

## BAB IV

### Hasil Dan Pembahasan

Data yang dihasilkan dari hasil uji material, kuat tekan dan resapan air dilakukan pembahasan terhadap hal-hal yang diteliti. Sebelum pencampuran bahan, terlebih dahulu dilakukan uji material terhadap bahan pasir, semen dan cangkang kerang darah.

#### 4.1 Hasil Uji Material

Hasil uji material ditampilkan pada Tabel 4.1. Pengujian material ini dilakukan di Laboratorium PT Varia Usaha Beton . Dari syarat yang ditetapkan oleh peraturan, material memenuhi persyaratan untuk digunakan sebagai bahan campuran bahan bangunan paving block. Data dan perhitungan uji material secara lengkap ditampilkan di Lampiran.

Material	Uji Material	Standar Pengujian	Standar Hasil Uji	Hasil Uji	Persyaratan
SEMEN	- Konsistensi normal Semen	SNI 03-6827-2002	22-32%	29,28%	ok
	- Konsistensi normal Semen + Cangkang kerang 4 %	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	22-32%	27,48%	ok
	- Konsistensi normal - Semen + Cangkang kerang 6 %	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	22-32%	27,48%	ok
	- Konsistensi normal - Semen + Cangkang kerang 8 %	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	22-32%	27,48%	ok
	- Konsistensi normal - Semen + Cangkang kerang 10 %	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	22-32%	27,52%	ok
	- Waktu mengikat dan mengeras semen portland a. Waktu mengikat (menit) b. Waktu mengeras (menit)	SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	Waktu mengikat 90 menit Waktu mengeras 150 menit	ok

<b>Material</b>	<b>Uji Material</b>	<b>Standar Pengujian</b>	<b>Standar Hasil Uji</b>	<b>Hasil Uji</b>	<b>Persyaratan</b>
SEMEN	- Semen + Cangkang Kerang 4% Waktu mengikat (menit) Waktu mengeras (menit)	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	Waktu mengikat 90 menit Waktu mengeras 225 menit	ok
	- Semen + Cangkang Kerang 6% Waktu mengikat (menit) Waktu mengeras (menit)	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	Waktu mengikat 72 menit Waktu mengeras 195 menit	ok
	- Semen + Cangkang Kerang 8% Waktu mengikat (menit) Waktu mengeras (menit)	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	Waktu mengikat 90 menit Waktu mengeras 195 menit	ok
	- Semen + Cangkang Kerang 10% Waktu mengikat (menit) Waktu mengeras (menit)	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-6827-2002	Min. 45 menit Max.480 menit	72 195	ok
	Berat volume semen	SNI 03-4804-2014	1.0 - 1.8 gr/cm <sup>3</sup>	1.23	ok
PASIR	- Berat volume pasir	SNI 03-4804-2014	1.0 - 1.8	1.49	ok
	- Berat jenis pasir	SNI 03-1970-1990	< 3 gr	2,63	ok
	- Resapan Pasir	SNI 03-1970-1990	< 3%	2,4%	ok
	- Kelembapan pasir	ASTM C-556-1997	< 5%	1,2%	ok
	- Kadar lumpur pasir	SNI 03-1750-1990	Maks. 5%	1,7	ok
	- Kebersihan pasir terhadap bahan organik	SNI 03-2816-1992	-	Kuning Muda	ok
	- Analisa Gradasi pasir	SNI 03-4428-1997	1,5% - 3,8%	Gradasi zona 2 dan modulus kehalusan 3,36	ok

<b>Material</b>	<b>Uji Material</b>	<b>Standar Pengujian</b>	<b>Standar Hasil Uji</b>	<b>Hasil Uji</b>	<b>Persyaratan</b>
CANGKANG KERANG DARAH	Berat volume	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-4804-2002	-	1.146	ok
	- Berat jenis	Mengikuti Prosedur pengujian SNI 03-1970-1990	-	2,3	ok

**Tabel 4. 1** Hasil Uji Material

## 4.2 Hasil Pengujian Semen

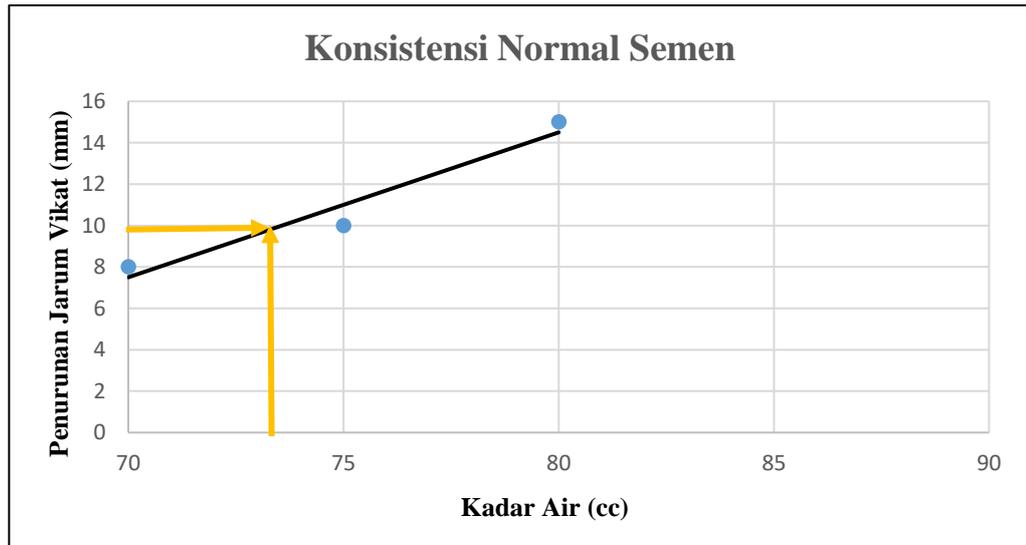
### 4.2.1 Pengujian Konsistensi Normal Semen

Besarnya Kadar air untuk membuat pasta semen dapat menggunakan jarum vikat tumpul pada permukaan semen. Konsistensi diperoleh tiap 30 detik penurunan jarum (mm). Pada data pengujian diharapkan dapat menentukan besarnya kadar air untuk mencapai penurunan 10 mm dapat menggunakan grafik konsistensi normal.

**Tabel 4. 2** Tabel Kebutuhan Material Pada Pengujian Konsistensi Normal

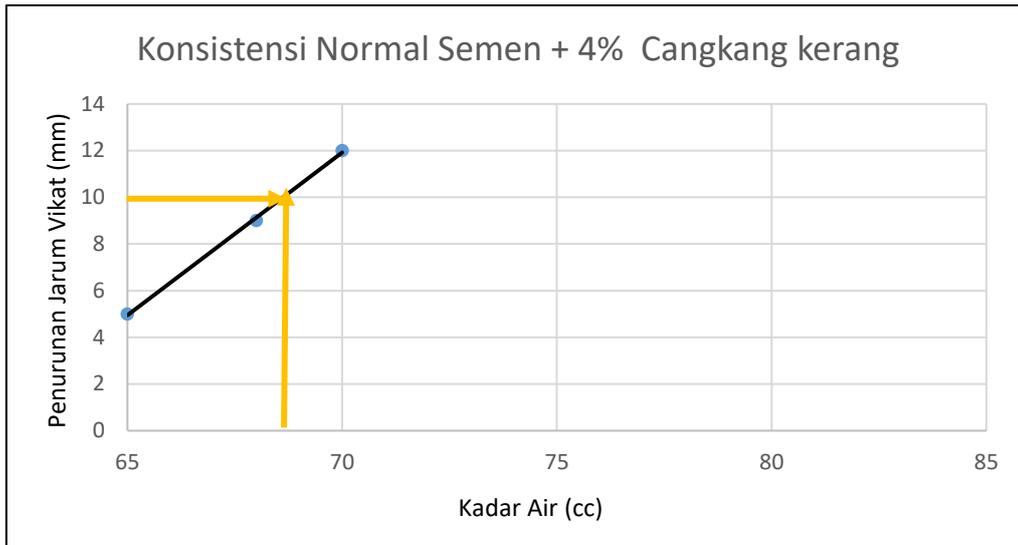
<b>Benda Uji</b>	<b>Semen (gr)</b>	<b>Cangkang kerang (gr)</b>
Semen	250	-
Semen + Cangkang Kerang 4%	240	10
Semen + Cangkang Kerang 6%	235	15
Semen + Cangkang Kerang 8%	230	20
Semen + Cangkang Kerang 10%	225	25

Berdasarkan gambar 4.1 menunjukkan tiga kali hasil pengujian menentukan kadar air normal untuk memperoleh penurunan 10 mm. maka dapat disimpulkan bahwa pengujian pertama menghasilkan konsistensi sebesar 28%, pengujian kedua menghasilkan konsistensi sebesar 30% dan pengujian ketiga menghasilkan konsistensi sebesar 32%. Untuk memperoleh penurunan sebesar 10 mm memerlukan air sebanyak 73,2 cc dengan konsistensi 29,28%

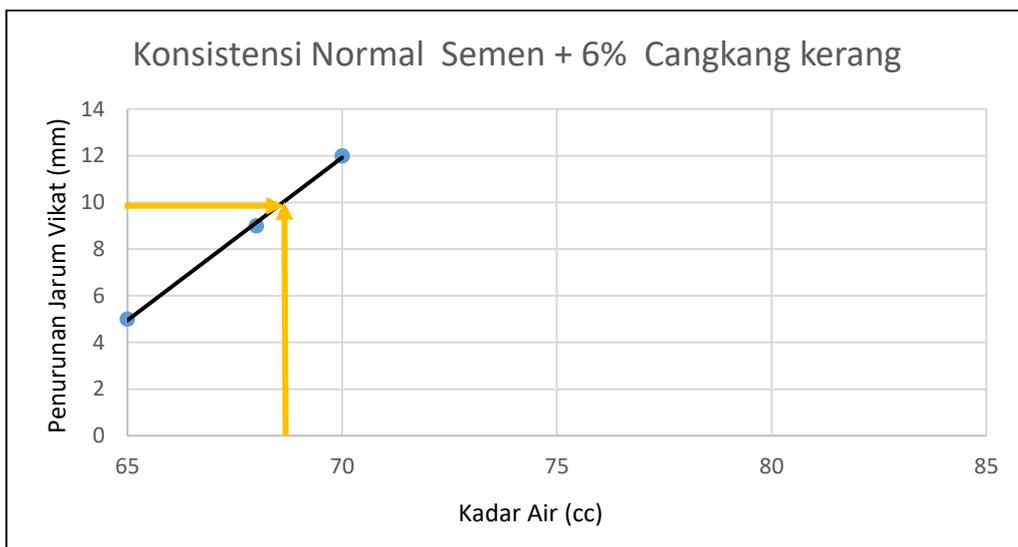


**Gambar 4.1** Konsistensi Normal Semen

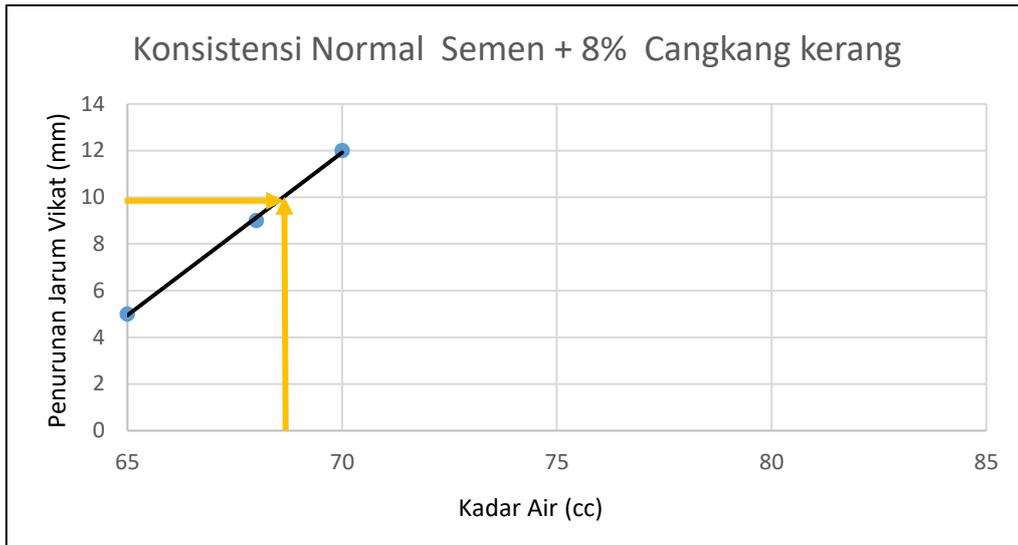
Berdasarkan Gambar 4.2 hingga 4.5 menunjukkan tiga kali hasil pengujian menentukan kadar air normal yang ditentukan dengan memperoleh penurunan jarum vikat sebesar 10 mm. Dari hasil uji konsistensi normal semen dengan campuran cangkang kerang menghasilkan konsistensi normal sebesar, 1) semen+4% cangkang kerang sebesar 27,48%, 2) semen+6% cangkang kerang sebesar 27,48%, 3) semen +8% cangkang kerang sebesar 27,48%, 3) semen +10% cangkang kerang sebesar 27,52%. Dari hasil uji Konsistensi normal semen dengan campuran cangkang kerang, dapat diketahui bahwa penambahan cangkang kerang lebih dari 8% mengalami peningkatan konsistensi normal, menunjukkan bahwa dibutuhkan penambahan air untuk mendapatkan penurunan jarum vikat sebesar 10 mm. Hal ini menjelaskan bahwa semakin tinggi presentase cangkang kerang yang digunakan pada campuran, maka akan semakin tinggi kadar air yang dibutuhkan.



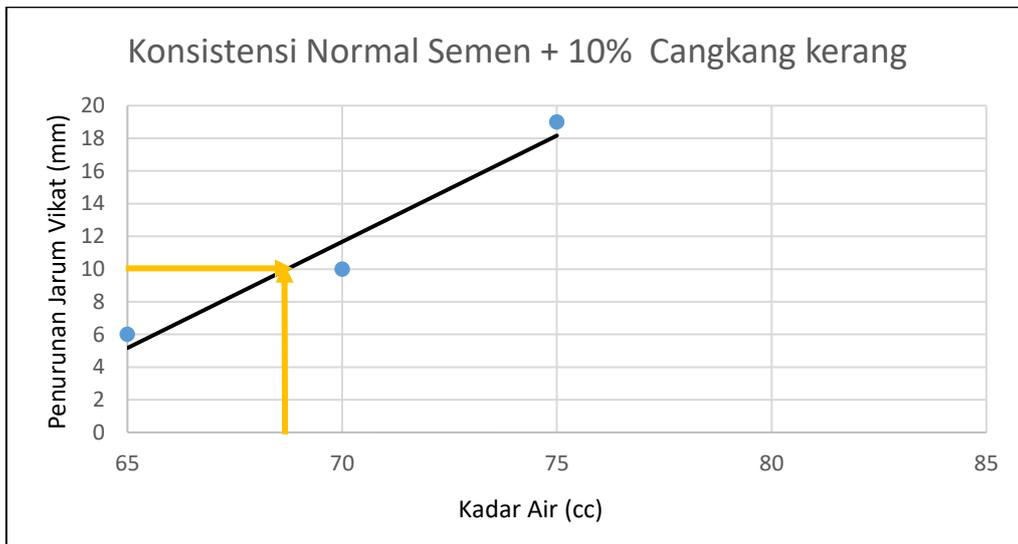
**Gambar 4.2** Konsistensi Normal Semen + 4% Cangkang Kerang



**Gambar 4.3** Konsistensi Normal Semen + 6% Cangkang Kerang



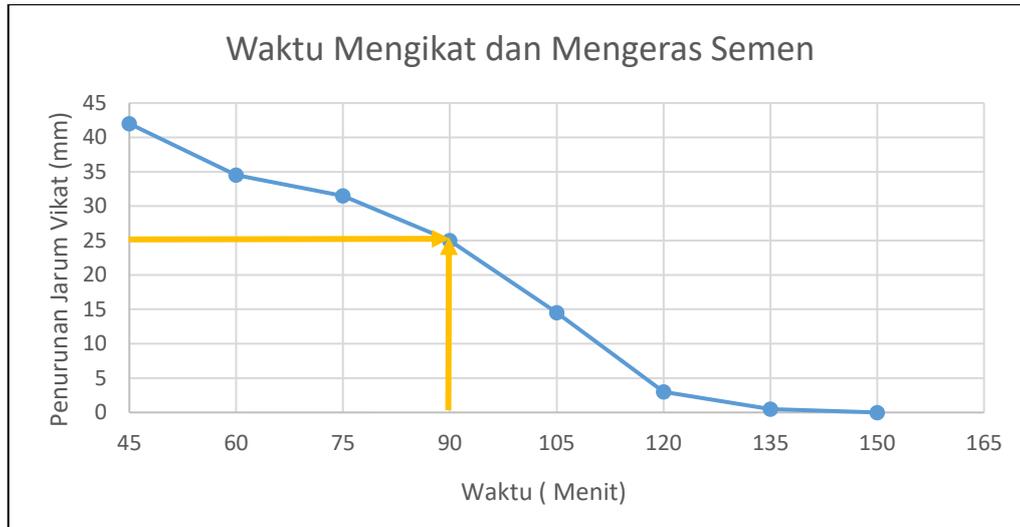
**Gambar 4. 4** Konsistensi Normal Semen + 8% Cangkang Kerang



**Gambar 4. 5** Gambar Konsistensi Normal Semen + 10% Cangkang Kerang

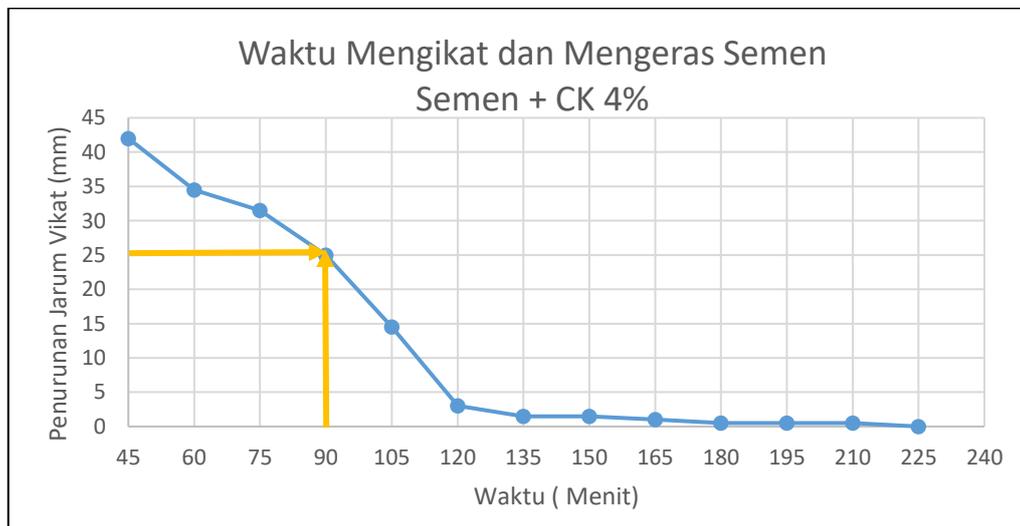
Berdasarkan hasil konsistensi normal semen tanpa campuran cangkang kerang dan menggunakan campuran cangkang kerang berdasarkan prosentase 4%, 6%, 8%, 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa kadar air untuk penggunaan campuran cangkang kerang lebih rendah kadar air dari pada campuran semen tanpa cangkang kerang.

#### 4.2.2 Pengujian Mengikat dan Mengeras Semen

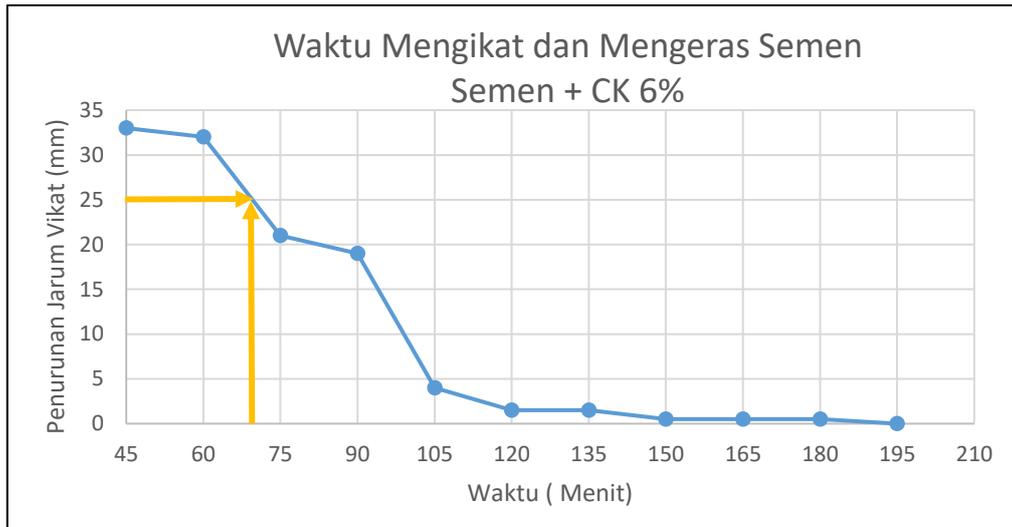


**Gambar 4.6** Waktu Mengikat dan Mengeras Semen

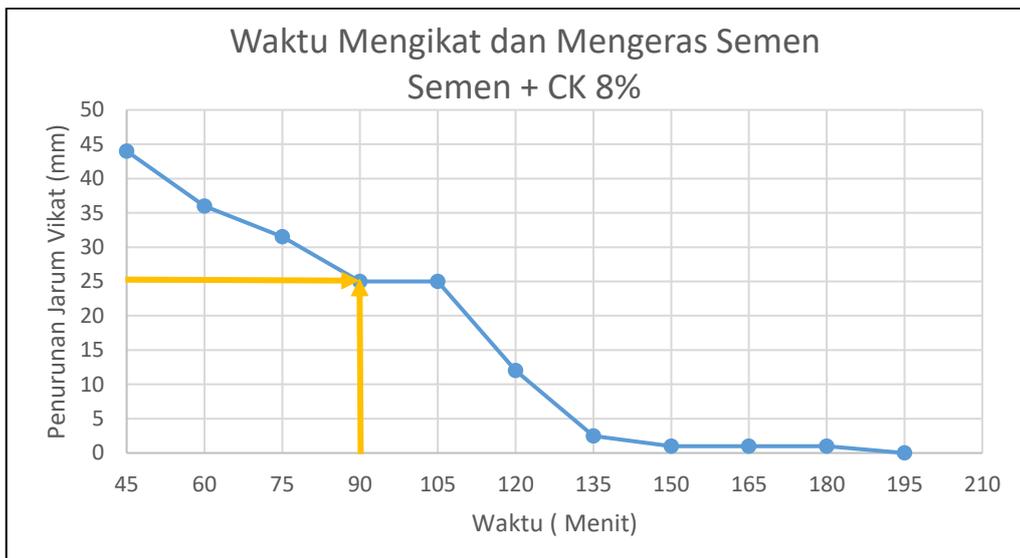
Dari hasil uji waktu mengikat dan mengeras pasta semen di ketahui bahwa semen mengikat pada menit 90 dan mengeras pada menit 150. Nilai tersebut didapat dari grafik uji waktu mengikat dan mengeras semen. Pada uji waktu mengikat dan mengeras semen menunjukkan bahwa waktu yang baik melakukan pencampuran dan pengadukan semen dengan material lain dalam pembuatan paving block sebelum menit ke 150.



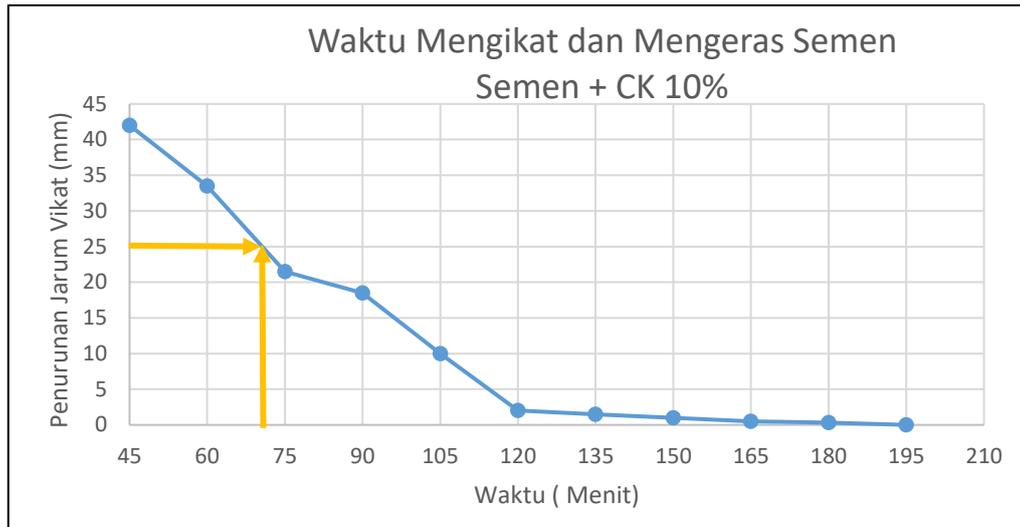
**Gambar 4.7** Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 4%



**Gambar 4. 8** Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 6%



**Gambar 4. 9** Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 8%



**Gambar 4. 10** Waktu Mengikat dan Mengeras Semen + Cangkang Kerang 10%

Dari hasil uji waktu mengikat dan mengeras pasta semen diketahui bahwa semen dengan campuran cangkang kerang, 1) semen+4% cangkang kerang dan semen+8% cangkang kerang mengalami waktu pengikatan pada menit ke-69, 2). semen+6% cangkang kerang dan semen+10% cangkang kerang mengalami waktu pengikatan pada menit ke-70. Pada waktu mengeras semen dengan campuran cangkang kerang sebesar 4% mengalami pengerasan pada menit ke-225, sedangkan campuran cangkang kerang sebesar 6%, 8% dan 10% mengalami pengerasan pada menit ke-195.

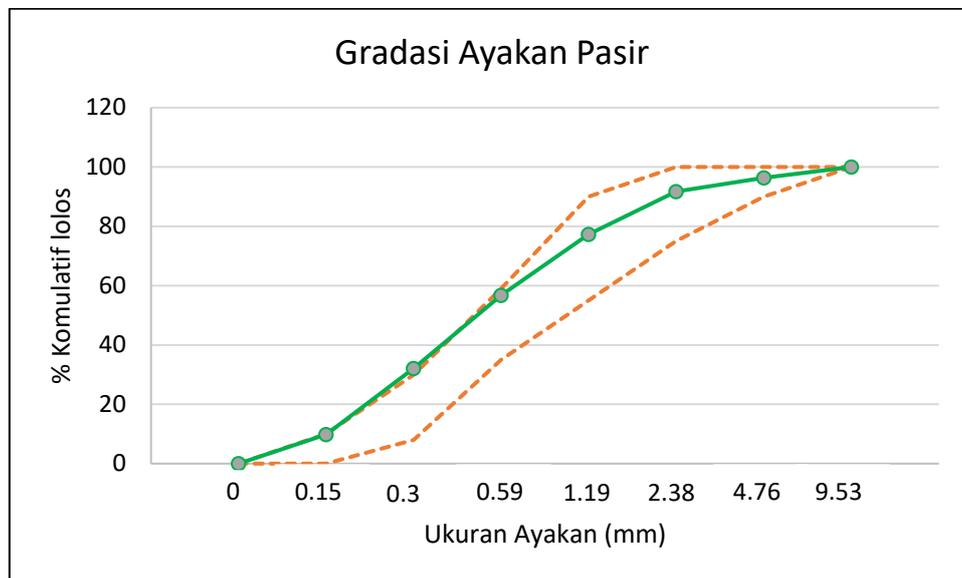
Berdasarkan hasil uji waktu mengikat dan mengeras semen dapat diketahui bahwa semen tanpa campuran cangkang kerang dan menggunakan campuran cangkang kerang berdasarkan prosentase 4%, 6%, 8%, 10 %, maka dapat disimpulkan bahwa waktu mengikat semen dengan campuran cangkang kerang lebih cepat dibandingkan semen tanpa campuran cangkang kerang. Sedangkan waktu mengeras semen dengan campuran cangkang kerang lebih cepat dibandingkan dengan semen tanpa campuran cangkang.

### 4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus

#### 4.3.1 Pengujian Analisa Gradasi Agregat Halus

Hasil uji analisa saringan diperoleh seperti Gambar 4.11. Berdasarkan grafik tersebut dapat dilihat bahwa lengkung ayakan berada pada *grading zone* 2 dengan nilai modulus kehalusan sebesar 3,36%. Dalam hal ini pasir memenuhi persyaratan mutu sesuai dengan SNI 03-4428-1997 ; yaitu 1,5%-3,8%. Jadi pasir yang digunakan dalam campuran

pembuatan paving block memenuhi standar analisa gradasi pasir dan modulus halus dan layak digunakan untuk campuran



**Gambar 4.11** Hasil Uji Analisa Saringan Pasir Berada di Zona 2

#### 4.3.2 Pengujian Kebersihan Agregat Halus Terhadap Lumpur dengan Cara Basah

Berdasarkan SNI 03-1750-1990, kebersihan pasir terhadap lumpur cara basah harus kurang dari 5%. Data dan perhitungan diperoleh bahwa besarnya kebersihan pasir terhadap lumpur cara basah mencapai 1,7% yaitu kurang dari 5% seperti pada Gambar 4.12. Hal ini menunjukkan bahwa pasir layak digunakan dalam pembuatan paving block.



**Gambar 4.12** Kebersihan Agregat Halus Terhadap Lumpur dengan Cara Basah

#### 4.3.3 Pengujian Kebersihan Agregat Halus Terhadap Bahan Organik

Pengujian kebersihan pasir terhadap bahan organik diketahui melalui warna pasir dari proses pengujian setelah ditambahkan NaOH 3%, dikocok dan didiamkan selama 24

jam. Menurut SNI 03-2816-1992 jika larutan menjadi berwarna coklat tua : menunjukkan bahwa kandungan organik dalam agregat halus cukup tinggi. Dari hasil pengujian terlihat pada Gambar 4.13, bahwa hasil pengujian menunjukkan warna larutan NaOH 3% berubah dari bening menjadi kekuningan. Hal ini menunjukkan bahwa pasir mengandung rendah organik, dan layak digunakan dalam campuran untuk pembuatan paving block.



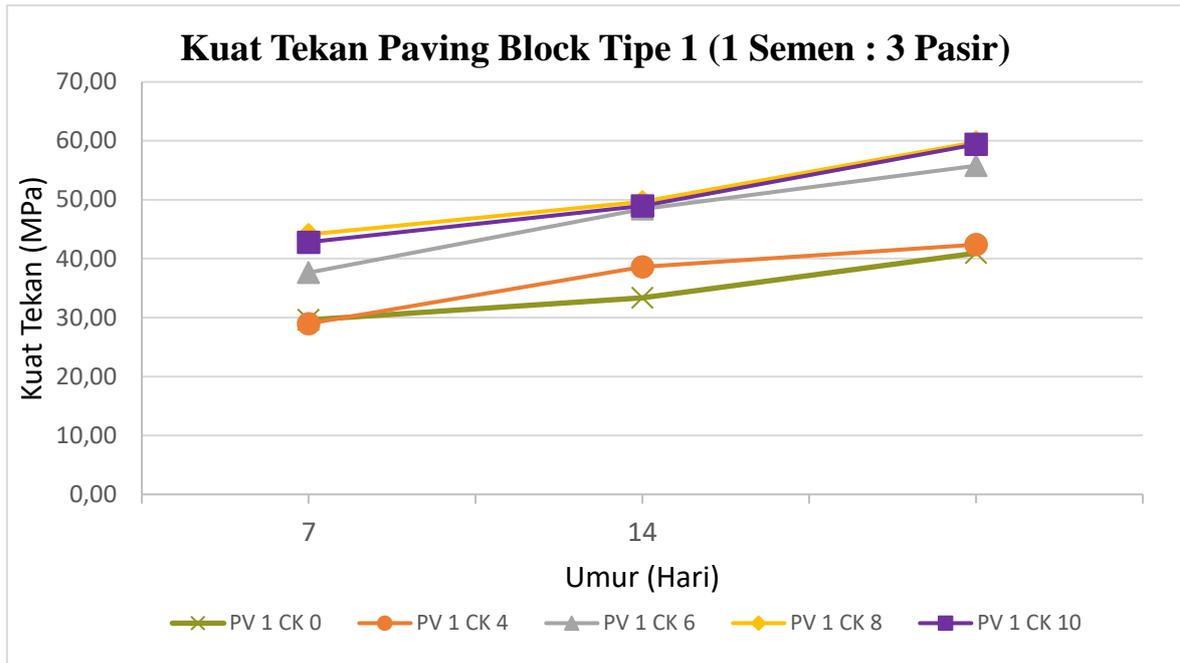
**Gambar 4. 13** Kebersihan Agregat Halus Terhadap Bahan Organik

#### 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Paving Block

Pengujian kuat tekan paving block dilakukan di Laboratorium PT Varia Usaha Beton. Hasil uji kuat tekan paving block diuraikan pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.14 untuk tipe 1, dan Tabel 4.4 dan Gambar 4.15 untuk tipe 2. Pengujian kuat tekan paving block dilakukan setelah proses perawatan dengan waktu 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

**Tabel 4. 3** Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block Tipe 1

Benda Uji Campuran Cangkang Kerang (CK)	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)		
	Usia 7 hari	Usia 14 hari	Usia 28 hari
PV1CK0	29,61	30,06	40,94
PV1CK4	28,99	38,60	42,38
PV1CK6	37,64	48,45	55,78
PV1CK8	44,11	49,66	59,78
PV1CK10	42,81	48,98	59,40



**Gambar 4. 14** Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir)

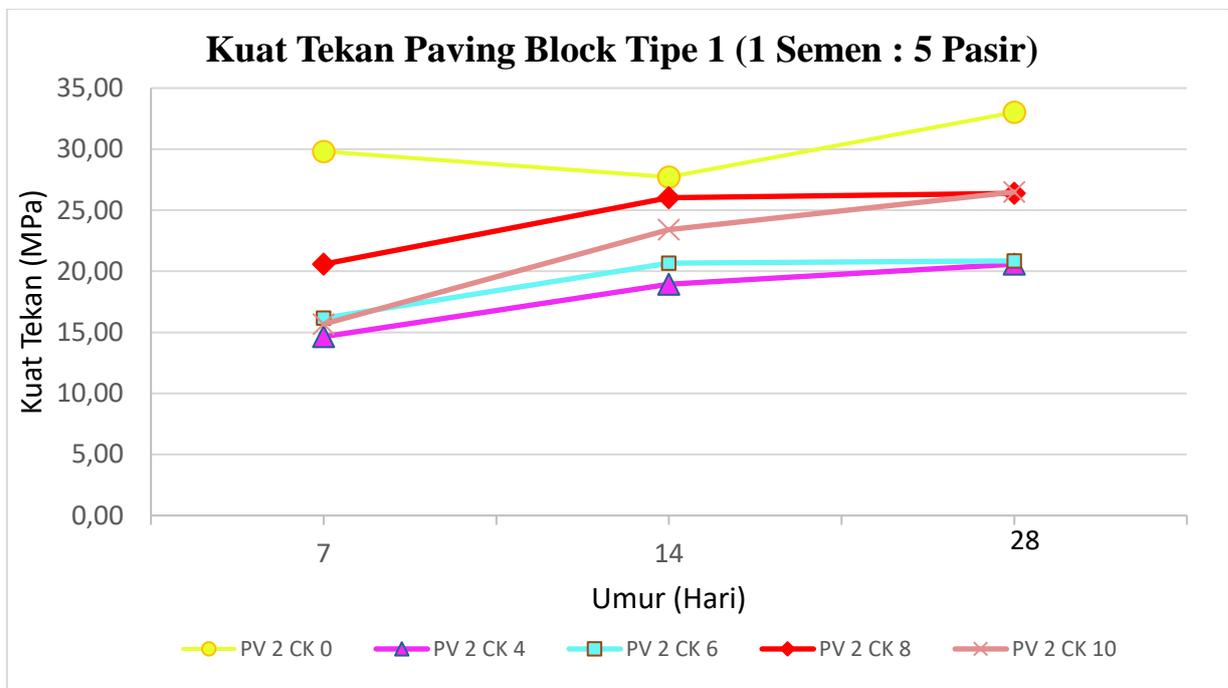
Hasil uji paving block pada Gambar 4.14 untuk tipe 1, yaitu campuran 1 semen : 3 pasir. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah proses perawatan dengan umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Hasil uji kuat tekan paving block tipe 1 usia 28 hari didapat nilai kuat tekan pada paving block normal PV1CK0 sebesar 40,94 MPa lebih rendah dibandingkan dengan paving block campuran cangkang kerang PV1CK4 sebesar 42,38 MPa, PV1CK6 sebesar 55,78 MPa, PV1CK8 sebesar 59,78 MPa dan PV1CK10 sebesar 59,40 MPa. Paving block dengan campuran cangkang kerang PV1CK4 mengalami peningkatan sebesar 1,03%, PV1CK6 sebesar 1,36%, PV1CK8 sebesar 1,46% dan PV1CK10 sebesar 1,45% dibandingkan dengan paving block normal PV1CK0. Berdasarkan Tabel 2.2 mengenai klasifikasi mutu paving block. Dari hasil uji kuat tekan paving block tipe 1, dengan campuran cangkang kerang darah 0%, 4%, 6%, 8%, 10% termasuk dalam kategori mutu A dengan kuat tekan rata-rata 35-40 MPa. Paving block tebal 8 cm dapat digunakan untuk jalan perumahan, lahan pabrik, dan parkir.

Dari hasil perkembangan kuat tekan umur 7 hari ke umur 14 hari yang terjadi pada paving block tipe PV1CK0 mengalami kenaikan 1,05%, PV1CK4 sebesar 9,61%, PV1CK6 sebesar 10,81%, PV1CK8 sebesar 5,55% dan PV1CK10 sebesar 6,17. Hasil uji ke 28 hari mengalami perkembangan kuat tekan paving block PV1CK0 mengalami kenaikan sebesar 10,27%, PV1CK4 sebesar 3,78%, PV1CK6 sebesar 7,33%, PV1CK8 sebesar 11,11% dan

PV1CK10 sebesar 10,42% dari paving block normal PV1CK0 terlampir pada Tabel 4.4. Pada grafik Gambar 4.14 perkembangan umur 7, 14 dan 28 hari pada paving block tipe 1, setiap variasi campuran cangkang kerang ataupun tanpa cangkang kerang berdasarkan perkembangan umur mengalami kenaikan pada kuat tekannya. Dalam penggunaan campuran cangkang kerang paving block tipe 1 didapatkan nilai kuat tekan terbesar di umur 28 hari sebesar 59,78 pada PV1CK8, hal ini disebabkan unsur kimia cangkang kerang dalam variasi sebagai variasi campuran dengan semen hanya dapat dipakai kurang dari 8% untuk membantu proses pengikatan dan menambahkan nilai kuat tekan paving block. Bila cangkang kerang digunakan pada campuran lebih dari 8% maka nilai kuat tekan akan turun.

**Tabel 4. 4** Hasil Kuat Tekan Paving Block Tipe 2

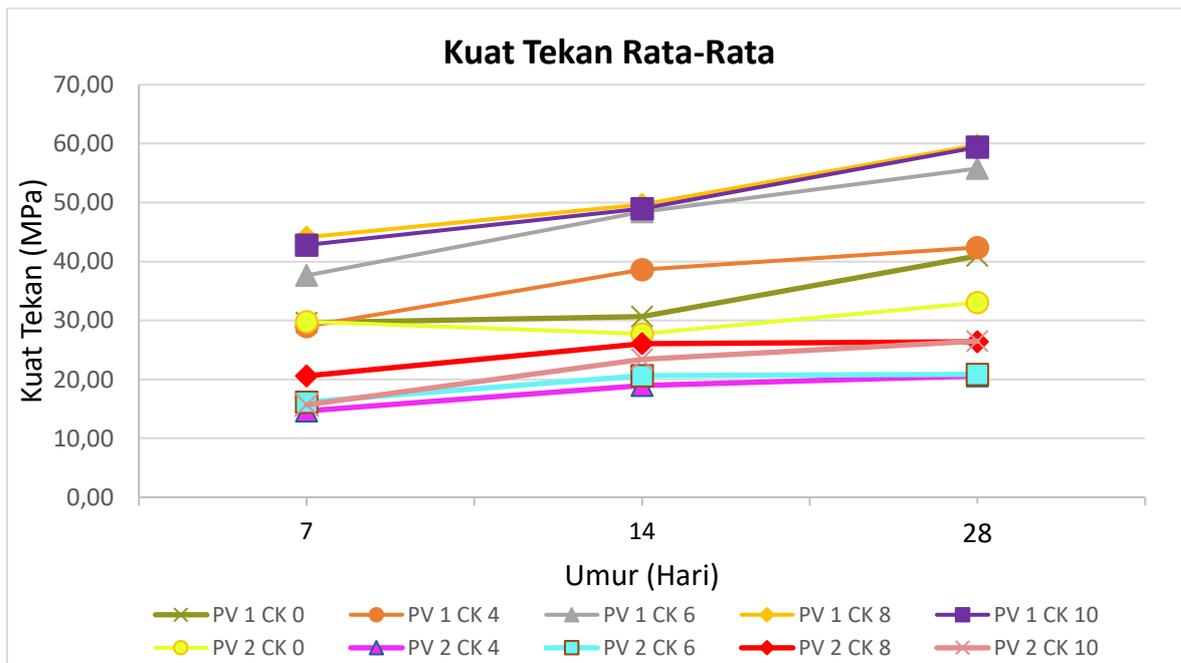
Benda Uji Campuran Cangkang Kerang (CK)	Rata-rata Kuat Tekan (MPa)		
	Usia 7 hari	Usia 14 hari	Usia 28 hari
PV2CK0	29,81	27,72	33,02
PV2CK4	14,65	18,78	20,59
PV 2CK6	16,16	20,66	20,85
PV 2CK8	20,59	26,12	26,38
PV2CK10	15,68	23,40	26,49



**Gambar 4. 15** Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir)

Pada Gambar 4.15 hasil perkembangan nilai kuat tekan paving block tipe 2 umur 7 hari ke 14 hari paving block tanpa campuran cangkang kerang PV2CK0 mengalami penurunan sebesar 2,09%, sedangkan paving block menggunakan campuran cangkang kerang PV2CK4 mengalami kenaikan sebesar 4,30%, PV2CK6 sebesar 4,50%, PV2CK8 sebesar 5,44% dan PV2CK10 sebesar 7,22%. Hasil uji 14 hari ke 28 hari paving block normal PV2CK0 mengalami kenaikan sebesar 5,30%, sedangkan paving block menggunakan campuran cangkang kerang PV2CK4 mengalami kenaikan sebesar 1,64%, PV2CK6 sebesar 0,2%, PV2CK8 sebesar 0,36% dan PV2CK10 sebesar 3,09%.

Dari hasil uji kuat tekan paving block tipe 2, dengan campuran cangkang kerang darah 4%, 6%, 8%, 10% termasuk dalam kategori mutu B dengan kuat tekan rata-rata 17-35 MPa. Paving block tebal 8 cm dapat digunakan untuk jalan perumahan, lahan pabrik, dan parkir. Berdasarkan Gambar 4.15 grafik hasil uji paving block tanpa menggunakan campuran lebih tinggi dibandingkan menggunakan campuran cangkang kerang, Hal ini disebabkan penggunaan campuran cangkang kerang tidak dapat digunakan dalam pembuatan paving block tipe 2 dengan perbandingan 1 Semen : 5 Pasir dikarenakan jumlah semen yang digunakan kurang optimal, mempengaruhi unsur kimia cangkang kerang yang tidak dapat bekerja secara maksimal dalam proses pembentukan perkerasan paving block, sehingga menyebabkan nilai kuat tekan menurun.



**Gambar 4. 16** Hasil Uji Kuat Tekan Paving Block

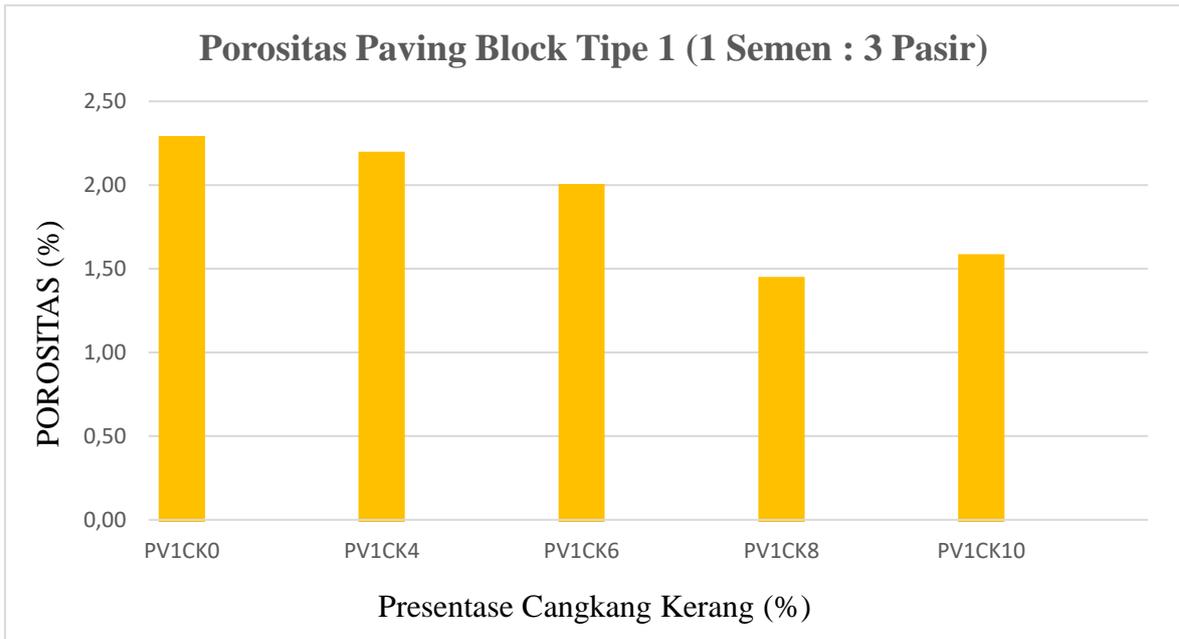
Dari Gambar 4.16 hasil kuat tekan rata-rata paving paving block, paving block tipe 1 terjadi peningkatan nilai kuat tekan dengan campuran cangkang kerang sampai PV1CK8 dan terjadi penurunan nilai kuat tekan dengan campuran cangkang kerang diatas PV1CK8, sedangkan nilai kuat tekan paving block tipe 2 tidak terjadi peningkatan dengan adanya campuran cangkang kerang

Dari Gambar 4.16 hasil kuat tekan rata-rata paving paving block, paving block tipe 1 nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan paving block tipe 2, hal ini disebabkan penggunaan jumlah semen yang digunakan paving block tipe 1 lebih banyak dibandingkan paving block tipe 2. Dalam penggunaan campuran cangkang kerang sebagai variasi campuran dengan semen untuk paving block tipe 1 dapat menambah nilai kuat tekan, sedangkan tipe 2 tidak dapat menambah nilai kuat tekan

#### 4.5 Hasil Pengujian Porositas Paving Block

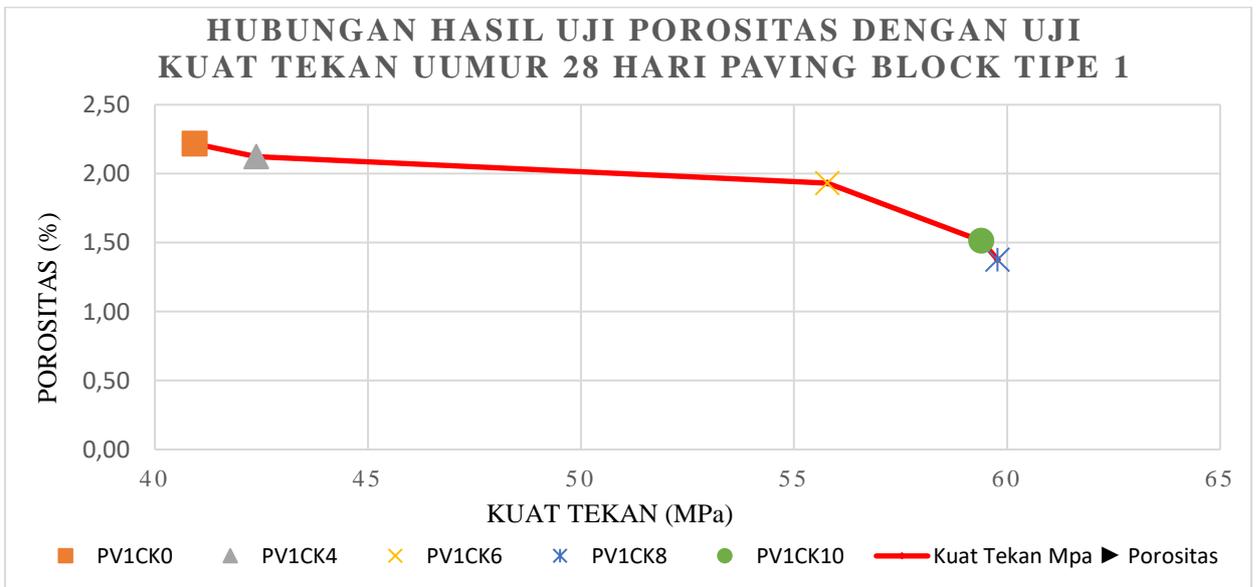
**Tabel 4. 5** Hasil Uji Porositas Paving Block Tipe 1

Benda Uji	Keadaan Basah (gr)	Keadaan Kering (gr)	Penyerapan (%)	Rata-Rata (%)
PV1CK0	4290	4205	2,02	2,22
	4350	4235	2,72	
	4260	4180	1,91	
PV1CK4	4340	4225	2,72	2,12
	4130	4065	1,60	
	3980	3900	2,05	
PV1CK6	4220	4150	1,69	1,93
	4300	4210	2,14	
	4400	4315	1,97	
PV1CK8	4360	4295	1,51	1,38
	4450	4385	1,48	
	4460	4410	1,13	
PV1CK10	4260	4205	1,31	1,51
	4250	4165	2,04	
	4270	4220	1,18	



**Gambar 4.17** Hasil Uji Porositas Paving block Tipe 1 (1 Semen : 3 Pasir)

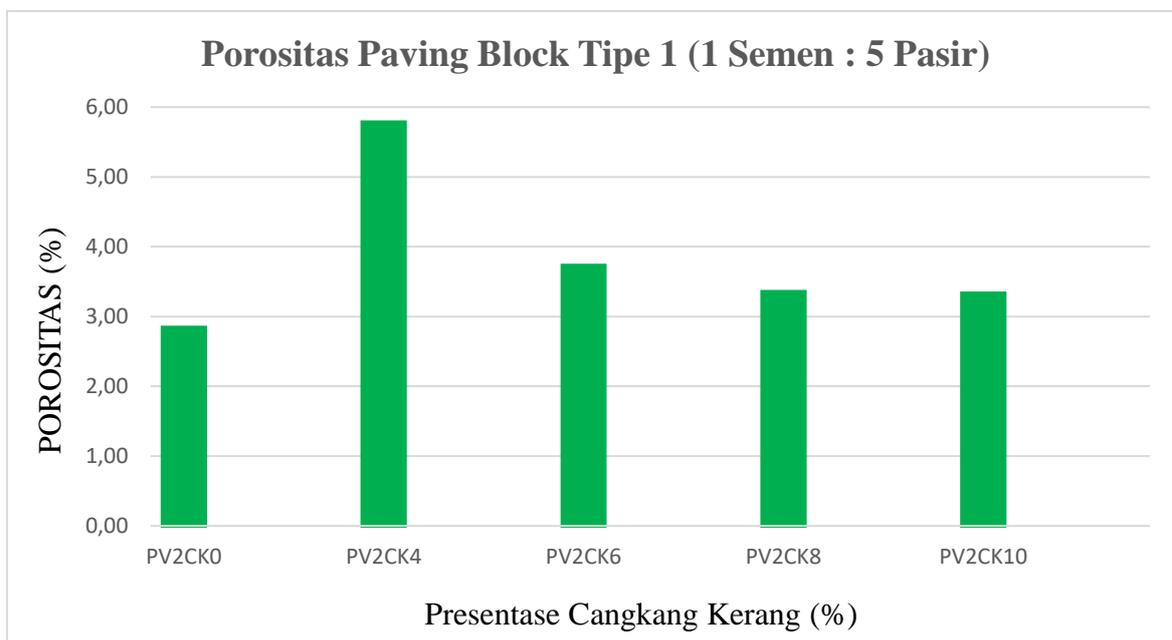
Berdasarkan hasil uji porositas umur 28 hari, paving block PV1CK0 mendapatkan nilai prosentase terbesar yaitu 2,22%, sedangkan nilai prosentase terkecil didapatkan pada paving block PV1CK8 sebesar 1,38%, Hal ini menunjukkan bahwa paving block PV2CK0 dan PV2CK4 dengan tingkat prosentase akan berbanding terbalik dengan nilai kuat tekan yang ditunjukkan pada Gambar 4.18.



**Gambar 4.18** Hubungan Uji Porositas Dengan Uji Kuat Tekan Paving Block Umur 28 Hari Paving Block Tipe 1

**Tabel 4. 6** Hasil Uji Porositas Paving Block Tipe 2

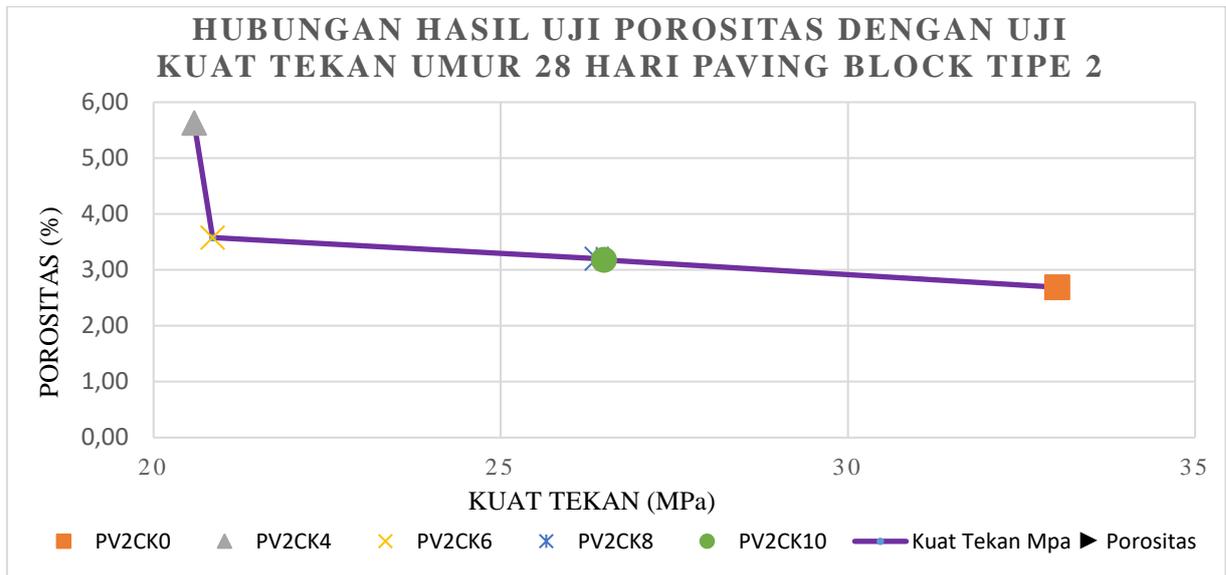
Benda Uji	Keadaan Basah (gr)	Keadaan Kering (gr)	Penyerapan (%)	Rata-Rata (%)
PV2CK0	3950	3855	2,46	2,69
	4000	3895	2,70	
	4070	3955	2,91	
PV2CK4	4030	3795	6,19	5,63
	3940	3740	5,35	
	3940	3740	5,35	
PV2CK6	4000	3840	4,17	3,58
	3930	3805	3,29	
	3940	3815	3,28	
PV2CK8	4210	4080	3,19	3,20
	4110	3985	3,14	
	4250	4115	3,28	
PV2CK10	4140	4015	3,11	3,18
	4090	3965	3,15	
	4270	4135	3,26	



**Gambar 4. 19** Hasil Uji Porositas Paving block Tipe 2 (1 Semen : 5 Pasir)

Berdasarkan hasil uji porositas umur 28 hari yang terlampir pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.19, paving block PV2CK4 mendapatkan nilai prosentase terbesar yaitu 5,93%, sedangkan nilai prosentase terkecil didapatkan pada paving block PV2CK0 sebesar 2,69%, Hal ini menunjukkan bahwa paving block PV2CK0 dan PV2CK4 dengan tingkat

prosentasenya akan berbanding terbalik dengan nilai kuat tekan yang ditunjukkan pada Gambar 4.20.



**Gambar 4. 20** Hubungan Uji Porositas Dengan Uji Kuat Tekan Paving Block Umur 28 Hari Paving Block Tipe 1

Hasil dari uji porositas paving block pada penelitian ini diperoleh paving block normal (tanpa cangkang kerang) dan paving block dengan campuran cangkang kerang tipe 1 dan tipe 2 memenuhi syarat sesuai dengan SNI 03-0691-1996 yaitu sebesar 3-10% seperti terlihat pada Gambar 4.18 dan Gambar 4.20. Pada hasil uji porositas paving block tipe 1 dengan campuran cangkang kerang lebih kecil nilai prosentase porositasnya dibandingkan paving block tanpa campuran cangkang kerang, sedangkan paving block tipe 2 dengan campuran cangkang kerang nilai prosentase lebih tinggi dibandingkan tanpa menggunakan campuran cangkang kerang. Hal ini menunjukkan hubungan antara uji kuat tekan dan porositas benda uji paving block, dimana semakin kecil nilai porositasnya maka akan semakin besar nilai kuat tekan benda uji paving block (Saputra, 2016).