

BATU KAPUR DAN PENINGKATAN NILAI TAMBAH SERTA SPESIFIKASI UNTUK INDUSTRI

MUCHTAR AZIZ

Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara
Jalan Jenderal Sudirman 623, Bandung 40211
Telp. 022 6030483, Fax. 022 6003373
e-mail: darsa@tekmira.esdm.go.id

SARI

Potensi batu kapur di Indonesia sangat besar, dan penggunaan produknya pun di Industri cukup banyak. Namun kenaikan harga BBM berturut-turut di Indonesia pada kurun waktu satu dekade terakhir telah memberikan pukulan berat bagi industri batu kapur domestik. Kapur tohor (CaO) dan kapur padam (Ca(OH)_2) merupakan produkta konvensional batu kapur yang paling terpengaruh oleh kenaikan BBM karena dibuat melalui pembakaran batu kapur, sehingga berdampak pada penyediaan produk tersebut untuk industri yang semakin berkurang. Oleh karena itu diperlukan efisiensi pemakaian bahan bakar dalam industri kapur tohor, dan inovasi untuk menghasilkan produk baru bernilai tambah tinggi. Efisiensi pemakaian bahan bakar pada tungku tegak tradisional diantaranya dengan memperhatikan ukuran bongkah batu kapur yang masuk tungku, serta menambah ketinggian tungku. Inovasi untuk menghasilkan produk baru diantaranya pembuatan PCC (*precipitated calcium carbonate*). PCC saat ini telah digunakan secara luas di industri terutama sebagai bahan pengisi dan pelapis. Untuk penggunaannya relatif mudah dan murah, namun pesaingnya cukup banyak. Saat ini inovasi penggunaan baru dari PCC masih terus berkembang, seperti PCC dengan kemurnian tinggi untuk aditif makanan, nano PCC untuk produk unggul, dan sebagainya. Semakin berkembangnya tuntutan kualitas terhadap produk-produk industri menuntut spesifikasi lebih ketat dari produk-produk berbasis batu kapur.

Kata kunci : Batu kapur, efisiensi bahan bakar, peningkatan nilai tambah, spesifikasi untuk industri

ABSTRACT

*Potency of limestone in Indonesia is considerably huge, and the use of end-product in such industries is fairly a lot. However, due to enhancement of fuel prices during last few years in Indonesia has obstructed domestic limestone industries. Quicklime (CaO) and hydrated lime (Ca(OH)_2) as conventional products of limestone are most affected by means of enhancing price of fuel because it is made through burning of limestone, causes supply of the product for industry is diminished. Therefore, it needs efficiency of fuel in quicklime industry and needs such innovation to produce new products of highly-added value. Efficiency of fuel in traditional shaft kiln maybe depend on size of limestone feed, and may need to increase of kiln height. Innovation to produce new product of PCC (*precipitated calcium carbonate*) has been applied widely as filler and coating material. However, GCC (*ground calcium carbonate*) has been produced relatively easy and cheap. New utilization of PCC currently is still extended, such as a high purity of PCC (*food grade*), nano PCC for superior product, etc. Development of the industrial products require restricted specification of limestone-base products.*

Keywords : Limestone, fuel efficiency, added value enhancement, industrial specification

PENDAHULUAN

Batu kapur merupakan sumber daya mineral yang melimpah di Indonesia, jumlahnya diperkirakan sekitar 2.160 milyar ton [Anonim, 2004]. Endapannya tersebar di berbagai pulau seperti Sumatra, Jawa, Nusa Tenggara, Sulawesi, Irian Jaya, serta pulau-pulau lainnya. Bagi sebagian orang, batu kapur mungkin bukan merupakan barang aneh, dan dianggap tidak terlalu bernilai karena mudah memperolehnya serta harganya relatif murah. Namun bagi sebagian orang lainnya, batu kapur tetap merupakan sumber daya mineral yang sangat menarik.

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 (SO_x) dan nitrogen oksida (NO_x), dan lain-lain.

Di Indonesia proses peningkatan nilai tambah batu kapur sudah sejak lama diusahakan orang melalui penggalian atau penambangan, dilanjutkan dengan pemecahan bongkahan batu dan pembakaran untuk menghasilkan kapur tohor dan kapur padam mulai dari penggunaan tungku-tungku pembakaran sederhana (*tobong kapur tradisional*) berupa sumuran yang dikenal dengan tungku cubluk, maupun secara agak padat modal melalui tungku tegak dan mesin-mesin penggilingan untuk menghasilkan beberapa jenis produk, seperti kapur tohor tepung, kapur padam, dan batu kapur tepung (tepung kalsium karbonat); serta yang padat modal maupun teknologi dan energi, seperti pabrik semen *portland* yang telah berdiri sejak lama di beberapa propinsi, serta tungku pembakaran batu kapur modern seperti yang dimiliki PT Krakatau Steel di Cilegon, Jawa Barat.

Sejak satu dekade terakhir industri kapur tohor mengalami pukulan berat akibat kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM). Kenaikan harga BBM tertinggi terjadi pada tahun 2005, pada tahun tersebut telah terjadi dua kali kenaikan harga; yaitu pada 1 Maret 2005, BBM solar (BBM yang banyak digunakan industri) naik dari harga Rp 1.950 menjadi Rp 2.300

per liter (naik 22 %), kemudian pada 1 Oktober 2005 harganya naik lagi menjadi Rp 4.300 per liter (naik 87 %) [Anonim, 2005]. Pada 24 Mei 2008 terjadi kenaikan lagi, harga BBM solar menjadi Rp 5.500 per liter. Pada kurun waktu Desember 2008 - Januari 2009 terjadi penurunan berturut-turut, dan saat ini (2010) harga BBM solar Rp 4.500 per liter. Akibat kenaikan harga BBM tersebut banyak perusahaan kapur tohor yang tutup, contohnya di daerah industri kapur Padalarang Bandung hingga saat ini sudah sekitar 80 persen tungku pembakaran kapur berhenti operasi, demikian pula di daerah-daerah lainnya diperkirakan tidak jauh berbeda. Sebagaimana diketahui kalsinasi batu kapur untuk menghasilkan kapur tohor adalah proses padat energi karena memerlukan suhu tinggi (900-1000°C). Dalam struktur ongkos produksi kapur tohor, ongkos bahan bakar minyak (BBM) mencapai 60 % dari ongkos produksi [Anonim, 2000]. Oleh karena itu kenaikan harga BBM amat berpengaruh pada kenaikan ongkos produksi. Namun kenaikan ongkos produksi dalam industri kapur tohor tidak serta merta diiringi dengan kenaikan harga jual produk secara proporsional di pasaran, hal ini disebabkan adanya persaingan ketat karena pelaku usaha industri kapur tohor cukup banyak. Inilah tantangan dalam industri kapur tohor, profit marginnya kecil; diperlukan efisiensi energi bahan bakar, dan inovasi untuk penggunaan bahan bakar yang lebih murah seperti batubara serta pemanfaatan limbah perkebunan dan pertanian untuk bahan bakar seperti cangkang dan tandan buah sawit, serbuk gergajian kayu, sekam padi, tongkol buah jagung dan lain-lain dengan syarat lingkungan tetap bisa terjaga dari pencemaran udara maupun abu sisa pembakaran; maupun inovasi untuk menghasilkan produk baru bernilai tambah tinggi.

Meskipun terkendala oleh harga BBM yang tinggi, sebagian kecil industri kapur tohor di Padalarang masih tetap bisa bertahan karena menggunakan bahan bakar limbah seperti ban bekas, limbah industri berbasis karet, plastik dan sebagainya meskipun saat ini semakin sulit diperoleh. Kondisi ini tentu berakibat buruk terhadap lingkungan karena bahan bakar tersebut mengeluarkan gas beracun seperti SO₂, dioksin dan sebagainya. Di sisi lain upaya peningkatan nilai tambah batu kapur melalui pembuatan tepung dan pemrosesan serta aplikasi baru sampai saat ini terus berkembang. Di antara produk industri batu kapur yang relatif baru adalah tepung kalsium karbonat giling atau GCC dengan berbagai tingkat kehalusan sampai tingkat sangat halus. GCC telah digunakan secara luas sebagai

bahan pengisi berbagai produk industri, dan dalam perkembangan terakhir mampu mencapai kualitas sebagai pelapis kertas [Anonim, 2000]. Peningkatan nilai tambah melalui pemrosesan telah menghasilkan tepung kalsium karbonat presipitat atau PCC yang digunakan untuk pengisi dan pelapis kertas, produk ini telah menggeser kaolin yang sebelumnya lama digunakan. 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. Berkembangnya pemrosesan batu kapur seiring dengan perkembangan tuntutan kualitas produk industri, yang harus dipenuhi melalui spesifikasi dari batu kapur maupun produknya.

Semakin tingginya harga energi serta banyaknya jumlah pengusaha batu kapur, maka tantangan utama industri batu kapur adalah efisiensi energi bahan bakar, serta inovasi produk untuk peningkatan nilai tambah. Tantangan tersebut dicoba dibahas dalam tulisan ini dan diharapkan dapat menjadi pendorong bagi industri batu kapur untuk lebih mengoptimalkan usahanya melalui inovasi-inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi dengan jalan bekerjasama 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 fondasi bangunan. Tentunya hal ini tidak tepat, karena batu kapur bisa menghasilkan produkta yang lebih bernilai tinggi; untuk keperluan fondasi bisa digunakan batu andesit. 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.

METODOLOGI

Makalah ini disusun sebagai ulasan teknologi peningkatan nilai tambah batu kapur serta spesifikasi-spesifikasi yang diperlukan oleh industri pengguna. Data-data yang diperoleh berasal dari beberapa hasil penelitian dan dari beberapa literatur yang berkaitan, melalui pendekatan analisis deskriptif, kompilasi dan eksplanatori menjadi satu bahan kajian.

POTENSI DAN KARAKTERISTIK BATU KAPUR

Potensi batu kapur

Sumber daya batu kapur yang dimiliki Indonesia sangat besar [Anonim, 2004], yakni sekitar 2.156 Milyar ton, yang tersebar di N.Aceh Darussalam (131,12 Milyar ton (Mt)), Sumut (3,24 Mt), Sumbang (68,1 Mt), Riau (53,2 Juta ton (Jt)), Bengkulu (137,1 Jt), Jambi (157 Jt), Sumsel (294 Jt), Lampung (2 Jt), Banten (61,6 Jt), Jabar (660,3 Jt), Jateng (6 Mt), D.I. Yogya (10 Jt), Jatim (3,069 Mt), Bali (154,64 Mt), NTB (1,2 Mt), NTT (132,82 Mt), Kalteng (449 Jt), Kalsel (8,33 Mt), Kaltim (57 Mt), Sulut (18,8 Jt), Gorontalo (18,5 Mt), Sulteng (696 Jt), Sulsel (31,33 Mt), Sultra (1.527 Mt), Maluku (8,87 Mt), dan Papua (2,6 Mt).

Karakteristik batu kapur

Batu kapur (*limestone*) adalah jenis batuan karbonat yang terjadi di alam, disebut juga batu gamping. Mineral utama batu kapur adalah kalsit (CaCO_3), mineral lainnya merupakan mineral pengotor, biasanya terdiri dari kuarsa (SiO_2), karbonat yang berasosiasi dengan mineral besi dan mineral lempung, serta bahan organik sisa tumbuhan. Mineral kalsit terbentuk melalui proses sedimentasi sehingga batu kapur disebut pula batuan sedimen. Mineral kalsit berstruktur kristal sistem heksagonal. Selain kalsit di alam ditemukan pula mineral karbonat lainnya yaitu aragonit (CaCO_3) yang mempunyai komposisi kimia sama dengan kalsit namun struktur kristalnya berbeda yaitu sistem ortorombik. Aragonit ditemukan pada kulit kerang (*oyster shells*) dan keong (*oolites*). Aragonit bersifat metastabil, dalam waktu lama akan berubah menjadi kalsit. Mineral karbonat lain yang berasosiasi dengan kalsit adalah siderit (FeCO_3), ankerit ($\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$), dan magnesit (MgCO_3), mineral-mineral tersebut umumnya ditemukan dalam jumlah kecil.

Mineral-mineral karbonat tidak mudah dibedakan satu dari yang lainnya karena mempunyai sifat-sifat fisis yang hampir sama, seperti berat jenis, warna, bentuk kristal, dan sifat-sifat fisik lainnya. Ciri-ciri dari masing-masing mineral karbonat yang tertera pada Tabel 1 kiranya dapat membantu identifikasi mineral untuk batuan relatif bermineral tunggal dan kompak [Lefond, 1995]. Pengotor yang paling umum terdapat dalam batuan karbonat adalah lempung (*clay*). Mineral-mineral lempung, terutama kaolinit,

ilit, khlorit, dan smektit dapat tersebar diseluruh batuan atau terkonsentrasi dalam lapisan tipis (*laminae*) pada batuan. Selain lempung, pengotor lain adalah kuarsa, yang tersebar dalam batuan karbonat berupa butiran halus berukuran 1 sampai 10 mikron (*microcrystalline quartz*) sampai butiran pasir (*sand-size quartz*). Pengotor lainnya adalah bitumen yaitu zat organik, tersebar dalam bentuk halus didalam batuan karbonat. Zat organik ini memberikan warna coklat sampai hitam pada batuan. Untuk beberapa penggunaan tertentu seperti pengisi dan pelapis kertas adanya bitumen ini tidak dikehendaki.

PENINGKATAN NILAI TAMBAH

Tepung kalsium karbonat giling (GCC)

Peningkatan nilai tambah GCC ditentukan terutama oleh dua faktor, yaitu tingkat kehalusan tepung dan derajat putihnya (*whiteness*), semakin halus dan semakin putih tepung, harganya semakin tinggi. Derajat putih tepung ditentukan oleh kandungan pengotor bahan bakunya, terutama unsur besi. Oleh karena itu bahan baku GCC harus dipilih yang kandungan besinya rendah. Derajat putih tepung

Tabel 1. Sifat-sifat fisika dari beberapa mineral karbonat yang umum

<p><i>Kalsit</i> : CaCO_3, system kristal heksagonal, menunjukkan belahan rombohedral yang baik, kekerasan Mohs, 3. Berat jenis, 2,72. Biasanya tidak berwarna atau putih, tapi mungkin berwarna disebabkan pengotor.</p> <p><i>Dolomit</i> : $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, system kristal heksagonal, menunjukkan kristal-kristal rombohedral yang bagus dengan permukaan bergelombang, kekerasan Mohs, 3,5 sampai 4. Berat jenis, 2,87. Biasanya berwarna putih atau pink.</p> <p><i>Aragonit</i> : CaCO_3, system kristal ortorombik, kekerasan Mohs, 3,5-4. Berat jenis, 2,93-2,95. Biasanya tidak berwarna, putih atau kuning, tapi mungkin berwarna lain disebabkan pengotor.</p> <p><i>Siderit</i> : FeCO_3, system kristal heksagonal, menunjukkan kristal-kristal rombohedral terdistorsi, kekerasan Mohs, 3,5-4. Berat jenis, 3,7-3,9. Biasanya berwarna coklat atau hitam.</p> <p><i>Ankerit</i> : $\text{Ca}_2\text{MgFe}(\text{CO}_3)_4$, system kristal heksagonal, menunjukkan kristal-kristal rombohedral, kekerasan Mohs, 3,5-4. Berat jenis, 2,9. Biasanya berwarna putih, pink, atau abu.</p> <p><i>Magnesit</i> : MgCO_3, system kristal heksagonal, biasanya berbentuk granular atau masa padat, kekerasan Mohs, 3,5-4,5. Berat jenis, 2,96-3,1. Biasanya berwarna putih, kekuningan, tapi mungkin berwarna lain disebabkan pengotor.</p>

Sumber : Lefond (1995).

Batu kapur memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang umumnya bervariasi. Banyak sifat-sifat fisis maupun kimia yang telah diselidiki untuk berbagai tujuan dan kepentingan pemanfaatan [Boynton, 1999], beberapa tipikal dari sifat-sifat tersebut antara lain adalah :

Sifat-sifat fisika : Porositas (*porosity*), kerapatan ruah (*bulk density*), konduktifitas panas (*thermal conductivity*), panas jenis (*specific heat*), panas pembentukan (*heat of formation*), kelarutan (*solubility*).

Sifat-sifat kimia : Kestabilan kimia (*chemical stability*), bikarbonat (*bicarbonates*), nilai pH (*pH value*), reaksi dengan asam (*reaction with acids*), dengan klorin (*chlorine*), dengan senyawa fosfor (*phosphorus compound*), dengan amoniak (*ammonia*), penguraian dengan panas (*thermal dissociation*).

GCC dapat ditingkatkan melalui penggilingan ke tingkat yang lebih halus. Jadi peningkatan nilai tambah GCC dapat dilakukan dengan memadukan 2 cara yaitu :

1. Pemilihan bahan baku yang kadar besinya rendah ($\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0,1 \%$), dan
2. Investasi mesin giling yang mempunyai kapasitas dan tingkat kehalusan hasil giling yang tinggi seperti Ring Rolls Pulverizer-4R.

Salah satu tipikal peningkatan nilai tambah GCC adalah sebagai berikut; batu kapur hasil penambangan kuari pada tahun 2009 harganya sekitar Rp 50,- per kg, jika batu kapur tersebut diremuk dan digerus sampai ukuran 1,5 - 2 mm harganya meningkat menjadi Rp 100,- (nilai tambah meningkat satu kali), produk ini dikenal dengan nama kalsium karbonat

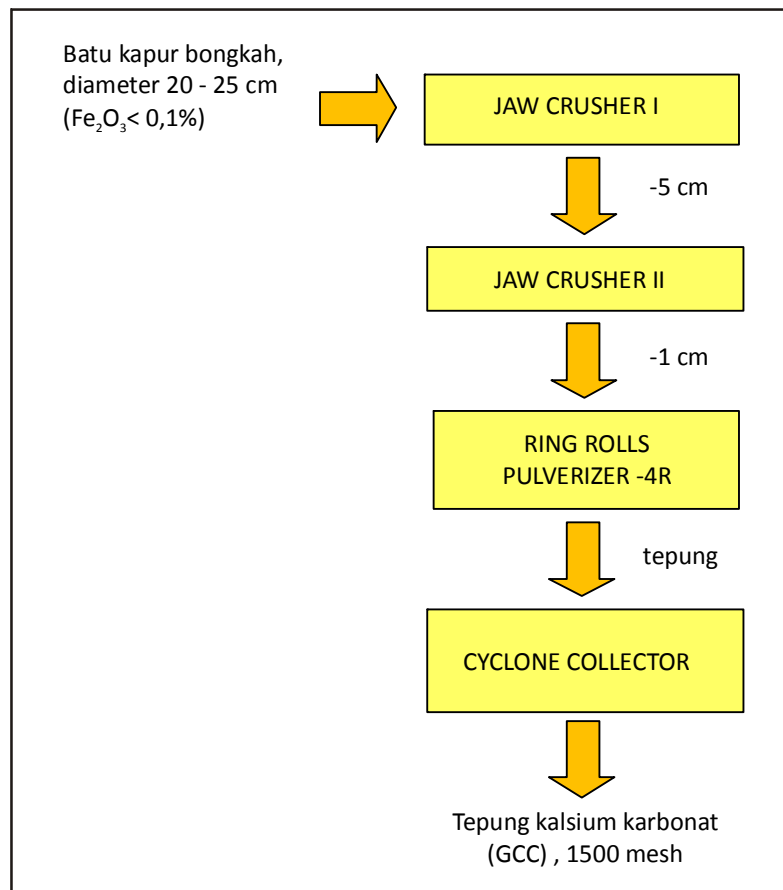
'menir', dan banyak dikonsumsi untuk campuran pakan unggas, khususnya ayam dan itik petelur. Peningkatan nilai tambah GCC selanjutnya sesuai dengan tingkat kehalusan tepung ditunjukkan pada Tabel 2 [Kurnia, 2009]. GCC dengan tingkat kehalusan 1500 mesh harganya Rp 950,-, peningkatan nilai tambahnya 19 kali batu kapur bongkah.

Bagan alir peningkatan nilai tambah GCC melalui penggilingan sampai 1500 mesh ditunjukkan pada Gambar 1, dan dapat dijelaskan sebagai berikut : Bahan baku berupa batu kapur bongkah berdiameter 20-25 cm dengan kandungan besi yang rendah ($Fe_2O_3 < 0,1\%$) diromok dengan jaw crusher I menjadi berukuran lebih kecil dari 5 cm (- 5 cm), kemudian

Tabel 2. Peningkatan nilai tambah GCC melalui peremukan dan penggilingan

Jenis Produk	Jenis Mesin Penggiling	Harga per kg Rp.	Kenaikan nilai	
			Rp.	kali
Batu kapur, bongkah 20-25 cm	-	50,-	-	-
Kalsium karbonat, 'menir', 1,5-2 mm	Hammer Mill	100,-	50,-	1
Kalsium karbonat, 60 mesh	Hammer Mill	175,-	125,-	2.5
Kalsium karbonat, 200 mesh	Ring Rolls Pulverizer-2R	250,-	200,-	4
Kalsium karbonat, 325 mesh	Ring Rolls Pulverizer-3R	350,-	300,-	6
Kalsium karbonat, 400 mesh	Ring Rolls Pulverizer-3R	400,-	350,-	7
Kalsium karbonat, 1500 mesh	Ring Rolls Pulverizer-4R	1.000,-	950,-	19

Sumber : Kurnia, 2009, diolah kembali.



Gambar 1. Bagan alir yang disederhanakan meningkatkan nilai tambah GCC melalui penggilingan sampai 1500 mesh.

diremuk lebih lanjut dengan jaw crusher II menjadi berukuran lebih kecil dari 1 cm, dan selanjutnya digiling dengan Ring Rolls Pulverizer-4R untuk menghasilkan tepung dengan kehalusan 1500 mesh, dan tepung dikumpulkan dalam cyclone collector. Tingkat kehalusan tepung dapat diatur melalui pengaturan kecepatan putaran exhauster yang berada di bagian atas Ring Rolls Pulverizer-4R.

Peningkatan nilai tambah GCC tidak terlalu sulit dilakukan, peralatan yang diperlukan juga tidak banyak sehingga investasinya relatif tidak terlalu besar. Di samping itu juga tidak diperlukan energi yang besar seperti pada pembakaran dan pengeringan. Tidak diperlukan keahlian khusus sumber daya manusia. Kondisi ini telah mendorong tumbuhnya produsen GCC dalam jumlah banyak di Industri batu kapur, namun dengan sendirinya menimbulkan persaingan harga produk yang ketat di antara pengusaha sehingga penetrasi produk ke pasar tidak mudah.

Tepung kalsium karbonat presipitat (PCC)

Pemrosesan yang relatif baru untuk meningkatkan nilai tambah produk batu kapur adalah pembuatan kalsium karbonat presipitat (PCC). PCC merupakan produk baru yang memiliki aplikasi-aplikasi baru, memberikan hasil peningkatan nilai tambah yang signifikan dibandingkan produk konvensional kapur tohor. Salah satu tipikal peningkatan nilai tambah batu kapur melalui pemrosesan ditunjukkan pada Tabel 3 [Kurnia, 2009]. Peningkatan nilai tambah dari batu kapur bongkah menjadi PCC nampak cukup signifikan, yaitu sebesar 99 kali, dari harga per kg Rp 50,- menjadi Rp 5.000,-. Peningkatan nilai tambah kapur tohor dan kapur padam dari batu kapur bongkah sebenarnya cukup tinggi, yaitu berturut-turut

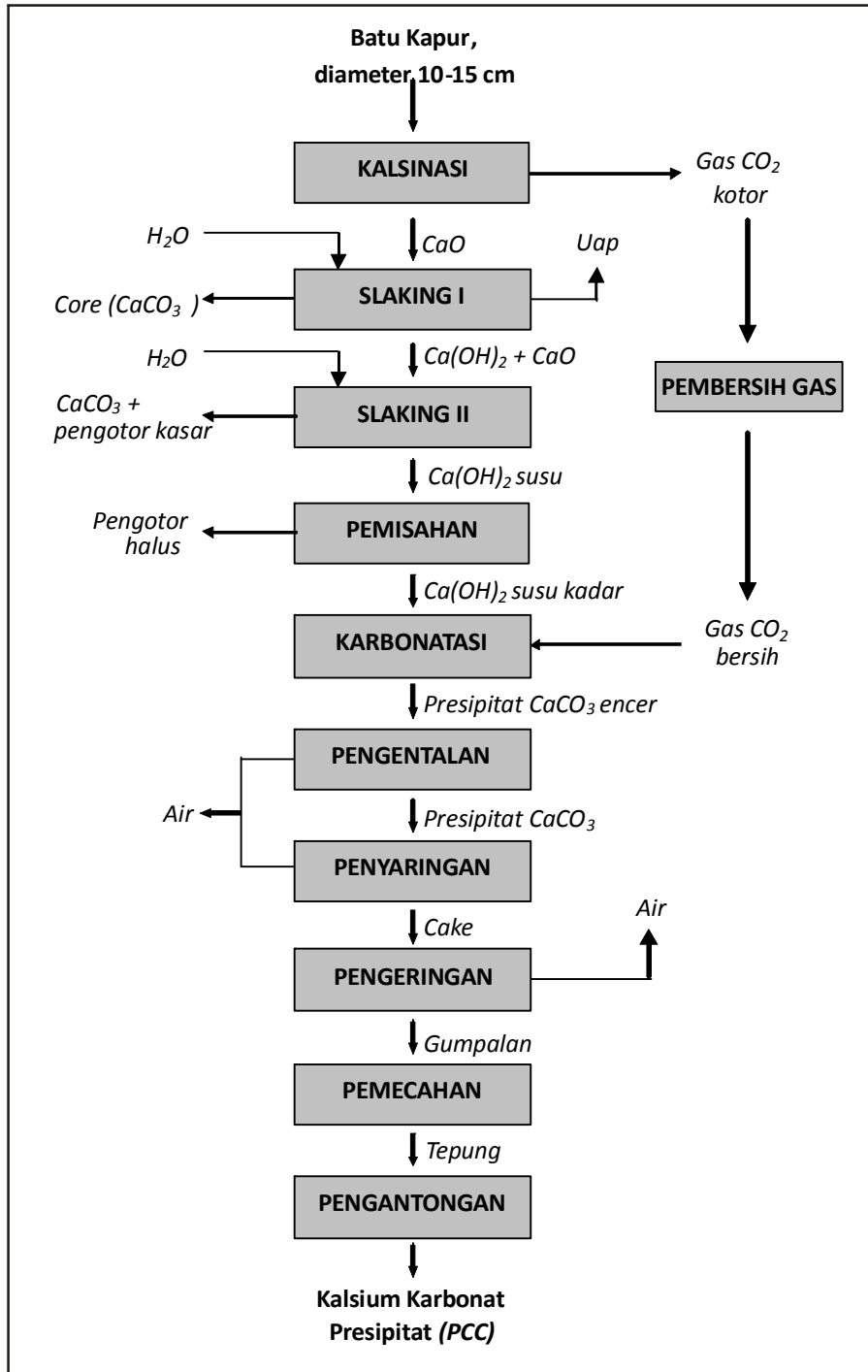
sebesar 19 kali dan 17 kali, namun karena harga bahan bakar yang tinggi, kenaikan nilai tambah sebesar itu nampaknya masih kurang menarik bagi industri kapur untuk memproduksinya, kondisi ini berpotensi menimbulkan kekurangan pasokan di pasaran.

Peningkatan nilai tambah PCC dilakukan melalui pemrosesan kapur tohor dengan hidratisasi, kemudian pemisahan fraksi kasar kapur susu (*milk lime*), karbonatasi, filtrasi, dan pengeringan. Bagan alir dalam pembuatan PCC skala *pilot plant* di industri pembakaran kapur Padalarang yang pernah dilakukan Aziz [2000] ditunjukkan pada Gambar 2. Komposisi kimia utama batu kapur untuk bahan baku PCC sebagai berikut : $\text{CaO} \geq 55 \%$, $\text{MgO} < 1 \%$, dan $\text{Fe}_2\text{O}_3 < 0,1 \%$. Prosesnya dapat dijelaskan sebagai berikut : Batu kapur berdiameter 10-15 cm dikalsinasi dalam tungku tegak, menghasilkan CaO dan gas CO_2 kotor. CaO dihidratisasi dalam unit Slaking I dan Slaking II, pengotor dipisahkan melalui unit pemisahan untuk menghasilkan Ca(OH)_2 susu (*milk lime*) kadar tinggi, dan selanjutnya dimasukkan dalam unit karbonatasi untuk direaksikan dengan gas CO_2 bersih menghasilkan CaCO_3 (kalsium karbonat presipitat) atau PCC berupa suspensi. Selanjutnya air dalam suspensi PCC dipisahkan melalui unit pengentalan, penyaringan dan pengeringan menghasilkan gumpalan PCC kering. Gumpalan PCC kering dipecah di unit pemecahan selanjutnya masuk unit pengantongan, menghasilkan tepung PCC dalam kantong-kantong. Karakteristik utama dari PCC adalah ukuran butirannya yang sangat halus berukuran butiran lebih kecil dari satu mikron [Boynton, 1999], kristalin (teratur, sifat permukaan yang halus, kompak), serta memiliki kepadatan ruah yang rendah ($0,5 \text{ gr/cc}$), sehingga sering disebut juga kalsium karbonat ringan (*light calcium carbonate, LCC*).

Tabel 3. Peningkatan nilai tambah batu kapur melalui pemrosesan

Jenis Produk	Pemrosesan	Harga per kg Rp.	Kenaikan nilai	
			Rp	kali
Batu kapur, bongkah 20-25 cm	-	50,-	-	-
Kapur tohor (CaO), bongkah 10-15 cm	Kalsinasi	750,-	700,-	14
Kapur tohor (CaO), tepung, 100 mesh	Kalsinasi, penggilingan	1.000,-	950,-	19
Kapur padam (Ca(OH) ₂)	Hidratisasi	900,-	850,-	17
Kalsium karbonat presipitat (PCC)	Karbonatasi	5.000,-	4.950,-	99

Sumber : Kurnia, 2009, diolah kembali.



Gambar 2. Bagan alir yang disederhanakan peningkatan nilai tambah batu kapur melalui pemrosesan untuk menghasilkan kalsium karbonat presipitat (PCC) pada skala *pilot plant* di industri batu kapur Padalarang, Jawa Barat.

PCC hasil *pilot plant* menunjukkan kualitas yang cukup baik sebagaimana hasil uji di pabrik kertas yang ditunjukkan pada Tabel 4, maupun dibandingkan PCC impor yang ditunjukkan pada Tabel 5. Nampak pada Tabel 4, kadar CaCO_3 (96,60 %) telah melebihi batas minimum (95 %), juga angka *brightness* (93,28) dapat melebihi angka dalam spesifikasi (88); namun kadar air (0,67 %) melebihi batas maksimum (0,2 %) hal ini hanya karena kurang lama dalam pengeringan; kecepatan sedimentasi (*sedimen volume*) nampak masih tinggi, reaksi karbonatasi perlu dipersingkat dengan pemakaian katalis sehingga menghasilkan butiran kristal yang lebih halus. Katalis yang dibutuhkan sudah ada dan sudah teruji secara laboratorium. Pada Tabel 5 nampak kadar CaCO_3 jika dibandingkan dengan PCC impor (a) dan (b) lebih rendah namun lebih tinggi dari PCC impor (c). *Brightness* bisa menyamai PCC impor (b) dan (C) namun di bawah PCC impor (a) yang mencapai angka 98,0. Angka abrasivitas (5,20 mg) nampak masih tinggi dibandingkan semua PCC impor, hal ini berkaitan dengan kandungan kuarsa halus dalam bahan baku, sehingga diperlukan tekanan pompa yang lebih rendah dalam pemisahan kalsium hidroksida susu dari pengotornya. Semua kendala yang berkaitan dengan penyempurnaan pemenuhan spesifikasi PCC *pilot plant*, nampaknya tidak terlalu sulit untuk diatasi.

Perkembangan pemrosesan batu kapur untuk peningkatan nilai tambahnya diperkirakan akan terus berlangsung seiring dengan tuntutan kualitas produk industri. PCC memiliki berbagai spesifikasi yang terus berkembang sesuai peruntukannya; ada PCC berbutiran bentuk kubus (*dice type*), bentuk serat halus memanjang tak beraturan (*acicular type*), bentuk gelondongan dan sebagainya (Tama, 2006). Dengan karakteristik yang dimilikinya, PCC telah menjadi komoditi yang semakin luas penggunaannya dalam berbagai industri. PCC saat ini telah memasuki teknologi nano. Nano PCC dalam penggunaannya sebagai pengisi dan pelapis kertas diharapkan dapat mengurangi pemakaian serat kayu (*cellulose*) dalam pembuatan kertas. Hal ini mempunyai arti penting mengurangi penebangan pohon untuk dijadikan bubur kayu (*pulp*) dalam pembuatan kertas, sehingga nano PCC akan berperan secara signifikan dalam mengurangi pemanasan global (*global warming*) akibat penebangan pohon untuk bahan baku industri.

Proses pembuatan PCC memerlukan energi cukup besar karena melalui pembakaran dan pengeringan, namun nilai tambah produk sangat tinggi. Di samping itu dibutuhkan banyak peralatan dalam pembuatan PCC, dengan demikian investasinya juga relatif besar, hal ini mungkin salah satu faktor penyebab jumlah perusahaan PCC saat ini masih

Tabel 4. Spesifikasi PCC *pilot plant* yang diuji di industri kertas

Jenis Pengujian	Spesifikasi PCC filler	Hasil Pengujian	
		PCC <i>pilot plant</i> (1)	PCC pembanding (2)
Bentuk	tepung	tepung	tepung
Warna	putih	putih	putih
Kebersihan	cukup	cukup	cukup
<i>Brightness</i> , %, ISO	88 ± 1	93,28	89,38
Kadar Air, %	0,2 maks	0,67	0,05
Residu mesh 325, %	0,5 maks	0,42	0,46
Kadar CaCO_3 , %	95 min	96,60	95,58
Kadar MgCO_3 , %	1 maks	0,997	0,989
Abrasivitas, mg	10 maks	5,20	8,00
PH slurry	9 ± 0,5	10,45	8,62
<i>Sedimen volume</i> :			
- 30 menit ml	30	78	21
- 60 menit ml	23	47	18
- 24 jam ml	21	41	16
<i>Specific Gravity</i>	-	2,18	-
Ukuran partikel < 2m, %	65 min	-	-
<i>Bulk density</i> gr/ml	-	0,47	-

(1)Aziz [2000], (2) PT. Kertas Lececs [2000]

Tabel 5. Spesifikasi PCC *pilot plant* dibandingkan dengan PCC impor

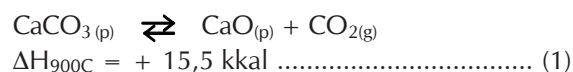
Jenis Pengujian	PCC <i>pilot plant</i> (1)	PCC impor		
		(a)	(b)	(c)
Bentuk	tepung			
Warna	putih			
Kebersihan	cukup			
<i>Brightness</i> , % , ISO	93,28	98	91 – 96	up 92
Kadar air, %	0,67		1	less 0.5
Residu <i>mesh</i> 325, %	0,42		0.5	less 0.3
Kadar CaCO ₃ , %	96,60	above 98	97.32	up 96.43
Kadar MgCO ₃ , %	0,997	below 1.0	0.42	0.42
Abrasivitas, mg	5,20	below 0.1	2.51	2.57
PH <i>slurry</i>	10,45	10.0 ± 1.0	8 – 9	8 – 8.5
<i>Sedimen volume</i> :				
- 30 menit ml	78			
- 60 menit ml	47			
- 24 jam ml	41			
<i>Specific Gravity</i>	2,18			
Ukuran partikel < 2m, %	-			
<i>Bulk density</i> gr/ml	0,47			0.56

(1) Aziz [2000], (a) Tama [2008], (b) Pailihwa [2007], Taehwa [2006]

sedikit. Oleh karena itu persaingan produk di pasaran tidak seketat GCC, sehingga penetrasi produk ke pasar masih cukup terbuka. Namun industri PCC memerlukan sumber daya manusia yang memiliki keahlian, terutama dalam proses kimia karena diperlukan inovasi dalam memodifikasi produk agar dapat memenuhi tuntutan pasar.

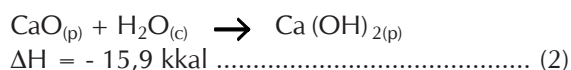
Kapur tohor (CaO) dan kapur padam (Ca(OH)₂)

Kapur tohor dan kapur padam merupakan produk konvensional industri batu kapur. Kapur tohor dibuat melalui pembakaran batu kapur dalam tungku kalsinasi. Pada suhu pembakaran 900-1000°C terjadi penguraian (*dissociation*) batu kapur (CaCO₃) menjadi kapur tohor (CaO) dan gas CO₂, menurut reaksi :



Reaksi (1) merupakan reaksi dapat balik (*reversible*) bersifat endoterm, yaitu membutuhkan panas. Dibutuhkan panas sekitar 770 kkal untuk setiap 1 kg CaO yang diproduksi [Boynton, 1999]. Ada tiga faktor penting dalam kinetika penguraian batukapur, yaitu : batu harus dipanaskan sampai suhu penguraian karbonat, suhu minimum ini harus dipertahankan selama waktu tertentu, dan gas CO₂ yang dihasilkan harus dikeluarkan.

Kapur padam dibuat dengan mereaksikan CaO hasil kalsinasi dengan air (H₂O) sehingga terbentuk senyawa kalsium hidroksida (Ca(OH)₂), proses ini disebut juga hidratisasi kapur tohor. Pada hidratisasi kapur tohor (CaO) terjadi reaksi kimia sebagai berikut:



Reaksi ini eksotermis, dimana dilepaskan sejumlah panas selama reaksi berlangsung. Setiap 1 kg CaO akan mengeluarkan panas sebesar 284 kkal [Boynton, 1999].

Peningkatan nilai tambah kapur tohor dan kapur padam dilakukan melalui peningkatan kualitas maupun jenis produk untuk meningkatkan fungsi atau efisiensi takaran pemakaian, baik untuk penggunaan sebagai bahan imbuah, bahan pemutih (*whiting*), pengatur pH, koagulan maupun penggunaan lainnya. Kapur tohor dan kapur padam yang berkualitas baik dapat dijual dengan harga yang lebih tinggi dari yang biasa. Kualitas kapur tohor dari tungku tegak tradisional dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu kadar CaO bahan baku, ukuran bongkah batu kapur yang masuk tungku kalsinasi, dan suhu pembakaran. Cara tradisional dalam memproduksi kapur tohor masih kurang memperhatikan ketiga faktor tersebut; kadar CaO batu kapur biasanya hanya berkisar 51-

53 %, sehingga kadar CaO kapur tohor yang dihasilkan rendah, sebaiknya batu kapur yang digunakan mengandung CaO minimum 55 %; ukuran bongkah batu kapur yang dimasukkan kedalam tungku kalsinasi masih terlalu besar sekitar 20-30 cm, sehingga hasil kalsinasi banyak mengandung 'core' yakni bagian dalam batu yang masih 'mentah' (tidak terkalsinasi); demikian pula suhu pembakaran yang tidak mencapai suhu kalsinasi yaitu 900-1000°C disebabkan nilai kalor bahan bakar yang rendah (seperti ban bekas, limbah karet, plastik, oli bekas, dan sebagainya) sehingga perolehan kapur tohorna rendah. Jadi peningkatan nilai tambah kapur tohor dari tungku tegak tradisional harus dilakukan dengan memadukan terpenuhinya ketiga persyaratan, yakni :

1. Batu kapur mempunyai kandungan CaO minimum 55 %,
2. Ukuran bongkah batu kapur sekitar 15-20 cm (ukuran yang lebih kecil namun lidah api dari burner serta aliran udara sekunder dalam tungku masih bisa naik ke atas melalui celah-celah batu),
3. Suhu kalsinasi terpenuhi dengan menggunakan BBM residu (BBM paling murah) atau batu bara bernilai kalor minimum 6.000 kkal/kg.

Efisiensi energi

Ketiga faktor yang berpengaruh terhadap peningkatan nilai tambah kapur tohor tersebut diatas juga berkaitan erat meningkatkan efisiensi pemakaian bahan bakar; kadar CaO yang tinggi dari bahan baku akan menghasilkan kapur tohor dengan kandungan CaO yang tinggi sehingga ongkos bahan bakar persatuan berat CaO berkurang; Ukuran bongkah batu kapur yang lebih kecil akan mempercepat transfer panas kebagian dalam (inti) batu, sehingga inti batu lebih cepat mencapai suhu kalsinasi, dengan demikian pengeluaran produk bisa dipercepat demikian pula pemasukan umpan, kapasitas tungku meningkat, sehingga ongkos bahan bakar persatuan produk menurun; Suhu kalsinasi yang tercapai di dalam tungku akan menghasilkan perolehan kapur tohor lebih tinggi dibandingkan jika tidak tercapai, sehingga ongkos bahan bakar persatuan berat kapur tohor menurun.

Efisiensi pemakaian bahan bakar pada tungku tegak penghasil kapur tohor juga bisa dilakukan dengan meninggikan tungku, makin tinggi tungku maka kapasitas zona pemanasan awal (*preheating zone*) makin besar sehingga penyerapan panas dari gas

buang oleh batu kapur segar (*fresh limestone*) lebih banyak. Hasil pengamatan di lapangan telah menunjukkan, pada tungku tegak setinggi 12 meter, suhu gas buang yang keluar di mulut tungku (bagian atas) masih sekitar 400°C. Namun pada tungku yang tingginya mencapai 18 meter suhu di mulut tungku hanya sekitar 100°C.

Kapur tohor

Peningkatan nilai tambah kapur tohor dapat dilakukan melalui peningkatan kualitas dan efisiensi pemakaian bahan bakar. Peningkatan nilai tambah kapur tohor melalui tungku tegak tradisional ditunjukkan pada Gambar 3. Dimulai dengan memilih batu kapur yang berkadar sekitar 55 % CaO dan $Fe_2O_3 < 0,1 \%$; kemudian dipecah dengan Jaw crusher; produk Jaw crusher masuk ke Grizzly berlubang bukaan 20 cm; ukuran bongkah +20 cm (*oversize*) dikembalikan ke Jaw crusher untuk dipecah kembali; ukuran bongkah -20+15 cm (*undersize*) masuk ke dalam tungku tegak untuk dibakar pada suhu 900-1000°C menggunakan bahan bakar berkalori tinggi (minyak residu atau batubara); produk pembakaran adalah kapur tohor berupa bongkah-bongkah dan gas CO_2 yang lepas ke udara; ketinggian tungku sebaiknya tidak kurang dari 18 meter agar bahan bakar efisien; produk dikeluarkan melalui lubang pengeluaran setiap 6 jam.

Kualitas kapur tohor terutama ditentukan oleh kandungan CaO nya; reaktifitasnya, bila direaksikan dengan sejumlah tertentu air; kadar besi; dan jumlah material yang mengendap (*grit materials*) bila direaksikan dengan air menjadi suspensi. Penggunaan kapur tohor ditunjukkan pada butir 4, spesifikasinya pada Tabel 6.

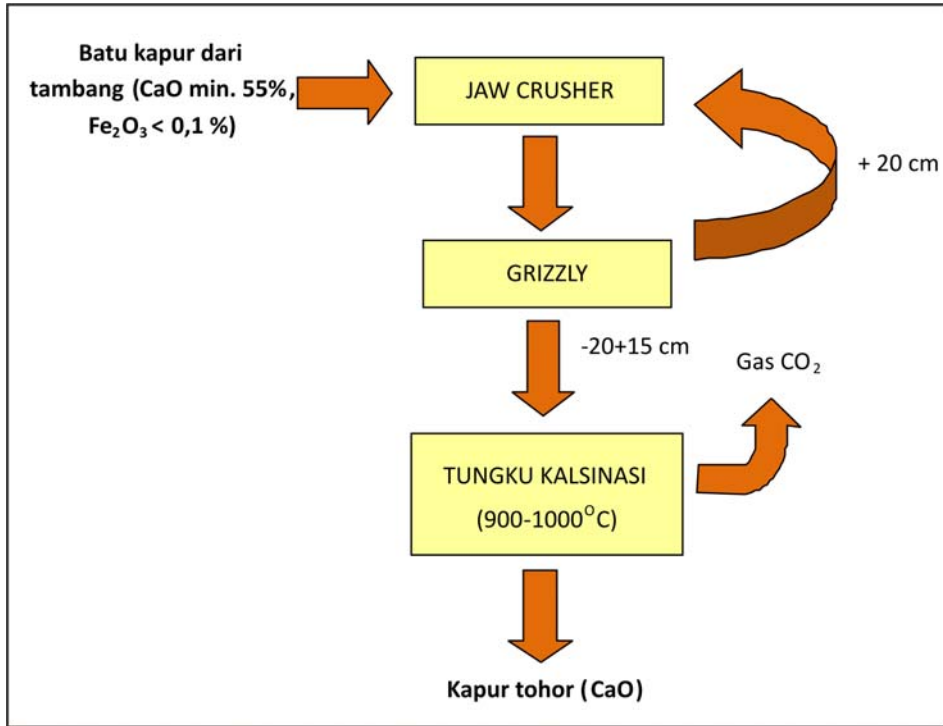
Kemasan kapur tohor harus kuat, tidak mudah robek atau pecah, serta kedap udara dan air, karena CaO sangat higroskopis, yakni menyerap dan bereaksi dengan uap air dari udara dengan mengeluarkan energi panas yang cukup besar (eksotermis). Setiap 1 kg CaO akan mengeluarkan panas sebesar 284 kkal atau cukup untuk mendidihkan 2,84 liter air. Hal ini harus menjadi faktor pertimbangan kehati-hatian dalam transportasi ke konsumen.

Peningkatan nilai tambah kapur tohor tidak memerlukan banyak tambahan peralatan, hanya ukuran bongkah yang terkontrol melalui grizzly, kadar batu kapur yang memenuhi syarat, serta tungku tegak kalsinasi dengan ketinggian 18 meter. Jika tinggi tungku masih kurang maka perlu ditambah

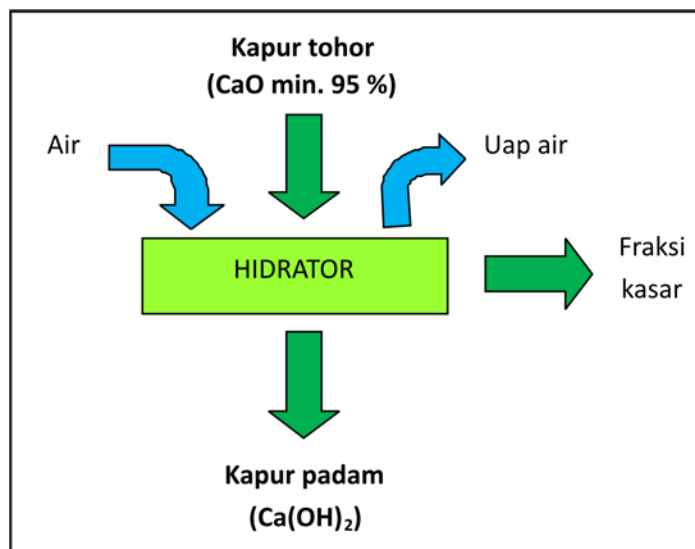
ketinggiannya. Jadi investasi untuk peningkatan nilai tambah kapur tohor relatif tidak besar. Namun bahan bakar harus yang berkalori tinggi seperti minyak residu atau batu bara bernilai kalor 6.000 kkal/kg. Sumber daya manusia tidak memerlukan keahlian khusus cukup melalui pelatihan tenaga yang sudah ada.

Kapur padam

Peningkatan nilai tambah kapur padam ditentukan oleh kualitas dari kapur tohornya sebagai bahan baku. Jika kualitas kapur tohornya baik, maka kualitas kapur padam yang dihasilkan ditentukan oleh kadar air,



Gambar 3. Peningkatan nilai tambah kapur tohor melalui tungku tegak tradisional



Gambar 4. Peningkatan nilai tambah kapur padam

CaO, dan CaCO₃. Peningkatan nilai tambah kapur padam ditunjukkan pada Gambar 4. Dimulai dengan menyiapkan kapur tohor berkualitas baik (CaO min. 95 %; Fe₂O₃ < 0,1 %; SiO₂ < 1 %; Al₂O₃ < 0,2 %). Kapur tohor berukuran 15-20 cm dimasukkan ke dalam Hidrator untuk direaksikan dengan air yang disemprotkan dengan sprayer. Dalam hidrator terdapat bagian utama yaitu spiral classifier tempat reaksi dengan air (*slaking*) berlangsung. Spiral classifier juga mempunyai fungsi memisahkan kapur padam sebagai fraksi halus dengan bagian yang tidak bereaksi sebagai fraksi kasar.

Kandungan air (moisture content)

Jumlah air yang direaksikan dengan kapur tohor hendaknya tidak kurang atau berlebih, dan produk hasil reaksi tidak dibiarkan lama kontak dengan udara terbuka tapi harus segera dimasukkan kedalam kantong-kantong kedap udara, karena akan bereaksi dengan CO₂ dari udara membentuk CaCO₃ kembali. Berdasarkan persamaan reaksi (2), kebutuhan air hidrasi kapur tohor untuk menghasilkan kapur padam dapat dihitung. Dengan asumsi 100 % kapur tohor murni, hidrasi sempurna, maka air hidrasi adalah 24,3% untuk kapur tohor kalsium tinggi dan 27,2% untuk dolomitik (bergantung pada kandungan MgO). Pada kenyataannya untuk mencapai hidrasi yang sempurna diperlukan air berlebih karena terjadinya kehilangan akibat penguapan selama proses berlangsung (akibat reaksi eksotermis, penguapan air yang terjadi cukup besar). Dari pengalaman praktek hidrasi di ruang terbuka jumlah air minimum yang diperlukan untuk hidrasi yang sempurna dari kapur tohor kalsium tinggi adalah 52 % dari berat kapur tohor. Namun dalam hidrator cukup sekitar 30 % dari berat kapur tohor. Adanya perbedaan jumlah pemakaian air berhubungan erat dengan kemurnian dan derajat reaktifitas kapur tohorna. Penggunaan kapur padam ditunjukkan pada butir 4, dan spesifikasinya pada Tabel 6.

Peningkatan nilai tambah kapur padam berkaitan erat dengan peningkatan nilai tambah kapur padam. Jika kapur tohorna sudah berkualitas baik maka akan dihasilkan kapur padam yang juga berkualitas baik. Investasinya hanya tambahan alat berupa Hidrator, sehingga tidak diperlukan biaya investasi yang terlalu besar. Juga tidak memerlukan sumber daya manusia dengan keahlian khusus, cukup dengan pelatihan tenaga yang sudah ada.

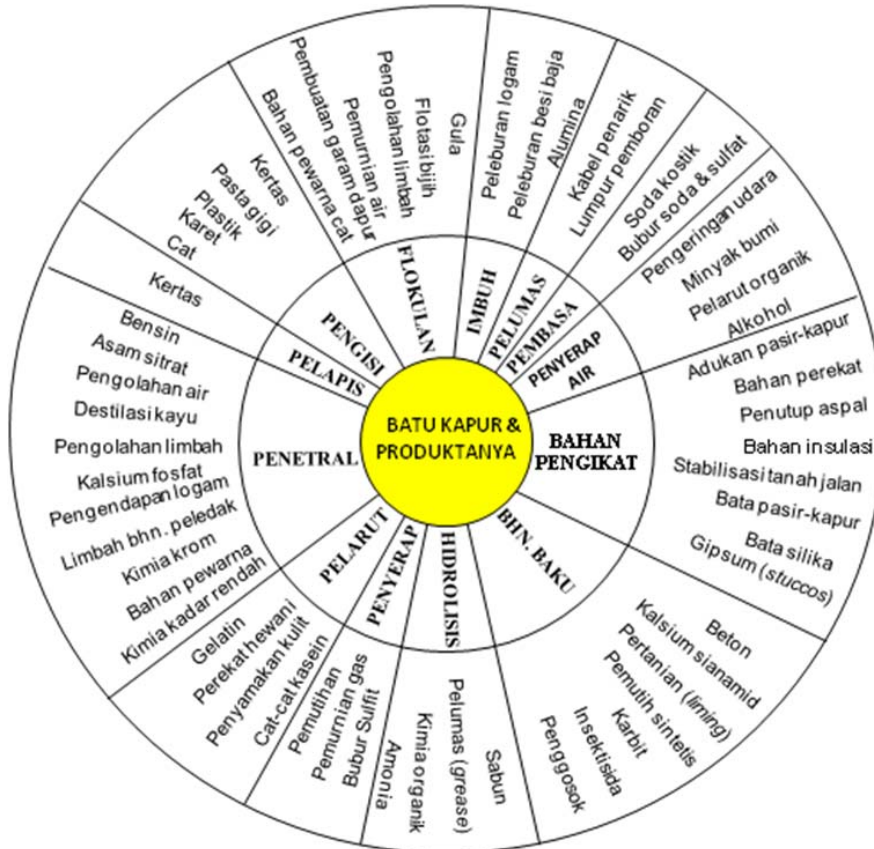
ANEKA PENGGUNAAN, FUNGSI DAN SPESIFIKASI

Kapur tohor dan kapur padam banyak digunakan untuk proses-proses yang memerlukan netralisasi, koagulasi, pembasaan, dehidrasi, dan absorpsi; juga digunakan dibidang konstruksi untuk stabilisasi tanah; pembuatan bata tras pozolan-kapur, bata kapur-terak peleburan bijih; khusus bata tras pozolan-kapur sudah sejak lama dikenal masyarakat dengan nama batako dan digunakan dalam jumlah besar untuk dinding rumah; digunakan pula untuk pengapuran tanah-dasar tambak-tambak ikan; Kapur tohor sebagai bahan imbuhan dalam peleburan bijih besi dan bukan besi; untuk penanggulangan pencemaran lingkungan : mengikat sulfur dalam gas buang cerobong asap industri melalui sistem pencucian gas (*gas-stack scrubbing system*), mengendapkan berbagai polutan dalam limbah cair industri, pengolahan air untuk industri dan rumah tangga, dan sebagainya.

Berbagai fungsi batu kapur dan produknya dalam berbagai penggunaan penting dapat dilihat selengkapnya pada Gambar 5, yang meliputi fungsi-fungsi : sebagai bahan imbuhan (*flux*) berupa CaO, pelumasan (*lubricant*) berupa Ca(OH)₂, pembasaan (*causticization*) berupa CaO/Ca(OH)₂, penyerapan air (*dehydration*) berupa CaO, bahan pengikat (*bonding agent*) berupa CaO/Ca(OH)₂, bahan baku (*raw material*) berupa CaCO₃, hidrolisis (*hydrolization*) berupa Ca(OH)₂/CaO, penyerapan (*absorption*) berupa CaO, pelarut (*solvent*) berupa Ca(OH)₂, penetralan (*neutralization*) berupa Ca(OH)₂/CaO, penggumpalan (*flocculation*) berupa Ca(OH)₂, bahan pengisi dan bahan pelapis berupa CaCO₃ (PCC dan GCC).

Spesifikasi beberapa produkta batu kapur

Spesifikasi kapur tohor dan kapur padam untuk industri dapat dilihat pada Tabel 6, spesifikasi tersebut masih dapat dipenuhi melalui tungku tegak tradisional, namun bahan baku berkadar sekitar 55 % CaO dan Fe₂O₃ < 0,1 %. Spesifikasi batu kapur untuk industri kaca ditunjukkan pada Tabel 7, spesifikasi bisa dipenuhi melalui industri GCC, dengan syarat bahan baku berkadar CaO ≥ 55 %, MgO < 0,8 %, Fe₂O₃ < 0,07 %, dan Al₂O₃ < 0,35 %. Sifat-sifat fisika dan komposisi kimia kalsium karbonat tepung untuk pigmen ditunjukkan



Gambar 5. Bagan berbagai fungsi batu kapur dan produknya dalam berbagai penggunaan penting [Warner, 1998], diolah kembali.

Tabel 6. Spesifikasi kapur tohor (*quicklime*, CaO) dan kapur padam (*hydrated lime*, Ca(OH)₂) dalam perdagangan

	Kapur Tohor (<i>quick lime</i>)	Kapur Padam (<i>hydrated lime</i>)
Kadaan kering		
CaO	94,57	73,10
CaCO ₃	4,18	0,86
Ca(OH) ₂	5,14	96,60
SiO ₂	0,83	0,67
MgO	0,25	0,20
Al ₂ O ₃	0,2	0,14
Fe ₂ O ₃	0,05	0,05
Trace elements	0,1	0,08
Moisture (free)	-	0,60
LOI	2,84	-
Neutralizing value	95,5	-
Bulk density (g/cm ³)	1,040 – 1,200	-
Loose	-	480
Compacted	-	590

Trivedi and Hagemeyer, 2004

berturut-turut pada Tabel 8 dan Tabel 9; untuk pigmen spesifikasi umumnya hanya dapat dipenuhi oleh PCC dengan bahan baku berkadar tinggi (CaO \geq 55 %, MgO < 1 %, dan Fe₂O₃ < 0,1 %). Spesifikasi

kalsium karbonat untuk pelapis kertas ditunjukkan pada Tabel 10; untuk pelapis kertas spesifikasi juga hanya bisa dipenuhi oleh PCC dengan bahan baku berkadar tinggi seperti untuk pigmen.

Tabel 7. Spesifikasi batukapur (*limestone*) untuk industri kaca (*glass*)

	Kaca pelat (<i>flat glass</i>)	Kaca wadah (<i>container glass</i>)
Kimia (Chemical)		
CaO, min.	54,85	54,85
MgO	0,80 maks.	0,3
<i>Acid insol., max.</i>	0,6	
Fe ₂ O ₃ , max.	0,075	0,1
Al ₂ O ₃ , max.	0,35	0,5
SiO ₂		0,5 min.
<i>Sulphate, max.</i>	0,05	
<i>Free carbon, max.</i>	0,1	
<i>Moisture, max.</i>	0,05	
Cr ₂ O ₃ , max.		0,001
Fisik (Physical)		
<i>Cum. retained on</i>		
8 mesh	0	
12 mesh	2 maks	0
20 mesh		20 maks
100 mesh	88 min.	
170 mesh		5 maks
200 mesh	95 min.	

Trivedi and Hagemeyer, 2004

Tabel 8. Sifat-sifat fisika (*physical properties*) kalsium karbonat untuk pigmen

	NATURAL		PRECIPITATED	
	Fine ground limestone	Ultrafine ground limestone	Calcite	Aragonite
<i>Specific gravity</i>	2,71	2,71	2,71	2,93
<i>Index of refraction, mean</i>	1,58	1,58	1,58	1,63
<i>Hardness, (Mohs scale)</i>	3	3	3,0	3,5
<i>Decomposition temp., °C</i>	800-900	800-900	800-900	800-900
<i>Valley abrasion, mg</i>	25	10	5	8
<i>Brightness, % (GE)</i>	95	96	98	99
<i>Oil absorption, cc/100g</i>	13	23	30	55
<i>Surface area, m²/g</i>	3,2	9,6	6,8	8,5

Trivedi and Hagemeyer, 2004

Tabel 9. Komposisi kimia kalsium karbonat untuk pigmen

	Ground Calcium Carbonate (GCC) (1)	Presipitated calcium carbonate (PCC)		
		(a)	(b)	(c)
CaCO ₃	96,63	98,36	98,43	98,62
CaSO ₄	-	0,08	0,78	0,63
MgCO ₃	2,43	0,70	0,37	0,21
Al ₂ O ₃	0,28	0,09	0,07	0,01
Fe ₂ O ₃	0,09	0,07	0,06	0,01
SiO ₂	0,37	0,1	0,04	0,02
NaCl	-	-	-	0,10
H ₂ O loss at 110°C	0,20	0,60	0,25	0,30
pH (saturated sol.)	9,1	9,4	10,3	8,5

calcium carbonate formed through the following reactions :

1. Ca(OH)₂ + CO₂ \longrightarrow CaCO₃ + H₂O
2. Ca(OH)₂ + Na₂CO₃ \longrightarrow CaCO₃ + 2 NaOH
3. CaCl₂ + Na₂CO₃ \longrightarrow CaCO₃ + 2 NaCl

(1)Trivedi and Hagemeyer, 2004; (a) Tama, 2006; (b) Taehwa, 2007; (c) Pailihwa, 2008.

Tabel 10. Spesifikasi kalsium karbonat untuk pelapis kertas (*paper coating*)

pH, 20 % slurry	9 ± 0,5
Brightness, ISO	92,5 min.
Residu, mesh 325	< 0,004
CaCO ₃	97,5 min.
MgCO ₃	< 1,5
Particle size < 2 micron	90 min.
Abrasiveness (Valley Method), mg	4,0 max.
Sedimen Volume (SC 15%) :	
30 minutes, ml	86,3
60 minutes, ml	73,0
24 hours, ml	40,0
Specific Gravity	2,71

Anonim, 2000.

PENUTUP

Berdasarkan uraian peningkatan nilai tambah produk dalam industri batu kapur, GCC nampaknya merupakan produk yang dapat eksis dan berkembang, karena teknologi pembuatannya relatif mudah, tidak banyak memerlukan peralatan, serta tidak memerlukan pembakaran, sehingga proses peningkatan nilai tambah tidak terpengaruh langsung oleh kenaikan BBM. Untuk kapur tohor dan kapur padam, proses pembuatannya memerlukan

pembakaran, biaya bahan bakar mencapai 60 % dari biaya produksi, sehingga proses peningkatan nilai tambah (meskipun 19 kali) terpengaruh langsung oleh tingginya harga BBM, dan ini merupakan kendala terbesar dalam upaya meningkatkan nilai tambah kedua produk tersebut. PCC merupakan produk batu kapur yang memiliki prospek ke depan lebih baik dari GCC, bahkan dari semua produk batu kapur, karena nilai tambahnya sangat tinggi mencapai 99 kali dari batu kapur (GCC hanya 19 kali). Dengan nilai tambah yang tinggi tersebut industri PCC dapat

eksis terhadap tekanan kenaikan harga BBM, meskipun prosesnya memerlukan pembakaran dan pengeringan. Namun industri PCC investasinya cukup besar karena memerlukan banyak peralatan. Demikian juga diperlukan sumber daya manusia yang memiliki keahlian untuk pengembangan produk dalam memenuhi tuntutan pasar. Sumber daya batu kapur yang sangat besar yang dimiliki Indonesia perlu terus ditingkatkan nilai tambahnya melalui kerjasama dengan lembaga-lembaga penelitian pemrosesan dan pemanfaatan mineral, sehingga hasilnya dapat berkontribusi lebih besar dalam memakmurkan kehidupan bangsa.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2004, Direktorat Inventarisasi Mineral, DESDM, Bandung.
- Anonim, 2005, Kenaikan Harga BBM 2005, <http://www.tokohindonesia.com>.
- Anonim, 2000, Wawancara penulis dengan produsen kapur tohor di daerah industri batu kapur Padalarang.
- Anonim, 2000, Spesifikasi kalsium karbonat untuk pelapis kertas (*paper coating*), PT.Kertas Lece, Probolinggo.
- Aziz Muchtar, 2000, Kalsium Karbonat, Karakteristik serta Penggunaannya dalam Industri, Makalah Teknik, Puslitbang Teknologi Mineral; N0.3, Tahun 6, Bandung.
- Aziz Muchtar, Trisna S., Komarudin As., 2000, Hasil Survei Data Proses pada *Pilot Plant* Pembuatan Kapur Ringan (*Light CaCO₃*) di Padalarang, Promin, Puslitbang Teknologi Mineral, Bandung.
- Kurnia, 2009, Informasi harga dan jenis produk di industri kapur Padalarang, Bandung.
- Pailihwa, 2008, *Precipitated Calcium Carbonate*, Taiwan.
- Boynton S. Robert, 1999, "Chemistry and Technology of Lime and Limestone", 2nd.ed., John Willey and Sons, Inc.
- Lefond J. Stanley, 1995 : *Industrial Mineral and Rocks*. American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, Inc., New York, N.Y.
- Taehwa, 2007, *Precipitated Calcium Carbonate*, Korea.
- Tama, 2006, *Precipitated Calcium Carbonate*, Okutama Kogyo Co, Ltd, Tokyo, Japan.
- Trivedi and Hagemeyer, 2004, *The Industrial Minerals Handybook II, Carbonate Rocks*, RMC Industrial Minerals Ltd. (UK).
- Warner, 1998, *Fungsions of Lime in Important Uses, Chart by Courtesy of B. & O. RR.*, Warner Co., Bellefonte, Pa.