

# PASIR VULKANIK SEBAGAI BAHAN STABILITAS CAMPURAN GENTING BETON (STUDI EXPERIMEN GRADASI PASIR GUNUNG KELUD PADA RADIUS 200 KM DI KOTA CARUBAN)

Joko Setiono<sup>1</sup>, Agus suhardono<sup>2</sup>, Johannes Asdhi Purwanto<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup>jokosetiono405@gmail.com, <sup>2</sup>agus.suhardono@polinema.ac.id, <sup>3</sup>johanesapung99@gmail.com

## Abstract

*Genting is a utility roof materials above the building that serves as a protective weather and channeling rain water that was on it down. Alternative yangb concrete tiles is done more efficiently without the combustion process. Kelud the ash sand fly bergradai to the distance, in other words the farther the distance of the small grain diameter at a given radius. The heat caused by the Volcanic magma, ash makes Kelud Sand has a high water absorption, but will have saturated and rejected, resulting in bleeding.*

*By mixing sand times as a species, then an increase hidroulis and mechanical properties of an ideal mix ratio. From the experiment results for the compressive strength of the mixture 2: 2: 1 is stronger ie max 108.00 kg /cm<sup>2</sup>, a mixture of 3: 2: 1 compression stress value obtained sbesar 64.00 kg /cm<sup>2</sup> and the mixture of 4: 2: 1 obtained compressive stress value of 24.00 kg /cm<sup>2</sup>. As for the bending stress fracture to a mixture of 2: 2: 1 max values obtained at 33.5 kg / cm<sup>2</sup> and for a mixture of 3: 2: 1 max values obtained at 23.33 kg /cm<sup>2</sup> while for mixture 3: 2: 1 obtained value max of 5.33 kg /cm<sup>2</sup>, and water absorption in the saturated surface dry condition for a mixture of 2: 2: 1 obtained 10.23%, water absorption in the saturated surface dry condition for a mixture of 3: 2: 1 obtained 11.82 %, water absorption on the condition of saturated surface dry to mix 4: 2: 1 obtained 12.81%,. Then for mains water tembur can be seen in the discussion section, but can be inferred to mix 2: 2: 1 is more dense because Crystal showed a copy with a little water and a relatively dry and to a mixture of 4: 2: 1 indicates a copy with softer water crystals and evenly with a small diameter, both assessed at the time of maximum concentration, while for the mixture 3: 2: 1 is more porous at the same time.*

**Keywords:** *genting concrete, hydraulic properties, volcanic gradient, mixed ideal*

## Pendahuluan

Dewasa ini pembangunan pada bidang perumahan di Indonesia khususnya pada pekerjaan utilitas rumah tinggal di wilayah kota pedesaan maupun di pedalaman sangat pesat sekali. Akan tetapi di pedesaan atau di pedalaman banyak dijumpai kendala dengan kondisi tanah sebagai bahan atap genting. Genting di pedesaan atau di pedalaman umumnya masih tanah liat yang melalui proses pembakaran.

Pemakaian pasir vulkanik yang jatuh pada radius 200 Km, yaitu Kota Caruban Kabupaten Madiun, dilakukan dengan pertimbangan bahwa bahan tersebut dapat diperoleh dengan mudah di daerah tersebut dan termasuk sebagai pengganti genting tanah biasa, sehingga biaya untuk pembuatan Genting dapat ditekan lebih efisien.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja pasir vulkanik sebagai bahan stabilisasi spesi Genting.

## Rumusan Masalah

Permasalahan utama adalah bagaimana kinerja pasir vulkanik yang distabilisasi dengan pasir Kali .

Adapun detail permasalahannya adalah sebagai berikut:

- Bagaimana sifat mekanis Pasir Vulkanik dicampur dengan Pasir Kali
- Bagaimana perbandingan sifat, untuk mendapatkan stabilisasi yang baik.

## Batasan Masalah

Penelitian ini dilakukan dengan eksperimen di laboratorium yang meliputi pengujian gradasi

tunggal dalam arti Abu Vulkanik Gunung Kelud yang jatuh di daerah Kota Caruban, pengujian batas-batas konsistensi, pengujian mutu fisik dan pengujian kuat tekan hancur (*unconfined*) terhadap dan sesudah dilakukan penambahan Pasir Vulkanik pada benda uji sebagai bahan hidrolis, untuk mengetahui pengaruh penambahan Pasir Vulkanik terhadap peningkatan sifat mekanis. Pada laporan ini dilakukan pembahasan proses kimia dengan menggunakan standart pembanding serta menggunakan Produk Semen Gresik.

### **Tinjauan Pustaka**

#### **Agregat**

Agregat dalam spesi mendominasi dalam jumlah yang besar terhadap komposisi campuran, komposisi tersebut berkisar hingga 60 % - 70% dari volume spesi. Jika dalam beton komposisi ini sebagai bahan pengisi namun karena sebagai bahan yang dominan maka peranya sangat penting, oleh sebab itu perlu dipelajari karakteristik agregat yang akan menentukan sifat mortar yang dihasilkan.

#### **Agregat di Indonesia**

Posisi geografis dan geologis yang terletak pada daerah tropis dan vulkanis, maka sebagian wilayah Indonesia terkena jalur pegunungan berapi, maka dari kondisi yang demikian Indonesia sangat kaya dengan berbagai jenis batuan alam.

#### **Pemeriksaan dan Syarat Mutu Agregat Halus**

Pemeriksaan dimaksudkan untuk mengetahui kualitas bahan bangunan khususnya bahan beton yang memenuhi syarat. Agregat yang digunakan harus memenuhi spesifikasi teknis yang telah ditetapkan pada kontrak kerja.

Menurut ASTM, agregat halus berat isi tidak melebihi  $1200 \text{ kg/m}^3$ , dengan ketentuan lain sebagai berikut:

- Modulus halus butir 2,3 sampai 3,1
- Kadar lumpur lebih kecil dari 70 micron
- Kadar gumpalan tanah liat dan partikel mudah dirapikan max. 3%
- Kandungan arang dan lignit max 0,5% - 1,0%
- Kadar zat organik dengan uji kimia tidak terdapat warna yang lebih tua
- Tidak reaktif terhadap alkali
- Kekekalan dengan uji natrium sulfat max 15%
- Susunan gradasi memenuhi standar.

#### **Semen**

Semen merupakan bahan utama sebagai perekat beton maupun mortar, dan jika diperlukan dapat ditambah dengan bahan tambah (*admixture*) sebagai perubah sifat tertentu terhadap campuran. Sebagai bahan aktif kimiawi bila telah tercampur dengan air, sedangkan agregat sebagai pengisi mineral yang mempertahankan volume setelah pembentukan serta memperbaiki keawetan.

#### **Genting Beton**

##### **Ruang Lingkup**

Genting beton merupakan produk bahan bangunan dari semen yang digunakan sebagai salah satu alternatif penutup atap. Efisiensi dalam pemasangan dan perawatan yang mudah membuat genting beton lebih banyak diminati.

Dewasa ini seiring dengan berkembangnya produk genting beton maka menimbulkan peluang untuk diadakan penelitian agar mendapatkan kualitas yang lebih baik dari pada yang sebelumnya, untuk memberi informasi kepada para pengusaha bagaimanakah kualitas genting beton yang diproduksi dengan bahan tambah pasir vulkanik dan diuji pada standar yang disusun mutu sebagai acuan produk genting dan mengacu pada SK SNI S - 02 - 1990 - F : Spesifikasi untuk Agregat Beton

SNI 15-2049-2004 : Standar untuk Semen Portland

SNI - 0096:2007 : Standar untuk Genting beton

#### **Prosedur Pengujian**

Pengujian Beban Lentur dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

1. Kondisikan benda uji sebanyak 6 buah dalam ruangan bersuhu antara  $15^\circ\text{C}$  -  $30^\circ\text{C}$  dan kelembaban relative minimum 40%.
2. Letakkan benda uji diatas pisau penumpu pada mesin uji sehingga pisau pembebanan berada di tengah-tengah pisau penumpu dengan jarak tumpu  $1/2$  panjang genting.
3. Letakkan bantalan karet diantara pisau pembebanan dengan genting untuk genting datar dan rata, dan letakkan bantalan karet diantara papan penekan dengan genting untuk genting profil.
4. Lakukan pembebanan dengan penambahan beban yang tetap hingga genting patah.
5. Catat beban lenturnya yang terjadi pada setiap benda uji.

### Daya Serap Air

Untuk menguji tingkat kedap air genteng beton dapat dilakukan dengan mengukur daya serap yang terjadi dengan cara sebagai berikut:

1. Siapkan benda uji sebanyak 3 buah
2. Keringkan genteng dalam oven pada suhu  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap.
3. Timbang genteng dalam keadaan kering oven
4. Rendam genteng tersebut dalam air selama 24 jam.
5. Timbang genteng dalam keadaan basah dengan menyeka permukaan genteng lebih dul dengan lap lembab.
6. Hitung penyerapan masing-masing air genteng dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Penyerapan air genteng} = \frac{W - K}{K} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

- W = berat genteng dalam keadaan basah,  
K = berat genteng dalam keadaan kering,

### Ketahanan terhadap Rembes Air

Ketahanan genteng beton terhadap rembesan air merupakan bagian dari spesifikasi genteng, yang dapat dilakkan dengan cara:

1. Siapkan benda uji sebanyak 1 buah
2. Letakkan benda uji pada rangka uji, kemudian beri lapisan pasta penambal pada sekeliling benda uji.
3. Tuangkan air setinggi 10mm-15mm dari permukaan atas benda uji. Pengujian berlangsung selama 24jam, dalam suhu ruangan berkisar  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  hingga  $30 \text{ }^\circ\text{C}$  dan kelembaban relative 40%.
4. Catat ada atau tidak adanya tetesan air pada periode waktu tertentu yang jatuh pada permukaan cermin.

### Metode Penelitian

#### Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini bahan vulkanik diambil dari lokasi dampak letusan gunung Kelud pada radius 200 Km ,sebagai abu terbang yang jatuh dan mempunyai bentuk serta data visual yang seragam yaitu di Dukuh Babadan, Desa Tawangrejo, Kecamatan Gemarang, Kota Caruban, Kabupaten Madiun.

SKETSA PETA KECAMATAN GEMARANG  
KABUPATEN MADIUN



**Gambar 1.** Peta Kecamatan Gemarang Kabupaten Madiun

Sumber: <https://www.google.co.id>

Kecamatan Gemarang di Kabupaten Madiun, Provinsi Jawa Timur (Jatim) terdiri dari beberapa Desa diantaranya:

- |                              |      |              |
|------------------------------|------|--------------|
| 1. Kelurahan/Desa Batok      | luas | : 931,05 Ha  |
| 2. Kelurahan/Desa Durenan    |      | : 565,00 Ha  |
| 3. Kelurahan/Desa Gemarang   |      | : 2377,00 Ha |
| 4. Kelurahan/Desa Nampu      |      | : 2716,00 Ha |
| 5. Kelurahan/Desa Sebayi     |      | : 248,00 Ha  |
| 6. Kelurahan/Desa Tawangrejo |      | : 2338,00 Ha |
| 7. Kelurahan/Desa Winong     |      | : 1022,00 Ha |

Dari data tersebut dapat diperkirakan luas tangkap debu vulkanik Gunung kelud yang jatuh di wilayah Kecamatan Gemarang kabupaten madiun seluas 10 197,05 Ha diambil rata-rata luas tangkap horizontal 80 persen dengan tebal 6,5 Cm terdapat 550.246,6 m<sup>3</sup> pasir vulkanik.

### Metodologi

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Experimen yang dilakukan dengan data Sungguhan ( *True Reseach* ) yaitu melakukan penelitian terhadap sampel/benda uji berupa model campuran perbandingan hidrolis, untuk mendapatkan data hubungan antara beban tekan dan resapan yang sesuai dengan kelayakan atau model yang bernilai lebih dari Genteng masyarakat.

### Metodologi

Dalam penelitian ini metode yang digunakan adalah metode Experimen yang dilakukan dengan data Sungguhan ( *True Reseach* ) yaitu

melakukan penelitian terhadap sampel/benda uji berupa model campuran perbandingan hidrolis, untuk mendapatkan data hubungan antara beban tekan dan resapan yang sesuai dengan kelayakan atau model yang bernilai lebih dari Genteng masyarakat.

#### Pengolahan Data

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah penelitian eksperimen sungguhan (*True Research*) yaitu melakukan pengamatan pada lokasi, untuk mendapatkan data hubungan antara data primer terhadap sekunder akan terjadi pendugaan penyimpangan atau paling tidak sama spesifikasi bahan bangunan terhadap perlakuan sifat fisik maupun mekanik

#### Pengelompokan Material

Dengan data pasir vulkanik, faktor yang mempengaruhi gradasi butir adalah jarak tempuh terbang Gunung kelud, benda padat ini tentu semakin memiliki berat jenis yang tinggi akan jatuh pada radius yang pendek sedangkan yang ringan akan terbang lebih jauh, dengan demikian akan didapatkan gradasi yang sama. Pasir sungai/kali dipilih yang lazim digunakan oleh masyarakat agar mudah dikerjakan dan mudah dikembangkan kemudian.

#### Pengujian Mekanik dan Hidrolis

Melakukan uji Laboratorium terhadap benda uji yang telah dibuat, dilanjutkan dengan perhitungan karakteristik hasil eksperimen dalam rangka menjawab rumusan masalah yang telah ditetapkan sehingga mendapatkan kesimpulan yang akurat sebagai arsip rekomendasi pada Pemerintah maupun masyarakat setempat, sedangkan penelitian pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik sipil Polinema

#### Bentuk dan Jumlah Sampel

Bentuk sampel/benda uji yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut:

- Spesi Genteng, uji Tekan berdimensi 10 mm x 250 mm x 400 mm
- Kubus uji Tekan Mortar berukuran 50 mm x 50 mm x 5 mm
- Lempengan spesi, uji Serapan Air berukuran 10 mm x 200 mm x 200 mm
- Lempengan spesi, uji Kadar air, berukuran 10 mm x 200 mm x 200 mm

**Tabel 1.** Rincian Komposisi Kubikasi Campuran dan Jumlah Benda Uji

Bahan	Komps	Komps	Komps
	A	B	C
	vol	vol	vol
Pasir Vulkanik	2	3	4
Pasir kali	2	2	2
Semen	1	1	1
Air (fas)	1	1,5	2
Uji Tekan	6	6	6
Uji Lentur	3	3	3
Uji Kadar Air	3	3	3
Uji Serapan	2	3	3

#### Pembuatan Pengujian dan Pembahasan

Pembuatan benda Uji dilaksanakan di Bengkel Sipil dan pelaksanaan pengujian di Laboratorium Teknik Sipil dengan ketentuan sebagai berikut:

**Table 2.** Penentuan Campuran dan Benda Uji

Benda Uji (cm)	Jumlah dan Campuran (Pv:Pk:Sm:Air)		
	2:2:1:3/4	3:2:1:1	4:2:1:1 1/2
A Benda Uji Lentur 1,2x25x40	6	6	6
Benda Uji Tekan 20x20x20	6	6	6
Benda uji Absorpsi 1,2x20x20	3	3	3
Benda uji Rembesan air 1,2x20x20	3	3	3
B Benda Uji Lentur 1,2x25x40	6	6	6
Benda Uji Tekan 5x5x5	6	6	6
Benda uji Absorpsi 1,2x20x20	3	3	3
Benda uji Rembesan air 1,2x20x20	3	3	3
C Benda Uji Lentur 1,2x25x40	6	6	6
Benda Uji Tekan 5x5x5	6	6	6
Benda uji Absorpsi 1,2x20 x 20	3	3	3
Benda uji Rembesan air 1,2 x 20 x 20	3	3	3



**Gambar 2.** Bahan asal Pasir Vulkanik, pasir kali dan semen



**Gambar 3.** Langkah pembuatan benda uji Kuan Tekan



**Gambar 4.** Contoh kumpulan benda uji

### Pelaksanaan Pengujian Pengujian Tekan Hancur

Pengujian tekan hancur merupakan uji terhadap tegangan kuat tekan yaitu dengan tahapan sebagai berikut:

1. Bersihkan benda kerja dari kotoran dan yakinkan kedua permukaan bersih
2. Tempatkan dan stel dial pada posisi nol, sentuhkan kedua alas pada permukaan
3. Jalankan tombol hidroulis dengan kecepatan standar
4. Amati dan tuliskan tekanan maximum hingga benda kerja hancur
5. Dokumentasikan jenis retakan sebagai bahan banding terhadap perilaku berikutnya terhadap nilai campuran.
6. Bersihkan kembali area atau meja alas uji dan kembalikan dial pada posisi nol
7. Lakukan dengan perilaku yang sama terhadap benda uji berikutnya hingga didapat nilai uji seperti pada table 4.3



**Gambar 5.** Uji tekan

### Hasil pengujian Kuat Tekan

Uji kuat tekan diperlakukan dengan mesin uji kuat tekan Beton, dengan hasil sebagai berikut:

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Kuat Tekan

No	Kode Uji	Campuran dan Kuat Tekan Hancur ( dalam satuan KN )		
		2:2:1	3:2:1	4:2:1
1	A1	25,00	18,00	3,00
2	B1	27,00	21,00	4,00
3	C1	25,00	18,00	4,00
4	D1	24,00	17,00	6,00
5	E1	25,00	19,00	6,00
6	F1	24,00	18,00	6,00

**Tabel 4.** Hasil Pengujian Lentur

No	Kode Uji	Campuran dan Kuat Lentur ( dalam satuan KN/30cm <sup>2</sup> -patah )		
		2:2:1	3:2:1	4:2:1
1	A1	10,05	5,00	1,00
2	B1	9,00	4,50	1,00
3	C1	9,50	4,00	0,50
4	D1	8,00	6,00	0,70
5	E1	9,50	6,00	0,80
6	F1	8,50	7,00	0,80

### Hasil Pengujian Daya Serap Air Jenuh

Untuk mewakili terhadap kondisi yang sesungguhnya yaitu merendam benda kerja maksimal selama 24 jam, kemudian dibasuh dengan kain kering hingga basah permukaan.

### Analisa dan Hasil Pengujian Hasil Uji Lentur

Dari pengujian kuat lentur terhadap perilaku yang mewakili karakter di lapangan sebagaimana ditunjukkan hasil uji lentur pada **Table 5.**

**Tabel 5.** Tegangan Kuat Lentur - Patah

No	Kode Uji	Tegangan Lentur - Patah ( dalam satuan luas 30cm <sup>2</sup> - patah )		
		2:2:1	3:2:1	4:2:1
		(kg /cm <sup>2</sup> )	(kg /cm <sup>2</sup> )	(kg /cm <sup>2</sup> )
1	A1	33,5	16,67	3,33
2	B1	30,00	15,00	3,33
3	C1	31,66	13,33	5,53
4	D1	26,67	20,00	2,33
5	E1	31,67	20,00	2,67
6	F1	28,33	23,33	2,67

**Hasil Pengujian Tegangan Tekan-Hancur**

Hasil uji kuat tekan benda uji seperti pada

**Tabel 6.**

**Tabel 6.** Hasil Pengujian Tegangan Tekan-Hancur

No	Kode Uji	Tegangan Tekan Hancur (dalam satuan luas tampang 25 cm <sup>2</sup> )		
		2:2:1	3:2:1	4:2:1
		(kg /cm <sup>2</sup> )	(kg /cm <sup>2</sup> )	(kg /cm <sup>2</sup> )
1	A1	100,00	72,00	12,00
2	B1	108,00	84,00	16,00
3	C1	100,00	72,00	16,00
4	D1	96,00	68,00	24,00
5	E1	100,00	76,00	24,00
6	F1	96,00	76,00	24,00

**Nilai Prosentasi Daya Serap Air Jenuh**

Uji Kadar serap air Jenuh, dihitung dengan

**Persamaan 2.**

$$\text{Penyerapan air genting} = W-K \times 100\%K \quad (2)$$

Dimana:

W = berat benda uji dalam keadaan basah,

K = berat berat benda uji dalam keadaan

kering,

**Tabel 7.** Nilai Prosentasi Daya Serap Air Jenuh

No	Kode Uji	Prosentasi Kandungan Air (dalam satuan jenuh 24 jam rendaman)		
		2:2:1=(%)	3:2:1=(%)	4:2:1=(%)
		1	A	10,23
2	B	9,38	11,42	12,25
3	C	9,72	11,62	12,81

**Hasil Pengujian Rembesan Campuran 2:2:1**

Untuk mewakili terhadap kondisi yang sesungguhnya yaitu merendam benda kerja sebagai landasan, agar air merembes dengan gravitasi, kemudian pada waktu tertentu diamati permukaan dibaliknya terhadap rembesan, Gambar 4.10 s/d 4.13

**Tabel 8.** Hasil Pengujian Daya Tembus/ Rembesan Air

Kd	Campuran dan Tanda Tembus Air ( dalam pengamata interval waktu – campuran 2:2:1)		
	Pengamatan 30 menit	Pengamatan 60 mnt	Pengamatan 24 jam
A1	Tidak ada tanda-tanda rembesan, permukaan kering	Menunjukkan tanda lembab pada radius tertentu	Terdapat gelembung pada luasan rembesan ,namun jarang dan diameter besar +/- 6 mm
A2	Tidak ada tanda-tanda rembesan, permukaan kering	Menunjukkan tanda lembab pada radius tertentudan	Terdapat gelembung pada luasan rembesan ,namun jarang dan diameter besar +/- 7 mm

**Tabel 9.** Hasil Pengujian Rembesan Campuran 3:2:1

Kd	Camp.- Tanda Tembus Air ( dalam pengamata interval waktu – campuran 3:2:1)		
	Pengamatan 30 menit	Pengamatan 60 mnt	Pengamatan 24 jam
A1	Terdapat tanda-tanda kelembaban, pada permukaan	Menunjukkan tanda basah pada radius tertentu dan gelembung air	Terdapat gelembung pada luasan rembesan ,namun jarang dan diameter besar +/- 8 mm
A2	Terdapat tanda-tanda kelembaban, pada permukaan	Menunjukkan tanda basah pada radius tertentu dan gelembung air	Terdapat gelembung pada luasan rembesan ,namun jarang dan diameter besar +/- 8 mm

**Tabel 10.** Hasil Pengujian Rembesan Air untuk Campuran 4:2:1

Kd	Campuran dan Tanda Tembus Air ( dalam pengamata interval waktu – campuran 4:2:1)		
	Pengamatan 30 menit	Pengamat an 60 mnt	Pengamat an 24 jam
A 1	Tidak ada tanda- tanda rembesan,permukaan kering	Menunjuk an tanda lembab pada radius tertentu	Terdapat gelembun g pada luasan rembesan , diameter kecil -/+5 mm,padat
A 2	Tidak ada tanda- tanda rembesan,permukaan kering	Menunjuk an tanda lembab pada radius tertentu	Terdapat gelembun g pada luasan rembesan , diameter kecil -/+5 mm,padat

### Kesimpulan

Dari perlakuan dalam bentuk eksperimen atau uji pendataan lapangan yang dimulai sejak pengambilan material hingga pengamatan terhadap pembudidayaan potensi kiriman atas bencana alam dengan meletusnya Gunung Kelud terhadap potensi perekonomian khususnya bidang pemberdayaan alam dan lingkungan dan kehidupan masyarakat Dukuh Babadanm Desa Tawangrejo, Kecamatan Gemarang Kota Caruban Kabupaten Madiun,berlanjut pada pengujian Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik sipil Politeknik Negeri Malang.

Adapun detail permasalahannya adalah: (a) Bagaimana sifat mekanis Pasir Vulkanik dicampur dengan Pasir Kali, (b) Bagaimana perbandingan sifat, untuk mendapatkan stabilisasi yang baik. Dari hasil experiment untuk kuat tekan campuran 2:2:1 lebih kuat yaitu max 108,00 kg/cm<sup>2</sup>,campuran 3:2:1 didapat nilai tegangan tekan sbesar 64,00 kg/cm<sup>2</sup> dan pada campuran 4:2:1 didapat nilai tegangan tekan sebesar 24,00 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk tegangan lentur patah untuk campuran 2:2:1 didapatkan nilai max sebesar 33,5 kg/cm<sup>2</sup> dan untuk campuran 3:2:1 didapatkan nilai max sebesar 23,33 kg/cm<sup>2</sup> sedangkan untuk campuran 3:2:1 didapatkan nilai max sebesar 5,33 kg/cm<sup>2</sup>,kemudian daya serap air pada kondisi *saturated surface dry* untuk campuran 2:2:1

didapatkan 10,23%, daya serap air pada kondisi *saturated surface dry* untuk campuran 3:2:1 didapatkan 11,82%, daya serap air pada kondisi *saturated surface dry* untuk campuran 4:2:1 didapatkan 12,81%,. Kemudian untuk daya tembur air dapat dilihat pada bab pembahasan,namun dapat disimpulkan untuk campuran 2:2:1 lebih padat sebab menunjukkan tembusan dengan Kristal air yang sedikit dan relatif kering dan untuk campuran 4:2:1 menunjukkan tembusan dengan Kristal air yang lebih lembut dan merat serta berdiameter kecil,keduanya dinilai pada waktu konsentrasi yang maksimum, sedangkan untuk campuran 3:2:1 lebih porous pada waktu yang sama.

### Daftar Pustaka

Departemen Pendidikan dan Kebudayaan  
,Direktorat Pendidikan Tinggi  
PEDC,Teknologi Bahan 2, Edisi  
1983,Bandung PEDC 1983,BSNI – SNI –  
15.2049 - 2004  
Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Andy.  
Jakarta.