

PENGUJIAN KEKUATAN LENTUR, KETAHANAN TERHADAP AIR DAN PANAS MATAHARI SERTA KEMAMPUAN REDUKSI BUNYI TERHADAP BEBERAPA MACAM *CALCIUM SILICATE BOARD* SEBAGAI BAHAN EKSTERIOR BANGUNAN

Dwi¹, Aditya², Handoko³ and Luciana⁴

ABSTRAK : *Calcium silicate board* merupakan material aplikasi untuk interior bangunan. Sekarang material ini dikembangkan untuk eksterior bangunan sehingga diharapkan tahan terhadap air dan panas matahari. Penelitian ini menggunakan 4 macam merk material berukuran 6 mm dan 8 mm, dimana dilakukan pengujian kekuatan lentur normal, pengujian kekuatan lentur dengan perlakuan air hangat, pengujian kekuatan lentur dengan perlakuan basah kering. Kualitas material dari segi durabilitas diketahui melalui pengujian panas hujan untuk mengetahui tingkat keretakan yang ditimbulkan akibat perubahan cuaca yang terjadi dan pengujian ketahanan air untuk mengetahui terjadi rembesan atau tidak. Untuk segi kenyamanan dilakukan pengujian kemampuan reduksi bunyi. Pengujian dilakukan juga dengan penambahan material lain yaitu 100% pasir lumajang, 100% pasir silika, serta komposisi 50% pasir lumajang dan 50% pasir silika. Hasil penelitian menunjukkan hasil pengujian kekuatan lentur normal di kelas 2 dan 3. Sedangkan pada pengujian basah-kering dan air hangat mengalami penurunan kekuatan tetapi masih dapat memikul beban diatas 200 kg/m² lebih dari syarat beban PPIUG 1983. Pada pengujian panas-hujan selama 40 jam tidak menimbulkan retakan pada benda uji. Pengujian ketahanan air tidak menimbulkan rembesan setelah 24 jam. Semua benda uji memiliki kemampuan reduksi bunyi yang kurang dari prasyarat SNI 7705:2011 pada semua frekuensi. Pengaruh material pengisi *calcium silicate board* meningkatkan kemampuan reduksi bunyi, pada frekuensi 250 Hz sebesar 400%.

KATA KUNCI: *calcium silicate board*, kuat lentur, durabilitas, reduksi bunyi.

1. PENDAHULUAN

Pada awalnya *calcium silicate board* sering diaplikasikan untuk plafon dan dinding interior. Namun sekarang, *calcium silicate board* ini banyak dikembangkan untuk material eksterior bangunan dan juga digunakan untuk menunjang sisi estetika. Ketika digunakan pada eksterior bangunan, maka material ini harus tahan terhadap air dan panas matahari. Penelitian ini mengambil sampel yang terdiri dari 4 merk dan 2 variasi tebal. Untuk tebal akan digunakan ukuran 6 mm dan 8 mm. Pengujian akan dilakukan terhadap kekuatan, durabilitas, dan kemampuan reduksi bunyi. Dari segi kekuatan material, akan dilakukan pengujian kekuatan lentur dalam kondisi normal, pengujian air hangat (*warm water*), pengujian basah kering (*soak-dry*). Sedangkan dari segi ketahanan akan diuji ketahanan air dan panas-hujan. Dari segi kenyamanan, pengujian yang akan dilakukan adalah kemampuan reduksi bunyi (*transmission loss*). Pengujian reduksi bunyi akan dilakukan juga terhadap material pengisi. Material pengisi yang akan digunakan adalah 100% pasir lumajang, 100% pasir silika, dan kombinasi 50% pasir lumajang dengan 50% pasir silika.

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, im_2asw@yahoo.com.

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, adit5791@hotmail.com.

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, hands@peter.petra.ac.id

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, lucky@peter.petra.ac.id

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian *Calcium Silicate Board*

Calcium silicate board dibuat dari bahan pasir silika, semen portland, selulosa, air, dengan atau tanpa bahan tambahan bila diperlukan, yang dibentuk menjadi lembaran rata melalui reaksi kimiawi yang terjadi pada suhu dan tekanan tertentu antara unsur kimia silika dan kalsium.

2.2. Standar Syarat Mutu *Calcium Silicate Board* Menurut Standar Nasional Indonesia

Berdasarkan kekuatan lentur, *calcium silicate board* diklasifikasikan menjadi beberapa kelas, untuk data batas klasifikasi dapat dilihat pada **Tabel 1**. Sedangkan untuk klasifikasi pengujian lain yang tidak berdasarkan kekuatan lentur dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Klasifikasi Lembaran Rata Kalsium Silikat

Kelas	Kategori	
	A	B
Kelas 1	4	4
Kelas 2	7	7
Kelas 3	13	10
Kelas 4	18	16
Kelas 5	24	22

CATATAN: Satuan dalam MPa
Kategori A adalah kondisi jenuh diperuntukkan produk yang digunakan di luar ruangan
Kategori B adalah kondisi ambien diperuntukkan produk yang digunakan di dalam ruangan
1 Mpa = 10.03735 kg/cm²

Tabel 2. Syarat Mutu untuk Semua Kelas Kuat Lentur

No	Uraian	Satuan	Persyaratan mutu
1	Kuat lentur	MPa	Sesuai tabel 1
2	Densitas	g/cm ³	≥0.8
3	Kedap air	-	Tidak boleh menetes
4	Ketahanan Air hangat	-	Li dari rata-rata ratio $r \geq 0.7$ dan tidak terjadi retakan
5	Ketahanan Basah-kering	-	Li dari rata-rata ratio $r \geq 0.7$ dan tidak terjadi retakan
6	Ketahanan Panas-hujan	-	Sesuai SNI 03-1027-2006
7	Reduksi bunyi	Desibel	Sesuai SNI 7705:2011

2.3. Material Pengisi

Material pengisi *calcium silicate board* pada pengujian reduksi bunyi menggunakan material pasir. Material yang digunakan adalah pasir lumajang dan pasir silika. Campuran pengisi terdiri dari pasir lumajang dan pasir silika dengan beberapa variasi campuran yang bertujuan membuat material padat sehingga diharapkan dapat berguna meningkatkan kemampuan reduksi bunyi.

3. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pelaksanaan penelitian ini yaitu tahapan persiapan bahan, tahap pembuatan benda uji dan tahap pengujian.

3.1. Tahap Persiapan Bahan

Pada tahap ini, disiapkan benda uji *calcium silicate board* yang didapatkan dari beberapa distributor yang berlokasi di Surabaya, Sidoarjo, dan Gresik. Benda uji terdiri dari empat merk yang disebut "G", "K", "N", dan "S". Dari masing-masing merk diambil dua jenis ketebalan, yaitu ketebalan 6 mm dan 8 mm.

3.2. Pengujian Kekuatan Lentur

Pada pengujian lentur, dilakukan dengan 3 kondisi, yaitu kondisi normal *calcium silicate board*, kemudian kondisi kuat lentur setelah di-*treatment* basah-kering selama 40 jam, dan terakhir adalah kuat lentur setelah direndam dalam air bersuhu 60°C selama 24 jam. Semua benda uji diuji lentur sesuai SNI 7705:2011. Pengujian dilakukan dengan pengambilan contoh uji untuk setiap jenis papan dengan ukuran 250 milimeter x 250 milimeter. Kemudian semua contoh uji diuji kuat lenturnya dengan mesin uji kuat lentur. Batang penumpu diletakan sejajar dengan jarak 215 milimeter. Contoh uji diletakan dengan posisi serat membujur, dan ditekan pada tengah-tengah jarak tumpu dengan menggunakan sebuah batang pelentur berbentuk sama dengan batang penumpu. Salah satu batang penumpu harus terpasang kokoh pada tempat pengujian. Batang kedua dan batang pelentur berengsel ditengah-tengah sehingga dapat bergerak dibidang vertikal. Pembebanan dilakukan hingga contoh uji patah.

3.3. Pengujian Ketahanan

Pengujian ketahanan *calcium silicate board* dilakukan dengan dua pengujian, yaitu ketahanan terhadap air, dan ketahanan panas-hujan. Pengujian ketahanan air dilakukan sesuai dengan SNI 7705:2011. Pengujian ini mengambil contoh uji dipotong berukuran 600 milimeter x 500 milimeter. Kemudian disiapkan sebuah rangka yang berukuran minimal 550 milimeter x 450 milimeter, yang diletakan dan direkatkan diatas permukaan contoh uji. Kemudian isi rangka dengan air hingga setinggi 20 milimeter diatas permukaan contoh uji, lalu benda uji dibiarkan pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah 24 jam, bagian bawah benda uji diamati untuk mengetahui ada atau tidaknya rembesan yang terjadi.

Sedangkan untuk pengujian ketahanan panas-hujan dilakukan sesuai dengan SNI 03-1027-2006. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengambil benda uji berukuran maksimum 1200 milimeter x 1000 milimeter dan keluar dari proses produksi minimum 7 hari. Pengujian dilakukan dengan pemanasan pada suhu 33°C ± 2 °C, kemudian didinginkan dengan penyiraman atau penyemprotan air dengan suhu kamar, sejumlah 2,5 liter per menit untuk luasan 1 meter². Pengujian ini dilakukan sebanyak 10 siklus uji yaitu selama 40 jam, dengan ketentuan 1 siklus uji adalah benda uji disemprotkan air pada benda uji sebanyak 2,5 liter per menit selama 2 jam, kemudian dibiarkan selang waktu selama 10 menit, kemudian dipanaskan pada suhu 33°C ± 2 °C, selama 2 jam, dan dibiarkan dengan selang waktu 10 menit lagi. Selanjutnya dilakukan pengamatan terhadap benda uji, apakah timbul keretakan pada benda uji tersebut.

3.4. Pengujian Reduksi Bunyi

Pengujian reduksi bunyi dilakukan menggunakan metode sesuai dengan SNI 7705:2011. Langkah pertama adalah menyiapkan contoh uji 1000 milimeter x 1000 milimeter. Kemudian disiapkan ruang uji reduksi bunyi minimal untuk penempatan pembangkit gelombang suara dan penerima gelombang suara. Pada ruang uji reduksi bunyi, sekat ruang menjadi dua bagian, dengan menggunakan lembaran contoh uji sebagai penyekat. Ruangan pertama adalah ruang yang berisi pengeras suara dan *microphone*. Sedangkan ruangan kedua adalah ruangan penerima yang berisi *microphone*. Kedua *microphone* tersebut terhubung dengan alat *spectrum analyzer*. Suara yang dihasilkan oleh pengeras suara pada 1/3 oktaf band, pada frekuensi 100 Hz –4000 Hz. Suara yang masih dapat ditangkap oleh *microphone* diteruskan ke *spectrum analyzer*, dan dapat dianalisa kemampuan reduksi bunyi dari benda uji. Dengan perumusan untuk perhitungan sebagai berikut:

$$R = M1 - M2 + 10 \log\left(\frac{S}{A}\right)$$

Nilai R dihitung berdasarkan rumus diatas untuk mendapatkan indeks reduksi bunyi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Kuat Lentur *Calcium Silicate Board*

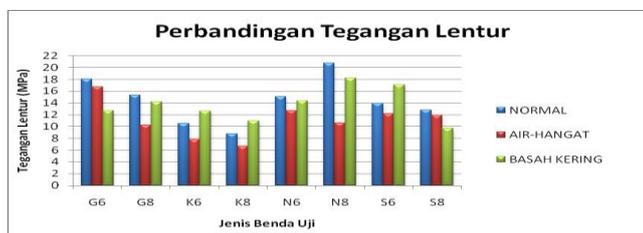
Pada hasil pengujian lentur pada terlihat bahwa dalam keadaan normal, tegangan lentur terbesar dimiliki oleh benda uji N8, dengan tegangan lentur sebesar 20.76 MPa. Sedangkan untuk tegangan lentur terkecil dimiliki oleh benda uji K8, dengan besar tegangan lentur 8.76 MPa. Rata-rata kekuatan

lentur yang dimiliki benda uji *calcium silicate board* adalah 14,39 MPa. Penurunan tegangan lentur terjadi setelah benda uji *calcium silicate board* dikondisikan dalam pengujian air-hangat dan pengujian basah-kering. Seperti terlihat pada **Tabel 3**, bahwa setelah dikondisikan pengujian air-hangat, tegangan lentur yang paling tinggi dimiliki oleh benda uji G6, dengan tegangan lentur sebesar 16.76 MPa. Sedangkan dalam pengujian air-hangat, tegangan lentur terkecil dimiliki oleh benda uji K8, dengan tegangan lentur 6.63 MPa. Sedangkan dalam pengujian basah kering, tegangan lentur terbesar dimiliki oleh benda uji N8, dengan tegangan lentur sebesar 18.20 MPa. Sedangkan benda uji yang memiliki tegangan lentur terkecil dalam pengujian basah-kering adalah S8, dengan tegangan lentur sebesar 9.86 MPa.

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Lentur

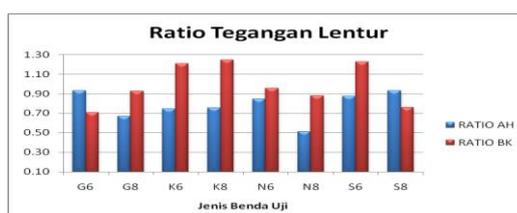
No	Kode	Normal	Kuat Kelas	Air-Hangat	Basah Kering	Rasio AH	Rasio BK
1	G6	18.01	KELAS 4	16.76	12.74	0.93	0.71
2	G8	15.34	KELAS 3	10.22	14.18	0.67	0.92
3	K6	10.47	KELAS 2	7.79	12.62	0.74	1.21
4	K8	8.76	KELAS 2	6.63	10.91	0.76	1.25
5	N6	15.07	KELAS 3	12.73	14.37	0.84	0.95
6	N8	20.76	KELAS 4	10.62	18.20	0.51	0.88
7	S6	13.95	KELAS 3	12.21	17.09	0.88	1.23
8	S8	12.76	KELAS 2	11.88	9.68	0.93	0.76

Pada **Gambar 1** dapat terlihat sifat dari masing-masing benda uji. Hampir semua benda uji mengalami penurunan lebih banyak setelah pengujian air-hangat dibanding pada pengujian basah-kering. Namun, benda uji G6 dan S8 mengalami penurunan kekuatan cukup banyak pada saat pengujian basah-kering.



Gambar 1. Perbandingan Tegangan Lentur

Selain membandingkan kekuatan lentur, SNI mensyaratkan bahwa hasil pengujian kekuatan lentur dengan kondisi air-hangat dan basah-kering dibandingkan dengan tegangan lentur normal. Perbandingan rasio antara pengujian air-hangat dan basah-kering dapat dilihat pada **Gambar 2**. Semua benda uji memiliki penurunan tidak lebih dari 30% pada pengujian basah-kering, tetapi pada pengujian air-hangat, ada dua benda uji yaitu G8 dan N8 yang mengalami penurunan kekuatan lebih dari 30%, sehingga tidak memenuhi syarat SNI 7705:2011.



Gambar 2. Rasio Tegangan Lentur

Setelah mendapatkan kuat lentur dari tiap benda uji, kemudian kekuatan lentur tersebut dianalisa beban yang dapat dipikul dengan asumsi *calcium silicate board* terpasang pada rangka berjarak 40 cm. hasil analisa dapat terlihat pada **Tabel 4**. Pada tabel tersebut bisa dilihat bahwa walaupun telah mengalami penurunan kekuatan, beban yang dapat dipikul oleh *calcium silicate board* masih diatas 200 kg/m², dimana angka tersebut masih sangat besar jika dibandingkan dengan prasyarat beban angin menurut PPIUG 1983 untuk beban angin diberi minimum beban 40 kg/m².

Tabel 4. Perhitungan Beban Pikul Calcium Silicate Board

No	Kode	Tebal (mm)	Beban Normal (kg/m ²)	Beban Air-Hangat (kg/m ²)	Beban Basah-kering (kg/m ²)
1	G6	6	540,30	502,71	382,06
2	G8	8	818,13	545,15	756,16
3	K6	6	314,10	233,58	378,66
4	K8	8	467,20	353,52	582,01
5	N6	6	452,10	381,92	431,01
6	N8	8	1107,20	566,38	970,75
7	S6	6	418,50	366,37	512,60
8	S8	8	680,53	633,43	516,28

4.2. Hasil Pengujian Ketahanan

Hasil pengujian ketahanan dari *calcium silicate board* terhadap panas-hujan dan air dapat terlihat seperti pada **Tabel 5**. Dalam pengujian panas-hujan, semua benda uji *calcium silicate board* tidak mengalami keretakan setelah 40 jam perlakuan. Hal ini membuktikan bahwa *calcium silicate board* ini memenuhi syarat SNI 7705:2011, dengan retakan dibawah 50 mm. Sedangkan pada pengujian ketahanan air, semua benda uji tidak mengalami rembesan, atau air menetes, walaupun benda uji memiliki pori yang dapat dimasuki air, sehingga dapat disimpulkan bahwa *calcium silicate board* merupakan material tahan air (*waterproof*) tetapi bukan material kedap air (*watertight*).

Tabel 5. Hasil Pengujian Ketahanan Calcium Silicate Board

No	Kode	Ketahanan Air	Panas-Hujan	Panjang Retak (mm)
1	G6	Tidak Menetes	Tidak Retak	---
2	G8	Tidak Menetes	Tidak Retak	---
3	K6	Tidak Menetes	Tidak Retak	---
4	K8	Tidak Menetes	Tidak Retak	---
5	N6	Tidak Menetes	Tidak Retak	---
6	N8	Tidak Menetes	Tidak Retak	---
7	S6	Tidak Menetes	Tidak Retak	---
8	S8	Tidak Menetes	Tidak Retak	---

4.3. Hasil Pengujian Densitas

Hasil pengujian densitas dari *calcium silicate board* dapat dilihat pada **tabel 6**, dimana rata-rata benda uji memiliki densitas 1.391 gr/cm³, dan semua benda uji tidak ada yang memiliki densitas dibawah 1 gr/cm³, hal ini menunjukkan bahwa *calcium silicate board* memenuhi syarat sni 7705:2011, untuk memiliki densitas minimum 0.8 gr/cm³.

Tabel 6. Hasil Pengujian Densitas *Calcium Silicate Board*

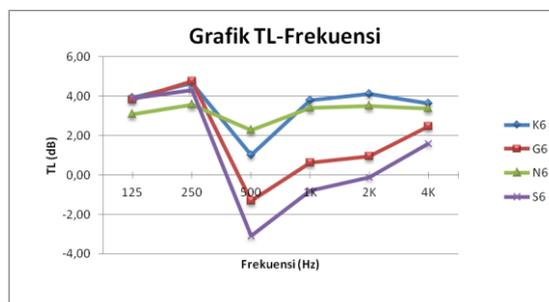
No	Tipe	Berat Kering (gr)	Berat Dalam Air (gr)	Berat Basah (gr)	ρ (Densitas) (gram/cm ³)
1	N6	148	83.8	203	1.242
2	G6	180	107.6	217	1.645
3	S6	127	72.5	172	1.276
4	K6	164	88.6	218	1.267
5	N8	227	124.7	288	1.390
6	G8	242	140.3	296	1.554
7	S8	238	137.2	305	1.418
8	K8	201	112.3	263	1.334

4.4. Hasil Pengujian Reduksi Bunyi

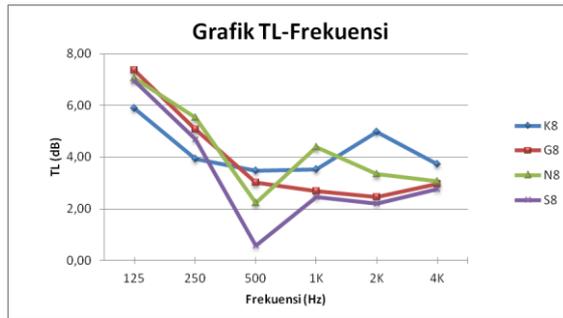
Hasil perhitungan pengujian reduksi bunyi dengan satuan desibel (dB) dapat dilihat pada **Tabel 7**. Pengujian bunyi dilakukan pada frekuensi 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz, dan 4 kHz. Sedangkan massa merupakan berat dari benda uji dalam satuan kg/m². Hasil reduksi bunyi dari *calcium silicate board* tebal 6 mm dapat dilihat pada **Gambar 3**, dan untuk *calcium silicate board* dengan tebal 8 mm pada **Gambar 4**. Untuk hasil pengujian reduksi bunyi, secara umum diketahui bahwa untuk kemampuan reduksi bunyi dari *calcium silicate board* tidak memenuhi syarat SNI 7705:2011, yaitu kemampuan reduksi bunyi tidak sampai 25 dB. Apabila diperingkat, hasil dari kedua variasi ketebalan *calcium silicate board* dapat diketahui bahwa benda uji terbaik dalam mereduksi bunyi adalah tipe “K”, kemudian tipe “N”, kemudian tipe “G”, dan terakhir tipe “S”. Untuk karakteristik dari benda uji juga dapat terlihat bahwa, *calcium silicate board* ini lemah dalam mereduksi suara pada frekuensi 500Hz.

Tabel 7. Hasil Pengujian Reduksi Bunyi *Calcium Silicate Board*

TL (dB)		Tipe Benda Uji							
		G6	K6	N6	S6	G8	K8	N8	S8
Massa	kg/m ²	9.56	8.54	7.78	7.28	12.78	10.64	11.89	12.77
Frekuensi (Hz)	125	3.83	3.93	3.09	3.89	7.36	5.89	7.06	6.96
	250	4.77	4.67	3.57	4.30	5.07	3.93	5.53	4.70
	500	-1.29	1.01	2.27	-3.09	3.01	3.47	2.24	0.57
	1k	0.63	3.79	3.39	-0.81	2.69	3.53	4.39	2.46
	2k	0.95	4.11	3.51	-0.12	2.45	4.98	3.35	2.21
	4k	2.47	3.64	3.37	1.61	2.97	3.74	3.07	2.77



Gambar 3. Grafik TL-Frekuensi *Calcium Silicate* 6 mm

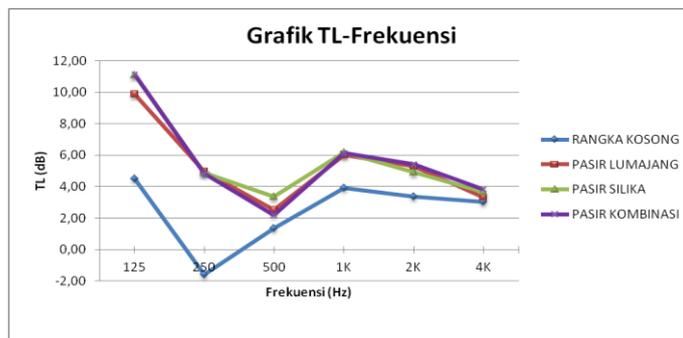


Gambar 4. Grafik TL-Frekuensi Calcium Silicate 8 mm

Hasil pengujian kemampuan reduksi bunyi dari *calcium silicate board* dengan rangka dan material pengisi dapat dilihat pada **Tabel 8**. Pada pengujian ini digunakan material pengisi pasir lumajang dengan berat volume 1.36 gr/cm^3 , pasir silika dengan berat volume 1.52 gr/cm^3 dengan variasi 100% pasir lumajang, 100% pasir silika, dan kombinasi dari 50% pasir lumajang dengan 50% pasir silika. Analisa kemampuan reduksi bunyi material pengisi dapat terlihat pada **Gambar 5**, dimana kenaikan kemampuan reduksi bunyi terbesar terjadi pada frekuensi 250 Hz, dengan kenaikan sekitar 400%, sedangkan kenaikan terkecil terjadi pada frekuensi 4 kHz, dengan kenaikan kemampuan reduksi bunyi hanya 10-20%.

Tabel 8. Hasil Pengujian Reduksi Bunyi Material Pengisi

		TL (dB)				Kenaikan (%)		
		RK	100PL	100PS	50PL50PS	100PL	100PS	50PL50PS
Massa	kg/m ²	25.42	62.35	65.94	64.15	---	---	---
Frekuensi (Hz)	125	4.49	9.89	11.09	11.13	120.22	146.93	147.68
	250	-1.60	4.97	4.87	4.83	410.33	404.08	402.00
	500	1.34	2.51	3.37	2.17	87.15	151.89	62.25
	1k	3.93	5.99	6.16	6.13	52.62	56.86	56.02
	2k	3.38	5.31	4.91	5.41	57.20	45.36	60.15
	4k	3.01	3.31	3.67	3.81	9.97	22.16	26.60



Gambar 5. Grafik TL-Frekuensi Calcium Silicate Board dengan Material Pengisi

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisa hasil, penelitian tentang pengujian *calcium silicate board* terhadap kekuatan, ketahanan, dan kemampuan mereduksi bunyi, dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu :

1. Secara umum kekuatan *calcium silicate board* tergolong kelas 2 dan kelas 3, pada pengujian basah-kering semua benda uji memenuhi syarat SNI 7705:2011 dengan rasio diatas 0.7, sedangkan pada pengujian air-hangat, terdapat 2 benda uji yang memiliki rasio dibawah 0.7 dan tidak memenuhi syarat SNI 7705:2011 .
2. Walaupun telah mengalami penurunan kekuatan, tetapi *calcium silicate board* masih memiliki beban pikul lebih dari 200 kg/m², dimana sudah lebih besar dari beban air menurut PPIUG 1983.
3. Secara ketahanan semua benda uji *calcium silicate board* memenuhi syarat dengan tidak timbul retakan pada pengujian panas-hujan dan tidak merembes pada pengujian ketahanan-air.
4. Pada pengujian reduksi bunyi semua *calcium silicate board* tidak memenuhi syarat untuk reduksi bunyi minimal 25 dB, bila diperingkat, benda uji terbaik dalam mereduksi bunyi adalah tipe K.kemudian N, diikuti G dan terakhir S.
5. Material pengisi dapat meningkatkan kemampuan reduksi bunyi terbaik pada frekuensi 250 Hz, dengan kenaikan sekitar 400%, dan kenaikan terkecil pada frekuensi 4 kHz, yaitu sekitar 10-20%.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan pengenalan produk *calcium silicate board* ini untuk penggunaan yang lebih luas, khususnya untuk penggunaan sebagai material eksterior bangunan, sebab dari segi kekuatan dan ketahanan, *calcium silicate board* ini telah memenuhi syarat yang ditentukan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan kemampuan reduksi bunyi *calcium silicate board* dengan lebih banyak jenis material pengisi yang diuji serta lebih banyak variabel dari masing-masing jenis material pengisi.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2006). SNI 03-1027-2006. *Lembaran Serat Krisotil Semen Rata*, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). SNI 7705:2011. *Lembaran Rata Kalsium Silikat*, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. (1983). *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Bangunan Gedung (PPIUG)*, Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.