

## KAJIAN KUAT TEKAN BETON DENGAN PERBANDINGAN VOLUME DAN PERBANDINGAN BERAT UNTUK PRODUKSI BETON MASSA MENGGUNAKAN AGREGAT KASAR BATU PECAH MERAPI (STUDI KASUS PADA PROYEK PEMBANGUNAN SABO DAM)

Oleh :  
Yudi Risdiyanto  
NIM. 09510134017

**ABSTRAK:** Dalam pelaksanaan pengecoran beton massa yang dikerjakan di lapangan untuk rencana waktu yang singkat, kurang praktis bila dilakukan dengan menimbang setiap kebutuhan bahan dalam setiap adukan. Oleh karena itu hasil rancangan *mix design* beton dalam perbandingan berat dapat dikonversi ke dalam perbandingan volume berdasarkan berat satuan masing-masing bahan penyusun. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kuat tekan beton K250 dengan perbandingan berat (PB) dan perbandingan volume (PV) menggunakan agregat kasar batu pecah Merapi sebagai percobaan pendahuluan (*trial mix*) pada kasus proyek pembangunan *Sabo dam*.

### LATAR BELAKANG

Beton massa adalah beton yang dituangkan dalam volume yang besar. Pada beton massa perbandingan antara volume dan luas permukaannya besar, misalnya untuk fondasi jembatan, pilar, dinding penahan tanah, landasan pacu pesawat (*runway*), bendung, dan sebagainya. Beton massa biasanya memiliki dimensi lebih dari 60 cm (Tjokrodimuljo, 2007).

Bangunan *sabo dam* penahan lahar dingin akan terdiri dari *covering* bahan beton mutu K250. Untuk mendapatkan mutu beton yang mempunyai kekuatan tekan karakteristik yang disyaratkan untuk bangunan tersebut, maka perlu dilakukan uji pendahuluan (*trial mixing*) perancangan campuran adukan beton mutu K250 yang dapat dibuktikan dengan data dari sejumlah benda uji. Dalam merancang suatu adukan beton (*mix desain*) akan didapatkan hasil

akhir kebutuhan-kebutuhan agregat dalam perbandingan berat.

Dalam pelaksanaan pengecoran beton massa yang dikerjakan di lapangan dan dalam skala besar kurang praktis bila dilakukan dengan menimbang setiap kebutuhan agregat dalam setiap adukan. Maka masing-masing kebutuhan agregat dalam perbandingan berat tersebut dapat dikonversikan ke dalam perbandingan volume berdasarkan berat satuan setiap agregat penyusun. Pelaksana di lapangan biasanya mempersiapkan takaran dari kayu yang mengacu pada jumlah semen.

### PERUMUSAN MASALAH

1. Bagaimana mutu pelaksanaan antara hasil uji beton dengan campuran terhadap perbandingan berat dan



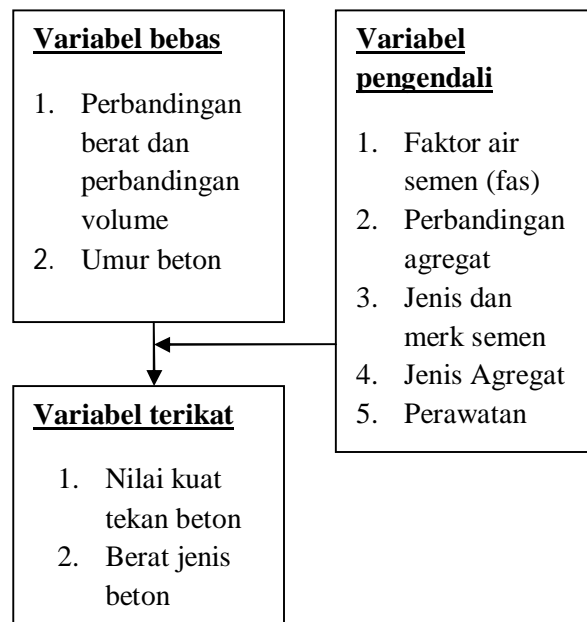
campuran terhadap perbandingan volume tersebut berdasar nilai standar deviasinya?

2. Berapa kuat tekan beton karakteristiknya antara hasil uji beton dengan campuran terhadap perbandingan berat dan campuran terhadap perbandingan volume?
3. Berapa perbandingan isi antar agregat penyusun terhadap campuran betonnya?

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini termasuk bersifat eksperimental, yaitu penelitian dengan tujuan untuk mencari pengaruh sebab akibat yang sengaja ditimbulkan dan mengevaluasi hasilnya.

### 1. VARIABEL PENELITIAN



## 2. POPULASI DAN SAMPEL

Populasi penelitian ini adalah beton yang diproduksi dengan perbandingan volume dan beton yang diproduksi dengan perbandingan berat. Jadi pada penelitian ini terdapat 2 populasi penelitian.

Sampel penelitian ini adalah 25 silinder beton yang diproduksi dengan perbandingan volume dan 23 silinder beton yang diproduksi dengan perbandingan berat. Jadi pada penelitian ini terdapat 48 sampel penelitian.

## METODE ANALISIS

### 1. UJI KUAT TEKAN BETON

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990).

Pengujian kekuatan tekan beton dilakukan dengan menggunakan mesin tekan. Hasil massa beban maksimum akan terbaca dalam satuan ton. Benda uji diletakkan pada bidang tekan mesin secara sentris. Pembebanan dilakukan secara perlahan sampai beton mengalami kehancuran.

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

$$P = m \cdot g$$



Keterangan:

$f'_c$  = Kuat tekan beton (MPa)

$P$  = Berat beban Maksimum (N)

$A$  = Luas permukaan benda uji ( $\text{mm}^2$ )

$m$  = Massa beban maksimum (kg)

$g$  = Percepatan gravitasi bumi ( $=10 \text{ m/s}^2$ )

Kuat tekan suatu mutu beton dapat dikategorikan memenuhi syarat jika dua hal berikut terpenuhi (SNI 03-2847-2002):

- Setiap nilai rata-rata dari tiga uji kuat tekan yang berurutan mempunyai nilai yang sama atau lebih besar dari  $f'_c$ .
- Tidak ada nilai uji kuat tekan yang dihitung sebagai nilai rata-rata dari dua hasil uji contoh silinder mempunyai nilai di bawah  $f'_c$  melebihi dari 3,5 MPa.

## 2. MUTU PELAKSANAAN DAN KEKUATAN TEKAN BETON KARAKTERISTIK

Beton adalah suatu bahan konstruksi yang mempunyai sifat kekuatan tekan yang khas, yaitu kecenderungan untuk bervariasi (tidak seragam) dan nilainya akan menyebar pada suatu nilai rata-rata tertentu. Penyebaran dari hasil pemeriksaan akan kecil atau besar tergantung pada tingkat kesempurnaan dari proses pelaksanaannya. Tingkat kesempurnaan dari pelaksanaannya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti

variasi mutu bahan, pengadukan, pemadatan, stabilitas pekerja dan faktor lainnya.

Atas adanya variasi kekuatan tekan beton tersebut maka diperlukan adanya pengendalian terhadap mutu (*quality control*) untuk memperoleh kekuatan tekan yang hampir seragam. Deviasi standar merupakan rata-rata ukuran besar kecilnya penyebaran yang menjadi ukuran dari mutu pelaksanaannya. Semakin besar penyebaran maka semakin buruk mutu pelaksanaan tersebut.

Rumus deviasi standar :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_1^N (\sigma'b - \sigma'bm)^2}{N - 1}}$$

Keterangan :

$s$  = deviasi standar ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\sigma'b$  = kuat tekan beton dari masing-masing benda uji ( $\text{kg/cm}^2$ )

$\sigma'bm$  = kuat tekan beton rata-rata ( $\text{kg/cm}^2$ ) menurut rumus :

$$\sigma'bm = \frac{\sum_1^N \sigma'b}{N}$$

$N$  = jumlah benda uji (minimum 20 buah).



Mutu beton dan mutu pelaksanaan dianggap memenuhi syarat, apabila terpenuhi syarat-syarat berikut (PBI NI-2, 1971) :

1. Tidak boleh lebih dari 1 nilai diantara 20 nilai hasil pemeriksaan benda uji berturut-turut terjadi kurang dari  $\sigma'_{bk}$ ,
2. Tidak boleh satupun nilai rata-rata dari 4 hasil pemeriksaan benda uji berturut-turut terjadi kurang dari  $(\sigma'_{bk} + 0.82 s_r)$ .
3. Selisih antara nilai tertinggi dan terendah diantara 4 hasil pemeriksaan benda uji berturut-turut tidak boleh lebih besar dari  $4.3 s_r$ .
4. Dalam segala hal, hasil pemeriksaan 20 benda uji berturut-turut, harus memenuhi pasal 4.5.

Mutu pelaksanaan diukur dengan deviasi standar

Isi pekerjaan		Deviasi standar s (kg/cm <sup>2</sup> )		
sebutan	Jumlah beton (m <sup>3</sup> )	Baik sekali	baik	Dapat diterima
Kecil	<1000	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 65$	$65 < s \leq 85$
Sedang	1000-3000	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 55$	$55 < s \leq 75$
Besar	>3000	$25 < s \leq 35$	$35 < s \leq 45$	$45 < s \leq 65$

Dengan menganggap nilai-nilai hasil pemeriksaan benda uji menyebar normal, maka kekuatan beton karakteristik  $\sigma'_{bk}$ , dengan 5% kemungkinan adanya kekuatan yang tidak memenuhi syarat, ditentukan rumus :

$$\sigma'_{bk} = \sigma'_{bm} - 1.64 s$$

dimana s adalah deviasi standar

Untuk menghitung kekuatan beton karakteristik dihitung dari benda uji kubus 15x15x15 cm pada umur 28 hari dengan

satuan kg/cm<sup>2</sup>. Apabila benda uji bukan berupa kubus karena alasan tertentu, misal benda uji silinder 15x30, maka hasil uji kuat tekan dikonversikan ke dalam bentuk kubus dengan faktor pembagi 0,83.

Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai benda uji

Benda uji	Perbandingan kekuatan beton
Kubus 15x15x15 cm	1.00
Kubus 20x20x20 cm	0.95
Silinder 15x30 cm	0.83



Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai-bagai umur

Umur beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen portlant biasa	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35
Semen portlant dengan kekuatan awal tinggi	0.55	0.75	0.90	0.95	1.00	1.15	1.20

### PENGUJIAN BERAT SATUAN DENGAN LITERAN (KONVERSI PERBANDINGAN BERAT KE VOLUME)

Pengujian berat satuan dilakukan dengan cara menimbang berat bahan yaitu agregat kasar, agregat halus, dan semen

dalam setiap takaran 1 liter. Pengujian ini dilakukan 20 kali untuk setiap bahan kemudian diambil reratanya. Kebutuhan setiap bahan dalam *mix desain* dibagikan dengan rerata berat satuan masing-masing bahan.

### Konversi Kebutuhan Bahan

Nama bahan	Kebutuhan bahan (gr)	Berat satuan (gr/takar)	Kebutuhan bahan (takar)	Perbandingan volume
Semen	13100	1078.40	12	1
Pasir	22190	1213.25	18	1.5
Kerikil	29420	1234.15	24	2

### HASIL UJI BAHAN

#### 1. PENGUJIAN PASIR

- Berat jenis pasir 2,543 gram/ml
- Kadar air pasir 3,376 %
- Kadar lumpur pasir 3,316 %
- Bobot isi 1,498 kg/liter
- MKB pasir 3,414 dan masuk dalam gradasi zona I

#### 2. PENGUJIAN KERIKIL

- Berat jenis kerikil 2,446 gram/ml
- Kadar air kerikil 3,943 %
- Kadar lumpur kerikil 0,893 %
- MKB kerikil 7,69
- Bobot isi 1,253 kg/liter
- Keausan agregat (*los Angelos test*) 35,52 %



## HASIL UJI TEKAN BETON

Hasil pengujian kuat tekan beton

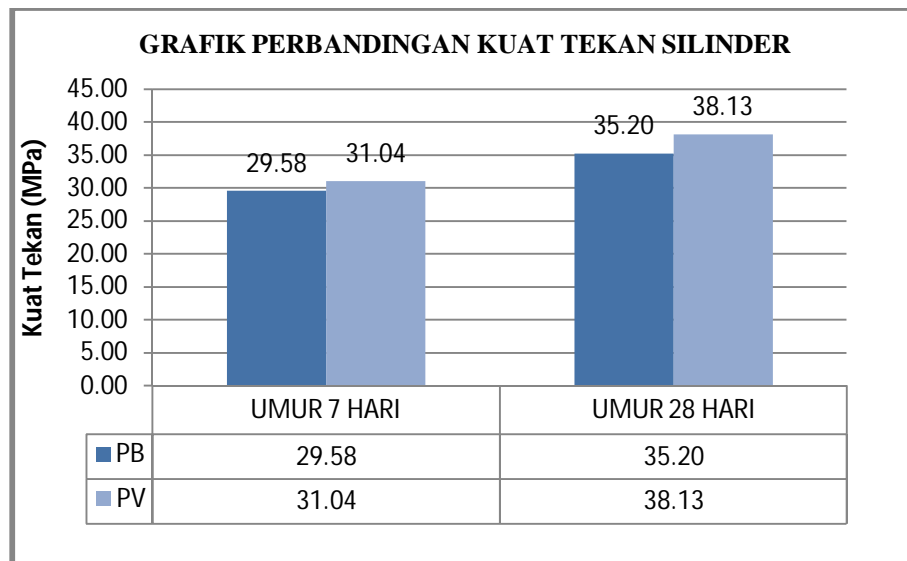
No. Benda Uji	Hasil Uji Kuat Tekan							
	Perbandingan volume (PV)				Perbandingan Berat (PB)			
	7 hari		28 hari		7 hari		28 hari	
	$f_c'$	$\sigma_b'$	$f_c'$	$\sigma_b'$	$f_c'$	$\sigma_b'$	$f_c'$	$\sigma_b'$
1	28.82	347.19	-	-	30.92	372.52	-	-
2	33.27	400.85	-	-	30.67	369.49	-	-
3	-	-	40.08	482.95	27.15	327.06	-	-
4	-	-	30.20	363.81	-	-	36.26	436.86
5	-	-	47.42	571.28	-	-	39.79	479.40
6	-	-	38.52	464.15	-	-	32.53	391.97
7	-	-	28.15	339.10	-	-	31.68	381.74
8	-	-	35.46	427.27	-	-	33.02	397.85
9	-	-	40.55	488.53	-	-	36.04	434.27
10	-	-	33.79	407.11	-	-	35.06	422.45
11	-	-	36.52	440.06	-	-	37.46	451.30
12	-	-	32.48	391.28	-	-	40.36	486.26
13	-	-	38.78	467.24	-	-	36.40	438.50
14	-	-	37.47	451.39	-	-	25.34	305.26
15	-	-	38.51	463.95	-	-	34.93	420.86
16	-	-	38.96	469.42	-	-	32.73	394.32
17	-	-	39.90	480.78	-	-	35.01	421.80
18	-	-	48.87	588.74	-	-	29.50	355.42
19	-	-	46.72	562.91	-	-	31.07	374.34
20	-	-	41.74	502.86	-	-	47.47	571.91
21	-	-	41.68	502.19	-	-	36.58	440.74
22	-	-	41.26	497.07	-	-	36.42	438.77
23	-	-	33.58	404.52	-	-	36.25	436.76
24	-	-	33.80	407.29	-	-	-	-
25	-	-	32.53	391.88	-	-	-	-
<b><math>f'_{cr} / \sigma'_{bm}</math></b>	<b>31.04</b>	<b>374.02</b>	<b>38.13</b>	<b>459.38</b>	<b>29.58</b>	<b>356.35</b>	<b>35.20</b>	<b>424.04</b>

 $f_c'$  = kuat tekan benda uji silinder (MPa) $\sigma_b'$  = kuat tekan benda uji kubus konversi =  $f_c' / 0,83$  (kg/cm<sup>2</sup>)

## KEKUATAN BETON

Pengujian kuat tekan beton dilakukan untuk melihat apakah beton memiliki kekuatan yang memenuhi persyaratan yang direncanakan. Pada silinder beton dengan perbandingan berat

(PRB) saat berumur 28 hari kekuatan tekan rerata beton sebesar 35.20 MPa. Silinder beton dengan perbandingan volume (PRV) saat berumur 28 hari kekuatan tekan rerata beton sebesar 38.13MPa.



Grafik perbandingan kuat tekan beton PRB dan PRV.

Data hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan beton yang dibuat dengan agregat kasar batu pecah Merapi sangat tinggi. Beton yang dibuat dengan perbandingan volume memiliki kuat tekan rerata yang relatif lebih tinggi dari pada beton yang dibuat dengan perbandingan berat.

Dalam grafik tersebut juga menunjukkan bahwa beton dengan perbandingan berat (PRB) mengikat di awal lebih cepat yaitu mencapai 84.04 % kekuatan pada umur 7 hari. Beton dengan

perbandingan volume (PRV) mempunyai pengikatan awal mencapai 81.42 % kekuatan pada umur 7 hari. Kekuatan awal yang dimiliki beton yang terbuat dari agregat kasar batu pecah Merapi masih bertambah kekuatannya karena beton masih berumur muda.

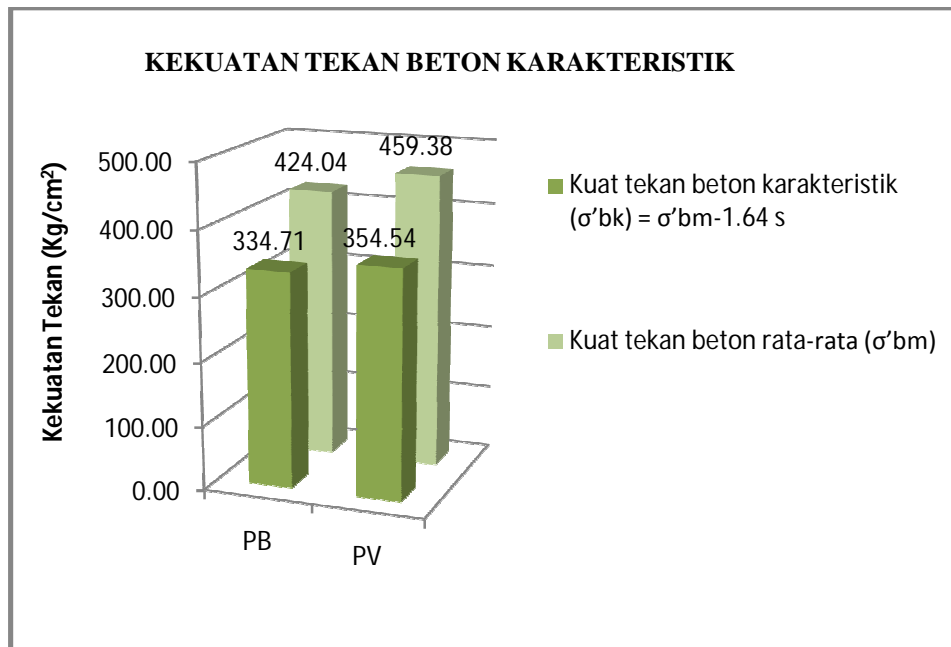
Data hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan beton yang dibuat dengan agregat kasar batu pecah Merapi sangat tinggi. Beton yang dibuat dengan perbandingan volume memiliki kuat tekan rerata yang relatif lebih tinggi dari pada

beton yang dibuat dengan perbandingan berat.

### MUTU DAN KEKUATAN TEKAN BETON KARAKTERISTIK

Pada beton perbandingan berat (PRB) saat berumur 28 hari kekuatan tekan

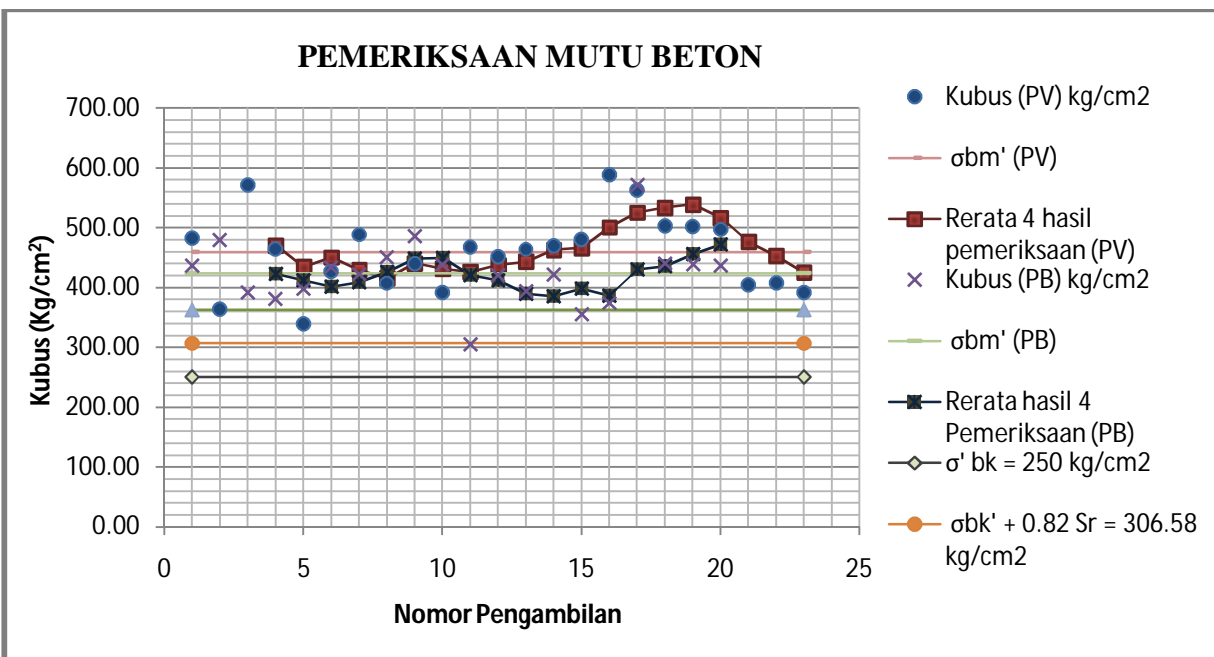
beton karakteristik mencapai  $334.71 \text{ kg/cm}^2$  dengan standar deviasi  $54.47 \text{ kg/cm}^2$ . Pada beton dengan perbandingan volume (PRV) saat berumur 28 hari kekuatan tekan beton karakteristik mencapai  $354.54 \text{ kg/cm}^2$  dengan standar deviasi  $63.93 \text{ kg/cm}^2$ .



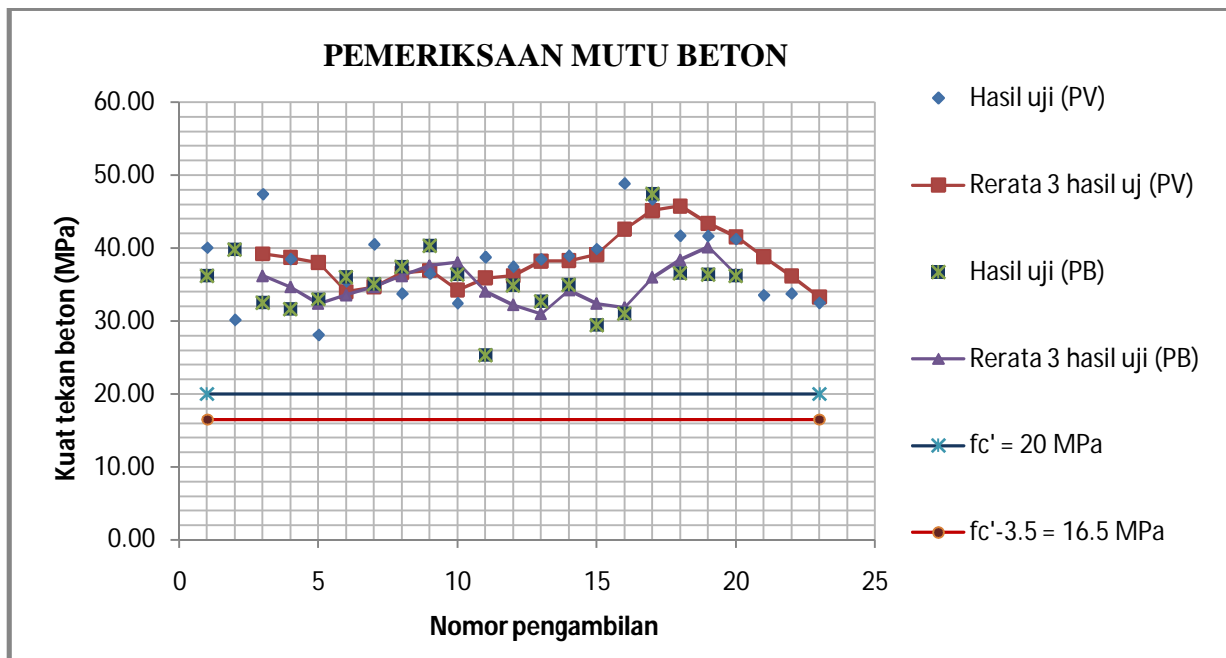
Grafik perbandingan kekuatan tekan beton karakteristik.

Data grafik perbandingan di atas dapat dilihat bahwa bahwa beton dengan perbandingan volume memiliki kekuatan tekan beton karakteristik yang relatif lebih tinggi dari pada beton yang dibuat dengan perbandingan berat. Berbanding terbalik

dengan kekuatan tekan beton karakteristik, beton dengan perbandingan berat memiliki mutu pelaksanaan lebih baik dari pada beton yang dibuat dengan perbandingan volume.



Evaluasi mutu beton dan mutu pelaksanaan menurut (PBI NI-2, 1971) pasal 4.7. ayat (2)a



Evaluasi penerimaan mutu beton menurut (SNI 03-2847-2002) pasal 7.6. ayat 3(3)



## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai beton dengan perbandingan volume dan perbandingan berat dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton dengan Perbandingan Berat (PRB) umur 7 hari sebesar 29,58 MPa dan umur 28 hari sebesar 35,20 MPa. Sedangkan kuat tekan untuk beton dengan Perbandingan Volume (PRV) umur 7 hari sebesar 31,04 MPa dan umur 28 hari sebesar 38,13 MPa.
2. Beton yang dibuat dengan Perbandingan Volume (PRV) memiliki kuat tekan yang relatif lebih tinggi dari pada beton yang dibuat dengan Perbandingan Berat (PRB), dengan ketentuan jumlah kebutuhan bahan dan agregat yang sama. Kekuatan beton berkisar 30 - 40 MPa, dapat digunakan untuk jenis beton prategang.
3. Kekuatan tekan karakteristik beton dengan Perbandingan Berat (PRB) sebesar 334,71 Kg/cm<sup>2</sup>.
4. Beton dengan Perbandingan Volume (PRV) Semen : Pasir : Kerikil 1 : 1,5 : 2 memiliki kekuatan tekan karakteristik sebesar 354,54 Kg/cm<sup>2</sup>, setara dengan mutu beton K 350.
5. Mutu pelaksanaan (standar deviasi) untuk beton dengan Perbandingan Berat (PRB) adalah 54,47 Kg/cm<sup>2</sup> dan untuk Perbandingan Volume (PRV) adalah 63,93 Kg/cm<sup>2</sup>.
6. Beton dengan Perbandingan Volume (PRV) memiliki kekuatan tekan karakteristik yang relatif lebih tinggi dari pada beton dengan perbandingan berat (PRB), tapi beton dengan Perbandingan Berat (PRB) memiliki mutu pelaksanaan yang lebih baik dari beton dengan Perbandingan Volume (PRV).



## DAFTAR PUSTAKA

- Mulyono, Tri. (2005). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Nugraha, Paul & Antoni. (2007). *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi.
- PBI NI-2 (1971). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*. Bandung: Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departmen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
- PERMEN No.3/PRT/M/2011. *Pedoman Tata Cara Pelaksanaan Penggunaan Semen Tanah Sebagai Komponen Utama Bangunan Sabo*. Kementrian Pekerjaan Umum.
- PU-NET (2012). *Kementerian PU Bangun 38 Sabo Dam*.  
<http://sda.pu.go.id/index.php/berita-sda/pu-net/item/98-2012-kementerian-pu-bangun-38-sabo-dam>. diakses pada 4 Februari 2013, Jam 23.30 WIB.
- Samekto, Wuryati & Rahmadiyanto, Candra. (2011). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Kanisius.
- SNI-03-1972-1990. *Metode Pengujian Slump Beton*. Pustran, Balitbang, DPU.
- SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Pustran, Balitbang, DPU.
- SNI-03-2834-1993. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Pustran, Balitbang, Departmen Pekerjaan Umum.
- SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Panitia Teknik Standarisasi Bidang Konstruksi dan Bangunan, BSN.
- SNI-03-2417-2008. *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*. BSN.
- Tjokrodimuljo, Kardiyono. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.