

**PEMANFAATAN BATU SABAK DI TARATAK DAMAR NAGARI
TALANG BABUNGO KABUPATEN SOLOK SEBAGAI BAHAN
BAKU DALAM INDUSTRI PEMBUATAN SEMEN**

SKRIPSI

diajukan sebagai salah satu syarat
dalam menyelesaikan program sarjana teknik pertambangan



**WIKE AFLIZA PUTRI
NIM. 2012/1206368**

**PROGRAM STUDI S1 TENIK PERTAMBANGAN
JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2017**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

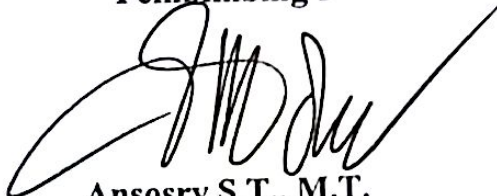
TUGAS AKHIR

Judul : Pemanfaatan Batu Sabak di Taratak Damar Nagari Talang
Babungo Kabupaten Solok Sebagai Bahan Baku Dalam
Industri Pembuatan Semen
Nama : Wike Afliza Putri
NIM : 1206368/2012
Program Studi : S1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : Teknik

Padang, Februari 2017

Disetujui oleh:

Pembimbing I



Ansosry S.T., M.T.
NIP:19730520 200012 1 001

Pembimbing II



Mulva Gusman S.T., M.T.
NIP:19740808 200312 1 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang



Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : Wike Afliza Putri

NIM : 1206368/2012

Dinyatakan lulus setelah mempertahankan skripsi di depan Tim Penguji
Program Studi S1 Teknik Pertambangan
Jurusan Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang
dengan judul

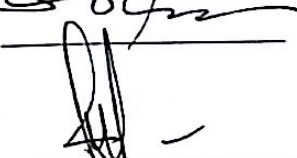
PEMANFAATAN BATU SABAK DI TARATAK DAMAR NAGARI TALANG BABUNGO KABUPATEN SOLOK SEBAGAI BAHAN BAKU DALAM INDUSTRI PEMBUATAN SEMEN

Padang, Februari 2017

Tim Penguji

1. Ketua : Ansosry S.T., M.T.
2. Sekretaris : Mulya Gusman S.T., M.T.
3. Anggota : Drs. Yunasril, M.Si.
4. Anggota : Dr. Rijal Abdullah, M.T.
5. Anggota : Fadhilah S.Pd., M.Si.

Tanda Tangan

1. 
2. 
3. 
4. 
5. 



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PERTAMBANGAN

Jl. Prof Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25131

Telephone: FT: (0751)7055644, 445118 Fax: 7055644

Homepage: <http://pertambangan.ft.unp.ac.id> E-mail: mining@ft.unp.ac.id

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Wike Apliza Putri
NIM/TM : 1206368 / 2012
Program Studi : S-1 Teknik Pertambangan
Jurusan : Teknik Pertambangan
Fakultas : FT UNP

Dengan ini menyatakan, bahwa Tugas Akhir/Proyek Akhir saya dengan Judul :

” PEMANFAATAN BATU SABAK DI TARATAK DAMAR NAGARI
TALANG BABUNGO KABUPATEN SOLOK SEBAGAI BAHAN BAKU
DALAM INDUSTRI PEMBUATAN SEMEN

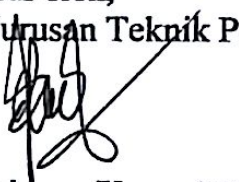
Adalah benar merupakan hasil karya saya dan bukan merupakan plagiat dari karya orang lain. Apabila suatu saat terbukti saya melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum dan ketentuan yang berlaku, baik di Institusi Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, ... Februari 2017

yang membuat pernyataan,

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Teknik Pertambangan


Drs. Raimon Kopa, M.T.
NIP. 19580313 198303 1 001



BIODATA



I. Data Diri

Nama Lengkap : Wike Afliza Putri
No. Buku Pokok : 1206368
Tempat/Tanggal Lahir : Kampung Batu Dalam/ 22 September 1994
Jenis kelamin : Perempuan
Nama Bapak : Alizar
Nama Ibu : Aflidarniwet
Jumlah Bersaudara : 3 (tiga) Orang
Alamat Tetap : Kampung Batu, Kecamatan Danau Kembar, Kabupaten Solok
Telp./HP : 081363943634

II. Data Pendidikan

Sekolah Dasar : SD Negeri 08 Kampung Batu
Sekolah Lanjutan Pertama : SMP UH Serambi Mekkah
Sekolah Lanjutan Atas : SMA Negeri 1 Gunung Talang
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Padang

III. Penelitian Skripsi

Nama Daerah Penelitian : Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kecamatan Hiliran Gumanti Kabupaten Solok
Judul Skripsi : Pemanfaatan Batu Sabak di Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kabupaten Solok Sebagai Bahan Baku Dalam Industri Pembuatan Semen.
Tanggal Sidang : 03 Februari 2017

Padang, Februari 2017

Wike Afliza Putri
1206368/2012

ABSTRAK

**Wike Afliza Putri: PEMANFAATAN BATU SABAK DI TARATAK DAMAR
NAGARI TALANG BABUNGO KABUPATEN SOLOK
SEBAGAI BAHAN BAKU DALAM INDUSTRI
PEMBUATAN SEMEN**

Jumlah penduduk dunia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, sehingga peningkatan akan kebutuhan semen dalam pembangunan dan konstruksi tidak dapat dihindarkan lagi. *Clay* sebagai bahan baku untuk pembuatan semen memiliki ketersediaan yang terbatas. Walaupun pada saat ini potensi *clay* Sumatera Barat masih ada, namun memiliki keterbatasan dalam jangka panjang. Sementara batu sabak yang secara genesanya adalah berasal dari batu lempung yang termetamorf dengan suhu dan tekanan yang tinggi, mengandung oksida Al_2O_3 yang dapat dijadikan bahan alternatif sebagai bahan pengganti *clay* dalam pembuatan semen.

Penelitian ini dilakukan di Daerah Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kecamatan Hiliran Gumanti, Kabupaten Solok. Pada penelitian ini, metode penelitian yang dilakukan adalah metode penelitian eksperimen. Sampel yang diambil berdasarkan singkapan yang ditemukan yang terdiri dari 5 titik. Masing-masing titik terdiri atas 2 sampel, yaitu sampel A (batu sabak di permukaan) dan sampel B (batu sabak dibawah permukaan). Sampel batu sabak B diambil pada kedalaman 50-100 cm dibawah sampel A.

Setelah batu sabak diuji menggunakan *X-ray fluorescence* (XRF) maka dapat disimpulkan bahwa batu sabak memiliki kandungan oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , dan MgO dan dapat dijadikan sebagai bahan alternatif pengganti *clay* dalam industri pembuatan semen dan dengan proporsi rata-rata batu sabak dan keadaan kering adalah 14.816% dan proporsi rata-rata batu sabak dan keadaan basah adalah 14.305%. Adapun biaya total untuk penggalian dan pemuatan serta pengangkutan batu sabak dari area penambangan ke *stockpile* yang berjarak 1,5 km adalah Rp. 7.280,84/ton.

Kata kunci: Batu Sabak, *Clay*, *X-ray fluorescence* (XRF), Taratak Damar. Biaya

ABSTRACT

Wike Afliza Putri: PEMANFAATAN BATU SABAK DI TARATAK DAMAR NAGARI TALANG BABUNGO KABUPATEN SOLOK SEBAGAI BAHAN BAKU DALAM INDUSTRI PEMBUATAN SEMEN

The human population grow rapidly every year and so is the needs of cement as a material for constructions. Clay as a raw material for cement production has limited stocks. Although there's still clay's potential in West Sumatera right now, but it will reach it's limit eventually. However, the slate which originally formed by high temperature metamorphed clay stone contains Al_2O_3 oxide. That kind of slate can be used as an alternative material to replace clay in producing cement.

This research took place in Taratak Damar Talang Babungo, Hilir Gumanti, Solok District. The method used in this research was experiment research method. Samples taken based on outcrop which consist 5 points. Each point had 2 samples, they were sample A (slate in the surface) and sample B (slate in subsurface). The slate in sample B taken at 500-100 cm right below sample A.

The conclusion of this research after the slate being examined by X-ray fluorescence (XRF) were the slate contained oxide SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , dan MgO , so that the slate can be used as an alternative material to replace clay in cement production. The average proportion of dry slate was 14.816% and damp slate was 14.305%. And the total costs for mining, loading, and carriage from the mining spot to stockpile with 1,5 km distance were IDR 7.280,84/ton.

Keywords: Slate, Clay, X-ray fluorescence (XRF), Taratak Damar. Cost

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian skripsi yang berjudul ***“Pemanfaatan Batu Sabak Di Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kabupaten Solok Sebagai Bahan Baku Dalam Industri Pembuatan Semen ”***. Laporan penelitian ini disusun sebagai salah satu syarat penyelesaian skripsi pada Fakultas Teknik Program Studi S1 Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang.

Penulis juga mengucapkan terimakasih banyak atas semua fasilitas, bantuan, bimbingan dan saran yang telah penulis terima kepada:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan do’a dan dorongan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Praktek Lapangan Industri ini.
2. Bapak Drs. Raimon Kopa, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
3. Bapak Ansosry S.T., M.T dan Bapak Mulya Gusman,S.T., M.T selaku dosen pembimbing skripsi yang telah mengarahkan penulis sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Ibuk Fadhillah, S.Pd., M.Si selaku Penasehat Akademis yang telah membimbing selama perkuliahan.
5. Bapak Heri Prabowo, S.T., M.T selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

6. Dosen (staf pengajar) dan karyawan Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
7. Bapak Agus Halim selaku staf di bidang Geologi di kantor Energi dan Sumber Daya Mineral Kabupaten Solok yang telah membimbing penulis selama berada di lapangan di daerah Taratak Damar Nagari Talang Babungo dan memberikan banyak pelajaran dan masukan kepada penulis.
8. Bapak Zulfatriadi selaku Wali Nagari Talang Babungo yang telah mengarahkan serta membimbing penulis selama berada di Nagari Talang Babungo.
9. Ibuk Ike Evy Wiyana selaku pembimbing penulis selama penelitian di PT. Semen Padang yang telah memberikan pelajaran, masukan, dan nasehat kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Seluruh karyawan PT.Semen Padang yang telah membantu penulis saat melakukan penelitian dan dalam menyelesaikan laporan penelitian ini.
11. M. Prasetya Fauzi yang telah membantu banyak dalam penelitian ini.
12. Yana Rahmawati, Nina Muslimah, Erni Fitri Rosita, Monalisa, Windi Silvia, Syafril Maidi, Asrar Halim, Deni Syahputra, Sandi Amanda, Muhammad Irvan, Zhilla Rahim, dan Kak Azed yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis.
13. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Pertambangan Universitas Negeri Padang yang terkhusus angkatan 2012 dan rekan seperjuangan selama berada di lapangan. Kepada dosen pengajar yang telah mengarahkan materi kepada penulis.

14. Seluruh pihak-pihak yang tulisannya penulis kutip dalam pembahasan dan tinjauan pustaka penelitian ini.

Skripsi ini disusun berdasarkan pengamatan di lapangan, diskusi, dan studi literatur yang relevan terhadap topik yang dibahas dalam praktek lapangan industri.

Penulis juga menyadari bahwa dalam proses penulisan, skripsi ini masih belum sempurna baik materi maupun tulisannya. Oleh karena itu, penulis mohon kritik dan saran yang sifatnya membangun dalam penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan komponen yang terkait dalam kependidikan untuk kemajuan ilmu pengetahuan.

Padang, Februari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
 BAB I. PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian.....	6
 BAB II. KAJIAN TEORI	 7
A. Deskripsi Perusahaan	7
1. Sejarah Kabupaten Solok	7
2. Geografi dan Topografi	8
3. Iklim dan Curah Hujan	11
4. Geologi	12
B. Kajian Teoritis.....	15
1. Batu Sabak	15
2. Semen	15
3. Raw Mix	26
4. Uji <i>X-ray fluorescence (XRF)</i>	29
5. Produktifitas Alat Gali Muat dan Angkut beserta Biayanya.....	30
C. Kerangka Konseptual Penulisan	34
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	 37
A. Metode Penelitian	37
B. Teknik Pengumpulan Data.....	37
C. Teknik Analisa dan Pengolahan Data	39
D. Populasi dan Sampel Penelitian.....	40
E. Lokasi Penelitian	41
D. Bagan Alir Penelitian.....	41
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	 43
A. Kegiatan Pengambilan Sampel	43
1. Tahap Persiapan	43
2. Tahap Penyelidikan Lapangan	44

B. Hasil Penyelidikan	45
1. Kondisi Daerah Penelitian.....	45
2. Deskripsi Singkapan.....	46
3. Teknik Pengambilan Sampel.....	47
4. Analisis Laboratorium.....	47
C. Analisis Hasil (Pembahasan)	51
1. Produktifitas Alat dan Biaya Penggalan dan Pemuatan serta Biaya Angkut Batu Sabak	51
2. Hasil <i>X-ray fluorescence</i> (XRF).....	57
3. Simulasi Raw Mix.....	59
BAB V. PENUTUP.....	75
A. Kesimpulan	75
B. Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA.....	77
LAMPIRAN.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah	9
Gambar 2. Proses Pembuatan Semen	16
Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Semen	17
Gambar 4. Aliran Material dan Gas di Sistem Rotary Kiln.....	24
Gambar 5. <i>Cement Mill</i>	25
Gambar 6. X-Ray Fluoresensi (XRF).....	29
Gambar 7. Kerangka Konseptual.....	36
Gambar 8. Bagan Alir Penelitian.....	42
Gambar 9. Alat-Alat Pekerjaan.....	44
Gambar 10. Singkapan Batu Sabak	46
Gambar 11. Kegiatan Pengambilan Sampel	47
Gambar 12. <i>Jaw Crusher</i>	48
Gambar 13. Timbangan	48
Gambar 14. <i>Grinding Mill</i>	49
Gambar 15. <i>Pressing Equipment</i>	49
Gambar 16. <i>X-Ray Fluorescence (XRF)</i>	50
Gambar 17. Seperangkat Komputer	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Potensi Batu Sabak di Kabupaten Solok Tahun 2012.....	2
Tabel 2. Oksida-oksida Batu Sabak (<i>Slate</i>) Berdasarkan Uji XRF	3
Tabel 3. Standar Internal Raw Material di PT.Semen Padang.....	4
Tabel 4. Skor Intensitas Hujan	11
Tabel 5. Swell Factor Material	31
Tabel 6. Produksi Alat Gali Muat	52
Tabel 7. Produksi Alat Gali Angkut.....	53
Tabel 8. Owning Cost Alat Gali Muat Per Jam.....	53
Tabel 9. Operating Cost Alat Gali Muat Per Jam	54
Tabel 10. Owning Cost Alat Angkut Per Jam	55
Tabel 11. Operating Cost Alat Angkut Per Jam.....	56
Tabel 12. Oksida-Oksida Batu Sabak Berdasarkan Uji XRF Sebagai Pengganti <i>Clay</i>	57
Tabel 13. Oksida-Oksida Batu Sabak Berdasarkan Uji XRF Sebagai Pengganti Silika.....	58
Tabel 14. Material dan Komposisi Bahan Baku Pembuatan Semen Pada Sampel Titik 1A	59
Tabel 15. Modulus Faktor Masing-Masing Material Pada Titik 1A.....	60
Tabel 16. Delta Modulus Faktor Masing-Masing Material Pada Titik 1A ...	60
Tabel 17. Proporsi Dry Base Masing-Masing Material Pada Titik 1A.....	63
Tabel 18. Proporsi Wet Base Masing-Masing Material Pada Titik 1A.....	64
Tabel 19. Simulasi Raw Mix Disain Batu Sabak Pada Sampel Titik 1A.....	65
Tabel 20. Simulasi Raw Mix Disain Batu Sabak Pada Sampel Titik 1B.....	66
Tabel 21. Simulasi Raw Mix Disain Batu Sabak Pada Sampel Titik 2A.....	67
Tabel 22. Simulasi Raw Mix Disain Batu Sabak Pada Sampel Titik 2B.....	68
Tabel 23. Simulasi Raw Mix Disain Batu Sabak Pada Sampel Titik 3A.....	69
Tabel 24. Simulasi Raw Mix Disain Batu Sabak Pada Sampel Titik 3B.....	70
Tabel 25. Simulasi Raw Mix Disain Batu Sabak Pada Sampel Titik 4A.....	71
Tabel 26. Simulasi Raw Mix Disain Batu Sabak Pada Sampel Titik 4B.....	72
Tabel 27. Simulasi Raw Mix Disain Batu Sabak Pada Sampel Titik 5A.....	73
Tabel 28. Simulasi Raw Mix Disain Batu Sabak Pada Sampel Titik 5B.....	74
Tabel 29. Proporsi Rata-rata Batu Sabak dalam Persen.....	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran A. Peta Topografi Kabupaten Solok.....	80
Lampiran B. Peta Geologi Kecamatan Hiliran Gumanti	81
Lampiran C. Spesifikasi Alat Gali dan Muat.....	82
Lampiran D. Perhitungan Produksi Alat Gali Muat dan Angkut.....	84
Lampiran E. <i>Bucket Fill Factor (k)</i>	86
Lampiran F. Waktu Kerja Efektif Mekanis.....	87
Lampiran G. <i>Cycle Time</i> Alat Mekanis	88
Lampiran H. Perhitungan Biaya Depresi, Bunga, Pajak, dan Depresiasi Alat	89
Lampiran I. Biaya Pemakaian Bahan Bakar	91
Lampiran J. Biaya Minyak Pelumas.....	92
Lampiran K. Biaya Ganti Ban dan <i>Track</i>	94
Lampiran L. Biaya Filter	95
Lampiran M. Biaya Reparasi dan Pemeliharaan Alat Mekanis.....	96
Lampiran N. Upah Operator	97
Lampiran O. Simulasi Raw Mix Disain Batu Sabak Sebagai Pengganti Silika.....	98

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Di era globalisasi ini, populasi manusia atau jumlah penduduk dan pembangunan semakin pesat. Jumlah penduduk dunia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, sehingga peningkatan akan kebutuhan semen dalam pembangunan dan konstruksi tidak dapat dihindarkan lagi.

Semen dianggap sebagai kebutuhan pokok pembangunan manusia modern, sehingga menjadi sesuatu yang mutlak. Oleh karena itu, hampir semua hal pengembangan dalam dunia konstruksi dan pembangunan membutuhkan semen guna memperkuat suatu bangunan di samping ketersediaan dan penggunaan bahan baku semen sendiri itu meningkat.

PT. Semen Padang adalah perusahaan semen yang berdiri sejak tahun 1910 yang dibuka pertama kali oleh Belanda. Perusahaan ini sekarang mampu memproduksi semen 6.000.000 ton pertahun (PT. Semen Padang, 2016). Dalam pembuatan semen, PT. Semen Padang membutuhkan bahan baku berupa batu kapur (*limestone*), *clay*, pasir silika, dan pasir besi.

Clay sebagai bahan baku untuk pembuatan semen memiliki ketersediaan yang terbatas. Walaupun pada saat ini potensi *clay* Sumatera Barat masih ada, namun memiliki keterbatasan dalam jangka panjang. Sementara batu sabak yang secara genesanya adalah berasal dari batu lempung yang termetamorf dengan suhu dan tekanan yang tinggi, mengandung oksida Al_2O_3 yang dapat

dijadikan bahan alternatif sebagai bahan pengganti *clay* dalam pembuatan semen.

Oleh karena itu, peneliti berkeinginan untuk melakukan penelitian terhadap bahan baku semen, dalam hal ini batu sabak sebagai pengganti *clay* yang ketersediaannya di daerah Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kecamatan Hiliran Gumanti, Kabupaten Solok cukup banyak.

Berdasarkan data Dinas Pertambangan dan Energi Pemerintah Kabupaten Solok, Sumatera Barat pada tahun 2012, teridentifikasi potensi sumber daya batu sabak dalam jutaan m³ di Bukit Sago, Sibua-bua Nagari Salimpat Kecamatan Lembah Gumanti serta daerah lainnya seperti Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kecamatan Hiliran Gumanti dan Kapujan, Tapak Kudo Kecamatan Payung Sekaki.

Tabel 1. Potensi Batu Sabak di Kabupaten Solok Tahun 2012

Lokasi	Koordinat (BT)	Koordinat (LS)	Luas Penyebaran (Ha)	Sumberdaya
Jorong Sibubua Nagari Salimpat	100°50'18,00''	001°05'17,00''	62,5	Hipotetik 7.812.500 ton
Taratak Damar Nagari Talang Babungo	100°53'01,20''	001°06'30,90''	800	Hipotetik 16.000.000 m ³
Kapujan, Tapak Kudo	100°12'10,00'' 100°13'18,00''	000°10'18,00'' 000°42'39,00''	13.213	Hipotetik 18.237.000.000 ton

Sumber : Dinas Pertambangan dan Energi Pemerintah Kabupaten Solok (2012)

Di daerah Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kabupaten Solok tercatat bahwasanya potensi yang dimilikinya secara hipotetik sekitar 16.000.000 m³. Dengan potensi yang besar dan belum adanya pemanfaatan terhadap batu sabak ini, peneliti berkeinginan untuk menjadikan bahan galian batu sabak di daerah Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kabupaten Solok

sebagai tempat penelitian dalam alternatif memanfaatkan batu sabak sebagai bahan baku dalam industri pembuatan semen.

Batu Sabak (*slate*) merupakan batuan metamorf halus, *foliated*, homogen, berasal dari batuan serpih berjenis batu sedimen yang terdiri dari tanah liat atau abu vulkanik melalui metamorphism daerah kelas rendah (Hudson, Kenneth., 1972). Batu sabak dengan nilai kekerasan 3-4 skala mohs yang genesanya dari batuan lempung serta komposisi kimia pembentukannya yang dinilai memenuhi kriteria sebagai bahan pencampur *Raw Mix* khususnya di *feeder clay* mampu mengatasi krisis cadangan *clay* yang saat ini melanda industri pembuatan semen. Potensi dan penyebaran dari batu sabak di kawasan Sumatera Barat pun cukup menjanjikan khususnya di wilayah Kabupaten Solok.

Pengujian terhadap batu sabak di daerah Jorong Sibubua Nagari Salimpat Kabupaten Solok dijadikan bahan baku dalam industri semen juga pernah dilakukan pada tahun 2015. Dalam pengujian tersebut, daerah yang memiliki dua bukit yang sama-sama memiliki batu sabak teridentifikasi layak untuk dijadikan sebagai bahan baku pengganti *feeder clay* dalam industri pembuatan semen. Berikut adalah nilai masing-masing batu sabak di kedua bukit yang telah dilakukan uji *X-ray fluorescence* (XRF):

Tabel 2. Oksida-oksida Batu Sabak (*Slate*) Berdasarkan Uji XRF

No.	Oksida	Bukit A (%)	Bukit B (%)
1	SiO ₂	69,98	64,35
2	Al ₂ O ₃	15,15	19,26
3	Fe ₂ O ₃	3,69	3,65
4	CaO	1,36	1,85
5	MgO	1,26	1,42

Sumber: Fikriansyah Ersyad, dkk (2015)

Dalam pengolahan semen, PT.Semen Padang pun memiliki standar oksida sebagai acuannya. Berikut standar oksida-oksida yang dimiliki PT.Semen Padang.

Tabel 3. Standar Internal Raw Material di PT.Semen Padang

	CaO (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	H ₂ O (%)
Limestone	48 min	10 maks	1.9 maks	1,4 maks	6 maks
Silika	12,5 maks	65 min	15 maks	7,4 maks	12 maks
Clay	4,5 maks	49 max	27 min	19,5 maks	37 maks
Iron Sand	5,4 maks	28 max	7,8 maks	45 min	10 maks

Sumber: PT.Semen Padang

Dari Tabel 2 dan Tabel 3 menunjukkan batu sabak di kedua Bukit A dan Bukit B yang telah diuji *X-ray fluorescence* (XRF) memiliki kandungan oksida diatas standar yang dimiliki PT. Semen terkhususnya *clay*. Hal ini membuktikan batu sabak di daerah jorong Sibubua Nagari Salimpat berpotensi dapat menggantikan *clay* sebagai bahan baku pembuatan semen.

Dari latar belakang, peneliti tertarik untuk meneliti lebih dalam mengenai batu sabak di daerah Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kabupaten Solok sebagai bahan baku dalam industri pembuatan semen.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Belum adanya penanganan atau pemanfaatan dari batu sabak yang ada di daerah Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kabupaten Solok, sementara yang telah diteliti ada di daerah Jorong Sibubua Nagari Salimpat, Kecamatan Lembah Gumanti.
2. Belum dilakukannya pengujian terhadap batu sabak di daerah Taratak Damar

Nagari Talang Babungo Kabupaten Solok dengan pengujian *X-ray fluorescence* (XRF)

3. Berapa proporsi batu sabak yang tepat untuk menggantikan atau sebagai bahan tambahan dalam *Raw Mix* ?
4. Berapa biaya penggalian dan pengangkutan batu sabak dari *stockpile* ke area tambang?

C. Batasan Masalah

Karena keterbatasan waktu dan keadaan, maka penulis membatasi penelitian sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di daerah Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kabupaten Solok
2. Pengujian dalam menentukan kandungan kimia batu sabak dilakukan dengan pengujian *X-ray fluorescence* (XRF)
3. Mencari biaya penggalian dan pengangkutan batu sabak dari *stockpile* ke area tambang.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah yang sudah dibahas di atas maka penulis merumuskan permasalahan yaitu:

1. Bagaimana kandungan kimia Batu Sabak (*Slate*)?
2. Bagaimana proporsi Batu Sabak (*Slate*) yang bisa dimanfaatkan dalam proses *Raw Mix* pengolahan semen sebagai pengganti *clay*?
3. Berapa biaya penggalian dan pengangkutan batu sabak dari *stockpile* ke area tambang?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengidentifikasi kandungan kimia Batu Sabak (*Slate*).
2. Menghitung proporsi Batu Sabak (*Slate*) yang bisa dimanfaatkan dalam proses *Raw Mix* pengolahan semen sebagai pengganti *clay*.
3. Mencari biaya penggalian dan pengangkutan batu sabak dari *stockpile* ke area tambang.

F. Manfaat Penelitian

Adapun beberapa manfaat yang diperoleh setelah melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mempelajari secara langsung genesa (proses terbentuk), sifat fisik dan kimia dan melakukan pengujian kandungan kimia Batu Sabak (*Slate*). Sehingga pengembangan analisa akan lebih optimal bagi peneliti yang hendak berkecimpung dengan Batu Sabak (*Slate*).
2. Menjadi rekomendasi data bagi Pemerintah (Dinas Pertambangan Kabupaten Solok) dalam melakukan promosi potensi sumber daya alam yang dimilikinya dan menjadi modal untuk mendapatkan investor.
3. Menjadi rekomendasi untuk menentukan bahan alternatif bagi Pengolahan Semen (PT. Semen Padang) dalam memenuhi kebutuhan produksi semen.

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Deskripsi Perusahaan

1. Sejarah Kabupaten Solok

Kabupaten Solok, sebuah wilayah pemerintahan di Propinsi Sumatera Barat yang terletak pada posisi antara 01° 20'27"-01° 21'39" Lintang Selatan dan 100° 25'00'-100° 33'43' Bujur Timur. Secara legal formal, Kabupaten Solok dibentuk berdasarkan Undang-undang Nomor 12 Tahun 1956 tentang Pembentukan Daerah Otonom Kabupaten dalam Lingkungan Daerah Propinsi Sumatera Tengah. Pada saat itu, Kabupaten Solok terdiri dari 12 wilayah kecamatan, 247 desa dan 6 kelurahan.

Pada tahun 1970, ibukota Kabupaten Solok berkembang dan ditetapkan menjadi sebuah kotamadya dengan nama Kotamadya Solok. Berubah statusnya Ibukota Kabupaten Solok menjadi sebuah wilayah pemerintahan baru tidak diiringi sekaligus dengan pemindahan ibukota ke lokasi baru. Pada tahun 1979 Kabupaten Solok baru melakukan pemindahan pusat pelayanan pemerintahan dari Kota Solok ke Koto Baru Kecamatan Kubung namun secara yuridis Ibukota Kabupaten Solok masih tetap Solok.

Pada akhir tahun 2003, Kabupaten Solok kembali dimekarkan menjadi dua kabupaten yaitu Kabupaten Solok dan Kabupaten Solok Selatan. Pemekaran ini dilakukan berdasarkan Undang-undang Nomor 38 tahun 2003 dan menjadikan luas wilayah Kabupaten Solok berkurang menjadi 3.738 Km². Pemekaran inipun berdampak terhadap pengurangan jumlah

wilayah administrasi Kabupaten Solok menjadi 14 Kecamatan, 74 Nagari dan 403 Jorong.

2. Geografi dan Topografi

Secara geografis letak Kabupaten Solok berada antara $01^{\circ} 20' 27''$ dan $01^{\circ} 2' 39''$ Lintang Selatan dan $100^{\circ} 25' 00''$ dan $100^{\circ} 33' 43''$ Bujur Timur dengan luas wilayahnya 3.738 m^2 dan topografi wilayah sangat bervariasi antara dataran, lembah dan berbukit-bukit dengan ketinggian antara 329 meter – 1 458 meter di atas permukaan laut.

Batas-batas wilayah Kabupaten Solok adalah :

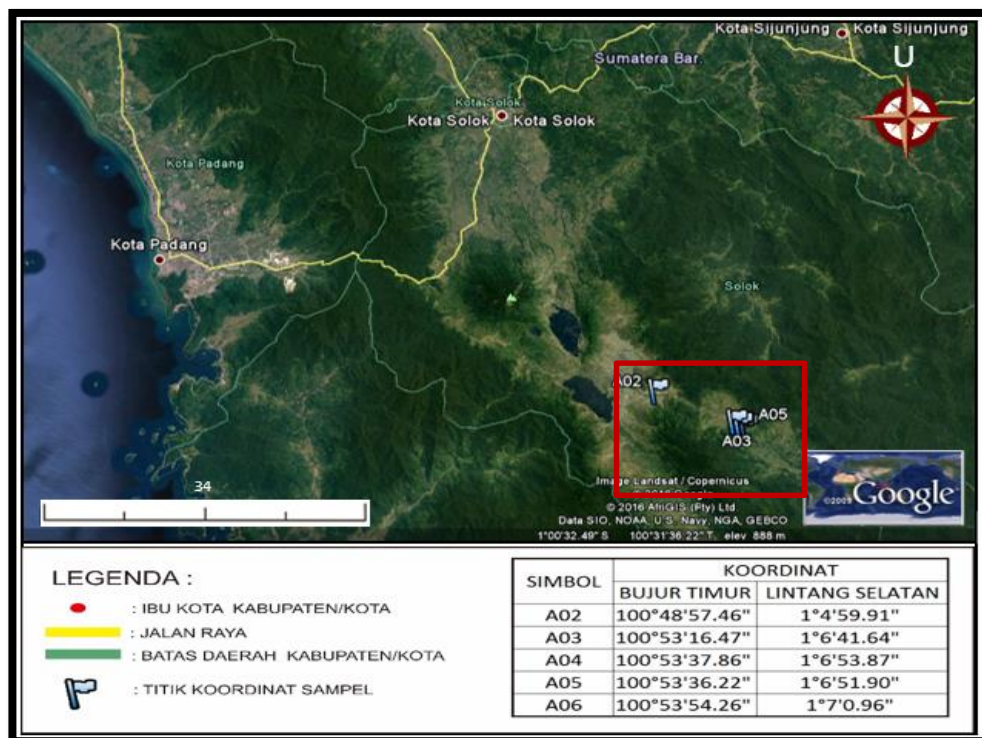
- a. Sebelah utara berbatasan dengan Kabupaten Tanah Datar
- b. Sebelah timur berbatasan dengan Kabupaten Dharmasraya, Kota Sawahlunto, dan Kabupaten Sawahlunto Sijunjung
- c. Sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Solok Selatan
- d. Sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan dan Kota Padang

Kecamatan Hiliran Gumanti terletak di bagian tengah Kabupaten Solok, dengan batas wilayah bagian Utara dengan Kecamatan Lembah Gumanti, di bagian Barat berbatasan dengan Kecamatan Pantai Cermin, di bagian Selatan berbatasan dengan Kecamatan Koto Parik Gadang Diateh, dan di bagian Timur berbatasan dengan Kecamatan Tigo Lurah.

Secara geografis wilayah Kecamatan Hiliran Gumanti berada pada koordinat $01^{\circ} 02' 27''$ dan $01^{\circ} 20' 40''$ Lintang Selatan serta $100^{\circ} 51' 19''$

dan 100° 14' 09'' Bujur Timur. Peta topografi Kecamatan Hiliran Gumanti dapat dilihat pada Lampiran A.

Untuk mencapai daerah Hiliran Gumanti dapat ditempuh dari Kota Solok kearah Tenggara dengan jalan lintas Lubuk Selasih – Muara Labuh melewati Danau Dibawah dan Danau Diatas – Alahan Panjang – Talang Babungo bisa ditempuh menggunakan kendaraan roda 4 dalam waktu $\pm$ 3 jam.



Sumber : Dokumentasi Penulis

Gambar 1. Peta Kesampaian Daerah

Topografi Kabupaten Solok tidaklah datar, namun penuh dengan gelombang dan perbukitan, karena dilalui oleh jajaran Bukit Barisan. Ada kawasan yang berbukit, berlembah, dan ada yang sedikit datar. Ini menyebabkan terjadi perbedaan potensi dan karakteristik antara kawasan dimaksud, baik potensi alam, suhu, bahkan kehidupan masyarakat.

Berdasarkan perbedaan ini Pemerintah Daerah mengidentifikasi dan membagi Wilayah Kabupaten Solok menjadi 3 (tiga) Kawasan, yaitu: Kawasan Danau Kembar, Kawasan Arosuka, dan Kawasan Singkarak. Wilayah Kecamatan yang berjumlah 14 buah berdasarkan karakteristik yang sama dimasukkan ke dalam masing-masing Kawasan.

Kawasan Danau Kembar meliputi: Kecamatan Danau Kembar, Lembah Gumanti, Hiliran Gumanti, Lembang Jaya, Payuang Sekaki, Tigo Lurah, dan Kecamatan Pantai Cermin. Dengan Karakteristiknya Kawasan ini ditetapkan sebagai sentra pengembangan Hortikultura, kawasan Agropolitan, dan kawasan Agrowisata.

Kawasan Arosuka meliputi: Kecamatan Gunung Talang, Kubung, IX Koto Sungai Lasi, dan Kecamatan Bukit Sundi, berdasarkan karakteristiknya ditetapkan sebagai sentra produksi Beras.

Sedangkan Kawasan Singkarak ditetapkan sebagai kawasan wisata, sentra produksi buah-buahan tropis, industri, dan kerajinan. Kawasan ini meliputi: Kecamatan X Koto Singkarak, Junjung Sirih, dan Kecamatan X Koto Diatas

Kabupaten Solok disamping punya banyak sungai juga memiliki banyak danau. Diantara danau-danau tersebut, yang terluas adalah Danau Singkarak, diikuti oleh Danau Kembar (Danau Diatas dan Danau Dibawah) serta Danau Talang. Disamping itu Kabupaten Solok juga memiliki satu gunung berapi yaitu Gunung Talang.

3. Iklim dan Curah Hujan

Hujan adalah sumber utama air tawar di sebagian besar daerah di dunia, menyediakan kondisi cocok untuk keragaman ekosistem, juga air untuk pembangkit listrik hidroelektrik dan irigasi ladang. Curah hujan dihitung menggunakan pengukur hujan. Jumlah curah hujan dihitung secara aktif oleh radar cuaca dan secara pasif oleh satelit cuaca.

Menurut data dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Solok tahun 2016 tercatat wilayah tanaman pangan di Kabupaten Solok terdapat beragam jumlah intensitas hujan tahunan yang beragam yaitu :

- a. < 2000 mm/tahun
- b. 2000 – 2500 mm/tahun
- c. 2500 – 3000 mm/tahun
- d. 3000 – 4000 mm/tahun

Namun, jika kita konversikan ke dalam waktu harian maka intensitas hujan harian berada pada pada kelas 1 yaitu intensitas harian 0 s/d 13,50 mm/hari dengan klasifikasi rendah dan skor 10. Sehingga dapat di simpulkan bahwa kecamatan Gunung Talang, Lembang Jaya, dan Bukit Sundi memiliki rata-rata curah hujan yang rendah.

Tabel 4. Skor Intensitas Hujan

Kelas	Intensitas (mm/hari)	Keterangan	Skor
1	0 s/d 13,50	Sangat rendah	10
2	13,61-20,60	Rendah	20
3	20,7-27,60	Sedang	30
4	27,7-34,80	Tinggi	40
5	>34,80	Sangat tinggi	50

Sumber : Kepres No.32 Tahun 1990

4. Geologi

Menurut Silitonga dan Kastowo (1975) dan (Rosidi, dkk. 1976). (dalam Laporan Sebaran Deposit Bahan Tambang Kabupaten Solok oleh Tim Ahli Geologi : 2003) Wilayah Kabupaten Solok dan sekitarnya termasuk dalam peta Geologi Lembar Solok dan Peta Geologi Lembar Painan, di bagian Timur laut termasuk dalam Lembar Muara Siberut.

Morfologi daerah ini dapat dibedakan menjadi 2 (dua), yaitu morfologi perbukitan bergelombang sedang dan morfologi perbukitan bergelombang lemah. Morfologi perbukitan bergelombang sedang batuan penyusunnya terdiri dari sekis, filit, batu sabak (*slate*), batu gamping, granit, diorite, vegetasi yang berkembang adalah hutan primer heterogen. Morfologi perbukitan bergelombang lemah terdapat di bagian tengah daerah Kecamatan Hiliran Gumanti dengan batuan penyusunnya terdiri dari tufa dan batu lempung.

Peta geologi Kecamatan Hiliran Gumanti dapat dilihat pada Lampiran B. Berdasarkan laporan Dinas Pertambangan dan Energi Pemerintah Kabupaten Solok Tahun 2003, bahwasanya geologi Kecamatan Hiliran Gumanti terdiri atas:

a. Batubara

Kenampakan batubara berwarna hitam, agak mengkilap sampai kusam, rapuh dan mudah pecah, agak berat, cleat rapat dan mudah pecah, pecah kubik, material pengotor berupa pirit halus – sedang mengisi rekahan, ketebalan 40cm, kedudukan N 055° E/10°.

b. Batu Sabak

Kondisi baik, dapat digunakan untuk batu asah, juga batu dimensi oleh masyarakat setempat.

c. Tufa (Lempungan)

Kondisi agak lapuk, digunakan untuk pembuatan genteng dan batu bata oleh masyarakat setempat.

d. Obsidian dan Perlit

Kondisinya kurang baik, digunakan untuk industri kaca/gelas, dan batu hiasan.

e. Diorite

Kondisinya lapuk/*fracture* rapat, dan dapat digunakan untuk batu pengerasan jalan.

f. Granit.

Lokasi keterdapatannya di daerah Bukit Batang Gumanti, Nagari Sungai Abu, juga di Bukit Bulangsi dengan kondisi lapuk, dan dapat digunakan untuk batu pengerasan jalan.

g. Serpentine

Kondisi baik, dan digunakan sebagai peredam panas pada separator industri/pabrik, sealer sambungan/ konektor pipa uap.

h. Batu Gamping

Kondisinya baik, tidak dikembangkan menjadi penambangan batu gamping tetapi masyarakat mencari sarang burung di gua-gua gamping sebagai penghasilan tambahan.

i. Gamestone (Kuarsa, Agate, Kalsedon)

Berbentuk float-float dengan kondisi sedang, dan digunakan sebagai batu mulia dan hiasan.

Struktur geologi yang berkembang di daerah Kabupaten Solok merupakan bagian dari struktur regional Pulau Sumatera. Sesar Sumatera merupakan struktur utama yang memanjang dari ujung Barat Laut sampai Tenggara Pulau Sumatera yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan struktur lanjutan dan pembentukan Danau Diatas , Danau Dibawah, Danau Talang, dan Danau Singkarak.

Menurut Katili (1969), sesar besar Sumatera terdiri dari depresi longitudinal yang besar, yang terpenting diantaranya adalah lembah-lembah Aceh, Tangsi, Singkarak, Solok, Muara Labuh, Kerinci, Ketahun, Kapalung, Makoko, dan Semangko.

Struktur sesar umumnya berupa sesar normal dan sesar geser mendatar. Sebagian besar sesar berarah hampir Utara – Selatan dan Timur Laut – Barat Daya. Sedangkan struktur geologi lainnya adalah berupa kekar-kekar yang umumnya terdiri dari kekar gerus (*shear*) dan kekar tarik (*gash*) dan struktur lipatan dengan arah punggungan relatif hampir sejajar dengan sesar besar Sumatera yang merupakan manifestasi akibat gaya regional yang mempengaruhinya.

B. Kajian Teori

1. Batu Sabak (*Slate*)

Batu sabak termasuk ke dalam bahan galian. Menurut UU RI Nomor 4 tahun 2009, “Bahan galian adalah unsur-unsur kimia, mineral-mineral, bijih-bijih dan segala macam batuan termasuk batu-batu mulia yang merupakan endapan-endapan alam.”

Batu Sabak (*Slate*) adalah batuan alam yang terbentuk melalui proses metamorfosa yang mana berasal dari batu pasir, batu lumpur, batu serpih yang mengalami tekanan dan suhu yang tinggi sehingga mengalami deformasi batuan. Menurut Hudson, Kenneth (1972), batu Sabak (*slate*) merupakan batuan metamorf halus, *foliated*, homogen, berasal dari batuan serpih berjenis batu sedimen yang terdiri dari tanah liat atau abu vulkanik melalui metamorphism daerah kelas rendah. Dikarenakan genesa batu sabak merupakan dari batuan lempung maka hal ini lah menjadikan batu sabak memiliki syarat untuk menggantikan posisi clay atau lempung dalam pembuatan semen. Potensi dan penyebaran dari batu sabak di kawasan sumatera barat pun cukup menjanjikan khususnya di wilayah Kabupaten Solok.

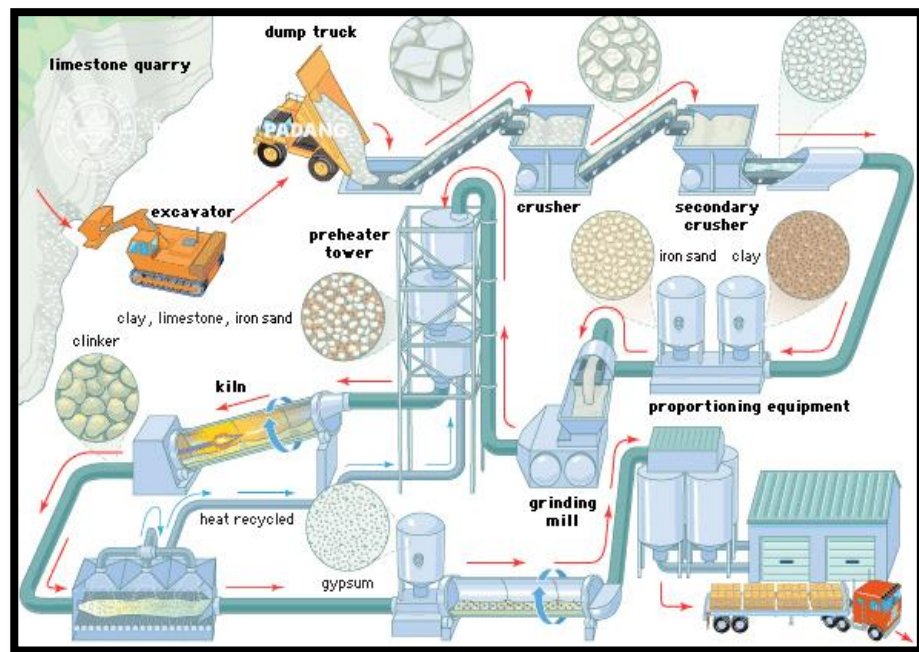
2. Semen

Semen berasal dari bahasa latin *caementum* yang berarti bahan perekat. Secara sederhana, definisi semen adalah bahan perekat atau lem, yang bisa merekatkan bahan – bahan material lain seperti batu bata dan batu koral hingga bisa membentuk sebuah bangunan. Sedangkan dalam pengertian

secara umum semen diartikan sebagai bahan perekat yang memiliki sifat mampu mengikat bahan–bahan padat menjadi satu kesatuan yang kompak dan kuat. (Purnomo T. W , 2007: 6)

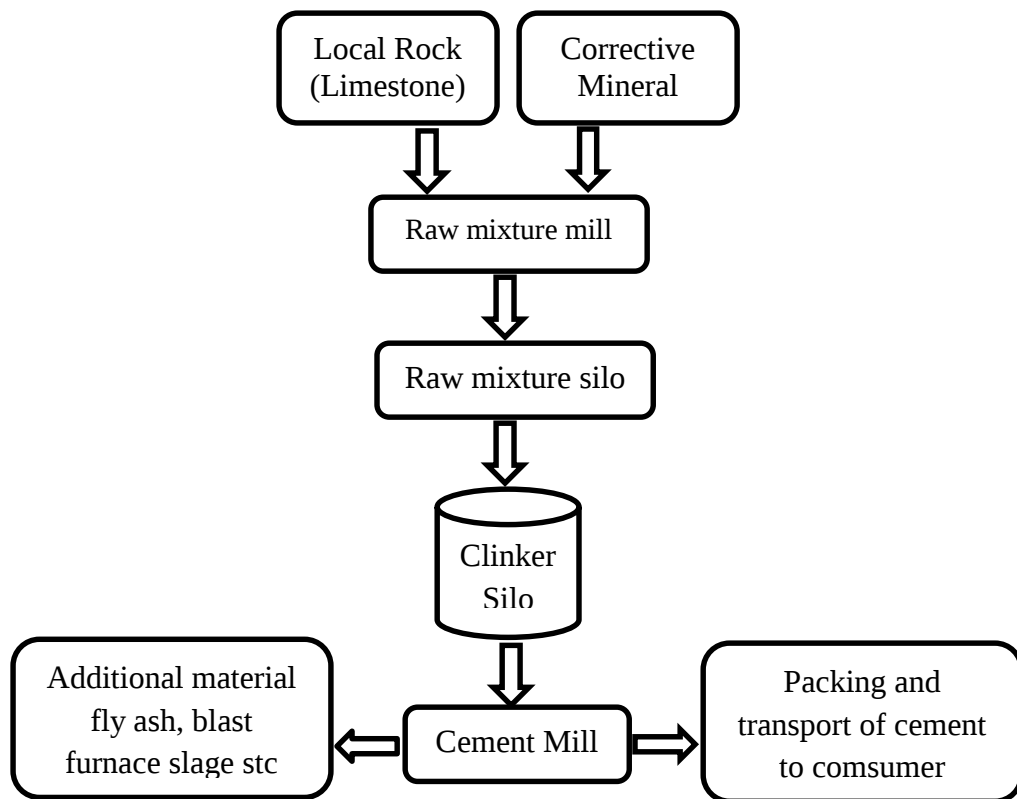
Komponen utama pembuatan semen adalah batu kapur, tanah liat, pasir besi, dan pasir silika. Komposisi komponen pembentukan semen yang terdapat dalam bahan baku akan mempengaruhi semen yang akan terbentuk.

Untuk menghasilkan semen, bahan baku tersebut dibakar sampai meleleh, sebagian untuk membentuk *clinkernya*, yang kemudian dihancurkan dan ditambah dengan gips (*gypsum*) dalam jumlah yang sesuai.



Sumber : PT. Semen Padang

Gambar 2. Proses Pembuatan Semen



Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Semen

Febi Patria Oki (2008) menyebutkan proses pembuatan semen di PT. Semen Padang terbagi menjadi beberapa bagian:

a. Penambangan Bahan Baku

Bahan baku utama yang digunakan dalam proses pembuatan semen adalah batu kapur dan tanah liat. Kedua bahan baku tersebut diperoleh dari proses penambangan di quarry. Penambangan bahan baku merupakan salah satu kegiatan utama dalam keseluruhan proses produksi semen. Perencanaan penambangan bahan baku sangat menentukan pada proses – proses selanjutnya yang akhirnya bermuara pada kualitas dan kuantitas semen.

Penambangan bahan baku yang tidak terencana dan terkontrol dengan baik akan menyebabkan gagalnya pemenuhan target untuk tahap produksi selanjutnya yang jika dihubungkan dengan kualitas dan biaya produksi secara keseluruhan dapat menurunkan daya saing produk terhadap produk yang sama yang dihasilkan oleh pesaing.

b. Penyiapan Bahan Baku

Bahan baku utama dalam pembuatan semen di PT. Semen Padang adalah:

1) *Limestone*.

Limestone digunakan sebagai sumber utama CaO yang diperoleh dari penambangan di Bukit Karang Putih dengan kadar CaO minimal 50%, SiO_2 maksimal 10%, Al_2O_3 maksimal 1%, H_2O maksimal 7% dan mengandung MgO serta Fe_2O_3 dalam jumlah sedikit. *Limestone* umumnya mengandung kalsium karbonat. Karbonat bereaksi dengan asam akan membentuk karbon dioksida, garam dan air. Jika *limestone* dipanaskan, kalsium karbonat akan terdekomposisi membentuk kalsium oksida. *Limestone* berperan dalam reaksi hidrasi dan pembentuk kekuatan pada semen. Proporsi *limestone* yang tepat merupakan suatu tuntutan yang harus dipenuhi karena *limestone* adalah bahan baku utama. Jika bahan ini berlebih, maka akan menyebabkan semen tidak lentur dan rapuh.

2) *Silica stone*

Silica stone merupakan sumber utama silika oksida (SiO_2). Adapun

untuk bahan baku *silica stone* ini didapatkan oleh PT. Semen Padang dengan penambangan sendiri di Bukit Karang Putih. Untuk penggunaan *silica stone* ini adalah sekitar 10% dari total kebutuhan dasar semen yang digunakan sebagai pelengkap komponen kimia esensial yang diperlukan dalam pembuatan semen dengan kadar SiO_2 minimal 65%, Al_2O_3 maksimal 10%, H_2O maksimal 6%, MgO maksimal 1%, dan mengandung CaO serta Fe_2O_3 dalam jumlah yang sedikit. Semakin murni kadar SiO_2 , maka batu ini akan berwarna merah atau coklat. Fungsinya meningkatkan kekuatan pada semen karena pembentukan dikalsium silikat ($2 \text{ CaO} \cdot \text{SiO}_2$ atau C_2S) dan tri kalsium silikat ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ atau C_3S). Jika silika berlebih akan meningkatkan kekuatan semen namun secara bersamaan akan meningkatkan *setting time* nya.

3) Tanah Liat

Tanah liat berfungsi sebagai sumber alumina oksida (Al_2O_3) digunakan sebanyak 8%. Pada awalnya penambangan tanah liat dilakukan di Bukit atas, namun karena depositnya yang semakin sedikit, maka tanah liat didatangkan dari pihak ketiga, yaitu PT. Igasar dan PT. Yasiga Andalas di Gunung Sarik dengan kadar Al_2O_3 minimal 25%, SiO_2 maksimal 45%, H_2O maksimal 6% dan mengandung MgO , CaO , Fe_2O_3 dalam jumlah yang sedikit. Tanah liat berfungsi untuk memasok alumina dan silikat pada saat dipanaskan di kiln, juga untuk menyeimbangkan kandungan CaCO_3 yang terlalu tinggi pada *limestone*. Kandungan optimum CaCO_3 dalam kiln adalah 75-80%. Ketika CaCO_3 melebihi

ini, *clay* ditambahkan untuk menyeimbangkannya dengan SiO_2 , Al_2O_3 dan Fe_2O_3 . Selain itu, kandungan alumina dalam *clay* berfungsi untuk meningkatkan kualitas semen dan menurunkan temperatur *clinker*. Kelebihan alumina berakibat menurunnya kekuatan semen.

4) Pasir Besi (*Ironsand*)

Pasir besi sebagai sumber oksida besi (Fe_2O_3) digunakan sebanyak 2% yang berfungsi untuk memberikan warna, kekerasan, dan kekuatan semen serta membantu penggabungan bahan baku selama pembuatan semen. Pasir besi didatangkan dari PT. Aneka Tambang, Cilacap dan juga sebagian lainnya dari salah satu perusahaan tambang pasir besi di Batam, Kepulauan Riau.

Bahan tambahan lain yang diperlukan dalam pengolahan semen adalah:

1) *Gypsum*

Semen dengan sifat tertentu dapat diperoleh dengan memberikan bahan tambahan berupa *gypsum*. Fungsi *gypsum* adalah sebagai zat yang dapat memperlambat proses pengerasan awal dan di tambahkan pada saat penggilingan akhir.

2) Batu Bara

Di dalam pembuatan semen, batu bara digunakan sebagai bahan bakar pada *Klin Mill*, baik pada pemanasan awal (*preheater*) maupun pada proses *kiln* itu sendiri.

Bahan baku berupa batu kapur dan tanah liat akan dihancurkan untuk memperkecil ukuran agar mudah dalam proses penggilingan. Alat yang digunakan untuk menghancurkan batu kapur dinamakan Crusher. Dan alat yang digunakan untuk memecah tanah liat disebut *clay cutter*.

Pada umumnya crusher digunakan untuk memecah batu dari ukuran diameter (100 – 1500 mm) menjadi ukuran yang lebih kecil dengan diameter (5 – 300 mm) dengan sistim pemecahan dan penekanan secara mekanis.

Setelah batu kapur melewati crusher, batu kapur tersebut di tampung di sebuah tempat (*storage*). Di tempat ini terjadi *pre-homogenization*, yaitu batu kapur yang ukurannya berbeda akan disebar merata sehingga homogen.

c. Penggilingan Awal

Pada tahap ini bahan baku yang telah dipersiapkan dalam komposisi yang cocok digiling sampai mencapai kehalusan tertentu. Proses ini dilakukan dalam *raw mill* (*tromol* tanah). Fungsi *raw mill* yaitu menggiling bahan mentah, proses pencampuran awal (*blending*), proses pengeringan *raw mix* dan proses homogenesis *raw mix*.

Ada dua tipe *raw mill* yang dipakai oleh PT. Semen Padang untuk penggilingan bahan baku menjadi *raw mix* yaitu tipe vertical dan tipe horizontal. Perbedaan ini terletak pada posisi *raw mill* terhadap arah aliran bahan baku sewaktu penggilingan. Perbedaan pembuatan proses basah dan proses kering, yaitu:

1) Penggilingan Basah

Campuran bahan mentah digiling dalam *raw mill* dengan menambahkan air dalam jumlah tertentu, biasanya 30-40%. Di dalam *raw mill* terdapat *grinding media*, yaitu berupa bola-bola baja berdiameter 30-90 mm. *Mill* tersebut berputar, maka terjadilah pukulan antara *grinding media*. Campuran bahan mentah yang telah menjadi cairan keluar dari *raw mill* disebut *slurry*. Agar *slurry* yang dihasilkan lebih homogen maka padanya dilakukan proses *homogenizing* yaitu mengaduknya secara mekanik atau menggunakan udara tekan di dalam bak penampungan.

2) Penggilingan Kering

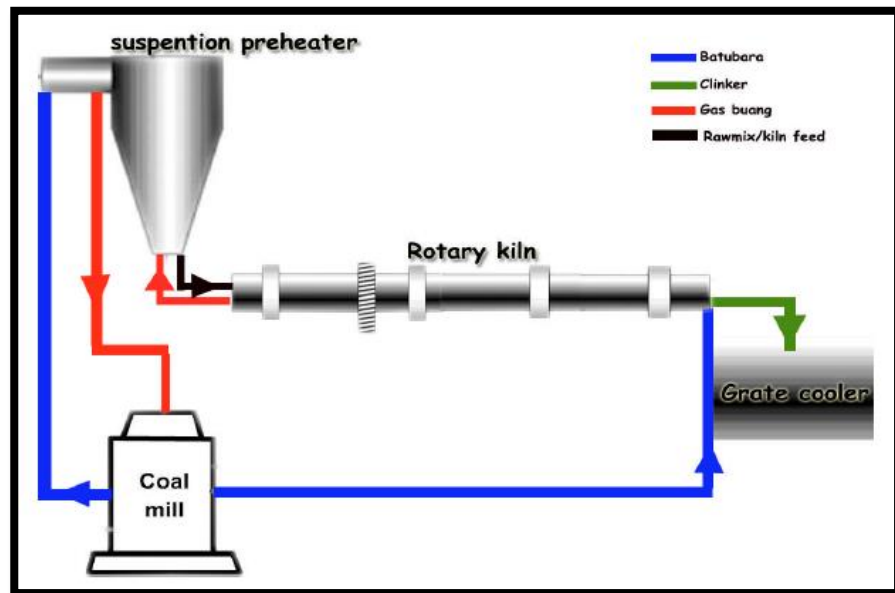
Pada proses ini material yang akan digiling dikeringkan terlebih dahulu sampai material mengandung kadar air maksimum yang diijinkan. Pengeringan dapat dilakukan sebelum penggilingan. Proses ini disebut *drying and grinding*. Cara pengeringan yang lain adalah pengeringan yang dilakukan sambil penggilingan bahan mentah yang disebut *drying during grinding*. Untuk mengeringkan material dipakai gas panas yang keluar dari *kiln*, gas buang dari mesin diesel atau gas panas dari alat yang disebut *hot air generation*. Campuran bahan mentah yang sebelumnya mengandung air 6-11% setelah penggilingan kadar airnya menjadi 0,8%. Material bubuk hasil penggilingan ini lazim disebut *raw mix*.

d. Proses Pembakaran

Setelah melewati *raw mill*, selanjutnya dilakukan pembakaran terhadap material. Tujuan utama proses pembakaran ini adalah untuk menghasilkan reaksi kimia dan pembentukan senyawa diantara oksida-oksida yang terdapat pada bahan mentah. Pembakaran ini dilakukan sampai mencapai suhu maksimum 1450°C. pada proses pembakaran ini terjadi beberapa proses yaitu pengeringan (untuk proses basah), pemanasan pendahuluan (*preheating*), kalsinasi (*calcination*), pemijaran (*sintering*), dan pendinginan (*cooling*).

Proses pembakaran dilakukan dalam sebuah alat yang disebut *kiln* ini berbentuk silinder dengan diameter mencapai 5 m dan panjang sampai 80 m dengan kemiringan 3%. *Kiln* ini berotasi sebesar 3rpm selama pembakaran agar material terbakar merata, bahan bakar untuk pembakaran ini adalah batu bara yang dijadikan serbuk (*fine coal*), di dalam *kiln* dilapisi oleh batu tahan api (*firebrick*) untuk menjaga temperatur di dalam *kiln* konstan 1450°C. *Raw mix* atau *slurry* yang telah mengalami pemijaran di dalam *kiln* selanjutnya didinginkan di dalam *grade cooler*, material yang keluar dari *grade cooler* ini disebut *klinker*. *Klinker* yang halus jatuh ke dalam debu *Dee Bucket Conveyor (DBC)*, Karena di dalam *grade cooler* terdapat *grade plat* yang digerakkan dengan motor dan juga terdapat lubang-lubang kecil yang dapat dilalui oleh *klinker* yang kecil, sedangkan *klinker* yang kasar langsung ke *crusher* dan dihancurkan lagi baru bergabung dengan *klinker* yang halus dengan menggunakan *screw*

conveyor. Klinker yang sudah halus ditransportasikan ke *CF Silo Klinker* atau *domesilo*.

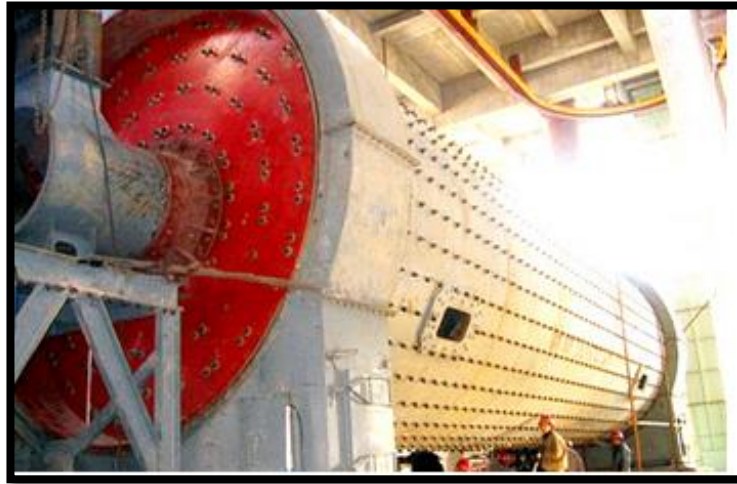


Sumber : Dian Wahyu, dkk (2009)

Gambar 4. Aliran Material dan Gas di Sistem Rotary Kiln

e. Penggilingan Akhir

Pada tahap ini *klinker* yang telah berada di dalam *domesilo* diumpankan bersama *gypsum* ke dalam *cement mill*. Di dalam alat ini *klinker* yang berukuran 1-40 mm³ digiling bersama *gypsum* sampai mencapai kehalusan tertentu dengan menggunakan *grinding media* dari bola-bola baja. Semen yang dihasilkan selanjutnya disimpan dalam silo semen untuk siap dikantongkan atau ditransportasikan. Mutu dan pengontrolan kualitas dilakukan di laboratorium dengan analisa X (*X ray*) dengan menggunakan *computer quality control*.



Sumber : Irman Rostaman (2012)

Gambar 5. Cement Mill

f. Tahap Pengantongan

Tahap pengantongan dikelola oleh Biro pengantongan yang teridisi dari tiga bidang, yaitu Bidang pengantongan *Packing Plant Indarung*, Bidang pengantongan Teluk Bayur, dan Bidang Pemeliharaan khusus.

Sistem Pengantongan untuk semen kantong sak diawali dengan pengambilan semen dari silo semen. Semen melewati *pneumatic valve* di *bottom silo* masuk ke *air slide* dan diteruskan ke *bucket elevator*. Dari elevator semen diteruskan ke *control screen (tronmel screen)* untuk dipisahkan dari material asing atau gumpalan semen.

Pengemasan semen dibagi menjadi 2, yaitu pengemasan dengan menggunakan zak (*craft* dan *woven*) dan pengemasan dalam bentuk curah. Semen dalam bentuk zak akan didistribusikan ke toko-toko bangunan dan *end user*. Sedangkan semen dalam bentuk curah akan didistribusikan ke proyek-proyek.

3. Raw Mix

Dalam proses pembuatan semen, bahan baku diproses untuk membentuk *raw mix*, dengan proporsi tertentu sehingga memenuhi persyaratan fisika dan kimia. Sifat-sifat fisika, kimia dan mineralogi *raw mix* sangat mempengaruhi *burnability* dan reaktifitas dari *raw mix*. *Burnability* *raw mix* menunjukkan tingkat kemudahan atau kesukaran perpindahan massa *raw mix* menjadi fasa *clinker*. *Burnability* *raw mix* dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut: komposisi kimia, komposisi mineral, granulometri (kehalusan, homogenitas), kadar air, *modifier* (*flux* dan *mineralizer*), *liquid phase*, perlakuan panas, absorpsi abu batu-bara, kiln atmosfer, dan lain-lain.

Dalam buku Walter H. Duda yang berjudul *Cement Data-Book* edisi ketiga menyatakan, dalam proses pembuatan semen, komposisi kimia *Raw Mix* dinyatakan dalam bentuk modulus-modulus faktor seperti Lime Saturation Factor (LSF), Silica Modulus (SIM) dan Alumina Modulus (ALM).

a. Lime Saturation Factor (LSF)

LSF merupakan suatu perbandingan antara CaO efektif terhadap CaO maksimum teoritis yang diperlukan untuk mengikat senyawa-senyawa SiO₂, Al₂O₃ dan Fe₂O₃.

$$LSF = \frac{100 \cdot CaO}{2,8SiO_2 + 1,18 \cdot Al_2O_3 + 0,65 \cdot Fe_2O_3} \approx 90 - 100$$

Nilai LSF yang tinggi akan memberikan pengaruh:

- 1) Raw Mix sulit dibakar, kebutuhan bahan bakar tinggi
- 2) Pembentukan *coating* menjadi lebih sulit

- 3) Cenderung menghasilkan *free lime* (f-CaO) dan menghasilkan *unsoundness*
- 4) Kandungan C₃S naik, sehingga menghasilkan kuat tekan awal yang tinggi

b. Silica Modulus (SIM)

SIM menunjukkan perbandingan antara SiO₂ dengan Al₂O₃ dan Fe₂O₃.

$$SIM = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} \approx 2,2 - 2,7$$

Penambahan nilai SIM akan memberikan pengaruh ;

- 1) *Raw Mix* sulit dibakar, kebutuhan bahan bakar tinggi
- 2) Pembentukan coating menjadi lebih sulit
- 3) Jumlah *liquid phase* berkurang
- 4) Cenderung menghasilkan *free lime* (f-CaO)
- 5) Menghasilkan semen dengan setting yang lebih lambat

c. Alumina Modulus (ALM)

ALM merupakan perbandingan antara oksida Al₂O₃ dan Fe₂O₃.

Nilai ini menentukan komposisi dari *liquid phase*.

$$ALM = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} \approx 1,3 - 1,6$$

Pada nilai ALM 0.637, hanya akan terbentuk C₄AF, yang biasa disebut sebagai *ferrari cement* dengan karakter panas hidasi rendah dan setting time lambat. Dalam hal nilai ALM terlalu rendah, akan berakibat clinker yang bersifat *sticky* dan *balling* akan meningkat

Penambahan nilai ALM akan memberikan pengaruh:

- 1) Raw Mix sulit dibakar, kebutuhan bahan bakar tinggi
- 2) Mengurangi jumlah *liquid phase*
- 3) Viskositas *liquid phase* akan meningkat pada temperatur yang sama
- 4) Kandungan C3A akan meningkat, C4AF akan berkurang.
- e) Semen yang dihasilkan memiliki *setting time* yang cepat

Pada prinsipnya, *raw mix* desain bertujuan untuk menentukan proporsi kuantitatif dari bahan baku, untuk mendapatkan *raw mix* yang diinginkan. *Raw mix* desain pada dasarnya dihitung sesuai dengan target komposisi semen/klinker yang diinginkan/sesuai standard. Akan tetapi terdapat faktor-faktor lain yang perlu dipertimbangkan dalam *raw mix* desain, seperti biaya bahan baku, jenis bahan bakar, model proses, dll.

Dalam *raw mix* desain, terdapat beberapa metode perhitungan yang umum dipakai, seperti metode silang, metode determinan, metode aljabar (eliminasi dan substitusi), dll. Metode aljabar pada dasarnya merupakan metode yang paling umum digunakan dan dapat diaplikasikan pada banyak jenis persamaan.

Delta modulus faktor untuk masing-masing material terhadap target raw mix (DLT_i):

$$DLT_{LSF} = CaO \left(1 - \frac{LSF_{SP}}{LSF} \right)$$

$$DLT_{SIM} = SiO_2 \left(1 - \frac{SIM_{SP}}{SIM} \right)$$

$$DLT_{ALM} = Al_2O_3 \left(1 - \frac{ALM_{SP}}{ALM} \right)$$

4. Uji X-ray fluorescence (XRF)

X-ray fluorescence (XRF) spectroscopy adalah metode analisis berdasarkan pada deteksi radiasi sinar X yang diemisikan dari sampel yang sedang dianalisis. Metode ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan menentukan konsentrasi senyawa dalam sampel dengan mengukur intensitas karakteristik emisi (John *et al.*, 2001)

XRF umumnya digunakan untuk menganalisa unsur dalam mineral atau batuan. Analisis unsur dilakukan secara kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan untuk menganalisis jenis unsur yang terkandung dalam bahan dan analisis kuantitatif dilakukan untuk menentukan konsentrasi unsur dalam bahan.



Sumber: PT. Semen Padang

Gambar 6. X-Ray Fluoresensi (XRF)

Menurut Nukman (2003) menyatakan “Prinsip dasar XRF, berkas sinar-x mengenai sampel, elektron dalam akan terpental keluar sehingga elektron di atasnya akan turun ke bawah. Proses terakhir ini akan meradiasi sinar-x. Jelas terlihat bahwa panjang gelombang sinar-x yang keluar sampel tergantung dari jenis sampel dan intensitasnya tergantung dari konsentrasi atom yang mengeluarkan sinar-x, sehingga teknik dapat digunakan untuk jenis material (kualitatif) dan konsentrasi material (kuantitatif).”

5. Produktifitas Alat Gali Muat dan Angkut beserta Biayanya

a. Produksi Alat Gali Muat

Kegiatan penggalian dan pemuatan batu sabak di area penambangan ke bak *dumptruck* dilakukan dengan *excavator*. Perhitungan kemampuan produksi alat muat *excavator* secara optimal dapat dicapai oleh alat muat dalam waktu yang tersedia dengan memperhitungkan faktor koreksi yang mempengaruhinya. Menurut Sumarya (2012) Adapun rumus produktivitas *excavator* yang digunakan sebagai berikut :

$$P \text{ (jam)} = \frac{q(m^3) \times e(\%) \times k(\%) \times SF(\%) \times Di(ton/m^3) \times 60}{Ctm \text{ (menit)}}$$

Keterangan :

- P : Produktivitas alat muat (ton/jam)
- q : Kapasitas *bucket* (m³)
- Di : *Density Insitu* (ton/ m³)
- SF : *Swell Factor* (%) (Tabel 5)
- k : *Bucket Fill Factor* (%)
- e : Efisiensi kerja (%)

Ctm : cycle time (menit)

Untuk faktor pengembangan (*swell factor*) dapat dilihat pada Tabel 5 dibawah ini:

Tabel 5. Swell Factor Material

Macam Material	Swell Faktor (%)
Bauksit	75
Tanah liat kering	85
Tanah liat basah	80 – 82
Antrasit	74
Batubara bituminous	80
Bijih tembaga	74
Tanah biasa kering	85
Tanah biasa basah	85
Tanah biasa bercampur pasir dan kerikil	90
Kerikil kering	89
Kerikil basah	88
Granit pecah – pecah	56 – 67
Hematit pecah – pecah	45
Bijih besi pecah – pecah	45
Batu kapur pecah – pecah	57 – 60
Lumpur	83
Lumpur sudah ditekan	83
Pasir kering	89
Pasir basah	88
Serpilh (shale)	75
Batu sabak (slate)	77
Silika	80

Sumber : Rochmanhadi, Ir. (1992)

b. Produksi Alat Angkut

Kegiatan pengangkutan batu kapur dari area penambangan sampai mulut *crusher* dilakukan oleh *dumptruck* dengan menggunakan sistem mengosongkan muatan ke belakang (*end truck*). Menurut Sumarya (2012) adapun rumus produktivitas alat angkut adalah:

$$P \text{ (jam)} = \frac{n \times q(\text{m}^3) \times e(\%) \times k(\%) \times SF(\%) \times Di(\text{ton/m}^3) \times 60}{Ctm \text{ (menit)}}$$

Keterangan:

- P : Produktivitas alat muat (ton/jam)
- n : Banyak pengisian
- q : Kapasitas *bucket* (m³)
- Di : *Density Insitu* (ton/ m³)
- SF : *Swell Factor* (%) (Tabel 5)
- k : *Bucket Fill Factor* (%)
- e : Efisiensi kerja (%)
- Ctm : *cycle time* (menit)

c. Biaya

Biaya merupakan pengorbanan atau pengeluaran yang dilakukan oleh suatu perusahaan atau perorangan yang bertujuan untuk memperoleh manfaat lebih dari aktivitas yang dilakukan tersebut (Raharjaputra, 2009).

Costs adalah biaya dalam arti pengorbanana/pengeluaran yang dilakukan oleh suatu perusahaan atau individu yang berhubungan langsung dengan *output*/produk yang dihasilkan oleh perusahaan/perorangan tersebut. Misalnya: bahan baku dan pembantu,

biaya tenaga kerja langsung, dan biaya umum pabrik (mandor/supervisor pabrik, GM pabrik, BBM, suplai pabrik, listrik pabrik, dan lain-lain). Dalam struktur laporan Rugi/Laba perusahaan biasanya disebut Harga Pokok Produksi.

Biaya yang dibahas pada penelitian ini adalah *owning cost* dan *operating cost* atas alat pengeboran, alat muat, dan alat angkut untuk pemanfaatan batu sabak (*slate*) ini.

1) *Owning Cost*

Owning Cost adalah biaya yang tumbuh (*accure*) atau telah tumbuh tepat pada adanya potensi untuk menggunakan alat berat. Masukan lain selain harga beli dan harga jual adalah biaya asuransi dan atau pajak. (Taufik Wisnu Wicaksono: 2009).

2) *Operating Cost*

Operating cost adalah beban biaya operasi alat yang dihitung dalam satuan *Cost per Hour*. *Operating cost* memperhitungkan biaya-biaya yang dikeluarkan apabila unit itu dioperasikan. *Operating cost* bertambah seiring dengan penggunaan alat berat. Ini adalah biaya yang terjadi hari ke hari tergantung dari tugas alat berat. Jika alat bekerja berat, maka *operating cost* dapat naik tinggi. (Taufik Wisnu Wicaksono: 2009). Biaya berubah ini terdiri dari biaya- biaya:

- a) Biaya Bahan Bakar
- b) Biaya Pelumas
- c) Biaya Filter

- d) Biaya Pengganti Track dan Ban
- e) Biaya Operasi Pemeliharaan Alat
- f) Biaya Upah Operator

C. Kerangka Konseptual Penulisan

Dari uraian yang telah dijelaskan diatas serta tujuan dari penelitian ini maka kerangka konseptual dari penelitian ini dapat dilihat dari bagan berikut :

1. Input

a. Data Primer

- 1) Pengamatan Fisiografi dan Geologi daerah penelitian.
- 2) Pengamatan langsung singkapan di lapangan mengenai lokasi-lokasi batu sabak.
- 3) Pengambilan sampel batu sabak
- 4) Pengambilan titik koordinat pada lokasi pengambilan sample

b. Data Sekunder

- 1) Peta topografi daerah Kecamatan Hiliran Gumanti
- 2) Peta geologi daerah Kecamatan Hiliran Gumanti
- 3) Data sebaran batu sabak di daerah Kabupaten Solok
- 4) Data standar internal Raw Material PT. Semen Padang

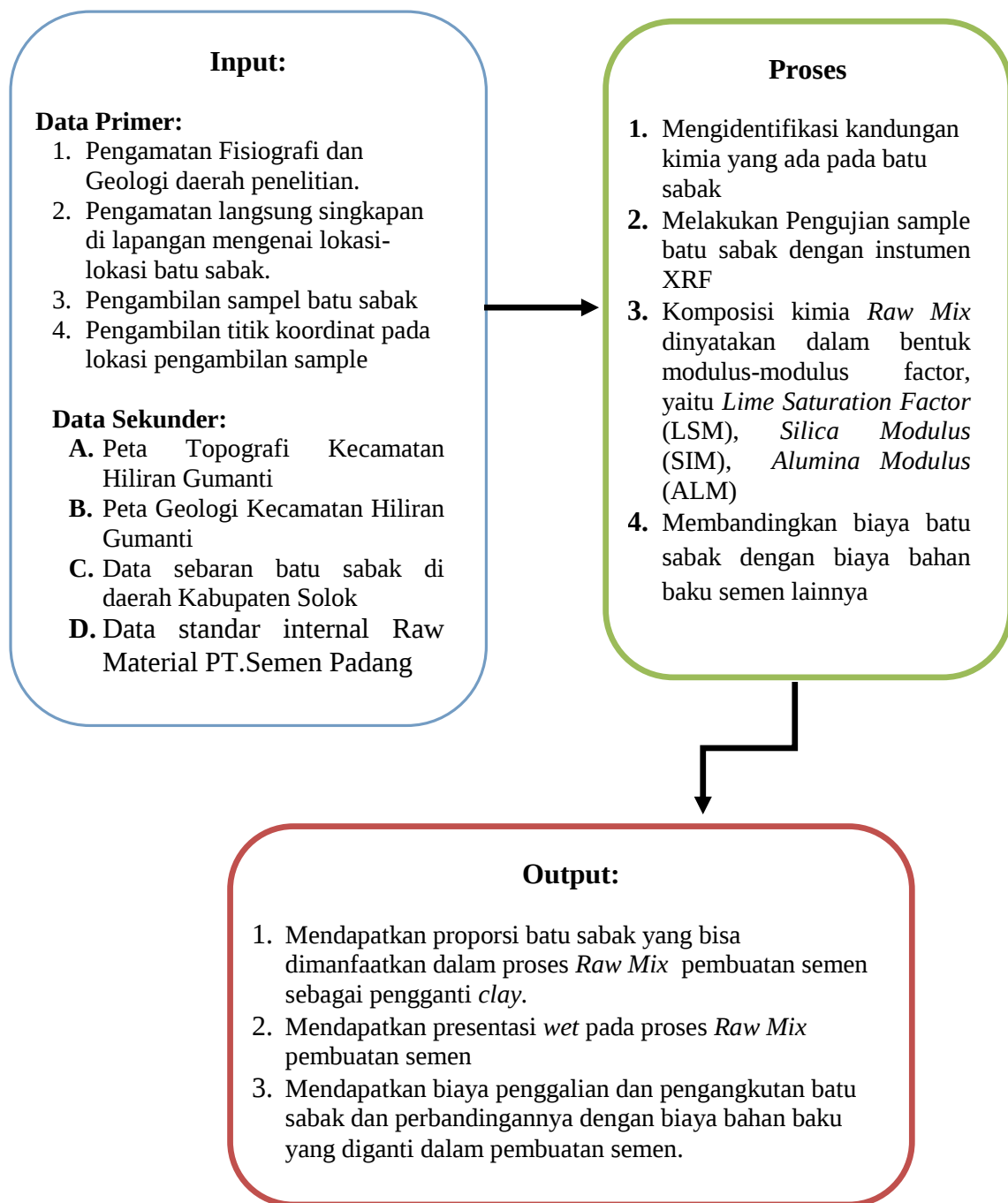
2. Proses

- a. Mengidentifikasi kandungan kimia yang ada pada batu sabak
- b. Melakukan pengujian sample batu sabak dengan *X-Ray Fluoresence (XRF)*

- c. Komposisi kimia Raw Mix dinyatakan dalam bentuk modulus-modulus faktor, yaitu *Lime Saturation Factor* (LSM), *Silica Modulus* (SIM), *Alumina Modulus* (ALM)
- d. Membandingkan biaya batu sabak dengan biaya bahan baku semen lainnya

3. Output

- a. Mendapatkan proporsi batu sabak yang bisa dimanfaatkan dalam proses *Raw Mix* pembuatan semen sebagai pengganti *clay*
- b. Mendapatkan persentase *wet* pada proses *Raw Mix* pembuatan semen
- c. Mendapatkan biaya penggalian dan pengangkutan batu sabak dan perbandingannya dengan biaya bahan baku yang diganti dalam pembuatan semen.



Gambar 7. Kerangka Konseptual

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Dari pembahasan dan uraian pada bab-bab sebelumnya maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Setelah dilakukan pengujian batu sabak dengan instrumen *X-ray fluorescence* (XRF), maka dapat disimpulkan bahwa batu sabak memiliki kandungan oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , dan MgO .
2. Proporsi batu sabak (*slate*) yang bisa dimanfaatkan dalam proses *Raw Mix* pengolahan semen sebagai pengganti *clay* dapat dirata-ratakan seperti tabel berikut:

Tabel 28. Proporsi Rata-rata Batu Sabak dalam Persen

Indikator	%
% rata-rata dalam keadaan kering	14,816
% rata-rata dalam keadaan basah	14,305

3. Biaya total untuk penggalian dan pemuatan serta pengangkutan batu sabak dari area penambangan ke *stockpile* yang berjarak 1,5 km adalah Rp. 7.280,84/ton.
4. Batu sabak yang sudah dianalisis memiliki kualitas yang baik untuk dijadikan bahan baku pengganti *clay* dalam pembuatan semen dengan kemampuan alat yang digunakan di PT.Semen Padang juga mendukung.

B. Saran

1. Dalam mengatasi ketersediaan bahan baku pembuatan semen terutama *clay*, industri pembuatan semen dapat memanfaatkan batu sabak sebagai bahan baku pengganti maupun pencampur *clay*.
2. Batu sabak yang telah diteliti bisa menjadi rekomendasi data bagi Pemerintah (Dinas Pertambangan Kabupaten Solok) dalam melakukan promosi potensi sumber daya alam yang dimilikinya dan menjadi modal untuk mendapatkan investor.
3. Batu sabak yang telah diteliti dapat menjadi rekomendasi untuk menentukan bahan alternatif bagi Pengolahan Semen (PT. Semen Padang) dalam memenuhi kebutuhan produksi semen.
4. Dikarenakan belum adanya penetapan resmi harga batu sabak, perlu diadakan penelitian lebih lanjut terhadap biaya rancangan pembuatan dan pengolahan batu sabak di Daerah Taratak Damar Nagari Talang Babungo Kecamatan Hiliran Gumanti Kabupaten Solok.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. *Semen*. [online]: <http://id.wikipedia.org/wiki/Semen>
- Anonim. 2007. *Cement*. [online]: <http://en.wikipedia.org/wiki/Cement>
- Anonim. 2007. Portland Cement.
[online]: http://en.wikipedia.org/wiki/Portland_cement
- Anonim. 2007. Production Line. [online]: www.cimnat.com.lb/Production
- Caterpillar. *Caterpillar Performance Handbook Edition 29*.
- Duda, W. H. *Cement Data-Book. International Process Engineering in The Cement Industry*. Bauverlag GMBH- Weisbaden and Berlin. p. 1-4
- Ersyad, Fikriansyah., dkk. 2015. *Pemanfaatan Batu Sabak Di Jorong Sibubua Nagari Salimpat Kabupaten Solok Sebagai Bahan Baku Raw Mix dalam Industri Pengolahan Semen*. Padang : Universitas Negeri Padang.
- Gouda, G. R. November 1979. *Raw Mix The: Key For A Succesfull and Profitable Cement Plan Operation*. World Cement Technology. Vol 10. No. 9. p. 337-346
- Hadipranoto, Ngatidjo. 1985. *Analisis Cepat Unsur-unsur Utama Dalam Semen Secara Spektrometri Serapan Atom*. Yogyakarta: Lembaga Penelitian UGM.
- Hansen, R, Don., Mowen, M, Maryanne. 2006. *Cost Management Accounting and Control*. Fifth Edition. Thomson. Oklahoma.
- Hasan. 1980. *Dasar-dasar Proporsi Bahan Mentah*. Padang: PT. Semen Padang. hal. 5-14
- Hudson, Kenneth.1972. *Building Materials*; "Chapter 2: Stone and Slate". London: Longman, pp. 14–27
- Iskandar, Alex, dkk. 2009. *Analisis Wilayah Kabupaten Solok*. Padang: UNP
- John A, Alexanda S, Larry A .2001. *Approaching a universal sample preparation method for XRF analysis of powder materials. International center for Diffraction Data 2001, Advances in X – Ray Anal*. 44: 368-370.
- Kenny, Michael F. *Concrete Estimating Handbook*. New York: Van Nostrand Reinhold Company.