

PEMANFAATAN BATU-BATUAN KECIL (KERIKIL JAGUNG) SEBAGAI BAHAN TAMBAH PEMBUATAN PAVING BLOCK

Sri Wardani , Drs. Prihantono, M. Eng, Ir. Tri Mulyono, MT,

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan bahan bangunan, setiap tahun selalu meningkat. Salah satunya adalah *Paving Block*. Untuk mendapatkan *Paving Block* yang berkualitas baik adalah dengan cara menambah bahan lain untuk menyusun komposisi campurannya.

Salah satu bahan yang memberi kemungkinan sebagai bahan pembuatan *Paving Block* adalah batu-batuan kecil (Kerikil Jagung). Batu-batuan ini dapat diperoleh dari penyaringan pasir batu (sirtu) / dari penyaringan pasir kasar yang mengandung batu-batuan kecil.

Berdasarkan analisis ayakan (besar butiran) batu-batuan kecil (Kerikil Jagung) tertahan pada ayakan 4,75 mm. Sehingga dapat digolongkan kedalam kerikil halus dengan ukuran butiran $5 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm}$.

Kerikil jagung digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan *paving block*, dengan perbandingan berat pada komposisi campuran semen : pasir : kerikil jagung untuk bagian atas / kepala masing-masing A (1:1:0) / sebagai kontrol, B (1:1:1), C (1:1:1,5) dan D (1:1:2). Hal ini untuk mengetahui adanya perbedaan penggunaan kerikil jagung terhadap kuat tekan bata beton (*paving block*) sesuai dengan Standar Nasional Indonesia.

1. Apakah terdapat perbedaan kuat tekan antara bata beton yang menggunakan bahan tambah kerikil jagung dengan bata beton SNI mutu B (20 MPa)?
 2. Pada perbandingan berapakah kerikil jagung sebagai bahan tambah campuran antara semen dan pasir mampu mencapai kuat tekan bata beton (*paving block*) optimum?
 3. Apakah nilai kuat tekan bata beton (*paving block*) yang menggunakan kerikil jagung lebih tinggi dibandingkan dengan bata beton (*paving block*) mutu B SNI (20 MPa)?
 4. Apakah kuat tekan bata beton (*Paving Block*) yang menggunakan Kerikil Jagung dapat memenuhi persyaratan mutu *Paving Block* Standar Nasional?
-

Apakah paving block yang menggunakan bahan tambah kerikil jagung dengan komposisi campuran semen : pasir : kerikil jagung masing-masing A (1:1:0), B (1:1:1), C (1:1:1,5), D (1:1:2) dapat memenuhi mutu B SNI 03-0691-1996 (Dengan persyaratan pengujian meliputi kuat tekan, ketahanan aus dan penyerapan air)?

1. Pengertian *Paving Block*

Bata beton (*paving block*) adalah suatu komposisi bahan bangunan yang dibuat dari campuran semen Portland atau bahan perekat hidrolis sejenisnya, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambah (*aditif*) lainnya yang tidak mengurangi mutu bata beton itu (SNI 03-0691-1996. Bata beton (*paving block*), Jakarta: BSN,1996, h.1)

2. Syarat-syarat bata beton

1. Sifat tampak, permukaannya rata, tidak terdapat retak-retak dan cacat, bagian sudut dan rusuknya tidak mudah dirapihkan dengan kekuatan jari tangan.
2. Ukuran, Bata beton harus mempunyai ukuran tebal minimum 60 mm dengan toleransi $\pm 8\%$. (P = 20 cm, l = 10 cm, dan t = 6,8,10 cm)
3. Sifat fisika

Mutu	Kuat tekan (Mpa)		Ketahanan Aus (mm/menit)		Penyerapan air rata-rata (%)
	Rata-rata	Min	Rata-rata	Min	
A	40	35	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

3. Bahan Penyusun Paving Block

a. Semen Portland

Adalah semen hidrolis yang dihasilkan dari penggilingan klinker yang kandungan utamanya *calcium silicate* dan satu atau dua buah bentuk *calcium sulfat* sebagai bahan tambahan.

Sifat-sifat semen menurut pemakaiannya meliputi :

1. Hidrasi semen : reaksi antara komponen semen dan air.
2. Setting (Pengikatan) dan Hardening (Pengerasan) : waktu mulai dari adonan terjadi pengikatan sampai mulai terjadi pengerasan.
3. Pengaruh Kualitas Semen Terhadap Kuat Tekan Beton: Kehalusan semen dan komposisi kimia.

b. Agregat Halus (Pasir)

Merupakan agregat berupa pasir alam sebagai hasil desintegrasi alam dari batuan-batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu yang mempunyai ukuran butir lebih kecil dari 4,8 mm (4,75 mm).

c. Sirtu (Pasir-Batu)

Merupakan hasil letusan gunung api yang mengalami transportasi ke arah kaki lereng, maupun terbawa aliran sungai yang mengalir dari hulu dan diendapkan di bagian lembah / hilir sungai yang merupakan material endapan sungai / endapan limbah banjir.

Kerikil Jagung terdapat pada sirtu yang diendapkan di bagian hulu sungai karena didominasi oleh pasir yang mengandung batu-batuan kecil yang butirannya tertahan diatas ayakan 4,75 mm (ukurannya antara $5 \text{ mm} \leq 10 \text{ mm}$).

- **Kuat Tekan Bata Beton**

$$\delta = P / L$$

δ = kuat tekan (Kg/ cm²)

P = beban tekan (Kg)

L = luas bidang tekan (cm²)

- **Ketahanan Aus**

$$(A \times 10) / (BJ \times I \times W)$$

A = Selisih berat benda uji sebelum dan sesudah di aus (gr)

BJ = Berat jenis rata-rata lapisan kepala

I = Luas permukaan bidang aus (cm²)

W = Lamanya pengausan (menit)

- **Penyerapan Air**

$$(A - B) / B \times 100 \%$$

A = Berat *Paving Block* Kondisi Basah

B = Berat *Paving Block* Saat Kering

Terdapat perbedaan kuat tekan *Paving Block* yang menggunakan bahan tambah kerikil jagung dengan yang tidak menggunakan kerikil jagung terhadap nilai kuat tekan *Paving Block* dengan mutu B SNI (20 Mpa)".

METODA

Pemeriksaan sifat kimia dan pengujian bahan dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNJ. Penelitian ini dilaksanakan di Balai Penelitian Bahan dinas Perindustrian DKI Jakarta, yang terletak di jalan Jendral Suprpto Cempaka Putih, Jakarta Pusat. Pembuatan paving block dilakukan di Pabrik Cahaya Atap Sejati di Jl Patriot No. 111, Bekasi Barat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus - November 2009.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen di laboratorium dengan benda uji *paving block* yang menggunakan kerikil jagung sebagai bahan tambah terhadap nilai kuat tekan *paving block* berdasarkan SNI dengan komposisi campuran semen : pasir : kerikil jagung untuk bagian kepala masing-masing A (1:1:0) / kontrol, B (1:1:1), C (1:1:1,5) dan D (1:1:2), sedangkan untuk lapisan bawah dengan perbandingan 1 pc : 8 ps, untuk menghasilkan bata beton mutu B (20 Mpa).

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas adalah bata beton dengan menggunakan bahan tambah kerikil jagung dengan komposisi campuran semen : pasir : kerikil jagung untuk bagian

atas / kepala masing-masing A (1:1:0) / sebagai kontrol, B (1:1:1), C (1:1:1,5) dan D (1:1:2).

2. Variabel terikat adalah bata beton (paving block) mutu B SNI.

Populasi dalam penelitian ini adalah bata beton yang menggunakan campuran air, agregat halus dan semen komposit yang diberi bahan tambah kerikil jagung dengan komposisi campuran semen : pasir : kerikil jagung untuk bagian atas / kepala masing-masing A (1:1:0) / sebagai kontrol, B (1:1:1), C (1:1:1,5) dan D (1:1:2), sedangkan untuk lapisan bawah menggunakan semen dan pasir dengan perbandingan 1 : 8.

Teknik sampling dilakukan dengan membuat benda uji yang dikelompokkan menjadi 4 perlakuan, masing-masing 20 buah benda uji untuk setiap perlakuan.

Bata beton yang tidak menggunakan kerikil jagung dengan perbandingan 1 semen : 1 pasir diberi tanda A. Bata beton yang menggunakan kerikil jagung dengan perbandingan komposisi campuran semen : pasir : kerikil jagung masing-masing B (1:1:1), C (1:1:1,5) dan D (1:1:2).

Instrument Penelitian

1. Seperangkat alat untuk menguji kadar air, berat jenis dan penyerapan air, kadar lumpur, kadar organik, analisa agegat, dan indeks kekerasan agregat.
2. Seperangkat alat untuk pencetak paving block manual
3. Seperangkat alat untuk pengujian ketahanan aus
4. Seperangkat alat tes kuat tekan
5. Lembar observasi

F. Prosedur Penelitian

1. Tahap persiapan
 2. Tahap pemeriksaan bahan
 3. Tahap pencampuran bahan paving block
 4. Tahap pembuatan benda uji
 5. Tahap pencetakan paving block
-

6. Tahap pemeliharaan paving block
7. Tahap pengujian paving block.

Hipotesis Statistik

Ho : $\mu A = \mu B = \mu C = \mu D$

Ho = tidak terdapat perbedaan kuat tekan *paving block* yang menggunakan bahan tambah kerikil jagung pada lapisan atas / kepala untuk campuran A, B, C dan D.

H1 : $\mu A < \mu B < \mu C < \mu D$

H1 = terdapat perbedaan kuat tekan *paving block* yang menggunakan bahan tambah kerikil jagung pada lapisan atas / kepala untuk campuran A, B, C dan D.

Keterangan:

μA = nilai rata-rata kuat tekan *paving block* dengan menggunakan kerikil jagung pada perbandingan (1 pc : 1 ps : 0 kr.jg)

μB = nilai rata-rata kuat tekan *paving block* dengan menggunakan kerikil jagung pada perbandingan (1 pc : 1 ps : 1 kr.jg)

μC = nilai rata-rata kuat tekan *paving block* dengan menggunakan kerikil jagung pada perbandingan (1 pc : 1 ps : 1,5 kr.jg)

μD = nilai rata-rata kuat tekan *paving block* dengan menggunakan kerikil jagung pada perbandingan (1 pc : 1 ps : 2 kr.jg)

Teknik Analisis Data

Berdasarkan hipotesis statistik di atas, untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan kuat Tekan *paving block* dari 4 perlakuan digunakan uji Analisis Variansi (Anava). Sebelum data dianalisis, dilakukan pengujian persyaratan analisis data yaitu uji normalitas dengan uji *Lilliefors* dan uji homogenitas dengan uji *Bartlett*. Untuk mengetahui kadar optimum kerikil jagung yang digunakan sebagai bahan tambah, maka digunakan uji t rata-rata satu pihak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Bahan

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Halus dan Kasar

Jenis pengujian	Pasir	Kerikil Jagung	Standar
Kadar lumpur	2.9 %	0,993 %	SNI 03-1754-1990
Zat organik	Kuning muda	-	SNI 03-1755-1990
Berat jenis dan penyerapan <ul style="list-style-type: none"> • BJ kering • BJ SSD • BJ Semu • Penyerapan air 	2.440 2.580 2.840 5.630 %	2.230 2.370 2.593 6.270 %	SNI 03-1969-1990
Kadar air	2.673 %	1.024 %	SNI 03-1971-1990
Indeks kekerasan butiran	1.867	27.54	SNI 03-1756-1990
Modulus kehalusan	3.297	6.271	SNI 03-1968-1990

1. Rancangan Campuran Bata Beton

Rancangan campuran bata beton ini dilakukan sesuai dengan data-data hasil uji pemeriksaan agregat, dengan semen yang digunakan adalah Semen Komposit, agregat halus berasal dari Bogor untuk campuran kuat tekan paving block yang direncanakan adalah mutu B SNI (20 MPa). Bagian badan perbandingan campuran paving block 1 semen : 8 pasir (perbandingan berat). Sedangkan untuk bagian kepala perbandingan campuran paving block 1 semen : 1 pasir (perbandingan berat) dengan tambahan kerikil jagung 1 ; 1,5 dan 2 (perbandingan berat). FAS yang digunakan pada campuran setiap perlakuan sama yaitu sebesar 0,5.

2. Pembuatan Benda Uji

Setelah proporsi campuran ditentukan kemudian dilakukan pengadukan bahan-bahan penyusun paving block, pengadukan dilakukan secara manual. Setiap pengadukan menghasilkan 22 benda uji (benda uji yang direncanakan 20 buah) untuk satu perlakuan, sehingga dilakukan 4 kali pengadukan. Pencetakan paving block dilakukan secara manual dengan memukul cetakan untuk memadatkan campuran. Pemukulan dilakukan sebanyak 10 kali untuk setiap pencetakan benda uji.

3. Perawatan

Setelah dilepas dari cetakan, *paving block* diletakkan ditempat yang terlindung sehingga tidak terkena sinar matahari langsung. Setelah satu minggu *paving block* dipindahkan ke tempat lembab dilaboraturium.

4. Hasil Pengukuran Bata Beton (Paving block)

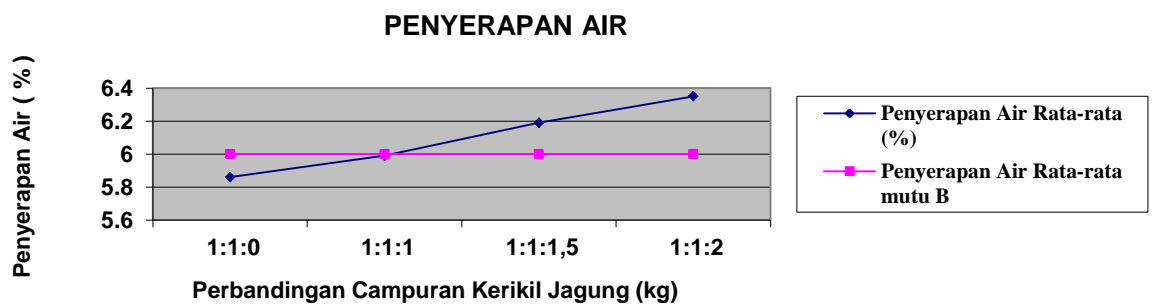
Tabel 6. Ukuran Bata Beton (*Paving Block*)

Proporsi Kerikil Jagung (kg)	Ukuran Rata-Rata Bata Beton (<i>Paving Block</i>)			
	Berat (gram)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)
Kontrol (1:1:0)	2.187	20,020	10,020	6,050
1:1:1	2.200	20,021	10,013	6,007
1:1:1,5	2.220.	20,011	10,017	6,009
1:1:2	2.250	20,012	10,011	6,012

5. Hasil Pengujian Penyerapan Air

Tabel 7. Hasil Pengujian Penyerapan Air

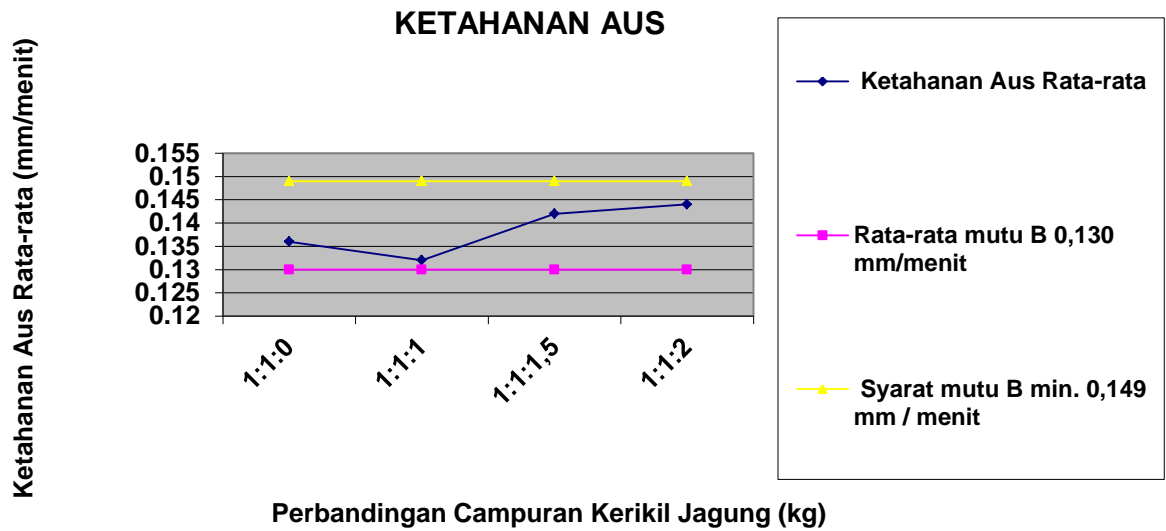
Proporsi Kerikil Jagung (kg)	Penyerapan Air Rata-Rata (%)	Jumlah Sampel
Kontrol (1:1:0)	5,86	5
1:1:1	5,99	5
1:1:1,5	6,19	5
1:1:2	6,35	5



6. Hasil Pengujian Ketahanan Aus

Tabel 8. Hasil Pengujian Ketahanan Aus

Proporsi Kerikil Jagung (kg)	Ketahanan Aus Rata-Rata (mm/menit)	Jumlah Sampel
Kontrol (1:1:0)	0,136	5
1:1:1	0,132	5
1:1:1,5	0,142	5
1:1:2	0,144	5

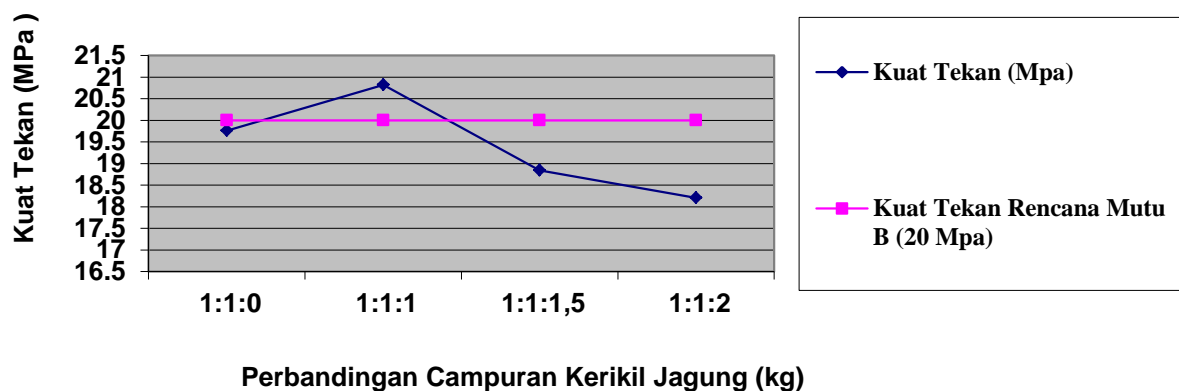


7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block

Tabel 11. Hasil Pengujian Kuat Tekan *Paving Block*

Proporsi Kerikil Jagung (kg)	Nilai Kuat Tekan Rata-Rata	
	Kg/cm ²	MPa
Kontrol (1:1:0)	201,30	19,76
1:1:1	212,33	20,82
1:1:1,5	192,10	18,84
1:1:2	185,70	18,21

KUAT TEKAN PAVING BLOCK



Uji Normalitas

Tabel 12. Hasil Uji Normalitas Data

<i>Paving Block</i>	L_{hitung}	L_{tabel}	Kesimpulan
Kontrol (1:1:0)	0,091	0,294	$L_{hit} < L_{tabel} = \text{Normal}$
1:1:1	0,036	0,294	Normal
1:1:1,5	0,058	0,294	Normal
1:1:2	0,003	0,294	Normal

*Uji Homogenitas*Tabel 13. Hasil Uji homogenitas Kuat Tekan *Paving Block*

S^2 Gabungan	$\text{Log } S^2$	B	X^2_{hitung}	X^2_{tabel}	Hasil
0.273	-0.564	-20.304	7,503	11,3	$X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ Data Homogen

Keterangan :

S^2 Gabungan = Varians gabungan dari kelompok A, B, C, D, dan E

B = Harga besaran diuji kuadrat

X^2 = Chi-kuadrat

Pengujian Hipotesis

Tabel 14. Hasil Uji Analisa Varians

Daftar Varians	dk	JK	KT	F_{hitung}	F_{Tabel}
Rata-rata	1	15062,16	15062,16	47,41	4,38
Antar kelompok	3	38,75	12,92		
Dalam kelompok	36	9,81	0,2725		
Total	40	15110,72			

Keterangan :

- Dk = Derajat Kebebasan
 JK = Jumlah Kuadrat
 KT = Kuadrat Tengah

Dari tabel diatas dengan dk pembilang 3, dk penyebut 36 dan peluang 0,99 (taraf nyata $\alpha=0,01$) didapat Ftabel = 4,38 dan Fhitung = 47,41. Ternyata Fhitung > FTabel maka H0 ditolak. Kesimpulannya terdapat perbedaan antara kuat tekan *paving block* yang menggunakan kerikil jagung sebagai bahan tambah dengan perbandingan antara semen : pasir : kerikil jagung masing-masing A (1:1:0), B (1:1:1), C (1:1:1,5), D (1:1:2).

Tabel 15. Tabel Uji T Test

Proporsi pc : ps : kr.jg	Standar deviasi	Nilai rata-rata	t hitung	t tabel	Hipotesis	Keterangan
1 pc : 1 ps : 0 kr.jg	0,479	19,76	-1,6	2,82	H ₀ diterima	Memenuhi
1 pc : 1 ps : 1 kr.jg	0,332	20,82	7,45	2,82	H ₀ ditolak	Melebihi
1 pc : 1 ps : 1,5 kr.jg	0,208	18,84	-16,57	2,82	H ₀ diterima	Memenuhi
1 pc : 1 ps : 2 kr.jg	0,073	18,21	-77,83	2,82	H ₀ diterima	Memenuhi

Dari tabel diatas diperoleh t hitung > t tabel yang berarti H0 ditolak. Kesimpulannya: rata-rata kuat tekan *paving block* yang menggunakan perbandingan campuran 1 pc : 1 ps : 1 kr. Jagung memenuhi syarat kuat tekan *paving block* mutu B (20 Mpa). Sedangkan yang menggunakan perbandingan campuran 1 pc : 1 ps : 0 kr.jagung, 1 pc : 1 ps : 1,5 kr. Jagung, 1 pc : 1 ps : 2 kr.jagung didapat hasil yang sebaliknya.

B. Keterbatasan Penelitian

1. Pembuatan benda uji masih secara manual sehingga pemadatan benda uji tidak semuanya sama.
2. Pembuatan benda uji yang sedikit (kurang dari 30 benda uji) yang dapat menyebabkan kesalahan statistik.
3. Bahan material yang masih bervariasi sehingga hasil uji tekan dapat di generalisasikan.
4. Pengukuran dan kalibrasi alat tidak selalu tepat, sehingga perbedaan pengukuran pada tiap-tiap benda uji tidak sama.
5. Tidak dilakukan pengujian Natrium Sulfat untuk menguji keawetan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap *paving block* dengan penggunaan kerikil jagung sebagai bahan tambah, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Nilai kuat tekan rata-rata paving block tanpa menggunakan bahan tambah kerikil jagung A (1:1:1) sebesar 19,76 MPa, sedangkan Paving block yang menggunakan kerikil jagung dengan perbandingan campuran semen : pasir : kerikil jagung B (1:1:1), C (1:1:1,5) dan D (1:1:2) berturut-turut sebesar 20,82 MPa, 18,84 Mpa dan 18,21 Mpa sehingga termasuk dalam mutu B. Maka dapat disimpulkan bahwa nilai rata-rata kuat tekan paving block memenuhi mutu SNI 03-0691-1996. Dengan nilai optimum kerikil jagung yang dapat digunakan pada paving block sebagai bahan tambah adalah paving block B yaitu pada perbandingan campuran 1 semen : 1 pasir : 1 kerikil jagung dengan kuat tekan rata-rata 20,82 Mpa.
2. Penyerapan air rata-rata paving block A (1:1:0) sebesar 5,86%, sedangkan paving block dengan perbandingan campuran semen : pasir : kerikil jagung B (1:1:1), C (1:1:1,5) dan D (1:1:2) menghasilkan penyerapan air rata-rata berturut-turut sebesar 5,99%; 6,19% dan 6,35%. Penggunaan kerikil jagung dapat menambah penyerapan air dan berdasarkan nilai rata-rata penyerapan air tersebut maka penyerapan air paving block A dan B termasuk dalam mutu B. Sedangkan penyerapan air paving block C dan D termasuk dalam mutu C. Menurut SNI 03-0691-1996, penyerapan air maksimal untuk mutu B adalah sebesar 6%.

3. Nilai ketahanan aus rata-rata paving block A (1:1:0) menghasilkan nilai ketahanan aus rata-rata sebesar 0,136 mm/menit yang memenuhi mutu B. Ketahanan aus pada paving block dengan perbandingan campuran semen : pasir : kerikil jagung B (1:1:1), C (1:1:1,5) dan D (1:1:2) menghasilkan nilai ketahanan aus rata-rata berturut-turut sebesar 0,132 mm/menit; 0,142 mm/menit dan 0,144 mm/menit yang memenuhi mutu B. Dapat disimpulkan bahwa mutu terbaik dengan nilai rata-rata ketahanan aus terendah dihasilkan oleh paving block B yaitu paving block dengan perbandingan campuran 1 semen : 1 pasir : 1 kerikil jagung