

UJI SIFAT MEKANIS PAVING BLOCK GEOPOLYMER

Amrin Wanda^{1*}, Mufti Amir Sultan², Arbain Tata²

¹Alumni Program Studi Teknik Sipil, Universitas Khairun

²Program Studi Teknik Sipil, Universitas Khairun

Jalan Jusuf Abdulrahman Kampus II Gambesi Kota Ternate Selatan, Indonesia

*amrinwanda@gmail.com

Abstrak

Pembangunan infrastruktur di Indonesia bersamaan dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat tentu perlu adanya penyesuaian antara infrastruktur dan juga teknologi bahan yang dipakai. Pemanfaatan sampah plastik dengan tujuan suatu inovasi, sebuah tempat yang terletak di desa Falabishaya, Kecamatan Mangoli Utara Kabupaten Kepulauan Sula, memanfaatkan sampah plastik untuk membuat bahan dasar paving block yaitu menggantikan semen dengan sampah plastik sebagai bahan perekat. Namun pemanfaatan dengan tujuan membuat paving block yang dilakukan tidak berdasarkan prosedur penelitian atau pengujian sifat mekanisnya. Penelitian ini menggunakan plastik yang dilelehkan sebagai bahan pengikat dengan prosentase terhadap berat campuran yaitu 18%, 22%, 27%, 32%, 37%, 42 dan 100%. Dari hasil pengujian sebagai bahan perekat didapat kuat tekan dengan persentase plastik 18 %, 22%, 27%, 32%, 37%, 42 dan 100% menghasilkan kuat tekan rata-rata masing-masing 0 Mpa, 5,7 MPa, 14,5 MPa, 20,8 MPa, 24,1 MPa dan 10,5 MPa. Uji penyerapannya menghasilkan penyerapan rata-rata masing-masing 0 %, pada persentase plastik 22 % dan persentase pasir 78 % penyerapan rata-rata sama dengan 0 %. Persentase plastik 27 % dmenghasilkan penyerapan rata-rata 0,35 %, 0,52 %, 0,46 %, 0,45 % dan 0%. Pengujian terhadap uji tekan menggunakan plastik berdasarkan SNI-03-0691-1996 tentang syarat mutunya mencapai klasifikasi mutu B digunakan untuk peralatan parkir.

Kata kunci: Geopolymer, Paving Block, Kuat Tekan, Penyerapan

PENDAHULUAN

Pembangunan infrastruktur di Indonesia pada umumnya saat ini bersamaan dengan kemajuan teknologi yang semakin pesat, tentu perlu adanya penyesuaian antara teknologi dengan infrastrukturnya. Dikarenakan dengan penyesuaian ini dapat memberikan keamanan dan kenyamanan dalam setiap aktifitas maupun kegiatan kelangsunganhidup manusia. Salah satu kemajuan teknologi yang bisa kita lihat di era saat ini ialah penggunaan material pabrikan pada suatu konstruksi. Contoh jalan raya, gedung, taman dan lain-lain. Berbagai riset dan metode telah dilakukan dalam pemilihan bahan bangunan untuk mencapai hasil yang lebih baik dan ini terus berlangsung sampai dengan saat ini.

Terkait dengan gambaran diatas plastik yang merupakan bahan utama dalam membuat suatu barang contohnya seperti perabotan rumah tangga, peralatan nelayan dan peralatan para pedagang, seperti piring, gelas, sapu, alat pancing, kantong plastik, dan lainnya yang sejenis plastik. Plastik yang sudah tidak dimanfaatkan sesuai fungsi diatas maka akan menjadi limbah yang dapat mencemari lingkungan dan mengganggu kesehatan (Karuniastuti, 2013). Untuk mengurangi limbah plastik maka dikenal konsep *reuse, reduce dan recycle* atau dikenal dengan 3R (Purwaningrum, 2016)(Utami & Fitria Ningrum, 2020). Pemanfaatan lain dari sampah plastik berupa perabot rumah tangga seperti membuat vas bunga, kursi dan meja taman (Susilo, Rochmawati, & Rufaida, 2019).

Penelitian dengan judul analisis tekno ekonomi pengelolaan sampah plastik sebagai bahan baku plastik. Berdasarkan pengolahan data dan analisis yang dilakukan sebelumnya, hasil pengujian

kuat tekan benda uji bata plastik tertinggi, yaitu 144 kg/cm², menurut SNI 16-2094-2000, nilai kuat tekan ini masuk ke dalam kelas ke 2, yaitu >100 kg/cm². Sedangkan untuk daya serap benda uji bata plastik, yang paling rendah adalah 0,66 % dengan maksimal daya serap menurut SNI 16-209-2000 yaitu 20%. Komposisi terbaik untuk bata plastik adalah 33 % pasir dan 67 % plastik, atau untuk membuat satu buah bata plastik dengan volume 640 cm³, diperlukan 255 gram pasir dan 667 gram plastik (Loria, 2019).

Pemanfaatan plastik sebagai agregat pada beton ringan namun belum dapat diaplikasikan pada elemen struktur (Soebandono, Pujiyanto, & Kurniawan, 2013) (Rismayasari, U, & Santosa, 2016) (Arief Rizqy & Nursyamsi, 2017). Pemanfaatan plastik pada elemen non struktur seperti pada pembuatan bata semen atau batako dimana pasir disubstitusi dengan limbah plastik jenis HDPE sebesar 0% sampai 30% dengan kenaikan 10%, di mana diperoleh mutu batako pada mutu kelas III pada penambahan 10% dan 20% serta mutu kelas IV pada penambahan 30% (Nursyamsi & Theresa, 2017). Limbah plastik LDPE didaur ulang menjadi biji plastik selanjutnya digunakan sebagai agregat halus pada pembuatan batako ringan, dimana pada komposisi 20% menghasilkan mutu bata kelas III (Ramadhan & Nursyamsi, 2017). Selain batako limbah plastik juga digunakan sebagai bahan *paving block* seperti yang dilakukan oleh masyarakat desa Falabishaya, Kecamatan Mangoli Utara Kabupaten Kepulauan Sula. Memanfaatkan sampah plastik untuk membuat bahan dasar *paving block* yaitu menggantikan semen dengan sampah plastik sebagai bahan perekat, namun dalam prosesnya tidak berdasarkan prosedur penelitian atau pengujian sifat mekanisnya. Olehnya itu penulis melakukan penelitian terhadap pemanfaatan sampah plastik ini untuk melihat hasil dari pemakaian plastik sebagai bahan perekat terhadap syarat mutu *paving block*-nya.

Beberapa peneliti menggunakan untuk *paving block* seperti penggunaan botol plastik sebagai bahan *eco plafie*, apabila ditinjau terhadap pengujian kejut maka *paving block* dengan penambahan serat plastik botol bekas berlogo PET mempunyai kemampuan menyerap energi 3,78 kali lebih baik dibandingkan *paving block* normal (Sibuea & Tarigan, 2013).

Penelitian dengan menggunakan plastik *HDPE (High Density Polyethylene)* sebagai bahan campuran *paving block*, pada penelitian menguji kuat tekan pada *paving block* berbahan limbah plastik dan membandingkan dengan *paving block* berbahan dasar semen dan pasir. Kuat tekan yang dihasilkan oleh *paving block* berbahan limbah plastik rata-rata sebesar 20 kg/cm² sedangkan *paving block* dengan bahan dasar semen dan pasir memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 40 kg/cm². *Paving block* berbahan pasir dan semen memiliki daya tahan terhadap tekanan lebih besar dibandingkan dengan *paving block* berbahan limbah plastik. *Paving block* berbahan pasir dan semen memiliki daya tahan terhadap tekanan lebih besar dibandingkan dengan *paving block* berbahan limbah plastik. *Paving block* berbahan limbah plastik dapat mengurangi limbah plastik khususnya plastik *HDPE (High Density Polyethylene)* dan dapat digunakan pada pedestrian taman ataupun area RTH (Ruang Terbuka Hijau) serta dapat di aplikasikan pada lintasan *jogging track* (Amran, 2015) (Sari & Nusa, 2019) (Sultan, Tata, & Wanda, 2020).

Klasifikasi *Paving Block* atau Bata Beton sebagai berikut:

1. *Paving Block* mutu A : Digunakan Untuk Jalan
2. *Paving Block* mutu B : Digunakan untuk peralatan parkir
3. *Paving Block* mutu C : Digunakan untuk pejalan kaki
4. *Paving Block* mutu D : Digunakan untuk taman dan penggunaan lain

Syarat Mutu *Paving Block*

- a. Sifat tampak, bata beton harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian rusuk dan sudutnya tidak mudah direpihkan dengan kekuatan

- jari tangan.
- b. Ukuran, Bata beton harus mempunyai ukuran tebal nominal minimum 60 mm dengan toleransi + 8 %
 - c. Sifat fisika

Tabel 1.Sifat fisika

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan Air Rata-rata maksimum
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	%
A	40	35,0	0,090	0,103	3
B	20	17,0	0,130	0,149	6
C	15	12,5	0,160	0,184	8
D	10	8,5	0,219	0,251	10

Sumber : (SNI 03-0691, 1996)

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen di laboratorium struktur dan bahan.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan *paving block*, yaitu: sampah plastik, agregat halus atau pasir berasal quarry Tobolo Kota Ternate Barat. Kebutuhan bahan seperti pada tabel 2.

Tabel 2.Kebutuhan bahan persampel

No	Kode Benda Uji	Berat campuran (gram)	Plastik (%)	Pasir (%)	Plastik (gram)	Pasir (gram)	Jumlah Benda Uji (buah)
1	FA-01	302	18	82	55	247	17
2	FA-02	294	22	78	66	228	17
3	FA-03	286	27	73	77	209	17
4	FA-04	278	32	68	88	190	17
5	FA-05	270	37	63	99	171	17
6	FA-06	262	42	58	110	152	17
7	FA-07	0	100	0	320	0	17
Total benda uji							119

Alat

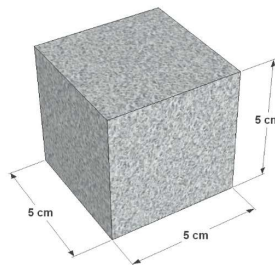
Peralatan yang digunakan dalam pengujian yaitu: timbangan, panci, kompor, thermometer, gelas ukur, ayakan/saringan, wadah ember besar, talam, sendok aduk, kain lap, piknometer, oven, alat uji kuat tekan dan kubus ukuran 5x5x5 cm dan alat penekan pada proses pembuatan benda uji, seperti ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Alat pembuat benda uji

Benda Uji

Benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 5x5x5 cm seperti ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Benda uji kubus

Tahapan penyiapan benda uji yaitu:

- Menguji karakteristik agregat halus terlebih dahulu untuk mengetahui sifat karakteristik dari bahan agregat halus (pasir) yang dipakai. Pengujian agregat halus meliputi pengujian kadar lumpur, kadar air, berat jenis dan analisa saringan.
- Menentukan persentase plastik terhadap berat pasir untuk satu buah benda uji 5 x 5 x 5 cm. Siapkan berat pasir yang ingin dipakai. Kemudian dari berat pasir tadi buat persentase plastik untuk menentukan berat plastik terhadap berat pasir yang nantinya dipakai. Sebagai catatan bahwa berat pasir yang dipakai diperkirakan harus melebihi satu buah benda uji 5 x 5 x 5 cm hal ini dengan tujuan campuran nanti saat ditekan pada proses pembuatan benda uji tidak mengalami perubahan volume atau berkurangnya campuran dalam satu buah benda uji.

Tahapan pembuatan benda uji yaitu:

- Pembuatan benda uji atau tahap pengadukan campuran untuk membuat benda uji, dalam penelitian pengadukan menggunakan kompor dan panci dipanaskan pada suhu 188,8°C sampai plastik mencair.
- Plastik dimasukan terlebih dahulu kedalam panci yang telah diletakan diatas kompor yang telah dinyalakan.
- Setelah plastik mencair ± 15 menit masukan agregat halus atau pasir.
- Aduk campuran sampai campuran benar-benar tercampur merata,dalam proses pengadukan yaitu ± 10 menit.
- Setelah tercampur dengan merata, berikutnya campuran dituangkan ke dalam cetakan

benda uji 5 x 5 x 5 cm. yang sudah disiapkan. Dengan catatan ketika memasukan campuran ke dalam cetakan benda uji 5 x 5 x 5 cm. Tuang campuran tadi sampai dengan tebal 6 cm. hal ini supaya mempermudah pembentukan volume sampel benda uji 5 x 5 x 5 cm.

- f. Sampel yang sudah dituangkan ke cetakan benda uji 5 x 5 x 5 cm dengan tebal 6 cm tadi ditekan dengan menggunakan alat tekan. Kuat tekan saat proses pembuatan benda ujisebesar 20 kN.
- g. Setelah ditekan sampai beban 20 kN. Biarkan sampai ± 10 menit agar supaya plastik tadi sedikit mengeras dalam cetakan. Setelah ± 10 menit lepaskan alat penekannya.
- h. Benda uji yang sudah dicetak dikeluarkan dalam cetakan benda uji 5 x 5 x 5 cm.
- i. Sebelum ke tahap pengujian kuat tekan sampel yang telah jadi, plastik dibiarkan selama minimal 24 jam, dengan tujuan sampel tadi benar-benar mengering dan mengeras.

Tahap Pengujian

Karena pembuatan *paving block* dengan bahan dasar perekat menggunakan plastik tanpa semen. maka *paving block* tidak butuh perawatan seperti beton pada umumnya yang menggunakan semen. Olehnya itu benda uji setelah dingin dan mengeras selanjutnya ke tahap pengujian pada benda uji yaitu pengujian kuat tekan dan penyerapan. Sebelum pengujian benda uji ditimbang dan diukur dimensinya, kemudian diuji dengan mesin tekan dan dicatat bebantekan maksimumnya. Kekuatan tekan mortar pasirapung dihitung dengan menggunakan persamaan 1 berikut. Pengujian mengacu kepada bata beton untuk pasangan dinding (SNI 03-0349, 1989) dan bata beton (SNI 03-0691, 1996).

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana: P adalah beban tekan (N) dan A luas penampang (mm^2)

Pengujian penyerapan dengan menimbang benda uji dalam keadaan basah, kemudian dikeringkan dalam oven ± 24 pada suhu kering 105°C . Penyerapan dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2)$$

Dimana: A adalah berat benda uji basah (gram) dan B berat benda uji kering (gram)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Agregat Halus

Hasil pengujian agregat halus seperti disajikan dalam tabel 3.

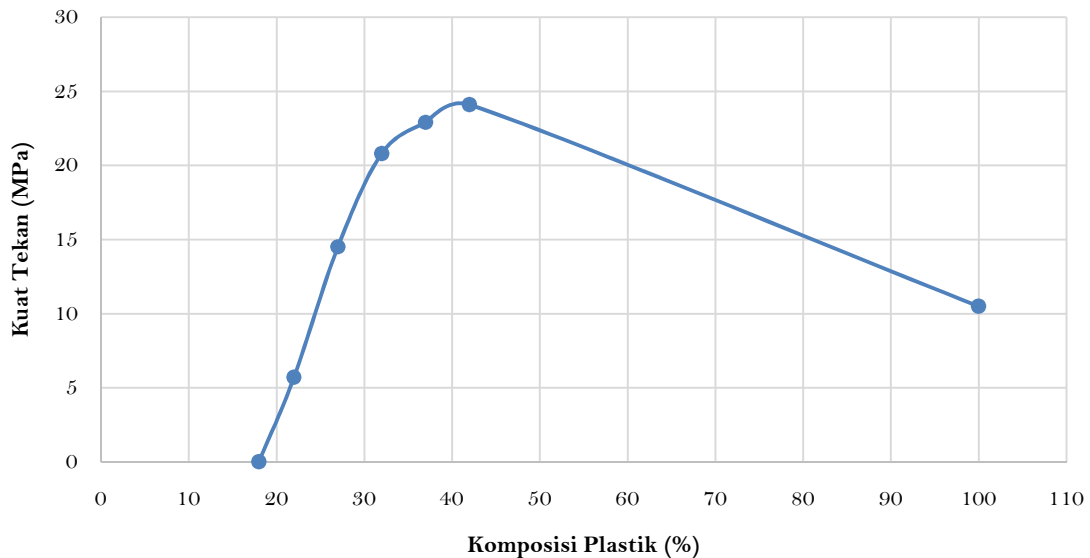
Tabel 3. Hasil pengujian agregat halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Acuan
1	Kadar lumpur	18,25%	SNI 4142
2	Kadar air	3,90%	SNI 1971
3	Berat jenis kering	2,50	SNI 1969
4	Berat jenis kering permukaan jenuh	2,57	SNI 1969
5	Berat jenis semu	2,68	SNI 1969
6	Penyerapan	2,57%	SNI 1969
7	Modulus halus butir	2,45%	SNI 1968

Berdasarkan tabel 3 dari pengujian karakteristik agregat halus ini dapat ditarik kesimpulan dengan gambaran pengujian kadar lumpur tidak memenuhi syarat tetapi pengujian ini tetap dilanjutkan dengan pasir yang telah diuji. Dengan catatan pasir harus dicuci sebelum dilanjutkan untuk pembuatan benda uji. Selain itu syarat lainnya yaitu pengujian berat jenis terhadap plastik yang dipakai sebagai bahan perekat untuk menggantikan semen. Sifat plastik yang tidak bisa menyatu dengan air sehingga seharusnya pasir yang dipakai dalam keadaan kering.

Kuat Tekan

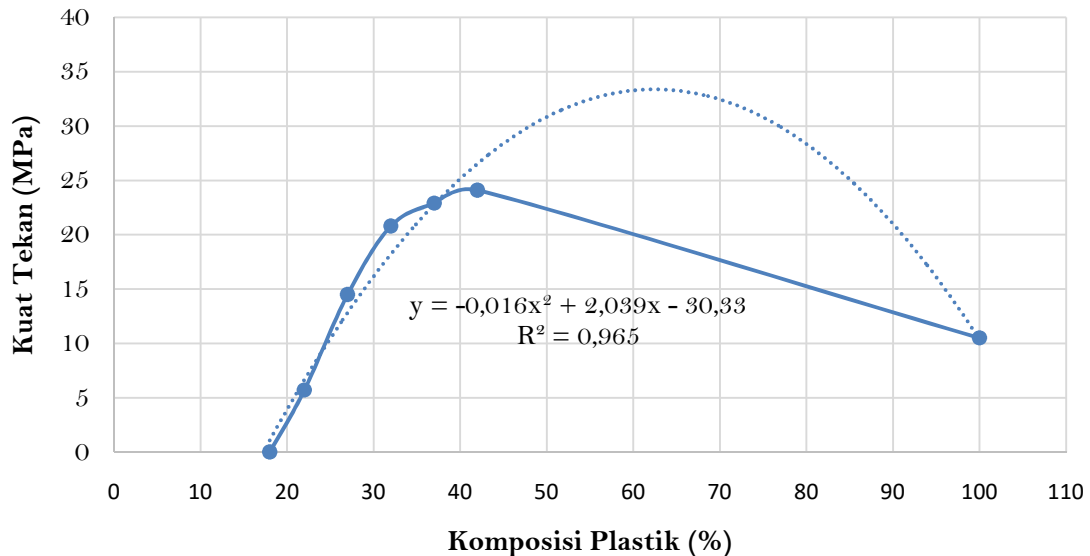
Hasil pengujian kuat tekan dengan prosentase plastik sebagai bahan perekat seperti ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3. Hubungan kuat tekan dengan presentase plastik dalam campuran

Sesuai gambar 3. hubungan kuat tekan terhadap persentase plastik dapat disimpulkan bahwa untuk kode sampel FA-01 persentase plastik 18 % terhadap kuat tekannya sama dengan 0 MPa. Dengan catatan untuk kode sampel FA-01 tersebut tidak memenuhi syarat untuk dipakai dalam pembuatan benda uji karena memiliki sifat tampak yang cacat yaitu sulit dibentuk. Seperti sifat

tampak yang disyaratkan dalam SNI 03-0691-1996 tentang bata beton (*paving block*). Untuk kode sampel FA-02 persentase plastik 22 % sesuai kuat tekan yang dimiliki sama dengan 5,7 MPa namun hal ini berdasarkan SNI 03-0691-1996 tidak memenuhi syarat mutunya. Sementara untuk kode sampel FA-03 persentase plastik 27 %, FA-04 persentase plastik 32 %, FA-05 persentase plastik 37 %, FA-06 persentase plastik 42 % kode sampel dan FA-07 persentase plastik 100 % sesuai syarat mutu berdasarkan SNI 03-0691-1996 tentang bata beton (*paving block*) masing-masing memiliki klasifikasi mutu yaitu mutu D sampai dengan mutu B. Selain tinjauan kuat tekan rata-rata terhadap mutu yang diisyaratkan Standar Nasional Indonesia. Berdasarkan grafik hubungan kuat tekan terhadap persentase plastik menunjukkan bahwa kuat tekan yang dimiliki dari persentase plastik 18 % sampai dengan 42 % menunjukkan peningkatan kuat tekan dari 5,7 MPa sampai dengan 24,1 MPa sementara kuat tekan menurun ketika menggunakan persentase plastik 100 % dengan kuat tekan rata-rata yaitu 10,5 MPa. Artinya ketika plastik digunakan terlalu sedikit dan juga terlalu banyak dalam satu komposisi campuran akan mengurangi mutunya.



Gambar 4. Grafik regresi hubungan kuat tekan dengan persentase plastik dalam campuran

Gambar 4 memperlihatkan hasil regresi polinomial nilai korelasi (r) sebesar 0,965 yang berarti bahwa hubungan antara persentase plastik (X) dan kuat tekan (Y) sangat kuat. Semakin besar nilai korelasi yang diperoleh, maka hubungan persentase plastik antara naik-turunnya kuat tekan semakin kuat. Jika nilai korelasi sama dengan 0, maka tidak ada hubungan antara persentase plastik (X) dan kuat tekan (Y). Tetapi jika angka korelasinya semakin menjauh dari angka 0 yaitu mendekati angka 1 berarti hubungan dua variabel tersebut semakin kuat. Sementara untuk koefisien determinasi (R Square) yang didapatkan dari analisis regresi Polinomial adalah 96,8 % yang artinya bahwa faktor hubungan persentase plastik dan kuat tekan sangat kuat dengan persentase sebesar 96,8 %. Berdasarkan grafik regresi polinomial garis di atas menunjukkan bahwa pada persentase plastik 42 % akan mengalami peningkatan

kuat tekan sampai dengan persentase plastik 65 % dan akan menurun kuat tekannya dari persentase plastik 70 % sampai persentase plastik 100 %.

Penyerapan

Berdasarkan hasil pada tabel 4 pengujian dengan kode sampel FA-01 dengan persentase plastik 18 % dan persentase pasir 82 % penyerapan yang dihasilkan yaitu 0 %. Sementara kode sampel FA-02 dengan persentase plastik 22 % dan persentase pasir 78 % penyerapan rata-rata sama dengan 0 %. Untuk kode sampel FA-03 dengan persentase plastik 27 % dan persentase pasir 73 % penyerapan rata-rata sama sama dengan 0,35 %. Untuk kode sampel FA-04 dengan persentase plastik 32 % dan persentase pasir 68 % penyerapan rata-rata sama dengan 0,52 %. Untuk kode sampel FA-05 dengan persentase plastik 37 % dan persentase pasir 63 % penyerapan rata-rata sama dengan 0,46 %. Untuk kode sampel FA-06 dengan persentase plastik 42 % dan persentase pasir 58 % penyerapan rata-rata sama dengan 0,45 %. Untuk kode sampel FA-07 dengan persentase plastik 100 % penyerapan rata-rata sama dengan 0 %.

Tabel 4. Hasil Pemeriksaan Penyerapan Rata-rata

No	Kode Benda Uji	Plastik (%)	Pasir (%)	Penyerapan rata-rata (%)
1	FA-01	18	82	0
2	FA-02	22	78	0
3	FA-03	27	73	0,35
4	FA-04	32	68	0,52
5	FA-05	37	63	0,64
6	FA-06	42	58	0,45
7	FA-07	100	0	0

Berdasarkan uraian diatas untuk kode sampel FA - 01 dan FA - 02 berdasarkan hasil penyerapan sama dengan 0 % dikarenakan bentuk sampel yang dihasilkan dari hasil pengujian pembuatan cetakan benda uji sifat bentuk fisiknya tidak memenuhi syarat yang ditetapkan SNI 03-0691-1996 tentang sifat tampak. Sementara hasil yang sama seperti kode sampel FA - 07 penyerapannya juga sama 0 %. Namun ada perbedaan dengan kode sampel FA - 01 dan FA - 02. Yaitu kode sampel FA - 07 saat di uji penyerapannya benda uji mengapung karena sifat plastik yang berat jenisnya yang sangat kecil terhadap berat jenis air. Selain itu berdasarkan grafik hubungan penyerapan dan persentase plastik menunjukan bahwa penyerapan dari persentase plastik 27 % sampai 37 % mengalami peningkatan dari 0,35 % sampai dengan 0,64 % dan menurun penyerapannya pada persentase plastik 42 % sama dengan 0,45 % dan sampai pada persentase plastik 100% penyerapannya sama dengan 0 % (Mengapung).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil karakteristik kuat tekan paving block (Bata Beton) geopolimer atau kuat tekan paving block menggunakan plastik masing-masing dengan persentase plastik dan hasil kuat tekan yaitu 18 % kuat tekan 0 MPa , 22 % kuat tekan 5,7 MPa, 27 % kuat tekan 14,5

MPa, 32 % kuat tekan 20,8 MPa, 37 % kuat tekan 22,9 MPa, 42 % kuat tekan 24,1 MPa, dan 100 % kuat tekan 24,1 MPa. Berdasarkan hasil tersebut jika mengacu ke SNI 03-0691-1996 tentang klasifikasi paving block untuk persentase plastik 32 %, 37 % dan 42 % masuk dalam klasifikasi bata beton mutu B digunakan untuk peralatan parkir dengan syarat minimal kuat tekan rata-rata 17 MPa dan rata-rata 20 MPa. Sementara persentase plastik 27 % masuk dalam klasifikasi bata beton mutu C digunakan untuk pejalan kaki dengan syarat minimal 12,5 MPa dan kuat tekan rata-rata 15 MPa. Persentase plastik 100 % masuk syarat mutu D dengan kuat tekan minimal 8,5 MPa dan kuat tekan rata-rata. Sementara untuk persentase plastik 22 % dan 18 % tidak memenuhi syarat dari spesifikasi SNI 03-0691-1996.

2. Penyerapan yang dihasilkan dari masing-masing persentase plastik terhadap penyerapannya yaitu untuk persentase plastik 18 % penyerapan sama dengan 0 %. persentase plastik 22 % penyerapan sama dengan 0 %. Persentase plastik 27 % penyerapannya sama dengan 0,35 %. Untuk persentase plastik 32 % penyerapan sama dengan 0,52 %, persentase 37 % Penyerapan sama dengan 0,64 %, persentase 42 % Penyerapan sama dengan 0,45 %, dan persentase 100 % penyerapan sama dengan 0 %. Berdasarkan hasil pengujian pembuatan benda uji untuk plastik 18 % dan 22 % tidak memenuhi syarat sifat tampaknya untuk itu tidak diuji pengaruh persentase plastik terhadap penyerapannya. Untuk plastik 100 % plastik saat diuji penyerapan sama dengan 0 % karena mengapung. Selain itu dari hasil uji penyerapan yang ada untuk persentase plastik 27 %, 32 % dan 37 %, dan 42 % walaupun memiliki hasil uji penyerapan dengan angka variasi yang berbeda namun masih memenuhi syarat penyerapan yang diisyaratkan SNI 03-0691-1996. Artinya penyerapan tidak terlalu besar dari pemakaian plastik sebagai bahan membuat *paving block* (bata beton).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Laboran pada Laboratorium Struktur dan Bahan Prodi Teknik Sipil Universitas Khairun yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini,

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, Y. (2015). Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Bahan Tambahan Pembuatan Paving Block Sebagai Alternatif Perkerasan Pada Lahan Parkir di Universitas Muhammadiyah Metro. *Jurnal Proram Studi Teknik Sipil*, 4(2), 125–129. Retrieved from <https://www.ojs.ummetro.ac.id/index.php/tapak/article/view/143/119>
- Arief Rizqy, M., & Nursyamsi, N. (2017). Pembuatan Beton Ringan Beragregat Limbah Plastik High Density Polyethylene (Hdpe) Dengan Penambahan Silica Fume. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 6(1), 1–8.
- Dini, L.P. (2019). Analisis Tekno Ekonomi Pengelolaan Sampah Plastik Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bata, *Skripsi*. Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru.
- Karuniasuti, N. (2013). Bahaya Plastik terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Swara Patra: Majalah Pusdiklat Migas*, 3(1), 6–14. Retrieved from <http://ejournal.ppsdmmigas.esdm.go.id/sp/index.php/swarapatra/article/view/43/65>
- Nursyamsi, N., & Theresa, V. (2017). Pengaruh Penambahan Limbah Plastik Hdpe Sebagai Substitusi Pasir Pada Campuran Batako. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 6(1), 1–7.
- Purwaningrum, P. (2016). Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik Di Lingkungan.

- Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, 8(2), 141-147.
<https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v8i2.1421>
- Ramadhan, P., & Nursyamsi, N. (2017). Pengaruh Penggunaan Limbah Plastik LDPE sebagai Agregat Halus pada Batako Beton Ringan. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 6(1), 1-10.
- Rismayasari, Y., U, U., & Santosa, U. (2016). Pembuatan Beton dengan Campuran Limbah Plastik dan Karakterisasinya. *Indonesian Journal of Applied Physics*, 2(02), 24.
<https://doi.org/10.13057/ijap.v2i02.1284>
- Sari, K. I., & Nusa, A. B. (2019). Pemanfaatan Limbah Plastik HDPE (High Density Polythylene) Sebagai Bahan Pembuatan Paving Block. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1), 29-33.
- Sibuea, A. F., & Tarigan, J. (2013). Pemanfaatan Limbah Botol Plastik Sebagai Bahan Eco Plafie (Economic Plastic Fiber) Paving Block Yang Berkonsep Ramah Lingkungan Dengan Uji Tekan , Uji Kejut Dan Serapan Air. *Jurnal Teknik Sipil USU*, 2(2), 1-8.
- SNI 03-0349. (1989). Bata beton untuk pasangan dinding. In *Badan Standardisasi Indonesia*.
- SNI 03-0691. (1996). Bata Beton (Paving Block). *Badan Standardisasi Indonesia*, 1-9.
- Soebandono, B., Pujiyanto, A., & Kurniawan, D. (2013). Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 16(1), 76-82.
- Sultan, M. A., Tata, A., & Wanda, A. (2020). Penggunaan Limbah Plastik PP Sebagai Bahan Pengikat Pada Campuran Paving Block. *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, 6(2), 95-102.
<https://doi.org/10.31849/siklus.v6i2.4552>
- Susilo, A. B., Rochmawati, N. I., & Rufaida, K. K. (2019). Pengolahan Sampah Plastik Melalui Pemanfaatan Kerajinan Tangan Pendukung Budaya Sehat Desa Sidomulyo Kecamatan Ungaran Timur. *Abdimas Unrwahas*, 4(2), 79-88. <https://doi.org/10.31942/abd.v4i2.3008>
- Utami, M. I., & Fitria Ningrum, D. E. A. (2020). Proses Pengolahan Sampah Plastik di UD Nialdho Plastik Kota Madiun. *Indonesian Journal of Conservation*, 9(2), 89-95.
<https://doi.org/10.15294/ijc.v9i2.27347>