

KAJIAN PENGARUH ADMIXTURE PADA PAPAN SEMEN BERSERAT BERBUSA RINGAN

Pratikto^{1,*}, Anni Susilowati¹, Eko Wiyono¹

¹Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta
Jl. Prof. Dr. GA Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16425
^{*}Email : pratikto@sipil.pnj.ac.id

Abstract

Foam mortar can be used as an alternative to cement board mixtures in ceiling or ceiling construction. The purpose of this study was to obtain the physical and mechanical properties of lightweight foamed cement board, to analyze the effect of admixture on bending strength, and to determine the optimum admixture for lightweight foamed cement board. The study used an experimental method by molding cement board test objects. The independent variable for the composition of the mixture with a ratio of 1 Cement: 1.2 Sand: 0.47 w/c ratio, with a mortar ratio of 0.45: 0.55; 31% glass fiber and 1:30 foam agent as well as 6 different admixture variations, namely 0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8 and 1.0%. The dependent variables are density, specific gravity, strength of nailed, and bending strength. The results showed that the higher the admixture content, the workability. Density and specific gravity are decreasing. Meanwhile, the strength of the cement board is nailed, it does not break, there are no surface cracks, and the nails are easy to pull out. Bending strength was increasing and the optimum at 0.8% admixture variation was 60.44 kg/cm². For the long term, the composition of this foam mortar mixture can be used as a ceiling.

Kata kunci : admixture, foam agent, foam mortar, ceiling

PENDAHULUAN

Plafon yang berfungsi sebagai penutup bagian atas ruangan merupakan bagian penting dari proses konstruksi. Karena dimaksudkan untuk memudahkan pemasangan dan perawatan, plafon yang terbuat dari papan semen harus ringan. Penggabungan serat dalam material komposit dapat meningkatkan kekuatan lentur hingga 24,2 MPa, menurut penelitian. (Lukmanova *et al*, 2019). Temuan studi tentang serat kaca pada beton menunjukkan bahwa tingkat pengerjaannya sulit dan perlu menggunakan admixture untuk mempermudah proses pencampuran

beton (Sharma *et al*, 2019). Jika menggunakan semen portland untuk papan kayu fiber semen (WFC), membutuhkan waktu yang lama untuk mengeras dan sulit untuk dipadatkan. Rasio air-semen pasta WFC ditemukan 1:1.3, sedangkan rasio kayu-semen adalah 1: 1. Faktor air-semen, yang mempengaruhi produksi papan semen serat kayu, memiliki besaran 1: 1. Bekerja akan menjadi lebih menantang jika rasio yang digunakan adalah 1:1,3 (Han *et al*, 2017).

Papan semen dengan perbandingan serat/semen 5:95, 15:85, dan 25:75 dengan tekanan 0,

1.4, 2.4, 4.2, 5.5, 6.9, dan 8.3 MPa. Dengan bertambahnya jumlah kertas bekas di papan, hasil uji kuat lentur dan modulus keruntuhan turun. Kandungan serat dan tingkat tekanan optimal masing-masing adalah 5 % dan 6,9 MPa. Dalam keadaan ideal, papan semen yang telah diuji memenuhi persyaratan kuat lentur papan semen Grade 2 menurut ASTM C 1186 (Rashid, 2019).

Dampak agen busa pada kekuatan tekan berkurang. Rata-rata kuat tekan yang dihasilkan dengan penambahan busa 0 %; 20 %; 40 %; 60 % dan 80 % menghasilkan kuat tekan rata-rata masing-masing sebesar 21,68 MPa; 7,92 MPa; 4,53 MPa; 0,75 MPa; dan 0,38 MPa (Karimah, 2017). Persentase *fly ash* yang ditambahkan pada berat pasir adalah 0 persen, 15 %, 30 %, 45 %, dan 60 %. Berdasarkan perbandingan 1 bahan busa : 40 air, maka persentase penambahan volume busa terhadap volume beton adalah 20 %, 30 %, dan 40 %. Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa masuknya *fly ash* dan *foam* berpengaruh signifikan terhadap densitas dan kuat tekan beton ringan, serta berpengaruh sedang.

Penggunaan bata ringan yang dipadukan dengan teknologi busa diproyeksikan dapat menurunkan beban mati struktur. Ada banyak cara untuk membuat bata ringan, termasuk menggunakan kerikil ringan seperti pasir hisap dan gelembung gas (udara) dalam campuran mortar (Darwis *et al*, 2019). Beton dengan kandungan *foam agent* 0,6 L/m³, menggunakan pasir kuarsa 4,02 MPa, kuat tarik belah dengan kandungan *foam agent* 0,6

L/m³, menggunakan pasir woro 0,34 MPa, dan balok beton lentur kuat dengan kandungan *foam agent* sebesar 0,6 L/m³, menggunakan pasir Woro 0,738 MPa, memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi (Murtono, 2015). Porsi semen yang lebih tinggi meningkatkan sifat fisik dan mekanik papan ikat semen. Nilai kuat lentur rata-rata papan semen adalah 48,26 kg/cm². Nilai ini menunjukkan penambahan kekuatan lentur papan sebesar 31 % dan dengan rata-rata kepadatan papan semen 1,01 (Sulastiningsih, 2008).

Karena pembuatan papan semen tidak sulit, dapat dilakukan dengan tangan atau mesin. Dengan cara mendorong pada papan semen yang telah dicetak dengan multipleks dan klem, pendekatan manual dapat digunakan (Wiyono dan Susilowati, 2011). Dengan masuknya cacahan limbah botol air mineral maka kuat lentur papan semen tidak melebihi taraf yang dipersyaratkan yaitu 100 kg/cm² (Anggraini *et al*, 2019). Hasil analisis sabut kelapa menunjukkan bahwa semakin banyak sabut kelapa yang dimanfaatkan, semakin rendah densitas dan berat jenisnya, peningkatan pengembangan ketebalan, kadar air, dan penyerapan air, serta peningkatan kekuatan lentur hingga variasi kadar sabut kelapa 0,7. Papan partikel berdensitas rendah digunakan untuk plafon, peredam suara, dan fungsi ornamen pada bangunan umum, sedangkan papan semen berdensitas tinggi digunakan untuk pintu, lantai, insulasi, dan dinding eksterior dan interior (Saputra, 2014).

Papan semen harus memenuhi

spesifikasi kualitas tertentu. Tanpa menimbulkan retakan atau kesalahan lainnya, lembaran harus mudah dipotong, digergaji, dibor, dan diikat (Saputra, 2014). Kemampuan untuk dipaku dan ditarik adalah baik jika tidak lebih dari 20% dari pemakuan menimbulkan kesalahan atau retakan untuk setiap lembar berdasarkan jumlah tes yang dipaku. 100 kg/cm^2 adalah kekuatan lentur minimum tipikal. Papan semen densitas rendah, sedang, dan tinggi dengan nilai densitas $0,4 \text{ g/cm}^3$; $0,4$ hingga $0,84 \text{ g/cm}^3$ dan $0,84 \text{ g/cm}^3$ adalah persyaratan untuk kualitas fisik dan mekanik.

Kelebihan papan semen memiliki sifat tahan api, serta stabilitas internal yang kuat, sehingga biaya pemeliharaan rumah yang terbuat dari papan semen akan lebih murah. Papan semen adalah bahan yang ringan. Dalam aplikasi gedung bertingkat, hal ini dapat memangkas biaya transportasi dan pemasangan, serta beban konstruksi, yang menghasilkan pengurangan biaya struktural dan pondasi. Kekurangan lainnya adalah papan semen memiliki densitas yang tinggi sehingga menyulitkan pemotongan dan pemasangan (Husin dan Agustiningtyas, 2008).

Cairan busa adalah larutan surfaktan pekat yang perlu dilarutkan dalam air. Surfaktan adalah bahan kimia yang menempel pada permukaan antarmuka dan mengaktifkannya. Bahan busa 11 (merek dagang NAPTHA) digunakan sebagai bahan campuran papan semen berkualitas tinggi untuk campuran bata

dalam penelitian ini. 1 liter *foam agent* dicampur dengan 30 liter air bersih untuk digunakan. Fungsi *foaming agent* ini adalah untuk menjaga agar gelembung udara tidak terbentuk selama proses pencampuran, sehingga menghasilkan beton yang ringan. Bahan pembusa ini juga dapat digunakan sebagai bahan baku cair untuk membuat busa berkualitas tinggi untuk kombinasi bata ringan, serta dapat membantu mempercepat proses pengeringan dan pengerasan.

Pembuatan busa memerlukan tekanan udara dalam jumlah tertentu dan berfungsi untuk menggerakkan massa udara di setiap satuan luas. Pengaruh tekanan udara pada pencampuran bahan air dan busa adalah signifikan. Generator busa dan kompresor digunakan untuk membuat busa. Karena sifat busa yang lebih tinggi dari busa, semakin tinggi tekanan udara, semakin ringan busa yang dihasilkan, dan sebaliknya (PU-net, 2017).

Foam mortar terbuat dari semen, air, agregat halus, *admixtures*, dan cairan busa tertentu, dan bekerja dengan menjebak banyak gas atau gelembung udara dalam campuran semen, sehingga banyak pori-pori udara dalam beton (Hidayat, 2018). Cairan busa (*foam agent*) adalah bahan yang dibentuk dengan menjebak sejumlah besar gelembung gas dalam cairan atau padatan, terutama dalam bentuk bahan baku aktif permukaan dan protein nabati, dalam bentuk cairan yang dicampur dengan air dan diaduk dengan generator busa sampai menghasilkan busa.

Glass Fiber adalah bahan padat getas yang bening dan tembus cahaya (*translucent*). Serat kaca memiliki potensi untuk bertahan selama ratusan, bahkan ribuan tahun. Ungkapan "*fiberglass*" berasal dari serat kaca. Serat kaca dibuat dengan meregangkan kaca cair hingga diameter 0,005 mm - 0,01 mm. Kaca terdiri dari silikon dioksida (SiO_2), natrium oksida (Na_2O), kalsium oksida (CaO), dan komponen lainnya. Dimasukkannya bahan busa dalam mortar ini mengurangi berat mortar dan menyediakan banyak pori-pori untuk penyerapan air. Sementara penggunaan akselerator ini membantu mempercepat pengeringan/pengerasan mortar busa, selain itu juga berpengaruh pada volume mortar busa.

Berdasarkan referensi, hipotesis awal adalah bahwa penggunaan admixture pada mortar busa dapat mempermudah pekerjaan papan semen ini. Hal lainnya adalah prosentase serat yang digunakan pada nilai optimum, yaitu 31 % dan perbandingan mortar dan busa adalah 0,45 dan 0,55 dengan perbandingan bahan busa 1:30. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis dan mekanik papan semen berbusa ringan, mengetahui pengaruh admixture terhadap kuat lentur, dan mengetahui pengaruh admixture terhadap kuat lentur.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Uji Material Teknik Sipil Politeknik Negeri Jakarta. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini

adalah semen, pasir, *foam agent*, dan *admixture* dengan merek dagang Naptha. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dengan membuat benda uji papan semen berbusa ringan berupa papan semen 32×32 cm, kemudian dipotong-potong untuk menguji karakteristik papan semen tersebut. 1 Semen : 1,2 Pasir : 0,47 fas, dengan perbandingan mortar 0,45 : 0,55; 31 % *glass fiber*, dan *foam generator* dengan tekanan 4 bar untuk *foam* 1:30 dan menggunakan 6 variasi *admixture* 0.0; 0,2 ; 0,4 ; 0,6 ; 0.8 ; 1,0 % berat semen.

Variabel terikat terdiri dari berat jenis, berat jenis, penyerapan air, kemampuan memaku, dan kekuatan lentur. Setiap variabel memiliki 3 objek uji. Dengan 6 variasi jumlah benda uji adalah 90 dan dapat dilihat pada Tabel 1. Tahapan pembuatan benda uji papan semen berbusa ringan adalah sebagai berikut :

1. Setelah alat dan bahan disiapkan, maka dilakukan *trial mix* untuk mendapatkan campuran yang tepat dengan membuat campuran *foam agent* dengan air dengan perbandingan 1:30.
2. Memasukkan campuran air + *foam agent* ke dalam *sticky foam gun* yang sudah bersentuhan dengan kompresor (Gambar 1).
3. Mencampur mortar dengan busa yang telah dibuat dan diaduk menggunakan mixer sampai adonan tercampur rata.
4. Cetakan dilapisi minyak agar campuran papan semen mudah dikeluarkan.
5. Menuang adonan ke dalam cetakan

dan dilanjutkan dengan memasang lapisan *fiber glass* di atas mortar sebanyak 3 lapis. Papan semen diratakan dengan bantuan spatula dan ditutup dengan plastik dan multipleks (Gambar 2).

6. Menuang adonan ke dalam cetakan kubus berukuran 5×5×5 cm.
7. Setelah 7×24 jam papan semen

dikeluarkan dari cetakan dan dirawat dengan menempatkan papan semen di tempat yang bersih dan kering selama 14 atau 28 hari sebelum pengujian dan papan semen dipotong dengan ukuran yang ditentukan sesuai standar pengujian.

Tabel 1. Jumlah Benda Uji Untuk Variasi *Admixture* (%)

Jenis Pengujian	Jumlah Benda Uji Untuk Variasi <i>Admixture</i> (%)						Jumlah Total Benda Uji
	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	
Kerapatan	3	3	3	3	3	3	18
Berat Jenis	3	3	3	3	3	3	18
Penyerapan Air	3	3	3	3	3	3	18
Kemampuan Dipaku	3	3	3	3	3	3	18
Kuat Lentur	3	3	3	3	3	3	18
Jumlah	15	15	15	15	15	15	90



Gambar 1. *Foaming agent*



Gambar 2. Pembuatan benda uji

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian terhadap bahan-bahan yang digunakan untuk papan semen meliputi beberapa pengujian fisik dan mekanis

yang dimaksudkan untuk mengetahui mutu bahan yang digunakan. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan spesifikasi ataupun standar

yang menjadi acuan penelitian. Adapun agregat halus dan semen yang digunakan mempunyai nilai, seperti terlihat pada Tabel 2. Dari Tabel 2

terlihat bahwa berat jenis semen (3,07) berat jenis pasir (2,51) memiliki nilai yang masih memenuhi standar.

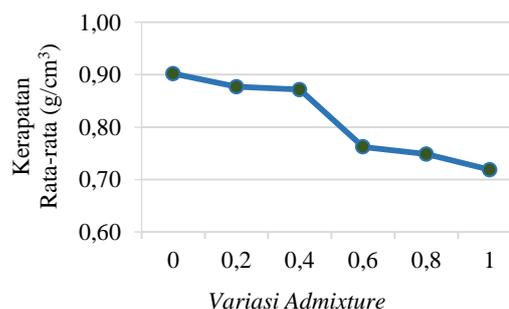
Tabel 2. Hasil Pengujian Agregat Halus dan Semen Portland

Pengujian	Hasil	Spesifikasi	
		Min	mak
Agregat Halus			
Berat Jenis	2.51	2.5	-
Penyerapan Air	0,88%	-	3
Berat Isi Lepas	1211,67kg/m ³	-	-
Berat Isi Lepas	1448,15kg/m ³	-	-
Fine Modulus	2,45	Zone 1	-
Kadar Lumpur	0,48%	-	-
Semen			
Berat Jenis	3,07	-	-
Berat Isi Lepas	1150,33kg/m ³	-	-
Berat Isi Padat	1225,41kg/m ³	-	-

a. Kerapatan

Penambahan variasi admixture berpengaruh kuat terhadap nilai densitas papan. Nilai *R square* sebesar 0,914 yang berarti bahwa penambahan variasi admixture berpengaruh sebesar 91,4 % terhadap nilai kepadatan papan. Nilai signifikansi yang dihasilkan adalah $0,003 < 0,05$ yang berarti bahwa variasi penambahan admixture berpengaruh signifikan terhadap nilai densitas papan semen. Koefisien regresi berpengaruh negatif sehingga semakin tinggi penambahan variasi admixture maka semakin rendah nilai densitas papan yang dihasilkan (Gambar 3). Papan semen ini termasuk dalam kategori high density, untuk variasi admixture 0,2 dan 0,4 sedangkan untuk admixture variasi 0,6 sampai 1 termasuk dalam kategori medium density dengan nilai 0,4 sampai 0,84 g/cm³. Selisih antara papan semen ini dengan hasil

Sulastiningsih (2008) lebih rendah 16,42% pada kategori papan kepadatan tinggi. Penyelidikan ini termasuk dalam kategori papan semen kepadatan sedang.

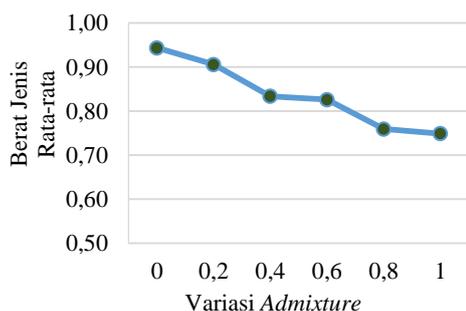


Gambar 3. Grafik Kerapatan (g/cm³)

b. Berat Jenis

Penambahan variasi campuran memiliki efek yang kuat pada berat jenis. Nilai *R square* adalah 0,960 yang berarti memiliki pengaruh sebesar 96 % terhadap berat jenis.

Nilai signifikansi yang dihasilkan adalah $0,001 < 0,05$ yang berarti bahwa penambahan variasi admixture berpengaruh signifikan terhadap berat jenis dan menunjukkan bahwa koefisien regresi berpengaruh negatif (Gambar 4).



Gambar 4. Grafik Berat Jenis

Semakin tinggi variasi penambahan admixture maka semakin rendah berat jenis yang dihasilkan. Semua campuran memiliki densitas rata-rata 0,944 hingga 0,749. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Rahmadanti dan Susilowati (2019), berat jenisnya lebih rendah 58,1 %. Karena bahan berbusa menyebabkan pori-pori terbentuk pada campuran papan semen, maka berat jenis papan semen berkurang, sehingga lebih ringan.

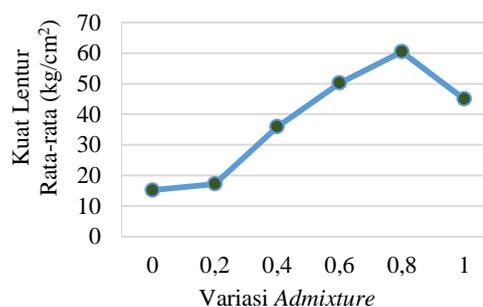
c. Kemampuan Dipaku

Kemampuan memaku adalah kemampuan papan semen untuk dipaku dengan syarat tidak lebih dari 20% permukaan akan menimbulkan cacat/retak. Hasil pengujian, pada variasi admixture 0,0 sampai 1,0 papan semen tidak pecah, permukaan tidak retak dan paku mudah lepas. Temuan penelitian Irvan *et al* (2020) sebanding karena papan semen ini mudah dipaku.

d. Kekuatan Lentur

Uji pembebanan tiga titik standar adalah ASTM C78 yang diamati untuk pengujian kekuatan lentur. Uji lentur mengevaluasi kekuatan tarik beton secara tidak langsung.

Penambahan variasi admixture sangat berpengaruh terhadap kuat lentur. Berdasarkan nilai *R square* sebesar 0,995 yang berarti penambahan variasi admixture berpengaruh sebesar 99,5 % terhadap kuat lentur. Nilai signifikansi yang dihasilkan adalah $0,007 < 0,05$ yang berarti bahwa penambahan variasi admixture berpengaruh signifikan terhadap Kuat Lentur. Koefisien regresi mempunyai pengaruh yang berfluktuasi, yaitu naik dan turun tergantung pada besarnya variasi bahan tambahan yang ditambahkan. Pada variasi admixture 0 sampai 0,8 kuat lentur meningkat dan menurun pada variasi 1 % (Gambar 5).



Gambar 5. Grafik Kuat Lentur (kg/cm²)

Tingkat kekuatan lentur optimum terjadi pada kadar admixture sebesar 0,8% yaitu sebesar 60,438 kg/cm². Nilai tersebut masih memenuhi persyaratan papan semen untuk plafon. Karena campuran papan semen tidak

menggunakan admixture maka Kuat Lentur yang terjadi 20 % lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil Sulastiningsih (2008) dan Kuat Lentur yang terjadi 60 % lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil Lukhmanova (2019). Adapun jika dibandingkan dengan temuan Murtono (2015), kuat lenturnya lebih rendah 17,6 %. Hal ini dikarenakan bahan busa dan bahan tambahan yang digunakan tidak sama.

SIMPULAN

Variasi *admixture* 0 sampai dengan 1 % dari berat semen berpengaruh kuat dan berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kerapatan (densitas), berat jenis dan kuat lentur, karena nilai R^2 nya > dari 90 % dan nilai signifikansinya < 0,05. Selain itu Penambahan *admixture* pada uji Kemampuan dipaku, dapat membuat papan semen tidak terbelah, tidak ada retak permukaan dan paku mudah dicabut. Adapun kadar *admixture* optimum sebesar 0,8% dengan nilai Kerapatan 0,749 kg/cm³; Berat Jenis 0,759; Kuat Lentur 60,44 kg/cm² dan semua campuran papan semen berbusa ringan masih memenuhi standard SNI 01-4449-2006 untuk papan kerapatan sedang dan untuk plafon.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulisan ini merupakan bagian dari Laporan Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu khususnya kepada Kepala UP2M Politeknik

Negeri Jakarta yang telah menyalurkan dana dari DIPA Politeknik Negeri Jakarta dan juga mahasiswa Jurusan Teknik Sipil yang telah membantu dalam proses pelaksanaan dan pendataan di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, L., Ramadian, Y., and Susilowati, A., 2001, *Karakteristik Papan Semen dengan Penggunaan Limbah Botol Polyethylene Terehtalate (PET)*, in, pp.1–10. Available at: <http://prosiding.pnj.ac.id/index.php/snts/article/view/2446>.
- Darwis, M., Tata, A., Anwar, C., 2019, *Pemanfaatan Pasir Apung Pada Mortar Busa Dalam Pembuatan Batako Ringan*, J Sipil Sains, 09(18), pp. 43–49. Available at: <https://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/sipils/article/view/1400>.
- Han, F.Q., Tan, X. and Zhao, F.Q., 2017, *Modification of Wood Fiber for Use in Cement Board*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 281(1). doi: 10.1088/1757-899X/281/1/012020.
- Hidayat, T., 2018, *Pengaruh penambahan zat admixture accelerator beton mix terhadap sifat-sifat mekanis mortar busa*, Available at: <http://jurnal.unma.ac.id/index.php/ST/article/download/977/932>.
- Husin, A.A. and Agustiningtyas, R.S., 2008, *Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap Kualitas Bata Beton*, Jurnal Permukiman,

- 3(3), p. 196. doi: 10.31815/jp.2008.3.196-207.
- Karimah, R., 2017, *Pengaruh Penggunaan Foam Agent Terhadap Kuat Tekan Dan Koefisien Permeabilitas Pada Beton*, J Media Teknik Sipil, 15(1), p. 50. doi: 10.22219/jmts.v15i1.4492.
- Lukmanova, L.V. and Muhametrahimov, R.Kh., 2019, *Investigation of mechanical properties of fiber-cement board reinforced with cellulosic fibers*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 570(1). doi: 10.1088/1757-899X/570/1/012113.
- Murtono, A., 2015 *Pemanfaatan Foam Agent Dan Material Lokal*, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- PU-net., 2017, *Pelaksanaan timbunan material ringan mortar-busa untuk konstruksi jalan*, Kementerian Keuangan Republik Indonesia. Available at: <http://www.pu.go.id/>.
- Rashid, H., 2019, *Performance of Cement Boards in Presence of Waste Paper*, pp. 1–9. Available at: https://asrjetsjournal.org/index.php/American_Scientific_Journal/article/view/4940/1728.
- Saputra, A.M., 2014, *Pengujian Sifat Fisik Dan Sifat Mekanik Papan Semen Partikel Pelepah Aren (Arenga Pinnata)*, FakuLas Teknik Universitas Negeri Semarang, 1. Available at: <http://lib.unnes.ac.id/21995/1/5101410046-S.pdf>.
- Sharma, R. and Gogade, S., 2019, *Effect of Chopped Glass Fibers on The Strength of Concrete Tiles*, Journal of the Ceramic Association, Japan, 65(739), pp. 190. Available at: <https://www.irjet.net/archives/V7/i12/IRJET-V7I12398.pdf>.
- Sulastiningsih, I.M., 2008, *Pengaruh Lama Perendaman Partikel, Macam Katalis Dan Kadar Semen Terhadap Sifat Papan Semen*, Jurnal Penelitian Hasil Hutan, pp. 203–213. doi: 10.20886/jphh.2008.26.3.203-213.
- Wiyono, E. and Susilowati, A., 2011, *Penggunaan Sekam Padi dengan Anyaman Bambu Sebagai Papan Semen Dekoratif*, Jurnal Poli-Teknologi, 10(1), pp. 1–8. Available at: <http://jurnal.pnj.ac.id/index.php/politeknologi/article/view/406>.