

**PENGARUH SUPER ADSORBENT POLYMER PADA POPOK BAYI
TERHADAP SIFAT MAKROSKOPIK DAN MIKROSKOPIK MORTAR
BERBASIS SEMEN**

JURNAL ILMIAH

GALUH SAFA ANDRIANA NUR AMIRA

123.18.004



**PROGRAM STUDI TEKNIK METALURGI
FAKULTAS TEKNIK DAN DESAIN
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
SEPTEMBER 2022**

**PENGARUH SUPER ADSORBENT POLYMER PADA POPOK BAYI
TERHADAP SIFAT MAKROSKOPIK DAN MIKROSKOPIK MORTAR
BERBASIS SEMEN**

JURNAL ILMIAH

GALUH SAFA ANDRIANA NUR AMIRA

123.18.004

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi Teknik Metalurgi

Menyetujui,

Kota Deltamas, 23 September 2022

Dosen Pembimbing



Andrie Harmaji, S.T., M.T

NIK. 199110107201607516

**PENGARUH SUPER ADSORBENT POLYMER PADA POPOK BAYI
TERHADAP SIFAT MAKROSKOPIK DAN MIKROSKOPIK MORTAR
BERBASIS SEMEN**

Galuh Safa Andriana Nur Amira^[1], Andrie Harmaji^[2]

Program Studi Teknik Metalurgi, Institut Teknologi dan Sains Bandung

Email: galuhsafaana@gmail.com^[1]

ABSTRAK

Popok bayi merupakan media yang digunakan dan diciptakan untuk menampung urin dan feses. Dengan adanya popok bayi sekali pakai memudahkan para orang tua dalam pekerjaannya. Satu bayi membutuhkan tiga hingga lima popok perhari, artinya ada 60 juta popok yang dibuang setiap hari. Pemanfaatan limbah popok bayi dapat dilakukan guna untuk mengurangi pencemaran lingkungan akibat penumpukan pada tempat pembuangan akhir. Dengan adanya penelitian ini dapat mencetuskan upaya inovasi baru untuk memanfaatkan *Super Absorbent Polymer* (SAP) pada limbah popok bayi dengan mencampurkan ke dalam campuran mortar. Sampel dibuat pada cetakan ukuran 5x5x5 cm dengan penambahan 0,1% popok bayi dari berat semen, dimana perbandingan semen dengan pasir adalah 2:1 dengan waktu pengujian 7, 14, dan 28 hari. Hasil penelitian pada pengujian kuat tekan paling tinggi di umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari yaitu pada umur 28 hari sampel laboratorium sebesar 26,1935 MPa. Pada sampel lapangan umur 28 hari data tertinggi adalah 6,7862 MPa. Sedangkan pada pengujian kuat lentur umur 28 hari sampel tertinggi yaitu 10,9611 MPa. Pengujian mikrostruktur, SAP menyatu dengan mortar sehingga kondisi kelembaban sampel mempengaruhi sifat makroskopik.

Kata kunci: *Super Absorbent Polymer* (SAP), kuat tekan, kuat lentur, mikrostruktur

I. PENDAHULUAN

Mortar adalah campuran semen, air, dan agregat halus dengan komposisi tertentu yang berfungsi sebagai bahan pengisi atau matrik pengikat suatu konstruksi baik yang bersifat structural ataupun non-struktural. Mortar harus memiliki sifat kuat serta mampu menjadi struktur yang tahan air. Penambahan bahan pengikat lain terkadang ditambahkan kedalam pembuatan mortar untuk menambah sifat yang diinginkan (Wenda et al., 2018). Salah satu contoh bahan penambahan yaitu *Super Absorbent Polymer* (SAP) pada popok bayi. Popok terbuat dari polimer berdaya serap tinggi.

Komposisi popok sekali pakai terdiri dari serat polimer super absorbent 39%, serat standar 23%, serat terkompresi 20%, serat *Polyethylene Terephthalate* (PET) 9%, serat pengikat 4%, serat tisu 3% dan pengikat lateks 2%. Polimer Super absorbent kondisi kering memiliki kemampuan dalam menyerap air sebesar 189 gr selama 30 menit. Karakteristik dari polimer

super absorben yaitu memiliki banyak gugus hidrofilik (penyuka air). Berbagai bidang pemanfaatan polimer super absorbent banyak digunakan seperti dibidang farmasi, pertanian, energi, dan konstruksi (Ramdani et al., 2021).

Upaya inovasi baru untuk memanfaatkan limbah popok bayi yaitu dengan mencampurkan ke dalam campuran beton. Pemanfaatan solusi limbah popok bayi sebagai bahan konstruksi ringan seperti pembuatan paving block berfungsi untuk meningkatkan kuat tekan dengan cara memanfaatkan plastik dan hidrogel yang terdapat pada popok bayi (L.H. Pasaribu et al., 2020). Beton merupakan bahan bangunan yang terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar dengan semen sebagai matriks pengikat. Sifat beton dipengaruhi oleh bahan penyusun beton Pengerjaan beton, perawatan beton, dan umur beton. Sifat dasar beton yaitu kuat terhadap kuat tekan namun lemah terhadap tegangan Tarik (Hermawan, 2018).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yang dilaksanakan dalam skala laboratorium dan dilakukan uji kuat tekan beton dengan metode test ASTM C109 “*Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)*”. Serta uji mikroskopik dengan pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Beberapa penelitian masih kurang melakukan penelitian tentang pemanfaatan limbah popok bayi sebagai bahan campuran beton. Maka dari itu peneliti melakukan penelitian tentang pengaruh super absorbent polimer pada popok bayi terhadap sifat makroskopik dan mikroskopik mortar berbasis semen. Upaya ini dilakukan untuk menindak lanjuti permasalahan yang ada.

II. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

2.1.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah cetakan ukuran 5x5x5 cm, ember, sendok semen, saringan pasir, gelas plastik ukuran

250 ml, gunting dan timbangan digital “SF 400”.

2.1.2 Bahan

Pada penelitian ini diperlukan bahan-bahan seperti popok, Semen Portland, pasir, air, dan admixture.

2.2 Prosedur Kerja

2.2.1 Pembuatan Sampel

Dalam pembuatan benda uji digunakan campuran popok bayi 0.5 gr ke dalam mortar dengan masing-masing *curing time* 7, 14, 28 hari. Langkah kerja pembuatan sampel sebagai berikut:

1. Dipersiapkan terlebih dahulu material yang akan digunakan.
2. Ditimbang semen sebesar 500 gr, pasir 250 gr, dan popok bayi 0.5 gr.
3. Ditakar air sebanyak 200 ml dan admixture 1 ml.
4. Buat mortar dengan mencampurkan semen, pasir, air, dan admixture kedalam ember.
5. Lalu campurkan popok bayi kedalam mortar dan diaduk.
6. Masukkan kedalam wadah cetakan yang sudah disiapkan.

7. Tunggu hingga *setting time* atau pengikatan awal dan akhir.
8. Lepaskan dari cetakan dan ditutup dengan kain basah.

2.2.2 Pengujian Sampel

a. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan menggunakan 10 buah benda uji kubus dengan sisi 5 cm. pengujian dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Metode uji yang dilakukan sesuai dengan ASTM C 109 “*Compressive Strength of hydraulic cement Mortars (using 2-in or [50-mm] cube Specimen)*”.

Kuat tekan beton dapat dihasilkan dari persamaan berikut ini :

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

Setelah itu hasil f_c dikonversi menjadi f'_c dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$f'_c = \left(f_c \times \frac{g}{100} \right) \times (0.83)$$

b. Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur menggunakan 5 buah benda uji dengan ukuran 50 x 9 x 150 mm dan dilakukan pada umur 28 hari. Perhitungan kuat Tarik lentur mortar menggunakan persamaan :

$$f'_{mr} = \frac{1.5 P \times L}{bd^2}$$

c. Pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM)

Pengujian SEM dilakukan untuk mengetahui struktur mikro pada sampel dan banyak digunakan untuk keperluan industri ataupun penelitian. Detektor yang didalam SEM akan mendeteksi pancaran elektron yang berintensitas tinggi untuk mendapatkan informasi seperti topografi, morfologi, komposisi yang terkandung, dan informasi kristalografi tentang susunan dari butir-butir dalam sampel.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perbandingan Densitas Pasta dan Mortar

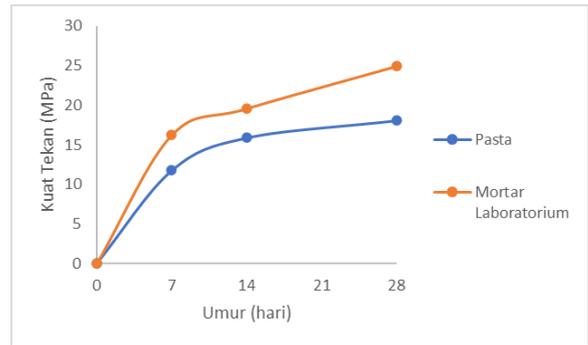
Tabel 1 Perbandingan hasil densitas dan kuat tekan

Jenis Sampel	Densitas (kg/m ³)	0 Hari (MPa)	7 Hari (MPa)	14 Hari (MPa)	28 Hari (MPa)
Pasta	1490	0	11,75055	15,86595	18,05
Mortar Laboratorium	1816	0	16,21641	19,55	24,91
Mortar lapangan	1685	0	3,91902	5,29	6,02

Pada hasil densitas pasta didapatkan 1490 kg/m³ sedangkan pada mortar laboratorium didapatkan hasil 1816 kg/m³ dan mortar lapangan

1685 kg/m³. Menurut SNI 15-2049-2004¹ pengertian pasta semen adalah campuran semen dan air baik yang dikeraskan atau tidak dikeraskan sedangkan pengertian mortar merupakan suatu campuran yang terdiri dari semen, agregat halus dan air baik dalam keadaan dikeraskan ataupun tidak dikeraskan. Dapat dilihat pada hasil bahwa sampel mortar lebih besar daripada pasta karena pada mortar terdapat komponen agregat halus (pasir) dimana pasir mengandung SiO₂ (silika). Dengan adanya senyawa SiO₂ maka akan mempengaruhi reaksi kimia selama proses pengerasan mortar sehingga dapat memberikan kontribusi dalam proses pengerasan ataupun peningkatan kuat tekan pada mortar.

3.2 Kuat Tekan Pasta VS Mortar Laboratorium



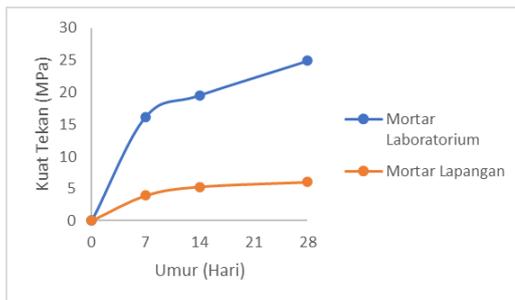
Gambar 1 Grafik kuat tekan pasta VS mortar laboratorium

Grafik diatas perbandingan hasil kuat tekan pasta VS mortar laboratorium hasil tertinggi pada umur 28 hari. Pada mortar laboratorium mendapatkan hasil lebih tinggi yaitu 24,91 MPa dari pada pasta yaitu 18,05 MPa hal ini dikarenakan agregat halus pada mortar yang berfungsi sebagai bahan pengisi yang mempengaruhi sifat mortar. Silika sebagai senyawa penyusun utama agregat halus dan dapat menaikkan CSH yang merupakan senyawa yang berperan dalam kuat tekan mortar. CSH dihasilkan dari rekasi C3S (*tricalcium silikat*) dan C2S (*dicalcium silikat*) yang terkandung pada semen. Meningkatnya CSH mengakibatkan ikatan yang dihasilkan semen dengan

¹ (SNI 15-2049-2004 Standar Nasional Indonesia Semen Portland ICS 91.100.10 Badan Standardisasi Nasional, n.d.)

agregat semakin kuat sehingga porositas berkurang. (Neville, 1987)

3.3 Perbandingan Kuat Tekan Mortar Laboratorium dengan Mortar Lapangan



Gambar 2 Grafik kuat tekan mortar laboratorium vs mortar lapangan

Hasil Grafik menunjukkan kuat tekan umur 28 hari pada sampel mortar laboratorium vs mortar lapangan sangat jauh sekali. Pada mortar laboratorium mendapatkan hasil 24,91 MPa dan pada mortar lapangan sebesar 6,02 MPa hal ini dikarenakan pada sampel laboratorium terkontrol dan juga kualitas air yang digunakan memenuhi mutu standar layak pakai. Pada sampel lapangan menggunakan air sungai dimana menurut **SK SNI 03-2847-2022** syarat air yang dapat digunakan tidak boleh mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, dan ion klorida. Dimana air sungai kualitas air diragukan karena

terkandung lumpur dan zat organik lainnya, dimana lumpur pada campuran mortar dapat menghalangi lekatan antara pasta semen dengan pasir sehingga menyebabkan penurunan kuat tekan mortar.

Selain jenis air yang digunakan ada hal lain yang mempengaruhi hasil pengujian yaitu perawatan (*curing*) pada sampel. Metode *curing* sampel lapangan yaitu di ekspos ke udara (*dry curing*) sedangkan pada sampel laboratorium di suhu ruangan (*ambient curing*). Struktur mortar umumnya bersifat cepat mengeras dan mudah mengering, maka *curing* dilakukan agar kadar air pada sampel tidak cepat berkurang sehingga menghasilkan mutu baik. Pada sampel laboratorium *curing* dilakukan dengan metode *water curing* yang dilakukan dengan cara menyelimuti permukaan sampel mortar dengan kain basah dan diletakan pada suhu ruangan.

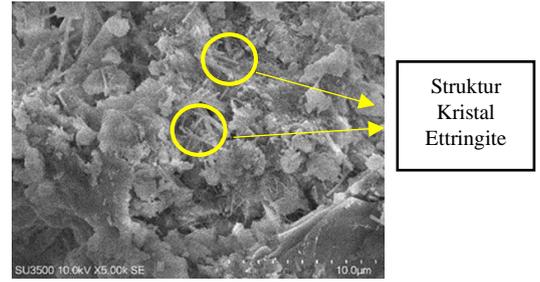
3.4 Kuat Lentur Panel dengan dan tanpa Penambahan Popok

Hasil uji lentur pada percobaan sampel lapangan umur 28 hari berukuran 50x9x150 mm mendapatkan rata-rata kuat lentur

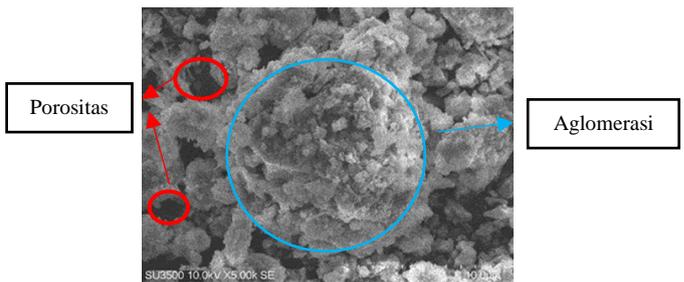
sebesar 9,18 MPa. Dapat dibandingkan pada penelitian² pembuatan GRC dengan penambahan biji plastik 0% dilakukan uji lentur pada umur 28 hari mendapatkan hasil sebesar 9,15 MPa sedangkan pada penambahan 50% biji plastik kuat lenturnya 4,65 MPa. Itu berarti kuat lentur semakin menurun seiring dengan penambahan banyaknya biji plastik yang digunakan dalam substitusi.

Maka pada hasil uji lentur ini dengan penambahan popok 0,5 gr mendapatkan hasil yang tidak signifikan. Secara teoritis popok dapat menaikkan kuat lentur karena bentuknya serat, namun karena material popok berupa *Super Absorbent Polymer* (SAP) maka air banyak diserap sehingga air yang digunakan untuk proses hidrasi berkurang dan material menjadi lemah. Pada pembuatan GRC semakin banyak komposisi substitusi akan terjadi penurunan kuat lentur.

3.5 Analisis Morfologi Sampel Menggunakan SEM



(a)



(b)

Gambar 3 a) Analisis hasil SEM tanpa popok perbesaran 1000x (b) Analisis hasil SEM dengan popok perbesaran 1000x

Pada gambar 3 (a) terlihat bahwa pada lingkaran warna kuning terdapat struktur kristal Ettringite yang terbentuk dari hasil reaksi hidrasi (semen dengan air) dalam jaringan mortar dan berperan sebagai pembentuk kekuatan. Struktur kristal Ettringite merupakan senyawa yang berperan dalam pembentukan material dan secara kuantitatif terlihat bahwa Ettringite di sampel dengan penambahan popok lebih sedikit

² (Umam, n.d.)

dibandingkan pada sampel mortar tanpa penambahan popok.

Sedangkan gambar 3 (b) pada lingkaran warna biru terlihat bahwa adanya penggumpalan (aglomerasi) akibat adsorben. Aglomerasi ini yang menyebabkan ketidakmerataan partikel sehingga terjadi porositas. Penambahan SAP terhadap mortar mengakibatkan lebih banyak porositas dibandingkan pada sampel (a) karena adanya ruang gel. SAP membentuk inklusi makropori berisi air dalam mortar segar, yang mencegah penyusutan selama proses pengerasan. Namun Perbedaan porositas ini berkurang seiring waktu, karena hidrasi berlanjut dalam pasta dengan SAP karena ketersediaan air pengawetan internal. SAP menyatu dengan mortar sehingga kondisi kelembaban sampel mempengaruhi kuat tekannya.

3.5 Potensi Aplikasi Mortar dengan Penambahan Popok

Hasil penelitian kuat tekan (MPa) yang didapatkan dapat dibandingkan dengan SNI 03-0691-

1996 untuk potensi aplikasi paving block:

Tabel 2 Tabel acuan SNI 03-0691-1996 (Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Bata Beton (Paving Block), n.d.)

SNI 03-0691-1996			Sampel Laboratorium
Mutu	Kuat tekan (MPa)		Kuat tekan (MPa)
	Rata-rata	Min.	
A	40	35	
B	20	17,0	24,88
C	15	12,5	26,19
D	10	8,5	23,64

Dapat dipastikan sesuai dengan SNI 03-0691-1996 bahwa sampel hasil penelitian di laboratorium umur 28 hari memiliki potensi aplikasi paving block dengan mutu B. Dimana klasifikasi mutu B digunakan untuk pelataran parkir dengan kendaraan bobot menengah seperti mobil pribadi.

Menurut Dobrowolski (1998)³ beton ringan adalah jenis beton yang memiliki berat jenis dibawah 1900 kg/m³. Dibawah ini terdapat tabel untuk potensi aplikasi beton ringan:

³ (Dobrowolski. A. and Joseph. 1998. Concrete Construction Hand Book, 1998)

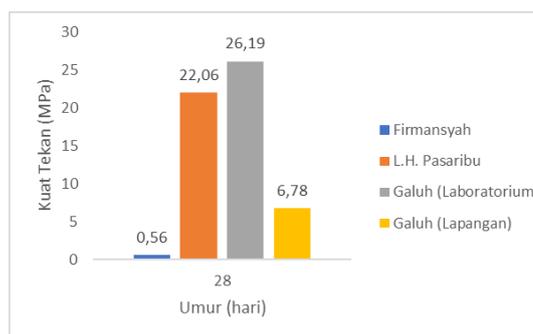
Tabel 3 Klasifikasi beton menurut Dobrowolski

Dobrowolski (1998)		
Beton ringan kekuatan rendah (<i>Low Density Concretes</i>)	Beton ringan kekuatan menengah (<i>Moderates-Strength Lightweight Concretes</i>)	Beton ringan struktur (<i>structural Lightweight Concretes</i>)
Berat jenis : 240-800 kg/m ³	Berat jenis: 800-1440 kg/m ³	Berat jenis: 1440-1900 kg/m ³
Kuat tekan: 0,35-6,9 MPa	Kuat tekan: 6,9-17,3 MPa	Kuat tekan: lebih dari 17,3 MPa

Tabel 4 Pengelompokan sampel penelitian menurut Dobrowolski

Jenis Sampel		Aplikasi pengelompokan menurut Dobrowolski		
		<i>Low Density Concretes</i>	<i>Moderates-Strength Lightweight Concretes</i>	<i>structural Lightweight Concretes</i>
Pasta				
Densitas (kg/m ³)	1490			√
Kuat tekan 28 Hari (MPa)	18,05			√
Mortar Laboratorium				
Densitas (kg/m ³)	1816			√
Kuat tekan 28 Hari (MPa)	24,91			√
Mortar lapangan				
Densitas (kg/m ³)	1685			√
Kuat tekan 28 Hari (MPa)	6,02	√		

4.7 Perbandingan Dengan Penelitian Lain



Gambar 4 Grafik perbandingan dengan penelitian lain

Dari penelitian lain yang dilakukan Firmansyah et al., n.d. dengan menambahkan popok bayi

bakar kedalam pembuatan paving block memperoleh hasil 0,56 MPa dimana tidak memenuhi SNI 03-0691-1996 dimana standar kuat tekan paving blok mutu rendah atau mutu D yaitu 8.53 MPa dan untuk penelitian L.H. Pasaribu et al., 2020 dimana menambahkan popok bayi sebagai bahan campuran pembuatan paving block mendapatkan hasil 22,06 MPa dimana termasuk paving block mutu B. Sedangkan hasil terbagus penelitian penulis yang didapatkan pada sampel laboratorium adalah 26,19 MPa dan untuk sampel lapangan yaitu 6,78 MPa. Dimana pada sampel laboratorium ada faktor-faktor tertentu yang dapat dikendalikan. Berikut ini terdapat perbandingan tabel komposisi:

Tabel 5 Perbandingan Komposisi dengan penelitian lain

Komposisi Perbandingan	Firmansyah	L.H. Pasaribu	Galuh (Laboratorium)	Galuh (Lapangan)
Semen	1	1	2	2
Agregat halus	3	4	1	1
Jenis popok	Dibakar	Tidak dibakar	Tidak dibakar	Tidak dibakar
Kuat tekan 28 hari (MPa)	0,56	22,06	26,19	6,78

IV. KESIMPULAN

1. Penambahan *Super Absorbent Polymer* (SAP) pada popok bayi terhadap campuran

mortar berbasis semen diperoleh hasil tertinggi pada umur 28 hari kuat tekan yaitu 26,1935 MPa dimana acuan kuat tekan pada GRC adalah 19,2 MPa dan untuk hasil tertinggi untuk kuat lentur adalah 10,9611 MPa dari acuan kuat lentur GRC adalah 9,15 MPa maka SAP dapat menyatu dengan campuran mortar sehingga memiliki karakteristik yang kuat.

2. Kualitas menunjukkan bahwa penambahan SAP ke pasta semen dan mortar mengurangi atau menghilangkan pengeringan dan penyusutan sendiri, dan menghindari retak usia dini, karena tersedianya air ekstra untuk hidrasi.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Dobrowolski. A. and Joseph. 1998. Concrete Construction Hand Book, T. M.-H. C. Inc. , N. Y. (1998). *Concrete Construction Hand Book*.
- Hermawan, O. H. (2018). *Pengaruh Perawatan Terdapat Kuat Tekan Beton*.
- L.H. Pasaribu, A., Basuki, B., & Darmanijati, M. (2020). Pemanfaatan Limbah Popok Bayi Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Paving Block. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 20(1), 29–35. <https://doi.org/10.37412/jrl.v20i1.39>
- Ramdani, N., Mustam, M., Harun, A. P., Azis, H., Made, I., Setiawan, A., & Kimia, J. (2021). *EduMatSains Jurnal Pendidikan, Matematika dan Sains PERAN POLIMER SUPER ABSORBEN PADA POPOK BAYI DALAM MENGONTROL KELEMBABAN TANAH* (Vol. 6, Issue 1). <http://ejournal.uki.ac.id/index.php/edumatsains>
- SNI 15-2049-2004 Standar Nasional Indonesia Semen portland ICS 91.100.10 Badan Standardisasi Nasional*. (n.d.).
- Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional Bata beton (Paving block)*. (n.d.).
- Umam, A. S. (n.d.). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2020*.
- Wenda, K., Zuridah, S., & Hastono, B. (2018). PENGARUH VARIASI

KOMPOSISI CAMPURAN MORTAR
TERHADAP KUAT TEKAN. In *Jurnal
Perencanaan dan Rekayasa Sipil* e-
ISSN (Vol. 1, Issue 1).