

## Pengaruh Penambahan Batu Cadas Terhadap Agregat Kasar Untuk Pengujian Kuat Tekan pada Beton

Arismunandar Gultom<sup>1\*</sup>, Sahrul Harahap<sup>2</sup>, Afniria Pakpahan<sup>3</sup>  
<sup>1\*2,3</sup> Teknik Sipil, Universitas Graha Nusantara  
Email: [arismunandargultom1@gmail.com](mailto:arismunandargultom1@gmail.com)

---

**Abstrak :** Batu cadas (batu trass) adalah batuan yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang di sebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah. Bahan galian ini berwarna putih – keabu-abuan hingga putih kecoklatan, kompak, padu dan agak sulit digali dengan alat sederhana. Kegunaan batu trass adalah untuk bahan baku batako, industri semen, campuran bahan bangunan dan semen alam. Batu cadas (batu trass) banyak terdapat di Aek Sulum Desa Marsada Kecamatan Sipirok Kabupaten Tapanuli Selatan. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental dengan melakukan percobaan di Laboratorium Universitas Graha Nusantara dengan judul "Pengaruh Penambahan Batu Cadas Terhadap Agregat Kasar Untuk Pengujian Kuat Tekan Pada Beton", dengan harapan campuran beton dengan menggunakan batu cadas (batu trass) memiliki kuat tekan yang tidak jauh berbeda bahkan sama dengan beton normal. Agregat Kasar pada beton dengan persentase 25% dan 50%. Benda uji dibuat dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Benda uji dirawat dengan menggunakan air PDAM. Proses pengujian kuat tekan dilakukan setelah hari ke 7, 14 dan 28 Hari. Pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini ialah pengujian kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton maksimum yang dapat dicapai dengan menggunakan kadar 25% batu cadas (batu trass) adalah 164,691 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan yang menggunakan kadar 50% batu cadas (batu trass) mencapai kuat tekan beton maksimum sebesar 117,463 Kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan beton maksimum yang dapat dicapai dengan menggunakan kadar 25% batu cadas (batu trass) adalah 164,691 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan yang menggunakan kadar 50% batu cadas (batu trass) mencapai kuat tekan beton maksimum sebesar 117,463 Kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** Batu Cadas, Beton, Kuat Tekan, Benda Uji

### PENDAHULUAN

Gudang Penggunaan beton sebagai bahan bangunan telah lama dikenal dan paling banyak dipergunakan. Hal ini dikarenakan beton memiliki sifat mudah dibentuk sesuai dengan keinginan, bahan dasar penyusun, mudah didapatkan dan mudah dalam perawatan. Beton merupakan bahan yang sangat kuat, tahan karat dan tahan terhadap api. Selain itu, kelebihan beton yang lebih menonjol dibandingkan bahan konstruksi yang lain yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi.

Beton merupakan batuan yang dibuat dari campuran semen, air dan agregat, baik agregat halus (pasir) maupun agregat kasar (kerikil). Selain itu, terkadang dalam campuran beton juga diberi bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia pada perbandingan tertentu. Beton dengan perekat semen di samping berat, mempunyai kelemahan seperti pengerasan cukup lama, tidak tahan terhadap lumut atau kelembaban tinggi dan menyebabkan beton cepat rapuh. Cara mengatasinya perlu perkerayaan

material, sehingga kelemahan tersebut dapat di minimalkan, seperti penambahan bahan agregat kasar yang menggunakan batu cadas (batu trass), batu apung, batu gamping, dan lain sebagainya.

Agregat merupakan bahan pengisi utama dalam campuran beton maupun adukan, kualitas beton dapat di ketahui melalui perencanaan dan pengawasan yang lebih baik dan teliti terhadap bahan-bahan yang akan di pakai, seperti penggunaan batu cadas (batu trass) sebagai bahan pembentuk beton yang diperlakukan seperti batu pecah. Batu cadas (batu trass) adalah batuan yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang di sebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah. Bahan galian ini berwarna putih – keabu-abuan hingga putih kecoklatan, kompak, padu dan agak sulit digali dengan alat sederhana. Kegunaan batu trass adalah untuk bahan baku batako, industri semen, campuran bahan bangunan dan semen alam.

## TEORI

### Beton Secara Umum

Beton merupakan bahan yang sangat kuat, tahan karat dan tahan terhadap api. Selain itu, kelebihan beton yang lebih menonjol dibandingkan bahan konstruksi yang lain yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi (Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1973:2008). Beton merupakan batuan yang dibuat dari campuran semen, air dan agregat, baik agregat halus (pasir) maupun agregat kasar (kerikil). Selain itu, terkadang dalam campuran beton juga diberi bahan tambah yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non kimia pada perbandingan tertentu. Campuran tersebut apabila dituang ke dalam cetakan kemudian dibiarkan akan mengeras seperti batuan. Pengerasan tersebut terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara air dan semen sebagai perekat dengan agregat sebagai bahan pengisi, sehingga butiran-butiran angregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah masa yang kuat (Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 2834:2002).

### Semen Portland

Semen Portland (cement portland) merupakan bahan utama atau komponen beton terpenting yang berfungsi sebagai bahan pengikat. Selanjutnya Nawy (2002) memberikan pendapat bahwa semen Portland (Cement Portland) adalah semen yang dibuat dari serbuk halus mineral kristalin yang komposisi utamanya adalah kalsium atau batu kapur ( $\text{CaO}$ ), Alumunium ( $\text{Al}_2\text{O}$ ), pasir silikat ( $\text{SiO}$ ) dan bahan biji besi ( $\text{FeO}_2$ ) dan senyawa-senyawa ( $\text{MgO}$ ) dan ( $\text{SO}$ ) penambahan air pada mineral akan menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu.

Menurut SNI 15-2049-2004 semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Adapun jenis-jenis semen diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Tipe I: Jenis ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus untuk hidrasi panas dan kekuatan tekan awal. Kegunaan Semen Portland Tipe I diantaranya konstruksi bangunan untuk rumah permukiman, gedung bertingkat, dan jalan raya. Karakteristik Semen Portland Tipe I ini cocok digunakan di lokasi pembangunan di kawasan yang jauh dari pantai dan memiliki kadar sulfat rendah.
- b. Tipe II: Kegunaan Semen Portland Tipe II pada umumnya sebagai material bangunan yang letaknya dipinggir laut, tanah rawa, dermaga, saluran irigasi, dan bendungan. Karakteristik Semen Portland Tipe II yaitu tahan terhadap asam sulfat antara 0,10 hingga 0,20 persen dan hidrasi panas yang bersifat sedang.

- c. Tipe III: semen Portland tipe III digunakan untuk pembuatan bangunan tingkat tinggi, jalan beton atau jalan raya bebas hambatan, hingga bandar udara dan bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan asam sulfat. Ketahanannya Portland Tipe III menyamai kekuatan umur 28 hari beton yang menggunakan Portland tipe I.
- d. Tipe IV: Karakteristik Semen Portland IV adalah jenis semen yang dalam penggunaannya membutuhkan panas hidrasi rendah. Jenis semen portland tipe IV: diminimalkan pada fase pengerasan sehingga tidak terjadi keretakan. Kegunaan Portland tipe IV digunakan untuk dam hingga lapangan udara.
- e. Tipe V: Kegunaan Semen Potrtland Type V dirancang untuk memenuhi kebutuhan di wilayah dengan kadar asam sulfat tinggi seperti misalnya rawa-rawa, air laut atau pantai, serta kawasan tambang. Jenis bangunan yang membutuhkan jenis ini diantaranya bendungan, pelabuhan, konstruksi dalam air, hingga pembangkit tenaga nuklir.

Semen portland adalah suatu bahan pengikat yang mempunyai sifat adesif dan kohesif yang memungkinkan fregmen-fregmen mineral saling melekat satu sama lain bila dicampur dengan air dan selanjutnya akan mengeras membentuk massa yang padat. Semen portland sebagai bahan struktur harus mempunyai kualitas yang sesuai dengan ketepatan agar berfungsi dengan efektif. Pemeriksaan di lakukan terhadap yang masih berupa bentuk kering, pasta semen yang telah keras dan beton yang dibuat darinya (Nugroho, 2013).

## **Agregat**

### **1. Agregat Halus (Pasir)**

Agregat halus terdiri dari butiran sebesar 0.14 - 5 mm, di dapat dari disiniegrasi batuan alam (natural sand) atau dapat juga dengan memecahnya (artifikal sand) tergantung dari kondisi pembentukan tempat yang terjadinya. Pasir alam dapat dibedakan atas: Pasir galian, pasir sungai, pasir laut, dan pasir gunung. Pasir merupakan bahan pengisi yang di gunakan dengan semen untuk membuat adukan. Selain itu juga pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan, dan kekerasan pada produk bangunan campuran semen (Ahmad, 2016).

Pasir yang digunakan harus bermutu baik yaitu pasir yang bebas dari lumpur, tanah liat, zat organik, garam florida, dan garam sulfat. Selain itu juga pasir harus bersifat keras, kekal, dan mempunyai susunan butir (gradasi) yang baik. Menurut persyaratan dan bangunan Indonesia (PBI 1982:32) Agregat halus sebagai campuran untuk beton bertulang harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut: (Ahmad, 2016).

- 1) Pasir harus terdiri dari butiran-butiran kasar, tajam, dan keras.
- 2) Pasir harus mempunyai kekerasan yang sama.
- 3) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%. Apabila lebih dari 5% maka agregat itu harus dicuci dulu sebelum di pergunakan. Adapun yang dimaksud lumpur adalah sebagai butir yang melewati ayakan 0.063 m.
- 4) Pasir tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
- 5) Pasir harus tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca.

Selain itu untuk memperoleh pasir dengan gradasi yang lebih baik perlu di adakan pengujian di laboratorium. Agregat halus terdiri dari butiran-butiran yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang telah di tentukan, dan harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

- 1) Sisa di ayakan di atas 4 mm, harus minimum 2% dari berat total.
- 2) Sisa di atas ayakan 1 mm, harus minimum 10% dari berat total.
- 3) Sisa di atas ayakan 0,22 mm, harus berkisar di antara 80% - 90% dari berat total.

## 2. Agregat Kasar (Kerikil)

Agregat kasar untuk beton dapat berupa kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan-batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari pemecahan batu. Pada umumnya yang dimaksud dengan agregat kasar adalah agregat dengan besar butir lebih dari 5 mm/4,8 mm. Agregat kasar harus terdiri dari butiran-butiran yang keras dan tidak berpori. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan (Nugroho, 2013).

Dalam pembuatan beton agregat kasar merupakan satu hal yang penting dalam pencampuran. Agregat kasar terdiri dari batu pecah dan kerikil. Batu pecah diperoleh dari pemecah batu sedangkan kerikil merupakan disintegrasi dari batuan. Perbedaan mendasar antar kerikil (koral) dan batu pecah (split) adalah dengan permukaan yang lebih kasar maka batu pecah lebih menjami ikatan yang kokoh dengan semen. Pada umumnya kekuatan dan elastisitas agregat tergantung dari jenis batuan, susunan mineralnya, tekstur dan struktur butiran atau kristalnya, karena agregat merupakan bagian terbesar dari beton sehingga kekuatan agregat akan mempengaruhi kekuatan beton. Berat jenis agregat tidak sama satu dengan yang lainnya tergantung dengan jenis batuan, kandungan mineralnya, susunan mineralnya, struktur butiran, porositas dan lain sebagainya. Bahan-bahan yang dapat merugikan agregat antara lain: (Nugroho, 2013).

- 1) Zat organik.
- 2) Tanah liat, debu, lumpur.
- 3) Garam florida dan sulfat.
- 4) Partikel-partikel yang tidak kekal.

## 3. Kekuatan Agregat

Pada umumnya kekuatan dan elastisitas agregat tergantung dari jenis batuan, susunan mineralnya, tekstur dan struktur butiran atau kristalnya, karena agregat merupakan bagian terbesar dari beton sehingga kekuatan agregat akan mempengaruhi kekuatan beton. Berat jenis agregat tidak sama satu dengan yang lainnya tergantung dengan jenis batuan, kandungan mineralnya, susunan mineralnya, struktur butiran, porositas dan lain sebagainya. Bahan-bahan yang dapat merugikan agregat antara lain:

- 1) Zat organik.
- 2) Tanah liat, debu, lumpur.
- 3) Garam florida dan sulfat.
- 4) Partikel-partikel yang tidak kekal.

## Air

Air yang dimaksud adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas beton. Menurut peraturan beton Indonesia (PBI 1971) persyaratan dari air yang digunakan sebagai campuran beton adalah: (Siti, 2014).

1. Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak beton.
2. Apabila terdapat keraguan terhadap air, dianjurkan untuk mengirimkan contoh air ke lembaga pemeriksaan yang diakui untuk dilakukan pemeriksaan sampai seberapa jauh air itu mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.
3. Jumlah air yang dibutuhkan adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya. Adapun fungsi air pada campuran beton adalah sebagai berikut:
  - a). Memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan pengerasan.
  - b). Pelumas campuran agar mudah pengerjaan.

Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran adukan. Kekuatan dan kemudah pengerjaan (*workability*) campuran adukan beton sangat dipengaruhi oleh jumlah air campuran yang dipakai. Untuk suatu campuran batako tertentu diperlukan jumlah air yang tertentu pula (Anonim, 1991).

Pada dasarnya semen memerlukan jumlah air sebesar 32% berat semen untuk bereaksi secara sempurna, akan tetapi apabila kurang dari 40 % berat semen maka reaksi kimia tidak selesai dengan sempurna. Apabila kondisi seperti ini dipaksakan akan mengakibatkan kekuatan batako berkurang. Jadi air yang dibutuhkan untuk bereaksi dengan semen dan untuk memudahkan pembuatan batako, maka nilai faktor air semen pada pembuatan dibuat pada batas kondisi adukan lengas tanah, karena dalam kondisi ini adukan dapat dipadatkan secara optimal. Disini tidak dipakai patokan angka sebab nilai faktor air semen sangat tergantung dengan campuran penyusunnya. Nilai faktor air semen diasumsikan 0,2 , 0,24 dan 0,28 atau disesuaikan dengan kondisi adukan agar mudah dikerjakan (Ahmad, 2016).

### **Batu Cadas (batu trass)**

Batu cadas (batu trass) adalah batuan gunung api yang telah mengalami perubahan komposisi kimia yang di sebabkan oleh pelapukan dan pengaruh kondisi air bawah tanah. Batu cadas (batu trass) ini berwarna putih keabu-abuan hingga putih kecoklatan, kompak dan padu dan agak sult di gali dengan alat sederhana. Pada saat ini batu cadas (batu trass) belum dimanfaatkan secara optimal, namun secara lokal telah dimanfaatkan penduduk untuk pembuatan batako (Siti, 2014). Berdasarkan hasil analisa kimia contoh Batu cadas (batu trass) memperlihatkan komposisi sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil analisa Batu Cadas (Batu Trass)

<b>Komposisi Kimia</b>	<b>Persen berat (%)</b>
<b>SiO<sub>2</sub></b>	4,73 %
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,15 %
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	6,75 %
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	25,40 %
<b>CaO</b>	41,55 %
<b>MgO</b>	1.12 %
<b>MnO</b>	0,05 %
<b>H<sub>2</sub>O</b>	20,25 %

(Sumber: Ahmad, 2016)

Batu trass (batu cadas) yang terdapat di dalamnya umumnya berasal dari batuan piroklastik dengan komposisi andesitit yang telah mengalami pelapukan secara intensif sampai dengan derajat tertentu. Proses pelapukan berlangsung di sebabkan oleh adanya air yang mengakibatkan terjadinya pelolosan pada sebagian besar komponen basa seperti: CaO, MgO, NaO, dan K<sub>2</sub>O yang di kandung oleh mineral-mineral batuan asal (Anonim, 1991).

## **METODE**

### **Pengujian Benda Uji**

Untuk memastikan mutu beton sesuai dengan yang telah direncanakan maka diperlukan suatu pengujian beton untuk mengetahui mutu beton. Hal ini umumnya dilakukan pada berbagai proyek pembangunan dengan skala besar untuk memastikan semua sesuai dengan perencanaan. Dalam pengujiannya, ada beberapa teknik pengujian beton yang dapat dilakukan yaitu:

### **Pengujian Slump Beton (*Slump test*)**

Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan beton, pada adukan beton dilakukan terlebih dahulu pengujian slump. Percobaan slump beton (*Slump test*) adalah suatu cara untuk mengukur kecekan adukan beton (kecairan/kepadatan) yang berguna dalam pengerjaan beton. Pengujian ini dilakukan untuk menjamin agar nilai air semen tetap sesuai rencana. Peralatan yang digunakan adalah: (Mulyono, 2006).

- a) Corong konos baja berlubang kedua ujungnya dengan diameter atas 10 diameter bawahnya 20 cm dan tinggi 30 cm, dan
- b) Tongkat baja diameter 16 mm, panjang 60 cm, ujungnya di bulatkan.

### **Pemadatan Beton**

Pemadatan beton bertujuan untuk menghilangkan rongga-rongga udara dan untuk mencapai kepadatan yang maksimal. Pada prinsipnya pemadatan dapat berlangsung dengan sendirinya akibat berat sendiri campuran, akan tetapi hasilnya kurang sempurna karena udara yang terperangkap dalam campuran masih banyak sehingga menimbulkan rongga-rongga halus dan memicu masuknya air. Untuk memperoleh kepadatan yang baik dan sempurna harus dibantu dengan alat pemadatan, yang dapat dilakukan dengan cara manual atau dengan mesin pemadatan (Hendra, 2018).

- a) Pemadatan dengan tangan (manual) Dilakukan dengan cara menusuk-nusuk dari bagian atas adukan dengan bantuan besi atau kayu.
- b) Pemadatan dengan mesin getar Mesin getar memungkinkan penggunaan campuran yang kurang workabilitasnya (kemudahan pekerjaannya) sehingga menghasilkan kekuatan serta penyusutan kering yang lebih rendah untuk proporsi campuran tertentu.

### **Uji Kuat Tekan Beton (*Compression test*)**

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan beton. Kuat tekan beton karakteristik adalah kuat tekan hancur pada umur 28 hari, dimana dari sejumlah besar hasil pemeriksaan kuat tekan, kemungkinan adanya kekuatan tekan yang kurang dari itu terbatas sampai 5% saja. Kuat tekan beton ( $f_c'$ ) adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencanaan struktur (benda uji silinder 150 mm, tinggi 300 mm) dipakai dalam percobaan struktur beton, dinyatakan dalam kg/cm<sup>2</sup> (Ahmad, 2016).

Kualitas beton ditentukan oleh tiga faktor yaitu pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*) dan ketahanan (*durability*). Kuat tekan beton merupakan besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu dengan menggunakan mesin kuat tekan beton. Faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah:

- a. Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran adukan beton. Kebanyakan air dalam pembuatan beton akan menghasilkan beton yang berkualitas rendah karena pembentukan batuan semen membutuhkan air untuk bereaksi, sehingga akan dapat mengakibatkan timbulnya rongga pada beton.
- b. Kepadatan beton dalam proses pembuatan beton hendaknya beton di buat sepadat-padatnya. Makin padat suatu beton, nilai tekan kuatnya semakin tinggi.

- c. Agregat kualitas atau mutu agregat sebagai bahan pengisi campuran beton sangat besar pengaruhnya terhadap kekuatan beton. Agregat ini harus di perhatikan dari segi faktor kekerasan, kadar lumpur dan sebagainya.

Untuk memperoleh kepadatan yang baik dan sempurna harus dibantu dengan alat pemadatan, yang dapat dilakukan dengan cara manual atau dengan mesin pemadatan (Mulyono, 2006).

- 1) Pemadatan dengan tangan (manual) Dilakukan dengan cara menusuk-nusuk dari bagian atas adukan dengan bantuan besi atau kayu.
- 2) Pemadatan dengan mesin getar Mesin getar memungkinkan penggunaan campuran yang kurang workabilitasnya (kemudahan pekerjaannya) sehingga menghasilkan kekuatan serta penyusutan kering yang lebih rendah untuk proporsi campuran tertentu.

Beberapa faktor utama yang mempengaruhi mutu dari kekuatan beton, adalah proporsi bahan-bahan penyusunnya, metode perencanaan, perawatan, dan keadaan pada saat penecoran dilaksanakan, yang terutama dipengaruhi oleh lingkungan setempat. Dari faktor-faktor utama tersebut termasuk didalamnya beberapa faktor lain yang mempengaruhi kekuatan tekan beton, yaitu faktor air semen dan kepadatan, umur beton, jenis semen, jumlah semen dan sifat agregat (Mulyono, 2006).

Kuat tekan yang terjadi dapat di hitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$f'c = PA$$

Dimana,  $f'c$  = kuat tekan beton (N/mm<sup>2</sup> atau MPa).

$P$  = beban maksimum (N).

$A$  = luas bidang tekan (mm<sup>2</sup>).

### Perencanaan *Mix Design* dengan Metode SNI

Dalam tahap selanjutnya setelah dilakukan pemeriksaan material propertis adalah perencanaan *mix design* untuk membuat benda uji beton normal dan beton 25% dan 50% Batu Cadas berjumlah 27 sampel dengan mutu rencana K-225.

Pada tabel ini adalah perbandingan komposisi material dan total kebutuhan material yang dibutuhkan untuk membuat seluruh benda uji.

Tabel 2. *Mix Design* untuk 1 m<sup>3</sup> beton normal.

Semen (Kg)	Kerikil (Kg)	Pasir (Kg)	Air (Liter)
652,932	189,245	110.335	302.50
1	2.95	1.72	0.47

Tabel 3 Kebutuhan material untuk pembuatan beton normal dan beton dengan variasi 25% dan 50% Batu Cadas

Material	Variasi			Satuan
	0%	25%	50%	
Semen	13,79	13,79	13,79	Kg
Pasir	25,51	25,51	25,51	Kg
Kerikil	37.849	37.849	37.849	Kg
Batu Cadas	0	15,61	31	Kg
Air	7,71	7,71	7,71	Liter

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang disajikan didalam bab ini meliputi hasil uji propertis material dan hasil pengujian benda uji.

### Analisa Ayakan Pasir (SNI 03-1968-1990)

Tabel 4 Hasil Pemeriksaan Ayakan Pasir

No	No. Ayakan	Berat Tertahan (gram)	% Berat Tertahan	% Kumulatif Tertahan
1	9,52	0	0	0
2	4,76	48	4,8	4,8
3	2,38	82	8,2	13
4	1,19	102	10,2	23,2
5	0,60	310	31	54,2
6	0,30	218	21,8	76
7	0,15	139	13,9	89,9
8	Pan	101	10,1	100
Total		1000	100	361,1

Dari hasil pemeriksaan butiran pasir, diperoleh bahwa modulus kehalusan (*Fineness Modulus*) pasir tersebut adalah 2,611. Nilai dari FM pasir ini menunjukkan bahwa pasir yang akan digunakan pada penelitian ini termasuk dalam pasir dengan derajat kehalusan sedang, dimana  $2,60 < FM \leq 2,90$ .

### Analisa Ayakan Kerikil (SNI 03-1968-1990)

Tabel 5 Hasil Pemeriksaan Ayakan Kerikil

No	No. Ayakan	Berat Tertahan (gram)	% Berat Tertahan	% Kumulatif Tertahan
1	38,2	0	0	0
2	19,1	22	1,1	1,1
3	9,52	1632	81,6	82,7
4	4,76	337	16,85	99,55
5	2,38	0	0	99,55
6	1,19	0	0	99,55
7	0,60	0	0	99,55
8	0,30	0	0	99,55
9	0,15	0	0	99,55
10	pan	9	0,45	100
Total		2000	100	781,1

Dari hasil pemeriksaan derajat kehalusan kerikil, diperoleh bahwa modulus kehalusan (*Fineness Modulus*) kerikil adalah 6,811. Nilai FM kerikil tersebut menunjukkan bahwa kerikil layak digunakan untuk penelitian, karena nilai FM berada dalam syarat yang ditentukan yaitu  $5,5 \leq FM \leq 7,5$ .

### Berat Isi Pasir (SNI 03-4804-1998)

Tabel 5 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Pasir

Keterangan	Cara Rojok	Cara Siram
Bejana Kosong (gram)	460	460
Bejana + Pasir (gram)	3839	3796
Bejana + Air (gram)	2248	2248
Suhu Air (°C)	26	26

Dari hasil pemeriksaan, didapatkan bahwa berat isi pasir dengan cara dirojok lebih besar daripada dengan cara disiram. Hal ini menunjukkan bahwa dalam volume yang sama, pasir yang hanya disiram saja memiliki rongga udara yang lebih banyak (kurang padat) dibandingkan dengan cara dirojok.

#### Berat Isi Kerikil (SNI 03-4804-1998)

Tabel 6 Hasil Pemeriksaan Berat Isi Kerikil

Keterangan	Cara Rojok	Cara Siram
Bejana Kosong (kg)	5,12	5,12
Bejana + Kerikil (kg)	19,45	18
Bejana + Air (kg)	14,34	14,34
Suhu Air (°C)	25	25

Dari hasil pemeriksaan, didapatkan bahwa berat isi kerikil dengan cara dirojok lebih besar daripada dengan cara disiram. Hal ini menunjukkan bahwa dalam volume yang sama, kerikil yang hanya disiram saja memiliki rongga udara yang lebih banyak (kurang padat) dibandingkan dengan cara dirojok.

#### Berat Jenis dan Absorpsi Pasir (SNI 03-1970-1990)

Tabel 7 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Pasir

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Piktometer (gram)	170	170
Berat Piktometer + Pasir + Air (gram)	959	947
Berat Piktometer + Air (gram)	670	670
Berat Pasir Kering (gram)	473	470

Dari hasil pemeriksaan didapatkan data berikut:

- Berat jenis kering rata-rata = 2,18
- Berat jenis SSD rata-rata = 2,32
- Berat jenis semu rata-rata = 2,52
- Absorpsi rata-rata = 6,05%

Berat jenis pasir sangat ditentukan oleh kering atau lembabnya pasir tersebut. Semakin kering pasir maka berat jenisnya akan semakin rendah, dan sebaliknya.

#### Berat Jenis dan Absorpsi Kerikil (SNI 03-1969-1990)

Tabel 8 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Kerikil

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Kerikil SSD (gram)	1250	1250
Berat Kerikil dalam Air (gram)	766	765
Berat Kerikil Kering (gram)	1231	1232

#### Clay Lump Pasir (ASTM C142)

Tabel 9 Hasil Pemeriksaan Liat pada Pasir

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Pasir Semula (gram)	1000	1000
Berat Pasir Kering (gram)	992	995
Kandungan Liat (gram)	8	5

Dari hasil pemeriksaan kandungan liat pasir, diperoleh bahwa kandungan liat rata-rata pasir adalah 0,65%. Hal ini menandakan bahwa pasir masih layak digunakan karena batas maksimum kandungan liat didalam pasir adalah sebesar 1%.

#### Pemeriksaan Kadar Lumpur Pasir dan Kerikil (SK SNI S-04-2417-1989-F)

**Tabel 10** Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur pada Pasir

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Pasir Semula (gram)	500	500
Berat Pasir Kering (gram)	482	485
Kandungan Lumpur (gram)	18	15

**Tabel 11** Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur pada Kerikil

Keterangan	Sampel 1	Sampel 2
Berat Kerikil Semula (gram)	1000	1000
Berat Kerikil Kering (gram)	991	992
Kandungan Lumpur (gram)	9	8

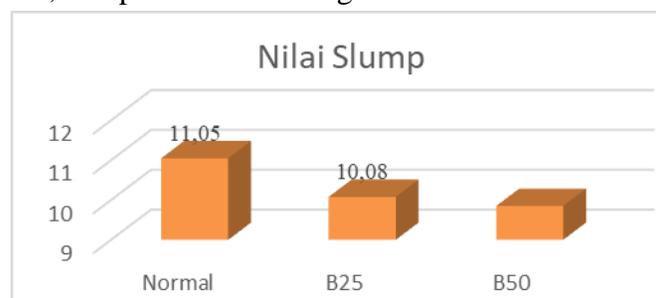
Dari hasil pemeriksaan, diperoleh bahwa kandungan lumpur rata-rata pada pasir adalah 3,3% dan kandungan lumpur rata-rata pada kerikil adalah 0,85%. Hal ini berarti bahwa kandungan lumpur pada pasir dan kerikil masih tergolong aman dan layak pakai karena batas kandungan lumpur pada pasir adalah 5% dan untuk kerikil adalah 1%.

#### Hasil Pengujian *Slump Test*

Nilai *slump test* biasa dikaitkan dengan kemudahan dalam pengerjaan beton atau *workability*. Adapun unsur-unsur yang mempengaruhi nilai *slump* ialah sebagai berikut:

1. Gradasi dan bentuk permukaan agregat.
2. Faktor air semen.
3. Volume udara pada adukan beton.
4. Karakteristik semen.
5. Bahan tambahan.

Berdasarkan uji *slump test*, didapatkan hasil sebagai berikut

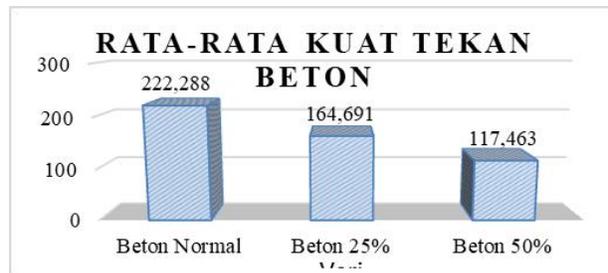


Dari uji slump test ini, didapatkan slump dari beton normal adalah 11,05 cm, untuk beton dengan variasi 25 % diperoleh 10,08 cm, kemudian beton dengan variasi penambahan batu cadas 50 % diperoleh 10,8 cm. Sehingga didapatkan hasil analisa bahwa nilai *slump test* cenderung menurun seiring dengan penambahan batu cadas.

#### Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (*Compression Test*)

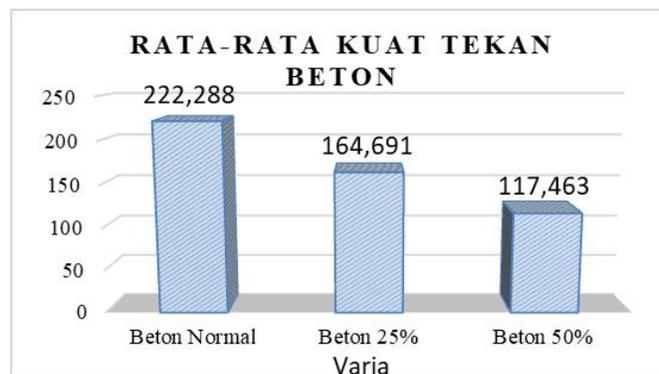
Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan yang dilakukan di Laboratorium Universitas Graha Nusantara, dengan perawatan beton 7 hari 14 dan 28 hari. Untuk hasil pengujian beton dengan variasi batu Cadas 0%, 25%, 50%, didapat sebagai berikut:

### Beton dengan kuat tekan umur 7 hari



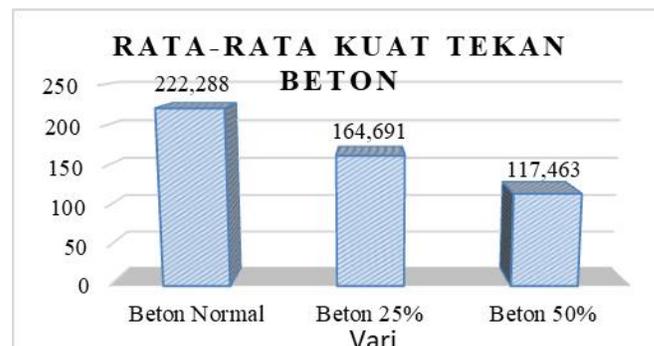
Dapat dilihat dari grafik untuk beton normal dengan campuran batu cadas nilai kuat tekan sebesar 222,288 Kg/cm<sup>2</sup> dan nilai kuat tekan untuk beton 50% sebesar 117,463 Kg/cm<sup>2</sup> sehingga terjadi penurunan nilai kuat tekan dari perbandingan beton normal ke beton variasi batu cadas 50%. Dengan demikian beton dengan campuran batu cadas diperkirakan memiliki durabilitas yang kurang baik.

### Beton dengan kuat tekan umur 14 hari



Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan dari beton menunjukkan polayang hampir sama dengan kuat tekan pada umur 7 hari akan tetapi kuat tekan pada umur 14 memiliki nilai persentase yang lebih besar di banding umur 7 hari.

### Beton dengan kuat tekan umur 28 hari



Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat menurunnya mutu beton dari umur 7, 14 hari ke 28 dengan cukup signifikan. Dimana kuat tekan optimum di dapat pada 222,288 Kg/cm<sup>2</sup> pada variasi beton normal dan yang paling rendah pada variasi 50% dengan kuat tekan 117,463 Kg/cm<sup>2</sup> dengan campuran batu cadas.

Beton pada umur 7 hari yang memiliki kuat tekan paling besar adalah 159,216 Kg/cm<sup>2</sup> dengan variasi beton normal sedangkan beton yang memiliki kuat tekan paling rendah adalah 65,859 Kg/cm<sup>2</sup> dengan variasi 50%. Peningkatan mutu tersebut terus berjalan hingga beton di umur 28 hari dimana mutu beton dengan variasi beton normal menjadi 222,288 Kg/cm<sup>2</sup> sedangkan beton dengan variasi batu cadas 50% menjadi yang paling rendah dengan 117,463 Kg/cm<sup>2</sup>. Hasil perhitungan dan analisa data penelitian menunjukkan adanya perbedaan nilai karakteristik kuat tekan beton masing-masing benda uji tiap umur beton.

## KESIMPULAN

Nilai kuat tekan beton maksimum yang dapat dicapai dengan menggunakan kadar 25% batu cadas (batu trass) adalah 164,691 Kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan yang menggunakan kadar 50% batu cadas (batu trass) mencapai kuat tekan beton maksimum sebesar 117,463 Kg/cm<sup>2</sup>. Penggunaan batu cadas dengan kadar 25% dan 50% pada campuran beton tidak mencapai kekuatan sesuai standar yang direncanakan yaitu K-225. Sehingga tidak dapat digunakan sebagai alternatif agregat kasar untuk konstruksi. Saran untuk penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan dilakukan uji tes kuat lentur beton menggunakan mesin flexure test (kuat lentur tes) agar mendapatkan hasil akurat. Beton campuran batu cadas dengan kadar 25% dan 50% dapat digunakan sebagai alternatif dari agregat kasar untuk beton ringan seperti rabat beton, lantai dan sebagainya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bahan Tambahan Batu Bata Merah. Sekolah Tinggi Teknologi Garut.
- Anonim., 1991. SNI-15-1990-03. "Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal", Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- Badan Standard Nasional Indonesia, 2012, Tata cara pemilihan campuran beton normal, beton berat dan beton masa. (SNI 7656-2012), Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 2834:2002. Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1973:2008. Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran dan Kadar Udara Beton. Jakarta: BSN.
- Hendra Hatibi, (2018). Studi Pengaruh Bentuk Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton.
- Mulyono, T., 2006. Teknologi Beton, Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Nugroho, Ragil. 2013. Pengaruh Campuran Limbah Karbit Terhadap Kuat Tekan Paving Block dengan Variasi 0%, 20%, 30%, 40%, pada Perbandingan 1Pc:10Ps, 1Pc:13Ps, dan 1Pc:15Ps. Yogyakarta: Universitas Muhammmadiyah Yogyakarta.
- SNI 15-2049-2004 Semen Portland.
- Siti Nurlina (2014). Pengaruh Penggunaan Limbah Batu Bata Sebagai Semen Merah Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik.