

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Uji Bahan

Pengujian agregat halus dilakukan untuk memastikan material pasir yang digunakan dalam campuran beton telah sesuai dengan standar SNI 03-2847-2002. Standar ini mencakup syarat mutu dan karakteristik agregat yang layak untuk konstruksi struktural. Agregat halus yang digunakan berupa pasir asal Muntilan daerah yang dikenal menghasilkan pasir berkualitas dengan ukuran gradasi maksimum 4,76 mm atau dapat melewati saringan berdiameter 4,76 mm sesuai dengan kategori pasir halus. Selain itu, dilakukan juga uji kadar lumpur untuk memastikan tidak ada unsur pengganggu pada proses ikatan semen. Tahapan ini penting untuk menjamin mutu dan daya tahan struktur bangunan.

4.2 Pengujian Kandungan Kadar Lumpur

Pengujian kandungan lumpur pada pasir bertujuan untuk mengukur seberapa besar kadar partikel halus yang ada di dalamnya seperti debu, lempung, atau tanah liat yang menempel pada butiran pasir. Karena partikel-partikel ini dapat mengganggu proses ikatan antara semen dan agregat, serta dapat menurunkan kekuatan beton yang dihasilkan. Uji kandungan kadar lumpur ini mempunyai syarat kadar lumpur kurang dari 5%. Data hasil pengujian kadar lumpur pada bahan agregat halus disajikan pada **Tabel 4-1** dibawah ini:

Tabel 4-1 Data Hasil Uji Kadar Lumpur

Pengujian Kandungan Kadar Lumpur		
Pengujian	Hasil	Satuan
Berat Pasir Kering	130	ml
Tinggi Air	250	ml
Endapan Lumpur	4	ml
Berat Pasir Hasil Oven	485	ml
Kadar Lumpur	3,08	%

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Dari data tersebut, kadar lumpur dalam sampel pasir didapatkan nilai sebesar 3,08%. Nilai ini menunjukkan bahwa kandungan lumpur dalam pasir masih berada dalam ambang batas spesifikasi yang ditetapkan dalam standar kualitas material konstruksi pada SNI 03-2834-2000 yang menetapkan kadar lumpur maksimal 5%, maka pasir ini masih tergolong layak digunakan.

4.3 Pengujian *Shieve shaker*

Proses pengujian dengan alat *shieve shaker* dilakukan guna mengetahui sebaran ukuran butiran pasir yang digunakan. Pengujian ini memakai rangkaian saringan yang digetarkan secara mekanis selama 15 menit. Berikut disajikan hasil dari pengujian *shieve shaker* pada data **Tabel 4-2** berikut:

Tabel 4-2 Data Hasil Uji *Shieve shaker*

SIEVE SIZE (mm)	Berat Tertahan (gr)		Presentase		% Lolos
	Tertahan	Kumulatif	%	%	
9,5	35	35	2,33	2,33	97,67
4,75	75	110	4,98	7,31	92,69
2,36	155	265	10,3	17,61	82,39
1,18	295	560	19,6	37,21	62,79
0,60	285	845	18,94	56,15	43,85
0,30	450	1295	29,90	86,05	13,95
0,15	180	1475	11,96	98,01	1,99
0,075	15	1490	1	99,01	0,99
Pan	15	1505	1	100	0

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Modulus kehalusan

$$FM = \frac{\text{jumlah sisa saringan}}{100}$$

$$FM = \frac{304,67}{100}$$

$$FM = 3,05$$

Sampel pasir diuji menggunakan serangkaian saringan berukuran 9,5 mm hingga 0,075 mm. Setelah dilakukan penggetaran selama 15 menit, berat material yang tertahan di masing-masing saringan dicatat dan dikonversi menjadi persentase kumulatif. Berdasarkan data tersebut, nilai FM dihitung dengan menjumlahkan seluruh persentase kumulatif tertahan, kecuali pada saringan 0,075 mm dan pan, lalu dibagi 100. Dari hasil pengujian gradasi menghasilkan nilai modulus kehalusan sebesar 3,05 menunjukkan bahwa pasir yang diuji tergolong ke dalam agregat halus dengan gradasi menengah, sesuai dengan klasifikasi umum bahan bangunan pada SNI 03-2461-2002 (Badan Standarisasi Nasional, 2002) pasir ini dinilai layak digunakan sebagai agregat halus dalam campuran pembuatan beton.

4.4 Hasil Pengujian *Paving block*

Paving block dibentuk menggunakan cetakan tipe *interlock* yang telah mendapatkan persetujuan sebelumnya. Cetakan *interlock* dirancang untuk menghasilkan bentuk alur dan lidah yang berfungsi meningkatkan daya ikat antar paving dan mengurangi resiko pergeseran setelah pemasangan. Setelah melalui proses pembuatan *paving block interlock* alur dan lidah, dan mencapai umur yang telah disepakati yaitu 7 dan 14 hari kemudian dilakukan pengujian pada benda uji untuk mengetahui karakteristiknya. Terdapat 4 metode pengujian dalam pengujian *paving block interlock* alur dan lidah yaitu uji kuat tekan, daya serap air, *interlock*, dan kecepatan pemasangan.

4.5 Pengujian Kuat Tekan

Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh, terlihat adanya perbedaan nilai kuat tekan pada masing-masing benda uji. Perbedaan ini mencerminkan kemampuan tiap sampel dalam menahan beban yang diberikan hingga batas kerusakan. Semakin tinggi nilai kuat tekan, semakin besar daya tahan material terhadap tekanan luar, yang berarti kualitas struktur yang dihasilkan juga semakin baik.

Kuat tekan yang disarankan sesuai dengan standart SNI 03-0691-1996 yaitu dengan nilai kuat tekan minimum 12,5 MPa.

$$\text{Kuat Tekan : } f_c \text{ (MPa)} = \frac{P \text{ (kN)} \times 1000}{A \text{ (mm}^2\text{)}}$$

Keterangan :

- F_c = Mutu paving dari hari yang diketahui
- P = Nilai hasil kuat tekan pada mesin kuat tekan
- A = Luas Permukaan Paving

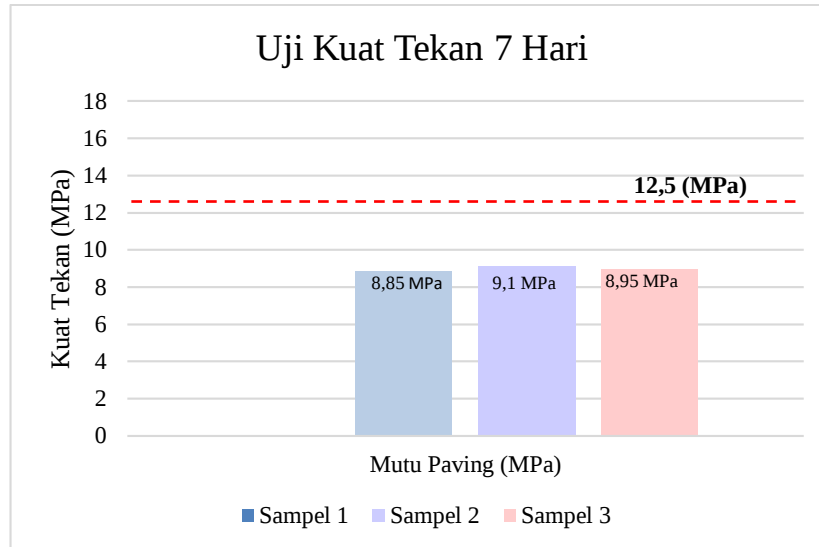
Data hasil uji kuat tekan 7 hari disajikan dalam bentuk tabel, dapat dilihat pada **Tabel 4-3** dibawah ini:

Tabel 4-3 Data Hasil Uji Kuat Tekan 7 Hari

Hasil Uji Kuat Tekan 7 Hari				
Benda Uji	Berat Benda (Kg)	Hasil Kuat Tekan (kN)	Mutu Paving (MPa)	Mutu C SNI (17 MPa)
Sample 1	2.210	177	8,85	Mendekati
Sample 2	2.105	182	9,1	Mendekati
Sample 3	2.090	179	8,95	Mendekati
Rata-rata Berat Benda Uji	2.135	Rata-rata (MPa)	8,96	Mendekati

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Diagram batang pada hasil pengujian kuat tekan 7 hari dapat dilihat pada **Gambar 4-1** berikut:



Gambar 4-1 Pengujian Kuat Tekan 7 Hari

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Keterangan : - - - - - : 12,5 MPa Batas standar (SNI 03-0691-1996)

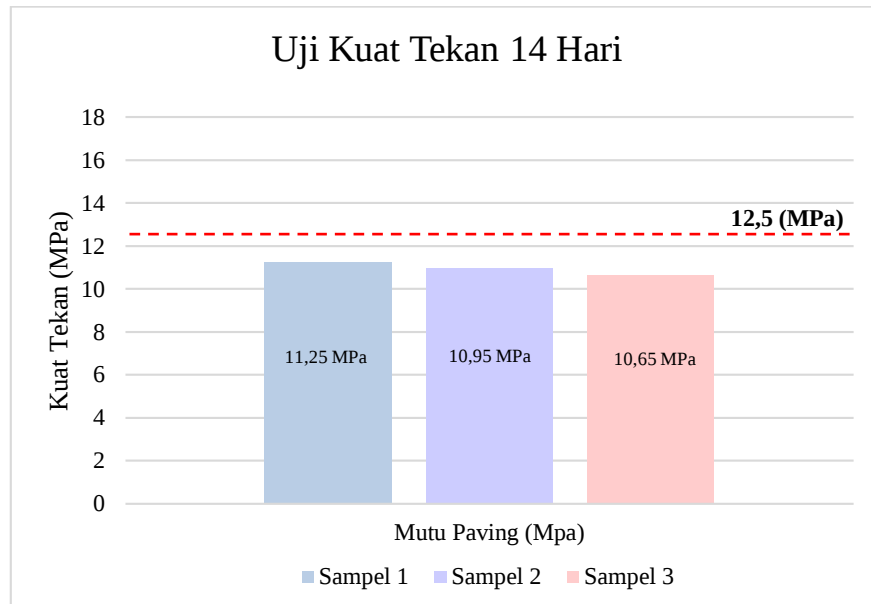
Dari ketiga sampel tersebut, diperoleh rata-rata berat benda uji 2.135 gram dan rata-rata kuat tekan 8,96 MPa. Standar SNI 03-0691-1996, yang mensyaratkan Mutu C *paving block* minimum sebesar 12,5 MPa, maka hasil uji kuat tekan pada umur 7 hari ini meskipun sudah sedikit mendekati tetapi masih terlalu jauh dari standar SNI Mutu C yang ditetapkan. Data hasil pengujian kuat tekan 14 hari disajikan kedalam bentuk **Tabel 4-4** dibawah ini:

Tabel 4-4 Data Hasil Uji Kuat Tekan 14 Hari

Hasil Uji Kuat Tekan 14 Hari				
Benda Uji	Berat Benda (Kg)	Hasil Kuat Tekan (kN)	Mutu Paving (MPa)	Mutu C SNI (17 MPa)
Sample 1	2.150	225	11,25	Mendekati
Sample 2	2.135	219	10,95	Mendekati
Sample 3	2.140	213	10,65	Mendekati
Rata-rata Berat Benda Uji	2.141	Rata-rata (MPa)	10,95	Mendekati

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Berikut disajikan diagram batang hasil uji kuat tekan 14 hari pada **Gambar 4-2** berikut ini:



Gambar 4-2 Pengujian Kuat Tekan 14 Hari

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Keterangan : - - - - - : 12,5 MPa Batas standar (SNI 03-0691-1996)

Dari ketiga sampel tersebut, diperoleh rata-rata berat benda uji 2.141 gram dan rata-rata kuat tekan 10,95 MPa. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa semua sampel masih belum memenuhi tetapi mendekati syarat Mutu C SNI (12,5 MPa) sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996 (Badan Standarisasi Nasional, 1996).

Pengujian kuat tekan pada *paving block interlock* alur dan lidah menunjukkan bahwa nilai rata-rata pada umur 7 hari adalah 8,96 MPa jika dilakukan perhitungan konversi dari 7 hari ke umur 28 hari didapat hasil sebesar 12,80 MPa. Hasil uji kuat tekan pada umur 7 hari dibagi dengan 88% karena pada umumnya *pavingblock* mencapai 88% dari umur 28 hari. Perkiraan tersebut menunjukkan bahwa kuat tekan *paving block interlock* alur dan lidah mengalami peningkatan seiring bertambahnya umur. Dari hasil pengujian dan perhitungan konversi umur 28 hari dapat disimpulkan bahwa *paving block* telah memenuhi standar SNI 03-0691-1996 Mutu C. Tetapi pada hasil pengujian *paving block* umur 7 dan 14 hari yang

diperoleh masih menunjukkan nilai dibawah standar yang disyaratkan, hal itu dapat disebabkan karena pada proses pemadatan saat pencetakan belum maksimal sehingga masih terdapat celah atau rongga pada *paving block* dan menyebabkan kualitas mutunya berkurang.

4.6 Pengujian Daya Serap Air

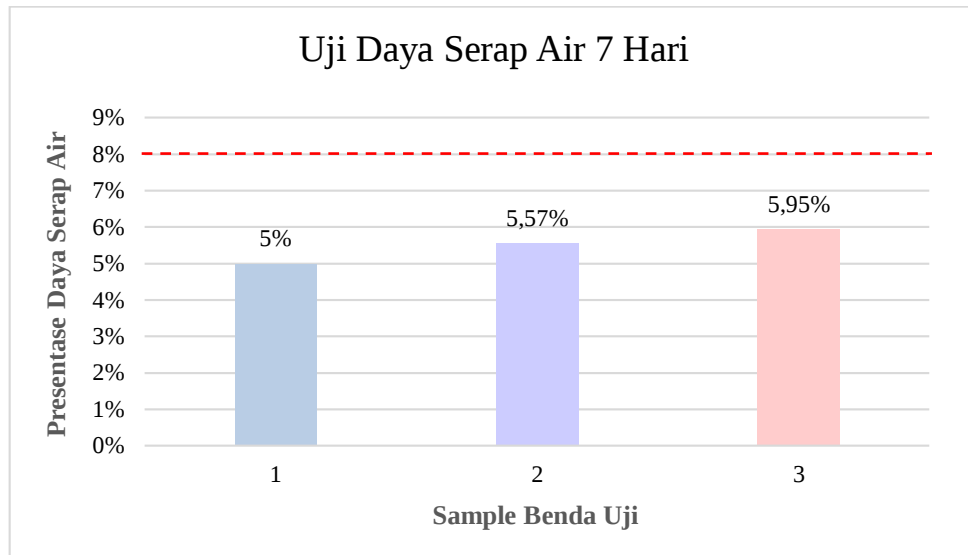
Uji daya serap air pada *paving block* dilakukan untuk mengetahui jumlah air yang mampu diserap oleh setiap unit paving ketika direndam hingga kondisi jenuh. Uji ini menjadi indikator penting dalam menilai kualitas dan ketahanan paving terhadap cuaca lembap, rembesan air hujan, serta pengaruh lingkungan luar. Uji ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bangunan Sekolah Vokasi, dengan hasil yang didapat disajikan pada **Tabel 4-5** sebagai berikut:

Tabel 4-5 Data Hasil Uji Daya Serap Air 7 Hari

Daya Serap Air 7 Hari					
Sample	Berat Basah Setelah direndam (kg)	Berat Kering Setelah dioven (kg)	Selisih	Resapan Air (%)	SNI Mutu C maks (6%)
1	2.310	2.200	110	5%	Memenuhi
2	2.275	2.155	120	5,57%	Memenuhi
3	2.335	2.200	135	5,95%	Memenuhi
Rata-Rata (%)				5,51%	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Hasil pengujian daya serap air umur 7 hari dalam bentuk diagram batang dapat dilihat pada **Gambar 4-3** berikut ini:



Gambar 4-3 Pengujian Daya Serap Air 7 Hari

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Keterangan : - - - - - : 8% Batas maksimal standar (SNI 03-0691-1996)

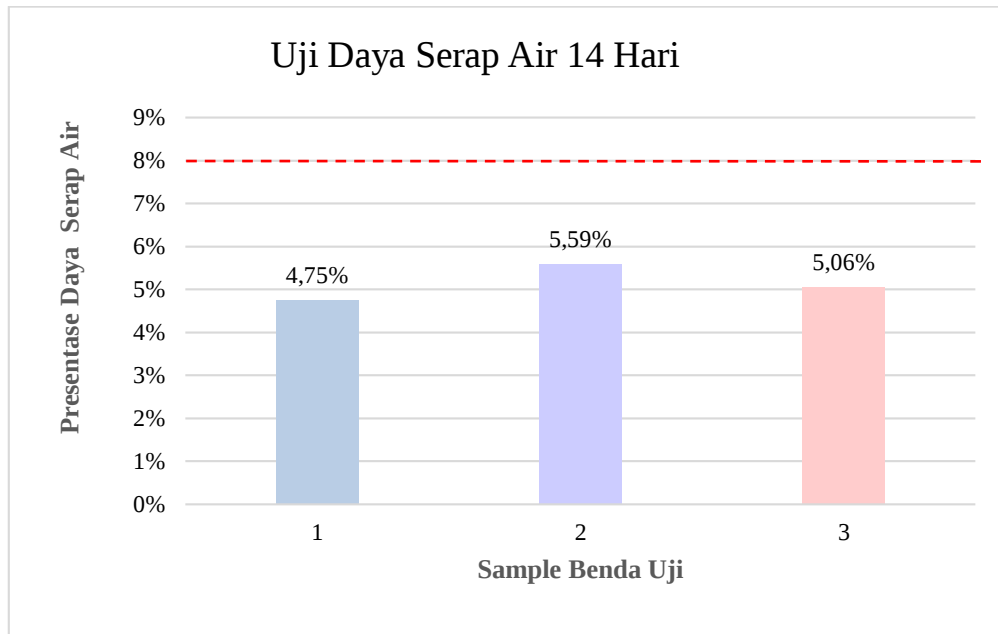
Rata-rata daya serap air dari ketiga sampel tersebut adalah 5,51%, yang berarti seluruh sampel memenuhi batas maksimal sesuai dengan standar SNI 03-0691-1996 Mutu C, yaitu maksimal 8%. Hasil ini menunjukkan bahwa *paving block* memiliki porositas yang masih tergolong baik dan aman untuk digunakan dalam pekerjaan konstruksi ringan. Hasil uji daya serap air *paving block interlock* umur 14 hari disajikan pada **Tabel 4-6** dibawah ini:

Tabel 4-6 Data Hasil Uji Daya Serap Air 14 Hari

Daya Serap Air 14 Hari					
Sample	Berat Basah Setelah direndam (kg)	Berat Kering Setelah dioven (kg)	Selisi h	Resapan Air (%)	SNI Mutu C maks (6%)
1	2.315	2.210	105	4,75%	Memenuhi
2	2.265	2.145	120	5,59%	Memenuhi
3	2.285	2.175	110	5,06%	Memenuhi
Rata-Rata (%)				5,13%	Memenuhi

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Berikut diagram batang hasil pengujian daya serap air umur 14 hari dapat dilihat pada **Gambar 4-4** berikut ini:



Gambar 4-4 Pengujian Daya Serap Air 14 Hari

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Keterangan : - - - - - : 8% Batas maksimal standar (SNI 03-0691-1996)

Berdasarkan hasil tersebut, nilai rata-rata daya serap air dari ketiga sampel adalah 5,13%. Nilai ini masih berada di bawah batas maksimal yang telah ditetapkan oleh SNI 03-0691-1996 Mutu C, yaitu 8%, sehingga seluruh sampel dinyatakan memenuhi standar kelayakan untuk digunakan dalam pekerjaan konstruksi ringan.

4.7 Pengujian Interlock

Pengujian pada *paving block* tipe *interlock* alur dan lidah dilakukan untuk mengevaluasi kualitas fisik dan mekanik dari unit perkerasan tersebut. Bentuk *interlock* dirancang sedemikian rupa agar dapat saling mengunci antar unit, sehingga menciptakan ikatan yang kuat dan stabil pada bidang pemasangan. Digunakan ukuran 100 x 100 cm disusun diatas kontur permukaan yang sama sebagai benda uji dalam pengujian *interlock*.

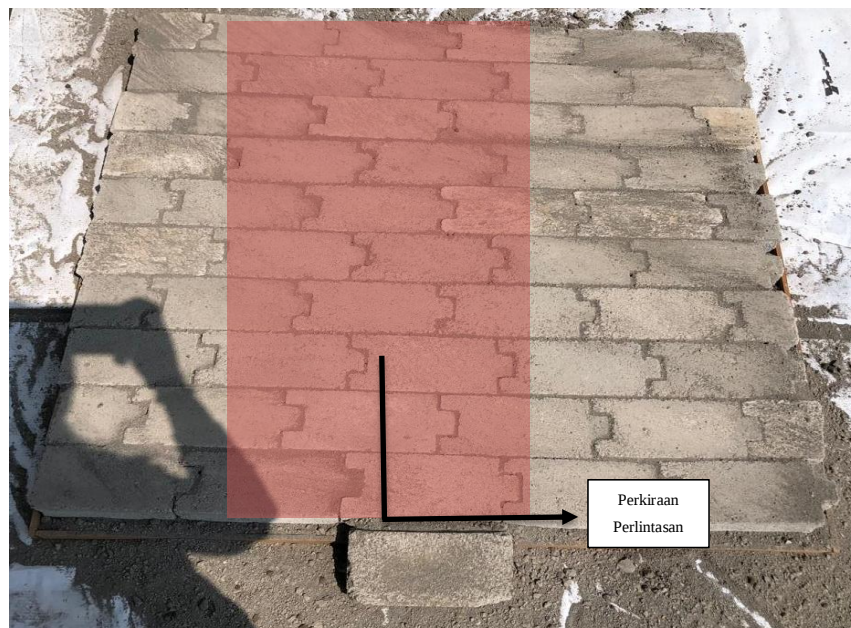
Data hasil pengujian *interlock* disajikan pada **Tabel 4-7** berikut:

Tabel 4-7 Data Hasil Uji *Interlock*

Jenis Paving	Pergeseran (mm)
Interlock Alur dan Lidah	5 mm
Konvensional Segi Empat	9 mm

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Gambar perkiraan lintasan pada pengujian *interlock* ditampilkan pada **Gambar 4-5** dibawah ini:



Gambar 4-5 Perkiraan Perlindungan Uji *Interlock*

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Dari hasil pengujian *interlock* yang telah dilakukan data yang didapat pergeseran *paving block interlock* alur dan lidah lebih minim terhadap pergeseran sebesar 5 mm dibandingkan dengan *paving block* konvensional segi empat yaitu sebesar 9 mm. Hasil uji pergeseran menunjukkan bahwa *paving block* tipe *interlock* alur dan lidah memiliki nilai pergeseran sebesar 5 mm. Nilai tersebut lebih rendah bila dibandingkan dengan temuan dari penelitian sebelumnya oleh (Syakir & Anantyo,

2024) pada *paving block* tipe ikan pari yang menunjukkan pergeseran sebesar 5,51 mm. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa desain *interlock* alur dan lidah mampu memberikan sistem penguncian yang lebih stabil, sehingga lebih efektif dalam menahan gaya geser dan meminimalkan perpindahan posisi antar unit paving setelah terpasang.

4.8 Pengujian Kecepatan pemasangan

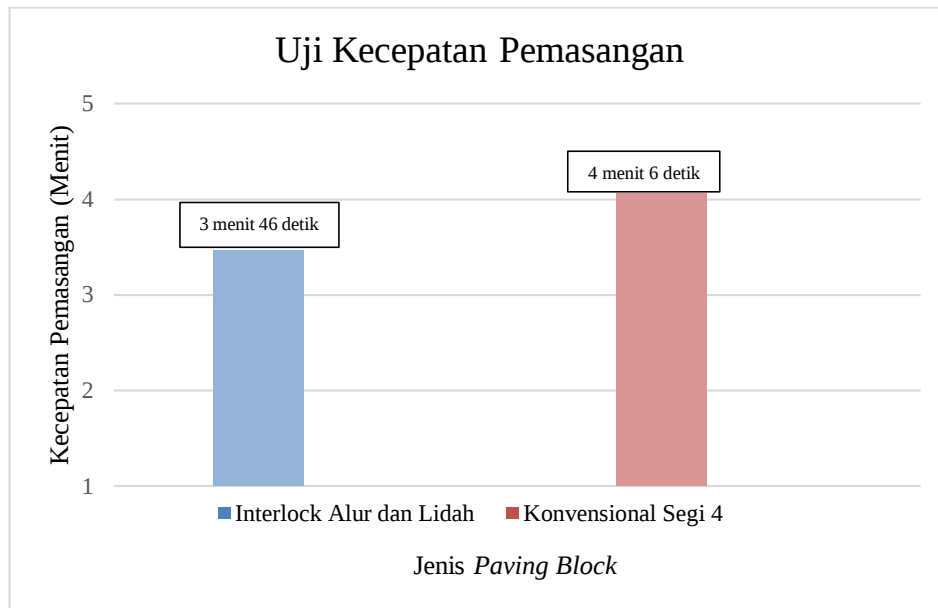
Pengujian kecepatan pemasangan *paving block interlock* dilakukan untuk menilai efisiensi kerja dalam proses instalasi unit perkerasan. Uji ini penting dilakukan sebagai bagian dari evaluasi produktivitas lapangan, terutama dalam proyek yang menuntut waktu pelaksanaan cepat dan volume area yang luas. Pada pengujian kecepatan pemasangan *paving block interlock* alur dan lidah kali ini dilakukan oleh tenaga terampil, digunakan juga *paving block* konvensional segi empat dengan pola tulang ikan 45° merupakan pola penguncian paling baik (Pamungkas, 2007). Hasil dari pengujian kecepatan pemasangan yang telah dilakukan disajikan pada **Tabel 4-8** berikut:

Tabel 4-8 Data Hasil Uji Kecepatan Pemasangan

Pemasangan Paving	Jenis Paving		Selisih
	<i>Interlock Alur dan Lidah</i>	Konvensional	
Tenaga Terampil	3 menit 46 detik	4 menit 6 detik	20 detik

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Diagram batang hasil uji kecepatan pemasangan ditampilkan pada **Gambar 4-6** dibawah ini:



Gambar 4-6 Kecepatan Pemasangan *Paving block*

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Berdasarkan hasil pengujian, waktu pemasangan *paving block interlock* alur dan lidah oleh tenaga terampil memerlukan waktu rata-rata 3 menit 46 detik, sedangkan *paving block* konvensional segi empat dengan pola tulang ikan 45° membutuhkan waktu 4 menit 6 detik. Dengan demikian, terdapat selisih waktu sebesar 20 detik, di mana *paving block interlock* lebih cepat dipasang. Hal ini menunjukkan bahwa desain saling mengunci pada *paving interlock* dapat mempercepat proses pemasangan dibandingkan dengan pola pemasangan konvensional yang lebih kompleks.

4.9 Rekapitulasi Hasil Pengujian

Hasil dari empat pengujian menunjukkan bahwa *paving block interlock* alur dan lidah memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan jenis *paving block* lainnya. Pada uji kuat tekan menunjukkan kekuatan lebih tinggi, daya serap airnya memenuhi standar SNI. Dalam uji pergeseran, *paving interlock* menghasilkan nilai pergeseran paling kecil, menunjukkan stabilitas yang lebih baik.

Selain itu, waktu pemasangannya lebih cepat dibandingkan paving konvensional berpola sirip ikan 45°, karena bentuknya yang saling mengunci mempermudah proses instalasi. Setelah dilakukan semua pengujian dan didapatkan hasil disetiap pengujiannya, hasil tersebut disajikan pada **Tabel 4-9** berikut:

Tabel 4-9 Data Rekapitulasi Hasil Semua Pengujian

Rekapitulasi Hasil Pengujian			
Kuat Tekan	Daya Serap Air	<i>Interlock</i>	Kecepatan Pemasangan
12.80 MPa	5.13%	5 mm	3 menit 46 detik

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Secara keseluruhan, *paving block interlock* alur dan lidah unggul dalam kekuatan, ketahanan air, stabilitas, dan efisiensi pemasangan, serta bentuknya yang memiliki keunggulan lebih dibanding dengan *paving block* konvensional lainnya karena terdapat system kuncian kombinasi alur dan lidah menciptakan penguncian ganda yang efektif dalam menahan gaya lateral serta meminimalkan celah pergeseran antar paving tanpa mengurangi aspek standar SNI yang lainnya seperti kuat tekan dan daya serap air tanpa mengurangi aspek standar SNI.