

PEMANFAATAN GIPSUM KARANGNUNGGAL, KABUPATEN TASIKMALAYA UNTUK PEMBUATAN PAPAN GIPSUM

DARWIN A. SIREGAR

Badan geologi, Pusat Survei Geologi, Laboratorium Radiokarbon
Jl. Dr. Djundjuran 236, Bandung 40175
Telp. (022) 6032207; Fax. (022) 6016092

SARI

Ditinjau dari komposisi kimia, gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) tidak memperlihatkan variasi komposisi sehingga umumnya berwarna putih. Jika terdapat beberapa jenis pengotor yang berasosiasi dengan mineral tersebut menyebabkan gipsum mempunyai warna berbeda misalnya kuning, abu-abu, merah jingga. Pada saat ini gipsum yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan papan gipsum di Indonesia merupakan komoditas impor (antara lain dari Australia). Padahal cadangan mineral ini di Indonesia cukup banyak, namun belum dikelola secara maksimal. Penelitian terhadap pengaruh penambahan gipsum Karangnunggal terhadap gipsum Australia sebagai bahan dasar pembuatan papan gipsum dilakukan untuk mengetahui karakteristik yang terjadi pada produk yang dihasilkan.

Gipsum Karangnunggal mempunyai kandungan kimia: 46,76% SO_3 , 32,46% CaO , dan 4,87% air kristal, sedangkan gipsum Australia berkomposisi 53,97% SO_3 , 37,18% CaO , dan 7,82% air kristal. Penambahan gipsum Karangnunggal terhadap gipsum Australia sebagai bahan dasar pembuatan papan gipsum menaikkan susut kering dan berat kering (densitas), menurunkan kemampuan penyerapan air, pengembangan tebal dan kuat lentur. Pencampuran 25% gipsum Karangnunggal dengan 75% gipsum Australia dengan konsentrasi sluri antara 20% sampai 25% merupakan komposisi terbaik papan gipsum dengan perubahan karakteristik di bawah 10%.

Kata kunci: gipsum Karangnunggal, gipsum Australia, papan gipsum

ABSTRACT

Considered from chemical formula point of view, gypsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) does not to show any variation in composition, so that it is generally white in colour. The occurrence of some associated contaminants, may render it distinctive colours such as yellow, gray, violet. Up to the present, raw material used in the production of gypsum board in Indonesia has been mainly an imported commodity (among other from Australia). In fact, the country has enough resources of this mineral, but it has not been optimally managed. The use of the Karangnunggal gypsum as an additional substance to the Australian gypsum in the production of gypsum board is studied to understand the characteristic effects of the mixture.

The Karangnunggal gypsum has the following chemical contents: 46,76% of SO_3 , 32,46% of CaO , and 4,87% of crystal water, whereas that of the Australian contains 53,97% SO_3 , 37,18% CaO , and 7,82% crystal water. The addition of Karangnunggal gypsum to the Australian one as raw material in the production of gypsum board has caused an increase in dry shrinkage and weight (density), a decrease in its ability to absorb water, and a development of thickness as well as its strength flexibility. The admixture of Karangnunggal (25%) to that of Australia (75%), with pulp concentration between 20% and 25%, has yielded the best composition for the production of gypsum board, which the characteristic change is less than 10%.

Keywords: Karangnunggal gypsum, Australian gypsum, gypsum board

PENDAHULUAN

Papan gipsum adalah papan berserat buatan dengan bahan baku utama mineral gipsum. Papan gipsum telah banyak digunakan sebagai pembatas ruangan dan insulasi untuk meredam suara dan panas (Lefond Stanley J., 1983). Sejalan dengan perkembangan industri properti yang berhubungan dengan bangunan dan perkantoran, maka kebutuhan akan papan gipsum akan semakin meningkat tiap tahunnya. Banyak konsumen memilih papan gipsum sebagai pengganti tembok dan kayu karena lebih ringan dan dapat dimodifikasi dalam waktu cepat (<http://www.estate.co.id/index.php>).

Pada saat ini beberapa papan gipsum yang beredar di Indonesia berasal dari luar negeri, misalnya dari Australia, Thailand, sementara produk dalam negeri belum digunakan. Padahal Indonesia mempunyai cukup banyak cadangan mineral gipsum yang belum dikelola secara maksimal, maka diharapkan pemanfaatan gipsum lokal (Karangnunggal) dapat menurunkan harga jual produk papan gipsum tanpa menurunkan kualitasnya. Demikian pula dalam hal pemberdayaan potensi alam dan potensi masyarakat di sekitar lokasi penambangan (<http://www.tekmira.esdm.go.id/data>).

Industri papan gipsum dapat juga menggunakan bahan baku gipsum sintetis yang sengaja dibuat atau merupakan produk samping dari kegiatan industri lainnya, misalnya industri semen dan keramik. Namun demikian ketersediaan bahan baku ini akan bergantung pada industri tersebut dan memerlukan proses pemisahan dari pengotornya (Austin, 1996) (http://www.metalurgi.lipi.go.id/.../majalah_metalurgi_vol_19_nomor_2.pdf).

Penggunaan bahan baku impor atau papan gipsum impor akan menyebabkan tingginya harga jual produk di pasar, di samping pemanfaatan sumberdaya alam yang tidak maksimal. Maka akan lebih baik jika diupayakan untuk memanfaatkan bahan baku gipsum alam lokal (Karangnunggal) dalam hal pembuatan

papan gipsum.

Beberapa peneliti terdahulu menyebutkan bahwa pemanfaatan gipsum alam lokal yang berasal dari Karangnunggal, Jawa Barat, sebagai bahan baku pembuatan papan gipsum memiliki kelemahan antara lain mudah retak. Kelemahan ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain perbedaan komposisi penyusun antara bahan baku impor dan bahan baku gipsum alam lokal (Soempeno, 1984).

Penelitian pemanfaatan gipsum Karangnunggal sebagai bahan baku pembuatan papan gipsum diharapkan dapat dimanfaatkan tanpa ada kelemahan dengan tidak mengabaikan perubahan sifat-sifat yang terjadi. Dengan kata lain gipsum alam lokal dapat termanfaatkan, dengan catatan kualitas papan gipsum tetap baik.

Zat yang digunakan sebagai perekat dalam pembuatan papan gipsum adalah asbes, sluri kayu atau pasir, sehingga akan mengurangi penggunaan gipsum dan membentuk ikatan antara gipsum dengan serat. Sluri kertas mempunyai serat selulosa dan kandungan lignin sebagai perekat (Abdurrahman Duduh, 1980).

METODOLOGI

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan baku gipsum dari Karangnunggal, Tasikmalaya yang telah mengalami proses pemurnian oleh PD. Agribisnis dan Pertambangan Jawa Barat dan telah dikalsinasi, bahan baku gipsum impor dari Australia diperoleh dari PT Jaya Borrard Bandung, *pulp* kayu diperoleh dari Balai Besar Selulosa Bandung, CaCl₂, HCl, H₂SO₄ 1 : 1, HF, K₂S₂O₇ 5 %, NaOH 3 N, KCN 10 %, Trietanolamin 30%, Indikator Murexid, EDTA 0,02 M, NH₄OH pekat, larutan buffer, indikator EBT, Cs₂SO₄ 2%, Lantan 1%, NH₄Cl, BaCl₂ 10% dan akuades.

Tabel 1. Beberapa merk dagang papan gipsum

Nama Produk	Pembuat	Lisensi	Bahan Baku
Elephant	PT Siamindo	Thailand	Thailand
Jayaboard	PT Petrojaya Boral Plasterboard	Australia	Thailand, Australia

(Informasi langsung dari PT Petrojaya Boral Plasterboard, 2000)

Prosedur Percobaan Pembuatan Papan Gypsum

Cara Kerja :

Bahan baku gypsum, bahan kertas (*pulp*), air suling dan CaCl_2 dicampur sesuai dengan variasi yang dibutuhkan, diaduk secara merata menggunakan *mixer* sampai menjadi lumpur (*slurry*).

Campuran dituangkan ke dalam cetakan dengan ukuran mini 30 cm x 15 cm x 1 cm (skala laboratorium) dan diratakan, kemudian adonan ditekan dan dikeringkan di tempat terbuka.

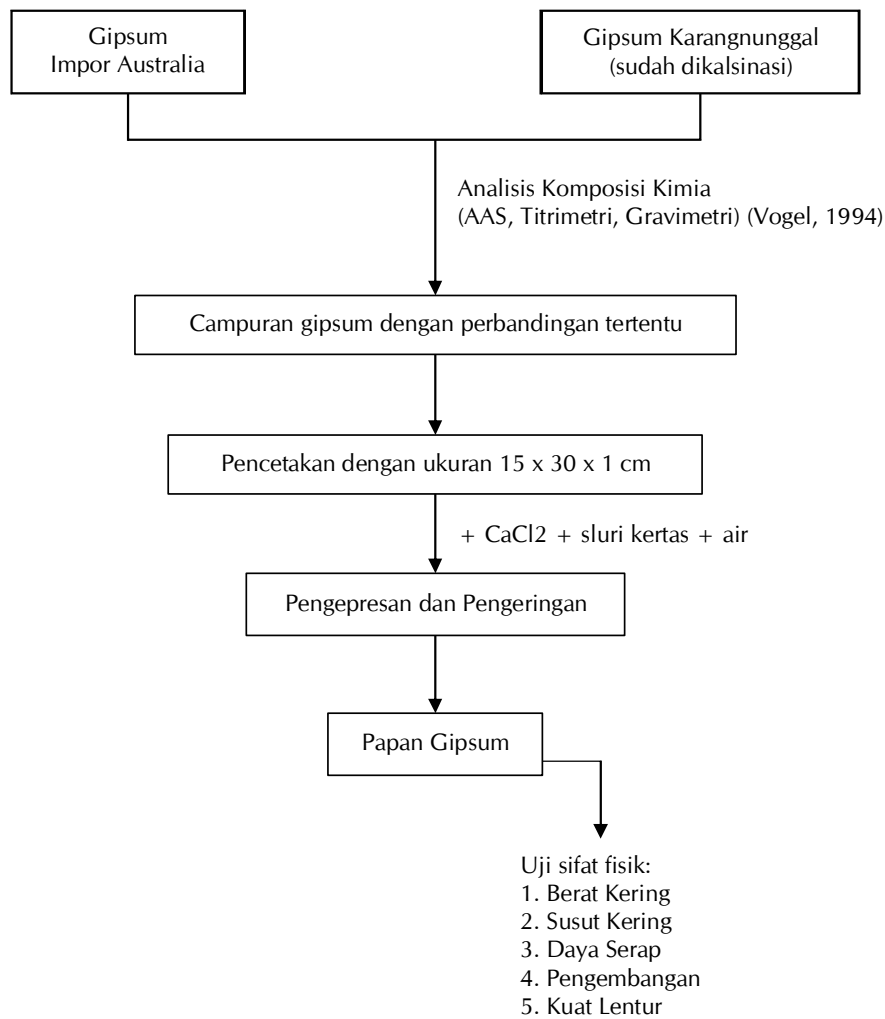
Pengujian Sifat Fisik Papan Gypsum

Uji susut kering

Mengukur dimensi papan gypsum yang telah kering (panjang, lebar dan tebal).

Perhitungan :

$$\% \text{ Susut Kering} = \frac{(p \times l \times t)_{\text{awal}} - (p \times l \times t)_{\text{kering}}}{(p \times l \times t)_{\text{awal}}} \times 100 \%$$



Gambar 1. Diagram alir penelitian pemanfaatan gypsum Karangnunggal dalam pembuatan papan gypsum

Keterangan :

- p = panjang
- l = lebar
- t = tebal

Uji berat kering

Papan gipsum dipotong untuk mendapatkan ukuran 10 cm x 10 cm, kemudian ketebalan rata-ratanya diukur (t), selanjutnya potongan papan gipsum dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada temperatur 100°C dan ditimbang (m).

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{10 \times 10 \times t}$$

Perhitungan :

ρ = berat kering

Uji penyerapan air

Contoh papan gipsum yang telah diukur berat kering dimasukkan ke dalam bejana berisi air hingga papan berada di bawah permukaan air. Dibiarkan selama 24 jam, kemudian dilap dan ditimbang (m_b).

Perhitungan :

$$PA = \frac{m_b - m}{m_b} \times 100 \%$$

PA = penyerapan air

m_b = berat papan gipsum setelah menyerap air

m = berat papan gipsum yang sudah kering

Uji pengembangan tebal 24 jam

Percontoh yang telah diukur penyerapan airnya diukur ketebalan rata-ratanya (T_b) pada keadaan menyerap air.

Perhitungan :

$$PT = \frac{T_b - T_o}{T_b}$$

PT = pengembangan tebal

T_o = tebal awal

T_b = ketebalan rata-rata

Uji kuat lentur

Sisa percontoh papan gipsum dipotong untuk mendapatkan ukuran 20 cm x 15 cm, selanjutnya diuji kuat lenturnya dengan alat kuat lentur.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Kimia

Hasil analisis gypsum Karangnunggal dan Australia disajikan pada Table 2.

Tabel 2. Hasil analisis kimia dari gipsum Karangnunggal dan Australia

Komponen	Gipsum lokal (Karangnunggal) (% b/b)	Gipsum Australia (Import) (% b/b)
Fe ₂ O ₃	0,193	0,029
MnO	0,003	0,002
Na ₂ O	0,049	0,028
K ₂ O	0,036	0,016
SO ₃	46,76	53,97
SiO ₂	6,74	0,14
CaO	32,46	37,18
MgO	0,96	0,96
Al ₂ O ₃	1,207	0,931
Air yang hilang	0,77	1,70
Air kristal	4,98	7,82

Catatan = b/b adalah persentase berat (gr)/berat(gr)

Dari hasil analisis kimia tersebut, gipsum Karangnunggal dan gipsum impor (Australia) telah memenuhi spesifikasi standar yaitu standar industri sebagai bahan pembuatan papan gipsum yaitu SO₃ minimum 35 %, sedangkan CaO minimum 2/3 berat SO₃, kandungan garam Mg dan Na maksimum masing-masing 9 % dan 0,1 %. Kadar SiO₂ gipsum Karangnunggal 6,74 % sedangkan pada gipsum impor (Australia) kandungan SiO₂ hanya 0,14 %, berarti gipsum Karangnunggal masih mengandung salah satu mineral pengotor (SiO₂) yang masih tinggi.

Hasil Analisis Uji Fisik

Pengaruh terhadap berat kering

Papan gipsum diharapkan memiliki berat kering yang kecil, karena salah satu kegunaan gipsum adalah sebagai plafon yang dipasang di langit-langit rumah, maka diharapkan beban terhadap penyangga tidak terlalu berat dan mudah untuk dipindahkan.

Penambahan gipsum Karangnunggal pada gipsum Australia akan menaikkan berat kering papan gipsum.

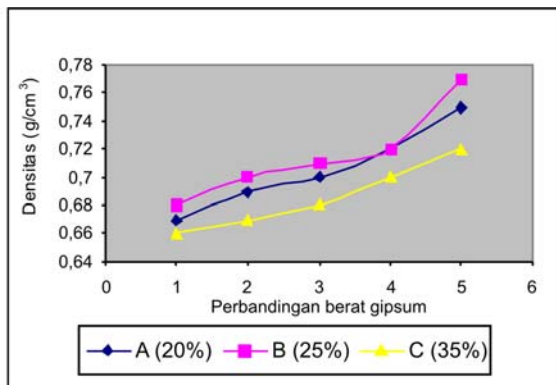
Semakin banyak gypsum Karangnunggal yang ditambahkan maka berat kering dari papan gypsum akan semakin bertambah (Tabel 3). Hal ini disebabkan oleh jumlah kandungan SiO₂ yang berbeda antara gypsum Karangnunggal dengan gypsum Australia. SiO₂ merupakan mineral pengotor yang sedikit larut dalam gypsum maka akan mengakibatkan naiknya berat kering.

dicampur dengan sluri dan dikeringkan akan menimbulkan pori yang cukup banyak, dan ini akan mempengaruhi sifat densitas papan gypsum, sehingga makin banyak sluri yang ditambahkan maka berat kering papan gypsum akan bertambah. Penambahan gypsum alam lokal masih dapat diterima pada perbandingan 25/75 (Karangnunggal/Australia).

Tabel 3. Hasil uji berat kering (g/cm³)

Konsentrasi Sluri (% berat)	Perbandingan Gypsum (Karangnunggal/Australia)				
	0/100 1	25/75 2	50/50 3	75/25 4	100/0 5
20 (A)	0,67	0,68	0,69	0,71	0,76
25 (B)	0,67	0,71	0,72	0,73	0,78
35 (C)	0,66	0,68	0,69	0,71	0,74

Perbedaan kandungan SiO₂ ini dapat dilihat pada grafik Gambar 2.



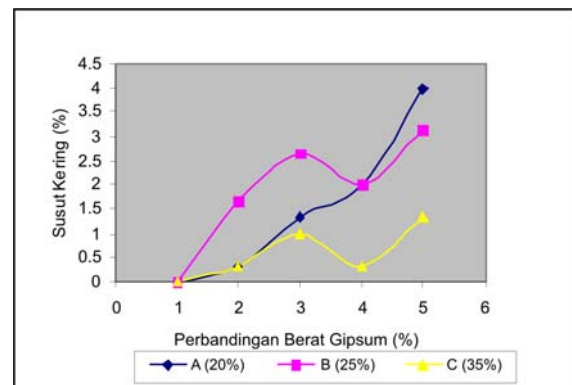
Gambar 2. Grafik berat kering (g/cm³)

Terlihat pada konsentrasi sluri 20 % memiliki berat kering yang lebih rendah dari konsentrasi sluri 30 % tetapi pada konsentrasi sluri 35 % berat keringnya lebih rendah lagi dibanding dengan konsentrasi sluri 20 % dan 25 %. Semakin banyak konsentrasi sluri yang ditambahkan maka sluri akan lebih banyak berpengaruh terhadap papan gypsum, karena sluri merupakan bubuk (suspensi air dan padatan), sifat dari sluri hidrofilik (suka air), tetapi pada saat dikeringkan akan melepaskan air. Apabila gypsum

Pengaruh terhadap susut kering

Susut kering adalah berkurangnya ukuran papan gypsum yang terbentuk setelah kering dibandingkan dengan ukuran pada saat pencetakan.

Dari grafik pada Gambar 3 terlihat bahwa semakin banyak penambahan gypsum Karangnunggal maka papan gypsum mempunyai susut kering yang semakin tinggi, namun tidak melebihi 5 %. Penambahan gypsum Karangnunggal sangat berpengaruh buruk pada sifat susut kering, gypsum Karangnunggal mempunyai kandungan air yang sedikit yaitu 4,98 % sehingga cepat mengering. Pada konsentrasi sluri 25 % terjadi kenaikan susut kering dibanding susut

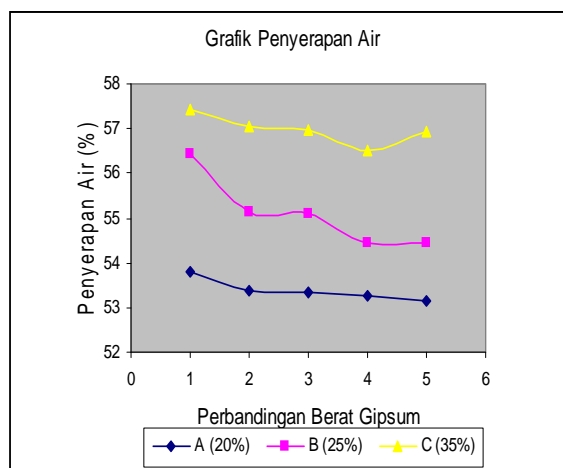


Gambar 3. Grafik susut kering (%)

Tabel 4. Hasil uji susut kering (%)

Konsentrasi Sluri (% berat)	Perbandingan Gypsum (Karangnunggal/Australia)				
	0/100 1	25/75 2	50/50 3	75/25 4	100/0 5
20 (A)	53,78	53,36	53,32	53,24	53,12
25 (B)	56,43	55,10	55,08	54,41	54,46
35 (C)	57,45	57,08	56,97	56,51	56,95

kering pada konsentrasi sluri 20 % sebesar 1-3 % tetapi pada konsentrasi sluri 35 % terjadi penurunan susut kering sebesar 1-2 % hal ini disebabkan pada konsentrasi 35 % pengaruh sluri begitu dominan dibanding gypsum sehingga menggantikan penggunaan gypsum. Ini disebabkan ketika gypsum dikeringkan jarak partikelnya akan mengecil sehingga berat pada keadaan susut kering akan bertambah sesuai dengan rumus perhitungan susut kering. Ketika pulp dicampur dengan gypsum maka pulp yang merupakan selulosa akan mengisi pori-pori dari gypsum, mengakibatkan jarak antar partikel gypsum tertahan sehingga susut kering berkurang. Pada perbandingan 25/75 (Karangnunggal/Australia) pengaruh gypsum Karangnunggal terhadap susut kering masih dapat ditekan sebesar 1-2 %.



Gambar 4. Grafik penyerapan air (%)

Pengaruh terhadap penyerapan air

Papan gypsum diharapkan mampu menyerap air sebanyak mungkin tanpa mengalami kerusakan. Kemampuan menyerap air yang tinggi ini diperlukan apabila papan gypsum digunakan pada daerah lembap atau terkena tetesan air hujan.

Penambahan gypsum Karangnunggal menurunkan kemampuan penyerapan air karena gypsum Karangnunggal mengandung air kristal lebih rendah dari gypsum Australia (Gambar 4). Konsentrasi sluri sangat berpengaruh terhadap penyerapan air pada papan gypsum. Semakin besar konsentrasi sluri maka semakin besar pula penyerapan air yang terjadi, hal

ini disebabkan sluri sangat mudah untuk menyerap air, karena sluri sendiri terdiri dari polisakarida yang mempunyai gugus karboksil $R - C = OH$. Apabila ikatan rangkap berpindah elektron ke gugus OH maka sifat gugus OH menjadi negatif (OH^-) dan atom C akan bersifat positif (C^+) (Fessenden & Fessenden, 1999). Air yang mempunyai sifat netral dengan H^+ dan OH^- akan bereaksi dengan gugus karboksil pulp OH^- dan C^+ sehingga air akan mudah diserap sluri.

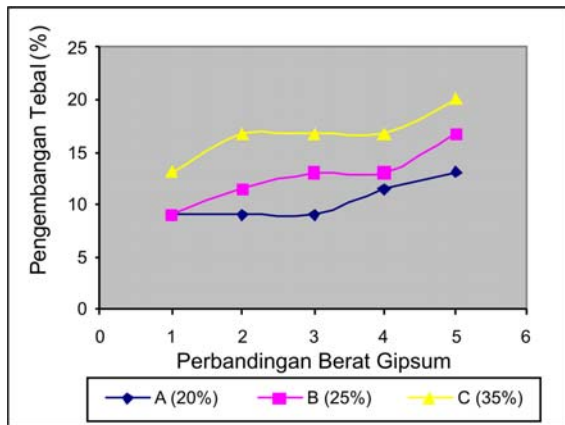
Pengaruh terhadap pengembangan tebal

Pengembangan tebal yang diuji erat kaitannya dengan penyerapan air selama 24 jam. Pada saat air diserap

Tabel 5. Hasil pengembangan tebal (%)

Konsentrasi Sluri (% berat)	Perbandingan Gypsum (Karangnunggal/Australia)				
	0/100 1	25/75 2	50/50 3	75/25 4	100/0 5
20 (A)	9,08	9,08	9,08	11,49	13,05
25 (B)	9,08	11,49	13,03	13,02	16,65
35 (C)	13,05	16,68	16,68	16,68	20,03

oleh papan gipsum, papan gipsum akan mengalami pengembangan tebal dan terjadi reaksi yang menimbulkan panas eksoterm. Dari Gambar 5 terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi sluri yang ditambahkan maka pengembangan tebal akan cenderung naik. Perubahan ini terjadi diakibatkan penambahan sluri yang berlebih sehingga setelah kering sluri akan mengembang dan mengisi pori-pori dari gipsum sehingga akan menaikkan ketebalan produk papan gipsum setelah kering.



Gambar 5. Grafik pengembangan tebal

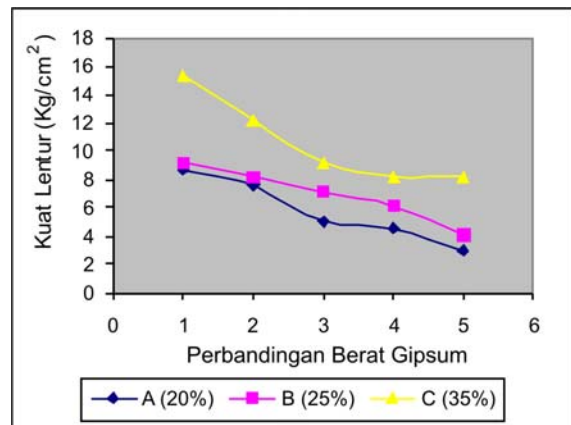
Pada papan gipsum dengan perbandingan gipsum Karangnunggal/Australia 0/100, 25/75 dan 50/50 dengan konsentrasi sluri 20 % yang memiliki pengembangan tebal kurang dari 10 % hal ini berarti pengembangan tebal yang terjadi dapat dikurangi atau ditekan seminimal mungkin.

Pengaruh terhadap kuat lentur

Gipsum diharapkan mempunyai sifat kuat lentur yang tinggi agar tidak mudah pecah dan retak.

Dari Tabel 6 terlihat bahwa penambahan gipsum Karangnunggal dapat menurunkan kuat lentur papan gipsum. Hal ini disebabkan gipsum Karangnunggal mempunyai mineral pengotor yang cukup besar sehingga mudah retak dan pecah-pecah. Selain itu konsentrasi sluri juga berpengaruh terhadap kuat lentur papan gypsum, yaitu semakin besar penambahan konsentrasi sluri maka akan semakin besar pula kuat lenturnya karena sluri mempunyai daya rekat yang tinggi sehingga dapat mengikat gipsum dengan kuat. Dalam hal ini belum dapat dijelaskan secara rinci ikatan apa yang terjadi antara gipsum dengan sluri dan perlu studi lebih lanjut. Namun apabila konsentrasi sluri yang ditambahkan terlalu tinggi, maka produk papan gipsum akan mudah retak dan lembek karena sluri mendominasi papan gipsum, sifat gipsum yang cenderung mengeras akan berkurang.

Pada perbandingan 25/75 – 75/25 (Karangnunggal/Australia) kuat lentur yang diperoleh relatif stabil (Gambar 6).



Gambar 6. Grafik kuat lentur (kg/cm²)

Tabel 6. Hasil uji kuat lentur (Kg/cm²)

Konsentrasi Sluri (% berat)	Perbandingan Gypsum (Karangnunggal/Australia)				
	0/100 1	25/75 2	50/50 3	75/25 4	100/0 5
20 (A)	8,668	7,649	5,105	4,581	3,052
25 (B)	9,179	8,158	7,137	6,131	4,078
35 (C)	15,311	12,252	9,167	8,171	8,156

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Gypsum Karangnunggal mempunyai kandungan $SO_3 = 46,76\%$, $CaO = 32,46\%$, air kristal = $4,87\%$ sedangkan gypsum impor (Australia) mengandung $SO_3 = 53,97\%$, $CaO = 37,18\%$, kadar air kristal = $7,82\%$.
- Kandungan zat pengotor (SiO_2) pada gypsum Karangnunggal lebih tinggi yaitu $6,74\%$ dibandingkan dengan gypsum Australia $0,14\%$. Kandungan zat pengotor ini yang dapat mempengaruhi sifat fisik papan gypsum.
- Gypsum Karangnunggal dapat digunakan sebagai campuran walaupun mempengaruhi sifat-sifat fisik papan gypsum seperti menaikkan berat kering dan susut kering serta menurunkan penyerapan air, pengembangan tebal dan kuat lentur.
- Penambahan gypsum Karangnunggal terhadap gypsum Australia sebagai bahan baku pembuatan papan gypsum dapat dicampurkan pada perbandingan 25/75 (Karangnunggal/Australia) karena hanya mengalami perubahan karakteristik sekitar 10% .
- Konsentrasi sluri yang disarankan pada proses pembuatan papan gypsum adalah $20 - 25\%$.

Saran

- Untuk mendapatkan papan gypsum yang berkualitas baik dengan bahan baku gypsum Karangnunggal perlu diteliti lebih lanjut dengan melakukan penambahan beberapa bahan lain untuk memperbaiki sifat fisik papan gypsum tersebut.
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengurangi kandungan mineral pengotor yang tinggi (SiO_2) pada gypsum Karangnunggal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Survei Geologi yang telah menyediakan sarana dan peralatan penelitian. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Rosalinawati Dewi, ST dan Sudarma yang telah membantu terselenggaranya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book ASTM, 1996. *Chemical Analysis of Gypsum and Gypsum Product*, ASTM Designation J. Am. Soc, Standarts, part 13, p. 229-248.
- Austin, G.T., 1996. *Proses Industri Kimia (Terjemahan)*, Edisi 5, Jilid 1, Erlangga, Jakarta, hal 191.
- Duduh, A., 1990. *Pemanfaatan Pulp untuk Pembuatan Papan Gypsum Tiruan "Pulp Cement board (PCB)" sebagai Bahan Bangunan*, Akademi Ilmu Kehutanan Propinsi Jawa Barat.
- Fessenden, R.J. And Fessenden, J.S., 1999. *Kimia Organik*, Terjemahan A.H. Pudjaatmaka Ph.D. Edisi kelima, Jilid 2, Erlangga, Jakarta hal 37-50.
- <http://www.estate.co.id/indeks.php> diakses tgl 8 April 2010.
- http://www.metalurgi.lipi.go.id/.../majalah_metalurgi_vol_19_nomor_2.pdf diakses tgl 5 April 2010.
- <http://www.tekmira/esdm.go.id/data/gypsum/potensi.asp> diakses tgl 19 April 2010.
- Lefond, S.J., 1983. *Industrial Mineral and Rock*, 5th Edition, 1 and 2, American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc. New York, p 183-185, 191.
- Poespokoesoemo, R.M.S., 1980. *Laporan Penambangan No. 02 A*, Cadangan Gips Cidap Karangnunggal Tasikmalaya, Jawa Barat, Dirjen Pertambangan Umum, PPTM Bandung, hal 1-16.
- Soempeno, 1984. Gypsum Sebagai Bahan untuk Membuat Cetakan Gelas, *Informasi Teknologi Keramik dan Gelas*, 5(20) Edisi April, Balai Besar Keramik, Bandung, hal 21-27.