

Analisis Perbandingan *Paving Block* Berbahan Limbah Botol Plastik Dan *Paving Block Standard SNI* Yang Di Gunakan Untuk Jalan

Rahman Hendarto

¹Program Studi Teknik Sipil, ²Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Medan
Jl. Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kec. Medan Timur, Kota Medan, Sumatera Utara

rahmanhendrato@gmail.com

Abstrak

Melihat banyaknya masyarakat yang selalu mengkonsumsi produk minuman yang dikemas dalam botol plastik, sampah dari botol plastik juga semakin banyak, bahan dari botol plastik merupakan bahan yang sulit terurai, dibutuhkan waktu puluhan hingga ratusan tahun agar plastik dapat terurai sempurna. Daur ulang limbah botol plastik sangat diperlukan guna mengurangi limbah botol plastik agar nantinya limbah botol plastik tersebut tidak mencemari lingkungan. Mendaur ulang limbah botol plastik menjadi paving block merupakan salah satu solusi untuk mengurangi limbah botol plastik. Penelitian ini bertujuan untuk membuat paving block untuk limbah botol plastik dan menganalisis perbandingan kuat tekan paving block berbahan limbah botol plastik dengan paving block yang digunakan untuk jalan raya. Ada 2 variasi paving block limbah botol plastik yaitu limbah botol plastik PET = 70% dan 30% pasir, dan limbah botol plastik PET = 50% dan 50% pasir, kuat tekan paving block akan dibandingkan dengan kuat tekan kekuatan paving block untuk jalan (portland cement paving block). Acuan pengujian ini mengacu pada SNI 03-0691-1996. Paving block diuji dengan menggunakan uji tekan. Hasil pengujian paving block limbah botol plastik diperoleh 43,73 Mpa dari spesimen 1 yang merupakan campuran 70% limbah botol plastik dan 30% pasir, dari hasil tersebut dapat tergolong kategori A dan dapat digunakan untuk jalan dan sepeda motor dan 17,57 Mpa dari spesimen 2 merupakan campuran 50% limbah botol plastik dan 50% pasir, dari hasil tersebut dapat digolongkan kategori B dan dapat digunakan untuk tempat parkir dan 70,30 MPa spesimen paving block semen portland hasilnya adalah diklasifikasikan sebagai kategori A yang digunakan untuk jalan.

Kata Kunci: Uji Tekanan, Paving Block, Limbah Botol Plastik PET (Polyethylene Terephthalate) Dan Pasir Sungai.

1. PENDAHULUAN

Paving Block merupakan salah satu bahan bangunan yang banyak digunakan sebagai pelapis perkerasan jalan. Pada umumnya dipakai untuk perkerasan halaman taman, lapangan parkir, trotoar dan gang gang kecil. Untuk itu, Paving block harus memenuhi kualitas sebagai bahan bangunan yang akan digunakan sebagai pelapis perkerasan jalan. Salah satu karakteristik yang harus dimiliki paving block adalah kekuatan tekan. *Paving Block* pada umumnya terbuat dari campuran semen portland, agregat dan air dengan atau tanpa bahan tambah lainnya yang tidak mengurangi mutu paving block tersebut. Agregat yang biasa digunakan adalah agregat halus (pasir). Namun adakalanya digunakan juga agregat kasar (kerikil) dengan ukuran/diameter yang kecil.

Daur ulang sampah botol plastik merupakan proses menjadikan bahan bekas atau sampah botol plastik menjadi bahan baru sehingga bermanfaat kembali. maka limbah botol plastik tersebut akan dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan paving block.

Bata beton (*paving block*) merupakan salah satu jenis beton stuktur yang dapat di manfaatkan sebagai pelapis pengerasan jalan seperti trotoar, halaman, taman dan keperluan lainnya. Campuran Paving block terbagi atas dua jenis yaitu;

1. Paving Block Semen Portland
2. Paving Block Plastik (Komposit)

Pada dasarnya paving block biasanya berwarna asli atau di beri zat pewarna tambahan pada komposisi dan di gunakan untuk lantai baik di luar ataupun di dalam di luar bangunan.



Gambar 1 Paving Block Persegi Panjang

Paving block di Indonesia menggunakan syarat mutu **SNI 03-0691-1998** antara lain sebagai berikut:

1. Sifat Tampak

Paving block harus mempunyai permukaan yang rata, tidak terdapat retak-retakan dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapuhkan dengan kekuatan jari tangan.

2. Ukuran

Ketebalan paving block yang sering digunakan adalah sebagai berikut :

- Ketebalan 6 cm. Untuk beban lalu lintas ringan yang frekuensinya terbatas, misalnya pejalan kaki, sepedamotor.
- Ketebalan 8cm. Untuk beban lalu lintas berat yang padat frekuensinya, misalnya sedan, pick up, bus dan truck.

- Ketebalan 10 cm atau lebih. Untuk beban lalu lintas super berat misalnya crane, loader.

3. Klasifikasi

- Paving block bermutu A : digunakan untuk jalan dan sepeda motor
- Paving block bermutu B : digunakan untuk pelataran parkir
- Paving block bermutu C : digunakan untuk pejalan kaki
- Paving block bermutu D : digunakan untuk taman dan pengguna lain

4. Sifat Fisika

Paving block harus mempunyai sifat fisika seperti kuat tekan, beban tekan dan penyimpanan air.

Tabel 1 Sifat-sifat fisika paving block

Mutu	Kuat Tekan (MPa)		Beban Tekan (max/menit)		Penyimpanan air rata-rata max
	Ratarata	Minimum	Rata-rata	Minimum	%
A	40	35	0,090	0,013	3
B	20	17	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)

Pengujian tekan adalah salah satu pengujian mekanik yang berguna untuk mengukur dan mengetahui kekuatan benda terhadap daya tekan. Pengujian tekan tergolong pada jenis pengujian yang merusak dimana gaya luar yang diberikan atau penekanan sejaris dengan sumbu spesimen. Pengujian tekan ini bertujuan untuk mencari sifat mekanik dan beban tekan maksimum yang dapat di terima benda atau spesimen uji.



Gambar 2 Alat uji tekan

Kuat tekan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kuat tekan (KT)} = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

P = Beban tekan, N

A = luas bidang tekan mm^2

KT = Kuat tekan

Kuat tekan rata-rata dari contoh bata beton dapat dihitung dari jumlah kuat tekan dibagi jumlah contoh uji.

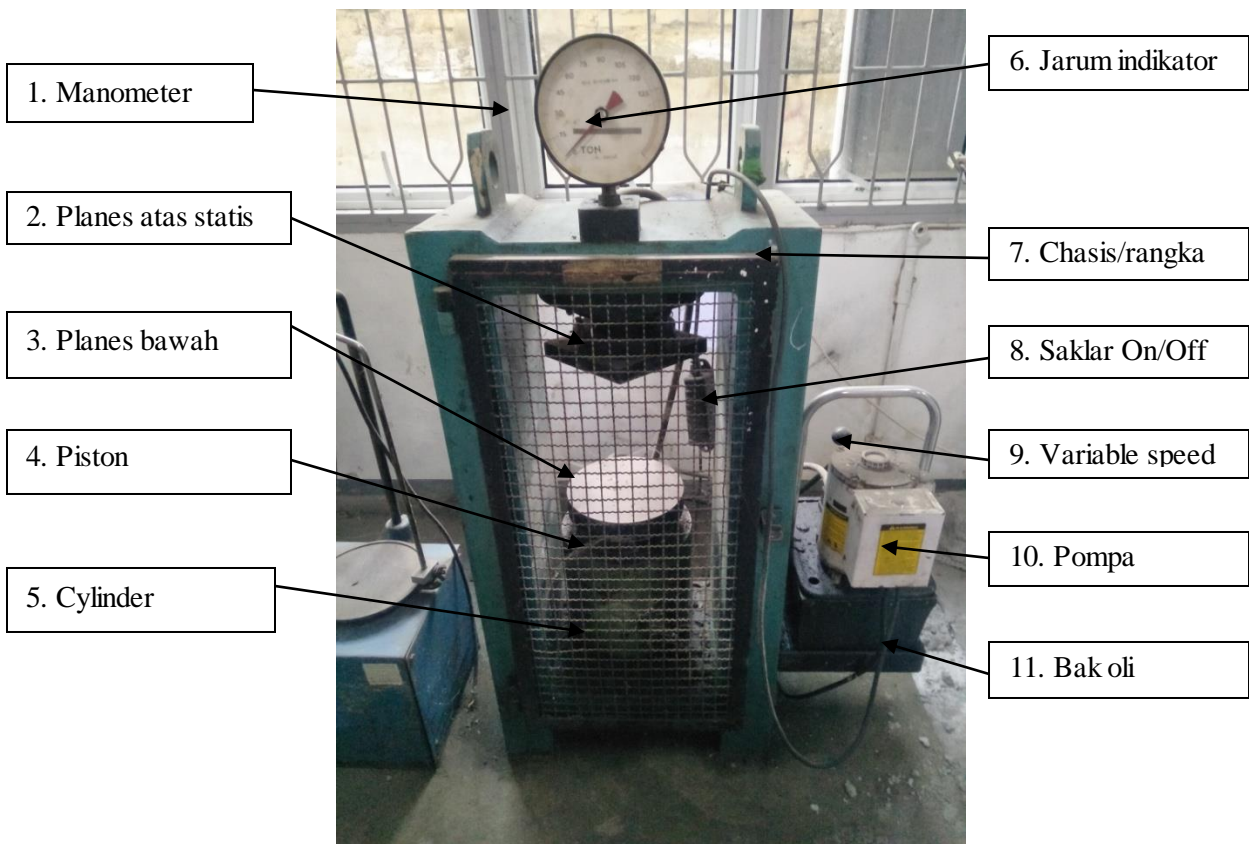
2. METODE PENELITIAN

Tempat pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan dilaboratorium Kekuatan Material Program Studi Teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan.

Alat dan bahan

Alat Pembuat Paving Block ini dibuat oleh mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Guna alat ini untuk mengaduk material serta sebagai alat pelebur limbah botol plastik menjadi cair dengan caramenggunakan Api yang bersumber dari kompor gas untuk mencairkannya.

Alat Pengujian (Mesin Compression Test)



Gambar 3 Mesin Compression Test

Fungsi dari Tombol dan Alat pada mesin uji Compression Machine ini, yaitu:

1. Manometer : Sebagai pengukur tekanan sampel beton
2. Planes atas statis: Sebagai penahan sampel beton
3. Planes bawah : Sebagai dudukan sampel beton
4. Piston : Sebagai penekan utama
5. Cylinder : Sebagai rumah piston
6. Jarum indicator : Sebagai pembaca tekanan
7. Chasis/rangka : Sebagai rangka dari mesin compression testing
8. Saklar On/Off : Untuk menghidupkan dan mematikan mesin
9. Variable speed : Untuk mempercepat proses pengaliran oli
10. Pompa : Untuk memompa dan mengalirkan oli ke cylinder
11. Bak Oli : Sebagai tempat penyimpanan oli

Spesifikasi Alat uji tekan yang digunakan yaitu :

Type : Compression Testing M/C Motorized
Voltage : 220 VAC.
Ampere : 5 ampere
Phase : 1 phase
S/N : 94 C 111
Tekanan max : 150 Ton
Year of prod : October 10. 1994

Bahan

Limbah botol plastik jenis PET— *Polyethylene Terephthalate*



Gambar 4 Limbah Plastik jenis PET

Pasir (Agregat)



Gambar 5 Pasir (Agregat)

Prosedur pembuatan :

1. Menyiapkan bahan yang berupa limbah botol plastik jenis PET dan pasir
2. Memotong atau mencacah limbah botol plastik menjadi skala kecil
3. Menimbang limbah botol plastik dan pasir agar sesuai takaran
4. Menyalakan kompor pembuat paving block hingga panas tabung pemasakan di suhu 100°C-180°C
5. Kemudian memasukan limbah botol plastik yang sudah di potong skala kecil kedalam tabung alat pembuat paving block
6. Setelah limbah botol plastik mencair, masukkan pasir kemudian hidupkan motor pengaduk.
7. Setelah adukan limbah botol plastik dan pasir merata tuang kedalam cetakan paving block
8. Setelah cetakan dingin, keluarkan paving block dari cetakan.
9. Diamkan paving block hingga benar benar dingin
10. Setelah itu bersihkan dan susun kembali alat yang telah digunakan
11. Selesai

Prosedur Pengujian:

1. Menyiapkan benda uji yang akan ditentukan kekuatannya.
2. Ukuran benda uji 6cm x6cm x 6cm
3. Menghidupkan mesin
4. Lapislah capping permukaan atas dan bawah
5. Letakkan benda uji pada mesin secara sentries,sesuai dengan tempat yang tepat pada mesin compression test
6. Jalankan benda uji atau mesin tekan dengan penambahan beban konstan
7. Lakukan pembebanan benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama percobaan
8. Membersihkan alat dan merapikan peralatan yang digunakan
9. Selesai.

3. HASIL

Analisa Data Pengujian Tekan

Paving Block berbahan limbah botol plastik 70% dan Pasir 30%.

Spesimen 1

$$1 \text{ ton} = 9.810 \text{ (N) newton}$$

$$1 \text{ N/mm}^2 = 1 \text{ Mpa}$$

$$15,75 \text{ Ton} = 154.507 \text{ N}$$

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60\text{mm} \times 60\text{mm} = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{154.507 \text{ N}}{3600\text{mm}^2}$$

$$= 42,91 \text{ N / mm}^2$$

$$= 42,91 \text{ Mpa}$$

Spesimen 2

1 ton = 9.810 (N) newton
1 N/mm² = 1 Mpa
17 Ton = 166.77 N

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60mm \times 60mm = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{166.77N}{3600mm^2}$$
$$= 46,325 \text{ N / mm}^2$$
$$= 46,325 \text{ Mpa}$$

Spesimen 3

1 ton = 9.810 (N) newton
1 N/mm² = 1 Mpa
16,5 Ton = 161.86 N

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60mm \times 60mm = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{161.86N}{3600mm^2}$$
$$= 44,96 \text{ N / mm}^2$$
$$= 44,96 \text{ Mpa}$$

Spesimen 4

1 ton = 9.810 (N) newton
1 N/mm² = 1 Mpa
17 Ton = 166.77 N

a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60mm \times 60mm = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$KT = \frac{P}{A} = \frac{166.77N}{3600mm^2}$$
$$= 46,325 \text{ N / mm}^2$$
$$= 46,325 \text{ Mpa}$$

Spesimen 5

1 ton = 9.810 (N) newton
1 N/mm² = 1 Mpa
14 Ton = 137.34 N

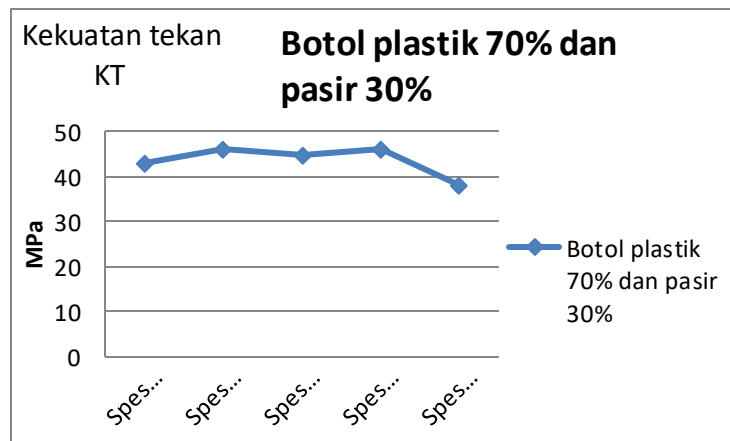
a. Luas Bidang Tekan

$$A = 60mm \times 60mm = 3600 \text{ mm}^2$$

b. Kuat tekan

$$\begin{aligned}
 KT &= \frac{P}{A} = \frac{137.34N}{3600mm^2} \\
 &= 38,15N / mm^2 \\
 &= 38,15Mpa
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai Rata-rata} &= \frac{42,91 + 46,325 + 44,96 + 46,325 + 38,15}{5} \\
 &= \frac{218,67}{5} \\
 &= 43,734
 \end{aligned}$$



Gambar 6 grafik pengujian spesimen 1, 2, 3, 4,dan 5. Botol plastik 70% dan pasir 30%

Dari hasil perhitungan diatas didapat rata- rata hasil dari pengujian sebesar 43.734 Mpa. Dari hasil tersebut maka Paving Block berbahan limbah botol plastik (PET) 70 % dan Pasir 30% masuk dalam kategori/golongan A pada Tabel Standar Kekuatan Paving Block. Berikut merupakan tabel standar kekuatan paving block.

tabel 1 standar kekuatan paving block (SNI 03-0691-1996)

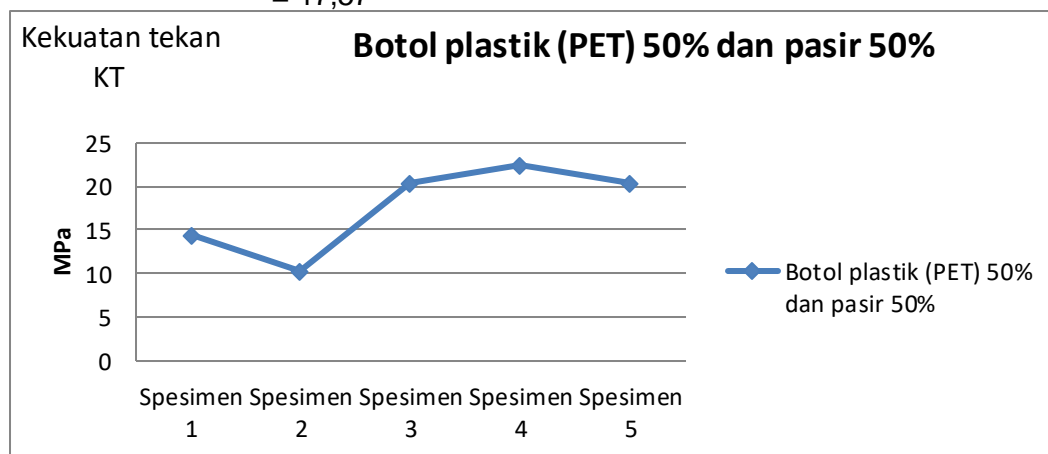
Mutu	KuatTekan (MPa)	
	Rata rata	Minimum
A	40	35
B	20	17
C	15	12,5
D	10	8,5

Maka dari hasil perhitungan kuat tekan dari rujukan paving block SNI 03-0691-1998, paving block berbahan limbah plastik (PET) 70% dan Pasir 30% **bermutu A**.

4. PEMBAHASAN

Paving Block berbahan limbah botol plastik (PET) 50% dan Pasir 50%.

$$\begin{aligned} \text{Nilai Rata-rata} &= \frac{14,30 + 10,21 + 20,43 + 22,48 + 20,43}{5} \\ &= \frac{87,85}{5} \\ &= 17,57 \end{aligned}$$



Gambar 7 grafik pengujian spesimen 1, 2, 3, 4 dan 5 dari botol plastik (PET) 50% dan pasir 50%.

Dari hasil perhitungan diatas didapat rata- rata hasil dari pengujian sebesar 17.57 Mpa. Dari hasil tersebut maka Paving Block berbahan limbah botol plastik (PET) 50 % dan Pasir 50% masuk dalam kategori/golongan B pada Tabel Standar Kekuatan Paving Block. Berikut merupakan tabel standar kekuatan paving block.

Tabel 2 standar kekuatan paving block (SNI 03-0691-1996)

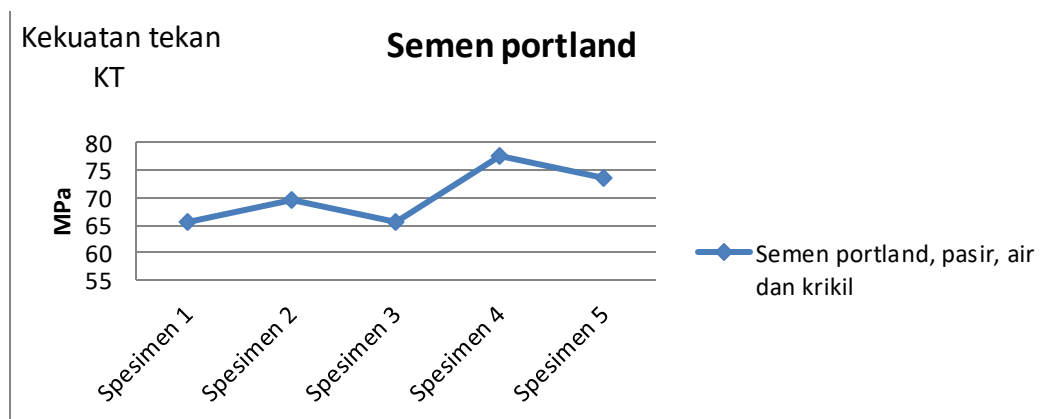
Mutu	KuatTekan (MPa)	
	Rata rata	Minimum
A	40	35
B	20	17
C	15	12,5
D	10	8,5

Maka dari hasil perhitungan kuat tekan dari rujukan paving block SNI 03-0691-

1998, paving block berbahan campuran limbah plastik (PET)50% dan Pasir 50% **bermutu B.**

Paving block semen portland

$$\begin{aligned} \text{Nilai Rata-rata} &= \frac{65,4 + 69,48 + 65,4 + 77,66 + 73,57}{5} \\ &= \frac{351,51}{5} \\ &= 70,302 \end{aligned}$$



Gambar 8 grafik pengujian spesimen paving block 1, 2, 3, 4, dan 5 semen portland.

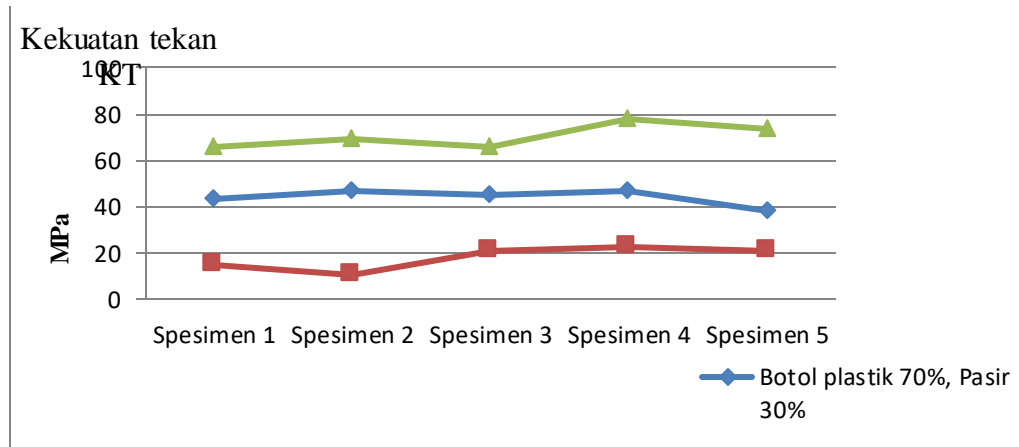
Dari hasil perhitungan diatas didapat rata- rata hasil dari pengujian sebesar 70.302 Mpa. Dari hasil tersebut maka Paving Block berbahan semen portland masuk dalam kategori/golongan A pada Tabel Standar Kekuatan Paving Block. Berikut merupakan tabel standar kekuatan paving block.

Tabel 3 standar kekuatan paving block (SNI 03-0691-1996)

Mutu	KuatTekan (MPa)	
	Rata rata	Minimum
A	40	35
B	20	17
C	15	12,5
D	10	8,5

Maka dari hasil perhitungan kuat tekan dari rujukan paving block SNI 03-0691-1998, paving block berbahan semen portland **bermutu A.**

Maka diantara spesimen paving block dari campuran botol plastik (PET) 70%, pasir 30% dibandingkan dengan spesimen dari botol plastik (PET) 50%, pasir 50% serta paving block semen portland makanya hasilnya masih lebih kuat paving block semen portland. Perbandingannya dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 4 grafik perbandingan kekuatan tekan (KT)

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa paving block yang terbuat dari bahan limbah botol plastik jenis PET dengan komposisi bahan botol plastik(PET) 70%, pasir 30% memiliki kekuatan sebesar 43.734 Mpa. Termasuk dalam MUTU A (untuk jalan dan sepeda motor) dan paving block yang terbuat dari bahan limbah botol plastik dengan komposisi botol plastik (PET) 50% dan Pasir 50% memiliki kekuatan sebesar 17.57 Mpa, termasuk dalam MUTU B (Pelataran parkir), Serta paving block semen portland yang memiliki kekuatan 70.302 Mpa termasuk dalam MUTU A (untuk jalan dan sepeda motor).

5. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian tekan paving block, menganalisis paving block berbahan limbah botol plastik jenis PET dengan 2 variasi campuran yang berbeda serta juga melakukan uji tekan pada paving block semen portland, maka diperoleh hasil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan paving block semen portland masih lebih kuat, dari pada paving block berbahan limbah botol plastik dengan campuran botol plastik 70% , pasir 30% dan botol plastik 50% , pasir 50%.
2. Kekuatan tekan pada 2 variasi paving block berbahan limbah botol plastik tersebut masuk dalam category **SNI 03-0691-1996** yaitu ;
 - a. paving block campuran botol plastik 70% dan pasir 30% bermutu A yang di gunakan untuk jalan dan sepeda motor.
 - b. Paving block campuran botol plastik 50% dan pasir 50% bermutu B yang di gunakan untuk pelataran parkir.
3. Dalam pengujian tekan paving block limbah botol plastik terjadi nilai kuat tekan yang tidak sama di satu adonan hal tersebut di faktori dalam proses pencetakan yang mana didalam adonan terdapat udara yang terjebak membuat paving block

tidak padat sehingga dalam pengujian tekan paving block cepat hancur atau pengadukanyang kurang merata pula.

REFERENSI

- Agustina, I. D., & Nurzanah, W. (2019). STUDI AKSESIBILITAS TRANSPORTASI BERKELANJUTAN UNTUK PENYANDANG CACAT (DISABILITAS) DI PUSAT KOTA MEDAN. *Saintek ITM*, 31(2).
- Amrizal, A., & Lisra, J. (2016). Kajian Kelayakan Ekonomi Pembangunan Jembatan Layang Simpang Selayang Kota Medan. *Jurnal Teknik Sipil Unaya*, 1(1).
- Asfiati, S., & Mutiara, D. T. (2021). STUDI KESELAMATAN DAN KEAMANAN TRANSPORTASI DI PERLINTASAN SEBIDANG ANTARA JALAN REL DENGAN JALAN UMUM (Studi Kasus Perlintasan Kereta Api Di Jalan Padang, Bantan Timur, Kecamatan Medan Tembung). *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).
- Asfiati, S. (2004). Pembangunan Medan Fair Plaza dan Pengaruhnya Terhadap Prasarana Transportasi.
- Asfiati, S., & Zurkiyah, Z. (2021, August). POLA PENGGUNAAN LAHAN TERHADAP SISTEM PERGERAKAN LALU LINTAS DI KECAMATAN MEDAN PERJUANGAN, KOTA MEDAN. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 4, No. 1, pp. 206-216).
- Efrida, R., Putra, T. A., & Utami, C. (2019). Pembangunan Irigasi Air Tanah Dangkal Untuk Peningkatan Produktivitas Usaha Tani Desa Sambirejo Kabupaten Langkat. *IHSAN: JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, 1(2), 196-202.
- Evalina, N., Riza, M. K., Arfis, A., & Rimbawaty, R. (2019, May). PEMANFAATKAN BAHAN BAKAR SAMPAH PLASTIK DENGAN MENGGUNAKAN PEMBANGKIT LISTRIK HOT AIR STIRLING ENGINE. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 2, No. 1, pp. 71-76).
- Frapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(1), 41-46.
- Gunawan, R. (2006). Analisis Sumber Daya Air Daerah Aliran Sungai Bah Bolon Sebagai sarana Pendukung Pengembangan Wilayah di Kabupaten Simalungun dan Asahan. *WAHANA HIJAU Jurnal Perencanaan & Pengembangan Wilayah*, 2(1).
- Majid, T. A., Wan, H. W., Zaini, S. S., Faisal, A., & Wong, Z. M. (2010). The effect of ground motion on non-linear performance of asymmetrical reinforced concrete frames. *Disaster Advances*, 3(4), 35-39.
- Nurzanah, W. (2019). Penentuan Lokasi Pembuangan Material Keruk Alur Pelayaran Pelabuhan Belawan dengan Sistem Informasi Geografis. *Buletin Utama Teknik*, 14(2), 80-91.
- Nurzanah, W. (2020). ANALISA WAKTU TUNGGU BONGKAR MUAT KAPAL DENGAN FASILITAS CRANE DI PELABUHAN GABION BELAWAN. *Buletin Utama Teknik*, 15(2), 180-190.
- Pane, Y., & Anwar, S. (2019, January). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Dengan Menggunakan Digital Elevation Model (Dem). In *Prosiding Seminar Nasional Era Industri (SNEI) 4.0* (Vol. 1, No. 1, pp. 18-24).
- Pane, Y., & Suhelmi, S. (2019). PEMANFAATAN SEDIMEN TANAH SUNGAI BAHOROK AKIBAT DARI PERLUASAN VOLUME DI KAWASAN BUKIT LAWANG. *Ready Star*, 2(1), 423-428.
- Pane, Y., Zega, O., Zalukhu, H. P., & Buulolo, C. W. BANGUNAN HEMAT BIAYA DENGAN KREASI BATU BATA BERWARNA. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 5(1JUNI), 22-25.
- Putera, T. A., & Faisal, A. EVALUASI PERBANDINGAN SIMPANGAN STRUKTUR SRPM

- AKIBAT PERMODELAN STRUKTUR YANG BERBEDA. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 4(1 JUNI), 18-24.
- Putera, T. A., Gultom, H. M., & Susanto, F. P. (2019). EVALUASI DAN PERENCANAAN PILE CAP PADA FLY OVER JAMIN GINTING KOTA MEDAN. *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 30-37.
- Putera, T. A., & Faisal, A. EVALUASI PERBANDINGAN SIMPANGAN STRUKTUR SRPM AKIBAT PERMODELAN STRUKTUR YANG BERBEDA. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 4(1 JUNI), 18-24.
- Purnomo, Singgih 2017. Evaluasi Transportasi Angkutan Umum Pedesaan Kabupaten Langkat (Studi Kasus). Tugas Akhir: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.
- Rini, Indri Nurvia Puspita, 2007. Analisis Persepsi Penumpang Terhadap Tingkat Pelayanan Busway. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Rimbawati, R., Siregar, Z., Yusri, M., & Al Qamari, M. (2021). Penerapan Pembangkit Tenaga Surya Pada Objek Wisata Kampung Sawah Guna Mengurangi Biaya Pembelian Energi Listrik. *Martabe: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 145-151.
- Saputra, U. (2017). Analisa Tarif Angkutan Umum Trayek Antar Terminal Medan-Kisaran (Sumatera Utara).
- Setiawan, Rudy. 2005. Analisa Tingkat Kepuasan Pengguna Kereta Api Komuter Surabaya – Sidoarjo.
- Siregar, Syofian. 2012. Statistik Parametrik untuk Penelitian Kuantitatif. Jakarta: Bumi Aksara.
- Siregar, Z. (2013). Kajian Penataan Signage di Jalan Gatot Subroto Medan Sebagai Upaya Menciptakan Kota Yang Manusiawi Secara Visual.
- Siregar, Z., & Dewi, I. (2020). Analisis Ruas Jalan Lintas Sumatera Kota Tebing Tinggi Dan Kisaran Sebagai Titik Rawan Kecelakaan Lalu Lintas. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(2), 63-73.
- Siregar, A. M., Siregar, C. A., & Affandi, A. (2021). Pengenalan Sistem Kerja Dan Pemberian Mesin Pencacah Botol Plastik Untuk Menambah Penghasilan Panti Asuhan. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 13-18.
- Siregar, Z. (2020). Kajian Penataan Jalur Pedestarian Jalan Kapten Mukhtar Basri Medan Sebagai Akses Utama Kampus UMSU. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 1(1), 46-55.
- Siregar, Z. (2013). Kajian Penataan Signage di Jalan Gatot Subroto Medan Sebagai Upaya Menciptakan Kota Yang Manusiawi Secara Visual.
- Suroso, B., & Rajali, R. (2019). Mechanical Properties Komposit Limbah Plastik. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, 2(1), 74-83.
- SURYANTO, B., DALIMUNTHE, M., NAGAI, K., & MAEKAWA, K. SHEAR FATIGUE PERFORMANCE AND CRACK SURFACE OBSERVATIONS IN PVA-ECC BEAMS WITHOUT WEB REINFORCEMENT.
- Tarigan, A. P. M., & Nurzanah, W. (2016). The Shoreline Retreat and Spatial Analysis over the Coastal Water of Belawan. *INSIST*, 1(1), 65-69.
- Utami, C. ANALISA KELAYAKAN RANCANGAN LANSEKAP RUANG TERBUKA HIJAU (RTH) SUNGAI MATI CISANGKUY BERDASARKAN ASPEK FINANSIAL. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 3(2 DESEMBER), 27-30.
- Yani, M., & Lubis, F. (2018). Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat agregat Limbah Plastik Akibat Beban Lentutan. *MEKANIK: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 4(2).
- Yuni Yuliance, 2006, Analisa Kepuasan Penumpang KRL Jakarta- Depok- Bogor Demangan Metode Analisis Tingkat Kepentingan dan Tingkat Pelaksanaan, Skripsi, FTI, Universitas Gunadarma.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK, PETELITIAIN PENELITIAN TERAPAIN (PT) Tahun Anggaran 2018. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN*.
- Zulkarnain, F. (2021). KONTRAK PENELITIAN RISET TERAPAN/MATERIAL MAJU (PPT)

TAHUN ANGGARAN 2017. *KUMPULAN BERKAS KEPANGKATAN DOSEN.*

Zurkiyah, Z., & Asfiati, S. (2021). ANALISIS TINGKAT PELAYANAN DERMAGA PELABUHAN PENUMPANG TELUK NIBUNG ASAHAN, TANJUNG BALAI SUMATERA UTARA. In *Seminar Nasional Teknik (SEMNASTEK) UISU* (Vol. 4, No. 1, pp. 248-252).

Zurkiyah, Z., & Hidayat, N. (2021). STUDI OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA ALAT BERAT PADA PEKERJAAN PONDASI DENGAN METODE TIME COST TRADE OFF PADA PROJECT PEMBANGUNAN TERMINAL LPG PRESSURIZED 4 X 3000 MT MEDAN-BELAWAN. *PROGRESS IN CIVIL ENGINEERING JOURNAL*, 1(2).

Zurkiyah, Z. (2018, June). PERBANDINGAN RUANG HENTI KHUSUS UNTUK SEPEDA MOTOR DI PERSIMPANGAN BERSINYAL KOTA MEDAN. In *SEMNASTEK UISU 2018.*