%, H_2O 5.75% yang berarti telah memenuhi standar kualitas bahan baku semen yang baik. Dan pada batugamping *kristalin* di dapat nilai rata – rata CaO 69%, SiO_2 18.66%, Al_2O_3 3 %, Fe_2O_3 2%, MgO 1%, H_2O 6% yang berarti telah memenuhi standar kualitas bahan baku semen yang baik.

Kata kunci: Batugamping, Geokimia, *XRD (X-Ray Diffraction)*, *XRF (X-Ray Fluoresence)*, Kualitas, Semen.

ABSTRACT

The research area is located in Bukit Karang Putih hills of Indarung, Lubuk Kilangan District, Padang City, West Sumatra Province. Based on Astronomy is in the coordinates $100^{\circ}27'51''$ BT - $100^{\circ}28'42''$ BT and $-0^{\circ}57'24''$ LS - $-0^{\circ}58'16''$ LS. The geomorphological unit are karst denudational hills and mountains (hilly land and denudational karst slopes). In the study area there are several rock units in the form of Mudstone limestone units and Kristalin limestone units. The analysis was conducted to assess the quality of limestone as a material for cement, there are XRD (X-Ray Diffraction) and XRF (X-Ray Fluorescence). In XRD (X-Ray Diffraction) test the average value of CaCO_3 is 80.5% which means that it has met the quality standards of good cement raw materials. While the XRF (X-Ray Fluorescence) test on mudstone limestone obtained an average value of 84% CaO, SiO_2 6.25%, Al_2O_3 1.75%, Fe_2O_3 1.25%, MgO 1% and H_2O 5.75% which means that it meets the quality standards of raw materials good cement. And the crystalline limestone obtained an average value of 69% CaO, 18.66% SiO_2 , 3% Al_2O_3 , 2% Fe_2O_3 , 2%, MgO 1% and H_2O 6% which means that it has met the quality standards of good cement raw materials.

Keywords: Limestone, Geochemistry, XRD (X-Ray Diffraction), XRF (X-Ray Fluorescence), Quality, Cement.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN

SARI

ABSTRACT

KATA PENGANTAR..... i

DAFTAR ISI..... ii

DAFTAR GAMBAR..... v

DAFTAR TABEL..... vi

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Maksud dan Tujuan..... 2

1.4 Batasan Masalah..... 2

1.5 Manfaat Penelitian 3

1.6 Lokasi Penelitian..... 3

1.7 Waktu Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 6

2.1 Geologi Regional 6

2.2 Fisiografi Daerah Penelitian..... 8

2.3 Stratigrafi Regional 9

2.4 Batugamping 11

2.5 Klasifikasi Batugamping..... 12

2.6 Kualitas Batugamping Sebagai Bahan Baku Semen..... 13

2.7 Jenis – jenis Semen 14

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Objek Penelitian.....	18
3.2 Alat-alat yang Digunakan	18
3.3 Tahap Penelitian.....	22
3.4 Analisis Data	24
3.4.1 Analisis Geologi.....	24
3.4.1.1 Geomorfologi	24
3.4.1.2 Stratigrafi.....	28
3.4.2 Analisis Geokimia.....	29
3.4.2.1 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	29
3.4.2.2 <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	33
3.5 Bagan Alir Penelitian	35
 BAB IV HASIL PENELITIAN.....	 37
4.1 Geologi Daerah Penelitian	37
4.1.1 Geomorfologi	37
4.1.2 Jenis Litologi.....	38
4.1.2.1 Batugamping <i>Mudstone</i>	39
4.1.2.2 Batugamping <i>Kristalin</i>	40
4.1.3 Kesebandingan Regional.....	42
4.2 Hasil Analisis	42
4.2.1 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	43
4.2.1.1 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> Batugamping <i>Mudstone</i>	43
4.2.1.2 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> Batugamping <i>Kristalin</i>	44
4.2.2 <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	46
4.2.2.1 <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i> Batugamping <i>Mudstone</i>	46
4.2.2.2 <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i> Batugamping <i>Kristalin</i>	47
4.3 Hubungan Jenis Batugamping Dengan Kualitas Bahan Baku	
Semen.....	48

4.3.1 Berdasarkan Analisis <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	48
4.3.1.1 Kualitas Batugamping <i>Mudstone</i>	48
4.3.1.2 Kualitas Batugamping <i>Kristalin</i>	48
4.3.2 Berdasarkan Analisis <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	49
4.3.2.1 Kualitas Batugamping <i>Biosparit</i>	49
4.3.2.2 Kualitas Batugamping <i>Kristalin</i>	49
4.4 Hubungan Geomorfologi dan Geologi Daerah Penelitian Dengan Kualitas Bahan Baku Semen.....	50
BAB V KESIMPULAN.....	52
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Administrasi Daerah Penelitian	4
Gambar 2.1 Peta Geologi Lembar Padang (Kastowo dkk, 1973)	7
Gambar 2.2 Peta Geologi Bukit Karang Putih	8
Gambar 2.3 Klasifikasi Batuan Karbonat Menurut Dunham (1962).....	12
Gambar 2.4 Bahan Baku Dari Tambang (Modifikasi Duda 1976).....	15
Gambar 3.1 Proses Analisa Dfraksi sinar-X.....	30
Gambar 3.2 Contoh Data Grafik Yang Dihasilkan Oleh Difraktometer	31
Gambar 3.3 Prinsip Kerja <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	33
Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian.....	35
Gambar 4.1 Satuan Geomorfologi Perbukitan <i>Karst</i>	37
Gambar 4.2 Peta Lokasi Sampel Daerah Penelitian	38
Gambar 4.3 Batugamping <i>Mudstone</i>	38
Gambar 4.4 Kenampakan Petrografi Batugamping <i>Mudstone</i>	39
Gambar 4.5 Batugamping <i>Kristalin</i>	40
Gambar 4.6 Kenampakan Petrografi Batugamping <i>Kristalin</i>	40
Gambar 4.7 Grafik XRD Batugamping <i>Mudstone</i>	43
Gambar 4.8 Grafik XRD Batugamping <i>Kristalin</i>	44
Gambar 4.9 Grafik XRF Batugamping <i>Mudstone</i>	45
Gambar 4.10 Grafik XRF Batugamping <i>Kristalin</i>	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Kegiatan Penelitian Tugas Akhir	5
Tabel 2.1 Tabel Stratigrafi Menurut (Kastowo, dkk 1973)	9
Tabel 2.2 Komposisi Senyawa Batugamping (Duda 1976)	13
Tabel 3.1 Alat – alat Yang Digunakan	18
Tabel 3.2 Alat <i>XRD</i> Dan <i>XRF</i>	20
Tabel 3.3 Hubungan Ketinggian Absolut Terhadap Morfografi (Van Zuidam, 1985)	23
Tabel 3.4 Satuan Geomorfologi Berdasarkan Aspek Genetik (Van Zuidam,1985)..24	
Tabel 3.5 Satuan Geomorfologi Karst (Van Zuidam,1985).....	24
Tabel 3.6 Klasifikasi Dan Kemiringan Lereng (Van Zuidam,1985).....	27
Tabel 4.1 Kolom Kesebandingan Regional Daerah Penelitian	41
Tabel 4.2 Uji Yang Dilakukan Pada Setiap Sampel.....	42
Tabel 4.3 <i>XRD</i> Batugamping <i>Mudstone</i> Dan Batugamping <i>Kristalin</i>	44
Tabel 4.4 Kesebandingan Nilai Analisis <i>XRD</i> Sampel dan Duda,1976.....	47
Tabel 4.5 Kesebandingan Nilai Analisis <i>XRF</i> Sampel Batugamping <i>Mudstone</i> dan Duda,1976	48
Tabel 4.6 Kesebandingan Nilai Analisis <i>XRF</i> Sampel Batugamping <i>Kristalin</i> dan Duda,1976	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada saat sekarang ini pembangunan infrastruktur sangat berkembang pesat. Pembangunan infrastruktur ini ditujukan untuk meningkatkan perekonomian negara. Pembangunan infrastruktur membutuhkan alat dan bahan sebagai penunjangnya, salah satunya adalah semen. Semen merupakan hasil industri dari paduan bahan baku berupa batuan karbonat sebagai bahan utama dan batulempung/tanah sebagai bahan utama dan lempung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/*bulk*. Batuan karbonat yang digunakan dalam pembuatan semen yaitu batugamping.

Batugamping merupakan batuan karbonat yang secara dominan tersusun oleh kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk mineral kalsit (Selley dkk, 2005). Karakteristik tekstur, struktur, serta kandungan fosil yang ada dalam batugamping dapat digunakan untuk mempelajari kondisi lingkungan pengendapan pada masa lalu (Boggs, 2009). Batugamping merupakan salah satu golongan batuan sedimen yang banyak dijumpai di berbagai daerah di Indonesia. Selain itu, batugamping merupakan salah satu komoditas bahan galian yang bernilai ekonomis yang telah dimanfaatkan dalam berbagai kegiatan industri antara lain industri semen, baja, tekstil, pertanian, dan sebagainya (Chatterjee, 2009).

Saat ini, pelaku industri yang berada di bidang produksi semen cukup banyak, salah satunya adalah PT Semen Padang yang berpusat di Indarung, Kota Padang, Sumatra Barat. Oleh karena itu untuk mendapatkan kualitas bahan baku yang baik maka dilakukanlah maka dilakukan analisis geokimia berupa analisis *X-Ray Diffraction (XRD)* untuk mengetahui sistem kristal pada suatu mineral dan analisis *X-Ray Fluorescence (XRF)* untuk mengetahui kadar unsur dalam batugamping.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- Bagaimana kondisi geologi daerah penelitian
- Bagaimana jenis batugamping yang terdapat di daerah penelitian ?
- Bagaimana sifat kimia batugamping di daerah penelitian ?
- Bagaimana kualitas batugamping di daerah penelitian untuk dijadikan bahan baku semen?
- Bagaimana hubungan antara jenis batugamping di daerah penelitian dengan kualitas bahan baku semen?

1.3 Maksud Dan Tujuan Penelitian

Adapun maksud dari Penelitian Tugas Akhir ini yaitu untuk memenuhi kurikulum yang ada pada Program Studi Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau. Sedangkan tujuan dari penelitian ini yaitu :

- Mengetahui kondisi geologi daerah penelitian.
- Mengetahui jenis batugamping di daerah penelitian.
- Mengetahui sifat kimia batugamping di daerah penelitian dengan menggunakan metode *XRD* dan *XRF*.
- Mengetahui kualitas batugamping di daerah penelitian.
- Mengetahui hubungan antara jenis batugamping di daerah penelitian dengan kualitas bahan baku semen.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan agar penelitian ini memiliki arah yang jelas dan terhindar dari pelebaran dan penyimpangan pokok masalah sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Beberapa batasan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Jenis Batugamping di daerah penelitian.
2. Analisis geokimia batugamping di daerah penelitian.

3. Analisis kualitas batugamping di daerah penelitian sebagai bahan baku semen.
4. Semen yang dihasilkan dari analisis batugamping di daerah penelitian.

1.5 Manfaat Penelitian

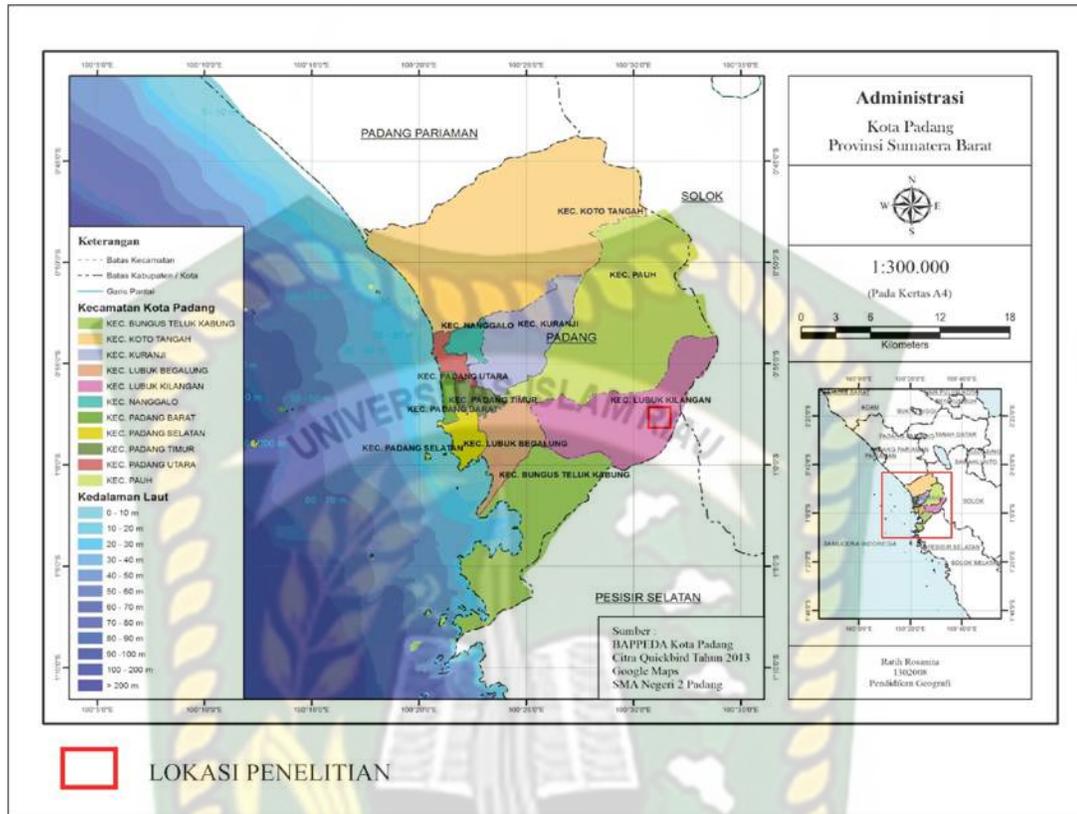
Penelitian ini berguna untuk menambah wawasan dengan menerapkan ilmu yang telah didapat selama menempuh perkuliahan di Teknik Geologi Universitas Islam Riau dan diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan geologi serta ilmu – ilmu penunjang lainnya.

Penelitian ini juga berguna untuk mengetahui cara penilaian terhadap batugamping yang memiliki kualitas baik untuk dijadikan bahan baku pembuatan semen dan untuk meningkatkan kualitas produksi dengan melihat kualitas bahan baku yaitu batugamping di daerah penelitian.

1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di bukit karang putih Indarung Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang, Provinsi Sumatra Barat. Secara astronomi berada pada koordinat $100^{\circ}27'51''$ BT sampai $100^{\circ}28'42''$ BT dan $-0^{\circ}57'24''$ LS sampai $-0^{\circ}58'16''$ LS. Luas daerah penelitian yaitu 500m. Lokasi penelitian berjarak \pm 15 Km dari pusat kota padang dan dapat ditempuh dengan jalur darat menggunakan kendaraan roda empat maupun roda dua. Gambar 1.1 merupakan peta administrasi daerah penelitian.

- Sebelah utara berbatasan dengan Kecamatan Pauh.
- Sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Solok
- Sebelah selatan berbatasan dengan Kecamatan Bungus.
- Sebelah barat berbatasan dengan Kecamatan Lubuk Begalung.



Gambar 1.1 Peta Administrasi Daerah Penelitian

1.7 Waktu Penelitian

Kegiatan pelaksanaan tugas akhir ini dilaksanakan pada bulan Agustus 2018 – November 2019 yang terdiri dari Tahap Awal berupa survei lokasi, studi pustaka, pembuatan proposal, pengurusan SK pembimbing dan perizinan, Tahap Lapangan berupa persiapan lapangan, serta pengambilan data lapangan, Tahap Analisis Data berupa analisis data Laboratorium, Tahap Akhir berupa penyusunan laporan, pembuatan peta dan seminar hasil.

Tabel 1.1 Kegiatan Penelitian Tugas Akhir

Kegiatan	2019						2020			
	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04
1. Tahap Awal										
a. Survey Lokasi										
b. Studi Pustaka										
c. Proposal										
d. SK Pembimbing										
e. Perizinan										
2. Tahap Lapangan										
a. Persiapan										
b. Penelitian										
3. Tahap Analisis Data										
a. Laboratorium										
4. Tahap Akhir										
a. Laporan										
b. Peta										
c. Seminar Hasil										

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Geologi Regional

Menurut Kastowo (1973), Silitonga (1975), dan Rosidi (1976) litologi daerah Padang dan sekitarnya terdiri dari batuan Pra-tercier, Tersier dan Kuarter.

Batuan Pra-tercier terdiri dari :

- Filit dan serpih anggota Formasi Kuantan, terutama filit dan serpih warna kemerahan sampai coklat dengan interkalasi tipis sabak, kuarsit, serpih, rijang dan aliran lava berkomposisi andesitik sampai basaltik. Batuan ini dijumpai disekitar Indarung dan berumur Perm.
- Formasi Kuantan, batugamping berwarna putih sampai abu-abu, masif, berinterkalasi tipis dengan sabak, filit, serpih dan kuarsit.
- Formasi Barisan: filit, sabak, batugamping, hornfels dan greywacke berumur Perm.
- Formasi Siguntur: kuarsit, serpih dan sabak dijumpai di daerah Siguntur berumur Trias.

Batuan Tersier terdiri dari :

- Formasi Painan. Batuan vulkanik mengandung lava, breksi, breksi tufa, umumnya berkomposisi andesitik dan dasitik, dijumpai sepanjang pesisir Barat Padang. Umur batuan ini adalah Oligosen
- Intrusi granit, berumur Miosen atas, berwarna abu-abu terang sampai abu-abu kehijauan, komposisi berkisar antara biotit granit sampai granit.

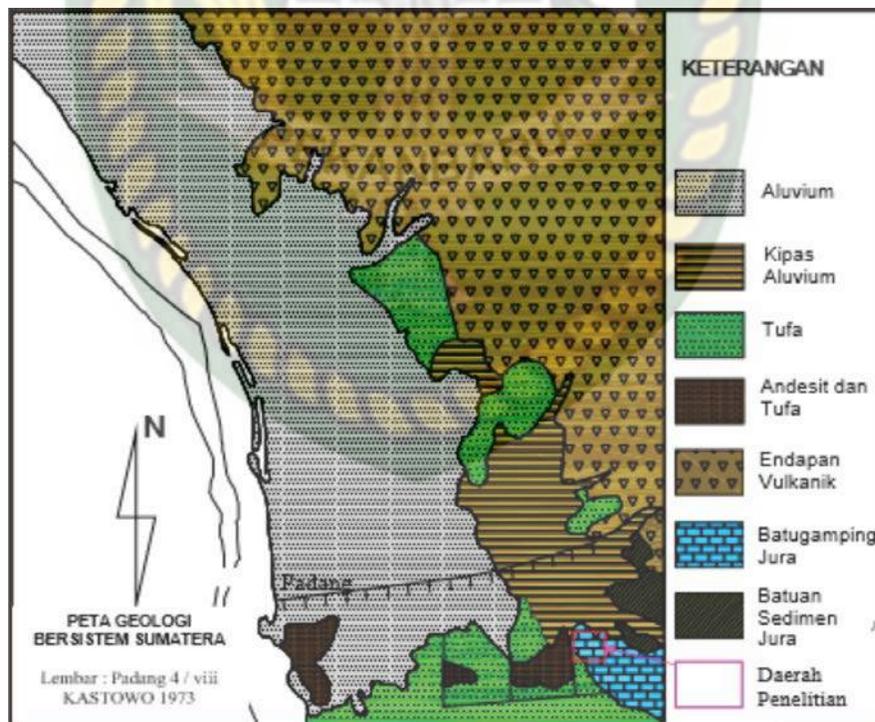
Endapan Kuarter terdiri dari :

- Produk Gunung Api Kerinci dan Gunung Tujuh, terdiri dari breksi tufa, lahar dan aliran lava.
- Endapan paling muda terdiri dari kipas aluvial dan endapan aluvial.

Kastowo dan Gerard (1973) menyatakan bahwa batuan yang tertua yang tersingkap di sekitarnya berumur Pra-Tersier (Jura), terdiri dari kelompok batugamping yang umumnya mendasari perbukitan dan punggung – punggung di daerah penelitian (Gambar 2.1) peta geologi regional lembar Padang.

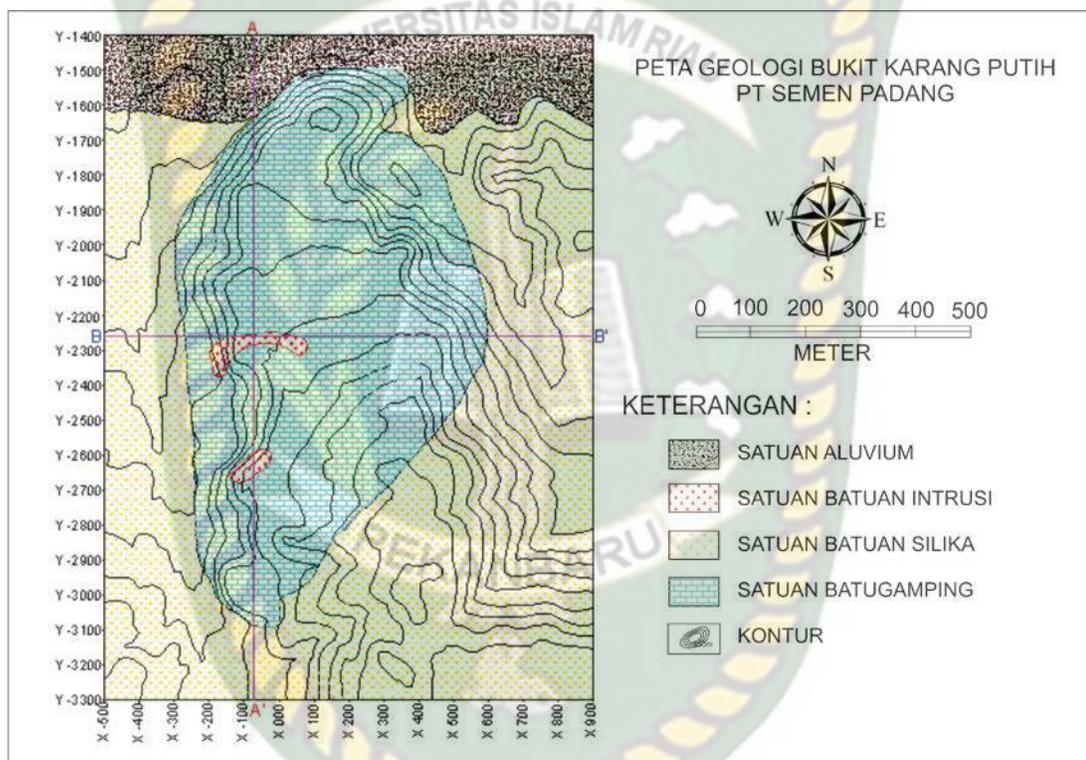
Selanjutnya di atas kelompok batuan Pra-Tersier tersebut secara tidak selaras diendapkan kelompok batuan vulkanik Tersier hingga Kwarter, Kelompok batuan vulkanik Tersier – Kwarter ini terdiri dari aliran – aliran lahar, perselingan antara andesit dan tufa serta tufa kristal yang sangat keras, pejal dan tersemen baik.

Endapan Kuarter terdiri dari endapan kipas alluvial, yang merupakan hasil rombakan dari endapan gunungapi dan sebagai kelompok batuan paling muda adalah endapan aluvial, terdiri dari bongkahan – bongkahan batuan beku, kerakal, kerikil, pasir dan lanau yang bersifat lepas.



Gambar 2.1. Peta geologi lembar Padang, Skala : 1 : 250.000 (Kastowo, dkk, 1973)

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Padang, skala 1 : 250.000, struktur geologi utama yang dijumpai di sekitar daerah penelitian adalah sesar geser dan normal yang berarah Timur – Barat dan beberapa berarah hampir Utara – Selatan. Struktur daerah ini dipengaruhi oleh terobosan batuan granit pluton dan sesar Semangko terutama pada batuan Pra-tercier yang secara umum terlipat sangat kuat dan terpatahkan. Gambar 2.2 merupakan peta geologi daerah bukit karang putih PT Semen Padang



Gambar 2.2. Peta Geologi Bukit Karang Putih PT Semen Padang
(PT Semen Padang 2002)

2.2 Fisiografi

Menurut Tobler (1992) di dalam Van Bemmelen (1949) daerah Sumatera dapat dibagi menjadi 7 zona fisiografi, yaitu Dataran Alluvial Pantai Utara Sumatera, Dataran Rendah Bergelombang, Zona Depresi Sub-Barisan Sumatera Tengah, Pegunungan Barisan Depan, Sekis Barisan, Pegunungan Barisan dan Dataran Aluvial Pantai Barat Sumatera. Daerah penelitian termasuk ke dalam zona Pegunungan

Barisan. Sedangkan Van Bemmelen (1949), membagi fisiografi Sumatera menjadi 4 bagian, yaitu Pegunungan Barisan, Zona Sesar Semangko, Pegunungan Tiga Puluh Kota, serta Dataran Rendah bergelombang. Daerah penelitian termasuk ke dalam zona Pegunungan Barisan.

2.3 Stratigrafi Regional

Stratigrafi daerah penelitian yaitu batuan dari tua – muda berumur Pra – tersier sampai Kuartar. Tabel 2.1 menunjukkan kolom stratigrafi menurut Kastowo, dkk (1973).

Tabel 2.1 kolom stratigrafi menurut Kastowo, dkk (1973)

UMUR		SATUAN BATUAN	KETERANGAN
KWARTER		Qal	Qal - Aluvium : Lanau, batupasir, kerikil - bongkah
TERSIER	PLIOSEN	Qti	Qti = Tufa kristalin : Telah mengeras, masif, dan tersemen kelabu tua - kehijauan, mengandung masa dasar serabut gelas dengan fragmen kwarsa, plagioklas dan batuan gunung api berkomposisi asam.
	MIOSEN	Qtta	Qtta - Andesit dan Tufa : Perselingan dan/atau andesit sebagai inklusi di dalam tufa.
PRATERSIER	KAPUR	Cl	Cl - Batugamping hablur : Putih keabuan (segar), abu - abu gelap (lapuk), besar butir 0,5 - 5 mm, masif, berongga, ciri khas membentuk punggung - punggung tajam
	JURA	Js	Js = Kwarsit, Serpih, Batulanau : Kwarsit, masif, kelabu kehijauan, sedikit terubah. Serpih berwarna biru tua. Batulanau, masif, terkersikan, berwarna biru tua. Sabak dijumpai sisipan dalam kwarsit
		Tmb	Tmb - Intrusi Basalt : Berkomposisi basaltik, berwarna abu - abu kehitaman (segar) coklat kehitaman (lapuk), mengintrusi Js, Cl, QTta, dan sedikit QTti

Alluvium : Lanau, Pasir dan Kerikil umumnya terdapat di dataran pantai, termasuk endapan rawa di sebelah Utara Tiku, sebelah baratdaya Lubuk Alung dan sebelah timur Padang.

Kipas Alluvium : kebanyakan terdiri dari hasil rombakan andesit berasal dari gunung api strato, permukaannya ditutupi oleh bongkah-bongkah andesit. Kipas alluvium yang terdapat pada lereng-lereng gunung api Kwarter dipetakan sebagai hasil dari gunung api.

Tufa Kristal: yang telah mengeras, kristalin dan tersemen baik dekat sungai Buluh berwarna muda terdiri dari masadasar yang banyak mengandung serabut-serabut gelas dengan fragmen-fragmen kwarsa, plagioklas dan fragmen-fragmen batuan gunung api yang berkomposisi menengah hingga asam dengan garis tengah sampai 10 cm. Lebih ke selatan lagi warna abu-abu muda sampai abu-abu tua kehijauan dan komposisinya lebih mafik, masa dasar umumnya kloritik dan tufa mengandung fragmen-fragmen batuan berkomposisi menengah sampai mafik disamping kwarsa dan plagioklas, tak terdapat serabut-serabut gelas, terdapat kontak selaras maupun kontak sesar antara tufa dan andesit. Sumber dari pada tufa tak diketahui.

Andesit dan Tufa: berselingan andesit sebagai inklusi didalam tufa.

Endapan Vulkanik : lahar, konglomerat dan endapan-endapan koluvium lain.

Batugamping Jura : batugamping, kompak putih sampai abu-abu kebiruan, kristalin dan berongga, diduga mengandung *hydrozoa milleporidium* dan *algae* yang berumur Jura, dapat dikorelasikan dengan anggota batugamping Formasi Signatur (Jsl) di lembar Painan dan bagian timur laut Muara Siberut

Batuan Sedimen Jura : kuarsit, serpih, lanau, batusabak dan lain-lain. Terkena metamorfosis lemah. Kuarsit, kelabu kehijauan, sedikit terubah, menyerupai rijang. Serpih berwarna biru tua. Batulanau, setempat terkersikan, berwarna kelabu kebiruan sampai kehijauan. Batusabak dijumpai sebagai sisipan dalam kuarsit, Filit, berwarna kelabu kemerahan

2.4 Batugamping

Batugamping merupakan batuan karbonat yang secara dominan tersusun oleh kalsium karbonat (CaCO_3) dalam bentuk mineral kalsit (Selley dkk, 2005). Sedangkan batugamping menurut definisi (Reijers & Hsu, 1986) adalah batuan yang mengandung kalsium karbonat hingga 95 %. Karakteristik tekstur, struktur, serta kandungan fosil yang ada dalam batugamping dapat digunakan untuk mempelajari kondisi lingkungan pengendapan pada masa lalu (Boggs, 2006).

Batugamping terbentuk secara organik, secara mekanik maupun secara kimia. Batugamping yang terjadi secara organik di alam yang merupakan pengendapan cangkang ataupun siput dan ganggang yang berasal dari kerangka koral. Batugamping yang terjadi secara mekanik tidak jauh berbeda dengan jenis batugamping yang terbentuk secara organik, perbedaannya yang terjadi diantara keduanya adalah terjadinya perombakan bahan batugamping yang kemudian terbawa arus dan biasanya mengendap tidak jauh dari tempat semula. Batugamping yang terjadi secara kimia merupakan jenis dari batugamping yang terjadi dalam kondisi iklim dan dalam suasana lingkungan tertentu.

Batuan karbonat (batugamping) banyak tersingkap pada berbagai tempat di Sumatra. Batuan karbonat di bagian barat Indonesia, termasuk Sumatra telah terbentuk sejak Oligosen Akhir (Wilson *and* Rosen. 1998).

Batugamping merupakan salah satu bahan galian non logam yang digunakan di sektor industri, pertanian, bangunan, penstabil jalan raya, pengapuran, bahan keramik, industri kaca, pembuatan karbit, untuk peleburan dan pemurnian baja, untuk bahan pemutih dalam industri kertas dan karet dan juga industri semen.

Semen berasal dari kata *Caementum* yang berarti bahan perekat yang mampu memampatkan atau mengikat bahan-bahan padat menjadi satu kesatuan yang kokoh atau suatu produk yang mempunyai fungsi sebagai bahan perekat antara dua atau lebih bahan sehingga menjadi suatu bagian yang kompak atau dalam pengertian yang luas adalah material plastis yang memberikan sifat rekat antara batuan-batuan konstruksi bangunan (Anas, 2012).

2.5 Klasifikasi Batugamping

2.5.1 Klasifikasi Batugamping Dunham (1962)

Klasifikasi Dunham (1962) Klasifikasi ini didasarkan pada tekstur deposisi dari batugamping, Kriteria Dunham lebih condong pada fabrik batuan, misal *mud supported* atau *grain supported* bila di dibandingkan dengan komposisi batuan. Variasi kelas-kelas dalam klasifikasi didasarkan pada perbandingan kandungan lumpur. Dari perbandingan lumpur tersebut dijumpai 5 klasifikasi Dunham (1962). Nama nama tersebut dapat dikombinasikan dengan jenis butiran dan mineraloginya.

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 2.3 Klasifikasi Batuan Karbonat Menurut Dunham (1962)

2.6 Kualitas Batugamping Sebagai Bahan Baku Semen

Bahan baku semen adalah mineral yang mengandung komponen – komponen utama semen yaitu CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 . Bahan baku dengan kadar CaO yang tinggi disebut komponen gamping. Sedangkan bahan baku dengan kadar silika, alumina, dan besi oksida yang tinggi disebut komponen lempung. Untuk mendapatkan komposisi yang tepat sebagai bahan baku semen, kedua komponen tersebut harus dicampurkan. Pada pasir silika dan pasir besi hanya perlu ditambahkan sebagai koreksi apabila komponen bahan baku masih belum memenuhi syarat sebagai bahan baku semen (Duda,1976). Berdasarkan kadar CaCO_3 batugamping yang dapat dijadikan sebagai bahan baku semen terdiri dari batugamping dengan kadar CaCO_3 minimal 50%, kapur dengan kadar CaCO_3 98 – 99%, mengandung SiO_2 0 – 4%, Al_2O_3 0 – 2%, Fe_2O_3 0 – 2% (Duda,1976).

Adapun bahan baku pembuat semen (Duda,1976) adalah sebagai berikut :

1. Batugamping sebagai sumber CaO
2. Lempung sebagai sumber Al_2O_3
3. Pasir silika sebagai sumber SiO_2
4. Pasir besi sebagai sumber Fe_2O_3

Tabel 2.2 Komposisi senyawa batugamping pembentuk bahan baku semen
(Duda, 1976)

Komponen	Komposisi Ideal (%)	Kisaran (%)
CaO	54,6	49,8 – 55,6
Al_2O_3	0,92	0,71 – 2,00
SiO_2	0,95	0,76 – 4,75
Fe_2O_3	0,38	0,36 – 1,47

2.7 Jenis – Jenis Semen

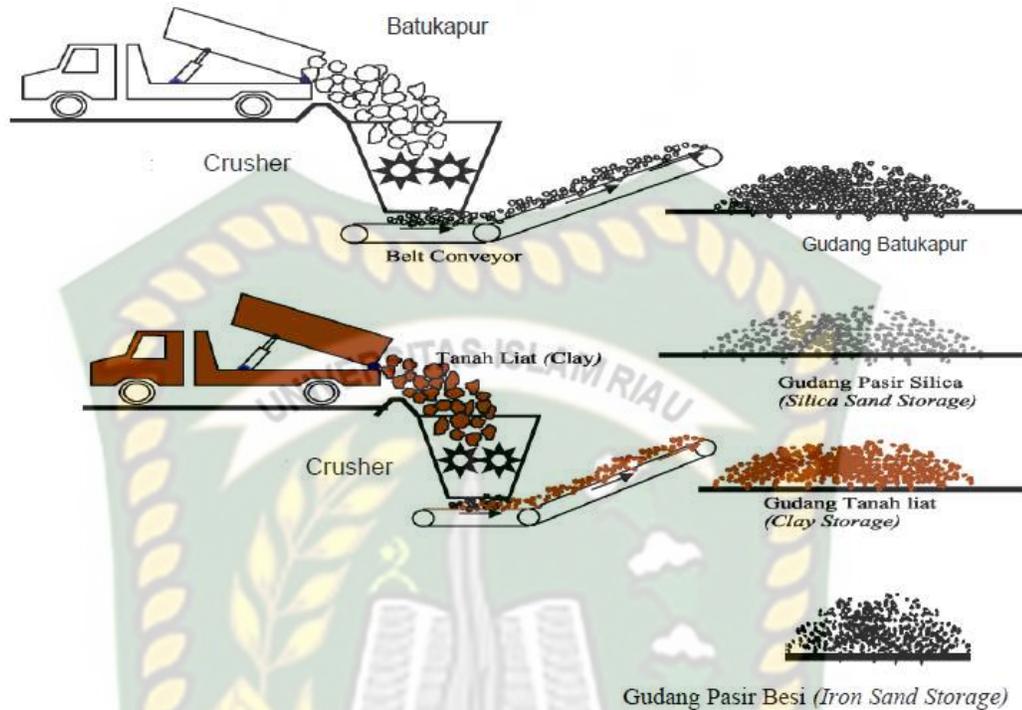
Terdapat beberapa jenis semen yang umum digunakan pada kehidupan sehari – hari baik itu untuk konstruksi bangunan, pembuatan infrastruktur, jalan raya, jembatan dan penyemen sumur minyak. Beberapa jenis semen berdasarkan klasifikasi yang telah di tentukan oleh *American Standart Testing and Material (ASTM)* (ASTM C150-95a. 1996).

2.7.1 Semen *Portland*

Semen *portland* merupakan semen yang biasa digunakan diseluruh dunia dalam pembuatan bahan dasar beton, bangunan, plaster, dan konstruksi lainnya. Proses pembuatan semen ini dimulai dari penambangan bahan baku yaitu batugamping, batulempung, dan pasir/batu silika. Kemudian diangkut oleh *dump truck* ke *crushing plant* untuk dikecilkan ukuran bahan baku tersebut. Setelah memiliki ukuran yang cukup, bahan baku di angkut ke gudang penyimpanan dan dikeringkan secara alamiah. sedangkan bahan baku lain seperti pasir besi didatangkan dari tempat lain karena jarang sekali dalam suatu area tambang batugamping juga terdapat pasir besi di sekitarnya.

Proses selanjutnya adalah menggiling bahan baku serta mencampurnya pada proporsi tertentu yang bergantung pada komposisi kimia masing – masing bahan baku agar mendapatkan kualitas yang baik. Hasil dari penggilingan bahan baku berupa serbuk.

Kemudian bahan baku yang sudah menjadi serbuk di panaskan pada suhu 1300 - 1500° C dimana nantinya bahan baku akan mengalami proses *sentring* dan terbentuk terak semen (*Clinker*). *Clinker* yang sudah dingin kemudian digiling kembali bersama 3 – 5% *gypsum* sebagai bahan *retarder* (penghambat reaksi pengeringan semen apabila dicampur dengan air). Gambar 2.6 menunjukkan proses Reduksi Bahan baku dari tambang dan diangkut menuju gudang bahan baku (Duda, 1976).



Gambar 2.4 Bahan baku dari tambang direduksi ukurannya dan diangkut menuju gudang bahan baku (Modifikasi Duda, 1976)

2.7.2 Semen Portland Khusus

Mengutip dari *Cement-Data-Book Vol 1: International Process Engineering in the Cement Industry*, Third Edition by Walter H Duda 1976, Semen Portland Khusus dibagi menjadi :

2.7.2.1 Semen Tipe I

Dipakai untuk keperluan konstruksi yang tidak memerlukan persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal. Dapat digunakan untuk bangunan rumah pemukiman, gedung – gedung bertingkat dan lain-lain. Semen ini mengandung Tricalcium Silicate (C_3S)/ $3CaO.SiO_3$ 40 - 60%, Dicalcium Silicate (C_2S)/ $2CaO.SiO_2$ 10 - 30%, Tricalcium Aluminate (C_3A)/ $3CaO.Al_2O_3$ 7 - 13%.

2.7.2.2 Semen Tipe II

Disebut juga *modified portland*, dipakai untuk konstruksi bangunan dari beton massa yang memerlukan ketahanan sulfat. Dapat digunakan untuk bangunan dipinggir laut, bangunan bekas tanah rawa, saluran irigasi, beton untuk dam – dam dan landasan jembatan. Semen Tipe II ini lebih tahan sulfat dibandingkan Tipe I. Semen ini mengandung lebih banyak Dicalcium Silicate (C_2S)/ $2CaO.SiO_2$ dan sedikit Tricalcium Silicate (C_3S)/ $3CaO.SiO_3$

2.7.2.3 Semen Tipe III

Disebut juga semen dengan kekuatan awal tinggi, dipakai untuk konstruksi bangunan yang memerlukan kekeuatak tekan awal tinggi pada fase pemulaan setelah pengikatan terjadi. Dapat digunakan untuk pembuatan jalan beton, bangunan tingkat tinggi, bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap sulfat. Semen ini memiliki kandungan Tricalcium Silicate (C_3S)/ $3CaO.SiO_3$ yang sangat tinggi sehingga akan memberikan kuat tekan awal yang tinggi.

2.7.2.4 Semen Tipe IV

Dipakai untuk kebutuhan pengecoran yang tidak menimbulkan panas pengecoran dengan penyemrotan (setting time lama) yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah. Semen ini mengandung Tricalcium Silicate (C_3S)/ $3CaO.SiO_3$ dan Tricalcium Aluminate (C_3A)/ $3CaO.Al_2O_3$ yang rendah.

2.7.2.5 Semen Tipe V

Dipakai pada konstruksi bangunan yang tanah/air mengandung sulfat melebihi 0,20% dan sangat cocok untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan, dan pembangkit tenaga nuklir. Semen ini mengandung Tricalcium Silicate (C_3S)/ $3CaO.SiO_3$ yang agak tinggi dan Tetracalsium Aluminate Ferrit (C_4AF)/ $4CaO.Al_2O_3.FeO_2$ yaitu 10%.

2.7.2.6 Oil Well Cement

Semen ini digunakan untuk penyemenan sumur minyak dan gas yang kedalamannya mencapai beberapa ribu feet. Adukan semen harus tahan terhadap tekanan mencapai 1000 Atm dan suhu mencapai 247°F. Semen ini memiliki bahan campuran yaitu bahan retarder khusus seperti *asam borat*, *casein*, *lignin*, *gula* atau *organic hidroxid acid*. Fungsi dari retarder disini adalah untuk mengurangi kecepatan pengerasan semen, sehingga adukan dapat dipompakan kedalam sumur minyak atau gas.



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Objek penelitian berfokus pada Batugamping yang akan dijadikan sebagai salah satu bahan baku pembuatan semen. Objek penelitian berada pada daerah bukit karang putih meliputi :

1. Klasifikasi dan jenis batugamping yang terdapat di daerah penelitian.
2. Aspek genesa batugamping yang berada di daerah penelitian.
3. Sifat kimia batugamping yang nantinya menjadi salah satu parameter penentu kualitas semen.
4. Hubungan antara jenis batugamping dan sifat kimia batugamping sebagai salah satu bahan baku pembuat semen.

3.2 Alat – alat yang digunakan

Alat – alat yang digunakan pada Tugas Akhir ini terdiri dari alat lapangan dan alat laboratorium.

1. Alat Lapangan

Alat yang digunakan dalam pengambilan data di lapangan berupa GPS (*Global Position System*), palu geologi, kompas, lup, kamera, plastik sampel dan alat tulis dapat dilihat pada Tabel 3.1 alat – alat yang digunakan.

Tabel 3.1 alat – alat yang digunakan.

Nama Alat	Fungsi	Gambar
GPS (<i>Global Position System</i>)	Digunakan untuk menentukan koordinat posisi di lapangan dan juga digunakan untuk plotting stasiun yang ada di lapangan	
Palu Geologi	Digunakan untuk mengambil sampel batuan yang dijumpai di lapangan. Palu geologi berupa palu batuan beku yang digunakan untuk mengambil sampel batuan beku dan palu batuan sedimen yang digunakan untuk mengambil sampel batu sedimen.	
Kompas	Digunakan untuk menentukan arah utara pada peta dan digunakan untuk menentukan arah foto pada singkapan yang ada pada setiap stasiun di lapangan.	

Lup	Digunakan untuk melihat mineral – mineral dengan perbesaran 10x maka dapat mempermudah menentukan jenis mineral yang ada pada sampel	
Kamera	Digunakan untuk mengambil foto singkapan dan batuan di lapangan sehingga mempermudah dalam pengolahan data.	
Plastik Sampel	Digunakan untuk menyimpan sampel yang di dapat di lapangan sehingga sampel tidak rusak atau tertukar. Plastik sampel yang digunakan yaitu plastik sampel yang memiliki zipper.	
Alat Tulis	Alat tulis yang digunakan berupa buku lapangan, pena, pensil, penghapus, spidol permanen, kertas label, dll.	

2. Alat Laboratorium

Alat laboratorium berupa alat geokimia yaitu alat XRD yang digunakan untuk mengetahui difraksi sinar-X mineral – mineral dan alat XRF yang digunakan untuk menentukan unsur kimia yang terdapat pada sampel.

- Alat XRD

Alat XRD digunakan untuk mengetahui difraksi sinar-X dari mineral – mineral. Alat XRD yang digunakan yaitu Xpert Pro. Gambar alat dapat dilihat pada table 3.2

- Alat XRF

Alat XRF digunakan untuk mengetahui unsur kimia yang terdapat pada sampel. Alat XRF yang digunakan yaitu tipe ARL 9800 XP. Gambar alat dapat dilihat pada table 3.2

Tabel 3.2 Alat XRD dan XRF

Nama Alat	Gambar
Alat XRD tipe <i>Xpert Pro</i>	



Alat XRF tipe ARL 9800 XP

3.3 Tahap Penelitian

Penelitian tugas akhir ini dilakukan secara bertahap dengan tujuan agar dapat memperlancar seluruh kegiatan penelitian dengan sistematis. Langkah-langkah penelitian terdiri dari beberapa tahap antara lain adalah :

1. Tahap Awal

Tahap awal meliputi survei lokasi daerah penelitian, studi pustaka, pembuatan proposal, pembuatan SK pembimbing dan pengurusan perizinan.

- Survey Lokasi

Survey lokasi penelitian bertujuan untuk mengetahui ketersediaan data yang dibutuhkan saat dilakukannya pengambilan data lapangan. Dengan melihat kondisi lapangan maka dapat dilakukan pengambilan data lapangan secara efektif.

- **Studi Pustaka**

Studi pustaka sangat penting dilakukan agar ketika pengambilan data di lapangan tidak mengalami kekeliruan dan data yang dihasilkan memiliki rujukan yang sudah dilakukan oleh peneliti terdahulu.

- **Pembuatan Proposal**

Pembuatan proposal bertujuan untuk mengurus syarat administrasi dan prosedur penelitian Tugas Akhir agar dapat dilaksanakan.

- **Pembuatan SK Pembimbing**

Pembuatan SK pembimbing bertujuan agar mendapatkan persetujuan pembimbing dalam melaksanakan penelitian Tugas Akhir.

- **Perizinan**

Pembuatan perizinan bertujuan untuk mendapatkan izin penelitian Tugas Akhir di daerah penelitian.

2. Tahap Lapangan

Tahap lapangan meliputi persiapan lapangan seperti persiapan alat, metode dan lain-lain, penelitian di lapangan meliputi pengambilan data lapangan pada daerah penelitian.

- **Pengambilan Data Lapangan**

Pengambilan data di lapangan meliputi pengamatan singkapan, pengukuran besar singkapan, pengambilan titik koordinat, pengambilan foto singkapan, pengambilan arah foto singkapan, pengambilan sampel batuan, dan deskripsi batuan.

3. Tahap Akhir

Tahap akhir meliputi analisis data hasil penelitian, pembuatan laporan akhir, pembuatan peta serta pelaksanaan seminar hasil.

3.4 Analisis Data

Analisis data pada penelitian tugas akhir ini meliputi analisis geologi dan mineralisasi yang akan dibahas secara rinci pada sub-bab berikut.

3.4.1 Analisis Geologi

Pada sub-bab ini akan dibahas secara rinci mengenai analisis geologi meliputi analisis geomorfologi dan stratigrafi.

3.4.1.1 Geomorfologi

Analisis geomorfologi meliputi aspek-aspek morfografi, morfometri dan morfogenetik yang akan dibahas secara rinci pada sub-bab berikut.

3.4.1.1.1 Morfografi

Merupakan analisis suatu bentuk lahan berdasarkan jenis relief permukaan bumi yang secara umum dibagi menjadi tiga yaitu pedataran, perbukitan atau pegunungan, dan lembah. Tabel 3.2 menunjukkan hubungan ketinggian absolut terhadap morfografi (Van Zuidam, 1985).

Tabel 3.3 Hubungan Ketinggian Absolut Terhadap Morfografi (Van Zuidam, 1985).

Tinggi Absolut	Unsur Morfografi
< 50 meter	Dataran rendah
50 meter - 100 meter	Dataran rendah pedalaman
100 meter - 200 meter	Perbukitan rendah
200 meter - 500 meter	Perbukitan
500 meter - 1.500 meter	Perbukitan tinggi
1.500 meter - 3.000 meter	Pegunungan
> 3.000 meter	Pegunungan tinggi

3.4.1.1.2 Morfometri

Merupakan analisis suatu bentuk lahan berdasarkan asal usul tenaga pembentuknya yang secara umum dibagi menjadi dua yaitu tenaga endogen dan eksogen. Tabel 3.4 menunjukkan satuan geomorfologi berdasarkan aspek genetik (Van Zuidam, 1985) dan Tabel 3.5 menunjukan pembagian geomorfologi karst (Van Zuidam, 1985).

Tabel 3.4 Satuan Geomorfologi Berdasarkan Aspek Genetik (Van Zuidam, 1985)

Kelas Genetik	Simbol	Simbol Warna
Bentuk Lahan Struktural	S	Ungu / Violet
Bentuk Lahan Vulkanik	V	Merah
Bentuk Lahan Denudasional	D	Coklat
Bentuk Lahan Laut	M	Hijau
Bentuk Lahan Sungai	F	Biru tua
Bentuk Lahan Es	G	Biru muda
Bentuk Lahan Angin	A	Kuning
Bentuk Lahan Gamping	K	Jingga / Orange

Tabel 3.5 Satuan Geomorfologi Karst (Van Zuidam, 1985)

KODE	WARNA	UNIT	KARAKTERISTIK
K1		<i>Karst Plateaus</i> (Dataran Tinggi Karst)	Topografi bergelombang – bergelombang kuat dengan sedikit depresi hasil pelarutan dan lembah mengikuti kekar.

K2	<i>Karst Denudation Slope and Hills</i> (Lereng Karst Denudasional, Lereng Kastified pada batugamping yang relative keras.)	Topografi dengan lereng agak curam – curam, bergelombang kuat – berbukit, permukaan tak teratur, dengan kemungkinan dijumpai lapis, depresi hasil pelarutan dan sedikit lembah kering
K3	<i>Karst Denudational Hills and Mountains</i> (Perbukitan dan Lereng Karst Denudasional)	Topografi dengan lereng agak curam – sangat curam, berbukit, pegunungan, lapis, depresi hasil pelarutan, cliff, permukaan berbatu.
K4	<i>Labyrint or Starkarst Zone</i> (Labirin atau star karst)	Topografi dengan lereng curam – sangat curam, permukaan sangat kasar dan tajam dan depresi hasil pelarutan yang tak terlarut.
K5	<i>Conical Karst Zone</i>	Topografi dengan lereng menengah – sangat curam, bergelombang kuat – berbukit, perbukitan membundar bentuk conic & pepino & depresi polygonal (cockpits & glades)
K6	<i>Tower Karst Hills Zone/Isolated Limestone Remnant</i>	Perbukitan terisolir dengan lereng sangat curam – amat sangat curam (tower, hums, mogots, atau haystacks)
K7	<i>Karst Aluvium Plains</i>	Topografi datar – hampir datar mengelilingi sisa batugamping terisolasi/ zona perbukitan menara karst atau perbukitan normal atau terajam lembah.
K8	<i>Karst Border/ Marginal Plans</i> (Tepian Karst)	Lereng hamper datar – landau, terajam dan jarang atau sangat jarang banjir.

K9		<i>Major Uvala/Glades</i>	Sering ditemukan depresi polygonal atau hasil pelarutan dengan tepi lereng agak curam – curam, jarang banjir.
K10		<i>Poljes</i>	Bentuk depresi memanjang dan luas, sering berkembang pada sesar dan kontak litologi, sering banjir oleh air sungai, air hujan, dan mata air karst.
K11		<i>Dry Valleys (Major)</i>	Lembah dengan lereng landai curam – menengah, sering dijumpai sisi lembah yang curam – sangat curam, depresi hasil pelarutan (Ponors) dapat muncul.
K12		<i>Karst Canyons/Collapsed Valleys</i>	Lembah berlereng landau curam – menengah dengan sisi lembah sangat curam – teramat curam, dasar lembah tak teratur dan jembatan dapat terbentuk.

3.4.1.1.3 Morfogenetik

Merupakan analisis suatu bentuk lahan berdasarkan perhitungan nilai kuantitatif yang menggunakan teknik *grid cell* berukuran 1 x 1 cm pada peta topografi skala 1:12.500. Untuk menghitung kemiringan lereng dari peta topografi digunakan rumus sebagai berikut:

$$S = \frac{(n - 1) Ic}{dx. sp} \times 100\%$$

Keterangan :

S = Kemiringan lereng

n = Nilai jumlah kontur yang terpotong (cm)

Ic = Interval kontur

dx = Panjang garis potong (cm)

sp = Skala peta

Selanjutnya data hasil perhitungan tersebut dimasukkan dalam Tabel 3.6 yang menunjukkan klasifikasi dan kemiringan lereng (Van Zuidam, 1985).

Tabel 3.6 Klasifikasi Dan Kemiringan Lereng (Van Zuidam, 1985)

Klasifikasi	Kemiringan		Beda Tinggi
	Persen (%)	Derajat (°)	
Datar	0 – 2	0 - 1,15	< 5 meter
Agak Landai	2 – 7	1,15 - 4	5 - 25 meter
Landai	7 - 15	4 - 8,5	25 - 75 meter
Agak Curam	15 - 30	8,5 - 16,7	75 - 200 meter
Curam	30 - 70	16,7 - 35	200 - 500 meter
Terjal	70 - 140	35 - 54,5	500 - 1000 meter
Sangat Terjal	> 140	> 54,5	> 1000 meter

3.4.1.2 Stratigrafi

Berdasarkan Sandi Stratigrafi Indonesia pasal 15 (Soejono, 1966), pembagian satuan batuan didasarkan pada satuan litostratigrafi tidak resmi, yaitu penamaan satuan batuan yang berdasarkan pada ciri fisik batuan yang dapat diamati di lapangan meliputi jenis batuan, keseragaman gejala litologi dan posisi stratigrafinya, sedangkan penentuan batas penyebarannya harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Batas satuan litostratigrafi adalah bidang sentuh antara dua satuan yang berlainan ciri litologinya.

2. Batas satuan ditempatkan pada bidang yang nyata perubahan litologinya atau bila perubahan tersebut tidak nyata, maka batasnya merupakan bidang yang diperkirakan kedudukannya.
3. Satuan-satuan yang berangsur berubah atau menjemari peralihannya dapat dipisahkan sebagai suatu satuan tersendiri.
4. Penyebaran satuan litostratigrafi semata-mata ditentukan oleh kelanjutan ciri-ciri litologi yang menjadi ciri penentunya.
5. Dari segi praktis, penyebaran satuan litostratigrafi dibatasi oleh batas cekungan pengendapan atau aspek geologi lain.
6. Batas-batas hukum (geografi) tidak boleh dipergunakan sebagai alasan berakhirnya penyebaran lateral (pelamparan) suatu batuan.

Penamaan satuan litostratigrafi didasarkan atas jenis litologi yang paling dominan dalam satuan tersebut. Penentuan umur dan lingkungan pengendapan masing-masing satuan batuan dapat didasarkan atas struktur sedimen yang berkembang dan didukung oleh data hasil analisis fosil.

3.4.2 Analisis Geokimia

Analisis geokimia dilakukan untuk menentukan komposisi kimia pada sampel. Analisis geokimia terdiri dari dua jenis yaitu analisis *XRD* (*X-Ray Diffraction*) yang akan mengidentifikasi fasa kristal pada mineral dan analisis *XRF* (*X-Ray Fluorescence*) yang akan mengidentifikasi unsur kimia yang terdapat pada sampel., kedua analisis ini akan dibahas secara rinci pada sub-bab berikut.

3.4.2.1 *XRD* (*X-Ray Diffraction*)

XRD (*X-Ray Diffraction*) merupakan teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristal dalam mineral dengan cara menentukan parameter struktur kisi serta untuk mendapatkan ukuran partikel kristal. Karakteriknya adalah

menggunakan metode difraksi yang merupakan metode analisa yang penting untuk menganalisa suatu kristal dalam suatu mineral (Smallman dan Bishop, 1999).

XRD dapat memberikan data kualitatif dan semi kuantitatif pada suatu sampel. *XRD* digunakan untuk beberapa hal yaitu pengukuran jarak rata-rata antara lapisan atau baris atom, penentuan kristal tunggal, penentuan struktur kristal dari mineral dan mengukur bentuk, ukuran, serta tegangan dalam dari suatu kristal.

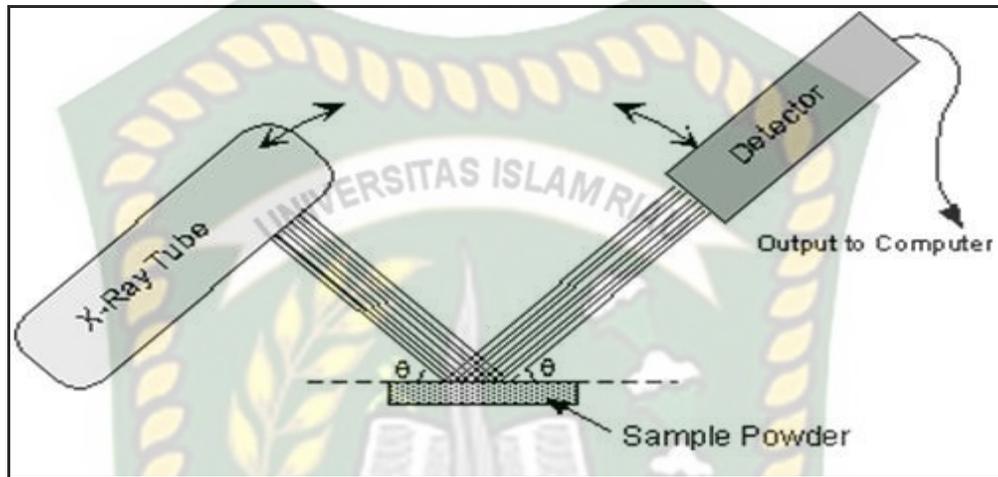
Suatu kristal dalam mineral memiliki susunan atom yang tersusun secara teratur dan berulang, memiliki jarak antar atom yang ordenya sama dengan panjang gelombang sinar-X. Akibatnya, apabila seberkas sinar-X ditembakkan pada suatu mineral maka sinar tersebut akan menghasilkan pola difraksi khas. Pola difraksi yang dihasilkan sesuai dengan susunan atom pada kristal tersebut karna setiap mineral tertentu akan memiliki struktur kristal yang berbeda-beda.

A. Prinsip Kerja *XRD* (*X-Ray Diffraction*)

Prinsip kerja analisi *XRD* ini yaitu sampel yang berbentuk serbuk ditaruh ditempat sampel kemudian dikenakan sinar-X dari sudut θ sebesar $0-90^\circ$. Sinar-X dihasilkan disuatu tabung sinar katode dengan pemanasan kawat pijar untuk menghasilkan elektron-elektron, kemudian elektron-elektron tersebut dipercepat terhadap suatu target dengan memberikan suatu voltase, dan menembak target dengan elektron. Ketika elektron-elektron mempunyai energi yang cukup untuk mengeluarkan elektron-elektron dalam target, karakteristik spektrum sinar-X dihasilkan.

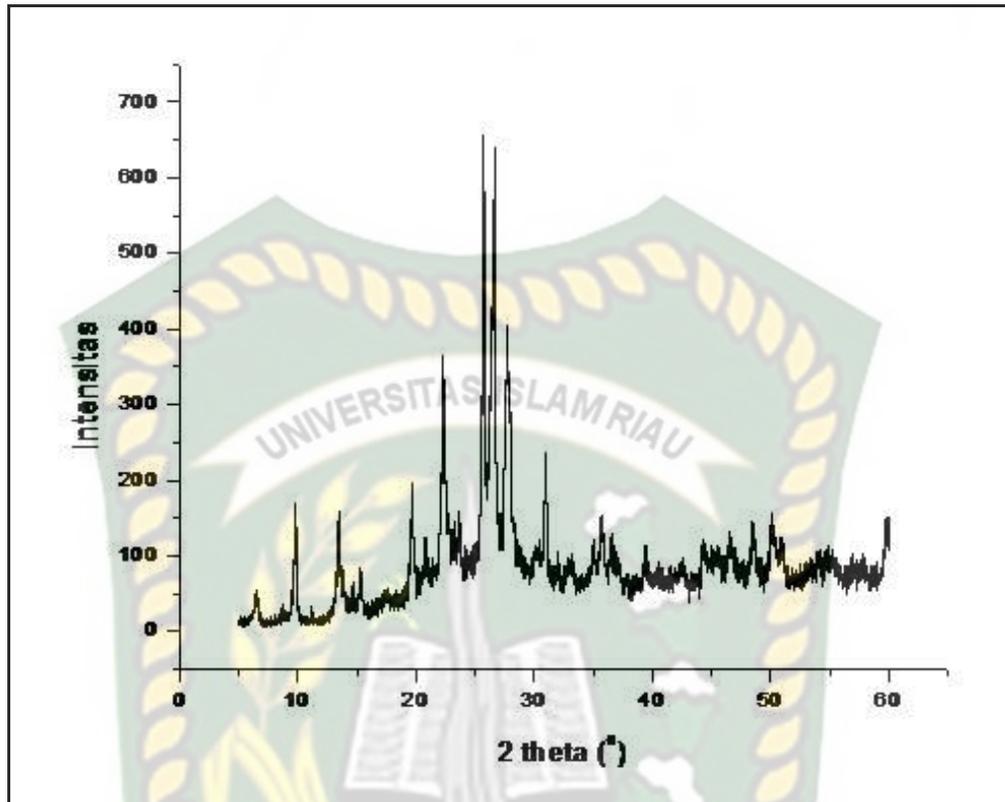
Panjang gelombang yang spesifik merupakan karakteristik dari bahan target yang disaring oleh kertas perak yang akan menghasilkan sinar-X monokromatik yang diperlukan untuk difraksi. Ketika geometri dari sinar-X tersebut memenuhi persamaan Bragg, interferensi konstruktif dan suatu *peak* atau puncak didalam intensitas terjadi.

Semakin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel semakin kuat intensitas yang dihasilkan saat sampel dan detektor diputar, intensitas sinar-X direkam seperti yang terlihat pada gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Proses Analisa Difraksi Sinar-X

Detektor akan merekam dan memproses isyarat penyinaran dan mengkonversi isyarat itu menjadi suatu arus yang akan dikeluarkan pada printer atau layar komputer. Sinar-sinar diubah menjadi hasil dalam bentuk gelombang-gelombang. Intensitas sinar-X dari scan sampel diplotkan dengan sudut 2θ . Tiap puncak yang muncul pada pola difraktogram mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. *Peak* atau puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk semua jenis mineral. Contoh data grafik yang dihasilkan oleh *x-ray diffractometer* dapat dilihat pada gambar 3.2 berikut.



Gambar 3.2 Contoh Data Grafik Yang Dihasilkan Oleh X-Ray Diffractometer

B. Tahap Analisis XRD (X-Ray Diffraction)

Tahapan analisis data XRD (X-Ray Diffraction) adalah sebagai berikut:

- Sampel batuan di ambil dari lapangan kemudian dilakukan analisis di laboratorium.
- Sampel yang akan di analisis di keringkan dengan menggunakan oven kemudian di panaskan kembali untuk mengurangi kadar air pada sampel.
- Kemudian sampel di giling hingga menjadi serbuk.
- Setelah menjadi serbuk, sampel diletakan pada wadah sampel.
- Kemudian sampel diletakkan dalam alat XRD untuk dilakukan analisis.
- Setelah diletakan dalam alat XRD maka di dapat hasil analisis kimia sampel.

3.4.2.2 XRF (*X-Ray Fluorescence*)

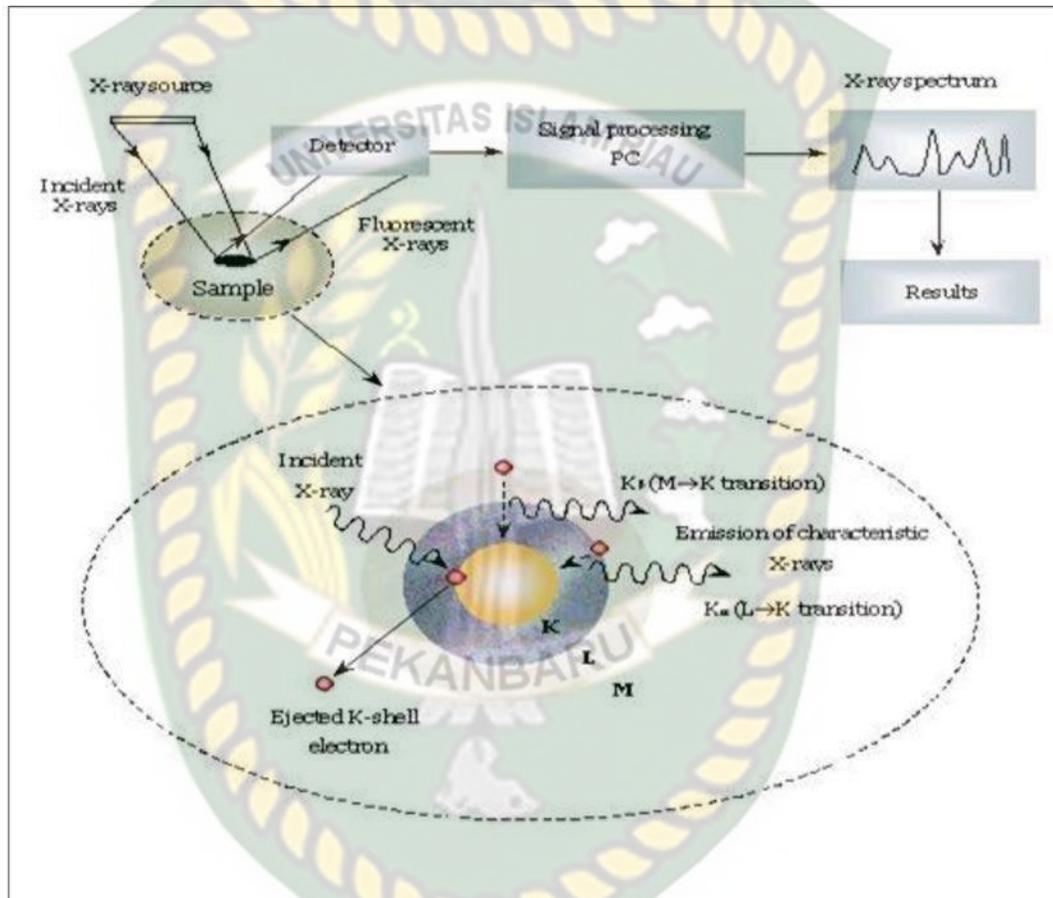
XRF (X-Ray Fluorescence) merupakan teknik analisis yang digunakan untuk identifikasi serta penentuan konsentrasi elemen yang ada pada padatan, bubuk ataupun sample cair. *XRF* mampu mengukur elemen dari berilium (Be) hingga Uranium pada level *trace element*, bahkan dibawah level ppm. Secara umum, *XRF* spektrometer mengukur panjang gelombang komponen material secara individu dari emisi flourosensi yang dihasilkan sampel saat diradiasi dengan sinar-X (PANalytical, 2009).

Metode *XRF* secara luas digunakan untuk menentukan komposisi unsur suatu material. Karena metode ini cepat dan tidak merusak sampel, metode ini dipilih untuk aplikasi di lapangan dan industri untuk kontrol material. Tergantung pada penggunaannya, *XRF* dapat dihasilkan tidak hanya oleh sinar-X tetapi juga sumber eksitasi primer yang lain seperti partikel alfa, proton atau sumber elektron dengan energi yang tinggi (Viklund,2008).

A. Prinsip Kerja *XRF (X-Ray Fluorescence)*

Apabila terjadi eksitasi sinar-X primer yang berasal dari tabung X ray atau sumber radioaktif mengenai sampel, sinar-X dapat diabsorpsi atau dihamburkan oleh material. Proses dimana sinar-X diabsorpsi oleh atom dengan mentransfer energinya pada elektron yang terdapat pada kulit yang lebih dalam disebut efek fotolistrik. Selama proses ini, bila sinar-X primer memiliki cukup energi, elektron pindah dari kulit yang di dalam menimbulkan kekosongan. Kekosongan ini menghasilkan keadaan atom yang tidak stabil. Apabila atom kembali pada keadaan stabil, elektron dari kulit luar pindah ke kulit yang lebih dalam dan proses ini menghasilkan energi sinar-X yang tertentu dan berbeda antara dua energi ikatan pada kulit tersebut. Emisi sinar-X dihasilkan dari proses yang disebut *X Ray Fluorescence (XRF)*. Proses deteksi dan analisa emisi sinar-X disebut analisa *XRF*. Pada umumnya kulit K dan L terlibat pada deteksi *XRF*. Sehingga sering terdapat istilah $K\alpha$ dan $K\beta$ serta $L\alpha$ dan

$L\beta$ pada XRF. Jenis spektrum *X-Ray* dari sampel yang diradiasi akan menggambarkan puncak - puncak pada intensitas yang berbeda (Viklund,2008). Gambar 3.3 menggambarkan prinsip pengukuran dengan menggunakan *X Ray Fluorescence (XRF)* (Gosseau, 2009).



Gambar 3.3 Prinsip Kerja XRF (*X-Ray Fluorescence*)

B. Tahap Analisis XRF (*X-Ray Fluorescence*)

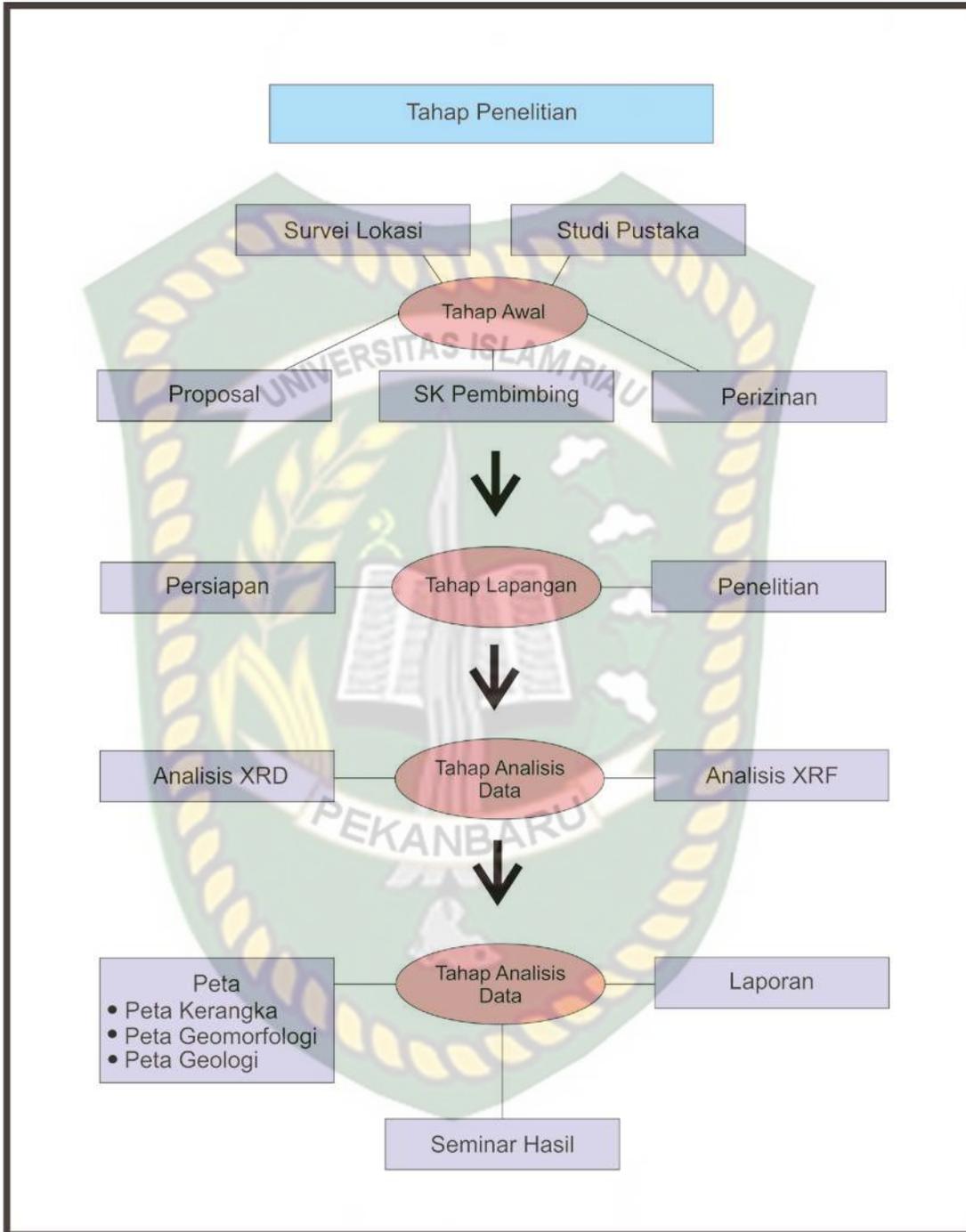
Tahapan analisis data XRD (*X-Ray Diffraction*) adalah sebagai berikut:

- Sampel batuan di ambil dari lapangan kemudian dilakukan analisis di laboratorium.

- Sampel yang akan di analisis di keringkan dengan menggunakan oven kemudian di panaskan kembali untuk mengurangi kadar air pada sampel.
- Kemudian sampel di giling menggunakan alat penggiling hingga menjadi serbuk. Setelah menjadi serbuk, sampel diletakan pada wadah sampel..
- Kemudian sampel *press* sebelum diletakkan dalam alat XRF untuk dilakukan analisis..
- Setelah diletakan dalam alat XRF maka di dapat hasil analisis kimia sampel

3.5 Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dimulai dari Tahap Awal yaitu melakukan survey lokasi penelitian, studi pustaka mengenai daerah penelitian dan yang berhubungan dengan hasil penelitian, membuat proposal, pembuatan SK pembimbing, dan terakhir perizinan. Kemudian pada Tahap Lapangan yaitu melakukan persiapan lapangan yang berkaitan dengan metode yang digunakan di lapangan dan pengambilan data lapangan. Tahap Analisis Data berkaitan dengan data XRD dan XRF yang di analisis di Laboratorium. Tahap Akhir yaitu pembuatan laporan, peta dan pelaksanaan seminar hasil. Diagram Alir Penelitian dapat dilihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Bab ini akan membahas secara rinci mengenai hasil penelitian dan hasil analisis data yang diperoleh di lapangan dan laboratorium yang menghasilkan informasi geologi meliputi aspek geomorfologi dan satuan batuan. Sedangkan data laboratorium diperoleh data berupa kandungan mineral kalsit dalam batugamping dari hasil analisis *XRD (X-Ray Diffraction)* dan kandungan unsur batugamping dari hasil analisis *XRF (X-Ray Fluorescence)* serta keterkaitan hasil analisis *XRD (X-Ray Diffraction)* dan *XRF (X-Ray Fluorescence)* dengan kualitas bahan baku semen.

4.1. Geologi Daerah Penelitian

Sub bab ini akan membahas mengenai kondisi geologi daerah penelitian yang meliputi aspek geomorfologi dan satuan batuan di daerah penelitian.

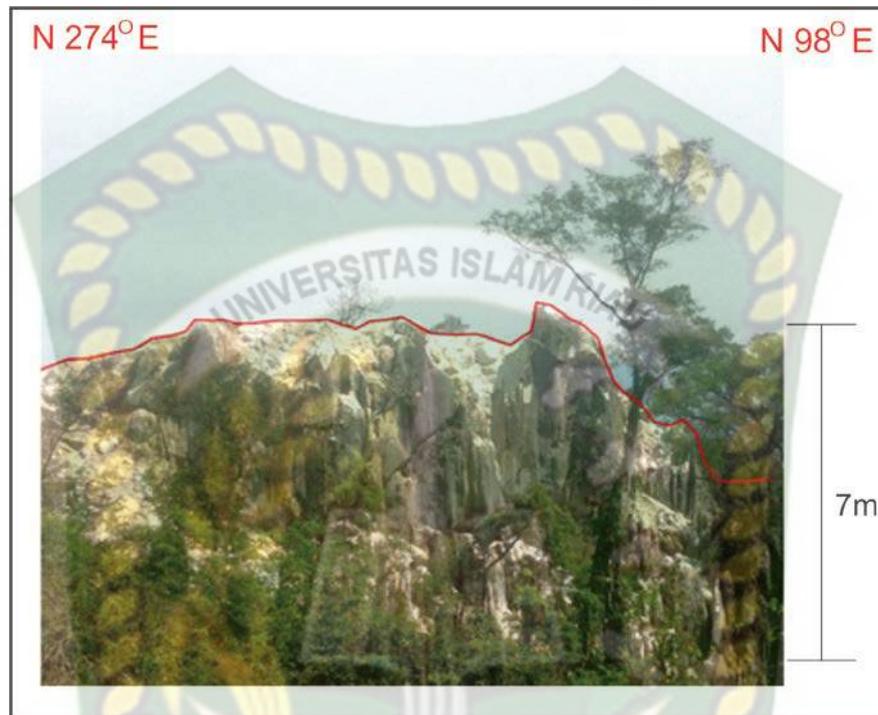
4.1.1 Geomorfologi

Geomorfologi pada daerah penelitian tidak sama dengan keadaan sebenarnya di lapangan. Hal ini dikarenakan daerah penelitian merupakan tambang terbuka yang masih aktif dalam skala yang besar sehingga terdapat perubahan kontur yang signifikan. Namun, beberapa ciri dari bentang alam masih dapat dilihat pada daerah tertentu.

Satuan geomorfologi di daerah penelitian yaitu berupa satuan geomorfologi perbukitan karst yang terdapat di bagian Utara, Timurlaut, Timur, Tenggara, Selatan, Baratdaya, Barat dan Baratlaut daerah penelitian dengan persentase sebaran 100%.

Mengacu pada teori dasar Van Zuidam (1985) dan Budi Brahmantyo Bando (2006) Satuan geomorfologi di daerah penelitian yaitu berupa satuan geomorfologi perbukitan karst. Bentang alam ini dicirikan dengan perbukitan yang menjulang tinggi dan terdapat hasil erosi serta pelarutan batugamping

sehingga membentuk punggung yang curam. Gambar 4.1 menunjukkan satuan geomorfologi perbukitan karst pada daerah penelitian.

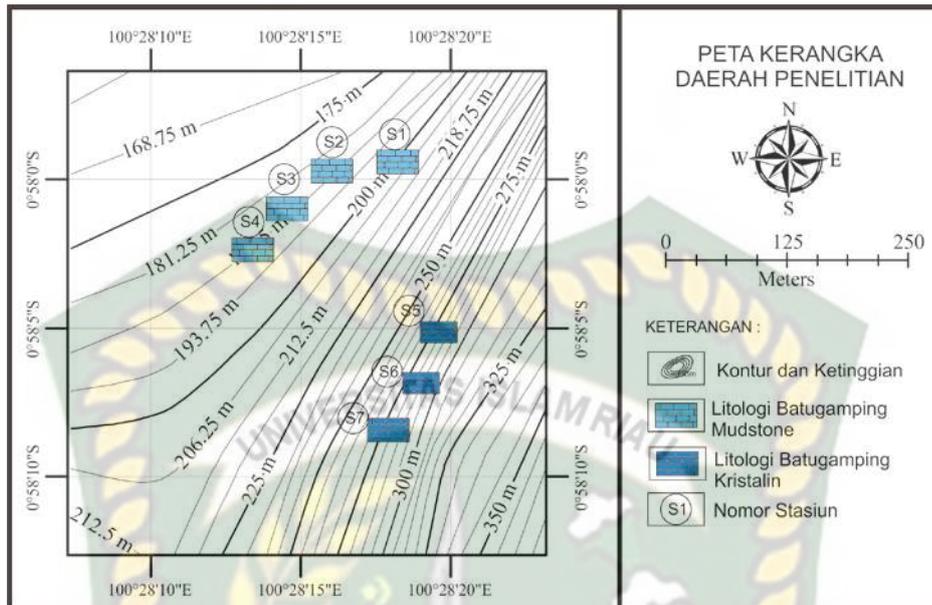


Gambar 4.1 Satuan geomorfologi perbukitan karst

Berdasarkan keputusan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral 1456.K/20/MEM/2000 tentang pedoman pengelompokan kawasan karst, kawasan karst di daerah penelitian merupakan kawasan karst kelas III yang dicirikan dengan tidak adanya dijumpai sungai bawah tanah, gua – gua karst, dan lorong karst bawah tanah sehingga pada daerah penelitian dapat dilakukan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi. Sedangkan pada kawasan karst kelas I dan kelas II merupakan kawasan lindung yang di larang untuk melakukan kegiatan eksplorasi dan eksploitasi.

4.1.2 Jenis Litologi

Pada daerah penelitian terdapat beberapa satuan batuan berupa satuan batugamping *mudstone* dan satuan batugamping *Kristalin*. Penamaan batuan tersebut didasarkan pada karakteristik batuan atau ciri fisik yang diamati di lapangan yaitu warna, besar butir, kemas, permeabilitas, kekompakan, kekerasan dan analisis petrografi. Gambar 4.2 peta kerangka daerah penelitian.



Gambar 4.2 Peta Kerangka Daerah Penelitian

4.1.2.1 Batugamping *mudstone*

a. Petrologi

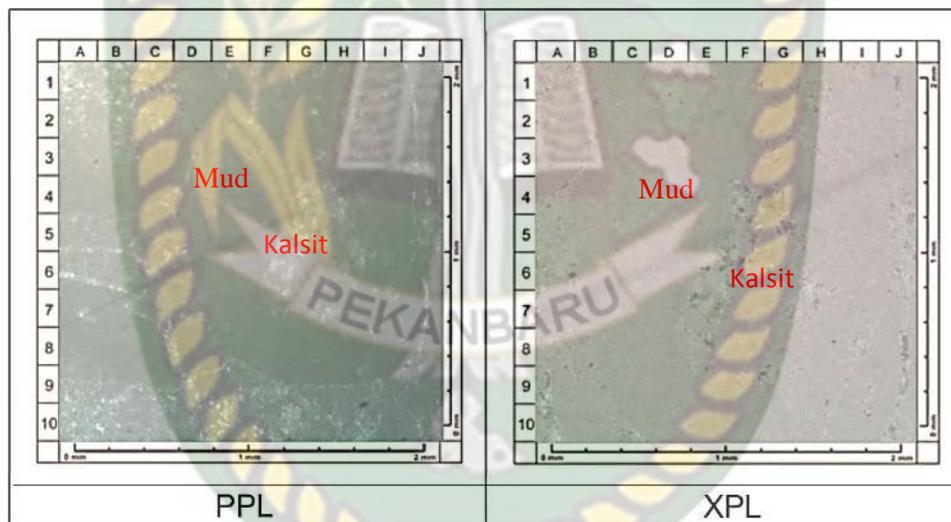
Batugamping yang terdapat di daerah penelitian termasuk dalam batugamping *mudstone*. Berdasarkan analisis petrologi maka diketahui litologi Batugamping *mudstone* ini memiliki ciri yaitu warna segar abu – abu keputihan, warna lapuk abu – abu, struktur massif, sifat karbonatan, kekerasan 3 (skala mohs), kemas tertutup, pemilahan baik, kekompakkan keras. Dapat dilihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Kenampakan jauh Batugamping *mudstone* dan kenampakan dekat Batugamping *mudstone*

b. Petrografi

Berdasarkan hasil analisis petrografi pada sampel S4 maka diketahui sayatan tipis litologi batuan ini didominasi oleh matriks jenis lumpur / *mud* (90%), dengan persentase butir < 5%. Komposisi mineral penyusun berupa mineral Kalsit (10%), diketahui warna PPL putih coklat keabuan, warna XPL abu-abu kelabu coklat, pleokrisma rendah hingga tidak ada, realif sedang hingga rendah, pemadaman paralel dan bentuk butir anhedral. Berdasarkan analisis tersebut, pemerian litologi ini dinamakan Batugamping *mudstone* pada daerah penelitian. Batugamping ini terendapkan pada lingkungan laut dangkal yang dipengaruhi oleh kenaikan muka air laut (*transgresi*) pada zona neritik Gambar 4.4 menunjukkan petrografi sayatan Batugamping *mudstone*.



Gambar 4.4 Kenampakkan Petrografi Nikol Silang sayatan Batugamping *mudstone*.
Kenampakkan Nikol Sejajar Sayatan Batugamping *mudstone*

4.1.2.2 Batugamping *Kristalin*

a. Petrologi

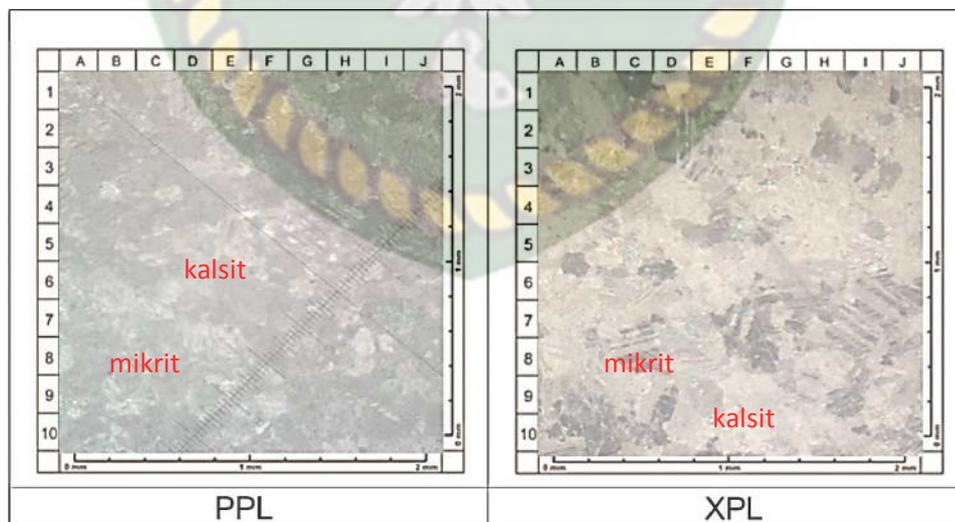
Batugamping yang terdapat di daerah penelitian termasuk dalam batugamping kristalin. Berdasarkan analisis petrologi maka diketahui litologi Batugamping *kristalin* ini memiliki ciri yaitu warna segar putih, warna lapuk abu – abu keputihan, struktur massif, bersifat karbonatan, tekstur kristalin, kemas tertutup, kekompakkan keras. Dapat dilihat pada gambar 4.5



Gambar 4.5 menunjukkan litologi Batugamping kristalin

b. Petrografi

Berdasarkan hasil analisis petrografi pada sampel S5 diketahui warna PPL putih keabuan, warna XPL coklat kehitaman, pleokrisma rendah hingga tidak ada, realif sedang hingga rendah, pemadaman paralel dan bentuk butir anhedral. Berdasarkan analisis tersebut, pemerian litologi ini dinamakan Batugamping kristalin. Gambar 4.6 menunjukkan petrografi sayatan Batugamping kristalin pada daerah penelitian.



Gambar 4.6 Kenampakkan Nikol Silang dan Nikol Sejajar Sayatan Batugamping kristalin

4.1.3 Kesebandingan Regional

Umur satuan batugamping mengacu kepada geologi regional yaitu berumur jura – kapur, satuan ini terendapkan pada lingkungan laut yang dipengaruhi oleh kenaikan muka air laut (*transgresi*) pada zona neritik.

Berdasarkan karakteristik batuan yang ditemukan maka dapat diketahui kesebandingan satuan batuan terhadap geologi regional daerah penelitian. Tabel 4.1 menunjukkan kesebandingan regional satuan Batugamping *mudstone* pada daerah penelitian.

Tabel 4.1 kolom kesebandingan regional daerah penelitian.

Parameter	Satuan Batugamping <i>mudstone</i>	Satuan Batugamping Jura (Kastowo, dkk 1973)
Ciri Litologi	Batugamping <i>mudstone</i> memiliki warna segar abu-abu keputihan, warna lapuk abu-abu, massif, kemas tertutup, pemilahan baik - sangat baik, permeabilitas sedang - buruk, kekompakkan agak keras - keras, bersifat karbonatan serta tersusun atas mineral kalsit.	Batugamping jura memiliki warna putih sampai kelabu kebiruan, kompak, diduga mengandung <i>hydrozoa milleporidium</i> dan <i>algae</i> .
Umur	Jura	Jura
Lingkungan Pengendapan	Laut	Laut

4.2 Hasil Analisis

Sub bab ini akan membahas mengenai hasil dari analisis batugamping *mudstone* dan batugamping *kristalin*. Tabel 4.2 memperlihatkan uji yang dilakukan pada setiap sampel.

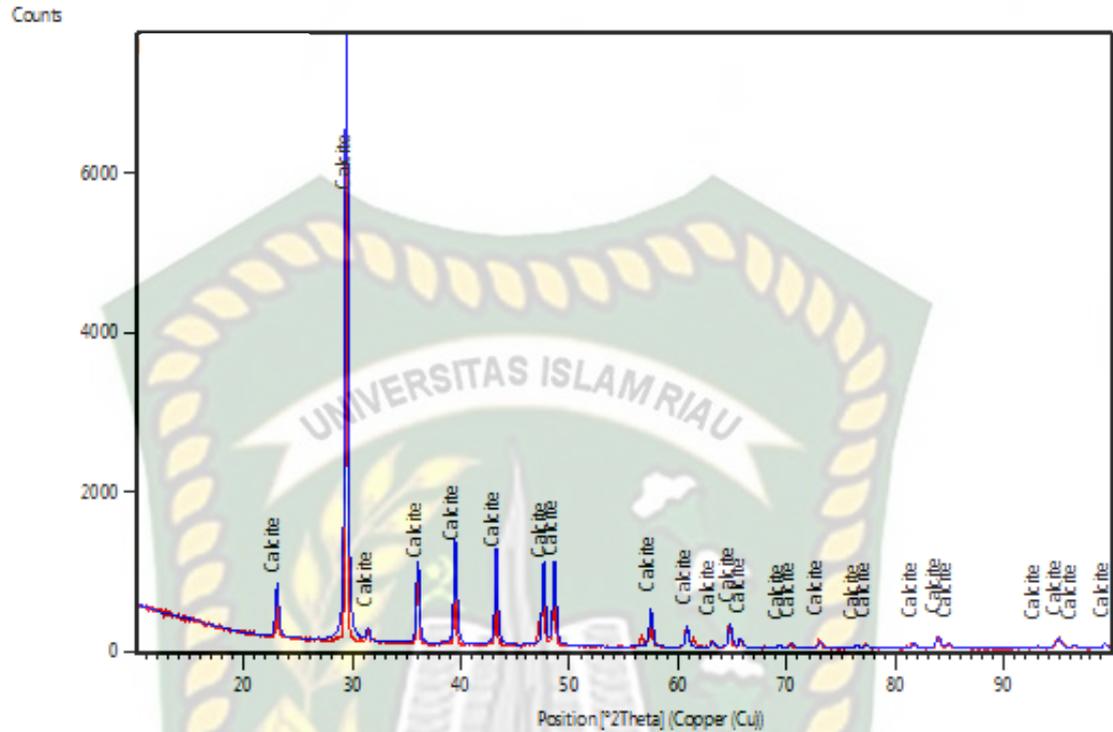
Tabel 4.2 Uji yang dilakukan pada setiap sampel.

Sampel	Lokasi	Jenis Litologi	Uji yang dilakukan
S1	Utara daerah penelitian	Batugamping <i>mudstone</i>	XRF
S2	Utara daerah penelitian	Batugamping <i>mudstone</i>	XRF
S3	Utara daerah penelitian	Batugamping <i>mudstone</i>	XRF
S4	Utara daerah penelitian	Batugamping <i>mudstone</i>	XRD & XRF
S5	Tenggara daerah penelitian	Batugamping <i>kristalin</i>	XRD & XRF
S6	Tenggara daerah penelitian	Batugamping <i>kristalin</i>	XRF
S7	Tenggara daerah penelitian	Batugamping <i>kristalin</i>	XRF

4.2.1 XRD (*X-Ray Diffraction*)

4.2.1.1 XRD Batugamping *mudstone*

Setelah data – data lapangan di dapatkan, kemudian dilakukan analisis data di laboratorium. Sampel yang dilakukan uji XRD (*X-Ray Diffraction*) yaitu sampel S4 yang mewakili beberapa sampel dengan jenis yang sama yaitu batugamping *mudstone*. Hasil analisis XRD (*X-Ray Diffraction*) berupa fasa kristal mineral yang terdapat dalam batugamping *mudstone*. Data hasil analisis diperoleh difraktogram seperti pada gambar 4.7. difraktogram yang dihasilkan berupa puncak – puncak intensitas (*peak*) sepanjang sudut 2θ dengan bentuk yang bervariasi.

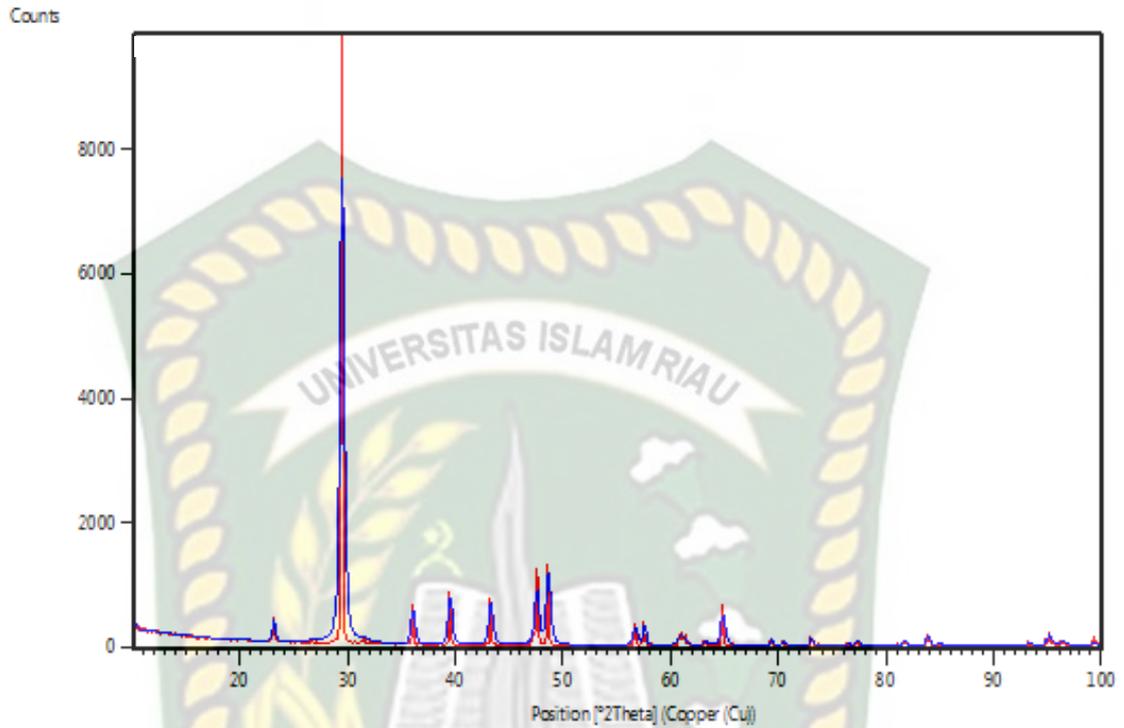


Gambar 4.7. Grafik XRD sampel batugamping *mudstone* dengan standar difraksi mineral kalsit (CaCO_3)

Berdasarkan gambar grafik XRD 4.7 menunjukkan bahwa jenis mineral yang terkandung dalam batugamping *mudstone* didominasi oleh mineral kalsit (CaCO_3). Nilai intensitas persentase mineral kalsit (CaCO_3) yaitu 87% dan mineral pengotor yaitu 13%.

4.2.1.2 XRD Batugamping Kristalin

Sampel yang dilakukan uji XRD (*X-Ray Diffraction*) yaitu sampel S5 yang mewakili beberapa sampel dengan jenis yang sama yaitu batugamping *kristalin*. Hasil analisis XRD (*X-Ray Diffraction*) berupa fasa kristal mineral yang terdapat dalam batugamping *kristalin*. Data hasil analisis menggunakan *X-Ray Diffraction* diperoleh difraktogram seperti pada gambar 4.8. difraktogram yang dihasilkan berupa puncak – puncak intensitas sepanjang sudut 2θ dengan bentuk yang bervariasi.



Gambar 4.8 Grafik XRD pada Sampel Batugamping *Kristalin*

Berdasarkan gambar grafik XRD 4.8 menunjukkan bahwa jenis mineral yang terkandung dalam batugamping *kristalin* adalah mineral kalsit (CaCO_3). Nilai intensitas persentase mineral kalsit (CaCO_3) yaitu 74% dan mineral pengotor yaitu 26%.

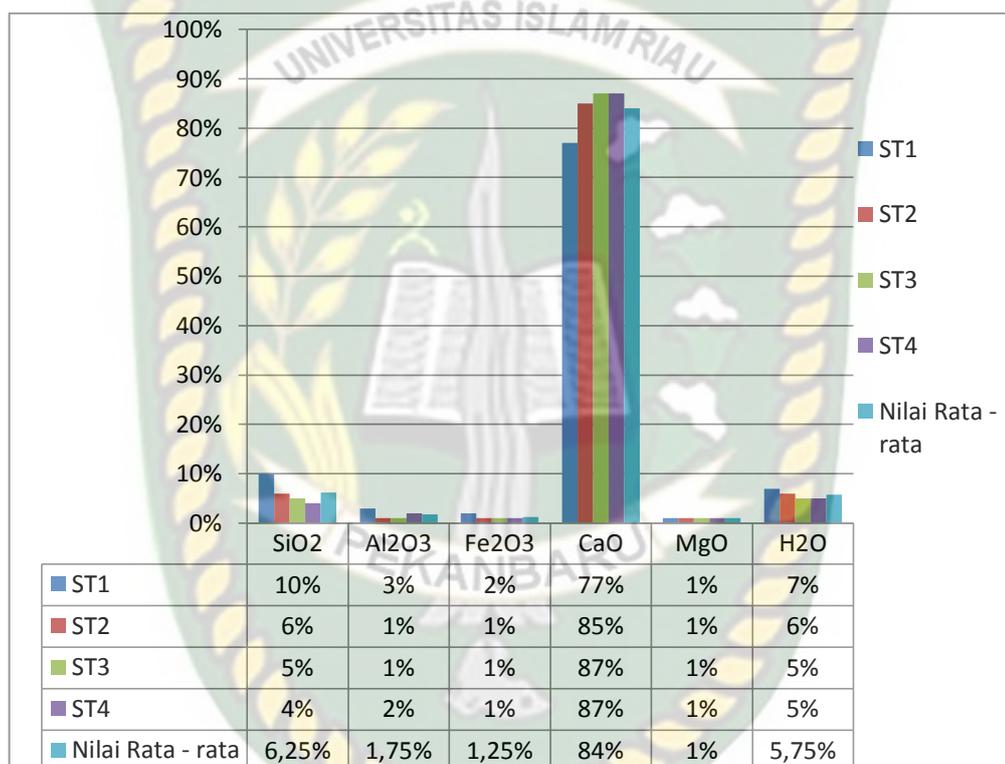
Tabel 4.3XRD Batugamping *mudstone* dan Batugamping *kristalin*

Nama Mineral	Nomor Sampel	Jenis Litologi	Nilai Persen Berat	Nilai Rata – rata
Kalsit	S04	Batugamping <i>Mudstone</i>	87%	80.5%
	S05	Batugamping <i>Kristalin</i>	74%	

4.2.2 XRF (X-Ray Fluorescence)

4.2.2.1 XRF Batugamping *mudstone*

Dari hasil analisis *XRF (X-Ray Fluorescence)* di dapat data berupa grafik yang menunjukkan kandungan unsur yang terdapat pada sampel batugamping *mudstone*. Unsur yang terdapat pada sampel batugamping *mudstone* yaitu SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , dan H_2O . Gambar 4.9 menunjukkan grafik hasil analisis *XRF (X-Ray Fluorescence)* sampel batugamping *mudstone*.

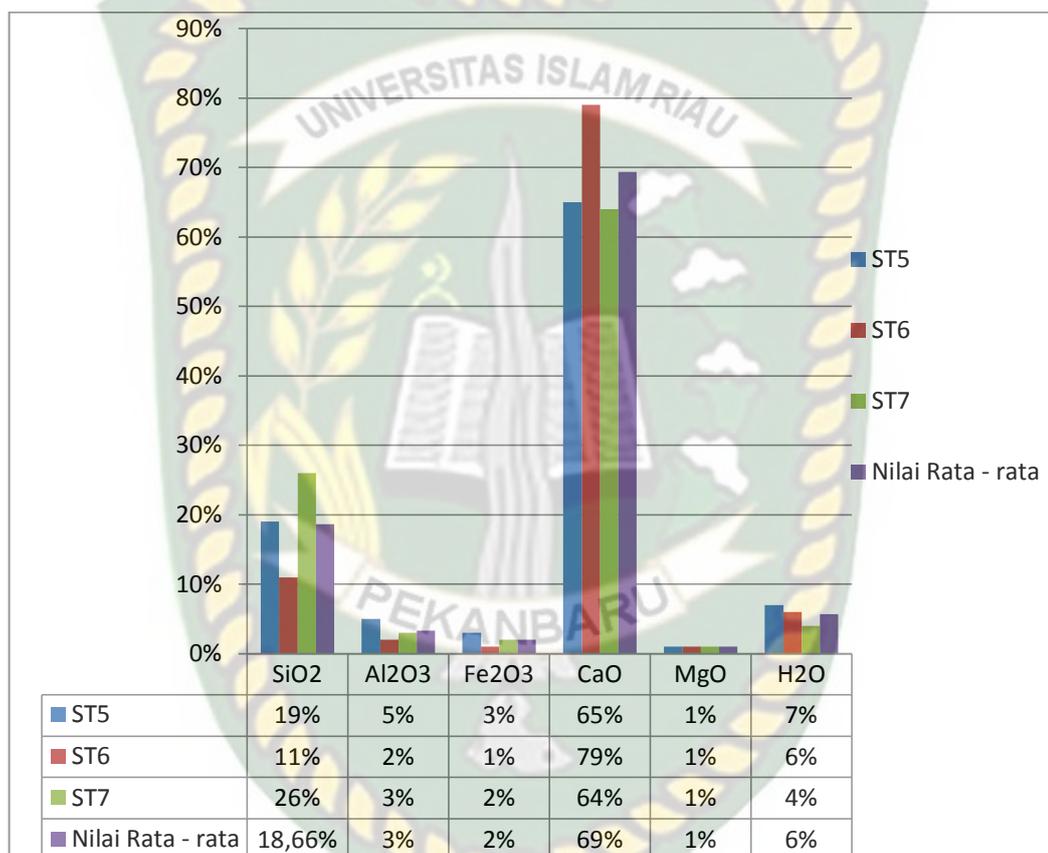


Gambar 4.9 Nilai persentase analisis *XRF* sampel batugamping *mudstone* daerah penelitian

Berdasarkan tabel dan grafik analisis *XRF (X-Ray Fluorescence)* diatas dapat dilihat bahwa kandungan CaO pada ke 4 sampel batugamping *mudstone* memiliki nilai rata – rata CaO 84%, SiO_2 6.25%, Al_2O_3 1.75%, Fe_2O_3 1.25%, MgO 1%, H_2O 5.75%. Pada grafik menunjukkan unsur yang paling banyak terdapat pada batu gamping *mudstone* yaitu CaO 84% dan unsur yang paling sedikit yaitu Fe_2O_3 1% dan MgO 1%.

4.2.2.2 XRF Batugamping Kristalin

Hasil analisis *XRF* (*X-Ray Fluorescence*) pada batugamping *kristalin* unsur yang terdapat yaitu SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , dan H_2O . Tabel 4.4 menunjukkan persentasi dari setiap unsur yang terdapat pada sampel batugamping *kristalin*. Gambar 4.10 menunjukkan grafik hasil analisis *XRF* (*X-Ray Fluorescence*) sampel batugamping *kristalin*.



Gambar 4.10 Nilai Persentase Analisis *XRF* Sampel Batugamping *Kristalin* Daerah Penelitian.

Berdasarkan tabel dan grafik analisis *XRF* (*X-Ray Fluorescence*) diatas dapat dilihat bahwa kandungan CaO pada ke 3 sampel batugamping *kristalin* memiliki nilai rata – rata CaO 69%, SiO_2 18.66%, Al_2O_3 3 %, Fe_2O_3 2%, MgO 1%, H_2O 6%. Pada grafik menunjukkan unsur yang paling banyak terdapat pada batugamping *kristalin* yaitu CaO 69% dan unsur yang paling sedikit yaitu MgO 1%.

4.3 Hubungan Jenis Batugamping dengan Kualitas Bahan Baku Semen

Sub bab ini akan membahas mengenai hubungan jenis batugamping dengan kualitas bahan baku semen yang ada di daerah penelitian Berdasarkan hasil analisis geokimia *XRD (X-Ray Diffraction)* dan *XRF (X-Ray Fluoresence)* maka dapat diketahui kualitas batugamping yang ada di daerah penelitian sebagai bahan baku pembuatan semen.

4.3.1 Berdasarkan Analisis *XRD (X-Ray Diffraction)*

Dari hasil analisis *XRD (X-Ray Diffraction)* di ketahui persentase kandungan mineral kalsit yang terdapat di batugamping daerah penelitian.

4.3.1.1 Kualitas Batugamping *mudstone*

Hasil analisis *XRD (X-Ray Diffraction)* menunjukkan persentase rata – rata kandungan mineral kalsit sebesar 87%. Dari nilai persentase tersebut maka batugamping *mudstone* di daerah penelitian telah memenuhi standar kualitas sebagai bahan baku semen dan memiliki kualitas yang baik untuk dijadikan bahan baku semen merujuk pada Duda 1976.

4.3.1.2 Kualitas Batugamping *Kristalin*

Hasil analisis *XRD (X-Ray Diffraction)* menunjukkan persentase rata – rata kandungan mineral kalsit sebesar 74%. Dari nilai persentase tersebut maka batugamping *kristalin* di daerah penelitian telah memenuhi standar kualitas sebagai bahan baku semen dan memiliki kualitas yang baik untuk dijadikan bahan baku semen merujuk pada Duda 1976.

Tabel 4.4 Kesebandingan Nilai Analisis Sampel dan Duda,1976

Batugamping	Unsur	Hasil Analisis Sampel	Duda, 1976
<i>Mudstone</i>	CaCO ₃	87%	50%
<i>Kristalin</i>	CaCO ₃	74%	50%

4.3.2 Berdasarkan Analisis *XRF* (*X-Ray Fluorescence*)

Dari hasil analisis *XRF* (*X-Ray Fluorescence*) di ketahui persentase unsur – unsur kimia yang terdapat pada batugamping di daerah penelitian yaitu SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SO_3 , dan H_2O .

4.3.2.1.1 Kualitas Batugamping *mudstone*

Hasil analisis *XRF* (*X-Ray Fluorescence*) menunjukkan persentase rata – rata unsur SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SO_3 , dan H_2O yang terdapat pada batugamping *mudstone* di daerah penelitian yaitu rata CaO 84%, SiO_2 6.25%, Al_2O_3 1.75%, Fe_2O_3 1.25%, MgO 1%, H_2O 5.75%. Dari nilai persentase tersebut maka batugamping *mudstone* di daerah penelitian telah memenuhi standar kualitas batugamping sebagai bahan baku semen dan memiliki kualitas yang baik untuk dijadikan bahan baku semen merujuk pada Duda 1976.

Tabel 4.5 Kesebandingan Nilai Analisis Sampel dan Duda,1976

Unsur	Hasil Analisis Sampel	Duda, 1976
SiO_2	6.25%	0,76 – 4,75%
Al_2O_3	1.75%	0,71 - 2%
Fe_2O_3	1.25%	0,36 – 1,47%
CaO ,	84%	49,8 – 55,6%

Semen yang dapat dihasilkan memiliki jenis yaitu semen *Portland* tipe I, semen *Portland* tipe II, semen *Portland* tipe III, semen *Portland* tipe V dan *Oil Well Cement*.

4.3.2.2 Kualitas Batugamping *Kristalin*

Hasil analisis *XRF* (*X-Ray Fluorescence*) menunjukkan persentase rata – rata unsur SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , SO_3 , dan H_2O yang terdapat pada batugamping *kristalin* di daerah penelitian rata – rata yaitu CaO 69%, SiO_2 18.66%, Al_2O_3 3%, Fe_2O_3 2%, MgO 1%, H_2O 6%. Dari nilai persentase tersebut maka batugamping *kristalin* di daerah penelitian telah memenuhi standar

kualitas batugamping sebagai bahan baku semen dan memiliki kualitas yang baik untuk dijadikan bahan baku semen merujuk pada Duda 1976.

Tabel 4.6 Kesebandingan Nilai Analisis Sampel dan Duda, 1976

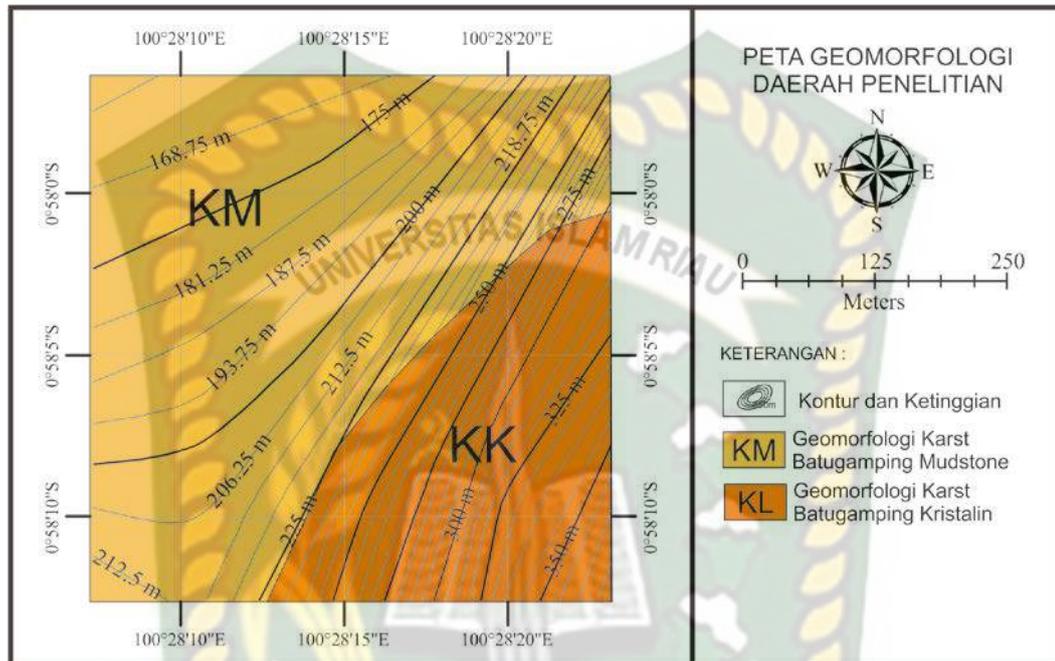
Unsur	Hasil Analisis Sampel	Duda, 1976
SiO ₂	18.66%	0,76 – 4,75%
Al ₂ O ₃	3%	0,71 - 2%
Fe ₂ O ₃	2%	0,36 – 1,47%
CaO,	69%	49,8 – 55,6%

Semen yang dapat dihasilkan memiliki jenis yaitu semen *Portland* tipe I, semen *Portland* tipe II, semen *Portland* tipe III, semen *Portland* tipe V dan *Oil Well Cement*. Pada hasil analisis tidak di hasilkan semen *Portland* tipe IV karena semen ini tidak tahan terhadap kenaikan suhu yang signifikan, apabila terjadi kenaikan suhu maka akan menimbulkan keretakan (*cracking*) dan kuat tekan semen ini juga rendah dibandingkan dengan semen *Portland* tipe I.

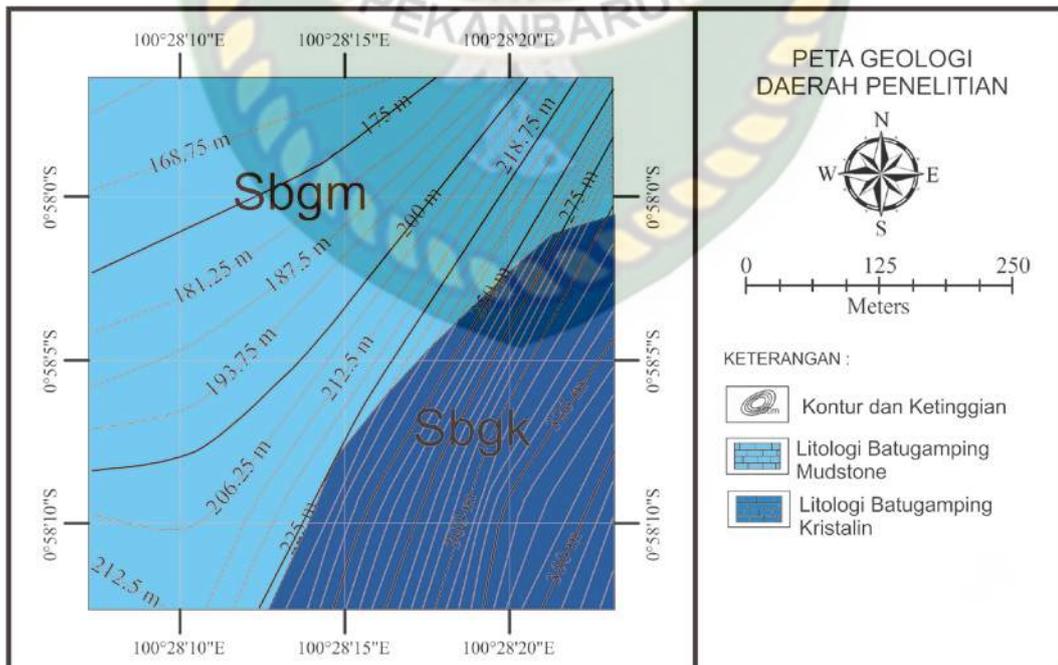
4.4 Hubungan Geomorfologi dan Geologi Daerah Penelitian dengan Kualitas Bahan Baku Semen

Kondisi geomorfologi dan geologi di daerah penelitian memiliki pengaruh terhadap kualitas bahan baku semen dimana sebagian dari daerah penelitian dipengaruhi oleh intrusi basalt yang berada di luar kapling penelitian sehingga merubah bentuk topografi di dekat daerah intrusi. Pada daerah yang terkena intrusi memiliki topografi yang tinggi dan curam dengan litologi yang dijumpai yaitu batugamping *kristalin*. Sedangkan pada daerah yang tidak terkena intrusi memiliki topografi yang tidak tinggi dan tidak curam dengan litologi yang dijumpai yaitu batugamping *mudstone*. Berdasarkan perbedaan topografi dan litologi tersebut maka kandungan kimia yang ada pada batugamping *mudstone* berbeda dengan batugamping *kristalin*. Dari analisis XRD (*X-Ray Diffraction*) dan XRF (*X-Ray Fluoresence*) diketahui bahwa batugamping *mudstone* memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan batugamping *kristalin*.

Gambar 4.11 merupakan peta geomorfologi daerah penelitian dan Gambar 4.12 merupakan peta geologi daerah penelitian.



Gambar 4.11 Peta Geomorfologi Daerah Penelitian



Gambar 4.12 Peta Geologi Daerah Penelitian

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan analisis geomorfologi dan jenis litologi, dari batugamping di daerah penelitian maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- Daerah penelitian memiliki satuan geomorfologi yaitu satuan Geomorfologi Karst.
- Jenis litologi yang terdapat pada daerah penelitian yaitu Batugamping *Mudstone* dan Batugamping *Kristalin* dimana batugamping ini merupakan salah satu bahan baku pembuat semen.

Setelah dilakukan analisis Geokimia yaitu *XRD (X-Ray Diffraction)* dan *XRF (X-Ray Fluorescence)* maka dapat diketahui bahwa kualitas batugamping sebagai bahan baku semen di daerah penelitian memiliki kualitas baik.

- Dari grafik hasil analisis *XRD (X-Ray Diffraction)* menunjukkan bahwa kandungan CaCO_3 pada Batugamping *Mudstone* yaitu 87%.
- Dari grafik hasil analisis *XRD (X-Ray Diffraction)* menunjukkan bahwa kandungan CaCO_3 pada Batugamping *Kristalin* yaitu 74%.
- Diagram *XRF (X-Ray Fluorescence)* pada Batugamping *Mudstone* menunjukkan nilai rata – rata unsur yaitu CaO 84%, SiO_2 6,25%, Al_2O_3 1,75%, Fe_2O_3 1,25%, MgO 1% dan H_2O 5,75% sehingga sangat baik untuk dijadikan bahan baku pembuat semen.
- Diagram *XRF (X-Ray Fluorescence)* pada Batugamping *Kristalin* menunjukkan nilai rata – rata unsur yaitu CaO 69%, SiO_2 18,66%, Al_2O_3 3%, Fe_2O_3 2%, MgO 1% dan H_2O 6% sehingga baik untuk dijadikan bahan baku pembuat semen.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM C 150-02a, *Standard Specification for Portland Cement*

Badan Standarisasi Nasional SNI 15-2049-2004, Semen Portland

Boggs Jr., S., 2006. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. Pearson Prentice Hall, New Jersey, 4th ed., 662h.

Bando., B. B. (2006). Klasifikasi Bentuk Muka Bumi (*Landform*) untuk Pemetaan Geomorfologi pada Skala 1 : 25.000. dan Aplikasinya untuk Penataan Ruang. *Jurnal Geoaplika* (2006), Volume 3, Nomor 2, hal. 071 – 078.

BS 12-1996, *Specification for Portland Cement*

Chris dan Pellant, H. 2010. Batu dan Mineral. Hal 24. PT BIP Kelompok Gramedia. Jakarta

Dickson, T., 1990. Carbonate Mineralogy and Chemistry dalam Tucker, M.E., Wright, V.P. and Dickson, J.A.D., eds. *Carbonate Sedimentology*, Oxford, Blackwell Science Ltd, 284-313.

Fitton, G., 1997, X-Ray fluorescence spectrometry, in Gill, R. (ed.), *Modern Analytical Geochemistry : An Introduction to Quantitative Chemical Analysis for Earth, Environmental and Material Scientists*: Addison Wesley Longman, UK.

<https://rieko.files.wordpress.com/2007/12/proses-pembuatan-semen-pada-pt-holcim-indonesia-tbk.pdf>

<https://psg.geologi.esdm.go.id/lexicon/index/838>

<https://id.scribd.com/doc/145007502/Cement-Engineers-Handbook-Labahn-Kohlhaas-hal-162>

<http://bgl.esdm.go.id/index.php/webgis>

L. G. Buchbinder and G. M. Friedman *Journal of Sedimentary Research* (1980) 50 (2): 395-407.

Peray, E, 1979, "Cement Manufacture's Handbook", Chemical Published Co.Inc.,
New York.

Principles of Sedimentology and Stratigraphy by Sam Boggs (1987-01-01)

Setyowati, I. 2008. Gamping. Hal 2, 35-38. PT Citra Aji Prama. Yogyakarta

Sukandarrumidi. 2009. Bahan Galian Industri. Universitas Gadjah Mada.
Yogyakarta.

W. H. Duda. Cement Data Book International Process Engineering in the Cement
Industry, 2nd edition. London: Macdonald & Evans. 1976.

W. H. Duda. Cement Data Book International Process Engineering in the Cement
Industry, 3rd edition. 1976.

[www. Semenpadang.co.id](http://www.Semenpadang.co.id)

