

# Teknologi Pembuatan Paving Block Dengan Menggunakan Campuran Material Tanah Liat Dan Semen Dengan Pengujian Kuat Tekan

Muhamad Abdul Azis<sup>1)</sup>, Agus Budiono<sup>2)</sup>, Abdul Basid<sup>3)</sup>

1)Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh-Yusuf, 2)Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh-Yusuf, 3)Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Syekh-Yusuf

Email: <sup>1)</sup>[1504040005@student.unis.ac.id](mailto:1504040005@student.unis.ac.id), <sup>2)</sup>[agus.budiono@unis.ac.id](mailto:agus.budiono@unis.ac.id), <sup>3)</sup>[abasid@unis.ac.id](mailto:abasid@unis.ac.id)

## Abstrak

Pada dasarnya *paving block* terbuat dari campuran agregrat kasar (krikil) dan agregrat halus (pasir) dengan menggunakan campuran air dan semen yang dibuat sesuai dengan kebutuhan dan berbagai macam bentuk maupun warna. Oleh karena itu penelitian yang dilakukan untuk agar dapat memberikan pilihan lain sebagai pengganti bahan utama pada paving block dengan menggunakan material tanah liat dan semen dengan perbandingan campuran antara semen dan tanah liat dengan lama proses pembakaran agar dapat mengetahui pengaruh kuat tekannya serta kualitas dari paving block modifikasi campuran tanah liat dan semen. Sampel tanah yang akan digunakan sebagai bahan penelitian diambil dari Balaraja Kp.Saga Kabupaten Tangerang. Campuran yang digunakan dalam penelitian adalah bervariasi antara lain 50% tanah liat 50% semen, 65% tanah liat 35% Semen, 75% tanah liat 25% semen, dengan lama proses pembakaran yang dibagi menjadi 2 yaitu 25jam dan 17jam pembakaran dilakukan dengan menggunakan pesak padi. Hasilnya dari sampel bahwa kekuatan tekan dengan lama pembakaran 25jam memiliki kuat tekan beton lebih tinggi ketimbang pembakaran 17jam, dikarenakan pembakaran yang memakan waktu 17jam masih terdapat kandungan air pada sampel paving block yang mengakibatkan daya kuat tekan lebih rendah ketimbang dengan pembakaran 25jam, dengan hasil pembakaran sampel paving block 25jam dengan campuran 50% tanah liat 50% semen memenuhi spesifikasi mutu C dengan 153mpa dan dengan campuran 65% tanah liat 35% semen memenuhi spesifikasi mutu D 125mpa, SNI 03-0691-1996.

**Kata kunci:** paving block, tanah liat, semen, waktu pembakaran, uji kuat tekan

## *Abstract (10 pt italic, bold, center)*

*Basically paving blocks are made of a mixture of coarse agregrat (gravel) and fine agregrat (sand) using a mixture of water and cement made according to the needs and various shapes and colors. Therefore, research conducted to be able to provide other options as a replacement of the main material on paving blocks using clay and cement materials with a comparison of the mixture between cement and clay with the length of the combustion process in order to know the influence of strong press and the quality of paving block modification of clay and cement mixture. Soil samples to be used as research materials were taken from Balaraja Kp.Saga Tangerang Regency. The mixture used in the study is varied among others 50% clay 50% cement, 65% clay 35% Cement, 75% clay 25% cement, with the length of the combustion process divided into 2 ie 25 hours and 17 hours of burning is done using rice pesak. The result of the sample that the compressive force with a long combustion of 25 hours has a higher concrete compressive strength than the combustion of 17 hours, due to combustion that takes 17 hours there is still water content in the paving block sample which results in a lower compressive force than with 25 hours of combustion, with the result of burning a 25-hour paving block sample with a mixture of 50% clay 50% cement meets the quality specification C with 153mpa and with a mixture of 65% clay 35% cement meets the quality specification S D 125mpa, SNI 03-0691-1996..*

**Keywords:** paving block, clay, cement, combustion time, hard press test

## I. Pendahuluan

*Paving block* diproduksi secara massal dengan ukuran standar. Ini membuat mereka dapat dipertukarkan. *Paving block* memiliki satu permukaan halus dan satu permukaan kasar, meskipun beberapa *paving block* jadi dilengkapi

dengan permukaan yang bisa dibalik (bisa digunakan kedua sisi). Karakteristik kinerja *paving block* mampu mendukung beban *substansial* dan menahan gaya geser dan pengereman. Paver adalah beton pracetak campuran kering khusus biasa digunakan di trotoar. *Paving block* yang saling mengunci dipasang

di atas a sub-dasar batu yang dipadatkan dan lapisan pasir yang rata. *Paving block* dapat digunakan untuk jalan setapak, teras, dek kolam renang dan jalan masuk dan bandara atau dermaga. Banyak faktor mempengaruhi kuat tekan *paving block* yang sedang sebagai berikut: Ukuran agregat kasar, Rasio air semen, Kondisi curing, Air entrainment, Ukuran dan bentuk spesimen adalah beberapa di antaranya, Material, Komposisi dll. *Paving block* dirancang berdasarkan gaya tekan kekuatan, kekuatan lentur, kekuatan tarik dan gaya geser, tetapi dalam studi ini kami membahas tentang tekan kekuatan balok perkerasan. Biasanya, dimensi *paving block* yang digunakan adalah sebagai berikut: 450 \* 450 \* 35 mm<sup>3</sup>, 200 \* 200 \* 70 mm<sup>3</sup>, 100 \* 200 \* 75 mm<sup>3</sup> Tapi bisa juga dicor sesuai persyaratan situs. Bentuk *paving block* mungkin heksagonal, persegi panjang, persegi, lingkaran, pentagonal, segi delapan, dll sesuai kebutuhan (Ridwan et al., 2019)

Kenyataannya penggunaan *paving block* sangat banyak digunakan untuk pejalan kaki (trotoar jalan) dan jarang digunakan untuk jalan umum dan hanya digunakan untuk jalan pedesaan ataupun jalan dengan kecepatan rendah dikarenakan kekurangan dari *paving block* yaitu: mudah bergelombang bila pondasinya tidak kuat dan kurang nyaman untuk kendaraan dengan kecepatan tinggi. Sehingga perkerasan *paving block* hanya cocok untuk mengendalikan kecepatan kendaraan di lingkungan pemukiman dan perkotaan yang padat, Kelebihan dari *paving block* : pelaksanaan mudah dan tidak memerlukan alat berat serta dapat diproduksi secara masal, pemeliharaannya mudah dan dapat dipasang kembali setelah dibongkar, tahan terhadap beban statis dinamik dan kejutan dan tahan terhadap tumpahan bahan pelumas dan pemanasan oleh mesin kendaraan, direkomendasikan untuk digunakan di jalan pemukiman penduduk, Dari penggunaan *paving block*, aspal (*hotmix*), beton lebih banyak digunakan untuk permukaan jalan yaitu menggunakan aspal (*hotmix*) ataupun beton ketimbang dengan *paving block* dan *paving block* lebih banyak digunakan untuk pejalan kaki (trotoar jalan).

Berdasarkan penelitian ini diharapkan *paving block* yang menggunakan campuran tanah liat dan semen dapat menjadi pengganti bahan campuran pembuatan *paving block* pada umumnya, yang terbuat dari pasir, agregat halus dan semen, agar dapat menciptakan suatu bahan baku yang lebih murah dan berkualitas sama dengan *paving block* pada umumnya, dan bahan baku yang ramah lingkungan karena menggunakan tanah liat semen dan proses pembakaran untuk *paving block* menggunakan pesak padi karena bahan yang ramah lingkungan dan dari hasil pembakaran pesak padi dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan cucu piring bagi rumah tangga. Sehingga solusinya dari *paving block* modifikasi campuran tanah liat dan semen agar menciptakan suatu produk baru dengan bahan

ramah lingkungan dan kualitas yang sama tetapi dengan segi harga yang lebih murah.

## II. Tinjauan Pustaka

### Pengertian *paving block*

*Paving block* adalah suatu komposisi bahan bangunan yang terbuat dari campuran semen portland atau bahan perekat hidrolis lainnya, air dan agregat atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak mengurangi mutu beton tersebut (SNI 03-0691-1996) *Paving block* adalah bahan bangunan yang terbuat dari bahan campuran semen, pasir dan air, sehingga karakteristiknya hampir mendekati dengan karakteristik beton mortar. (Vanden Berghe & Hoste, 2019)

### Syarat mutu *paving block*

Adapun beberapa hal yang perhatikan mutu *paving block* dimana harus memenuhi kualitas syarat SNI - 03061-1996 (Vanden Berghe & Hoste, 2019) :

#### 1. Sifat tampak

*Paving block* harus memenuhi syarat dan tidak boleh memiliki cacat karena dapat mempengaruhi dari kualitas *paving* itu sendiri

#### 2. Ukuran

Bentuk *paving block* mungkin heksagonal, persegi panjang, persegi, lingkaran, pentagonal, segi delapan, dll sesuai kebutuhan. Bata beton di uji tidak boleh cacat maupun kehilangan berat yang diperkenankan maksimum 1%.

Kuat tekan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{F}{A} \quad (1)$$

P = Kuat Tekan (kg/cm<sup>2</sup>)

F = Beban Tekan (kg)

A = Luas Area (cm<sup>2</sup>)

Kuat mutu *paving block* :

#### Mutu A

Minimal memiliki kuat tekan 35 Mpa dimana rata-rata 40 Mpa setara dengan K430 hingga K490

#### Mutu B

Minimal memiliki kuat tekan 20 Mpa dimana rata-rata 20 Mpa setara dengan K208 hingga K245

#### Mutu C

Minimal memiliki kuat tekan 12,5 Mpa dimana rata-rata 15 Mpa setara dengan K153 hingga K184

#### Mutu D

Minimal memiliki kuat tekan 8,5 Mpa dimana rata-rata 10 Mpa setara dengan K104 hingga K122

Tabel 1. Kuat mutu *paving block*

Mutu	Kuat Tekan (Mpa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata maks. (%)
	Rata-rata	Min.	Rata-rata	Min.	
A	40	35	0,090	0,103	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

**Klasifikasi paving block berdasarkan penggunaannya**

Berdasarkan SNI – 03 – 0691 - 1996 klasifikasi paving block di bedakan menurut kelas penggunaannya sebagai berikut : Paving mutu A digunakan untuk jalan. Paving block mutu B digunakan untuk pelataran parkir. Paving block mutu C digunakan untuk pejalan kaki. Paving block mutu D digunakan untuk taman dan pengguna lainnya. Paving block yang di produksi secara manual biasanya termasuk dalam mutu kelas D atau C yaitu untuk tujuan pemakaian non struktural, seperti untuk taman penggunaan lain tidak diperlukan untuk menahan beban berat di atasnya. Mutu paving yang pekerjaannya dengan mesin pres dapat di katagorikan dalam mutu beton C sampai A dengan kuat terkan di atas 125 kg/cm<sup>2</sup> tergantung pada perbandingan campuran dan bahan yang digunakan.(Dipatiukur et al., 2019)

**Keuntungan penggunaan paving block**  
Pelaksanaannya mudah. dapat diproduksi secara masal. tidak memerlukan alat berat. Untuk perawatan yang gampang. mudah untuk dibongkar pasang. mampu mendukung beban substansial dan menahan gaya geser dan pengereman. air tidak mengandung gula lebih dari gram/liter air tidak mengandung bahan organik seperti rumput/lumut.

**Sistem klasifikasi tanah yang sering digunakan:**

System klasifikasi *Unified Soil Classification system* (USCS), Sistem klasifikasi AASHTO (*American Assosication Of State Highway And Transportation Officials*). Sistem klasifikasi berdasarkan tekstur dan ukuran. System klasifikasi berdasarkan tekstur dan ukuran ini dikembangkan oleh Atterberg.

**1. Sistem Klasifikasi Unified Soil Classification System (USCS)** Tanah diklasifikasikan kedalam tanah berbutir kasar (krikil dan pasir) sifat teksturnya. Menurut system ini tanah dikelompokan, yaitu sebagai berikut :

- a. Tanah berbutir kasar (*Coarsegrained-soil*), adalah tanah yang mempunyai *presentase* lolos saringan No.20
- b. < 50%. Tanah berbutir kasar dapat berupa salah satu dari hal dibawah ini: Krikil (G) apabila lebih dari setengah *fraksi* kasar tertahan pada saringan No.4. Pasir (S) apabila lebih dari setengah *fraksi* kasar berada di antara ukuran saringan No. 4 dan No. 200. Tanah berbutir halus adalah tanah dengan *persentase* lolos saringan No.200 > 50 %. Tanah berbutir ini di bagi menjadi lanau (M), lempung (C) dan lanau atau lempung organik (O).

Tabel 2. Simbol pada klasifikasi tanah *Unifed*

Jenis Tanah	Simbol	Sub Kelompok	Simbol
		Gradasi Baik	W
Kerikil	G	Gradasi Buruk	P
Pasir	S	Berlanau	M
		Berlempung	C
Lanau	C	WL > 50 % WL < 50 %	L H
Lempung	M		
Organik	O		
Gambut	Pt		

Sumber: Bowles, 1989

Dimana :

- W : Gradasi baik
- P : Gradasi Buruk
- M : Lanau
- C : Lempung
- L : Plastisitas Rendah
- H : Plastisitas Tinggi

**III. Metode Penelitian**

**Alat dan bahan**

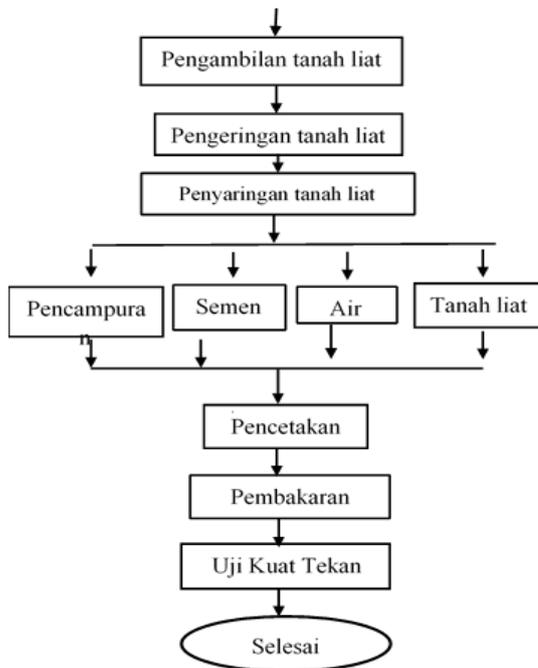
Komposisi bahan yang digunakan sebagai bahan penelitian :

1. Sampel tanah yang digunakan untuk penelitian adalah jenis tanah lempung yang berasal dari Balaraja Kp. Saga, Kabupaten Tangerang.
2. Untuk sampel penelitian ini memilih semen karena sifat semen yang dapat mengeras jika terkena air oleh karena itu penelitian yang peneliti gunakan dengan campuran tanah liat.
3. Air yang saya gunakan untuk pencampuran pembuatan paving block yang berasal dari air tanah yang tidak keruh berbau maupun berminyak yang berasal dari air tanah bertempat di, kp.Pondok Serut Tangerang Selatan.

**Tempat dan Waktu**

Pengujian kuat tekan bertempat di (UPT) Workshop dan Laboratorium jl. Raya Curug Kabupaten Tangerang. Dalam rentan waktu 10 hari, dimulai untuk penelitian Pada tanggal 13 April 2020 dan selesai pada tanggal 23 april 2020.

Adapun tahapannya sebagai berikut:



Gambar 1. Tahapan penelitian

#### Metode pengambilan sampel

Pengambilan sampel yang digunakan untuk penelitian adalah jenis tanah yang berasal dari daerah Balaraja Kp. Saga Kabupaten Tangerang. Tanah yang sudah diambil lalu digunakan untuk bahan penelitian selanjutnya.

#### Metode pembakaran sampel

Metode pembakaran sampel *paving block* dibagi menjadi dua tahap pembakaran yaitu : 1. Pembakaran *paving block* menggunakan pesak padi, dengan durasi lama pembakaran 17 jam menghabiskan 1 karung pesak padi berukuran karung beras 50kg, untuk pembakaran pertama menggunakan 9 sampel *paving block*. 2. Pembakaran *paving block* menggunakan pesak padi, dengan durasi lama pembakaran 25 jam menghabiskan 2 karung pesak padi berukuran karung beras 50kg, untuk pembakaran kedua menggunakan 9 sampel *paving block*. Setelah proses pembakaran, dilakukan penimbangan pada sampel *paving block* sebelum melakukan uji kuat tekan.

#### Pelaksanaan pengujian

Pengujian kuat tekan dimaksudkan untuk dapat mengetahui mutu *paving block* agar dapat digunakan untuk keperluannya. Proses pelaksanaan *paving block* modifikasi sebagai berikut :

1.pengeringan tanah liat (tanah lempung) selama 1 hari 2.penyaringan tanah liat (tanah lempung) dengan saringan No. 4 3.pencampuran tanah liat (tanah lempung) yang lolos saringan dengan semen *Portland* dan air dengan melakukan perbandingan : 25 % semen dan 75 % tanah liat (tanah lempung) serta air. 35 % semen dan 65 % tanah liat (tanah lempung) serta air. 50 % semen dan 50 % tanah liat (tanah lempung) serta air.

#### Metode pencampuran dan pencetakan benda uji

Metode pencampuran dan pencetakan benda uji antara lain: Melakukan pencampuran semen *Portland* dan tanah yang lolos saringan No. 4 serta air sesuai dengan kadar optimum dengan campuran 25 % semen dan 75 % tanah, untuk percobaan pertama dan membuat 3 penelitian sampel *paving block*. Melakukan pencampuran semen *Portland* dan tanah yang lolos saringan No. 4 serta air sesuai dengan kadar optimum dengan campuran 35 % semen dan 65 % tanah, untuk percobaan kedua dan membuat 3 penelitian sampel *paving block*. Melakukan pencampuran semen *Portland* dan tanah yang lolos saringan No. 4 serta air sesuai dengan kadar optimum dengan campuran 50 % semen dan 50 % tanah, untuk percobaan ketiga dan membuat 3 penelitian sampel *paving block*. Kemudian campuran *paving block* dicetak dengan menggunakan cetakan yang dibuat dari kayu berbentuk balok yang mempunyai ukuran Panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tebal 6 cm serta dipadatkan dengan cara manual.

#### IV. Hasil dan Pembahasan

##### Pengeringan tanah liat

Teknik pengeringan tanah dengan menggunakan tenaga matahari agar mendapatkan pengeringan yang sempurna dan dengan cara pengeringan yang mudah dilakukan karena tidak memerlukan alat seperti oven dan sebagainya.

##### Penyaringan tanah

Setelah melakukan proses pengeringan tanah liat maka dilakukan proses penyaringan tanah dengan saringan besi ukuran 0,04 agar dapat memisahkan tanah liat dengan krikil maupun akar-akar pepohonan yang terbawa oleh tanah liat dengan cara mengoyang goyangkan saringan agar mendapatkan tanah liat yang lolos dari saringan. Semen yang digunakan oleh uji sampel penelitian sebagai bahan campuran karena komposisi yang berada pada semen terdiri dari (batu kapur, batu silica dan tanah merah) . (Djamaluddin et al., 2020) Limbah memungkinkan pembuatan *paving block* yang lebih berkelanjutan dan berbiaya rendah.

Air yang digunakan untuk pencampuran pembuatan *paving block* yang berasal dari air tanah yang tidak keruh berbau maupun berminyak

##### Proses pencampuran

Proses pencampuran dengan cara manual agar proses pencampuran dapat merata dengan sempurna dan dapat mengurangi angka pengurangan dan untuk pembuatan *paving block* modifikasi dengan perbandingan campuran komposisi yang berbeda beda anatar lain dengan 50% tanah liat dan 50% semen, 65% tanah liat 35% semen, 75% tanah liat dan semen 25%, dengan sampel sebanyak 12 sampel (Liu et al., 2020)

##### Proses pencetakan

Proses pencetakan untuk penelitian yang digunakan dengan cara manual tanpa alat bantu pres dengan tujuan menekan angka pengeluaran dan dari segi biaya yang digunakan dengan cetakan persegi

empat yang terbuat dari kayu dengan diameter ukuran panjang 20cm lebar 10cm dan tebal 6cm (Widayanto et al., 2020)

#### Proses pembakaran

Proses pembakaran dibagi menjadi dua tahap pembakaran yaitu :tahap pertama menggunakan durasi waktu dengan pembakaran 25 jam diruangan terbuka dengan penambahan pesak padi selama pembakaran dan pembakaran dilakukan untuk mengurangi kadar air yang berada pada sampel *paving block* dan mengetahui hasil dari kekuatan dari pembakaran 25 jam. Pembakaran 18 jam karena agar dapat mengetahui hasil dari durasi pembakaran dan perbedaan kuat tekan *paving block* dengan lama waktu pembakaran menggunakan pesak padi total dari keseluruhan pembakaran dengan menghabiskan 2 karung pesak padi dengan ukuran 50 Kg.

#### Penimbangan berat

Sebelum melakukan proses uji kuat tekan beton maka dilakukan proses penimbangan dari sampel yang sudah dibakar agar mengetahui berat dari sampel yang akan dilakukan tes uji kuat tekan beton dan dapat mengetahui beda berat dari *paving block*

pada umumnya dengan bervariasi berat dari sampel dan berbeda berat dari hasil pembakaran yang 25 jam dengan 17 jam pembakaran. Pembakaran 24 jam dengan berat dari sampel bervariasi yaitu (500,40 500,30 500,35) pembakaran 17 jam (500,10 500,25 500,35).

#### Tes kuat tekan

Melalui proses pembakaran yang memakan waktu 24 jam dibandingkan dengan pembakaran 17 jam dan dengan komposisi semen yang lebih banyak maka mpa dari tes kuat tekan beton dengan pembakaran 24 jam dengan komposisi tanah liat 50% dengan semen 50% dengan pengetestan uji kuat beton maka didapatkan nilai 250 mpa sedangkan hasil tes dengan nilai paling rendah dengan pembakaran 17 jam dengan komposisi 75% tanah liat dan 25% semen mendapatkan nilai 100 mpa karena hasil pembakaran yang kurang lama sehingga mengakibatkan tersisanya kandungan air pada sampel *paving block* dan campuran semen yang sedikit mengakibatkan hasil tes uji kuat beton menjadi rendah dan kurang dari standar mutu *paving block* pada umumnya (Khan et al, 2020)

Tabel 3. Hasil tes uji tekan

	Kuat tekan <i>paving block</i> eksperimen ( $\times 10^4$ N/m <sup>2</sup> ) dengan pembakaran 25 Jam			Kuat tekan <i>paving block</i> eksperimen ( $\times 10^4$ N/m <sup>2</sup> ) dengan pembakaran 18 Jam			Kuat tekan standar menurut (SNI) Mpa Minimal			
	Tanah 50%	Tanah 65%	Tanah 75%	Tanah 50%	Tanah 65%	Tanah 75%	Kelas A	Kelas B	Kelas C	Kelas D
	Semen 50%	Semen 35%	Semen 25%	Semen 50%	Semen 35%	Semen 25%				
1	153	125	91	116	73	61	400	200	150	100
2	120	110	70	105	50	55	400	200	150	100
3	100	90	64	98	45	35	400	200	150	100

#### V. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa : Tanah yang digunakan adalah tanah lempung dengan plastisitas rendah hal ini dilihat secara spesifik melalui ukuran butiran analisa saringan, Tanah lanau dengan plastisitas rendah karena ukuran butiran 0,075 – 0,005 sesuai standar ASTM Nilai kuat tekan *paving block* setelah pembakaran yang dibagi menjadi 2 tahap yaitu 18 jam dan 25 jam, maka nilai kuat tekan *paving block* akan meningkat dengan pembakaran 25 jam ketimbang dengan pembakaran 18 jam. *Paving block* yang mengalami pembakaran selama 25 jam dengan menggunakan pesak padi memiliki kuat tekan yang sangat cukup untuk memenuhi syarat tekan SNI03-0691-1996 kuat tekan standar kelas C dengan hasil kuat tekan 153mpa dengan campuran tanah liat 50 dan semen 50% sedangkan dengan campuran 35% tanah liat dan 65% semen mendapatkan angka 125mpa dengan mutu D, dengan metode pembakaran 18 jam mendapatkan

angka 116 dengan mutu kelas D, dengan campuran 50% tanah liat dan 50% semen.

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu diperlukan ketelitian pada proses pengujian sifat fisik tanah agar memperoleh data yang akurat, pencetakan agar menghasilkan *paving block* yang bermutu standar SNI. Diperlukan pengontrolan kuat pres yang diberikan, agar pemberian tekanan saat pencetakan *paving block* sesuai dengan seharusnya. Untuk bahan penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan cara pencetakan yang sesuai dengan ukuran SNI 03-0691-1996 *paving block*.

#### Daftar Pustaka

- Caetano, J. A., Schalch, V., & Pablos, J. M. (2020). Characterization and recycling of the fine fraction of automotive shredder residue (ASR) for concrete paving blocks

- production. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 22(4), 835– 847.  
<https://doi.org/10.1007/s10098-020-01825-y>
- Dipatiukur, J., Bandung, N., & Barat, J. (2019). *Smart Application Counting Cost Of Installation Paving Block Utilizing Arcore Api Based Android*. 112.
- Djamaluddin, A. R., Caronge, M. A., Tjaronge, M. W., Lando, A. T., & Irmawaty, R. (2020). Evaluation of sustainable concrete paving blocks incorporating processed waste tea ash. *Case Studies in Construction Materials*, 12, e00325.  
<https://doi.org/10.1016/j.cscm.2019.e00325>
- Hardiyanto, H.C. (2004), *Mekanika Tanah II*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyanto, H.C. (2012), *Mekanika Tanah I*, Gadjah Mada University Press, Edisi ke 6 Yogyakarta
- Hardiyatmo, H.C. (2002), *Prinsip-Prinsip Mekanika Tanah dan Soal Penyelesaian I*, Beta Offset, Yogyakarta
- Khan, K. A., Nasir, H., Alam, M., Khan, S. W., & Ahmad, I. (2020). Performance of Subgrade Soil Blended with Cement and Ethylene Vinyl Acetate. *Advances in Civil Engineering*, 2020.  
<https://doi.org/10.1155/2020/9831615>
- Lambe, T.W. (1958), *The Engineering Behavior Of Compacted Fine Grained Soils*, ASTM, Special Tech. Pub.No.163.
- Liu, Y., Zhuge, Y., Chow, C. W. K., Keegan, A., Li, D., Pham, P. N., Huang, J., & Siddique, R. (2020). Utilization of drinking water treatment sludge in concrete paving blocks: Microstructural analysis, durability and leaching properties. 0.110352 .3.203
- Nath, S. K. (2020). Fly ash and zinc slag blended geopolymer: Immobilization of hazardous materials and development of paving blocks. *Journal of Hazardous Materials*, 387, 121673.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121673>
- Nogueira, X. R., & Mennis, J. (2019). The effect of brick and granite block paving materials on traffic speed. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(19).  
<https://doi.org/10.3390/ijerph16193704>
- Ridwan, A., Limantara, A. D., Subiyanto, B., Gardjito, E., Rahardjo, D., Santoso, A., Heryanto, B., Sudarmanto, H. L., Murti, H., Sari, A. G., & Mudjanarko, S. W. (2019). Evaluation of the strength of coconut shell aggregate concrete block for parking area. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 277(1).  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/277/1/012002>
- Suryawan Ari. (2006). Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (RIGIT PAVEMENT), Beta Offset, Yogyakarta
- Vanden Berghe, T., & Hoste, E. (2019). Paving the way for precision medicine v2.0 in intensive care by profiling necroinflammation in biofluids. *Cell Death and Differentiation*, 26(1), 83–98.  
<https://doi.org/10.1038/s41418-018-0196-2>
- Widayanto, E., Soehardjono, A., Wisnumurti, W., & Zacob, A. (2020). The effect of vibrocompaction process on the compressive strength based concrete paving blocks. *AIMS Materials Journal of Environmental Management*, 262(February), 110352.  
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110352>