

UJI KUAT TEKAN MORTAR DENGAN MENAMBAHKAN PCM LILIN LEBAH – GETAH DAMAR

TEST THE STRENGTH OF THE MORTAR BY ADDING BEESWAX PCM – SUB DAMAR

Rafli Azizi¹⁾, Meilandy Purwandito²⁾, wan alamsyah³⁾

Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Samudra, Meurandeh – Langsa 24416, Aceh

email: rafliazizi@gmail.com¹⁾ meilandy@unsam.ac.id²⁾ [wanalamsyah](mailto:wanalamsyah@gmail.com)³⁾

Abstrak

Mortar adalah campuran antara agregat halus (pasir), air dan bahan perekat. Mortar sebagai bahan perekat untuk konstruksi struktural digunakan untuk pasangan batu pecah pada pondasi, mortar untuk konstruksi non struktural digunakan pada pasangan bata sebagai bahan pengisi dinding. Kuat tekan mortar dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kepadatan, umur mortar, jenis bahan ikat dan sifat agregat. Kualitas mortar sangat perlu ditingkatkan, maka untuk dapat meningkatkan kualitas mortar tersebut pada bahan penyusun mortar dapat diberikan bahan alternatif lain yang mampu menghasilkan sifat fisik dan mekanik yang lebih baik. Penelitian ini dengan menggunakan sampel benda uji berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm dengan variasi PCM lilin lebah – getah damar 5 %, 10%, dan 15 %. Mutu mortar yang di rencanakan $f_c' = > 7$ Mpa. Hasil Pengujian menunjukkan Kuat tekan mortar meningkat seiring dengan bertambahnya umur beton, namun kuat tekan beton justru menurun dengan penambahan persentase PCM kedalam mortar. Yang mana kuat tekan mortar rata-rata tanpa penambahan PCM menggunakan perbandingan 1:2 14,63Mpa, perbandingan 1:3 12,13 Mpa dan perbandingan 1:4 10,47 MPa dengan penambahan PCM 5% menggunakan perbandingan 1:2 menjadi 12,90 Mpa, perbandingan 1:3 10,77MPa dan perbandingan 1:4 9,03MPa pada penambahan PCM 10 % menggunakan perbandingan 1:2 menjadi 10,87Mpa, perbandingan 1:3 9,47MPa dan perbandingan 1:4 7,43MPa dan dengan penambahan PCM 15% dengan menggunakan perbandingan 1:2 menjadi 9,37Mpa perbandingan 1:3 7,70MPa dan perbandingan 1:4 5,60 MPa

Kata Kunci: Mortar, PCM, dan Kuat tekan

Abstract

Mortar is a mixture of fine aggregate (sand), water and adhesive. Mortar as an adhesive for structural construction is used for masonry masonry in foundations, mortar for non-structural construction is used in masonry as wall filler. The compressive strength of mortar is influenced by several factors, namely density, age of mortar, type of binding material and properties of aggregates. better. This study used a sample of 5 cm x 5 cm x 5 cm specimens with variations in PCM of beeswax – resin resin 5%, 10%, and 15%. The planned mortar quality is $f_c' = > 7$ Mpa. The test results show that the compressive strength of the mortar increases with the age of the concrete, but the compressive strength of the concrete decreases with the addition of the percentage of PCM into the mortar. Which is the average compressive strength of mortar without the addition of PCM using a ratio of 1:2 14.63Mpa, a ratio of 1:3 12.13 MPa and a ratio of 1:4 10.47 MPa with the addition of 5% PCM using a ratio of 1:2 to 12, 90 Mpa, ratio 1:3 10.77MPa and ratio 1:4 9.03MPa in the addition of 10 % PCM using a ratio of 1:2 to 10.87Mpa, ratio 1:3 9.47MPa and ratio 1:4 7.43MPa and with the addition of 15% PCM by using a ratio of 1:2 to 9.37Mpa a ratio of 1:3 7.70MPa and a ratio of 1:4 5.60 Mpa

Keywords: Mortar, PCM, and compressive strength.

1. Latar Belakang

Mortar adalah campuran antara agregat halus (pasir), air dan bahan perekat. Mortar sebagai bahan perekat untuk konstruksi struktural digunakan untuk pasangan batu pecah pada pondasi, mortar untuk konstruksi non struktural digunakan pada pasangan bata sebagai bahan pengisi dinding. Kuat tekan mortar dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kepadatan, umur mortar, jenis bahan ikat dan sifat agregat (SNI 03-6225-2002) Kualitas mortar sangat perlu ditingkatkan, maka untuk dapat meningkatkan kualitas mortar tersebut pada bahan penyusun mortar dapat diberikan bahan alternatif lain yang mampu menghasilkan sifat fisik dan mekanik yang lebih baik. Maupun untuk mengurangi berat mortar untuk memudahkan saat pengerjaan dan pada akhirnya dapat mengurangi bobot bangunan. Maka dari itu diperlukan penelitian untuk dapat menghasilkan mortar yang memiliki kuat tekan yang baik namun memiliki bobot yang ringan.

Permasalahan apabila ditambahkan *Phase Change Material* (PCM) apakah kuat tekan mortar berkurang atau bertambah dari mortar normal dengan persentase penambahan PCM 5% 10% dan 115%.

Alasan dipilihnya *Phase Change Material* (PCM) karena (PCM) atau sering disebut sebagai bahan-bahan penyimpan panas laten adalah bahan yang mempunyai kemampuan untuk menyimpan energi panas yang sangat tinggi dalam jangka waktu yang cukup lama. Lilin lebah adalah salah satu PCM penyerap panas baik karena memiliki kandungan alkana CH-(CH₂)-CH₃ dan kandungan terserbut sangat baik menyerap panas dan getah damar salah satu PCM yang berasal dari tumbuhan yang bisa menyerap panas karena ada kandungan alkana dan Zn(NO₃)₂.6H₂O kandungan ini sangat kuat menahan panas dan titik leleh nya adalah 36.1°C. *PCM lilin lebah dan getah damar termasuk kedalam PCM organik, PCM organik yang paling mudah diperoleh untuk dimanfaatkan pada aplikasi bahan bangunan.*

Kuat tekan Mortar dan berat mortar dapat di hitung dengan persamaan berikut :

$$f_c = \frac{P}{A}$$

(1)

$$\text{Berat mortar (Wmj)} = \frac{\text{Berat Benda Uji (W bu)}}{\text{Volume Benda Uji (v bu)}}$$

(2)

Keterangan :

f_c = tegangan tekan beton, (Mpa atau N/mm²)

P_{maks} = besar beban tekan, (N)

A = luas penampang beton, (mm²)

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir ini adalah kajian eksperimen di Laboratorium Fakultas Teknik Sipil Universitas Samudra. Dalam penelitian ini metode penelitian akan dijabarkan dengan setiap langkah-langkah penelitian. Tahap penelitian ini akan dimulai dengan persiapan peralatan dan bahan, pemeriksaan material, perencanaan campuran (SNI 6882-2014) spesifikasi mortar untuk pekerjaan unit pasangan mutu yang digunakan adalah >7 mpa, perawatan benda uji, dan pengujian kuat tekan.

Rancangan campuran PCM sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dan Pengujian dilakukan setelah 28 hari perendaman. Masing-masing campuran dibuat 6 jenis benda uji. Adapun tahapan pelaksanaan penelitian yang meliputi perumusan masalah, tinjauan pustaka, persiapan dan pemeriksaan bahan, mutu rencana mortar $f'c = 7\text{MPa}$, pembuatan benda uji, Perawatan pengujian kuat tekan, analisa data hasil pengujian. Masing-masing persentase penambahan PCM dibuat sebanyak 6 buah dan hasilnya dirataratakan.

Menguji kuat tekan Mortar adalah suatu tujuan memperoleh nilai kuat tekan dengan prosedur yang benar dengan pengertian kuat tekan Mortar, untuk mengukur uji kuat tekan mortar tanpa PCM dan menggunakan PCM.

3. Hasil dan Pembahasan

Menyajikan tentang pengolahan data dari hasil penelitian yang meliputi pengujian sifat fisik dan mekanik Mortar.

3.1 Hasil pengujian analisa Pasir .

Pengujian analisa saringan dilakukan dilabolatorium universitas samudra, hasil yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Uraian	Sample
Pasir jenuh kering muka (B_1)	500,0 gram
Pasir kering setelah dioven (B_2)	494,5 gram
Berat Piknometer + Air (B)	820,0 gram
Berat Piknometer + Benda Uji + Air (25°C) (B_t)	1126,0 gram
Kandungan air ($B_1 - B_2$)	5,5 gram
kadar air ($\frac{B_1 - B_2}{B_2} \times 100\%$)	1,112 %
Berat Pasir + Pan	500,0 gram

Tabel 2. Hasil Pengujian Berat Satuan Agregat Halus

Uraian	Sample
Berat bejana kosong (B_1)	337,0 Gram
Diameter (d)	20 cm
Tinggi (h)	5 cm
Berat bejana + pasir (B_2)	2200 Gram
Volume bejana (v)	1.57ltr
Berat satuan = $\frac{B_1 - B_2}{v}$	1186,624 gr/ltr

Tabel 3. Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Uraian	Sample
Tinggi pasir (v_1)	375ml
Tinggi lumpur (v_2)	25ml
Kadar lumpur $\frac{v_2}{v_1-v} \times 100\%$	0.063%

Tabel 4. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus

No	Saringan	Tertahan Saringan (Gram)	Jumlah Tertahan (Gram)	Persen Komulatif	
				Tertahan %	Lewat %
1	3/8 (9,52)	0	0	0	100
2	4 (4,75)	22	22	1,15	98,85
3	8 (2,36)	100	122	6,38	93,62
4	16 (1,10)	147	269	14,06	85,94
5	30 (0,50)	500	769	40,21	59,79
6	50 (0,27)	820	1589	83,1	16,9
7	100 (0,148)	250	1839	96,18	3,82
8	Pan	73	1912	100	0
Jumlah		1912			

Tabel 5. Hasil Pengujian Dan Perhitungan Agregat Halus

No.	Uraian	Berat(gr)	Persen(%)
11	Berat Jenis Curah $\frac{B_k}{B+500-B_t}$	2,55	-
22	Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh $\frac{500}{B+500-B_t}$	2,58	-
33	Berat Jenis Semu $\frac{B_k}{B+B_k-B_t}$	2,62	-
44	Penyerapan (Absorpsi) %	$\frac{B_k}{B+500-B_t} \times 100$	1,112%

Dari hasil pengujian berat jenis agregat halus, didapat berat jenis SSD sebesar 2,55 gram dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal. Batas nilai yang diijinkan agregat halus normal yaitu 2,0 – 2,6 (Troxell : 1968). Sedangkan penyerapan air (*absorpsi*) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 1,12 %. Angka *absorpsi* tersebut menunjukkan bahwa kemampuan agregat halus dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai kering permukaan jenuh. Nilai *absorpsi* sesuai dengan syarat (Troxell : 1968) yaitu 0 – 2 % untuk agregat halus.

3.2 Hasil Berat mortar

tabel 5. Berat mortar

Hasil berat jenis mortar 1:2			
PCM	berat benda uji (Kg)	berat volume (Kg/M ³)	berat volume rata rata (Kg/M ³)
0%	0,248	1984	2004
	0,252	2016	
	0,251	2008	
	0,252	2016	
	0,249	1992	
	0,251	2008	
5%	0,251	2008	2001
	0,25	2000	
	0,251	2008	
	0,253	2024	
	0,249	1992	
	0,247	1976	
10%	0,255	2040	2011
	0,252	2016	
	0,251	2008	
	0,247	1976	
	0,256	2048	
	0,247	1976	
15%	0,259	2072	2039
	0,255	2040	
	0,252	2016	
	0,253	2024	
	0,257	2056	
	0,253	2024	

Tabel 6. Berat mortar

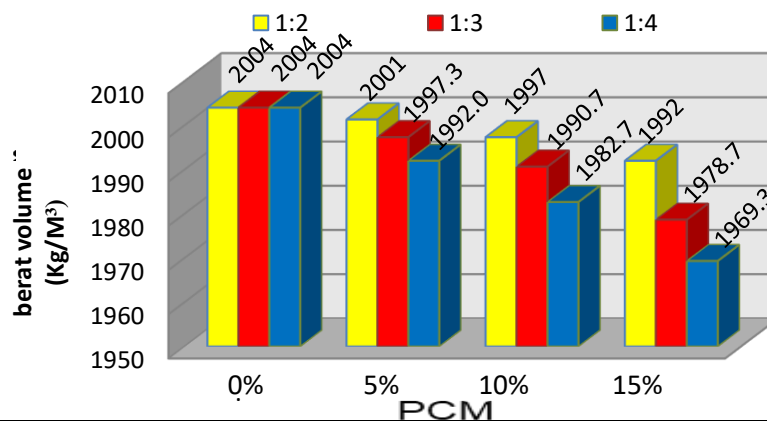
Hasil berat jenis mortar 1:3			
PCM	berat benda uji (Kg)	berat volume (Kg/M ³)	berat volume rata rata (Kg/M ³)
0%	0,250	2000	2006,7
	0,252	2016	
	0,251	2008	
	0,252	2016	
	0,249	1992	
	0,251	2008	
5%	0,254	2032	2029,3
	0,254	2032	
	0,249	1992	
	0,255	2040	
	0,255	2040	
	0,255	2040	
10%	0,262	2096	2045,3
	0,248	1984	
	0,256	2048	
	0,255	2040	
	0,256	2048	
	0,257	2056	
15%	0,259	2072	2062,7
	0,260	2080	
	0,260	2080	
	0,258	2064	
	0,255	2040	
	0,255	2040	

Tabel 7 . Berat mortar

Hasil berat jenis mortar 1:4			
PCM	Berat benda uji (Kg)	Berat volume (Kg/M ³)	berat volume rata rata (Kg/M ³)
0%	0,250	2000	2004,0
	0,252	2016	
	0,249	1992	
	0,252	2016	
	0,249	1992	
	0,251	2008	
5%	0,254	2032	2046,7
	0,254	2032	
	0,258	2064	
	0,255	2040	
	0,259	2072	
	0,255	2040	
10%	0,262	2096	2060,0
	0,256	2048	
	0,256	2048	
	0,258	2064	
	0,256	2048	
	0,257	2056	
15%	0,259	2072	2070,7
	0,260	2080	
	0,260	2080	
	0,258	2064	
	0,257	2056	
	0,259	2072	

Dari data data diatas semakin banyak penambahan PCM maka berat nya akan berkurang selanjutnya akan dijelaskan dilihat dari Tabel grafik .

Grafik Berat Volume



3.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian Kuat Tekan Mortar dilakukan di Laboratorium Teknik sipil universitas . Pengujian kuat tekan 7, 14, 21, dan 28 hari untuk Mortar berbasis PCM Lilin lebah telah berhasil dilakukan.

Hasil pengujian selanjutnya di kategorikan dalam pengujian 0%, 5%, 10% dan 15 % di sajikan dalam bentuk tabel. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel-tabel berikut :

Uji kuat tekan mortar PCM lilin lebah 1:2

Umur (hari)	PCM (%)	Gaya tekan (N)	f _c (MPa)	f _c Rata-rata (MPa)
0	0	37000	14,80	14,63
		36000	14,40	
		36500	14,60	
		37000	14,80	
		36000	14,40	
		37000	14,80	
5	5	33000	13,20	12,90
		32000	12,80	
		33000	13,20	
		32000	12,80	
		31000	12,40	
		32500	13,00	
28	10	28000	11,20	10,87
		27000	10,80	
		27000	10,80	
		26000	10,40	
		28000	11,20	
		27000	10,80	
15	15	23000	9,20	9,37
		24000	9,60	
		23500	9,40	
		23000	9,20	
		24000	9,60	
		23000	9,20	

Tabel 8. Hasil kuat tekan

uji kuat tekan mortar PCM lilin lebah 1:3

Umur (hari)	PCM (%)	Gaya tekan (N)	f _c (MPa)	f _c Rata-rata (MPa)
0	0	30000	12,00	12,13
		30000	12,00	
		30000	12,00	
		31000	12,40	
		30000	12,00	
		31000	12,40	
5	5	26500	10,60	10,77
		27500	11,00	
		27000	10,80	
		26500	10,60	
		27000	10,80	
		27000	10,80	
28	10	23000	9,20	9,47
		23500	9,40	
		24000	9,60	
		23500	9,40	
		24000	9,60	
		24000	9,60	
15	15	20000	8,00	7,70
		19000	7,60	
		19000	7,60	
		18000	7,20	
		19500	7,80	
		20000	8,00	

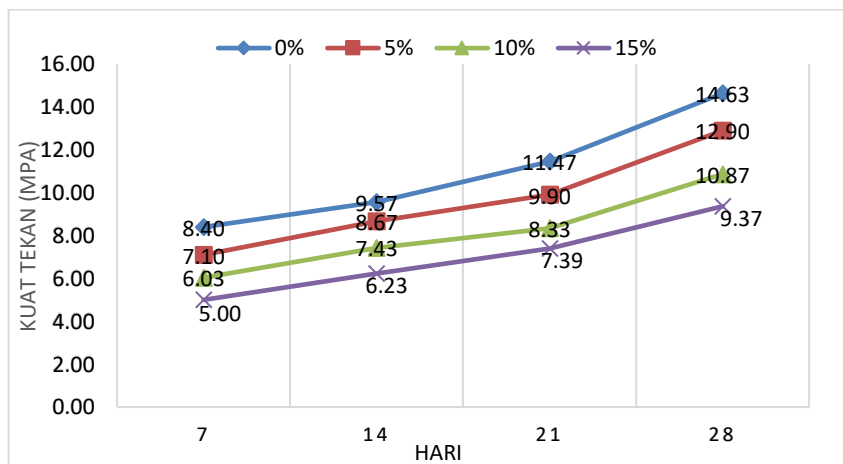
Tabel 9. Hasil kuat tekan

Table 10. Hasil kuat tekan
uji kuat tekan mortar PCM lilin lebah 1:4

Umur (hari)	PCM (%)	Gaya tekan (N)	f'c (MPa)	f'c Rata-rata (MPa)
28	0	27000	10,80	10,47
		26000	10,40	
		25000	10,00	
		26000	10,40	
		27000	10,80	
		26000	10,40	
	5	21000	8,40	9,03
		23000	9,20	
		23000	9,20	
		22000	8,80	
		23500	9,40	
		23000	9,20	
10	19000	7,60	7,43	
	20000	8,00		
	19000	7,60		
	18000	7,20		
	17500	7,00		
	18000	7,20		
15	14000	5,60	5,60	
	14000	5,60		
	14500	5,80		
	14000	5,60		
	13500	5,40		
	14000	5,60		

Dari data yang didapat peningkatan kuat tekan terjadi seiring bertambahnya umur mortar yang selanjutnya dapat dijelaskan dan dilihat pada grafik berikut :

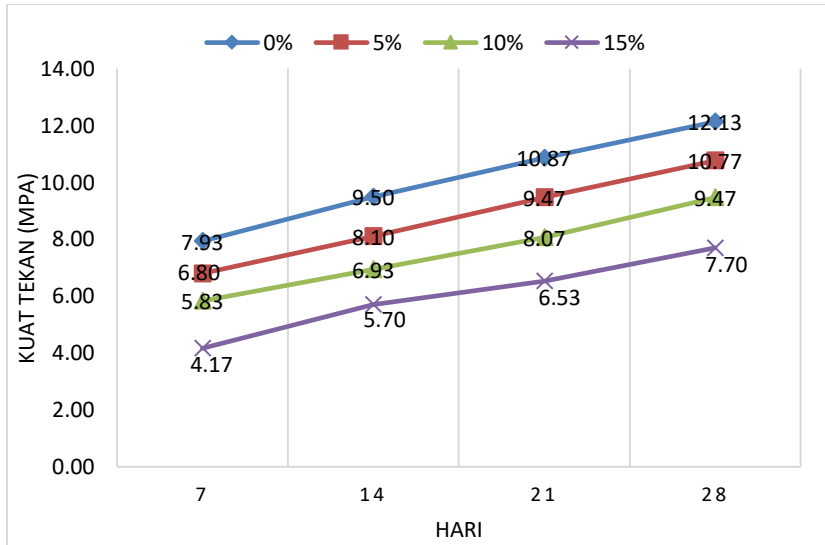
Grafik kuat tekan 1:2



Gambar 1 Grafik Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Mortar (Hasil Pengujian)

Dari data yang didapat peningkatan kuat tekan terjadi seiring bertambahnya umur mortar yang selanjutnya dapat dijelaskan dan dilihat pada grafik berikut :

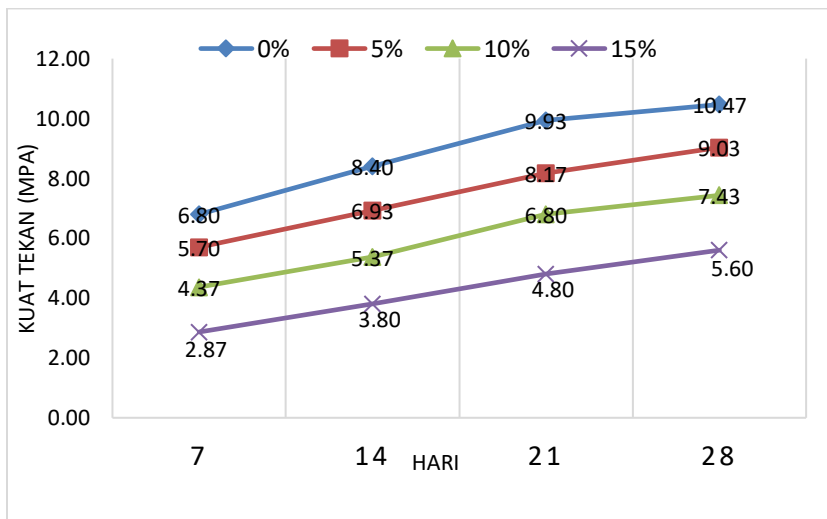
Grafik kuat tekan 1:3



Gambar 2. Grafik Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Mortar (Hasil Pengujian)

Dari data yang didapat peningkatan kuat tekan terjadi seiring bertambahnya umur mortar yang selanjutnya dapat dijelaskan dan dilihat pada grafik berikut :

Grafik kuat tekan 1:4



Gambar 3 Grafik Hubungan Kuat Tekan Terhadap Umur Mortar (Hasil Pengujian)

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Bentuk fisik pada mortar dengan PCM tidak mengalami perubahan, mortar dengan PCM hanya mengalami perbedaan berat dengan mortar normal mortar dengan PCM lebih ringan dibandingkan mortar biasa. Kuat tekan mortar pada perbandingan 1:2 menurun pada penambahan persentase PCM. Yang mana kuat tekan rata-rata tanpa penambahan PCM ialah sebesar 14,63 MPa, pada penambahan PCM 5% menjadi 12,90 MPa, begitu juga dengan penambahan PCM 10% menjadi 10,87 MPa dan 15% menjadi 9,37 MPa. Kuat tekan mortar pada perbandingan 1:3 menurun pada penambahan persentase PCM. Yang mana kuat tekan rata-rata tanpa penambahan PCM ialah sebesar 12,13 MPa, pada penambahan PCM 5% menjadi 10,77 MPa, begitu juga dengan penambahan PCM 10% menjadi 9,47 MPa dan 15% menjadi 7,70 MPa. Kuat tekan mortar pada perbandingan 1:4 menurun pada penambahan persentase PCM. Yang mana kuat tekan rata-rata tanpa penambahan PCM ialah sebesar 10,47 MPa, pada penambahan PCM 5% menjadi 9,03 MPa, begitu juga dengan penambahan PCM 10% menjadi 7,43 MPa dan 15% menjadi 5,60 MPa. Dari kuat tekan rencana 7 MPa hampir keseluruhan perbandingan 1:2, 1:3, dan 1:4 dengan penambahan PCM mencapai kuat tekan rencana ada pun yang tidak mencapai kuat tekan rencana hanya pada perbandingan 1:4 dengan penambahan PCM 15% yang tidak mencapai kuat tekan rencana dan hanya mencapai kuat tekan 5,60 MPa.

4.2 Saran

Dengan adanya penurunan mutu mortar diharapkan kedepannya dapat dicari alternatif lain pada metode pencampuran mortar berPCM agar dapat meminimalisir penurunan mutu mortar akibat penambahan PCM. Agar nanti kedepannya ada yang meneliti tentang dengan pengujian kuat lentur dan test sengkron Dengan persentase yang kami lakukan kedepannya agar ada yang meneliti dengan persentase yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, 2004, *Standar Nasional Indonesia Semen Portland Komposit* (SNI 15-7064-2004).
- Hawes DW, Banu D, Feldman D. *Stability Of Phase Change Material At Concrete*. Sol Energy Mater Sol Cell 2007; 27 (2): 103–18 .
- Hamdani, S. Rizal, M. Riza, and T. M. . Mahlia, "Mechanical Properties of Concrete Containing Dammar Beeswax as Phase Changing Materials for Thermal Energy Storage," *AIMS Energy*, vol. 6, no. 3, pp. 521–529, 2018.
- Luisa F. Cabeza, Cecilia Castello'n, Miquel Nogue´s, and Marc Medrano, "Use Of Microenkapsulation Pcm On Concrete Walls For Energy Saving". received in the form of a revision March 21, 2006;
- M. Hunger, Dkk , 2009, *The behavior of self-compacting concrete containing micro-encapsulated Phase Change Materials*, Faculty of Engineering Technology, University of Twente, AE, Enschede, Netherlands.
- Mulyono, T, *Teknologi Beton*, Second Edition, Yogyakarta: Andi Offset, 2003.
- M. Lim and D. Choi, "Physical and Thermal Properties of Lightweight PCM Concrete," *Int. J. Appl. Eng. Res.*, vol. 12, no. 11, pp. 2738–2744, 2017.
- P. Bamonte, A. Caverzan, N. Kalaba, and M. Tornaghi, "Lightweight Concrete Contains Phase Change Material (PCM): A Numerical Investigation On The Thermal Behavior Of The Panel Cladding," *Buildings*, vol. 7, no. 35, 2017.
- Xiangyu Li, Dkk, 2015, *Integration of form-stable paraffin/nanosilica phase change material of Civil Engineering*, Monash University, Clayton, Victoria, Australia *composites into vacuum insulation panels for thermal energy storage*, Department
- Zhang D, Li Z, Zhou J, Wu K. *Development Of Thermal Energy Storage Concrete*. Cem Concr Res 2004; 34: 927-34 .
- Standar Nasional Indonesia, Metode pengujian kekuatan tekan mortar semenportland untuk pekerjaan sipil (SNI 03-6825-2002)
- Standar Nasional Indonesia, Spesifikasi mortar untuk pekerjaan unit pasangan (SNI 6882:2014)