



# LAPORAN AKHIR



## KAJIAN PELUANG DAN POTENSI INDUSTRI KAPUR DI KOTA PADANG PANJANG

BADAN PERENCANAAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN DAERAH  
KOTA PADANG PANJANG 2019

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya yang telah dilimpahkan sehingga tahap awal dari kegiatan Kajian Potensi dan Peluang Industri Kapur di Kota Padang Panjang dapat dilaksanakan. Laporan ini dimaksudkan untuk memberikan pemikiran yang komprehensif sebagai bahan pertimbangan bagi pemerintah Kota Padang Panjang dalam merumuskan kebijakan pemanfaatan sumberdaya batu kapur. Kajian ini dilakukan berdasarkan pengamatan lapang, diskusi dengan pemangku kepentingan, mempelajari hasil studi terdahulu, dan uji kualitas.

Laporan akhir ini merupakan persyaratan pelaksanaan kegiatan yang telah diatur dalam Kerangka Acuan Kerja. Laporan ini ditulis secara komprehensif yang terdiri dari enam bab. Setiap bab telah diuraikan secara komprehensif dan mendalam berdasarkan referensi maupun temuan ilmiah yang diperoleh di lapangan ataupun hasil-hasil studi sebelumnya yang relevan. Penyelesaian laporan akhir ini tidak terlepas dari dukungan banyak pihak antara lain Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Andalas, Fakultas Teknik Universitas Andalas dan dinas terkait.

## ABSTRAK

Beberapa kajian mengenai potensi industri kapur di Kota Padang Panjang telah dilaksanakan namun sebatas tinjauan secara parsial. Artinya, hasil kajian tersebut belum menyoroti keberadaan industri tambang kapur tersebut secara komprehensif dengan mempertimbangkan berbagai aspek yang terkait. Beberapa aspek tersebut diantaranya aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan. Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu menganalisis peluang dan potensi industri kapur secara komprehensif dengan mempertimbangkan berbagai variabel-variabel terkait sehingga bisa diidentifikasi kelayakan secara ekonomi, sosial kemasyarakatan dan lingkungan.

Analisis kelayakan ini menunjukkan pembangunan industri batu kapur adalah tidak layak karena biaya dampak sosial lebih besar dibandingkan keuntungan ekonomis. Pembangunan industri kapur sangat berisiko untuk dibangun disebabkan: (i) Ancaman potensi longsor; (ii) Ancaman keberlanjutan pasokan air bersih; (iii) Berpotensi polusi udara; (iv) Gangguan terhadap *sharing* dengan sektor pariwisata, olahraga serta kehutanan; (v) Syarat beberapa sektor yang mestinya mempunyai jarak berjauhan tidak terpenuhi; dan (vi) Berpotensi timbul konflik kepentingan dalam pengembangan secara bersamaan.

Potensi sumberdaya dapat dipertimbangkan pengembangan wilayah berpijak pada karakteristik masyarakat lokal, yaitu pembangunan yang mengintegrasikan nilai sejarah pertambangan, teknologi pengolahan batu kapur, wisata dan pendidikan yang dikenal *Mini Geo Park based Tourism Edutainment*. Upaya jangka pendek yang patut dilakukan adalah terkait potensi bencana yang disebabkan oleh rekahan pada kawasan Bukit Tui patut ditindak lanjuti dengan mengendalikan kegiatan penambangan tanpa izin dalam rangka mengantisipasi ancaman keselamatan bagi masyarakat yang beraktivitas di sekitar kawasan dan menghindari terjadinya bencana longsor yang sangat merugikan masyarakat yang bermukim di bawah Bukit Tui. Pemerintah perlu menindak lanjuti adanya temuan awal tentang rekahan di kawasan Bukit Tui dengan melakukan pemetaan yang komprehensif dan mendalam terhadap potensi longsor secara lebih detail dan kajian mitigasi kebencanaan mulai dari Rao-Rao hingga ke Sungai Andok. Peningkatan pengendalian kegiatan masyarakat seperti pembangunan perumahan tanpa izin dan eksploitasi sumberdaya batu kapur di sekitar Bukit Tui serta diiringi pembangunan sistem monitoring potensi kebencanaan.

**Kata Kunci:** kajian, industri kapur, penambangan, kelayakan, bencana, geo park

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
ABSTRAK .....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vi
BAB 1    PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah .....	3
1.3    Maksud dan Tujuan .....	3
1.4    Sasaran.....	4
1.5    Ruang Lingkup .....	4
BAB 2    TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1    Deskripsi Batu Gamping .....	5
2.2    Manfaat/ Kegunaan Batu Gamping .....	6
2.3    Peningkatan Nilai Tambah Batu Gamping.....	8
2.4    Analisis Kelayakan Finansial .....	16
BAB 3    METODOLOGI.....	21
3.1    Lokasi dan Waktu Pelaksanaan .....	21
3.2    Metoda Pengumpulan Data .....	22
3.3    Metoda Analisis Data .....	23
BAB 4    ANALISIS DATA .....	24
4.1    Sumberdaya Batu Kapur .....	24
4.2    Potensi dan Pasar Batu Kapur .....	26
4.3    Analisis Laboratorium Mutu Batu Kapur Sampel.....	30
4.4    Analisis Kapasitas Pabrik .....	31
4.5    Analisis Kapasitas Pabrik.....	35
4.5.1.    Proyeksi Kebutuhan Kapur Industri Setiap Tahun.....	35
4.5.2.    Proyeksi Persentase Kebutuhan Kapur Industri per Tahun .....	37
4.5.3.    Estimasi Pasar Kapur Tohor (CaO).....	38

4.5.4.	Kebutuhan Batu Kapur setiap Tahun .....	38
4.5.5.	Biaya Produksi .....	39
4.5.6.	Pendapatan dan Laba per Tahun .....	41
4.5.7.	Investasi Awal dan Depresiasi .....	43
4.5.8.	Arus Kas / <i>Cash Flow</i> .....	44
4.6	Perhitungan <i>Cash Flow</i> Berdasarkan <i>Net Present Value</i> (NPV) .....	46
4.7	Perhitungan Nilai Investasi Berdasarkan <i>Internal Rate of Return</i> (IRR) .....	46
4.8	Perhitungan <i>Benefit Cost Ratio</i> (BCR).....	47
4.9	Analisis Lingkungan.....	47
BAB 5	PEMBAHASAN.....	53
5.1	Analisis Potensi Pasar .....	53
5.2	Analisis Kelayakan Finansial .....	55
5.3	Analisis Lingkungan.....	57
5.4	Analisis Regulasi Pertambangan .....	62
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN .....	65
6.1	Kesimpulan.....	65
6.2	Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA	.....	68

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Sebaran Sumberdaya Berdasarkan Daerah Administratif dan Status Kawasan Hutan .....	26
Tabel 4.2	Nama dan Koordinat Titik Sampel.....	31
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Berdasarkan SNI 0347-80 (dalam persen).....	31
Tabel 4.4	Komponen-Komponen Biaya Tetap.....	32
Tabel 4.5	Komponen-Komponen Biaya Variabel.....	33
Tabel 4.6	Biaya Total ( <i>Total Cost</i> ) yang Dikeluarkan untuk Produksi.....	34
Tabel 4.7	Proyeksi Kebutuhan Kapur / CaO (ton) .....	36
Tabel 4.8	Persentase Kebutuhan Kapur (CaO) Industri (ton) .....	37
Tabel 4.9	Estimasi Pasar Batu Kapur .....	38
Tabel 4.10	Kebutuhan Bahan Baku Batu Kapur (CaCO <sub>3</sub> ) Pertahun (ton) .....	39
Tabel 4.11	Total Biaya Produksi (Rupiah).....	40
Tabel 4.12	Pendapatan dan Laba Setiap Tahun .....	42
Tabel 4.13	Investasi Awal .....	43
Tabel 4.14	Arus Kas Bersih dan Kumulatif .....	45
Tabel 4.15	Nilai Rentang Parameter Teknis Batu Kapur .....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Tungku Kalsinasi (Diskoperindag, 2016).....	9
Gambar 2.2	Proses Peningkatan Nilai Tambah Produksi Kapur Tohor.....	10
Gambar 2.3	Skema Proses Hidrasi Kapur Tohor (Aziz, 2010).....	12
Gambar 2.4	Proses Pengolahan GCC (Aziz, 2010).....	14
Gambar 2.5	Proses Pengolahan PCC (Aziz, 2010).....	15
Gambar 3.1	Wilayah Kajian Peluang dan Potensi Industri Kapur.....	21
Gambar 4.1	Sebaran Baru Kapur di Sumatera Barat dan Kota Padang Panjang .....	24
Gambar 4.2	Sebaran Baru Kapur di Bukit Tui.....	25
Gambar 4.3	Daerah Potensi Batu Kapur Padang Panjang.....	26
Gambar 4.4	Pengambilan Sampel Batu Kapur di Kota Padang Panjang.....	30
Gambar 4.5	Grafik Biaya Tetap dan Biaya Variabel.....	35
Gambar 4.6	Kemiringan Lereng Batu Kapur di Padang Panjang.....	48
Gambar 4.7	Longsor Batu Kapur di Jember (Antara, 2019).....	49
Gambar 4.8	Perhitungan Kemiringan Maksimum.....	50
Gambar 4.9	Retakan di Kawasan Batu Kapur (Hendri, 2018).....	51
Gambar 4.10	Analisis Potensi Longsor di Kawasan Batu Kapur.....	52

## **BAB 1**

### **PENDAHULUAN**

Bagian ini adalah pendahuluan yang menguraikan tentang pentingnya studi potensi dan peluang industri kapur di Kota Padang Panjang. Pendahuluan terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, sasaran dan ruang lingkup dari kajian yang dilakukan. Uraian ini mengacu pada kerangka acuan kerja kegiatan.

#### **1.1 Latar Belakang**

Batu gamping (batu kapur) merupakan salah satu jenis mineral yang memiliki banyak kegunaan, baik dalam sektor industri maupun konstruksi dan pertanian. Kegunaan dari batu gamping antara lain sebagai bahan bangunan, batu bangunan bahan penstabil jalan raya, pengapuran untuk pertanian dan sebagainya. Batu gamping dapat terbentuk secara organik, mekanik, atau kimia. Sebagian besar Batu gamping yang ada di alam terbentuk secara organik melalui pengendapan cangkang atau kerangka kerang dan siput, foraminifera, serta ganggang. Siderit, ankarerit, dan magnesit merupakan mineral yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu gamping dalam jumlah kecil.

Senyawa kimia yang umum ditemui pada batu kapur adalah kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Hal ini disebabkan karena senyawa tersebut merupakan komponen utama dari cangkang organisme laut dan siput yang menjadi bahan utama dalam pembentukan batu gamping. Kalsium karbonat dengan kemurnian dan kehalusan tinggi digunakan sebagai bahan baku dalam industri tapal gigi, cat, farmasi, kosmetik, karet, kertas, dan lain-lain, baik sebagai bahan dasar maupun bahan penolong. Indonesia masih mendatangkan kalsium karbonat dari luar negeri untuk memenuhi sebagian besar kebutuhan industrinya. Kalsium karbonat umumnya dibuat secara kimiawi dari suspensi kapur padam dan gas karbon dioksida. Efisiensi merupakan salah satu permasalahan yang umum ditemui pada produksi kalsium karbonat di Indonesia. Masih banyak ditemui serpihan atau butir kecil batu kapur atau marmer dalam jumlah besar yang terbuang sia-sia, disamping minimnya pemanfaatan gas  $\text{CO}_2$  buangan.



Perkembangan industri serta pertumbuhan ekonomi mendorong meningkatnya permintaan terhadap bahan baku industri termasuk batu gamping atau batu kapur. Industri kapur merupakan salah satu industri yang memiliki sejarah cukup panjang di Kota Padang Panjang. Sentra industri kapur berada di kawasan Bukit Tui dan pernah berjaya pada era 1980-an. Bukit Tui memiliki kandungan batu kapur yang cukup potensial sehingga mendukung perkembangan kegiatan penambangan dan industri kapur pada kawasan tersebut. Estimasi cadangan batu kapur diperkirakan masih cukup menjanjikan. Lokasi penambangan berada di kawasan Bukit Tui sekitar Lakuang Koto Panjang, Lakuang Mudiak Tanah Hitam Atas, Rao-Rao Koto Panjang dan sungai andok tanah hitam.

Berdasarkan Perda RTRW No. 2 Tahun 2013 lokasi tersebut masuk dalam Bagian Wilayah Kota (BWK I) yang merupakan wilayah dengan fungsi utama sebagai kawasan lindung serta fungsi pendukungnya adalah pemukiman dan pertanian. Bukit kapur yang dimanfaatkan sebagai usaha pertambangan oleh masyarakat di wilayah tersebut juga berfungsi sebagai daerah penyerapan air. Kondisi ini menyebabkan pemanfaatan bukit kapur ini memerlukan pengawasan yang cukup ketat untuk meminimasi dampak negatif terhadap lingkungan. Berbagai risiko seperti: longsor, pencemaran lingkungan dan penurunan kualitas kesehatan masyarakat sekitar dapat menjadi konsekuensi dari pengelolaan bukit kapur yang tidak optimal. Sebagian kawasan Bukit Tui juga ditetapkan sebagai kawasan lindung yang membuat pertambangan industri kapur mesti menerapkan fungsi pelestarian untuk mengantisipasi kemungkinan bencana alam.

Beberapa kajian mengenai potensi industri kapur di Kota Padang Panjang telah pernah dilaksanakan sebelumnya, namun tinjauan yang dilakukan dalam kajian tersebut masih dilakukan secara parsial. Kajian tersebut belum menyoroti keberadaan industri tambang kapur tersebut secara komprehensif dengan mempertimbangkan berbagai dimensi *sustainability* seperti ekonomi, sosial, dan lingkungan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis terhadap peluang dan potensi industri kapur Padang Panjang dengan mempertimbangkan ketiga dimensi *sustainability* tersebut untuk memastikan potensi jangka panjang dari kemungkinan pengembangan industri kapur di Kota Panjang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Beberapa permasalahan utama yang ditemui pada usaha penambangan dan industri kapur di Kota Padang Panjang adalah sebagai berikut:

1. Kawasan penambangan Bukit Tui berada di perbatasan Hutan Lindung menurut SK Kementerian Kehutanan No. 304 Tahun 2013;
2. Terdapat zona kawasan penyangga hutan lindung di sepanjang Bukit Tui menurut Perda RTRW Kota Padang Panjang pada Tahun 2013;
3. Kondisi dinding bukit kapur yang menyulitkan para penambang tradisional untuk memecah tebing dan berisiko tinggi bagi keselamatan para pekerja;
4. Lokasi tambang berbatasan langsung dengan kawasan pemukiman masyarakat;
5. UU Nomor 23 Tahun 2014 Pasal 14 dan 15 tentang Pemerintah Daerah menyatakan bahwa Kabupaten/ Kota tidak lagi diberi kewenangan penerbitan izin pertambangan. Hal ini berarti wewenang Kabupaten/ Kota terkait izin pertambangan bergeser menjadi kewenangan Pemerintah Provinsi.

## **1.3 Maksud dan Tujuan**

Maksud pelaksanaan kajian ini adalah untuk meneliti peluang dan potensi industri kapur di Kota Padang Panjang dengan mempertimbangkan semua aspek terkait secara komprehensif yang meliputi: (i) Kelayakan industri kapur secara ekonomi, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang; (ii) Dampak kehidupan sosial masyarakat kawasan sekitar tambang kapur; dan (iii) Dampak lingkungan, terutama pencemaran lingkungan dan potensi risiko bencana yang ditimbulkan.

Adapun tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menghasilkan dokumen kajian yang komprehensif sehingga bisa menghasilkan rekomendasi yang dapat meningkatkan penanganan peluang dan potensi industri kapur di Kota Padang Panjang.

#### 1.4 Sasaran

Sasaran dari kajian peluang dan potensi industri kapur di Kota Padang Panjang dengan mempertimbangkan aspek-aspek yang relevan secara komprehensif adalah:

1. Penentuan pasar dari produk batu kapur sesuai dengan kualitas dari batu kapur yang berada di kawasan Bukit Tui dan sekitarnya berdasarkan SNI yang berlaku;
2. Menghitung kelayakan finansial yang meliputi *Internal Rate of Return* (IRR), *Payback Period* (PP) dan *Net Present Value* (NPV);
3. Identifikasi potensi pencemaran lingkungan sebagai akibat proses produksi batu kapur;
4. Identifikasi potensi risiko bencana yang ditimbulkan dari lokasi penambangan batu kapur berdasarkan RTRW Kota Padang Panjang;
5. Identifikasi alternatif pemanfaatan potensi kawasan penambangan rakyat sebagai sumber kehidupan sosial masyarakat yang bernilai ekonomi dan ramah lingkungan.

#### 1.5 Ruang Lingkup

Secara garis besar, lingkup dari kajian ini terdiri dari dua aspek: kelayakan industri batu kapur secara ekonomi, serta dampak sosial dan lingkungan bagi masyarakat di sekitar kawasan penambangan batu kapur. Aspek kelayakan industri difokuskan pada investasi, sedangkan dampak sosial dan lingkungan fokus terhadap potensi ancaman bencana alam serta sumber pendapatan pekerja di pengolahan batu kapur disamping masyarakat yang hidup disekitar penambangan rakyat. Produk dalam kajian ini merupakan hasil dari industri batu kapur olahan, kualitas batu kapur sebagai bahan baku industri ditetapkan berdasarkan sampel yang diambil dari Bukit Tui, Sungai Andok, dan daerah terdekat lainnya. Perkiraan permintaan batu kapur untuk proses pengolahan terpilih dibatasi untuk rentang 25 tahun ke depan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi penjelasan tentang teori dasar batu gamping, teknologi pengolahannya serta analisis kelayakan finansial. Uraian tentang batu gamping dibutuhkan untuk memberikan pemahaman secara komprehensif dan mendalam mengenai proses pembentukan, jenis-jenis batu gamping, komposisi kandungannya dan kegunaan dari batu gamping tersebut di berbagai sektor. Beberapa jenis teknologi pengolahan batu gamping yang berpotensi untuk digunakan dalam pengembangan industri batu kapur Kota Padang Panjang juga akan dibahas dalam sub bab ini. Penjelasan ringkas mengenai konsep dasar dan formulasi-formulasi perhitungan analisis kelayakan finansial diberikan untuk menentukan kelayakan usaha pengolahan batu kapur menggunakan teknologi yang telah dibahas sebelumnya.

#### **2.1 Deskripsi Batu Gamping**

Batu gamping (batu kapur) merupakan salah satu sumber daya mineral yang memiliki jumlah cukup besar di Indonesia, diperkirakan mencapai 2.160 milyar ton (Aziz, 2010). Endapan batu kapur tersebar di wilayah Sumatra, Jawa, Nusa Tenggara, Sulawesi, Irian Jaya, serta pulau-pulau lainnya. Meskipun sebagai bahan baku batu kapur memiliki harga murah, akan tetapi sumber daya ini memiliki kegunaan yang cukup signifikan dalam dunia industri. Batu gamping merupakan salah satu golongan batuan sedimen, terdiri dari batu gamping non-klastik dan batu gamping klastik. Batu gamping non-klastik, terbentuk dari koloni dari binatang laut seperti: Coelentrata, Moluska, Protozoa dan Foraminifera. Jenis batu gamping ini sering disebut sebagai batu gamping koral karena bahan penyusun utamanya adalah koral. Batu gamping klastik dibentuk melalui proses erosi, transportasi, sortasi, dan sedimentasi yang terjadi pada batu gamping non-klastik. Proses tersebut mengakumulasi berbagai mineral lain sebagai pengotor, sehingga menghasilkan variasi warna dari batu gamping itu sendiri. Beberapa warna yang umum dijumpai adalah putih susu, abu-abu muda, abu-abu tua, coklat, merah bahkan hitam.

Sebagian besar Batu gamping yang terdapat di alam terjadi secara organik melalui pengendapan cangkang/ rumah kerang dan siput, foraminifera atau ganggang, atau berasal dari kerangka binatang koral/ kerang. Mineral yang umum ditemukan berasosiasi dengan batu gamping adalah kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), terutama dalam bentuk kristal aragonite. Secara termodinamika aragonite tidak stabil pada tekanan dan temperatur standar sehingga dalam kurun waktu tertentu cenderung berubah menjadi kalsit. Vaterite merupakan fase lain dari kalsium karbonat yang tergolong mineral *metastable* karena pada temperatur permukaan Bumi dan mengalami dekomposisi yang relatif lebih cepat dibandingkan aragonite. Kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dengan kemurnian dan kehalusan yang tinggi banyak digunakan sebagai bahan dasar maupun bahan penolong pada berbagai industri. Mineral lainnya yang umum ditemukan berasosiasi dengan Batugamping tetapi dalam jumlah kecil adalah Siderit ( $\text{FeCO}_3$ ), ankererit ( $\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$ ), dan magnesit ( $\text{MgCO}_3$ ).

Selain secara organik, batu gamping juga dapat terbentuk secara mekanik maupun kimia. Pembentukan secara mekanik terjadi melalui cangkang kerang dan siput yang terbawa oleh arus dan diendapkan tidak jauh dari tempat asalnya, sedangkan pembentukan secara kimia terjadi dalam air laut ataupun air tawar pada kondisi iklim dan suasana lingkungan tertentu.

## 2.2 Manfaat/ Kegunaan Batu Gamping

Batu kapur dan produknya telah banyak digunakan dalam berbagai industri, sebagai bahan imbuhan dalam industri peleburan logam baik besi maupun bukan besi dan industri kaca (*glass*); bahan pengisi pada pembuatan barang-barang dari karet, plastik, karton, cat, pasta gigi, dan lain-lain; bahan pengisi dan pelapis kertas; pengkondisi tanah (*soil conditioners*); pengatur pH dalam sejumlah proses kimia, koagulan dalam pengolahan air; pengendap ion-ion logam dalam pengolahan limbah cair, penetral gas sulfur oksida ( $\text{SO}_x$ ) dan nitrogen oksida ( $\text{NO}_x$ ), dan berbagai fungsi lainnya. Secara spesifik, pemanfaatan batu gamping atau batu kapur pada berbagai sektor adalah sebagai berikut:

1. Produk bahan bangunan, yaitu untuk pondasi jalan, rumah, bendungan.

Biasanya dipakai bahan galian gamping yang keras dan pejal berhablur halus

dengan daya tekan 800-2.500 kg/cm<sup>2</sup>. Spesifikasi batu kapur yang dibutuhkan sebagai bahan bangunan adalah CaO + MgO minimum 95%; SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> maksimum 5%; 3% CO<sub>2</sub>; 70% batu kapur lolos ayakan dengan ukuran mesh 0,85 mm.

2. Industri kaca yang berfungsi sebagai galian fluks dengan kadar 0,96% SiO<sub>2</sub>; 4% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,14% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,15% MgO dan 55,8% CaO.
3. Industri bata silika dengan spesifikasi: 90% CaO; maksimum 4,5% MgO; maksimum 1,5% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; dan maksimum 55,8% CO<sub>2</sub>.
4. Industri semen dengan spesifikasi: 50-55% CaO; maksimum 2% MgO; viskositas 3200 cp (40% H<sub>2</sub>O); 2,47% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; serta 0,95% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
5. Pembuatan karbit dengan bahan utama 60% kapur tohor dan 40% kokas. Syaratnya adalah minimum 92% CaO; 75% MgO; maksimum 1% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Untuk kokas maksimum 5% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; maksimum 0,2% S; maksimum 0,02% P; hilang pijar 4% maksimum 2% SiO<sub>2</sub>. Khusus kokas kadar arang padat > 86%. Kadar abu maksimum 12%, tidak rapuh, dan kadar air rendah.
6. Pembuatan refraktori dimana sebagai galian bahan baku adalah *high calcium lime* yang mengandung 95% CaCO<sub>3</sub>; 5% dolomit. Selain itu, *high magnesium lime* mengandung 50-90% CaCO<sub>3</sub>; 10-50% dolomit, sebagai galian bahan tambahan adalah tanah liat dan air.
7. Pelicin tablet dengan spesifikasi berukuran -200 mesh, kandungan CaCO<sub>3</sub> 98,5% sehingga merupakan serbuk hablur putih tidak berbau dan tidak berasa, tidak mengandung arsen dan logam berat lainnya, penyusutan kering tidak melebihi 1%, dan tidak mengganggu bahan aktif.
8. Peleburan baja berfungsi sebagai Galian bahan imbuhan (fluks). Silika dan alumina akan bereaksi dengan bahan imbuhan menjadi terak/ slag yang mengapung terletak di atas lelehan besi baja, sehingga mudah dipisahkan.
9. Bahan Pemutih kertas, pulp dan karet dimana batu gamping hablur murni digerus halus dengan syarat 98% CaCO<sub>3</sub> dan PH > 7,8 dengan kehalusan 325 mesh supaya daya serap terhadap minyak warna putih.
10. Industri gula berfungsi menjernihkan nira tebu dan menaikan tebu. Umumnya untuk 1000 kg tebu digunakan 100 kg kapur tohor dengan syarat 0,2% H<sub>2</sub>;

0,2% HCl; 55% CaO; 0,1% SiO<sub>2</sub>; 0,1% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,4% MgO; 43,6% CO<sub>2</sub>; 0,3% Na<sub>2</sub>OK<sub>2</sub>O.

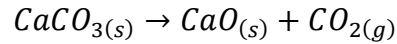
### 2.3 Peningkatan Nilai Tambah Batu Gamping

Proses pengolahan batu kapur di Indonesia mengikuti pola: penggalian atau penambangan yang dilanjutkan dengan memecah bongkahan batu. Pecahan dari bongkahan batu kapur tersebut kemudian dibakar untuk menghasilkan kapur tohor dan kapur padam. Pembakaran biasanya dilakukan menggunakan tungku pembakaran sederhana (tobong kapur tradisional) berbentuk sumur yang dikenal dengan istilah tungku cubluk. Metode pembakaran yang lebih padat modal dilakukan menggunakan tungku tegak. Proses tersebut kadang juga dilengkapi dengan mesin-mesin penggilingan untuk menghasilkan beberapa jenis produk seperti: kapur tohor tepung, kapur padam, dan batu kapur tepung (tepung kalsium karbonat). Pengolahan yang melibatkan teknologi lebih mahal dilakukan dengan tungku pembakaran batu kapur modern. Oleh karena sifatnya yang padat modal dan memerlukan konsumsi energi cukup besar, teknologi pengolahan ini lebih sering digunakan pada berbagai pabrik semen portland.

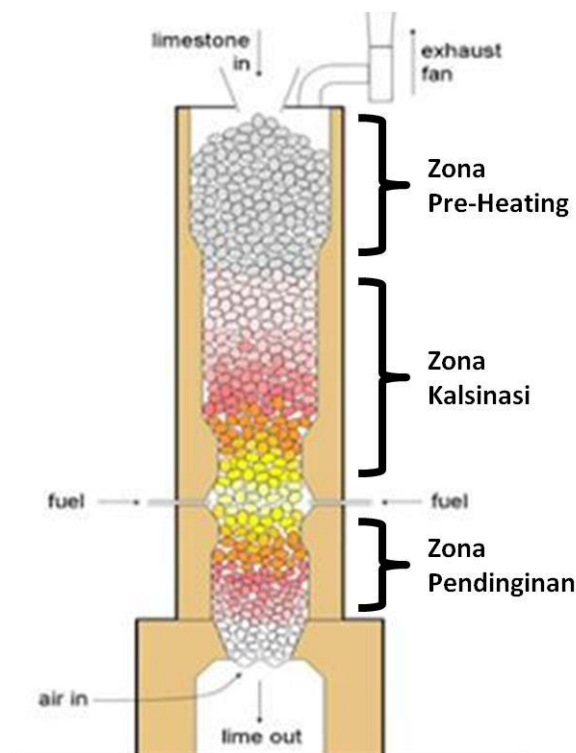
Pengolahan batu kapur biasa dilakukan dengan menggunakan tungku tegak sederhana seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2.1. Proses ini biasa disebut sebagai Proses Kalsinasi. Proses kalsinasi merupakan proses pemanasan batu kapur untuk menghasilkan CaO melalui pembebasan CO<sub>2</sub>. Pemanasan dilakukan pada temperatur tinggi (>900°C). Panas yang diserap oleh batu kapur akan menyebabkan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan berpindah ke permukaan dan kemudian menyebar dalam tempat pemanasan (Khaira, 2011). Proses Kalsinasi merupakan proses yang kompleks dan secara garis besar dapat dibagi dalam tiga tahapan. Ketiga tahapan tersebut terjadi pada zona yang berbeda di dalam tungku kalsinasi. Penjelasan ringkas mengenai proses yang terjadi pada masing-masing zona adalah sebagai berikut:

1. *Zona Pre-Heating*. Batu kapur dan kokas mengalami pemanasan oleh gas panas yang bergerak berlawanan dari bagian bawah ke bagian atas tungku. Pemanasan dilakukan hingga batu kapur dan kokas yang ada dalam tungkumencapai temperatur 800°C.

2. Zona Kalsinasi. Pada zona ini kapur bakar mengalami pemanasan hingga mencapai temperatur 1.000°C. Batu kapur terurai menjadi CaO dan CO<sub>2</sub> pada zona ini mengikuti dengan mengikuti reaksi berikut:



3. Zona Pendinginan. Kapur bakar didinginkan kembali pada zona ini hingga mencapai temperatur 100°C dengan udara yang bergerak berlawanan dari bagian bawah tungku.



**Gambar 2.1** Skema Tungku Kalsinasi (Diskoperindag, 2016)

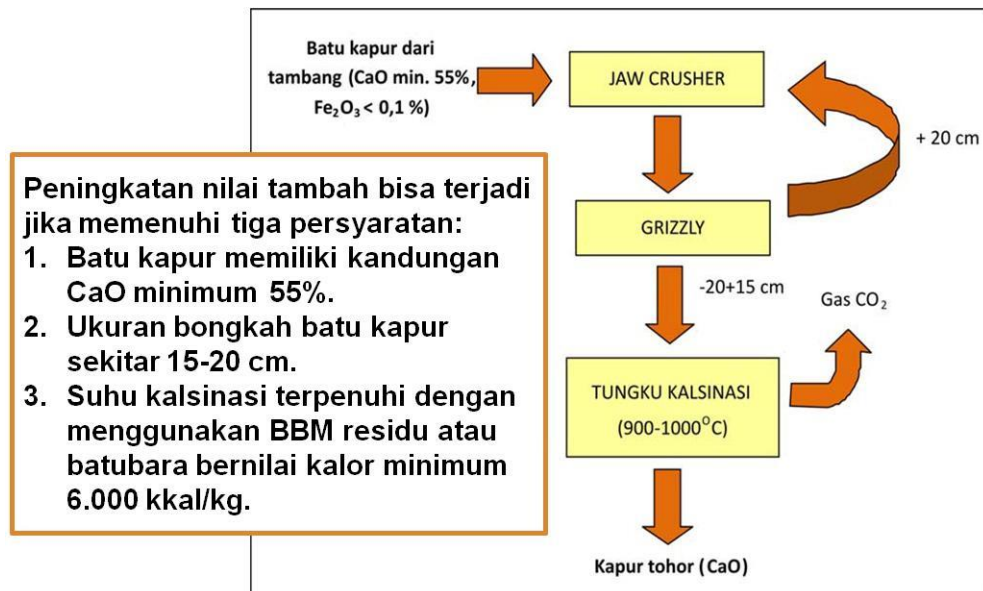
Nilai tambah dari produk yang dihasilkan melalui proses pembakaran dengan tungku tersebut dapat ditingkatkan melalui tiga cara (Aziz, 2010): Pertama, pembakaran dengan hanya menggunakan batu kapur dengan kandungan CaO minimum 55%. Kedua, hanya menggunakan bongkahan batu kapur dengan ukuran sekitar 15-20 cm. Ketiga, penggunaan BBM residu atau batubara dengan kalor minimum 6.000 kkal/kg untuk memastikan agar temperatur kalsinasi benar-benar dapat terpenuhi. Sebagaimana diketahui kalsinasi batu kapur untuk



menghasilkan kapur tohor tergolong proses padat energi karena memerlukan suhu tinggi (900-1.000°C).

Kandungan CaO dalam batu kapur dapat ditentukan melalui pengujian sesuai dengan standar SNI 0347-80. Pengujian tersebut membagi batu kapur dalam dua golongan berdasarkan ukuran butirnya: Golongan I untuk sisa ayakan yang berdiameter lubang-lubang 13-38 mm; Golongan II untuk sisa ayakan yang berdiameter lubang-lubang 30-80 mm. Cara pengujian bisa dilakukan secara kimia maupun fisika. Uji kimia digunakan untuk menentukan kadar air, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO, MgO, S, dan P, disamping juga untuk menentukan hilang pijar. Uji fisika dilaksanakan dengan menggunakan ayakan dengan lubang berdiameter 13 mm, 30 mm, 38 mm, 80 mm beserta timbangan analitis.

Pengaturan ukuran bongkahan dapat dicapai dengan memecah batu kapur sebelum dibakar dalam tungku kalsinasi. *Jaw Crusher* dan *Grizzly Feeder* bisa digunakan untuk proses pemecahan tersebut. Skema proses ini dapat dilihat pada Gambar 2.2. *Jaw Crusher* dan *Vibrating Grizzly Feeder* tidak harus ditempatkan pada lokasi pembakaran, tetapi bisa ditempatkan pada *Crushing Plant* sebagai persiapan ukuran batu kapur yang diinginkan pasar mulai dari area penambangan.



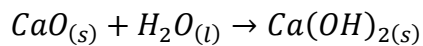
**Gambar 2.2** Proses Peningkatan Nilai Tambah Produksi Kapur Tohor (Aziz, 2010)

Harga BBM merupakan salah satu isu penting yang perlu diperhatikan oleh industri batu kapur. Perkembangan industri batu kapur sangat rentan dipengaruhi oleh perubahan harga BBM. Ongkos bahan bakar minyak (BBM) mencapai 60% dari ongkos produksi kapur tohor (Aziz, 2010). Oleh sebab itu kenaikan harga BBM sangat berpengaruh terhadap kenaikan ongkos produksi. Industri kapur tohor mengalami pukulan berat akibat kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM) dalam dua dekade terakhir. Kenaikan harga BBM tertinggi terjadi pada tahun 2005, dimana terjadi dua kali kenaikan harga; yaitu pada 1 Maret 2005, BBM solar (BBM yang banyak digunakan industri) naik dari Rp 1.950 menjadi Rp 2.300 per liter (kenaikan 22%), kemudian pada tanggal 1 Oktober 2005 harga tersebut naik kembali menjadi Rp 4.300 per liter (kenaikan 87%) (Anonim, 2005). Kenaikan kembali terjadi pada tanggal 24 Mei 2008, dimana harga BBM solar menjadi Rp 5.500 per liter. Untungnya penurunan berturut-turut terjadi pada kurun waktu Desember 2008 - Januari 2009 sehingga harga BBM pada tahun 2010 menjadi Rp 4.500 per liter. Sebagai konsekuensi dari kenaikan harga BBM tersebut banyak perusahaan kapur tohor yang ditutup, salah satu contoh adalah industri kapur di daerah Padalarang Bandung yang hingga saat ini sudah menghentikan operasi dari 80 persen tungku pembakaran kapurnya.

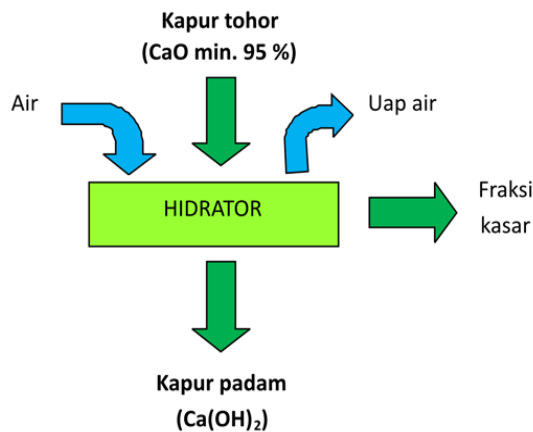
Kenaikan ongkos produksi industri kapur tohor yang disebabkan oleh peningkatan harga BBM biasanya tidak langsung diikuti oleh kenaikan harga jual produk secara proporsional di pasaran, sebagai akibat persaingan yang cukup ketat diantara pelaku usaha industri kapur tohor. Kondisi ini menjadi tantangan tersendiri dalam industri kapur tohor, dimana perlu dilakukan usaha untuk mengimbangi profit margin usaha yang kecil untuk menghasilkan nilai tambah industri yang cukup besar. Usaha tersebut dapat berbentuk diperlukan efisiensi bahan bakar maupun inovasi dalam penggunaan jenis bahan bakar yang lebih murah seperti pemanfaatan limbah perkebunan dan pertanian (beberapa contoh adalah pemanfaatan cangkang dan tandan buah sawit, serbuk gergajian kayu, sekam padi, tongkol buah jagung dan lain-lain). Salah satu contoh inovasi bahan bakar bisa dilihat pada industri kapur tohor yang ada di Padalarang, dimana sebagian kecil industri kapur tohor yang berada di kawasan tersebut masih tetap bisa bertahan dari kenaikan harga BBM karena menggunakan bahan bakar limbah

seperti ban bekas, limbah industri berbasis karet, plastik dan sebagainya. Perlu diingat bahwa kelestarian lingkungan dari pencemaran udara maupun abu sisa pembakaran masih perlu diperhatikan dalam melakukan inovasi bahan bakar ini.

Nilai tambah kapur tohor juga dapat ditingkat dengan mengubahnya menjadi kapur padam ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). Proses ini disebut sebagai hidrasi kapur tohor, dilakukan untuk mengubah  $\text{CaO}$  hasil pembakaran pada tungku kalsinasi menjadi  $\text{Ca(OH)}_2$  dengan memanfaatkan hidrator. Persamaan reaksi yang terjadi selama proses hidrasi adalah:

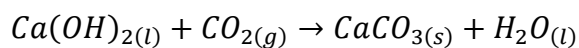


Skema dari proses hidrasi dapat dilihat pada Gambar 2.3. Keuntungan utama dari peningkatan nilai tambah dengan cara ini adalah investasi yang relatif tidak terlalu besar (hanya perlu menambahkan hidrator) serta tidak membutuhkan SDM berkeahlian khusus.



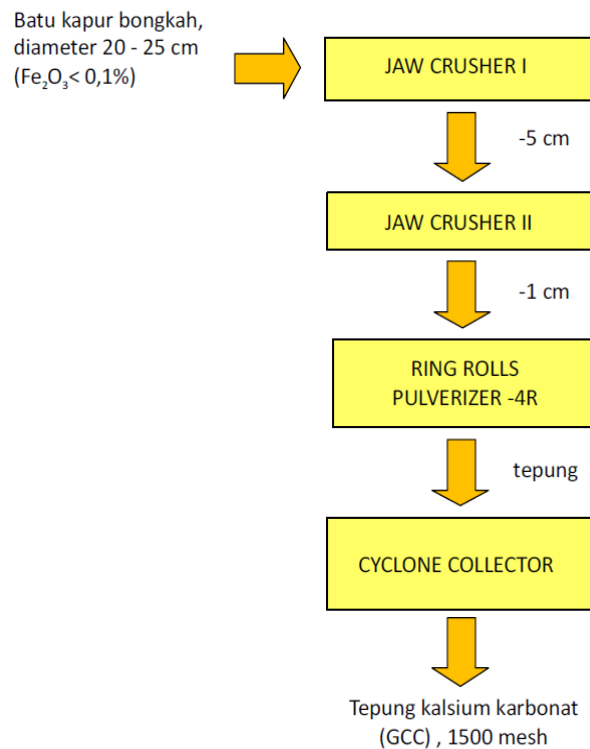
**Gambar 2.3** Skema Proses Hidrasi Kapur Tohor (Aziz, 2010)

Produk dengan daya guna industri yang lebih tinggi bisa dibentuk melalui Proses *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC). Proses ini mengikuti tahapan kalsinasi dan hidrasi seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, tetapi dengan menambahkan Proses Karbonasi pada Kapur Padam ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) yang dihasilkan sehingga membentuk  $\text{CaCO}_3$ . Proses ini pada dasarnya menambahkan  $\text{CO}_2$  pada Kapur Padam dan mengikuti persamaan reaksi berikut:



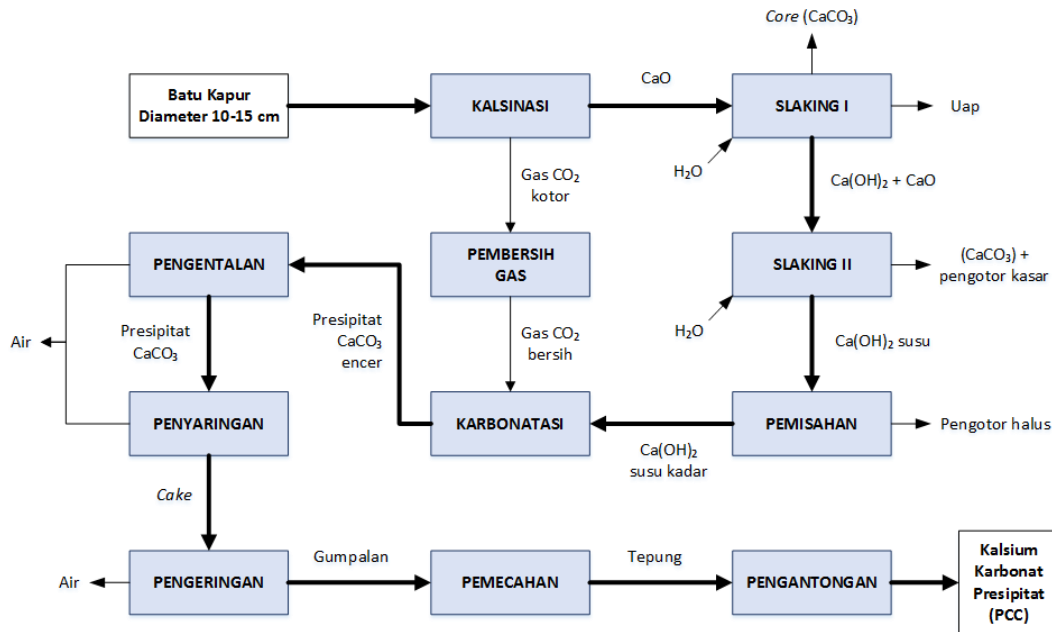
PCC memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dan homogen sehingga memiliki daya saing baik di pasar nasional maupun internasional (Khaira, 2011). Aplikasi PCC cukup luas dan penggunaannya dapat ditemui pada industri cat, karet, kertas, pasta gigi, plastik, tekstil, serta sebagai bahan tambahan dalam kosmetik, makanan, dan obat-obatan (Gheevanese, Strydom, Potgieter, & Potgieter, 2002) (Islam & Quader, 2008).

Di sisi lain upaya peningkatan nilai tambah batu kapur melalui pembuatan tepung dan pemrosesan serta aplikasinya hingga saat ini masih terus berkembang. Salah satunya adalah tepung kalsium karbonat giling atau *Ground Calcium Carbonate* (GCC) dengan berbagai tingkat kehalusan. GCC telah digunakan secara luas sebagai bahan pengisi berbagai produk industri, dan dalam perkembangan terakhir mampu mencapai kualitas yang diharapkan sebagai pelapis kertas (Aziz, 2010). Proses pembuatan GCC dilakukan dengan memecah bongkahan batu kapur berdiameter 20-25 cm menjadi tepung kalsium karbonat. Pemecahan bongkahan batu kapur dilakukan dengan menggunakan *Jaw Crusher*, *Ring Rolls Pulverizer*, dan *Cyclone Collector*. Skema prosesnya dapat dilihat pada Gambar 2.4. Tingkat kehalusan tepung kalsium karbonat yang dapat dihasilkan berkisar antara 60-1.500 mesh, dengan nilai tambah yang dihasilkan dapat mencapai 19 kali lipat dari bongkahan batu kapur yang tidak diolah (Aziz, 2010).



**Gambar 2.4** Proses Pengolahan GCC (Aziz, 2010)

Peningkatan nilai tambah juga dapat dilakukan dengan mengolah bongkahan batu kapur menjadi tepung kalsium karbonat presipitat atau *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC). Karakteristik utama PCC adalah berbentuk kristalin (teratur, memiliki permukaan halus, dan kompak), memiliki kepadatan ruah yang rendah (sekitar 0,5 gr/cc), dan memiliki ukuran butir yang sangat halus berukuran lebih kecil dari 1  $\mu\text{m}$  (Boynton, 1999) (Aziz, 2010). PCC banyak digunakan sebagai pengisi dan pelapis kertas, produk ini telah menggeser kaolin yang sebelumnya lama digunakan. Peningkatan nilai tambah PCC diperkirakan mampu mencapai 99 kali lipat dari bongkahan batu kapur (Aziz, 2010). Skema pengolahan PCC dapat dilihat selengkapnya pada Gambar 2.5. Inovasi penggunaan baru dari PCC masih terus berkembang seperti PCC dengan kemurnian tinggi (tingkat kemurnian makanan) untuk aditif makanan, nano PCC untuk pengisi dan pelapis kertas dapat mereduksi pemakaian serat kayu (selulose), dan sebagainya.



**Gambar 2.5** Proses Pengolahan PCC (Aziz, 2010)

Proses pengolahan batu kapur berkembang seiring dengan tuntutan akan kualitas produk industri yang lebih baik. Tuntutan kualitas tersebut dipenuhi melalui peningkatan spesifikasi dari batu kapur maupun produknya. Selain itu, semakin tingginya biaya energi serta semakin banyaknya jumlah pengusaha batu kapur telah mendorong efisiensi bahan bakar serta peningkatan nilai tambah melalui inovasi produk sebagai tantangan utama. Ketiga tantangan tersebut diharapkan dapat menjadi pendorong bagi industri batu kapur untuk lebih mengoptimalkan usahanya melalui inovasi-inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi melalui kerjasama dengan lembaga-lembaga riset pemrosesan dan pemanfaatan mineral.

Dalam mengoptimalkan usahanya, industri batu kapur juga diharapkan tetap memperhatikan konservasi sumber daya batu kapur dengan menghindari penjualan batu kapur bongkah dengan harga murah karena bisa dipakai untuk pondasi bangunan. Tentunya langkah ini kurang tepat karena batu kapur masih bisa dimanfaatkan untuk menghasilkan produkta yang bernilai lebih tinggi, sementara batu andesit bisa dijadikan sebagai alternatif untuk keperluan pondasi bangunan. Dengan demikian diharapkan eksploitasi dan pengembangan batu kapur sebagai sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (*non renewable*

*resources*) mampu menumbuhkan kegiatan sektor ekonomi lainnya, dapat menunjang kesinambungan pemenuhan kebutuhan hidup manusia.

## 2.4 Analisis Kelayakan Finansial

Pelaksanaan suatu industri tidak bisa dilepaskan dari kebutuhan akan modal usaha. Modal yang diinvestasikan dalam bisnis dapat berasal dari berbagai sumber dana yang ada. Secara garis besar, sumber dana tersebut dapat berasal dari dua kategori umum (Kasmir & Jakfar, 2016):

### 1. Modal Sendiri

Modal sendiri adalah modal yang diperoleh dari pemilik perusahaan dengan cara mengeluarkan saham baik secara tertutup atau terbuka. Keuntungan dari menggunakan modal sendiri adalah tidak adanya bunga pinjaman. Perolehan dana dari modal sendiri biasanya berasal dari:

- a. Setoran pemegang saham
- b. Cadangan laba
- c. Laba yang belum dibagi

### 2. Modal Asing

Modal asing merupakan modal yang diperoleh dari pihak luar perusahaan. Pengembalian modal dilakukan sesuai dengan jangka waktu tertentu sesuai dengan perjanjian yang telah dibuat. Keuntungan modal pinjaman adalah jumlahnya relatif tidak terbatas. Sumber dana dari modal asing dapat diperoleh antara lain dari:

- a. Pinjaman dari dunia perbankan
- b. Pinjaman dari lembaga keuangan, seperti: perusahaan asuransi, *leasing*, dan lembaga keuangan lainnya
- c. Pinjaman dari perusahaan non Bank

Investasi model digunakan untuk membeli aset-aset yang dibutuhkan oleh usaha tersebut. Jangka waktu investasi biasanya lebih dari satu tahun, terutama investasi yang digunakan untuk pembelian aktiva tetap. Oleh karena sifat jangka panjangnya, perlu adanya perencanaan untuk memastikan agar investasi yang dilakukan tepat sasaran. Meskipun komponen yang terkandung dalam biaya

kebutuhan investasi biasanya tergantung pada jenis usaha yang dijalankan, secara umum biaya kebutuhan investasi dapat dikelompokkan menjadi (Kasmir & Jakfar, 2016):

1. Biaya Pra-investasi, yang meliputi: Biaya pembuatan studi dan Biaya pengurusan izin-izin.
2. Biaya Pembelian Aktiva
  - a. Aktiva tetap berwujud, seperti: tanah, mesin, bangunan, dan peralatan.
  - b. Aktiva tetap tidak berwujud, seperti: hak cipta, lisensi, dan merek dagang.
3. Biaya Operasional, seperti: upah dan gaji karyawan, biaya listrik, biaya telepon dan air, biaya pemeliharaan, pajak, premi asuransi, biaya pemasaran, serta biaya-biaya lainnya yang relevan.

Permasalahan utama disini adalah jangka waktu pengembalian modal tersebut. Jawaban dari permasalahan ini sangat bergantung pada estimasi keuntungan yang akan diperoleh pada periode mendatang. Keuntungan diestimasi berdasarkan aliran uang masuk dan uang keluar yang dijelaskan dengan rinci melalui aliran kas (*cash flow*). Secara ringkas, *cash flow* menggambarkan jumlah uang yang masuk ke kas perusahaan dan jumlah uang yang keluar serta jenis-jenis biaya yang dikeluarkan. Estimasi pendapatan merupakan perkiraan jumlah pendapatan yang akan diperoleh dan biaya yang harus dikeluarkan serta jumlah pendapatan yang diperoleh dan biaya yang dikeluarkan (Kasmir & Jakfar, 2016). Jenis-jenis *cash flow* dalam suatu usaha terdiri dari:

1. *Initial cash flow*, yaitu kas awal yang merupakan pengeluaran pada awal periode untuk investasi. Seperti: pembelian tanah, gedung, pembelian mesin, dan modal kerja.
2. *Operational cash flow*, merupakan kas yang diterima atau dikeluarkan pada saat operasi usaha. Seperti: pengeluaran dalam satu periode.
3. *Terminal cash flow*, merupakan uang kas yang diterima pada saat usaha tersebut berakhir.



Alat ukur untuk biasa digunakan untuk menentukan kelayakan usaha berdasarkan kriteria investasi antara lain (Kasmir & Jakfar, 2016):

1. *Payback Period* (PP)

Metode *Payback Period* (PP) merupakan teknik dalam penilaian investasi terhadap jangka waktu pengembalian investasi suatu usaha. Perhitungan didapatkan dari kas bersih yang diperoleh setiap tahunnya (Kasmir & Jakfar, 2016).

Nilai *Payback Period* dihitung menggunakan persamaan:

$$PP = \frac{\text{investasi}}{\text{kas bersih/tahun}} \times 1 \text{ tahun}$$

Suatu usaha dinyatakan layak untuk dijalankan menurut *Payback Period* apabila nilai PP yang diperoleh melalui perhitungan lebih kecil dari umur investasi.

2. *Net Present Value* (NPV)

Metode *Net Present Value* (NPV) merupakan keuntungan bersih yang didapatkan dari pengerjaan akhir dari sebuah usaha. Kelayakan usaha menurut *Net Present Value* dipertimbangkan berdasarkan nilai uang pada waktu tertentu (Fahmi, 2014).

*Net Present Value* dihitung menggunakan persamaan:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{I_p}{(1+r)^t} - I_0$$

Dimana  $I_p$  adalah investasi pada proyek yang diperhitungkan,  $I_0$  adalah investasi bersih,  $r$  adalah biaya modal,  $n$  adalah umur manfaat, dan  $t$  adalah periode waktu.

Suatu usaha dianggap layak apabila nilai  $NPV > 0$ . Jika nilai  $NPV < 0$  maka usaha tersebut tidak layak untuk dijalankan. Usaha juga tidak layak untuk dijalankan apabila nilai  $NPV = 0$  meskipun hal ini berarti usaha tersebut berada pada titik impas.

3. *Internal Rate of Return* (IRR)

*Internal Rate of Return* merupakan tingkat suku bunga yang menyamakan jumlah nilai sekarang dari aliran kas sekarang (Fahmi, 2014).

Perhitungan *Internal Rate of Return* dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$IRR = \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Dimana  $A_t$  adalah arus kas bersih,  $k$  adalah biaya modal atau tingkat keuntungan minimal yang diminta,  $I_0$  adalah investasi bersih,  $t$  adalah jangka waktu,  $n$  adalah umur manfaat.

Kelayakan usaha menurut metode ini ditentukan melalui perbandingan antara nilai IRR dengan nilai bunga pinjaman. Apabila nilai IRR yang diperoleh lebih besar dari bunga pinjaman, maka usaha tersebut dianggap layak untuk dijalankan, jika nilai IRR lebih kecil dari bunga pinjaman maka usaha tersebut dianggap tidak layak untuk dijalankan.

#### 4. *Profitability Index (PI)*

*Profitability Index* merupakan rasio aktivitas dari jumlah nilai penerimaan bersih dengan nilai pengeluaran investasi selama umur investasi tersebut (Fahmi, 2014). Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai *Profitability Index* adalah sebagai berikut:

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{CF_t}{(1+K)^t}}{I_0}$$

Dimana  $CF_t$  adalah aliran kas per tahun pada periode  $t$ ,  $I_0$  adalah investasi awal pada tahun 0, dan  $K$  adalah suku bunga.

Usaha dianggap layak apabila nilai *Profitability Index* yang diperoleh  $> 1$ . Sebaliknya usaha dianggap tidak layak apabila nilai *Profitability Index*  $< 1$ .

#### 5. *Benefit Cost Ratio (BCR)*

*B/C Ratio (Benefit Cost Ratio)* adalah ukuran perbandingan antara pendapatan dengan total biaya produksi. Perhitungan *B/C ratio* dilakukan berdasarkan tingkat suku bunga. Besaran nilai *B/C* digunakan sebagai batasan untuk mengetahui apakah suatu usaha menguntungkan atau tidak menguntungkan. Nilai *B/C Ratio* dihitung menggunakan persamaan:

$$B/C \text{ Ratio} = \frac{\text{Jumlah Pendapatan}}{\text{Total Biaya Produksi}}$$

Usaha dianggap layak untuk dijalankan apabila nilai *B/C ratio*  $> 1$ , sementara jika *B/C ratio*  $< 1$  maka usaha tersebut dianggap tidak layak untuk dijalankan atau hanya menimbulkan kerugian.

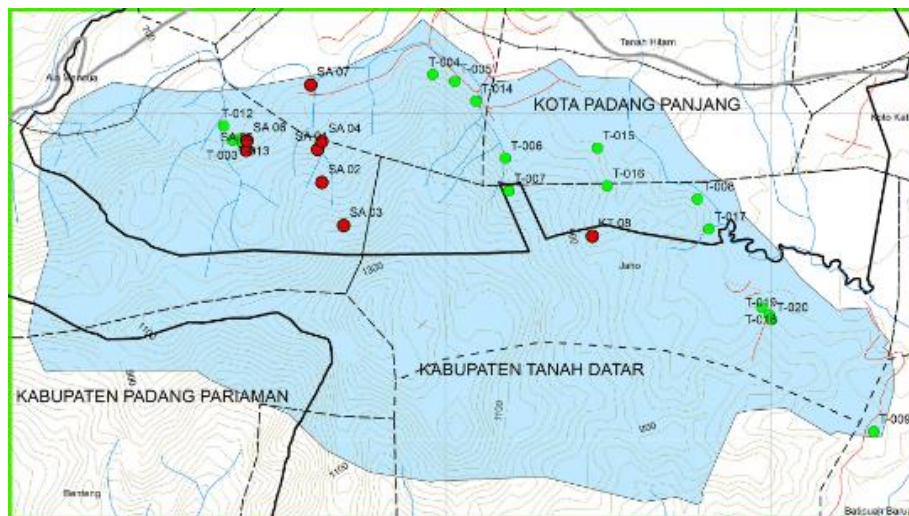
## BAB 3

### METODOLOGI

Metodologi adalah prosedur dan tahapan untuk mencapai tujuan kajian yang telah ditetapkan. Prosedur tersebut meliputi proses pengumpulan dan analisis data. Bab ini menguraikan tentang lokasi dan waktu pelaksanaan kajian peluang dan potensi industri kapur di Kota Padang Panjang. Uraian tersebut diikuti dengan metoda pengumpulan yang digunakan. Bab ini ditutup oleh penjelasan terkait metode analisis yang diperlukan bagi penarikan kesimpulan mengenai kelayakan pendirian industri batu kapur di Kota Padang Panjang.

#### 3.1 Lokasi dan Waktu Pelaksanaan

Wilayah kajian peluang dan potensi industri kapur adalah kawasan tambang kapur Bukit Tui, Sungai Andok dan beberapa wilayah lainnya yang diduga memiliki potensi sebagai kawasan penambangan batu kapur di Kota Padang Panjang. Sebanyak 7 sampel diambil di daerah Sungai Andok dan 1 sampel di daerah dekat perbatasan Jaho. Titik-titik lokasi pengambilan sampel dapat dilihat selengkapnya pada Gambar 3.1. Pelaksanaan kegiatan kajian peluang dan potensi industri kapur ini dilakukan dalam rentang waktu bulan April-September 2019.



**Gambar 3.1** Wilayah Kajian Peluang dan Potensi Industri Kapur

### 3.2 Metoda Pengumpulan Data

Deskripsi mengenai data-data yang dibutuhkan dalam kegiatan kajian ini beserta metode pengumpulan antara lain:

1. Mutu batu kapur di kawasan sekitar Bukit Tui dan Sungai Andok. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui survei lapangan pada kawasan hutan lindung di sekitar Bukit Tui, Sungai Andok dan beberapa daerah lainnya. Pengambilan sampel batu kapur dilakukan pada titik-titik yang tersebar mengikuti kontur kawasan Bukit Tui dan Sungai Andok (dapat dilihat pada Gambar 3.1). Sampel batuan yang telah dikumpulkan kemudian diuji di Balai Riset dan Standarisasi (Baristand) Industri Padang untuk menentukan unsur-unsur penyusunnya.
2. Potensi pemasaran batu kapur. Penentuan potensi tersebut dilakukan dengan cara mengidentifikasi jenis-jenis industri yang membutuhkan batu kapur sebagai salah satu bahan bakunya. Data prospek pasar diambil dari laporan Badan Pusat Statistik dan sumber lain yang relevan seperti artikel-artikel ilmiah, website industri, dan sebagainya.
3. Deskripsi terkait berbagai macam teknologi pengolahan batu kapur juga diberikan dalam laporan ini. Akan tetapi kajian peluang dan potensi industri kapur yang dilakukan hanya fokus terhadap jenis teknologi yang mungkin diterapkan pada industri batu kapur Kota Padang Panjang, disesuaikan dengan kondisi yang ada di lapangan.
4. Peraturan tentang Rencana Tata Ruang dan Wilayah di Kota Padang Panjang, sebagai dasar pertimbangan terhadap potensi risiko lingkungan dan sosial yang mungkin timbul melalui pengembangan industri batu kapur di Kota Padang Panjang.
5. Biaya-biaya investasi yang relevan dengan pembangunan industri batu kapur, diidentifikasi melalui wawancara terbuka terhadap para penambang dan pekerja tungku pembakaran batu kapur. Wawancara dilakukan saat: (1) Studi pendahuluan ke wilayah penambangan di Bukit Tui dan wilayah yang berpotensi untuk penambangan di wilayah Sungai Andok; (2) Pengambilan sampel batu kapur di wilayah yang bersangkutan.

### 3.3 Metoda Analisis Data

Pengujian kualitas batu kapur dilakukan berdasarkan standar SNI 0347-80. Sampel uji diambil pada beberapa titik. Titik-titik tersebut kemudian diidentifikasi menggunakan GPS untuk memastikan posisi koordinatnya. Hasil pengujian kualitas dibandingkan dengan standar SNI 0347-80 dengan fokus pada kandungan CaO sampel. Apabila persentase CaO lebih besar dari atau sama dengan persentase yang disyaratkan oleh standar tersebut, maka kualitas batu kapur dapat diterima.

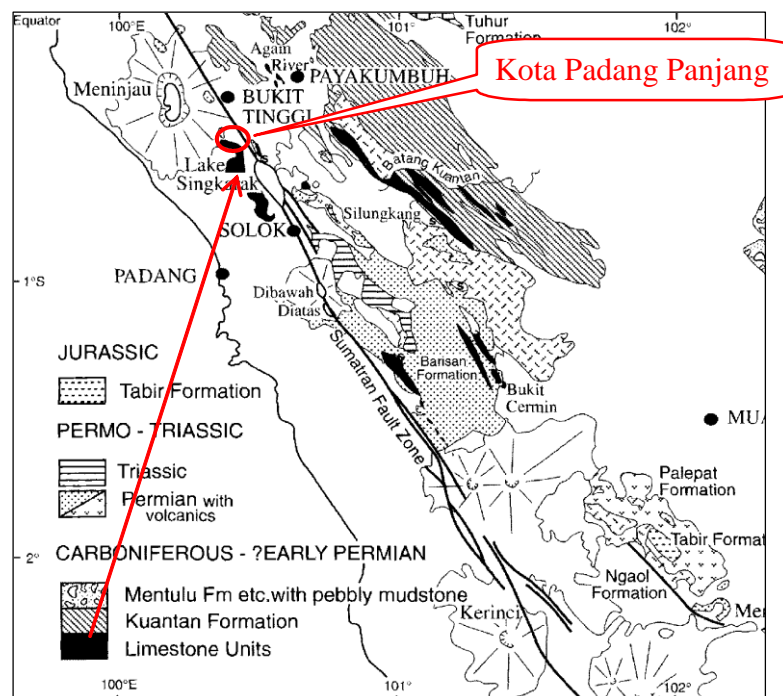
Uji kelayakan industri batu kapur diawali dengan estimasi permintaan batu kapur sebagai basis untuk melihat potensi perkembangan industri ini ke depannya. Metoda regresi linier digunakan untuk memperkirakan (*forecasting*) permintaan batu kapur untuk 25 tahun ke depan. Hasil perkiraan tersebut digunakan sebagai masukan untuk menganalisis kelayakan finansial melalui perhitungan IRR, NPV dan *Payback Period*. Kriteria kelayakan utama adalah IRR dan NPV, sedangkan *Payback Period* digunakan sebagai informasi pendukung. Penilaian kelayakan dari sudut pandang lingkungan dan sosial dilihat berdasarkan Rencana Tata Ruang dan Wilayah di Kota Padang Panjang, data dari Badan Pusat Statistik dan artikel-artikel ilmiah, serta sumber-sumber lain yang relevan.

## BAB 4 ANALISIS DATA

Bab ini adalah deskripsi dari hasil studi tentang potensi bahan baku, peluang pasar dari produk kapur, kondisi lingkungan sekitar dan sosial ekonomi yang terkait dengan penambangan batu kapur. Bagian ini menjadi bagian utama untuk menggambarkan kondisi lapang berdasarkan hasil pengamatan, diskusi dengan pemangku kepentingan, laporan Badan Pusat Statistik Kota Padang Panjang serta hasil-hasil studi terdahulu yang relevan.

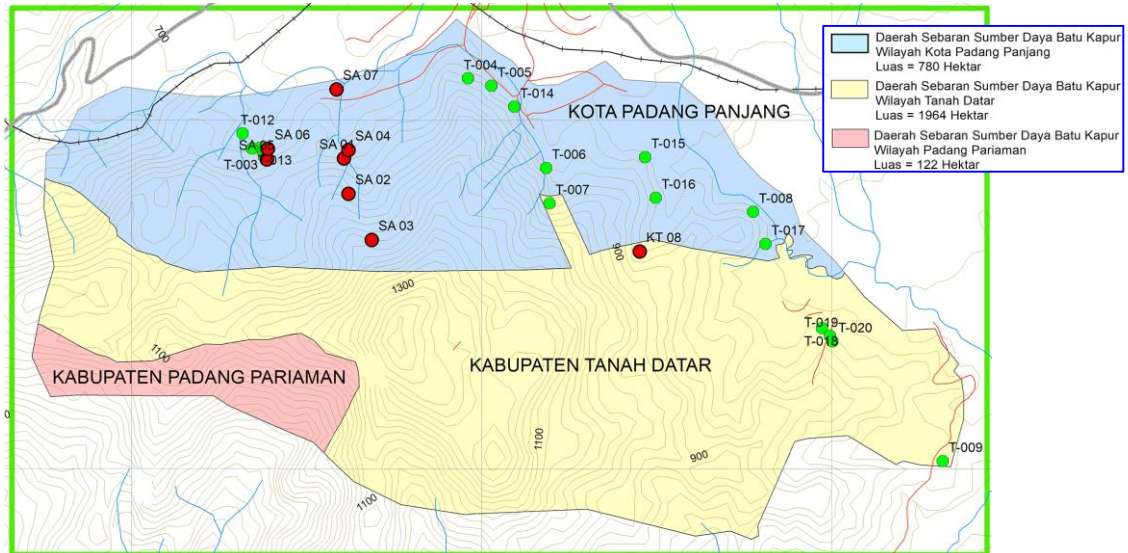
### 4.1 Sumberdaya Batu Kapur

Potensi Batu Kapur di Padang Panjang telah dikenal dalam bidang geologi secara umum. Keberadaan Batu Kapur di Padang Panjang telah dipetakan pada setiap peta geologi sebelum Indonesia merdeka. Batuan Kapur yang berada di wilayah administrasi kota Padang Panjang terletak pada sisi Selatan di sepanjang Bukit Tui, seperti ditampilkan pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1** Sebaran Baru Kapur di Sumatera Barat dan Kota Padang Panjang

Untuk wilayah administrasi Kota Padang Panjang, sebaran batu kapur ini berada di bukit barisan yang berbatasan dengan wilayah Kabupaten Tanah Datar dan sebagian Padang Pariaman. Detail sebaran tersebut dapat dilihat selengkapnya pada Gambar 4.2.



**Gambar 4.2** Sebaran Baru Kapur di Bukit Tui

Dari hasil perhitungan dengan metode garis kontur pada daerah batasan perhitungan sumberdaya seluas 818 Ha, maka didapatkan sumberdaya batu gamping sejumlah 6.144.663.609 ton ( $\rho = 2,4 \text{ ton/ m}^3$ ). Sumberdaya ini ditutupi oleh tanah penutup dengan volume 10.298.870  $\text{m}^3$ . Perhitungan dilakukan dengan membuat garis kontur dengan interval 25 m pada batas perhitungan elevasi 700-1375 m.

Secara Administratif sebaran sumberdaya ini berada pada dua daerah, yaitu: Kota Padang Panjang dan Kabupaten Tanah Datar. Sedangkan berdasarkan status lahan menurut status kawasan hutan, daerah ini berada pada Area Penggunaan Lain (APL) dan Hutan Lindung (HL). Pada Tabel 4.1 di bawah dapat dilihat sebaran sumberdaya berdasarkan daerah administratif dan status lahan berdasarkan status kawasan hutan.



**Tabel 4.1** Sebaran Sumberdaya Berdasarkan Daerah Administratif dan Status Kawasan Hutan

Daerah Administratif	Status Kawasan Hutan	Luas		Tanah Penutup		Sumberdaya Batugamping	
		(Ha)	(%)	(m3)	(%)	(ton)	(%)
Padang	APL	240.00	29.34	3,021,673.62	29.34	828,787,983.30	13.49
Panjang	HL	347.00	42.42	4,368,836.45	42.42	4,381,585,292.52	71.31
Tanah Datar	APL	191.00	23.35	2,404,748.59	23.35	441,828,603.38	7.19
	HL	40.00	4.89	503,612.27	4.89	492,461,730.55	8.01
Total		818.00	100.00	10,298,870.94	100.00	6,144,663,609.75	100.00

**Gambar 4.3** Daerah Potensi Batu Kapur Padang Panjang

#### 4.2 Potensi dan Pasar Batu Kapur

Pemerintah Kota Padang Panjang telah memberikan perhatian serius terhadap potensi bahan baku untuk industri batu kapur. Studi tentang ketersediaan batu gamping pada wilayah yang direncanakan yang dapat digunakan dalam menunjang ketersediaan bahan baku industri kapur pada wilayah Kota Padang Panjang khususnya pada wilayah Bukit Tui Kecamatan Padang Panjang Timur pada tahun 2015. Tujuan dilaksanakan kegiatan ini adalah untuk mendapatkan data potensi batu gamping (*Limestone*) pada wilayah Bukit Tui Kecamatan Padang Panjang Timur dan sekitarnya, meliputi kualitas batu gamping secara

kimia dan estimasi jumlah cadangan potensi batu gamping tersebut yang dapat dikembangkan pengusahaannya di kemudian hari.

Kajian ini dilakukan secara komprehensif dengan fokus terhadap batu gamping di lokasi yang terbatas pada kawasan Bukit Tui, dengan ringkasan simpulan sebagai berikut:

1. Wilayah Kota Padang Panjang secara regional dibentuk oleh batuan *Andesit dari Gunung Merapi (Qama)*, *Andesit dari Gunung Singgalang dan Gunung Tandikat (Qast)*, *Batuan Granitik (Tgr)* dan *Batu Gamping Hablur (pTls)*, berdasarkan Peta Geologi Regional lembar Padang, Sumatra Skala 1 : 250.000.
2. Daerah kajian ketersediaan bahan baku industri kapur dikonsentrasikan pada wilayah Bukit Tui khususnya Daerah Koto Panjang, dengan luas ±17 hektar, wilayah ini disusun oleh batu gamping dari *formasi Batu gamping Hablur (pTls)*.
3. Pada wilayah Kajian terdapat cadangan batu gamping sebesar 14.845.650,00 MT dengan Cadangan yang dapat ditambang sebesar 12.826.641,60 MT
4. Wilayah Kajian ketersediaan bahan baku industri hanya difokuskan pada kawasan ±17 Hektar yang terletak pada ketinggian 780-935 meter dpl.
5. Sistem penambangan yang dapat dilakukan pada wilayah kajian berupa Tambang Terbuka (*Open Pit Mining*) dengan sistim jenjang-jenjang (*bench*) dengan batas akhir penambangan (*pit limit*) pada level 780 meter dpl.
6. Berdasarkan hasil analisa kualitas batu gamping yang dijumpai pada wilayah kajian, maka batu gamping tersebut dapat digunakan sebagai:
  - a. Bahan baku semen;
  - b. Bahan baku untuk pembuatan Karbit atau Kapur Padam;
  - c. Sebagai bahan pengisi (*filler*) dalam industri kertas (*pulp*);
  - d. Bahan baku pembuatan pupuk alternatif penetralisir keasaman tanah;
  - e. Bahan baku untuk pembuatan pupuk dan insektisida dalam pertanian;
  - f. Bahan baku industri yang menggunakan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ );
  - g. Bahan penunjang dalam penstabil jalan raya;
  - h. Bahan baku industri kaca;
  - i. Pembuatan refraktori;

j. Bahan campuran agregat pada konstruksi pondasi (agregat kelas b).

Batu kapur merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor industri ataupun konstruksi dan pertanian, antara lain untuk bahan bangunan, batu bangunan, bahan penstabil jalan raya, pengapuran untuk pertanian dan lain-lain. Pemanfaatan batu kapur pada sektor industri harus memenuhi standar tertentu. Adapun standar untuk setiap sektor industri sebagai berikut:

1. Bahan bangunan, yaitu untuk pondasi jalan, rumah, bendungan. Biasanya dipakai bahan galian gamping yang keras dan pejal berhablur halus dan mempunyai daya tekan 800-2.500 kg/cm<sup>2</sup>. Syaratnya adalah CaO + MgO minimum 95%, SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+ Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> maks 5%, CO<sub>2</sub> 3%, 70% lolos ayakan 0,85 mm.
2. Industri kaca yang berfungsi sebagai galian *fluks* dengan kadar 0,96% SiO<sub>2</sub>, 0,04 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,14% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,15% MgO dan 55,8% CaO
3. Industri bata silika dengan syarat 90% CaO, maks 4,5% MgO, maks 1,5% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, maks 55,8% CO<sub>2</sub>
4. Industri semen dengan syarat: 50-55% CaO, maks 2% MgO, viskositas 3200 cp (40% H<sub>2</sub>O), 2,47% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,95% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.
5. Pembuatan karbit dengan bahan utama 60% kapur tohor dan 40% kokas. Syaratnya adalah min 92% CaO, maks 1,75% MgO, maks 1% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Untuk kokas maksimum 5% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, maks 0,2% S, maks 0,02% P, hilang pijar 4%, dan maks 2% SiO<sub>2</sub>. Khusus kokas kadar arang padat > 86%. Kadar abu maksimum 12%, tidak rapuh, kadar air rendah.
6. Pembuatan refraktori dimana sebagai galian bahan baku adalah *high calcium lime* yang mengandung 95% CaCO<sub>3</sub>, 5% dolomit. Selain itu, *high magnesium lime* mengandung 50-90% CaCO<sub>3</sub>, 10-50% dolomit, sebagai galian bahan tambahan adalah tanah liat dan air.
7. Pelicin tablet dengan syarat berukuran -200 mesh, kandungan CaCO<sub>3</sub> 98,5% sehingga merupakan serbuk hablur putih tidak berbau dan tidak berasa, tidak mengandung arsen dan logam berat lainnya, susut kering tidak melebihi 1% tidak mengganggu bahan aktif.

8. Peleburan baja berfungsi sebagai galian bahan imbuhan (*fluks*). Silika dan alumina akan bereaksi dengan bahan imbuhan menjadi terak/ slag yang mengapung terletak di atas lelehan besi baja, sehingga mudah dipisahkan.
9. Bahan Pemutih kertas, *pulp* dan karet dimana batu gamping hablur murni digerus halus dengan syarat 98%  $\text{CaCO}_3$  dan  $\text{PH} > 7,8$  dengan kehalusan 325 mesh supaya daya serap terhadap minyak warna putih.
10. Industri gula berfungsi menjernihkan nira tebu dan menaikan tebu. Biasanya untuk 1000 kw tebu = 100 kg kapur tohor dengan syarat 0,2%  $\text{H}_2$ ; 0,2%  $\text{HCl}$ ; 55%  $\text{CaO}$ ; 0,1%  $\text{SiO}_2$ ; 0,1%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 0,4%  $\text{MgO}$ ; 43,6%  $\text{CO}_2$ ; 0,3%  $\text{Na}_2\text{OK}_2\text{O}$ .

Berdasarkan hasil perhitungan cadangan di lokasi pertambangan Bukit Tui pada luasan areal  $\pm 17$  hektar, diketahui volume dan jumlah cadangan batu gamping yang memiliki prospek untuk ditambang adalah sebanyak  $5.344.434 \text{ m}^3$  dengan prediksi tonase batu gamping bersih sebesar 12.826.641,6 MT. Hal ini menjadi potensi yang besar untuk industri pengolahan batu kapur di Kota Padang Panjang, didukung oleh peraturan Kepmen ESD 1095.K/30/MEM/2014 tentang Penetapan Wilayah Pertambangan Sumatera, dimana Bukit Tui Padang Panjang secara keseluruhan merupakan wilayah pertambangan Sumatera.

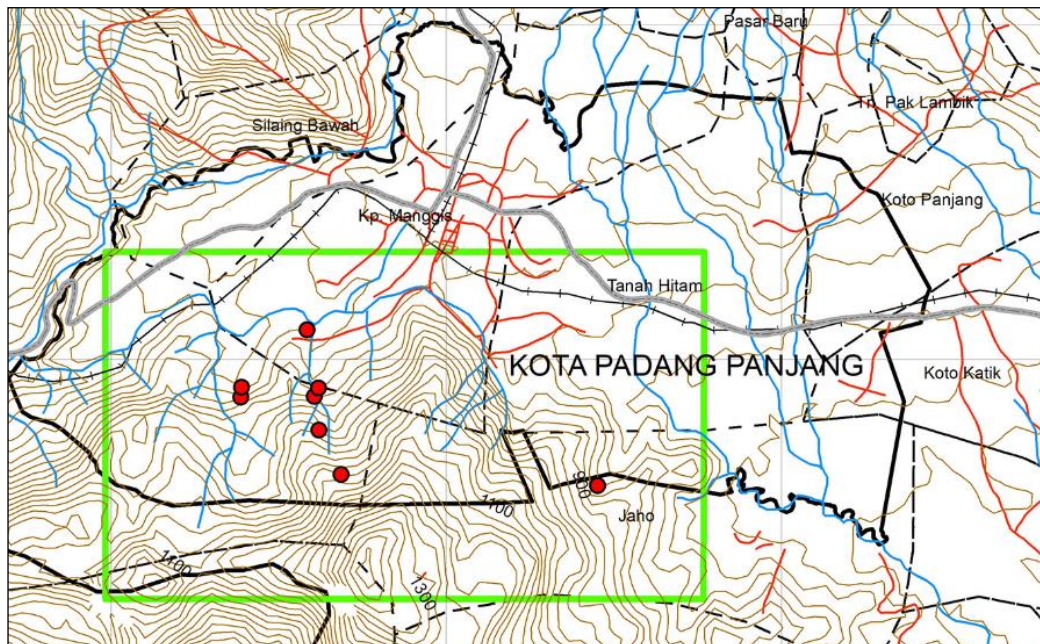
Walaupun batu kapur di Bukit Tui adalah sumberdaya alam yang sangat potensial untuk meningkatkan ekonomi rakyat, tetapi permasalahan sosial dan lingkungan yang terjadi menyebabkan usaha pengolahan batu kapur menjadi berkurang. Ditambah lagi dengan ditetapkannya wilayah Bukit Tui sebagai kawasan lindung, kawasan penambangan batu kapur dan kawasan industri kapur sesuai Perda Nomor 14 Tahun 1998 tentang RTRW Kota Padang Panjang.

Saat ini, keberadaan usaha tungku dan pengolahan batu kapur di Kelurahan Koto Panjang semakin berkurang. Usaha pengolahan batu kapur hanya tinggal 6 tungku saja. Hal ini karena berbagai permasalahan yang masih terus terjadi terutama sejak penutupan usaha pada tahun 2008. Tetapi mengingat keberadaan kedua usaha tersebut sudah cukup lama dan merupakan salah satu sumber penghasilan yang potensial bagi masyarakat sekitar, kedua jenis usaha ini sebaiknya tetap dipertahankan. Apalagi potensi sumberdaya alam yang tersedia masih cukup besar dan permintaan industri masih ada. Oleh karena itu sangat

dibutuhkan perhatian yang serius dari pemerintah dan institusi terkait dalam pengembangan usaha dan peningkatan kualitas produk yang dihasilkan.

#### 4.3 Analisis Laboratorium Mutu Batu Kapur Sampel

Untuk melengkapi kajian ini, telah dilakukan pengambilan sampel primer batu kapur di beberapa titik di wilayah kota Padang Panjang (lihat Gambar 4.4). Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mendapatkan data kualitas batu kapur secara kimia dan estimasi dan memperkirakan jumlah cadangan potensinya. Batu kapur di Padang Panjang juga termasuk dalam jenis batuan sedimen/ batuan endapan. Batuan berwarna dominan putih keabu-abuan yang menunjukkan kandungan kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Sampel yang diambil sebanyak 8 titik. Pengambilan sampel tersebut adalah 7 titik di Sungai Andok - Kampung Manggis, Kecamatan Padang Panjang Timur dan 1 titik di Koto Katik - Kecamatan Padang Panjang Barat, yang berbatasan dengan wilayah Jaho. Sampel 7 titik di Sungai Andok diambil di perbukitan bagian atas dari Tempat Pembuangan Sampah. Nama titik dan koordinat pengambilan sampel ditampilkan pada Tabel 4.2 berikut.



**Gambar 4.4** Pengambilan Sampel Batu Kapur di Kota Padang Panjang

**Tabel 4.2** Nama dan Koordinat Titik Sampel

No.	Bujur Timur	Lintang Selatan
SA 01	100° 23' 24.5"	0° 28' 39.8"
SA 02	100° 23' 25.1"	0° 28' 49.4"
SA 03	100° 23' 30.8"	0° 29' 0.6"
SA 04	100° 23' 25.0"	0° 28' 20.3"
SA 05	100° 23' 4.2"	0° 28' 40"
SA 06	100° 23' 4.6"	0° 28' 20.2"
SA 07	100° 23' 22.4"	0° 28' 22.5"
SA 08	100° 24' 39.6"	0° 29' 4.2"

Tujuan pengambilan sampel ini adalah mendapatkan informasi kualitas dari batu gamping dengan dasar pengujian menggunakan SNI 0347-80. Pengujian dilakukan oleh Balai Riset dan Standarisasi Industri Padang. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil Pengujian Berdasarkan SNI 0347-80 (dalam persen)

No Sampel	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	LOI	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
1	72,75	5,02	10,87	4,33	1,11	3,43	0,12
2	0,62	0,08	0,60	49,10	4,43	36,30	0,00008
3	2,79	0,42	0,50	51,68	0,50	40,51	0,13
4	0,80	0,14	0,59	52,96	0,92	35,92	0,0002
5	1,32	0,19	0,45	52,15	1,23	35,76	0,0013
6	0,65	0,07	0,58	52,24	0,89	35,23	0,00008
7	1,41	0,08	0,28	51,05	2,23	35,53	0,0030
8	2,43	0,20	0,72	51,56	0,94	42,39	0,0019

#### 4.4 Analisis Kapasitas Pabrik

Perencanaan kapasitas pabrik perlu dilakukan untuk menganalisis prospek finansial dari pembangunan industri kapur di Kota Padang Panjang. Kajian ini menerapkan pendekatan *Break Even Analysis*. Untuk menghitung nilai dari *Break Even Poin* (BEP) maka terlebih dulu harus ditentukan biaya tetap dan biaya variabel. Biaya tetap (*fixed cost*) merupakan biaya yang konstan jika perusahaan melakukan kegiatan produksi ataupun tidak melakukan kegiatan produksi. Biaya variabel (*variable cost*) merupakan biaya per unit dimana sifatnya dinamis tergantung pada volume produksinya. Selain dari kedua biaya diatas untuk menentukan BEP juga harus diketahui harga jual (*selling price*).

Biaya tetap adalah semua jenis biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan industri yang sifatnya tidak dipengaruhi oleh jumlah produksi. Komponen-komponen biaya tetap dapat dilihat pada Tabel 4.4. Biaya variabel adalah jenis biaya yang muncul dipengaruhi oleh jumlah kapur yang diproduksi. Komponen-komponen biaya variabel dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.4** Komponen-Komponen Biaya Tetap

Komponen Biaya	Jumlah Biaya (Rp)
<b>Mobilisasi bahan baku</b>	
1. Tenaga Kerja	2.400.000
Truk ( <i>dumptruck</i> )	
- beli	
- sewa/ tahun	210.000.000
Alat berat	
- sewa/ jam	66.000.000
Pembangkit listrik (genset)	11.775.000
Pompa air	750.000
<i>Rock breaker</i>	180.000.000
<b>Proses pengangkutan</b>	
Tenaga kerja (wanita)	57.600
Tenaga kerja (laki2)	108.000
<b>Proses penggilingan</b>	
Mesin <i>hammermill</i>	25.000.000
Alat pengayak	20.000.000
mesin penggiling kapur (800 mesh)	500.000.000
Tenaga kerja	2.400.000
<b>Proses Pembakaran</b>	
Tungku modifikasi untuk pembakaran (Kapasitas $\pm$ 55 ton), lama 24 jam, 1 tungku = 30-35 ton batu kapur dan batu bara 20 ton	100.000.000
<b>Proses Pemanenan</b> (dilakukan sekali 6 jam)	
Sekop	120.000
Gerobak dorong	1.800.000
Pekerja (sama dengan pekerja pengangkutan)	
<b>Total</b>	<b>1.120.410.600</b>

**Tabel 4.5** Komponen-Komponen Biaya Variabel

Komponen Biaya	Jumlah Biaya (Rp)
<b>Biaya Pembangunan Pabrik</b>	
Biaya pembangunan pabrik/m <sup>2</sup>	900.000.000
Biaya pemasangan listrik/m <sup>2</sup>	4.891.500
Biaya pemasangan air/m <sup>2</sup>	10.000.000
<b>Nilai Dampak</b>	45.491.225
<b>Biaya Pemeliharaan dan Pemakaian /tahun</b>	
Biaya pemeliharaan listrik dan air	20.279.000
Biaya pemakaian listrik/bulan	30.000.000
Biaya pemakaian air/bulan	679.200
<b>Total</b>	<b>1.011.340.925</b>

Biaya variable per unit untuk 10.800 karung kapur adalah Rp. 93.642,68  
 Untuk harga jual dari batu kapur tersebut adalah Rp 2.098.684,11 /karung/tahun  
 Rumus yang digunakan yang dapat digunakan untuk menentukan nilai dari BEP  
 adalah:

$$\begin{aligned} \text{BEP (Unit)} &= \text{Biaya Tetap} / (\text{Harga Jual tiap unit} - \text{Biaya Variabel tiap unit}) \\ &= 1.120.410.600 / (2.098.684,11 - 93.642,68) \\ &= 558,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{BEP (Rupiah)} &= \text{Biaya Tetap} / (1 - (\text{Biaya Variabel tiap unit} / \text{Harga Jual tiap unit})) \\ &= 1.120.410.600 / (2.098.684,11 - 93.642,68) \\ &= 1.172.737.822,58 \end{aligned}$$

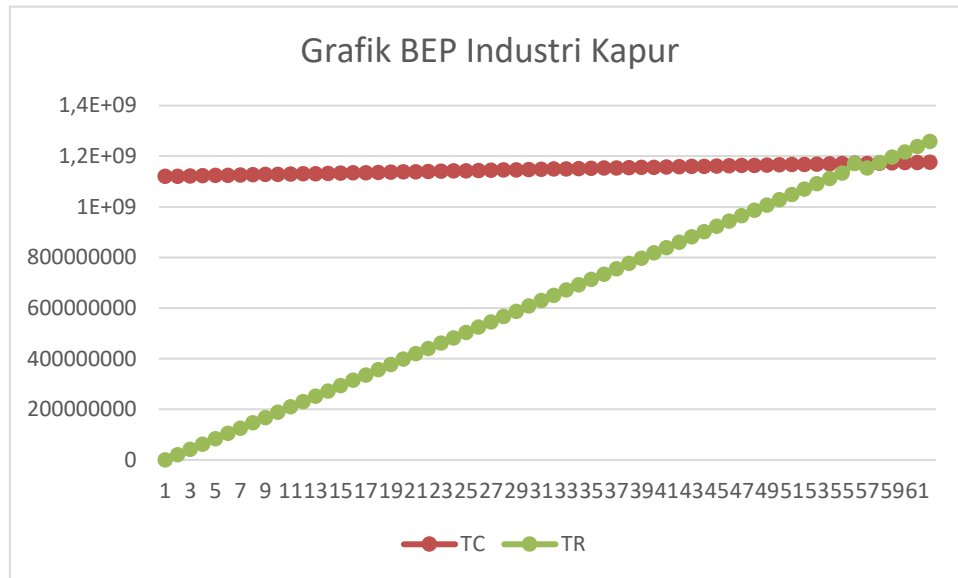
Nilai Biaya Tetap dan variabel yang dikeluarkan untuk industri batu kapur ini dapat dilihat pada Tabel 4.6.



**Tabel 4.6** Biaya Total (*Total Cost*) yang Dikeluarkan untuk Produksi

X (unit)	TC	TR	X (unit)	TC	TR
0	1.120.410.600	0,00	310	1.149.439.830	650.592.074,30
10	1.121.347.027	20.986.841,11	320	1.150.376.257	671.578.915,40
20	1.122.283.454	41.973.682,22	330	1.151.312.684	692.565.756,60
30	1.123.219.880	62.960.523,32	340	1.152.249.111	713.552.597,70
40	1.124.156.307	83.947.364,43	350	1.153.185.537	734.539.438,80
50	1.125.092.734	104.934.205,50	360	1.154.121.964	755.526.279,90
60	1.126.029.161	125.921.046,60	370	1.155.058.391	776.513.121,00
70	1.126.965.587	146.907.887,80	380	1.155.994.818	797.499.962,10
80	1.127.902.014	167.894.728,90	390	1.156.931.245	818.486.803,20
90	1.128.838.441	188.881.570,00	400	1.157.867.671	839.473.644,30
100	1.129.774.868	209.868.411,10	410	1.158.804.098	860.460.485,40
110	1.130.711.295	230.855.252,20	420	1.159.740.525	881.447.326,50
120	1.131.647.721	251.842.093,30	430	1.160.676.952	902.434.167,60
130	1.132.584.148	272.828.934,40	440	1.161.613.378	923.421.008,70
140	1.133.520.575	293.815.775,50	450	1.162.549.805	944.407.849,80
150	1.134.457.002	314.802.616,60	460	1.163.486.232	965.394.691,00
160	1.135.393.429	335.789.457,70	470	1.164.422.659	986.381.532,10
170	1.136.329.855	356.776.298,80	480	1.165.359.086	1.007.368.373,00
180	1.137.266.282	377.763.139,90	490	1.166.295.512	1.028.355.214,00
190	1.138.202.709	398.749.981,00	500	1.167.231.939	1.049.342.055,00
200	1.139.139.136	419.736.822,20	510	1.168.168.366	1.070.328.896,00
210	1.140.075.562	440.723.663,30	520	1.169.104.793	1.091.315.738,00
220	1.141.011.989	461.710.504,40	530	1.170.041.219	1.112.302.579,00
230	1.141.948.416	482.697.345,50	540	1.170.977.646	1.133.289.420,00
240	1.142.884.843	503.684.186,60	558	1.172.663.214	1.171.065.734,00
250	1.143.821.270	524.671.027,70	550	1.171.914.073	1.154.276.261,00
260	1.144.757.696	545.657.868,80	560	1.172.850.500	1.175.263.102,00
270	1.145.694.123	566.644.709,90	570	1.173.786.927	1.196.249.943,00
280	1.146.630.550	587.631.551,00	580	1.174.723.353	1.217.236.784,00
290	1.147.566.977	608.618.392,10	590	1.175.659.780	1.238.223.625,00
300	1.148.503.403	629.605.233,20	600	1.176.596.207	1.259.210.466,00

Berdasarkan perhitungan BEP didapatkan titik pengeluaran atau biaya dan pendapatan berada pada posisi yang seimbang. Selanjutnya diketahui, apabila produksi dari industri batu kapur ini sudah mencapai 558,8 karung untuk setiap tahun artinya sudah berada pada titik impas.



**Gambar 4.5** Grafik Biaya Tetap dan Biaya Variabel

## 4.5 Analisis Kapasitas Pabrik

### 4.5.1. Proyeksi Kebutuhan Kapur Industri Setiap Tahun

Kebutuhan kapur industri per tahun diperoleh dari industri yang menggunakan batu kapur sebagai salah satu bahan bakunya. Kebutuhan akan batu kapur yang digunakan pada industri baja, semen, kaca, dan refraktori dapat dilihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Proyeksi Kebutuhan Kapur / CaO (ton)

<b>Tahun</b>	<b>Baja</b>	<b>Semen</b>	<b>Kaca</b>	<b>Refraktori</b>	<b>Total</b>
1	2.183.100	4.941.178	1.173.333,3	72.067.435,0	80.365.047
2	2.202.000	5.124.274	1.163.333,3	74.436.876,0	82.926.484
3	2.220.900	5.307.371	1.153.333,3	76.806.317,0	85.487.921
4	2.239.800	5.490.467	1.143.333,3	79.175.758,0	88.049.358
5	2.258.700	5.673.563	1.133.333,3	81.545.199,0	90.610.796
6	2.277.600	5.856.659	1.123.333,3	83.914.640,0	93.172.233
7	2.296.500	6.039.755	1.113.333,3	86.284.081,0	95.733.670
8	2.315.400	6.222.852	1.103.333,3	88.653.522,0	98.295.107
9	2.334.300	6.405.948	1.093.333,3	91.022.963,0	100.856.544
10	2.353.200	6.589.044	1.083.333,3	93.392.404,0	103.417.982
11	2.372.100	6.772.140	95.761.845,2	1.073.333,3	105.979.419
12	2.391.000	6.955.236	98.131.286,2	1.063.333,3	108.540.856
13	2.409.900	7.138.333	100.500.727,2	1.053.333,3	111.102.293
14	2.428.800	7.321.429	102.870.168,2	1.043.333,3	113.663.730
15	2.447.700	7.504.525	105.239.609,2	1.033.333,3	116.225.168
16	2.466.600	7.687.621	107.609.050,2	1.023.333,3	118.786.605
17	2.485.500	7.870.717	109.978.491,2	1.013.333,3	121.348.042
18	2.504.400	8.053.814	112.347.932,2	1.003.333,3	123.909.479
19	2.523.300	8.236.910	114.717.373,2	993.333,3	126.470.916
20	2.542.200	8.420.006	117.086.814,2	983.333,3	129.032.354
21	2.561.100	8.603.102	119.456.255,2	973.333,3	131.593.791
22	2.580.000	8.786.198	121.825.696,2	963.333,3	134.155.228
23	2.598.900	8.969.295	124.195.137,2	953.333,3	136.716.665
24	2.617.800	9.152.391	126.564.578,2	943.333,3	139.278.102
25	2.636.700	9.335.487	128.934.019,2	933.333,3	141.839.540
26	2.655.600	9.518.583	131.303.460,2	923.333,3	144.400.977
27	2.674.500	9.701.679	133.672.901,2	913.333,3	146.962.414
28	2.693.400	9.884.776	136.042.342,2	903.333,3	149.523.851
29	2.712.300	10.067.872	138.411.783,2	893.333,3	152.085.288
30	2.731.200	10.250.968	140.781.224,2	883.333,3	154.646.726
31	2.750.100	10.434.064	143.150.665,2	873.333,3	157.208.163
32	2.769.000	10.617.160	145.520.106,2	863.333,3	159.769.600
33	2.787.900	10.800.257	147.889.547,2	853.333,3	162.331.037
34	2.806.800	10.983.353	150.258.988,2	843.333,3	164.892.474
35	2.825.700	11.166.449	152.628.429,2	833.333,3	167.453.912
36	2.844.600	11.349.545	154.997.870,2	823.333,3	170.015.349
37	2.863.500	11.532.641	157.367.311,2	813.333,3	172.576.786
38	2.882.400	11.715.738	159.736.752,2	803.333,3	175.138.223
39	2.901.300	11.898.834	162.106.193,2	793.333,3	177.699.660
40	2.920.200	12.081.930	164.475.634,2	783.333,3	180.261.098

#### 4.5.2. Proyeksi Persentase Kebutuhan Kapur Industri per Tahun

Tabel 4.8 memperlihatkan proyeksi persentase kebutuhan kapur industri setiap tahunnya dengan besar proyeksi setiap tahunnya yaitu 0,0004%.

**Tabel 4.8** Persentase Kebutuhan Kapur (CaO) Industri (ton)

Tahun	Baja	Semen	Refraktori	Total
1	873,2	1.976,5	28.827,0	31.676,7
2	880,8	2.049,7	29.774,8	32.705,3
3	888,4	2.122,9	30.722,5	33.733,8
4	895,9	2.196,2	31.670,3	34.762,4
5	903,5	2.269,4	32.618,1	35.791,0
6	911,0	2.342,7	33.565,9	36.819,6
7	918,6	2.415,9	34.513,6	37.848,1
8	926,2	2.489,1	35.461,4	38.876,7
9	933,7	2.562,4	36.409,2	39.905,3
10	941,3	2.635,6	37.357,0	40.933,9
11	948,8	2.708,9	38.304,7	41.962,4
12	956,4	2.782,1	39.252,5	42.991,0
13	964,0	2.855,3	40.200,3	44.019,6
14	971,5	2.928,6	41.148,1	45.048,2
15	979,1	3.001,8	42.095,8	46.076,7
16	986,6	3.075,0	43.043,6	47.105,3
17	994,2	3.148,3	43.991,4	48.133,9
18	1.001,8	3.221,5	44.939,2	49.162,5
19	1.009,3	3.294,8	45.886,9	50.191,0
20	1.016,9	3.368,0	46.834,7	51.219,6
21	1.024,4	3.441,2	47.782,5	52.248,2
22	1.032,0	3.514,5	48.730,3	53.276,8
23	1.039,6	3.587,7	49.678,1	54.305,3
24	1.047,1	3.661,0	50.625,8	55.333,9
25	1.054,7	3.734,2	51.573,6	56.362,5
26	1.062,2	3.807,4	52.521,4	57.391,1
27	1.069,8	3.880,7	53.469,2	58.419,6
28	1.077,4	3.953,9	54.416,9	59.448,2
29	1.084,9	4.027,1	55.364,7	60.476,8
30	1.092,5	4.100,4	56.312,5	61.505,4
31	1.100,0	4.173,6	57.260,3	62.533,9
32	1.107,6	4.246,9	58.208,0	63.562,5
33	1.115,2	4.320,1	59.155,8	64.591,1
34	1.122,7	4.393,3	60.103,6	65.619,7
35	1.130,3	4.466,6	61.051,4	66.648,2
36	1.137,8	4.539,8	61.999,1	67.676,8
37	1.145,4	4.613,1	62.946,9	68.705,4
38	1.153,0	4.686,3	63.894,7	69.734,0
39	1.160,5	4.759,5	64.842,5	70.762,5
40	1.168,1	4.832,8	65.790,3	71.791,1

### 4.5.3. Estimasi Pasar Kapur Tohor (CaO)

Estimasi pasar batu kapur dengan asumsi bahwa pasar yang bisa diraih adalah 2% dari kebutuhan batu kapur yang ada di Indonesia. Hal ini dengan mempertimbangkan masih banyak pesaing untuk industri batu kapur yang sama. Nilai batu kapur yang dibutuhkan berdasarkan estimasi pasar dapat dilihat pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9** Estimasi Pasar Batu Kapur

Tahun	Kapur Tohor (CaO) Ton / Tahun	Tahun	Kapur Tohor (CaO) Ton / Tahun
1	633,5	21	1.045,0
2	654,1	22	1.065,5
3	674,7	23	1.086,1
4	695,2	24	1.106,7
5	715,8	25	1.127,2
6	736,4	26	1.147,8
7	757,0	27	1.168,4
8	777,5	28	1.189,0
9	798,1	29	1.209,5
10	818,7	30	1.230,1
11	839,2	31	1.250,7
12	859,8	32	1.271,3
13	880,4	33	1.291,8
14	901,0	34	1.312,4
15	921,5	35	1.333,0
16	942,1	36	1.353,5
17	962,7	37	1.374,1
18	983,2	38	1.394,7
19	1.003,8	39	1.415,3
20	1.024,4	40	1.435,8

### 4.5.4. Kebutuhan Batu Kapur setiap Tahun

Proses pembuatan dari Kapur Tohor/ *Quicklime* (CaO) adalah Batu Kapur/ *Limestone* (CaCO<sub>3</sub>) yang dibakar pada suhu ±900-1500°C. Untuk mendapatkan kebutuhan batu kapur (CaCO<sub>3</sub>) maka estimasi kapur tohor (CaO) setiap tahun

dikalikan dengan suatu tingkat konversi, karena adanya penyusutan ketika terjadi pembakaran. Pada proses pembakaran bahan bakar yang digunakan adalah batu bara dengan perbandingan 35 bahan baku batu kapur membutuhkan 20 ton batu bara. Pada Tabel 4.10 memperlihatkan nilai kebutuhan bahan baku batu kapur dan kebutuhan batu baranya.

**Tabel 4.10** Kebutuhan Bahan Baku Batu Kapur ( $\text{CaCO}_3$ ) Pertahun (ton)

Tahun	Bahan Baku Batu Kapur	Batubara	Total	Tahun	Bahan Baku Batu Kapur	Batubara	Total
1	989,90	565,66	1.555,55	21	1.632,76	933,00	2.565,76
2	1.022,04	584,02	1.606,06	22	1.664,90	951,37	2.616,27
3	1.054,18	602,39	1.656,57	23	1.697,04	969,74	2.666,78
4	1.086,33	620,76	1.707,08	24	1.729,18	988,11	2.717,29
5	1.118,47	639,12	1.757,59	25	1.761,33	1.006,47	2.767,80
6	1.150,61	657,49	1.808,10	26	1.793,47	1.024,84	2.818,31
7	1.182,75	675,86	1.858,61	27	1.825,61	1.043,21	2.868,82
8	1.214,90	694,23	1.909,12	28	1.857,76	1.061,58	2.919,33
9	1.247,04	712,59	1.959,63	29	1.889,90	1.079,94	2.969,84
10	1.279,18	730,96	2.010,14	30	1.922,04	1.098,31	3.020,35
11	1.311,33	749,33	2.060,66	31	1.954,19	1.116,68	3.070,86
12	1.343,47	767,70	2.111,17	32	1.986,33	1.135,04	3.121,37
13	1.375,61	786,06	2.161,68	33	2.018,47	1.153,41	3.171,88
14	1.407,75	804,43	2.212,19	34	2.050,61	1.171,78	3.222,39
15	1.439,90	822,80	2.262,70	35	2.082,76	1.190,15	3.272,90
16	1.472,04	841,17	2.313,21	36	2.114,90	1.208,51	3.323,41
17	1.504,18	859,53	2.363,72	37	2.147,04	1.226,88	3.373,92
18	1.536,33	877,90	2.414,23	38	2.179,19	1.245,25	3.424,44
19	1.568,47	896,27	2.464,74	39	2.211,33	1.263,62	3.474,95
20	1.600,61	914,64	2.515,25	40	2.243,47	1.281,98	3.525,46

#### 4.5.5. Biaya Produksi

Biaya produksi terdiri atas biaya tenaga kerja dan biaya kebutuhan batubara dengan total biaya. Ketiga biaya tersebut dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11** Total Biaya Produksi (Rupiah)

Tahun	Batu Kapur Ditambang/ Hari (ton)	Hari Kerja Penambangan/ Tahun	Biaya Pekerja/ Tahun	Biaya Batubara	Total
1	3,95958567	2.289.228,00	521.943.984,0	583.756.058,8	1.107.989.275
2	4,08815753	2.472.366,24	563.699.502,7	602.711.224,4	1.168.883.097
3	4,21672939	2.655.504,48	605.455.021,4	621.666.390,1	1.229.776.920
4	4,34530125	2.838.642,72	647.210.540,2	640.621.555,7	1.290.670.743
5	4,47387311	3.021.780,96	688.966.058,9	659.576.721,4	1.351.564.566
6	4,60244497	3.204.919,20	730.721.577,6	678.531.887,0	1.412.458.388
7	4,73101683	3.388.057,44	772.477.096,3	697.487.052,7	1.473.352.211
8	4,85958869	3.571.195,68	814.232.615,0	716.442.218,3	1.534.246.034
9	4,98816055	3.754.333,92	855.988.133,8	735.397.383,9	1.595.139.857
10	5,11673241	3.937.472,16	897.743.652,5	754.352.549,6	1.656.033.679
11	5,24530427	4.120.610,40	939.499.171,2	773.307.715,2	1.716.927.502
12	5,37387613	4.303.748,64	981.254.689,9	792.262.880,9	1.777.821.325
13	5,50244799	4.486.886,88	1.023.010.209,0	811.218.046,5	1.838.715.148
14	5,63101985	4.670.025,12	1.064.765.727,0	830.173.212,2	1.899.608.970
15	5,75959171	4.853.163,36	1.106.521.246,0	849.128.377,8	1.960.502.793
16	5,88816357	5.036.301,60	1.148.276.765,0	868.083.543,5	2.021.396.616
17	6,01673543	5.219.439,84	1.190.032.284,0	887.038.709,1	2.082.290.438
18	6,14530729	5.402.578,08	1.231.787.802,0	905.993.874,8	2.143.184.261
19	6,27387915	5.585.716,32	1.273.543.321,0	924.949.040,4	2.204.078.084
20	6,40245101	5.768.854,56	1.315.298.840,0	943.904.206,0	2.264.971.907
21	6,53102287	5.951.992,80	1.357.054.358,0	962.859.371,7	2.325.865.729
22	6,65959473	6.135.131,04	1.398.809.877,0	981.814.537,3	2.386.759.552
23	6,78816659	6.318.269,28	1.440.565.396,0	1.000.769.703,0	2.447.653.375
24	6,91673845	6.501.407,52	1.482.320.915,0	1.019.724.869,0	2.508.547.198
25	7,04531031	6.684.545,76	1.524.076.433,0	1.038.680.034,0	2.569.441.020
26	7,17388217	6.867.684,00	1.565.831.952,0	1.057.635.200,0	2.630.334.843
27	7,30245403	7.050.822,24	1.607.587.471,0	1.076.590.366,0	2.691.228.666
28	7,43102589	7.233.960,48	1.649.342.989,0	1.095.545.531,0	2.752.122.489
29	7,55959775	7.417.098,72	1.691.098.508,0	1.114.500.697,0	2.813.016.311
30	7,68816961	7.600.236,96	1.732.854.027,0	1.133.455.863,0	2.873.910.134
31	7,81674147	7.783.375,20	1.774.609.546,0	1.152.411.028,0	2.934.803.957
32	7,94531333	7.966.513,44	1.816.365.064,0	1.171.366.194,0	2.995.697.779
33	8,07388519	8.149.651,68	1.858.120.583,0	1.190.321.359,0	3.056.591.602
34	8,20245705	8.332.789,92	1.899.876.102,0	1.209.276.525,0	3.117.485.425
35	8,33102891	8.515.928,16	1.941.631.620,0	1.228.231.691,0	3.178.379.248
36	8,45960077	8.699.066,40	1.983.387.139,0	1.247.186.856,0	3.239.273.070
37	8,58817263	8.882.204,64	2.025.142.658,0	1.266.142.022,0	3.300.166.893
38	8,71674449	9.065.342,88	2.066.898.177,0	1.285.097.188,0	3.361.060.716
39	8,84531635	9.248.481,12	2.108.653.695,0	1.304.052.353,0	3.421.954.539
40	8,97388821	9.431.619,36	2.150.409.214,0	1.323.007.519,0	3.482.848.361

Asumsi yang digunakan untuk menentukan biaya tenaga kerja dan biaya kebutuhan batubara tersebut antara lain:

1. Kebutuhan batu kapur yang ditambang setiap hari didapatkan dengan membagi kebutuhan bahan baku batu kapur setiap tahun dengan jumlah hari kerja satu tahun. Jumlah hari kerja penambangan ditetapkan sebesar 250 hari kerja dalam satu tahun.
2. Jumlah pekerja dialokasikan sebanyak 19 orang mulai dari mobilisasi bahan baku dari tempat penambangan, proses penggilingan, proses pembakaran dan proses pemanenan.
3. Gaji pegawai diambil dari UMR untuk daerah Sumatera Barat tahun 2019 setiap bulan yaitu Rp 2.289.228,- dengan inflasi 8% per tahun.

#### **4.5.6. Pendapatan dan Laba per Tahun**

Pendapatan adalah jumlah batu kapur yang terjual dikalikan harga jual, sedangkan laba adalah selisih pendapatan dan biaya total dalam pengoperasian pabrik dengan beberapa asumsi sebagai berikut:

1. Jumlah kapur yang dihasilkan sebanyak 10.800 karung yang berasal dari 35 ton batu kapur dan 25 ton batu bara;
2. Biaya untuk satu karung adalah Rp 30.000,-;
3. Total pendapatan adalah jumlah kapur yang dihasilkan (karung) dikalikan dengan harga untuk satu karung, sehingga diperoleh total pendapatan sebesar Rp 324.000.000,-;
4. Harga pokok produksi rata-rata setiap tahun didapatkan dari total biaya produksi dibagi dengan total kebutuhan batu kapur satu tahun, sehingga didapatkan Rp 1.748.903,- juta/tahun;
5. Harga jual rata-rata setiap tahun dengan menetapkan margin sebesar 20% dengan perhitungan rumus: Total biaya produksi x (1 + % Marjn)

Perkiraan pendapatan dan laba yang didapatkan setiap tahun dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 4.12.



**Tabel 4.12** Pendapatan dan Laba Setiap Tahun

<b>Tahun</b>	<b>Pendapatan</b>	<b>Lab</b>
1	Rp 1.329.587.125	Rp 221.597.854
2	Rp 1.402.659.712	Rp 233.776.619
3	Rp 1.475.732.299	Rp 245.955.383
4	Rp 1.548.804.886	Rp 258.134.148
5	Rp 1.621.877.473	Rp 270.312.912
6	Rp 1.694.950.061	Rp 282.491.677
7	Rp 1.768.022.648	Rp 294.670.441
8	Rp 1.841.095.235	Rp 306.849.206
9	Rp 1.914.167.822	Rp 319.027.970
10	Rp 1.987.240.409	Rp 331.206.735
11	Rp 2.060.312.996	Rp 343.385.499
12	Rp 2.133.385.583	Rp 355.564.264
13	Rp 2.206.458.170	Rp 367.743.028
14	Rp 2.279.530.758	Rp 379.921.793
15	Rp 2.352.603.345	Rp 392.100.557
16	Rp 2.425.675.932	Rp 404.279.322
17	Rp 2.498.748.519	Rp 416.458.086
18	Rp 2.571.821.106	Rp 428.636.851
19	Rp 2.644.893.693	Rp 440.815.616
20	Rp 2.717.966.280	Rp 452.994.380
21	Rp 2.791.038.867	Rp 465.173.145
22	Rp 2.864.111.455	Rp 477.351.909
23	Rp 2.937.184.042	Rp 489.530.674
24	Rp 3.010.256.629	Rp 501.709.438
25	Rp 3.083.329.216	Rp 513.888.203
26	Rp 3.156.401.803	Rp 526.066.967
27	Rp 3.229.474.390	Rp 538.245.732
28	Rp 3.302.546.977	Rp 550.424.496
29	Rp 3.375.619.564	Rp 562.603.261
30	Rp 3.448.692.152	Rp 574.782.025
31	Rp 3.521.764.739	Rp 586.960.790
32	Rp 3.594.837.326	Rp 599.139.554
33	Rp 3.667.909.913	Rp 611.318.319
34	Rp 3.740.982.500	Rp 623.497.083
35	Rp 3.814.055.087	Rp 635.675.848
36	Rp 3.887.127.674	Rp 647.854.612
37	Rp 3.960.200.261	Rp 660.033.377
38	Rp 4.033.272.849	Rp 672.212.141
39	Rp 4.106.345.436	Rp 684.390.906
40	Rp 4.179.418.023	Rp 696.569.670

#### 4.5.7. Investasi Awal dan Depresiasi

Awal pendirian industri batu kapur akan membutuhkan biaya investasi awal. Tabel 4.13 menunjukkan komponen-komponen biaya investasi awal tersebut serta biaya-biaya yang perlu diinvestasikan kembali.

**Tabel 4.13** Investasi Awal

Biaya Investasi	Satuan	Jumlah unit	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Biaya (Rp)
<b>Mobilisasi bahan baku</b>				
Truk ( <i>dumptruck</i> )				
- sewa/ tahun	unit	2	105.000.000	210.000.000
Alat berat				
- sewa/ jam	buah	1	275.000	66.000.000
Pembangkit listrik ( <i>genset</i> )	buah	1	11.775.000	11.775.000
Pompa air	buah	1	750.000	750.000
Rock breaker	buah	1	180.000.000	180.000.000
<b>Proses penggilingan</b>				
Mesin <i>hammer mill</i>	buah	1	25.000.000	25.000.000
Alat pengayak	buah	1	20.000.000	20.000.000
Mesin penggiling kapur (800 mesh)	buah	1	500.000.000	500.000.000
<b>Proses Pembakaran</b>				
Tungku modifikasi untuk pembakaran (Kapasitas ± 55 ton), lama 24 jam, 1 tungku = 30-35 ton batu kapur dan batu bara 20 ton	unit	1	100.000.000	100.000.000
<b>Proses Pemanenan</b>				
Sekop	buah	4	30.000	120.000
Gerobak dorong	buah	4	450.000	1.800.000
<b>Biaya Pembangunan Pabrik</b>				
Biaya pembangunan pabrik/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	300	3.000.000	900.000.000
Biaya pemasangan listrik/m <sup>2</sup>		3500 wh (20 titik)		4.891.500
Biaya pemasangan air/m <sup>2</sup>				10.000.000
<b>Nilai Dampak</b>				45.491.225
<b>Biaya Pemeliharaan dan Pemakaian /tahun</b>				
Biaya pemeliharaan listrik dan air		1 tahun	350.000	20.279.000
Biaya pemakaian listrik/bulan		Rp1112/ kwh		30.000.000
Biaya pemakaian air/bulan				679.200
<b>Total</b>				<b>2.126.947.925</b>

<b>Inflasi 2%</b>				0.02
Investasi setiap tahun karena depresiasi				
<b>2 tahun</b>				
Skop				120.000
Gerobak dorong				1.800.000
Jumlah				<b>1.920.000</b>
<b>5 tahun</b>				
Pompa air				750.000
Rock breaker				180.000.000
Mesin <i>hammermill</i>				25.000.000
Alat pengayak				20.000.000
Jumlah				<b>225.750.000</b>
<b>10 tahun</b>				
Pembangkit listrik (genset)				11.775.000
Tungku modifikasi untuk pembakaran				100.000.000
Jumlah				<b>111.775.000</b>
<b>20 tahun</b>				
Mesin penggiling 800 mesh				500.000.000

#### 4.5.8. Arus Kas / *Cash Flow*

Arus kas atau *cash flow* adalah gambaran mengenai jumlah uang yang masuk (*cash in flow*) dan jumlah uang yang keluar (*cash out flow*). Apabila *cash flow* bernilai positif artinya penghasilan lebih besar dari pada pengeluaran, dan sebaliknya *cash flow* yang negatif berarti: penghasilan lebih kecil dari pada pengeluaran. Arus kas untuk industri batu kapur ini dapat dilihat pada Tabel 4.14.

**Tabel 4.14** Arus Kas Bersih dan Kumulatif

<b>Tahun</b>	<b>Investasi</b>	<b>Arus Kas Bersih</b>	<b>Arus Kas Kumulatif</b>
1	0	221.597.854,16	(1.905.350.070,84)
2	1.920.000,00	231.856.618,68	(1.673.493.452,17)
3	0	245.955.383,20	(1.427.538.068,97)
4	1.958.400,00	256.175.747,72	(1.171.362.321,25)
5	0	270.312.912,24	(901.049.409,01)
6	227.747.568,00	54.744.108,76	(846.305.300,25)
7	0	294.670.441,28	(551.634.858,97)
8	2.037.519,36	304.811.686,44	(246.823.172,52)
9	0	319.027.970,32	72.204.797,80
10	2.078.269,75	329.128.465,10	401.333.262,90
11	111.775.000,00	231.610.499,37	632.943.762,27
12	232.384.835,14	123.179.428,75	756.123.191,01
13	0	367.743.028,41	1.123.866.219,42
14	2.162.231,84	377.759.561,09	1.501.625.780,51
15	0	392.100.557,45	1.893.726.337,96
16	2.205.476,48	402.073.845,49	2.295.800.183,45
17	0	416.458.086,49	2.712.258.269,94
18	237.119.886,01	191.516.965,00	2.903.775.234,94
19	0	440.815.615,54	3.344.590.850,48
20	2.294.577,73	450.699.802,33	3.795.290.652,81
21	614.010.500,00	(148.837.355,42)	3.646.453.297,38
22	2.340.469,29	475.011.439,81	4.121.464.737,20
23	0	489.530.673,62	4.610.995.410,82
24	241.954.984,67	259.754.453,47	4.870.749.864,29
25	0	513.888.202,66	5.384.638.066,95
26	2.435.024,25	523.631.942,94	5.908.270.009,89
27	0	538.245.731,71	6.446.515.741,59
28	2.483.724,73	547.940.771,50	6.994.456.513,09
29	0	562.603.260,75	7.557.059.773,84
30	246.892.459,35	327.889.565,92	7.884.949.339,76
31	116.290.710,00	470.670.079,79	8.355.619.419,55
32	2.584.067,21	596.555.487,10	8.952.174.906,65
33	0	611.318.318,83	9.563.493.225,48
34	2.635.748,55	620.861.334,80	10.184.354.560,28
35	0	635.675.847,87	10.820.030.408,16
36	251.934.704,85	395.919.907,55	11.215.950.315,71
37	0	660.033.376,92	11.875.983.692,62
38	2.742.232,80	669.469.908,64	12.545.453.601,26
39	0	684.390.905,96	13.229.844.507,22
40	2.797.077,45	693.772.593,03	13.923.617.100,25

#### 4.6 Perhitungan *Cash Flow* Berdasarkan *Net Present Value* (NPV)

Metode *Net Present Value* (NPV) merupakan keuntungan bersih yang didapatkan dari pengerjaan akhir dari sebuah usaha. *Net Present Value* merupakan layak atau tidaknya suatu usaha dengan mempertimbangkan nilai uang diwaktu tertentu

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{I_p}{(1+r)^t} - I_0$$

Keterangan:

$I_p$  : Investasi pada proyek yang diperhitungkan.

$I_0$  : Investasi bersih

$r$  : Biaya modal

$n$  : Umur manfaat

$t$  : Periode waktu

Nilai NPV untuk industri batu kapur ini adalah Rp 143.056.276,01

#### 4.7 Perhitungan Nilai Investasi Berdasarkan *Internal Rate of Return* (IRR)

*Internal Rate Of Return* merupakan tingkat suku bunga yang menyamakan jumlah nilai sekarang dari aliran kas sekarang.

$$IRR = \sum_{t=1}^n \frac{A_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Keterangan:

$A_t$  : Arus kas bersih

$k$  : Biaya modal atau tingkat keuntungan minimal yang diminta

$I_0$  : Investasi bersih

$t$  : Jangka waktu

$n$  : Umur manfaat

Nilai IRR untuk industri batu kapur ini adalah 13%.

Kesimpulan: jika IRR lebih besar dari bunga pinjaman, maka diterima. Jika IRR lebih kecil dari bunga pinjaman, maka ditolak.

#### 4.8 Perhitungan *Benefit Cost Ratio* (BCR)

*Benefit Cost Ratio* (B/C R) merupakan suatu analisa pemilihan proyek yang sering digunakan. Analisa ini dilakukan berdasarkan perbandingan antara *benefit* dengan *cost*. Jika nilai B/C ratio < 1 maka proyek tersebut tidak ekonomis, jika nilai B/C ratio > 1 berarti proyek tersebut *feasible*, dan jika nilai B/C ratio = 1 maka proyek tersebut dinyatakan marginal (tidak rugi dan tidak untung).

$$\text{B/C ratio} = \frac{\text{Present Value dari Manfaat}}{\text{Present Value dari Pengorbanan atau biaya}}$$

$$\begin{aligned}\text{B/C ratio} &= \frac{143.056.276.005}{1.107.989.270,78+2.126.947.925} \\ &= 0.04\end{aligned}$$

Sehingga dapat dikatakan bahwa proyek ini tidak layak untuk dilaksanakan.

#### 4.9 Analisis Lingkungan

Formasi batu kapur terbentuk dimasa lalu dari bahan Kalsium karbonat (CaCO<sub>3</sub>) yang disekresikan oleh binatang karang brakiopoda dan terumbu karang muda di bawah permukaan laut di jaman prasejarah. Di Padang Panjang, sebagian besar formasi tertutup secara selaras oleh tanah lempung dan ditemukan pula mengandung pasir kuarsa. Kemiringan lereng bukit batu kapur di padang panjang dapat mencapai lebih dari 45° (lihat Gambar 4.6). Kemiringan lereng ini di kategorikan sebagai lereng curam. Masalah yang dapat timbul pada keadaan ini adalah runtuhnya lereng akibat parameter kekuatan tanah dan batuan yang berupa kohesi dan sudut geser dalam yang terganggu.



**Gambar 4.6** Kemiringan Lereng Batu Kapur di Padang Panjang

Ancaman longsor merupakan ancaman bahaya yang paling utama pada lokasi penambangan batu kapur. Pada tahun 2019 terjadi longsor pada tambang batu kapur. Pertama terjadi di Tuban - Jawa Timur. Insiden longsor tambang batu kapur milik terjadi pada hari Senin (29/7/2019) sekitar pukul 09.00 WIB saat dua orang korban menggergaji batu di atas tebing tegak ( $90^\circ$ ) dengan ketinggian sekitar 8 meter. Longsor ini terjadi tanpa diketahui lebih dahulu tanda-tandanya. Sebelumnya, longsor yang merenggut korban jiwa di lokasi tambang batu kapur juga terjadi di Desa Grenden, Jember - Jawa Timur (Selasa, 26 Maret 2019). Berdasarkan dokumentasi yang diperoleh, lereng batu kapur juga berdiri hampir tegak (lihat Gambar 4.7). Longsor besar ini terjadi setelah terjadi longsor kecil sebelumnya namun diabaikan.



**Gambar 4.7** Longsor Batu Kapur di Jember (Antara, 2019)

Untuk mengetahui lebih detail ancaman longsor pada lereng maka perlu dilakukan penelitian detail terhadap topografi dan karakteristik bukit batu kapur meliputi sifat fisik maupun sifat mekanik yang ada. Beberapa peneliti di daerah lain telah melakukan hal tersebut dan rangkuman nilai parameter yang digunakan disampaikan dalam laporan ini (Lihat Tabel 4.15). Selanjutnya, berdasarkan angka-angka tersebut dapat dilakukan analisis terhadap kestabilan/ faktor keamanan hingga penyebab penurunan nilai faktor keamanan serta dampak keruntuhan terhadap keselamatan jiwa dan kerugian material secara ekonomi.

**Tabel 4.15** Nilai Rentang Parameter Teknis Batu Kapur

No.	Berat isi	Kohesi	Sudut geser	Referensi
Satuan:	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Derajat	
1. Puncak	22 - 23.9	2020 - 3350	49 - 54	(Sismiani, 2017)
2. Sisa	22 - 23.9	440 - 960	21 - 34	
1. Kasar			53	(Fiorettha, 2013)
2. Halus			36	
3. Planar			21	
1. Kasar	17 - 23.3	78	37	(Saptono, Sudarsono, Hartono, & Fiorettha, 2014)
2. Halus		72	26	
3. Planar		64	17	
1. Bagus		300 - 400	35 - 45	(Firmansyah, Sukiyah, Yuniardi, & Mardiana, 2016)
2. Sedang		200 - 300	25 - 35	
3. Jelek		100 - 200	15 - 25	

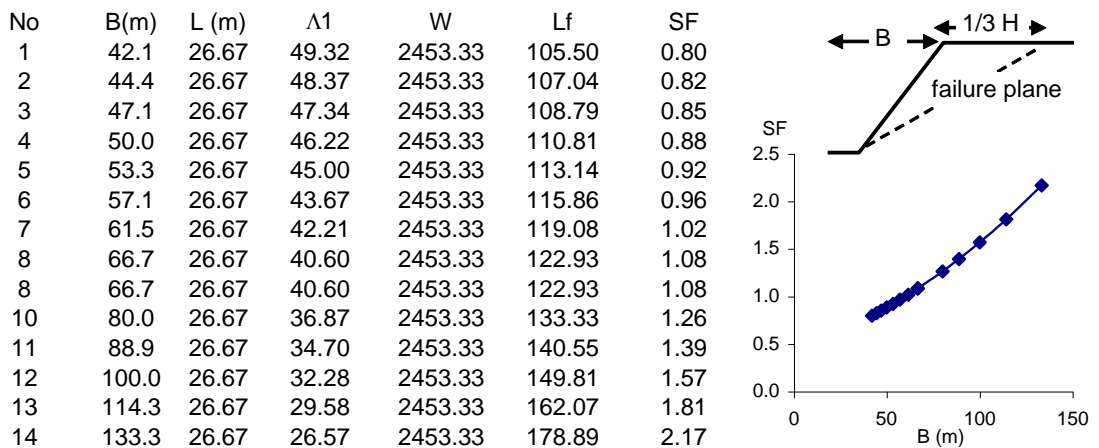


Khusus untuk menggambarkan kestabilan bukit batu kapur di padang panjang, maka diambil nilai berat volume  $23 \text{ kN/m}^3$ , sudut geser sebesar  $45^\circ$ , dimana termasuk dalam katagori bagus. Batu kapur tersusun berlapis horizontal, dengan menggunakan teori tekanan aktif Rankine dan mengabaikan konstanta aktifnya dapat diperkirakan berdiri tegak lurus hingga ketinggian:

$H$ , tinggi kritis =  $4 \times \text{kohesi} / (\text{berat isi})$ .

- Untuk kapur yang bagus,  $H$ , tinggi kritis =  $(4 \times 400 \text{ kN/m}^2) / (23 \text{ kN/m}^3) = 70 \text{ m}$ .
- Untuk kapur yang jelek,  $H$ , tinggi kritis =  $(4 \times 100 \text{ kN/m}^2) / (23 \text{ kN/m}^3) = 18 \text{ m}$ .

Sementara, untuk batu kapur dengan parameter dan orientasi yang jelek, maka kemiringan maksimum lereng agar tetap aman adalah  $40^\circ$  seperti dalam perhitungan yang diilustrasikan pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.8** Perhitungan Kemiringan Maksimum

Bencana longsor pernah terjadi di daerah sekitar kegiatan pemanfaatan batu kapur di Bukit Tui pada hari Senin tanggal 4 Mei 1987. Bencana ini telah merenggu sekitar 140 orang dan merupakan bencana longsor terbesar yang pernah terjadi di Padang Panjang maupun Sumatera barat dalam hal jumlah korban jiwa. Seperti kejadian di tempat lain, bencana ini juga terjadi secara tiba-tiba pada sore hari. Pada saat terjadi longsor tidak terjadi hujan. Hal ini menunjukkan bahwa bencana longsor di daerah tersebut dapat terjadi secara tiba-tiba pada cuaca yang relatif baik sekalipun.

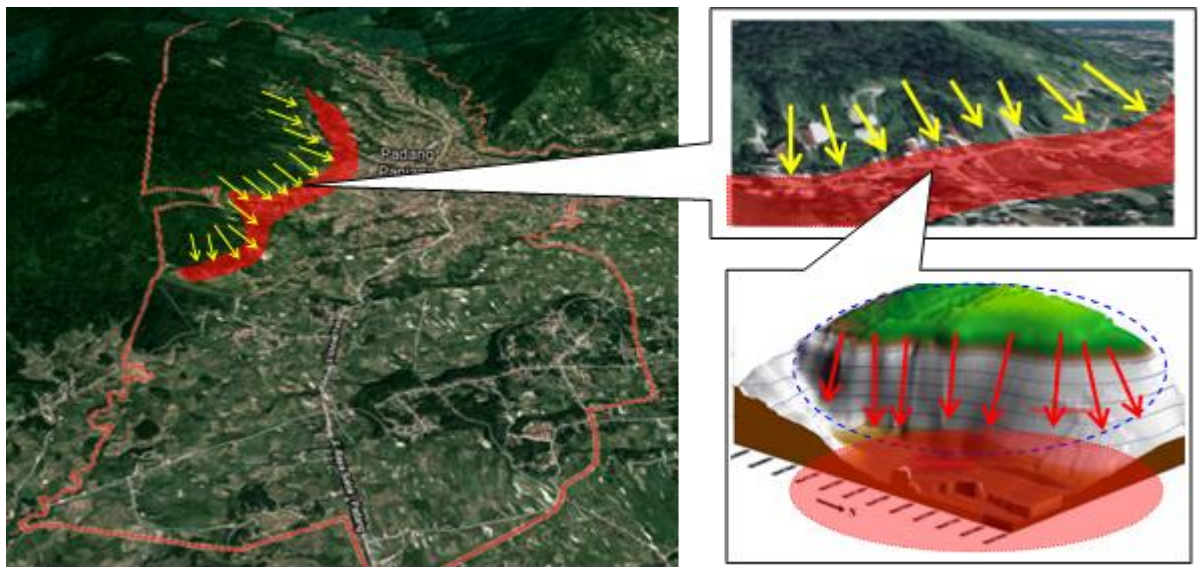
Pada awal tahun 2018 dilaporkan telah terjadi rekahan hingga 60 cm di bagian atas Bukit Tui (Hendri, 2018). Kondisi ini mulai menimbulkan rasa khawatir sekitar 350 Kepala Keluarga (KK) yang mendiami daerah itu. Rengkah di tanah permukaan ini berdimensi panjang 20 m dengan kedalaman 1.5 m dan lebar 60 cm. Rengkahan harus diselidiki lebih dalam apakah merupakan tanda-tanda ancaman longsor akan terjadi dalam waktu yang tidak lama. Lokasi ini berada di atas bukit yang mana pada sisi bawahnya dipadati oleh pemukiman penduduk (lihat Gambar 4.9 dan Gambar 4.10). Oleh sebab itu perlu dilakukan penyelidikan secara seksama untuk menghindari korban jiwa seperti yang pernah terjadi 40 tahun yang lalu. Rengkahan ini dapat melemah apabila terjadi hujan. Air yang masuk ke dalam rengkahan akan memberikan tekanan ke kiri dan kanan pada sisi yang rengkah, sehingga menambah dorongan tanah untuk lebih merengkah. Selain itu, aliran air yang masuk akan membawa partikel-partikel tanah sehingga ikatannya akan semakin berkurang. Lambat laun tetapi pasti, kestabilan bukit akan semakin berkurang.



**Gambar 4.9** Retakan di Kawasan Batu Kapur (Hendri, 2018)

Pemerintah kota diharapkan untuk melakukan pemetaan potensi longsor secara lebih detail di sekitar Bukit Tui mulai dari Rao-Rao hingga ke Sungai Andok. Pemetaan dilakukan untuk menetapkan bagian yang berpotensi longsor,

arah longsor dan kemungkinan tempat longsor berhenti. Hal ini ditujukan untuk memberikan gambaran perkiraan daerah yang terancam longsor sehingga dapat direncanakan langkah-langkah mitigasi. Apabila potensi gerakan tanah ini tidak dapat distabilkan, maka daerah yang berpotensi longsor dan terkena timbunan longsor dapat di pindahkan secara tetap ataupun sementara hingga risiko bahaya sudah berkurang. Hal yang sangat penting adalah melakukan pengamatan secara rutin dan upaya monitoring. Pemasangan peralatan pemantau gerakan tanah dan peringatan dini gerakan tanah merupakan tindakan yang sangat disarankan pada daerah tersebut. Peralatan ini merupakan salah satu peringatan untuk terhadap awal terjadinya longsor. Apabila peralatan tersebut memberikan peringatan longsor dalam waktu dekat, maka masyarakat terdampak dapat diungsikan sementara sambil menunggu hasil investigasi sesaat untuk menentukan keadaan sebenarnya hingga tindakan selanjutnya ditetapkan.



**Gambar 4.10** Analisis Potensi Longsor di Kawasan Batu Kapur

## **BAB 5**

### **PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan pembahasan yang meliputi aspek potensi dan peluang dari batu kapur untuk dikembangkan menjadi industri pengolahan kapur dan dampaknya secara sosial kemasyarakatan.

#### **5.1 Analisis Potensi Pasar**

Industri kapur mengintegrasikan pengolahan batu kapur dengan usaha-usaha lain yang terkait. Produk industri kapur di Kota Padang Panjang digunakan oleh perusahaan lain sebagai bahan baku atau input dalam kegiatan produksinya seperti: (1) Produsen pupuk, (2) Produsen air minum, (3) Perusahaan perkebunan, (4) Industri pengolahan sawit, (5) Industri kertas dan bubur kertas, (6) Industri biji logam/ besi, (7) Industri gula pasir, (8) Pengusaha tambak udang dan ikan air tawar, (9) Usaha peternakan ayam, (10) Industri kaca, dan (11) Industri pipa paralon. Perusahaan batu kapur di Kota Padang Panjang pernah menjalin kerjasama dengan PT. Riau Andalan Pulp dan Paper (RAPP) yang menampung hasil produksi dalam jumlah yang cukup besar. Tetapi pada tahun 2002 kerjasama ini terhenti karena adanya penurunan kualitas batu kapur yang dihasilkan yang tidak sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan oleh PT. RAPP. Selain itu, batu kapur juga digunakan oleh perusahaan-perusahaan besar seperti Caltex, PDAM dan lain-lain. Disamping itu, batu kapur dapat diolah menjadi beberapa produk seperti kapur pertanian berupa pupuk alam dolomit yang memiliki prospek pemasaran yang tinggi dan dapat meningkatkan perekonomian masyarakat secara luas.

Berdasarkan hasil analisa pengujian sampel batu gamping di Sungai Andok yang telah dilakukan, maka potensi pasar batu kapur di Sungai Andok adalah:

1. **Industri Baja**

Batu kapur digunakan oleh industri baja sebagai bahan baku tambahan dalam proses pengolahan besi yaitu proses pengolahan *blast furnace*. Proses

pengolahan *blast furnace* merupakan proses awal dimana biji besi diolah dan diproduksi untuk dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan besi dan baja. Proses *blast furnace* berfungsi untuk mengolah biji besi menjadi besi kasar. Bahan yang digunakan dalam *blast furnace* antara lain biji besi, kapur, kokas, dan udara panas. Biji besi didapat dari tambang, setelah melalui proses penambangan dan *crushing*.

Biji besi yang merupakan bahan pokok dari *blast furnace* dengan ukuran 8-25 mm, dengan kandungan Fe > 60% dan kokas yang digunakan dalam proses *blast furnace* berasal dari *coking coal* yang sudah dioven dalam kondisi 800°-1000°C, dengan kandungan karbon > 89%. Udara panas digunakan untuk mengadakan pembakaran dengan bahan bakar menjadi CO<sub>2</sub> dan gas CO guna menimbulkan panas, juga untuk mereduksi bijih besi. Pasokan udara panas dimaksudkan agar dapat terjadi pembakaran sempurna, sehingga kebutuhan kokas dapat diminimalisir.

Bahan tambahan dalam proses *blast furnace* adalah batu gamping. Kapur bakar berasal dari batu kapur dengan ukuran 6,3-75 mm dengan kadar CaO > 50% yang diolah terlebih dahulu di pabrik kapur bakar, agar didapatkan kadar CaO > 85% . Hal ini dibutuhkan kapur bakar dari pada batu kapur mentah karena kapur bakar bersifat lebih cepat reaktif dalam proses *blast furnace*. Batu kapur dengan ukuran –6,3 mm dan kandungan CaO > 50% juga di gunakan sebagai bahan tambahan dalam proses *sinter plant*. Pada proses *sinter plant* dibutuhkan kapur mentah karena akan ikut proses pembakaran batu bara dan bijih besi. Hal ini dibutuhkan ukuran kecil, agar dalam proses pemanasan di sinter, bisa lebih cepat matang/ terbakar. Pada umumnya batu kapur berfungsi mengikat pengotor (*fluks*) atau pelebur dari menurunkan kadar phosphor dan sulfur, mengatur kebasahan atau kondisi basah yang bersifat reaktif dengan asam. Hal ini selain menjaga keasaman dapat juga menjaga *fluidity slag*, yang tujuan utamanya adalah menjaga dinding refraktori dari *slag*.

## 2. Industri Kaca

Pemanfaatan batu gamping dalam industri kaca adalah sebagai bahan tambahan. Ada beberapa kandungan kaca berdasarkan jenis-jenis kaca, yaitu:

*clear glass, amber glass, green glass, pyrex glass, dan fused silica*. Jenis batu gamping yang digunakan adalah jenis batu gamping dolomitan dengan kadar sebagai berikut ( $\text{SiO}_2$ ; 0,14%), ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 0,03%), ( $\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{MgO}$ ; 20,80%) dan ( $\text{CaO}$ ; 31,8%). Dolomit dan batu gamping dolomitan digunakan dalam pembuatan gelas, botol, dan kaca lembaran. Bahan ini memberi pengaruh yang sangat baik pada gelas, antara lain mempermudah campuran gelas melebur, mencegah devitrifikasi; dan memperpanjang jarak kerja (*working range*) pada peleburan gelas. Kandungan serbuk kaca dengan unsur  $\text{CaO}$  (2,59%).

Bubuk kaca merupakan hasil dari industri kaca yang mengandung silika ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup besar yaitu 74-80%. Selain itu juga kaca juga dapat kita temukan pada limbah rumah tangga yang berupa botol, gelas, lampu dan perabotan rumah tangga lainnya yang terbuat dari kaca. Kaca didapatkan dengan menggabungkan beberapa mineral yang kaya akan silika ( $\text{SiO}_2$ ), soda ( $\text{Na}_2\text{O}$ ) dan kapur ( $\text{CaO}$ ). Mineral-mineral yang kaya akan unsur tersebut berupa pasir silika, soda *ash* ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) dan batu kapur ( $\text{CaCO}_3$ ).

### 3. Industri Semen

Batu kapur digunakan oleh industri baja sebagai bahan baku tambahan dalam proses pengolahan besi yaitu proses pengolahan *Blast Furnace*. Proses pengolahan *Blast Furnace* merupakan proses awal dimana biji besi diolah dan diproduksi untuk dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan besi dan baja. Proses *blast furnace* berfungsi untuk mengolah biji besi menjadi besi kasar. Bahan yang digunakan dalam *blast furnace* antara lain biji besi, kapur, kokas, dan udara panas. Biji besi didapat dari tambang, setelah melalui proses penambangan dan *crushing*.

## 5.2 Analisis Kelayakan Finansial

Metode *Break Even Point* (BEP) merupakan titik dimana pengeluaran atau biaya dan pendapatan berada pada posisi yang seimbang (titik impas) sehingga tidak terdapat kerugian ataupun keuntungan. Dari nilai BEP dapat dianalisa proyeksi seberapa banyak unit yang diproduksi agar berada pada titik impas. Nilai BEP yang didapatkan dari usaha industri batu kapur ini adalah 558,8

karung/tahun. Nilai dari BEP ini memberikan manfaat bagi industri batu kapur yang akan dibangun ini yaitu diantaranya dapat mengetahui:

- Jumlah penjualan minimum yang harus dipertahankan agar tidak merugi.
- Jumlah penjualan yang harus dicapai agar memperoleh laba.
- Seberapa besar berkurangnya penjualan agar industri ini tidak mengalami kerugian.
- Dampak perubahan harga jual, biaya, dan volume penjualan.

Untuk mengukur layak atau tidaknya usaha maka dapat digunakan perhitungan *Net Present Value* (NPV), *Net Benefit Cost Ratio* (Net B/C), dan *Internal Rate of Return* (IRR). Ketiga metode ini memperhitungkan nilai waktu uang di dalam penilaiannya dan juga menggunakan konsep *present value* dari aliran kas keluar maupun aliran kas masuk. Hasil perhitungan untuk ketiga metode ini juga menghasilkan usulan investasi yang selaras dimana keputusan yang diambil tidak berbeda.

Nilai NPV yang didapatkan merupakan selisih dari antara *cash flow* yang dihasilkan terhadap investasi yang dikeluarkan. Nilai NPV yang didapatkan dari industri batu kapur ini adalah Rp 143.056.276,01. Nilai positif yang didapatkan mengindikasikan bahwa *cash flow* yang dihasilkan telah melebihi jumlah yang diinvestasikan. Tingkat suku bunga yang digunakan adalah 12%, sesuai dengan suku bunga di Bank pada saat ini. Dalam mengambil keputusan apakah usaha industri batu kapur ini diterima atau ditolak adalah dengan melihat nilai NPV tersebut, apabila  $NPV > 0$  maka rencana investasi layak diterima dan sebaliknya apabila  $NPV < 0$  maka investasi ditolak atau tidak layak.

Kriteria-kriteria kelayakan finansial yang diperoleh dari analisis menunjukkan nilai positif. Namun demikian, IRR yang diperoleh hanya 13% adalah kurang menarik bagi para investor. Perkembangan ekonomi yang fluktuatif akan memberi pengaruh pada tingkat suku bunga perbankan yang dimungkinkan lebih besar dari 12% sebagaimana diasumsikan dalam kajian ini. Industri pertambangan yang padat modal karena tipe pekerjaannya yang *bulky* dan muatan teknologi mengharuskan tingkat pengembalian modal yang relatif besar. Kurang menariknya pengembangan industri kapur ini diperkuat juga oleh NPV yang

relatif kecil. Investasi yang sangat besar ternyata hanya memberikan keuntungan yang kurang menarik. Para investor yang memperhatikan kedua kriteria ini akan menanggapinya kurang menarik berinvestasi dalam pembangunan industri kapur.

### 5.3 Analisis Lingkungan

Sektor pertambangan dengan melakukan pengolahan sumberdaya alam sudah selalu oleh pemerintah Kota Padang Panjang sebagai salah satu kebijaksanaan penting untuk mendorong pertumbuhan kegiatan ekonomi daerah. Sektor usaha tersebut sekaligus juga menjadi elemen untuk meningkatkan penyediaan lapangan pekerjaan bagi masyarakat setempat tanpa harus melalui kealifiasi yang tetap sebagaimana halnya pada sektor-sektor lainnya. Salah satu sektor yang ada di kota Padang Panjang adalah potensi pengolahan batu kapur.

Meskipun industri Kapur di Padang Panjang yang banyak berada di Bukit Tui dianggap merupakan salah satu potensi daerah yang pernah memberikan kejayaan terhadap kota Serambi Mekkah pada era tahun 80-an, namun telah lama tidak ditangani dengan baik. Meski hingga saat ini (tahun 2019), pengolahan kapur masih tetap berjalan dan menjadi mata pencarian sebagian kecil masyarakat, sebagian pekerja penambang batu dan pekerja tungku, tetapi hasilnya belum bisa memberikan kontribusi dalam pembangunan daerah sehingga Pemerintah Daerah Kota Padang Panjang masih tetap merencanakan untuk melakukan penataan dan pengelolaan potensi batu kapur itu. Bila dilihat dari rencana tata ruang dan tata wilayah kota Padang Panjang, maka dapat dilihat bahwa industri ini sudah tidak lagi menjadi program utama, meski dulu pernah sekali jaya dan signifikan dalam meningkatkan perekonomian masyarakat.

Pada RTRW Kota Padang Panjang ditetapkan Rencana Kawasan budi daya Kota Padang Panjang terdiri dari:

- a. Kawasan peruntukan perumahan;
- b. Kawasan peruntukan perdagangan dan jasa;
- c. Kawasan peruntukan perkantoran;
- d. Kawasan peruntukan industri;**
- e. Kawasan peruntukan pariwisata;
- f. Ruang terbuka non hijau;



- g. Ruang evakuasi bencana;
- h. Kawasan peruntukan ruang bagi kegiatan sektor informal;
- i. Kawasan peruntukan pertanian;
- j. Kawasan peruntukan perikanan;
- k. Kawasan peruntukan pertahanan dan keamanan; dan
- l. Kawasan peruntukan pelayanan umum.

Khusus untuk Kawasan Peruntukan Industri pada *point* di atas, penetapan Kawasan peruntukan industri tersebut bertujuan untuk menyediakan ruang bagi kegiatan industri. Kawasan peruntukan industri di Kota Padang Panjang memiliki luas lebih kurang 6,66 Ha yang meliputi:

- a. Industri kecil dan mikro yang berlokasi tersebar pada setiap Kelurahan dan menyatu dengan kawasan perumahan; dan
- b. Industri menengah berupa industri penyamakan kulit yang merupakan sentra industri penyamakan kulit wilayah Sumatera berlokasi di Kelurahan Silaing Bawah berdekatan dengan Rumah Potong Hewan eksisting dan industri **kapur di Rao-Rao dalam Kelurahan Koto Panjang.**

Sudah diketahui meskipun telah ditetapkan pada RTRW kota Padang Panjang, namun sebagian besar wilayah sebaran batu kapur juga berada kawasan Bukit Tui tersebut termasuk dalam kawasan Hutan Lindung. Sehingga untuk pengembangannya akan bersinggungan dengan keberadaan hutan yang perlu dilindungi dan yang juga sangat bermanfaat untuk kehidupan orang banyak.

Selanjutnya, selain kawasan Penetapan Kawasan Industri juga ditetapkan Kawasan Peruntukan Pariwisata yang nantinya bila dikembangkan akan mendatangkan orang dalam jumlah "banyak". Kawasan pariwisata sebagaimana yang bertujuan untuk menyelenggarakan jasa pariwisata dan sarana pariwisata serta usaha lain yang terkait dengan sektor pariwisata. ditetapkan seluas lebih kurang 11,69 Ha meliputi wisata alam yaitu:

1. Kawasan Hutan Wisata di Kelurahan **Koto Katik**;
2. Air Terjun Tujuh Tingkat di Kelurahan Silaing Bawah;
3. Bukit Berbunga di Kelurahan Silaing Bawah;

4. Gua Batu Batirai di Kelurahan **Kampung Manggis**;
5. Kolam Renang Lubuk Mata Kucing di Kelurahan Pasar Usang.

Kawasan pariwisata juga ditetapkan untuk objek buatan untuk pendidikan dan budaya yaitu:

1. Wisata tematik berlokasi pada Kawasan objek wisata di Kelurahan Silaing Bawah;
2. Wisata pendidikan berlokasi pada kawasan ISI di Kelurahan Guguk Malintang;
3. Wisata pendidikan berlokasi pada kawasan Diniyah Putri di Kelurahan Pasar Usang dan Perguruan Muhammadiyah di Kelurahan Guguk Malintang;
4. Wisata kesehatan berlokasi pada kawasan Rumah Sakit Umum Daerah di Kelurahan
5. Kawasan olahraga rekreatif berlokasi pada kawasan **Bancah Laweh di Kelurahan Koto Panjang** dan Lapangan Gunung Sejati Ganting;
6. Pusat Dokumentasi dan Informasi Kebudayaan Minangkabau di Kelurahan Silaing Bawah;
7. Masjid Asasi di Kelurahan Sigando.

Sebagaimana yang terjadi di daerah lainnya, selalu saja terdapat kasus konflik yang terkait rencana tata ruang wilayah (RTRW). Potensi konflik ini utamanya terjadi akibat keterbatasan geografi suatu daerah, sebagai contoh adalah keberadaan kawasan hutan lindung dengan pengembangan pabrik tekstil. Hal tersebut akan menimbulkan konflik pada sektor kehutanan dengan sektor perindustrian yang melibatkan perusahaan yang bergerak di dalamnya. Penanganan konflik tersebut harusnya ditetapkan dengan kepastian hukum sehingga tidak mengganggu kegiatan penanaman modal atau investasi yang nantinya akan mengganggu percepatan/ akselerasi aktivitas pembangunan. Potensi konflik tersebut seharusnya tidak meledak jika perencanaan tata ruang ada dalam satu atap kewenangan. Permasalahan yang masih mendesak sekarang adalah koordinasi, pengendalian dan pengawasan rencana tata ruang wilayah baik secara nasional, provinsi, Kota/ Kabupaten bahkan Kecamatan dan Kawasan Khusus.

Berdasarkan keadaan geografisnya, Kota Padang Panjang berada di ketinggian sekitar 800 meter di atas permukaan laut dan diapit oleh tiga gunung yaitu Gunung Marapi, Gunung Singgalang dan Gunung Tandikek atau yang biasa disebut Tri Arga. Kondisi tersebut menjadikan Padang Panjang memiliki udara gunung dengan hawa yang sangat sejuk yang menjadi pendukung pengembangan sektor kepariwisataan dan juga olah raga. Padang Panjang hanya memiliki luas sekitar 23 km<sup>2</sup> ini, maka pengembangan semua sektor pembangunan di Ruang yang sama tentunya dapat memicu timbulnya konflik pada beberapa sektor yang berbeda. Khusus dalam hal pengembangan industri batu kapur dengan menggunakan bahan bakar fosil tentunya mengeluarkan kelebihan hasil pembakaran yang tidak bersih terhadap udara kota. Di lain pihak, pengembangan sektor olah raga jasmani dan juga kepariwisataan sangat memerlukan dukungan usaha yang bersih dan sehat. Kedua hal tersebut akan sangat bertentangan bila berada pada satu tempat yang sama atau berdekatan.

Gangguan lingkungan hidup yang terjadi di daerah pengolahan batu kapur diantaranya adalah terganggunya kesehatan para pekerja dan masyarakat serta lingkungan sekitar. Kesehatan pekerja di daerah penambangan mungkin saja dapat terganggu karena menghirup udara bekas pembakaran batu kapur yang mengandung CO dan serta partikel debu. Udara bercampur dengan debu kapur dan asap pembakaran berbau menyengat dikeluarkan mengakibatkan sesak napas. Selain itu ISPA, gangguan mata dan iritasi kulit, orang yang terlalu sering menghirup gas CO maka hemoglobin darahnya akan berikatan dengan gas CO dibandingkan dengan O<sub>2</sub>. Akibatnya darah yang dialirkan ke tubuh mengangkut gas CO dan membahayakan dapat kesehatan. Gangguan lingkungan akibat proses pengolahan batu kapur adalah ciri khas bau udara, sehingga udara segar pegunungan di kota Padang Panjang tidak dapat dinikmati semua orang

Penanganan potensi konflik tersebut memerlukan kecerdasan sendiri dan kelihaihan tersendiri sehingga tidak timbul konflik yang sudah berpotensi. Menurut UU No. 32 Tahun 2009 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Keputusan Menteri Negara No. 86 tahun 2002 tentang Pedoman Pelaksanaan Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL). Dalam rangka mewujudkan pembangunan berkelanjutan maka Pemerintah Kota

harus mempertimbangkan dampak dari kegiatan penambangan dan pengolahan batu kapur tersebut terhadap lingkungan di sekitarnya. Dengan demikian timbul kejelasan RTRW kota dalam mendukung peningkatan investasi dan perekonomian daerah.

Pencemaran udara yang berasal dari batu kapur terjadi pada daerah-daerah yang merupakan daerah produksi kapur. Pertambangan kapur adalah suatu tempat pertambangan dengan kadar pencemaran udara yang dapat mengganggu kesehatan terutama pada pekerjanya. Resiko gangguan kesehatan pada pekerja di pertambangan kapur lebih besar karena sistem penambangan kapur yang masih tradisional. Pengolahan batu kapur terutama kegiatan pembakaran merupakan salah satu sumber pencemaran udara, dengan hasil yang ditimbulkan berupa gas seperti: CO<sub>2</sub>, CO, dan partikel debu. Dari gambar di atas terlihat pada proses pembakaran terjadi pembakaran tidak sempurna dengan adanya asap yang mengepul. Asap yang mengepul menandakan adanya gas karbon monoksida (CO). Polutan utama di pertambangan kapur adalah partikel debu. Partikel debu batu kapur ini dapat mengganggu kesehatan bilaterhirup manusia, antara lain dapat mengganggu pernafasan, seperti sesak nafas ataupun terjadinya *pneumoconiosis*. Dampak negatif yang paling dirasakan secara langsung adalah pencemaran udara dari tungku pembakaran kapur. Bahan bakar yang digunakan untuk membakar kapur menggunakan kayu. Dampak ini langsung dirasakan ketika menghirup asapnya, berupa rasa perih di mata, batuk, sesak napas, dan bila bahan tersebut tersentuh kulit secara langsung, akan terasa terbakar.

Setiap usaha harus memperhatikan keadaan lingkungan sekitarnya dan dampak yang dapat ditimbulkan usaha terhadap lingkungan sekitar. Keberadaan pabrik batu gamping tidak memberikan sisa limbah. Namun terdapat beberapa kondisi negatif dengan adanya pendirian pabrik ini, seperti sungai yang tercemar karena logam yang digunakan sebagai alat untuk proses penambangan yang berbahaya jika dikonsumsi, kemudian air sungai pun berubah menjadi lebih keruh dan potensi banjir serta longsor di pinggir sungai lebih berpeluang untuk terjadi.

Isu lingkungan biasanya menjadi yang paling banyak dibahas sehingga perlu dibenahi. Untuk hal tersebut maka diperlukan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL). Pengertian AMDAL menurut PP No. 27 Tahun 1999,

yaitu suatu kajian mengenai dampak yang telah ditimbulkan oleh lingkungan. Serta menjadi hal yang penting dalam pengambilan suatu keputusan atau dari kegiatan yang telah direncanakan di lingkungan hidup. Sehingga sebelum proyek ini dimulai maka dapat dimulai dengan penentuan sebagai berikut: PIL (Penyajian Informasi Lingkungan), KA (Kerangka Acuan), ANDAL (Analisis Dampak Lingkungan), RPL (Rencana Pemantauan Lingkungan) dan RKL (Rencana Pengelolaan Lingkungan).

#### **5.4 Analisis Regulasi Pertambangan**

Pembangunan sektor pertambangan tidak terlepas dari kebijakan-kebijakan pemerintah yang patut dipatuhi. Kebijakan pertambangan antara kewenangan Kabupaten/ Kota dengan pemerintah provinsi dan pusat sudah diatur dalam perundang-undangan. Bagian ini akan merujuk pada hasil pemikiran dan kajian dari Supriatin dan Akhmaddhian (2017) yang sangat menarik untuk diperhatikan dalam pengembangan kawasan pertambangan (Supriatin & Akhmaddhian, 2017). Interpretasi dari hasil kajian tersebut dirumuskan dalam konteks industri kapur dan pertambangan di Kota Padang Panjang .

Prinsip akuntabilitas, efisiensi dan eksternalitas adalah bagian penting dalam pengelolaan urusan daerah yang berbagi kewenangan antara Pemerintah Pusat, Pemerintah Provinsi dan Pemerintah Kabupaten/ Kota. Pembagian urusan ini tidak terlepas dari kepentingan strategis nasional dengan menjaga keserasian hubungan pengelolaan urusan pemerintahan antar tingkatan pemerintahan. Dalam hal pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya mineral maka pemerintah tidak serta merta dapat melakukan seluruh kegiatan dibidang pertambangan tersebut sendirian. Pemerintah membutuhkan mitra bisnis berupa badan usaha yang bergerak dibidang usaha pertambangan. Karakteristik kegiatan penambangan yang padat modal mengharuskan terciptanya jalinan kerjasama antara pemerintah dan swasta.

Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara dalam ketentuan umum Pasal 1 ayat (1) mendefinisikan “Pertambangan adalah sebagian atau seluruh tahapan kegiatan dalam rangka penelitian, pengelolaan dan pengusahaan mineral atau batubara yang meliputi penyelidikan

umum, eksplorasi, studi kelayakan, konstruksi, penambangan, pengolahan dan pemurnian, pengangkutan dan penjualan, serta kegiatan pasca tambang”. Berdasarkan Pasal 1 ayat (7) Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara, Izin Usaha Pertambangan, yang selanjutnya disebut Izin Usaha Pertambangan adalah izin untuk melaksanakan usaha pertambangan. Izin Usaha Pertambangan diterbitkan oleh pejabat yang berwenang sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku agar negara tetap terlibat, baik dalam pengawasan dan kontrol terhadap pelaku usaha pertambangan. Izin Usaha Pertambangan ini sangat penting bagi pemegang Izin Usaha Pertambangan karena tanpa adanya Izin Usaha Pertambangan badan usaha yang bergerak dalam bidang usaha pertambangan belum dapat melakukan kegiatan usahanya.

Standar wewenang yang dimaksud adalah kewenangan pemerintah daerah dibidang penerbitan Izin Usaha Pertambangan di Kota Padang Panjang sebagaimana diatur dalam Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara. Terbitnya Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintah Daerah yang diundangkan pada tanggal 2 Oktober 2014 terjadi beberapa perubahan mendasar terkait dengan penyelenggaraan urusan pemerintahan di daerah, terutama dalam hal pemberian Izin Usaha Pertambangan di Kota Padang Panjang. Perubahan tersebut adalah penerbitan ijin yang dikeluarkan oleh Pemerintah Provinsi yang tertuang pada Pasal 14 ayat (1) Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 “Penyelenggaraan Urusan Pemerintahan bidang kehutanan, kelautan, serta energi dan sumber daya mineral dibagi antara Pemerintah Pusat dan Daerah Provinsi” sehingga pemberian Izin Usaha Pertambangan yang lokasinya di Kota Padang Panjang adalah kewenangan dinas terkait di Provinsi Sumatera Barat.

Menurut Isnaini (2018) berdasarkan Pasal 8 Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 tentang Pertambangan Mineral dan Batubara (selanjutnya disebut dengan UU Minerba), kewenangan pemberian izin pertambangan rakyat untuk komoditas mineral logam, batubara, mineral bukan logam dan batuan dalam wilayah pertambangan rakyat merupakan kewenangan pemerintah kabupaten/kota. Dengan demikian setelah berlakunya Undang-Undang Nomor 23 Tahun

2014, pemerintah kota/ kabupaten seharusnya tidak lagi diperbolehkan mengeluarkan ijin baru, baik berkaitan dengan pertambangan air bawah tanah dan ijin lainnya yang berkaitan dengan pertambangan (Isnaini, 2018).

Elvalina (2016) dalam studinya menyitir pendapat Direktorat Jenderal (Dirjen) Otonomi Daerah (Otda), Djohermansyah Djohan, tentang penerbitan izin pertambangan yang menjadi kewenangan provinsi dikarenakan “Kewenangan yang bersifat ekologis akan dialihkan kepada pemerintah provinsi. Hal ini dilakukan sebagai antisipasi kerusakan alam. Selain itu juga meminimalisir penyalahgunaan pemberian izin ekologis. Penerbitan izin seringkali diterbitkan semaunya. Apalagi menjelang pilkada. Penarikan wewenang ini juga dikarenakan kemampuan Sumberdaya Manusia (SDM) belum cukup mumpuni. Kemudian penarikan wewenangan tersebut juga bertujuan untuk memudahkan pengawasan dari pusat atas pemanfaatan sumber daya alam. Soalnya, saat ini, hanya ada 34 provinsi di Indonesia, sedangkan kabupaten/ kota berjumlah sekitar 512. Maka lebih gampang dalam mengontrol.” (Elvalina, 2016).

Penerbitan izin pertambangan yang menjadi kewenangan provinsi tidak dapat dihindari karena sesuai dengan amanat perundang-undangan yang berlaku. Kegiatan pertambangan di kawasan Bukit Tui dan rencana di Sungai Andok hanya dapat dilakukan atas izin pemerintah provinsi. Semua kegiatan penambangan yang tanpa izin dari provinsi perlu ditertibkan sebagai tanggung jawab amanat undang-undang disamping adanya ancaman potensi rekahan di kawasan Bukit Tui yang sangat berbahaya bagi masyarakat sekitar kawasan maupun para penambang itu sendiri.

## **BAB 6**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini merumuskan kesimpulan dari hasil studi yang telah dilakukan dengan merujuk hasil dan pembahasan. Bagian akhir dari bab ini adalah saran yang dimaksudkan sebagai tindak lanjut dari hasil studi.

#### **6.1 Kesimpulan**

Peluang dan potensi industri kapur di Kota Padang Panjang telah dikaji dari beberapa aspek yang meliputi aspek ekonomi, sosial, lingkungan dan legalitas dengan kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil perhitungan dengan metode garis kontur pada daerah batasan perhitungan sumberdaya seluas 818 Ha, maka didapatkan sumberdaya batu kapur sejumlah 6.144.663.609 ton yang ditutupi oleh tanah penutup dengan volume 10.298.870 m<sup>3</sup>. Sumberdaya ini berada di kawasan hutan lindung sebesar 71,31% dan area penggunaan lain sebesar 13,49%. Pemanfaatan sumberdaya batu kapur hanya dapat dilakukan pada area penggunaan lain, namun demikian potensi risiko bencana patut diperhatikan karena berbatasan langsung dengan kawasan hutan lindung dan jasa ekosistem seperti sumber air minum.
2. Pemanfaatan sumberdaya batu kapur pada area penggunaan lain tersebut harus memperhatikan peraturan yang berlaku, yaitu Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintah Daerah Pasal 14 ayat 1 menyatakan bahwa penyelenggaraan urusan pemerintahan bidang kehutanan, kelautan serta energi dan sumberdaya mineral dibagi antara pemerintah pusat dan daerah provinsi. Hal ini yang mengakibatkan urusan energi dan sumberdaya mineral yang ada di kabupaten/ kota menjadi tanggung jawab pemerintah provinsi.
3. Hasil pengujian mutu batu kapur yang difokuskan pada kadar CaO menunjukkan mutu yang sesuai dengan beberapa standar industri seperti *pulp*, refraktori, baja dan semen. Pembangunan industri pengolahan batu kapur skala menengah membutuhkan biaya investasi sebesar Rp 2.126.947.925,-



dan kriteria kelayakan IRR sebesar 13%, periode pengembalian modal sekitar 8,57 tahun, NPV sebesar Rp 143.056.276,- dan rasio manfaat-biaya sebesar 0,04. Analisis kelayakan ini menunjukkan pembangunan industri batu kapur adalah tidak layak karena biaya dampak sosial lebih besar dibandingkan keuntungan ekonomis.

4. Pembangunan industri kapur sangat berisiko untuk dibangun disebabkan:
  - (i) Ancaman potensi longsor yang disebabkan rekahan di bagian atas Bukit Tui;
  - (ii) Ancaman keberlanjutan pasokan air bersih yang tersedia di kawasan sumberdaya kapur;
  - (iii) Pengolahan kapur dalam skala besar berpotensi untuk mengganggu lingkungan khususnya kualitas udara;
  - (iv) Gangguan terhadap *sharing* dengan sektor lain termasuk pariwisata dan olahraga serta kehutanan;
  - (v) Luas wilayah Kota Padang Panjang relatif kecil dan beberapa sektor yang mestinya mempunyai jarak berjauhan tidak terpenuhi;
  - (vi) Berpotensi timbul konflik kepentingan dalam pengembangan secara bersamaan.

## 6.2 Saran

Potensi sumberdaya batu kapur sebagaimana dijelaskan pada kesimpulan adalah tidak layak untuk dikembangkan menjadi industri pengolahan batu kapur sehingga perlu dipertimbangkan pengembangan wilayah tersebut sebagai berikut:

1. Arah pengembangan berpijak pada karakteristik masyarakat lokal, yaitu pembangunan yang mengintegrasikan nilai sejarah pertambangan, teknologi pengolahan batu kapur, wisata dan pendidikan yang dikenal *Mini Geo Park based Tourism Edutainment*.
2. Potensi bencana yang disebabkan oleh rekahan pada kawasan Bukit Tui patut ditindak lanjuti dengan mengendalikan kegiatan penambangan tanpa izin dalam rangka mengantisipasi ancaman keselamatan bagi masyarakat yang beraktivitas di sekitar kawasan dan menghindari terjadinya bencana longsor yang sangat merugikan masyarakat yang bermukim di bawah Bukit Tui.

3. Pemerintah perlu menindak lanjuti adanya temuan awal tentang rekahan di kawasan Bukit Tui dengan melakukan pemetaan yang komprehensif dan mendalam terhadap potensi longsor secara lebih detail dan kajian mitigasi kebencanaan mulai dari Rao-Rao hingga ke Sungai Andok.
4. Peningkatan pengendalian kegiatan masyarakat seperti pembangunan perumahan tanpa izin dan eksploitasi sumberdaya batu kapur di sekitar Bukit Tui serta diiringi pembangunan sistem monitoring potensi kebencanaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2005). *Kenaikan Harga BBM 2005*. Dipetik 2019, dari <http://www.tokohindonesia.com>
- Antara. (2019, Maret 26). *Tim SAR Masih Mencari Korban Tertimbun Longsor Tambang Batu Kapur*. Dipetik 2019, dari iNews.id: <https://www.inews.id/multimedia/photo/tim-sar-masih-mencari-korban-tertimbun-longsor-tambang-batu-kapur>
- Aziz, M. (2010). Batu Kapur dan Peningkatan Nilai Tambah serta Spesifikasi untuk Industri. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara* , 6 (3), 116-131.
- Boynton, R. S. (1999). *Chemistry and Technology of Lime and Limestone* (2nd Edition ed.). New York: John Willey and Sons, Inc.
- Diskoperindag. (2016). *Kajian Peningkatan Kualitas Penerapan Teknologi Ramah Lingkungan Industri Kapur*. Padang Panjang: Dinas Koperasi, Usaha Mikro, Kecil, Menengah, Perindustrian dan Perdagangan.
- Elvalina, D. (2016). Kewenangan Pemerintah Daerah Provinsi dalam Menerbitkan Izin Pertambangan Berdasarkan Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 Tentang Pemerintah Daerah. *JOM Fakultas Hukum* , 3 (2), 1-15.
- Fahmi, I. (2014). *Manajemen Keuangan Perusahaan Dan Pasar Modal*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Fiorettha, K. (2013). Kajian Terhadap Kekasaran Permukaan Bidang Geser pada Nilai Kohesi dan Sudut Gesek dalam Batu Gamping Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulonprogo, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Yogyakarta: UPN "Veteran" Yogyakarta.
- Firmansyah, M. G., Sukiyah, E., Yuniardi, Y., & Mardiana, U. (2016). Peningkatan Akurasi Perhitungan Cadangan Batubara di Wilayah Separi - Kalimantan Timur Berdasarkan Deteksi Kemiringan Lubang Bor dengan Sensor Gyroscope-Accelerometer-Heading Dijital. *Bulletin of Scientific Contribution* , 14 (1), 63-74.
- Gheevanese, O., Strydom, C. A., Potgieter, J. H., & Potgieter, S. S. (2002). The Influence of Chloride and Sulphate Ions on the Slaking Rate of Lime Derived from Different Limestone Deposits in South Africa. *Water SA* , 28 (1), 45-48.
- Hartanto, I., & Fevria, R. (2017). Dampak Penambangan Batu Kapur Bukit Tui terhadap Kualitas Udara di Kota Padang Panjang. *Menara Ilmu* , 11 (77), 50-56.

- Hendri, P. (2018, Februari 1). *Bukit Tui Padang Panjang Rengkah Sekitar 60 cm*. (F. Fahlevi, Penyunting) Dipetik Oktober 18, 2019, dari Metro Andalas: <https://www.metroandalas.co.id/berita-bukit-tui-padang-panjang-rengkah-sekitar-60-cm.html>
- Islam, M. S., & Quader, A. (2008). Laboratory-Scale Production of Commercial Grade Calcium Carbonate from Lime-Soda Process. *Chemical Engineering Research Bulletin* , 12, 1-6.
- Isnaini, D. (2018). Implikasi Yuridiksi Kewenangan Pemerintah Daerah dalam Pemberian Ijin Usaha Pertambangan Menurut Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014. *Yurispruden* , 1 (1), 35-46.
- Kasmir, & Jakfar. (2016). *Studi Kelayakan Bisnis*. Jakarta: Kencana Prenada Media.
- Khaira, K. (2011). Pengaruh Temperatur dan Waktu Kalsinasi Batu Kapur Terhadap Karakteristik Precipitated Calcium Carbonate (PCC). *Jurnal Saintek* , 3 (1), 33-43.
- Khofifi, N. (2017). Pertambangan Batu Kapur di Tinjau dari Pasal 69 Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Mashlahah (Studi di Sekapuk Gresik). Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Saptono, S., Sudarsono, Hartono, & Fiorettha, K. (2014). Studi Kekuatan Geser Terhadap Pengaruh Kekasaran Permukaan Diaklas Batu Gamping. *Seminar Nasional Kebumihan Ke-7* (hal. 59-66). Yogyakarta: Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada.
- Sismiani, A. (2017). Karakteristik Batu Gamping dan Nilai Faktor Keamanan pada Lereng Kuaridi Desa Temandang Kecamatan Merakurak Kabupaten Tuban Jawa Timur. *Techno* , 18 (1), 42-49.
- Supriatin, L., & Akhmaddhian, S. (2017). Kewenangan Perizinan Usaha Pertambangan Pasca Berlakunya Undang-Undang Pemerintah Daerah (Studi di Kabupaten Kuningan Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Unifikasi* , 4 (2), 64-76.
- Supriatin, L., & Akhmaddhian, S. (2017). Kewenangan Perizinan Usaha Pertambangan Pasca Berlakunya Undang-Undang Pemerintah Daerah (Studi di Kabupaten Kuningan Provinsi Jawa Barat). *UNIFIKASI: Jurnal Ilmu Hukum* , 4 (2), 64-76.
- Zulharmita, Kesuma, S. I., & Armin, F. (2014). Pembuatan Kalsium Glukonat dari Batu Kapur Bukit Tui Padang Panjang. *Jurnal Farmasi Higea* , 6 (1), 11-18.