

# PEMBUATAN *PAVING BLOCK* BERBASIS SEMEN POLIMER DENGAN LIMBAH PADAT *GRIT* SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN PEREKAT POLIVINYL ALKOHOL (PVA)

Juaksa Manurung

[juaksamanurung@gmail.com](mailto:juaksamanurung@gmail.com)

## ABSTRAK.

*Paving block* dalam penelitian ini adalah campuran dari material pasir, *grit*, semen, Polivinyl Alkohol dan air. Variabel pada *paving block* ini adalah komposisi *grit* terhadap pasir : 0 :100; 10 : 90; 20 : 80; 30 : 70; 40 : 60; 50 : 50; 60 : 40; 70 : 30; 80 : 20; 90 : 10; 100 : 0 (%volume). Adapun tujuan penelitian adalah pemanfaatan limbah industri bubuk kertas yaitu *grit* sebagai substitusi pasir dan penggunaan Polivinyl Alkohol sebagai perekat pada pembuatan *paving block*. Semen sebagai penguat dan PVA sebagai perekat adalah konstan. Sampel ujiberbentuk kubus 5 cm x5 cm x 5cm dan balok 12 cm x 3 cm x 3 cm. Dari hasil penelitian bahwa *paving block* dengan variasi komposisi terbaik adalah 50 % (volume) *grit* dan 50% (volume) pasir. Pada komposisi tersebut diperoleh *paving block* tanpa penggunaan PVA sebagai berikut : densitas = 1,61 g/cm<sup>3</sup>, penyerapan air = 8,86 %, kuat tekan = 12,60 MPa, kuat pukul = 1,26 MPa, kuat patah = 0,133 MPa. Dan *paving block* dengan menggunakan PVA adalah sebagai berikut : densitas = 1,54 g/cm<sup>3</sup>, penyerapan air = 5,43 %, kuat tekan = 13,40 MPa, kuat pukul = 2,15 MPa, kuat patah = 0,0278 MPa. Hasil pengamatan dengan menggunakan mikroskop optik terlihat jelas butiran *grit* berwarna putih kekuningan dan butiran tersebut terlihat semakin besar setelah sampel direndam dalam air.

Kata kunci : *Paving block*, *grit*, semen, pasir, PVA, pengadukan manual.

## PENDAHULUAN

Limbah pada umumnya adalah merupakan sisa olahan suatu pabrik atau industri. Bentuk limbah pada dasarnya cair atau padat yang jumlahnya cukup besar tergantung pada jenis industrinya. Limbah selalu diartikan sebagai sumber pencemaran yang dapat mengganggu aktivitas maupun lingkungan yang berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat di lingkungan pabrik maupun kawasan sekitarnya. **Limbah padat pulp**. Limbah padat *pulp* adalah limbah yang diperoleh dari sisa-sisa pengolahan industri *pulp*. Limbah itu berupa *grit*, *dreg*, *sludge*, *bio sludge*. Menurut pantauan dilapangan, jumlah limbah padat *pulp* di PT. TPL Porsea

Tobasa mencapai 7 ton perharinya. Data di lapangan menunjukkan jumlah ini cukup besar sehingga timbul pemikiran bagaimana caranya mengolah limbah ini menjadi material baru yang berguna untuk meningkatkan ekonomi masyarakat. **Polivinyl Alkohol (PVA)** adalah bahan polimer yang merupakan serat sintesis karena mengandung selulosa. Bahan ini dipakai sebagai perekat karena sangat baik daya rekatnya, sebagai pengubah sifat serat dan penganji benang untuk mencegah keriting dan patah (Malcohn R. S, 2001). ***Paving block*** merupakan produk bahan bangunan

dari semen yang digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atau pengerasan permukaan tanah. Berdasarkan SNI 03-0691-1996 *paving block* adalah campuran dari semen Portland, agregat halus (pasir) dan air dengan standard mutu K 125 (125 kg/cm<sup>2</sup>) dengan perbandingan semen : pasir : FAS = 1 : 3 : 0,6. Dalam penelitian pembuatan *paving block* ini penulis ingin mengkomposisikan limbah padat *grit* sebagai pengisi substitusi pasir untuk pemanfaatan limbah padat *grit* dan mengkomposisikan Polivinyl Alkohol (PVA) dengan tujuan yang berbasis semen polimer. Dimana akan lebih sedikit menyerap air sehingga akan mengurangi perkembangbiakan jamur dan lumut di atasnya, disamping itu akan lebih tahan terhadap asam karena sifat PVA itu sendiri.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Bahan Baku dan Peralatan, antara lain :

#### Bahan Baku yang dipergunakan adalah :

1. Pasir : diperoleh dari Binjai
2. Limbah padat *grit* : diperoleh dari PT.TPL Porsea Tobasa
3. Semen type I ( Portland cement)
4. Air
5. Polivinnyl Alkohol ( PVA)

#### Perlatan yang digunakan antara lain :

1. Satu set ayakan berukuran ( 38,1 mm ; 19,1 mm ; 9,52 mm ; 4,76 mm; 2,38 mm ; 1,19 mm ; 8,6 mm ; 0,3 mm ; 0,15 mm ) yang

dipergunakan untuk menyaring agregat pasir dan *grit*.

2. Neraca digital untuk menimbang bahan.
3. Oven untuk mengeringkan bahan.
4. Cetakan benda uji (sampel).
  - a. Kubus mortar dengan ukuran 5cm x5cm x5cm untuk pengujian densitas; penyerapan air dan kuat tekan.
  - b. Balok mortar dengan ukuran 12cm x3cm x3cm untuk pengujian kuat pukul dan kuat patah.
5. Talam untuk mencampur bahan-bahan/material.
6. Kayu perojok.
7. Sendok semen/*scrap*.
8. Alat uji densitas, penyerapan air, kuat tekan, kuat patah, kuat pukul.

Untuk membuat sampel *paving block* mengacu pada standar mutu K 125 (125 kg/cm<sup>2</sup>) dengan komposisi semen : pasir : FAS = 1 : 3 : 0,6.

#### Perbandingan bahan-bahan yang digunakan untuk membuat sampel

Tabel 1 Sampel dengan Tidak Menggunakan Polivinyl Alkohol pada *Mould* Berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm, Semen 82 g dan Air 49 g

Sampel	Agregat	
	Pasir ( % )	Grit ( % )
1	100%=245,25 gr	-
2	90%=220,72 gr	10%=24,52 gr
3	80%=196,20 gr	20%=49,05 gr
4	70%=171,67 gr	30%=73,56 gr
5	60%=147,15 gr	40%=98,10 gr

6	50%=122,62 gr	50%=122,62 gr
7	50%=122,62 gr	60%=147,15 gr
8	30%=73,56 gr	70%=171,67 gr
9	20%=49,05 gr	80%=196,20 gr
10	10%=24,52 gr	90%=220,72 gr
11	- - -	100% =245,25 gr

**Sampel dengan Menggunakan Polivinyl Alkohol pada Mould**

Tabel 2. Berukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm, Semen 82 g, Air 49 g dan PVA 6g

Sampel	Agregat	
	Pasir ( % )	Grit ( % )
12	100%=245,25 gr	-
13	90%=220,72 gr	10%=24,52 gr
14	80%=196,20 gr	20%=49,05 gr
15	70%=171,67 gr	30%=73,56 gr
16	60%=147,15 gr	40%=98,10 gr
17	50%=122,62 gr	50%=122,62 gr
18	50%=122,62 gr	60%=147,15 gr
19	30%=73,56 gr	70%=171,67 gr
20	20%=49,05 gr	80%=196,20 gr
21	10%=24,52 gr	90%=220,72 gr
22	- - -	100% =245,25 gr

**Preparasi ( Pengolahan ) Bahan**

**A. Pengayakan Bahan**

a. Analisis ayakan pasir

Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Diambil bahan pasir yang telah dikeringkan di oven dengan suhu  $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
2. Sampel pasir ditimbang sebanyak 500 g.

3. Sampel pasir dimasukkan ke dalam ayakan yang telah disususudenganurutannya yaitu 9,52mm; 4,76mm; 2,38mm; 1,19mm; 0,6mm; 0,30mm; 0,3mm; 0,15mm dan pan.

4. Tutup susunan ayakan tersebut dan letakkan di *Shieve Shaker Machine*, kemudian dihidupkan selama 10 menit.

5. Setelah 10 menit ayakan diambil dan ditimbang sampel pasir yang tertahan di masing-masing ayakan tersebut.

6. Menghitung persentase berat sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan terhadap berat total sampel untuk menentukan persentase Modulus kehalusan (*fine modulus*) dari agregat yang digunakan.

b. Analisis berat jenis dan absorpsi pasir

Prinsip kerjanya adalah sebagai berikut :

1. Disediakan sampel pasir dalam kondisi kering permukaan sebanyak 500 g
2. Sampel pasir dimasukkan ke dalam piknometer kemudian diisi air sampai penuh permukaan piknometer.
3. Piknometer yang berisi sampel pasir divakum sampai hilang gelembung-gelembung udara.
4. Dimasukkan air ke dalam piknometer sampai 800 cc kemudian ditimbang (B).

5. Kemudian ditambahkan air sebanyak 800 cc ke dalam piknometer yang telah divakum kemudian ditimbang (C).
6. Kemudian sampel pasir dikeringkan sampai tidak ada kandungan air, lalu ditimbang (D).

c. Analisis ayakan *grit*

Prinsip kerja yaitu:

1. Diambil sampel *grit* yang telah kering di oven dengan suhu  $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$ .
2. Sampel *grit* ditimbang 500 g.
3. Sampel *grit* dimasukkan ke dalam ayakan yang telah disusun sesuai dengan urutannya yaitu 9,52mm; 4,76mm; 2,38mm; 1,19mm; 0,6mm; 0,30mm; 0,3mm; 0,15mm dan PAN.
4. Tutup susunan ayakan tersebut dan letakkan di *Shieve Shaker Machine*, kemudian dihidupkan selama 10 menit.
5. Setelah 10 menit ayakan diambil dan ditimbang sampel *grit* yang tertahan di masing-masing ayakan tersebut.
6. Menghitung persentase berat sampel yang tertahan pada masing-masing ayakan terhadap berat total sampel untuk menentukan persentase Modulus kehalusan (*fine modulus*) dari agregat yang digunakan.

Rumus Fine Modulus =

$$\frac{\sum \text{kumulatif tertahan ayakan}}{100}$$

d. Analisis berat jenis dan absorpsi *grit*

1. Disediakan sampel *grit* dalam kondisi kering permukaan sebanyak 500 gr (A).

2. Sampel *grit* dimasukkan ke dalam piknometer kemudian diisi air sampai penuh permukaan piknometer.

3. Piknometer yang berisi sampel *grit* divakum sampai hilang gelembung-gelembung udara.

4. Dimasukkan air ke dalam piknometer sampai 800 cc kemudian ditimbang (B).

5. Kemudian ditambahkan air sebanyak 800 cc ke dalam piknometer yang telah divakum kemudian ditimbang (C).

6. Kemudian sampel *grit* dikeringkan sampai tidak ada kandungan air, lalu ditimbang (D).

Berat jenis *grit* dalam keadaan kering permukaan dapat dicari dengan rumus :

$$\text{Berat jenis kering permukaan} = \frac{A}{B+A+C}$$

Sedangkan absorpsi *grit* dapat dicari dengan rumus :

$$\% \text{ absorpsi} = \frac{A-D}{D} \times 100\%$$

Selanjutnya masukkan PVA yang sudah dimixer homogen sampai menjadi bubur ke dalam adukan pasir, *grit* dan semen . Untuk 1 kali pengadukan serbuk PVA yang digunakan sebanyak 6 g.

## B. Pencampuran Bahan

Bahan yang telah di ayak dicampur dengan komposisi pada tabel 1 untuk mengetahui peranan *grit* sebagai substitusi terhadap pasir dan pada tabel 2 untuk mengetahui peranan Polivinyl Alkohol sebagai perekat/penguat.

Untuk Sampel A ( tanpa PVA), komposisi campuran seperti tabl 1

- a. Masukkan pasir, *grit*, semen ke dalam talam kemudian diaduk dengan sendoksemen sampai campuran merata.
- b. Kemudian ditambah air ke dalam adukan, banyaknya air yang digunakan dalam 1kali pengadukan dengan FAS 0,6 yang menurut teori  $FAS = 0,25 - 0,65$  (Tri Muliono, 2005). Didiamkan selama 4 menit kemudian diaduk sampai campuran homogen.

Untuk Sampel B (dengan PVA), komposisi campuran seperti tabel 2

- a. Masukkan pasir, *grit*, semen ke dalam talam kemudian diaduk dengan sendok semen sampai campuran merata.
- b. Kemudian ditambah air seperti proses sampel A.
- c. Selanjutnya masukkan PVA yang sudah dimixer homogen sampai menjadi bubuk ke dalam adukan pasir, *grit* dan semen.

Untuk 1 kali pengadukan bubuk PVA yang dibubur sebanyak 6 g.

### C. Pembentukan atau Pencetakan Sampel

1. *Mould* yang digunakan berukuran 5cm x5cm x5cm untuk sampel pengujian densitas; penyerapan air, kuat tekan; berukuran 12cm x3cm x3cm untuk sampel pengujian kuat pukul dan kuat patah.
2. Timbang bahan sesuai dengan komposisi yang sudah ditentukan.

3. Aduk sampai merata.
4. Masukkan kedalam *mould* setinggi  $\frac{1}{2}$  h lalu dipadatkan dengan alat perojok sebanyak 32 tumbukan.
5. Penuhi *mould* dan padatkan lagi dengan alat perojok sebanyak 32 tumbukan.
6. Diisi lagi sampai padat dan ratakan permukaannya.
7. Dikeringkan di dalam *mould* selama 24 jam baru dikeluarkan.
8. Dilakukan proses perendaman secara alami selama 28 hari, kemudian dilakukan pengujian dari sampel.

### D. Karakterisasi (Pengujian) *Paving Block*

Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi : densitas, penyerapan air, kuat tekan, kuat pukul dan kuat patah.

#### 1. Densitas (*Density*)

Pengukuran densitas dari masing-masing komposisi *paving block* yang telah dibuat, diamati dengan menggunakan prinsip Archimedes dan mengacu pada standar ASTM C – 00 – 2005

Prosedur pengukuran densitas :

1. Pada proses awal dilakukan penimbangan massa benda di udara (massa sampel kering  $W_s$ ) dengan menggunakan neraca digital, dimana sampel kering ini telah mengalami proses pengeringan di atas *drying oven* selama 1 jam. Sampel yang diuji adalah kubus ukuran 5cm x 5cm x 5cm.

2. Sampel yang telah ditimbang, kemudian direndam di dalam air selama 1 jam bertujuan untuk mengoptimalkan penetrasi air terhadap sampel. Setelah waktu penetrasi terpenuhi, seluruh permukaan sampel dilap dengan kain flanel dan dicatat massa sampel setelah direndam di dalam air,  $W_b$ .

3. Gantung sampel, pastikan tepat pada posisi tengah dan tidak menyentuh alas beker gelas yang berisi air, dimana massa sampel berikut penggantung di dalam air,  $W_{g.p}$

4. Selanjutnya sampel dilepas dari kawat penggantung, dan mencatat massa kawat penggantung,  $W_k$ .

Dengan mengetahui besaran-besaran tersebut di atas, maka nilai densitas *paving block* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan,  $Densitas = \frac{W_s}{W_b - (W_g - W_k)} \times \rho_{air}$

## 2. Penyerapan Air (*Water Absorption*)

Untuk mengetahui besarnya penyerapan air dari *paving block* yang telah dibuat, maka perlu dilakukan pengujian yang mengacu pada standar ASTM C 20-00 -2005.

Prosedur pengukuran penyerapan air :

1. Sampel yang telah direndam selama 28 hari ditimbang massanya dengan menggunakan neraca digital yang disebut dengan massa sampel kering,  $M_g$ . Sampel yang diuji adalah sampel kubus ukuran 5cm x 5cm x 5cm.

2. Kemudian sampel direndam di dalam air selama 1 jam sampai sampel ini jenuh dan disebut  $M_j$ .

Dengan menggunakan persamaan  $W A = \frac{M_j - M_k}{M_k} \times 100 \%$ , maka nilai penyerapan air dari *paving block* dapat dihitung.

## 3. Kuat Tekan (*Compressive Strength*)

Untuk mengetahui besarnya kuat tekan dari sampel *paving block* yang telah dibuat, maka perlu dilakukan pengujian yang mengacu pada standar ASTM C 270-2004 dan ASTM C 780. Alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan adalah *Universal Testing Machine (UTM)*.

Prosedur pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut :

1. Sampel kubus berukuran 5cm x 5cm x 5cm dihitung luas permukaannya dengan  $A = sisi \times sisi$ .
2. Sebelum pengujian berlangsung, alat ukur (gaya) terlebih dahulu dikalibrasi dengan jarum penunjuk tepat pada angka nol.
3. Kemudian tempatkan sampel tepat berada di tengah pada posisi pemberian gaya dan arahkan *switch on-off* ke arah on, maka pembebanan secara otomatis akan bergerak dengan kecepatan konstan.
4. Apabila sampel telah pecah, arahkan *switch* ke arah *off*, maka motor penggerak akan berhenti. Kemudian catat besarnya gaya yang ditampilkan pada panel *display*.

Dengan menggunakan persamaan tekanan  $P = \frac{F}{A}$ , nilai kuat tekan dari *paving block* dapat dihitung.

#### 4. Kuat Pukul (*Impact Strength*)

Alat yang digunakan untuk mengukur kuat pukul adalah *Impact Testing Machine* dimana model sampel berbentuk balok dengan ukuran 12cm x 3cm x 3cm.

Prosedur pengujian kuat pukul adalah sebagai berikut:

1. Sampel berbentuk balok diukur tebal dan lebarnya, kemudian diukur lebar papan pemukul (*swing*) yang diayunkan ke sampel uji.
2. Sebelum pengujian berlangsung, alat ukur terlebih dahulu dikalibrasi dengan jarum penunjuk tepat pada angka nol.
3. Tempatkan sampel tepat berada di tengah *swing* yang diayunkan.
4. Lepaskan *swing* dan akan berayun ke bawah memukul sampel uji.
5. Catatlah besarnya energi yang ditunjukkan oleh *panel display* pada saat sampel uji patah.

Dengan menggunakan persamaan  $Kc = \frac{Ak}{So}$ , maka nilai kuat pukul dari *paving block* dapat dihitung.

#### 5. Kuat Patah (*Flexural Strength*)

Alat yang digunakan untuk menguji kuat patah adalah *Universal Testing Machine* (UTM) dan hal ini mengacu

pada ASTM C 133 – 97 dan ASTM C 348 – 2002. Model sampel uji adalah berbentuk balok dengan ukuran 12cm x 3cm x 3cm.

Prosedur pengujian kuat patah adalah sebagai berikut:

1. Sampel berbentuk balok diukur lebar dan tingginya, kemudian atur jarak titik tumpu sebesar 10cm sebagai dudukan sampel.
2. Atur pegangan *suplay* sebesar 40 volt, untuk menggerakkan motor kearah atas maupun bawah. Sebelum pengujian berlangsung alat ukur (gaya) terlebih dahulu dikalibrasi dengan jarum penunjuk tepat pada angka nol
3. Kemudian tempatkan sampel uji tepat berada di tengah pada posisi pemberian gaya, dan arahkan *switch* ON/OFF ke arah ON, maka pembebanan secara otomatis akan bergerak.
4. Apabila sampel uji telah patah, arahkan *switch* kearah OFF agar motor penggerak berhenti. Kemudian catat besar gaya yang ditampilkan pada panel *display*.

Dengan menggunakan persamaan kuat patah  $= \frac{3PL}{2bh^2}$ , maka nilai kuat patah dari *paving block* dapat dihitung.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

*Paving block* yang telah dibuat adalah campuran dari pasir, *grit*, semen dengan FAS 0,6 dan Polivinyl Alkohol

(PVA) dan direndam secara alami selama 28 hari. Kemudian diuji sifat-sifatnya. Karakteristik *paving block* sangat ditentukan oleh komposisi pasir dan *grit* serta proses perendamannya. Untuk mengetahui karakteristiknya dilakukan pengujian yang meliputi pengujian fisisnya (densitas dan penyerapan air), pengujian mekanik (kuat tekan, kuat pukul, kuat patah)serta analisa mikro strukturnya menggunakan mikroskop optik

### 1.Densitas (*density*)

Perhitungan pengujian densitas sampel tanpa menggunakan Polivinyl Alkohol (PVA),massa kawat 51 g,sampel no. 2 pada tabel 1pada komposisi 90 % pasir dan 10 % grit.

$$\text{Densitas} = \frac{w_s}{w_b - (w_g - w_k)} \times \rho_{\text{air}}$$

$$= \frac{235,02}{151,1 - (164 - 51)} \times 1 =$$

$$\frac{235,02}{138,1} = 1,70 \text{ g/cm}^3$$

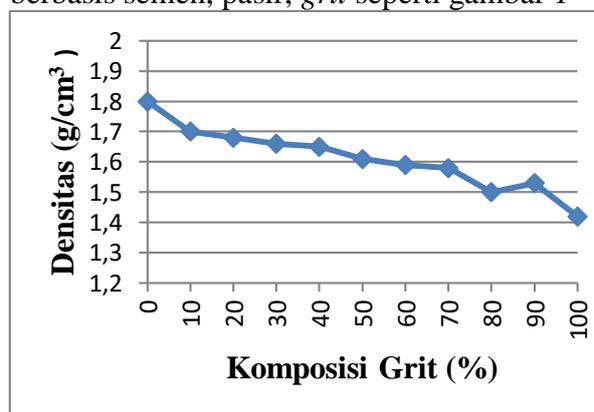
Dengan cara yang sama diperoleh nilai densitas paving blok untuk komposisi pasir dan grit yang berbeda dan hasil pengukuran dan perhitungan pada tabel 3 dibawah ini :

Tabel 3 Pengujian Densitas Sampel Tanpa Menggunakan Polivinyl Alkohol (PVA), Massa Kawat 51 g

No	Komposisi bahan	Ma ssa	Ma ssa	Mass a	Den sitas
		Bas ah	Ker ing	Diga ntung	(gr/c m <sup>3</sup> )
		Wb (	Wk (gr)	Wg (gr)	

	Pasir( %)	Grit (%)	gr)			
1	100	0	268,02	256,47	176	1,79
2	90	10	251,1	235,02	164	1,70
3	80	20	257,42	238,30	166	1,67
4	70	30	250,58	233,43	161	1,66
5	60	40	251,00	234,53	160	1,65
6	50	50	247,23	224,06	159	1,61
7	40	60	233,11	210,64	152	1,59
8	30	70	225,97	205,45	146	1,57
9	20	80	235,03	215,51	142	1,50
10	10	90	230,23	211,50	143	1,53
11	0	100	225,90	201,43	135	1,42

Sehingga dapat dibuat grafik hasil pengukuran densitas *paving block* yang berbasis semen, pasir, *grit* seperti gambar 1



Gambar 1. Grafik hubungan antara Densitas terhadap komposisi Grit tanpa PVA

Perhitungan pengujian Densitas sampel dengan menggunakan Polivinyl Alkohol (PVA),massa kawat 51 gr,untuk sampel no.2

pada tabel 4 ,pada komposisi 90 % pasir dan 10 % grit ,tanpa menggunakan PVA.

$$\text{Densitas} = \frac{W_s}{W_b - (W_g - W_k)} \times \rho_{\text{air}}$$

$$= \frac{247,37}{257,82 - (157 - 51)} \times 1 \text{ g/cm}^3$$

$$= \frac{247,37}{151,82} = 1,63 \text{ gr/cm}^3$$

Dengan cara yang sama diperoleh nilai densitas paving blok untuk komposisi pasir dan grit yang berbeda dan hasil pengukuran dan perhitungan dengan menggunakan Polivinyl Alkohol

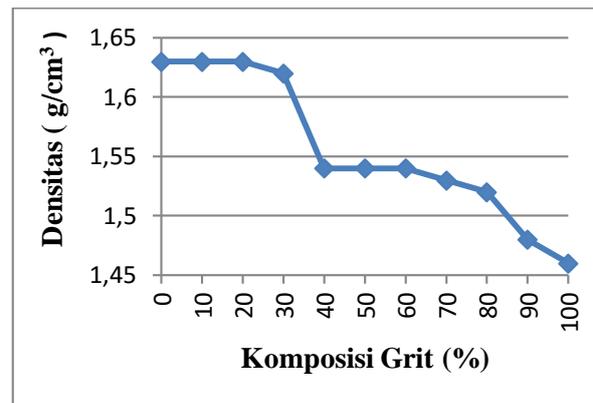
pada tabel 4 dibawah ini :

Tabel 4 Pengujian Densitas Sampel Menggunakan Polivinyl Alkohol (PVA), Massa Kawat 51 g

No	Komposisi bahan		Massa Basah Wb (gr)	Massa Kering Wk (gr)	Massa Ditung Wg (gr)	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )
	Pasir (%)	Grit (%)				
1	100	0	260,02	251,02	157	1,63
2	90	10	257,82	247,37	157	1,63
3	80	20	254,53	243,46	156	1,63
4	70	30	255,88	245,76	155	1,62
5	60	40	245,58	230,42	147	1,54
6	50	50	238,61	226,32	143	1,54
7	40	60	254,55	241,76	149	1,54
8	30	70	247,97	234,90	145	1,53
9	20	80	245	230	145	1,52

			,93	,80		
1	10	90	240,59	225,12	140	1,49
1	0	100	229,07	214,03	133	1,46

Sehingga dapat dibuat grafik hasil pengukuran densitas *paving block* berbasis semen, pasir, grit dan PVA, seperti gambar 2, setelah direndam selama 28 hari secara alami



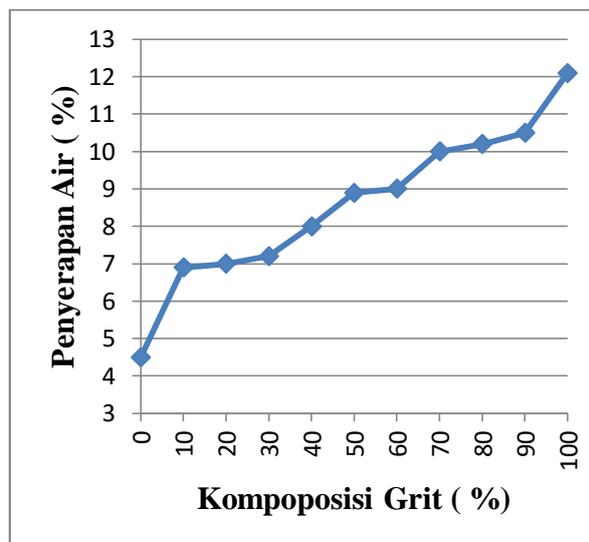
Gambar 2. Grafik hubungan antara Densitas terhadap komposisi Grit dengan menggunakan PVA

Dari gambar 1, terlihat bahwa densitas *paving block* diperoleh berkisar antara 1,79 g/cm<sup>3</sup> – 1,42 g/cm<sup>3</sup> dan dari gambar 2, terlihat bahwa densitas *paving block* diperoleh berkisar antara 1,63 g/cm<sup>3</sup> – 1,46 g/cm<sup>3</sup> . Dari kedua gambar 1 dan gambar 2 diambil kesimpulan bahwa dengan penambahan *grit* pada komposisi dari 0% sampai 100% (volume) dan pengurangan pasir pada komposisi dari 100% sampai 0% jelas bahwa densitas *paving block* berkurang karena berat jenis *grit* 2,23 g/cm<sup>3</sup>, berat jenis pasir 2,62 g/cm<sup>3</sup>,

berat jenis PVA antara 1,19 g/cm<sup>3</sup> sampai 1,3 g/cm<sup>3</sup> dan berat jenis semen 3,10 g/cm<sup>3</sup>.

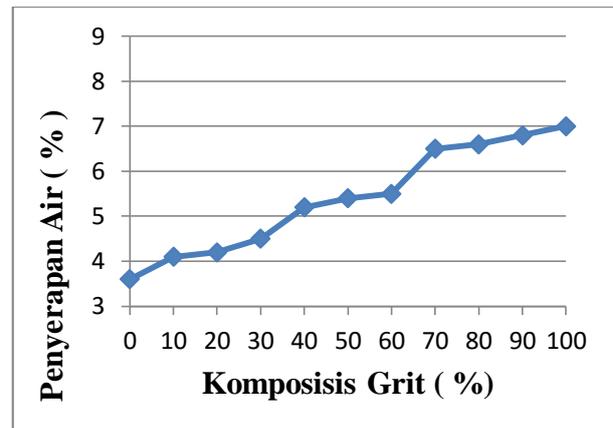
## 2. Penyerapan Air ( *Water Absorption* )

Hasil pengukuran penyerapan air dari *paving block* yang berbasis semen, pasir, *grit* ditunjukkan pada gambar 3, dengan variasi komposisi 0 – 100 % (volume *grit*), terlihat diperoleh 4,50 % - 12,15%.



Gambar 3..Grafik hubungan antara penyerapan air terhadap komposisi *grit* tanpa menggunakan PVA

Hasil pengukuran penyerapan air dari *paving block* yang berbasis semen, pasir, *grit*, PVA (diperlihatkan pada gambar 4 ) dengan variasi komposisi 0 – 100% volume *grit* terlihat diperoleh 3,59 % - 7,03%

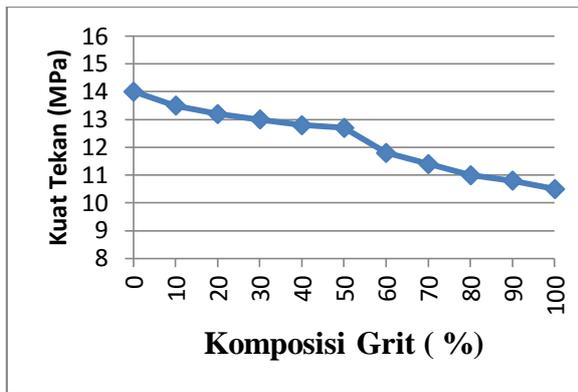


Gambar 4. Grafik hubungan antara penyerapan air terhadap komposisi *grit* menggunakan PVA

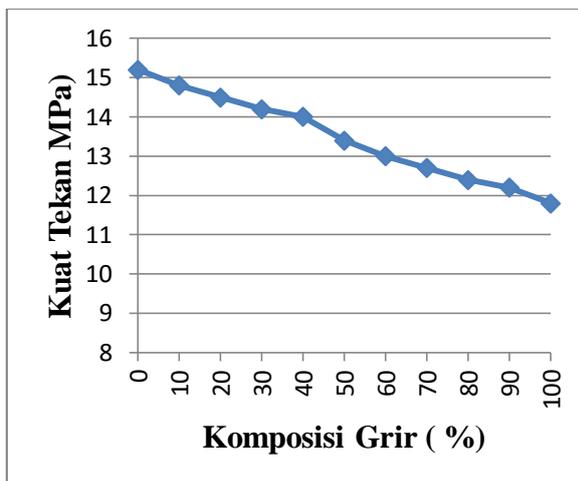
Dari gambar 3 dan 4 dapat diambil kesimpulan bahwa dengan penambahan *grit* pada komposisi dari 0% sampai 100% (volume) dan pengurangan pasir pada komposisi dari 100% sampai 0% (volume) diperoleh persentase penyerapan air bertambah karena dari hasil analisis penyerapan air untuk agregat halus (ASTMC-566-89 ) untuk material pasir sebesar 2,04 % dan untuk material *grit* sebesar 3,72 %. Sedangkan Polivinyl Alkohol sendiri mempunyai sifat basa dengan rantai OH dan larut dalam air. Seperti pada limbah *grit* dengan PH dalam air 12,73 yang bersifat basa maka PVA ini langsung mengikat.

## 3. Kuat Tekan ( *Compressive Strength* )

Hasil pengukuran kuat tekan dari *paving block* yang berbasis semen, pasir, *grit*, ditunjukkan pada gambar 5 dengan variasi komposisi: 0 – 100 % (volume) *grit*, terlihat diperoleh berkisar antara 13,90 MPa – 10,50 MPa.



Gambar 5 Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap komposisi *grit* tanpa menggunakan PVA Hasil pengukuran kuat tekan *paving block* yang berbasis semen, pasir, *grit*, PVA ditunjukkan pada gambar 6 dengan variasi komposisi: 0 – 100 % (volume) *grit*, terlihat diperoleh berkisar antara 15,20MPa – 11,80 Mpa



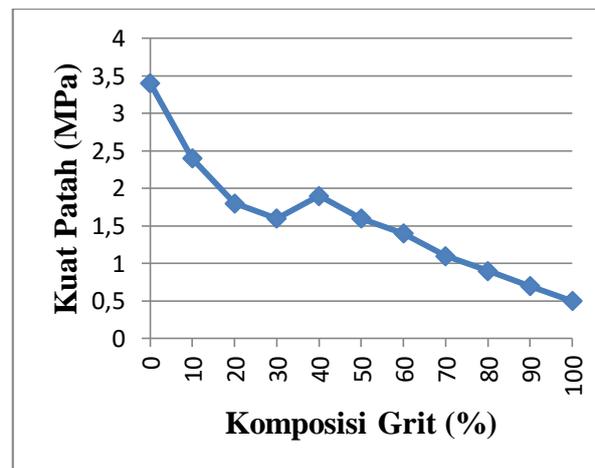
Gambar 6. Grafik hubungan antara kuat tekan terhadap komposisi *grit* menggunakan PVA Dari gambar 5 dan 6(dari kedua grafik) dapat diambil kesimpulan bahwa dengan penambahan *grit* pada komposisi dari 0% sampai 100% (volume) dan pengurangan pasir dari komposisi dari 100% sampai 0% (volume), penyerapan air semakin besar

karena daya serap air dari *grit* 3,72 % dan daya serap air dari pasir 2,04 % dengan demikian semen akan semakin kekurangan air dalam campuran. Sifat semen sendiri adalah dapat berhidrasi bila terdapat air (semen mengikat karena reaksi hidrasi kimia yang melepaskan panas). Sedangkan menurut SNI 03-0611-1996 *paving block* yang digunakan sebagai standart mutu adalah K 125 (125 kg/cm<sup>2</sup>), artinya penambahan *grit* optimum yang diperkenankan sebagai pengisi sebanyak 50 % volume yang dalam hal ini dapat mengurangi pemakaian pasir maksimum 50 % (volume).

Dengan penambahan PolivinylAlkohol(PVA) pada komposisi campuran maka kuat tekan semakin besar karena penggunaan PVA adalah perekat.

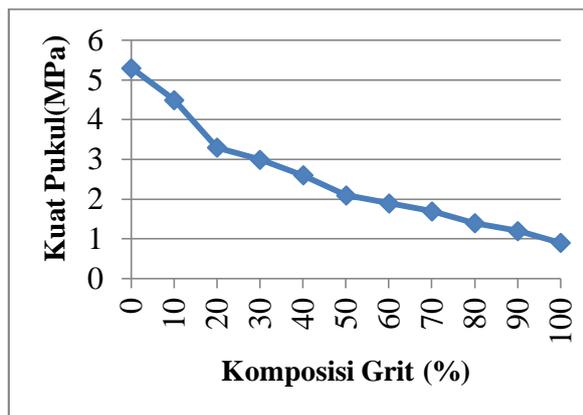
#### 4. Kuat Pukul (*Impact Strength*)

Hasil pengukuran kuat pukul dari *paving block* yang berbasis semen , pasir, *grit* ditunjukkan pada gambar 7 dengan variasi komposisi: 0 – 100 % (volume) *grit* terlihat diperoleh 3,41 MPa – 0,52 MPa.



Gambar 7. Grafik hubungan antara kuat pukul terhadap komposisi *grit* tanpa menggunakan PVA

Hasil pengukuran kuat pukul dari *paving block* yang berbasis semen, pasir, *grit*, Polivynil Alkohol (PVA) ditunjukkan pada gambar 8, dengan variasi komposisi : 0 – 100 % (volume) *grit* terlihat diperoleh 5,19 MPa – 0,89 MPa.

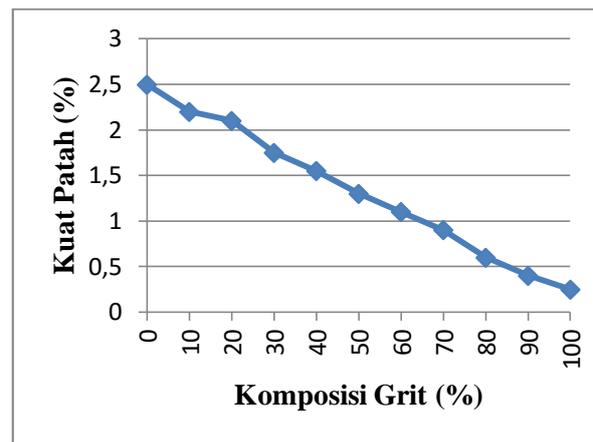


Gambar 8. Grafik hubungan antara kuat pukul terhadap komposisi *grit* menggunakan PVA  
Dari gambar 7 dan 8 (kedua grafik) dapat diambil kesimpulan dengan semakin bertambahnya pemakaian *grit* 0 % sampai 100 % (volume) dan berkurangnya pemakaian pasir 100 % sampai 0 % (volume) pada campuran maka kuat pukul *paving block* berkurang karena penyerapan air yang semakin besar dimana *grit* 3,72 % dan pasir 2,04 % sehingga akan mengurangi kebutuhan air untuk semen. Dalam hal ini semen mengikat karena adanya air (proses hidrasi pada semen). Dengan penambahan Polivinyl Alkohol (PVA) maka kuat pukul lebih besar dibandingkan dengan sampel tanpa menggunakan PVA karena

PVA bersifat sebagai perekat yang memperkuat ikatan antara material pasir, *grit* dan semen.

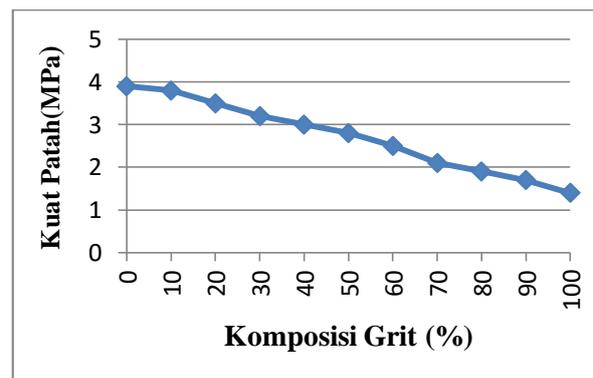
### 5. Kuat Patah (*Flexural Strength*)

Hasil pengukuran kuat patah dari *paving block* yang berbasis semen, pasir, *grit* ditunjukkan pada gambar 9, dengan variasi komposisi: 0 – 100 % (volume) *grit* terlihat diperoleh 2,44 MPa – 0,28 MPa.



Gambar 9. Grafik hubungan antara kuat patah terhadap komposisi *grit* tanpa menggunakan PVA

Hasil pengukuran kuat pukul dari *paving block* yang berbasis semen, pasir, *grit*, polivinylalkohol (PVA) ditunjukkan pada gambar 10, dengan variasi komposisi : 0 – 100 % (volume) *grit* terlihat diperoleh 3,89 MPa – 1,39 MPa.



Gambar 10. Grafik hubungan antara kuat patah terhadap komposisi *grit* menggunakan PVA  
Dari gambar 9 dan 10( kedua grafik) dapat diambil kesimpulan bahwasampel *paving block* mempunyai kekuatan patah yang sangat kecil karena campuran adalah mortar yang agregatnya adalah pasir dan grit meski campuran semennya sempurna. Berbeda dengan besi cor yang merupakan salah satu jenis logam yang ikatan antara materialnya sangat kuat sehingga mempunyai kuat patah yang besar.

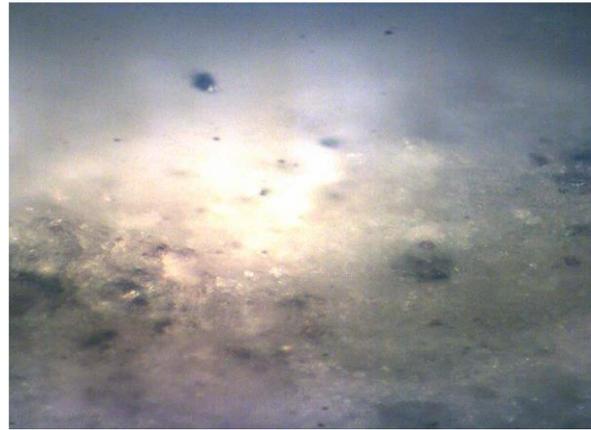
#### 6. Pengamatan mikrostruktur sampel dengan menggunakan mikroskop optik

Analisa yang dilakukan adalah mengamati sampel dengan menggunakan PVA pada komposisi *grit* banding pasir adalah 20 : 80 (% volume). Mula-mula sampel diamati sebelum direndam di dalam air terlihat bahwa *grit* merupakan gumpulan yang berwarna putih kekuningan dan yang berwarna hitam adalah pasir seperti ditunjukkan gambar 11, 12, 13 dan 14 dibawah ini:

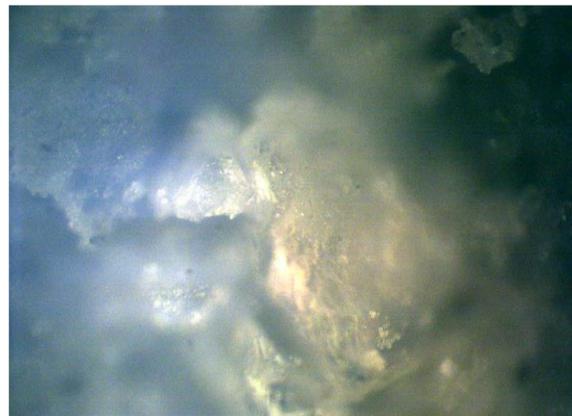


Gambar 11. Sampel sebelum mikroskop optik dengan pembesaran

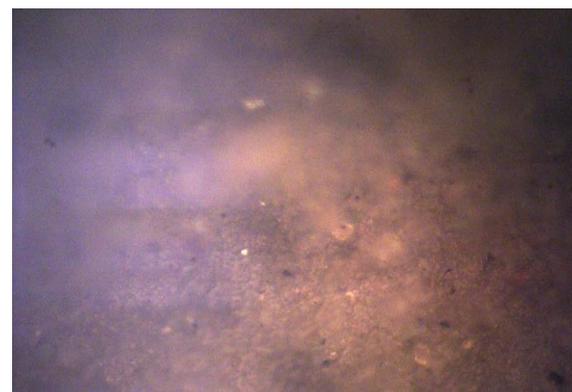
200 x menggunakan optik.



Gambar 12. Sampel sebelum direndam dengan perbesaran 500 x menggunakan mikroskop Optik



Gambar 13, Sampel setelah direndam dengan pembesaran 500 x menggunakan mikroskope optik



Gambar 14. Sampel setelah direncanakan dengan pembesaran 500 x menggunakan mikroskop optik.



Gambar 15. Sampel berbentuk balok, ukuran 12 cm x 3 cm x 3 cm



Gambar 16. Alat untuk uji kuat tekan



Gambar 18. Neraca digital



Gambar 17. Alat untuk uji Impact Testing Machine ( alat Ukur Kuat Pukul)



Gambar 18. Hasil penelitian Paving Block

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil pengujian karakteristik *paving block* yang diperoleh dalam penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemakaian limbah padat industri pulp, antara lain *grit* dapat digunakan untuk pembuatan *paving block* sebagai substitusi pasir dengan tujuan mengurangi penggunaan pasir.
2. Dari hasil pengujian diperoleh komposisi terbaik adalah 50% *grit* dan 50% pasir (% volume) dengan karakteristik sebagai berikut:  
*Paving block* tanpa penggunaan PVA :  
densitas = 1,6 g/cm<sup>3</sup>, serapan air = 8,86%;

kuat tekan =12,60 MPa; kuat pukul = 1,26 MPa; kuat patah = 0,0133 MPa. *Paving block* dengan menggunakan PVA sebagai berikut densitas = 1,54 g/cm<sup>3</sup>, serapan air= 5,43%; kuat tekan = 13,40 MPa; kuat pukul = 2,15 MPa; kuat patah =0,0278 MPa.

3. Limbah padat *grit* dapat digunakan sebagai substitusi pasir karena :

- a. Kandungan SiO<sub>2</sub> = 56,42 %
- b. Bentuk butirannya bulat =57 %
- c. Kandungan organiknya kecil =0,53 %
- d. Densitas *grit* =2,32 g/cm<sup>3</sup> dan densitas pasir = 2,62 g/cm<sup>3</sup>

4. Dari hasil photomikroskop optik terlihat bahwa gumpalan material *grit* berwarna putih keuningan nampak lebih besar setelah bahan uji direndam dalam air

5. *Paving block* berbasis semen polimer dengan standard K 125 digunakan untuk memperindah trotoar jalan atau taman pekarangan dan halaman rumah, bukan digunakan pada areal khusus seperti pada pelabuhan peti kemas, terminal dan bandar udara.

### Saran

1. Untuk melengkapi penelitian *paving block* berbasis semen ini perlu dilakukan pengkajian lebih lanjut tentang aspek ekonominya karena harga polivinyl alkohol yang sangat mahal.
2. Perlu dilakukan pencampuran *grit* dan sampel saja tanpa

semen karena dari hasil karakteristik *grit* kandungan SiO<sub>2</sub> = 56,42 % dan semen merupakan campuran Silikat Kalsium (Ca<sub>2</sub>SiO<sub>4</sub>), untuk melihat adakah ikatan antara kedua agregat tersebut.

### DAFTAR PUSTAKA

American Society for Testing and Material C-566-1989 (Standard pengujian berat jenis dan absorpsi dari agregat pasir dan *grit*)

American Society for Testing and Material C-136-1993 (Standard pengujian lolos saringan atau *Sieve Analysis* dari agregat pasir dan *grit*)

American Society for Testing and Material C-133-1997 dan C-348-2002 (Standard pengujian kuat patah benda uji)

American Society for Testing and Material C-270-2004 dan C-780 (Standard kuat tekan benda uji dengan menggunakan *Universal Testing Machine UTM*)

American Society for Testing and Material C-00-2005 (Standard pengujian densitas benda uji)

American Society for Testing and Material C-20-2005 (Standard pengujian penyerapan air benda uji)

Standard Nasional Indonesia, SNI-1691-1996 (Standard campuran semen, pasir dan FAS pada pembuatan *paving block*)

Ferdinand L. Singer and Andrew Pytel, 1985 *Kekuatan Bahan*, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta

Jacob and Kilduff, 2005 *Engineering Materials Technology*, Pearson Prentice Hall, 5

th Ed. 153 – 155

Lawrence H. Van Vlack, 1991 *Ilmu dan Teknologi Bahan*, edisi kedua, Erlangga, Jakarta

Malcohn R.S, 2001, *Kimia Polimer*, edisi pertama, Pradnya Paramita, Jakarta

M. Zambrano , V. Parodi, J. Baeza, G. Vidal  
2007 *Acids Soils PH and Nutrient  
Improment when Amended with  
Inorganic Solic Waste From Kraft Mill.*  
Journal of the Chilean Chemical  
Society, page 4 e-mail:gividal@Udec.cl

Meyer, Fred W.Bill Jr, 1984, *Tex book of Polymer Science*. Third Edition, Jhon Wiley & Son, New York

Shinroku Saito, 1985, *Pengetahuan Bahan Tehnik*, Edisi pertama, Pradnya Paramita, Jakarta

\_\_\_\_\_. 1971. Peraturan Beton Bertulang Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung