

## **PENGARUH PENAMBAHAN *SILICA FUME* TERHADAP KUAT TEKAN *REACTIVE POWDER CONCRETE***

Partogi H. Simatupang (partogihsimatupang@gmail.com)  
Judi K. Nasjono (judi\_unc@yahoo.co.id)  
Kresensia G. Mite (ecengebo@gmail.com)

### **ABSTRAK**

*Reactive powder concrete* merupakan campuran yang meniadakan agregat kasar. Dalam penelitian ini komposisi dari *silica fume* adalah 0%, 9%, 18%, 27%, 36% dan 45% dari masa semen. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kuat tekan *reactive powder concrete* akibat penambahan komposisi *silica fume* dan mengetahui presentase optimal *silica fume* terhadap kuat tekan beton. Benda uji yang digunakan adalah berbentuk silinder dengan ukuran 5 cm x 10 cm. Setiap variasi terdapat 5 benda uji, sehingga total pengujian adalah 30 benda uji. Dan umur rencana 14 hari. Hasil percobaan I kuat tekan rerata untuk semua variasi yang dihasilkan < 40 MPa, maka dilakukan percobaan II yaitu dengan ditambahkan volume dari *superplasticizer* sebanyak 2 kali data awal. Terdapat 2 benda uji setiap variasi sehingga total keseluruhan adalah 12 benda uji. Hasil percobaan II kuat tekan rerata untuk variasi 0% = 42,02 MPa, 9% = 43,29 MPa, 18% = 45,83 MPa, 27% = 48,38 MPa, 36% = 43,29 MPa dan 45% = 42,02 MPa. Presentase optimal *silica fume* adalah 26,28%.

**Kata Kunci** : *Reactive Powder Concrete (RPC); silica fume; kuat tekan*

### **ABSTRACT**

*Reactive powder concrete is a mixture of coarse aggregate negates. In this study the composition of silica fume are 0%, 9%, 18%, 27%, 36% and 45% from weight of the cement. The purpose of this study are knows reactive powder concrete compressive strength due to the addition of silica fume composition and know the optimal percentage of silica fume on compressive strength of concrete. Test object created is cylindrical with the size 5 cm x 10 cm. There are 5 specimen all of the variation. Total of the specimen is 30. And treatment time's 14 days. The result of the first experiment a mean compressive strength for all of variation are smaller than 40 MPa then conducted second experiment. At the experiment added volume of superplasticizer 2 times first experiment. There are two specimen all of the variation so have 12 specimen's. The result of the second experiment a mean compressive strength for a variation 0% = 42,02 MPa, 9% = 43,29 MPa, 18% = 45,83 MPa, 27% = 48,38 MPa, 36% = 43,29 MPa and 45% = 42,02 MPa. Optimal percentage of silica fume are 26,28%.*

**Keywords** : *Reactive Powder Concrete (RPC); silica fume; compressive strength*

### **PENDAHULUAN**

Perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi, menuntut kebutuhan material beton yang semakin kuat. Oleh karena itu dilakukan penelitian dalam bidang teknologi beton, guna meningkatkan kekuatan serta sifat-sifat lainnya. *Reactive powder concrete* merupakan campuran antara agregat halus, pasir kuarsa atau pasir *silica* sebagai pengganti agregat kasar, semen dan air. Dengan ukuran agregat yang sangat kecil maka campuran tersebut dapat menjadi campuran yang sangat homogen dan padat. Pada penelitian ini, *reactive powder concrete* ditambahkan dengan zat aditif *silica fume* yang digunakan untuk meningkatkan karakteristik beton. Salah satu karakteristik yang diuji dalam penelitian ini adalah kuat tekan beton. Dengan berbagai variasi *silica fume* dapat merubah kuat tekan yang dimiliki. Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulis melakukan penelitian dengan judul “ **Pengaruh Penambahan *Silica Fume* Terhadap Kuat Tekan *Reactive Powder Concrete***”

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengertian *Reactive Powder Concrete*

*Reactive powder concrete* (beton bubuk reaktif) adalah jenis beton baru yang memiliki kuat tekan ultra tinggi. Komponen penyusunnya adalah bubuk sangat halus yang memiliki kandungan silika tinggi.

### Material Penyusun *Reactive Powder Concrete*

#### Pasir silika / pasir kuarsa

Pasir *silica* atau pasir kuarsa merupakan jenis pasir yang memiliki struktur heksagonal yang terkristalisasi. Pasir kuarsa berwarna putih bening atau warna lain bergantung pada senyawa pengotornya, kekerasan 7 (skala Mohs), berat jenis 2,65, titik lebur 17150 C, bentuk kristal hexagonal, panas sfesifik 0,185, dan konduktivitas panas 12 – 1000 C.

#### Semen

Semen berasal dari *caementum* (bahasa Latin), yang artinya "bahan perekat". Semen portland merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina, dan oksid besi), dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup.

#### Air

Pada umumnya air minum dapat digunakan untuk pencampuran beton, air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lainnya bila dipakai untuk campuran beton akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen (Nawy, 1998:13).

#### *Silica Fume*

Menurut standar "Specification for Silica Fume for Use in Hydraulic Cement Concrete and Mortar" (ASTM.C.1240,1995: 637-642), *silica fume* adalah material pozzolan yang halus, dimana komposisi silika lebih banyak dihasilkan dari tanur tinggi atau sisa produksi silikon atau alloy besi silikon (dikenal sebagai gabungan antara *microsilica* dengan *silica fume*).

#### *Sicament type NN*

*Sicament* tipe NN adalah *superplasticiter* yang sangat efektif dengan aksi ganda untuk produksi beton yang mengalir atau bahan untuk mengurangi air beton untuk membantu menghasilkan kekuatan awal dan kekuatan akhir yang tinggi (ASTM C 494-92 Type F).

### Faktor Air Semen

Faktor air semen merupakan ukuran kekuatan beton, maka pada umumnya faktor ini merupakan kriteria yang paling utama dalam mendesain struktur beton. Biasanya dinyatakan dalam perbandingan berat air terhadap berat semen di dalam campuran (Nawy, 1998 : 13).

### Mix Design Beton

*Mix design* yang artinya "rancangan campuran" atau dengan kata lain suatu proses rancangan untuk memilah bahan yang akan dijadikan campuran beton dengan proporsi yang relative sesuai dengan kekuatan yang telah ditentukan dan ekonomis. *Mix design* yang digunakan adalah penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel berikut ini :

Tabel 1. Komposisi penelitian sebelumnya (Yulius Rief Alkhali, 2013)

Constituent	Richard and Cheyrezy (1995)				Matte & Moranville (1999)	Habel et.al (2006)	Louis (2010)	Tam et. Al (2012)
	Plain		Steel fibers (13mm)		Steel fiber	Steel fiber (10mm)	Steel fiber (13mm)	Plain
Portland cement	1	1	1	1	1	1	1	1
Silica fume	0,25	0,23	0,25	0,23	0,325	0,26	0,26	0,325
Quartz sand	1,1	1,1	1,1	1,1	1,43	0,7	0,7	1,43
Crushed quartz	-	0,39	-	0,39	0,3	-	-	0,3
Glass sand	-	-	-	-	-	-	-	-
Superplasticizer	0,016	0,019	0,016	0,019	0,018	0,018	0,018	0,025
Steel fibers	-	-	0,175	0,175	0,275	0,45	0,45	-
Water	0,15	0,17	0,17	0,19	0,2	0,18	0,18	0,265
Pre-setting pressure,MPa	-	-	-	-	-	-	-	-
Post-setting heat treatment temperature °C	20	90	20	90	20	20	20	27
Kuat tekan silinder (MPa)	170-230				216	168	128	145

**Berat Jenis Beton**

Berat jenis merupakan perbandingan antara berat dan volume dari beton. Sehingga rumus yang digunakan untuk menghitung berat jenis beton adalah sebagai berikut :

$$\gamma = \frac{w}{v} \tag{1}$$

dimana:

$\gamma$ = Berat jenis Beton (kg/m<sup>3</sup>)

w= Berat Beton (kg)

v= Volume Beton (m<sup>3</sup>)

Menurut SNI 03-2847-2002 berat satuan beton adalah beton ringan  $\leq 1.900 \text{ kg/m}^3$ , beton normal  $2.200 \text{ kg/m}^3 - 2500 \text{ kg/m}^3$  dan beton berat  $> 2.500 \text{ kg/m}^3$ .

**Kuat Tekan Beton**

Tata cara pengujian yang umum dipakai adalah SNI 03-1974-1990. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton adalah:

$$f'c = \frac{P}{A} \tag{2}$$

Dimana :

$f'c$  = kuat desak beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

Berdasarkan kuat tekan (SNI 03-6468-2000) dari benda uji silinder (diameter 15 cm dan tinggi 30 cm) adalah sebagai berikut : Beton mutu rendah (*low strength concrete*) :  $fc' < 20 \text{ MPa}$ , Beton mutu sedang (*medium strength concrete*) :  $21 \text{ MPa} < fc' < 40 \text{ MPa}$  dan Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) :  $fc' > 41 \text{ MPa}$ .

Setelah didapatkan hasil, kemudian dihitung nilai standar deviasi (SD)kuat tekan beton. Secara matematis standar deviasi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(xi - \bar{x})^2}{n-1}} \tag{3}$$

dimana :

SD = standar deviasi

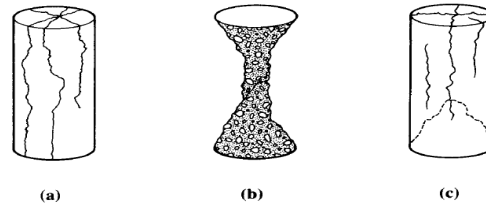
xi = nilai x ke-i

$\bar{x}$  = rata-rata

n = ukuran atau banyaknya data

### Pola Keruntuhan

Beban yang diberikan secara continyu pada suatu benda uji beton akan mengakibatkan terjadinya pola keruntuhan dari benda uji tersebut.



Gambar 1 Pola keruntuhan (Neville, 2010)

(a) benda uji membelah secara lateral, (b) benda uji runtuh akibat adanya gaya geser (*cone*) dan (c) benda uji runtuh akibat gaya geser dan membelah secara lateral.

### Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya tentang penambahan *silica fume* terhadap kuat tekan pada *reactive powder concrete* adalah dari peneliti terdahulu Richard and Cheyrezy (1995), dkk dapat dilihat pada Tabel 1 di atas.

### METODE PENELITIAN

Prosedur penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu :

1. Tahap I (persiapan)  
Alat-alat yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu.
2. Tahap II (pengujian bahan material)  
Material yang akan digunakan pada penelitian harus memenuhi standar yang ditetapkan. Langkah-langkah dalam tahap pengujian dan pemeriksaan material adalah sebagai berikut :
  - a. Pemeriksaanterhadapsemen  
Semen yang digunakan adalah semen Kupang. Semen Kupang yang akan digunakan dilakukan pemeriksaansecara langsung yaitu denganmengamati dan memperhatikan kehalusanbutiran semen sehingga tidak adanya gumpalan semen dalamcampuranbeton.
  - b. Pemeriksaanterhadap air  
Airyangdigunakan adalah air bersih PDAM Kupang yang ada di Laboratorium Beton Teknik Sipil Undana.
3. Tahap III (pembuatan benda uji)  
Material yang akan digunakan dalam penelitian diukur sesuai dengan komposisi yang telah ditentukan sesuai dengan referensi penelitian sebelumnya dan dipersiapkan sesuai dengan cetakan yang telah disediakan.*Mix design* untuk lima benda uji masing-masing variasi dapat dilihat pada Tabel 2 :

Tabel 2 Komposisi campuran menurut variasi semen : *silica fume*

Kg/m <sup>3</sup>	I	II	III	IV	V	VI
Semen	0,937	0,937	0,937	0,937	0,937	0,937
<i>Silica fume</i>	0	0,084	0,168	0,253	0,337	0,421
Pasir <i>silica</i>	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031	1,031
<i>Superplasticiter</i>	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013	0,013
Air	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
<i>Temperature curing</i>	90°	90°	90°	90°	90°	90°

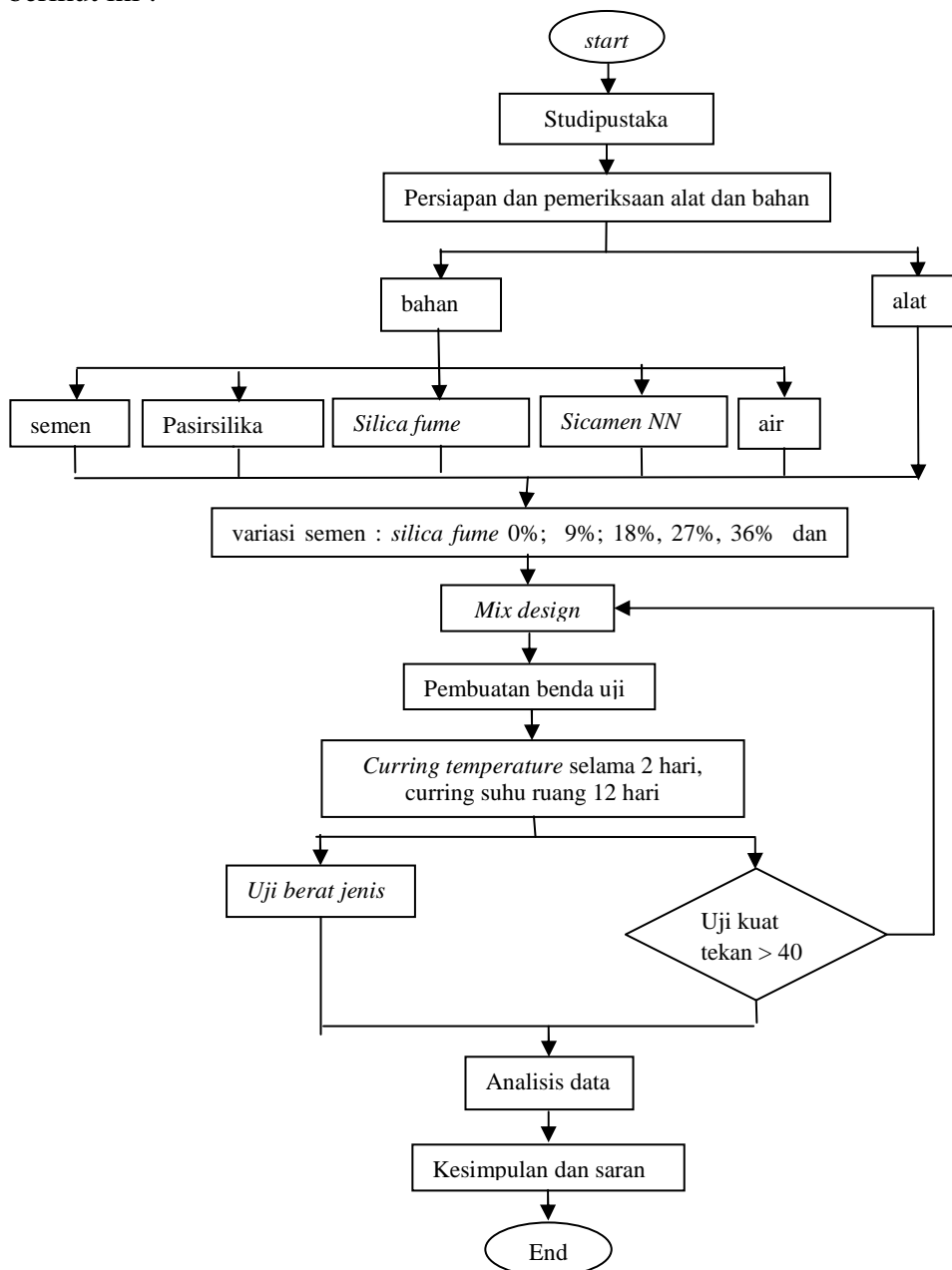
4. Tahap IV (Pengujian)  
Setelah dilakukan *curing temperature* pada suhu 90°C terhadap benda uji sesuai dengan umur rencana yang ditentukan adalah 14 hari, kemudian dilakukan pengujian terhadap benda uji.

Pengujian yang dilakukan terhadap benda uji antara lain :

1. Pengujian berat jenis beton  
 Pengujian berat jenis beton dilakukan dengan cara menghitung besarnya berat jenis beton itu sendiri dengan menggunakan persamaan 1.
2. Pengujian kuat tekan beton sesuai SNI 03-1974-1990 tentang Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.
  - a. Siapkan benda uji.
  - b. Ukur diameter dan tinggi masing-masing benda uji dan timbang beratnya.
  - c. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara *centris*.
  - d. Tekan handel penekan, amati jarum monometer dan catat nilai beban maksimum yang menyebabkan benda uji hancur atau jarum monometer sudah konstan.
  - e. Perhitungan kuat tekan beton dengan persamaan 2.

**Diagram Alir**

Adapun langkah-langkah pengujian *reactive powder concrete* dapat dilihat pada gambar 2 berikut ini :



Gambar 2. Diagram alir penelitian

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Mix Design Reactive Powder Concrete**

Benda uji yang direncanakan dalam penelitian ini adalah 5 cm x 10 cm. Total benda uji yang dipersiapkan dalam pengujian ini adalah 30 sampel. Setiap variasi yaitu 0%, 9%, 18%, 27%, 36% dan 45% dari *silica fume* terdapat 5 benda uji.

Tabel 3. Hasil *mix design reactive powder concrete* percobaan I masing-masing variasi

Bahan (gr)	0%	9%	18%	27%	36%	45%
Semen	1030,80	1030,80	1030,80	1030,80	1030,80	1030,80
<i>Silica fume</i>	0	92,77	185,54	278,31	371,08	463,86
Pasir <i>silica</i>	1134,42	1134,42	1134,42	1134,42	1134,42	1134,42
<i>Sicament type NN</i>	14,03	14,03	14,03	14,03	14,03	14,03
Air	165,14	165,14	165,14	165,14	165,14	165,14

Oleh karena hasil kuat tekan beton yang diperoleh kurang dari 40 MPa maka dilakukan percobaan II. Berikut ini adalah Tabel 4 hasil *mix design* percobaan II.

Tabel 4. Hasil *mix design reactive powder concrete* percobaan II masing-masing variasi

Bahan (gr)	0%	9%	18%	27%	36%	45%
Semen	412,32	412,32	412,32	412,32	412,32	412,32
<i>Silica fume</i>	0	37,10	74,21	111,32	148,43	185,54
Pasir <i>silica</i>	453,76	453,76	453,76	453,76	453,76	453,76
<i>Sicament type NN</i>	12,99	12,99	12,99	12,99	12,99	12,99
Air	66,05	66,05	66,05	66,05	66,05	66,05

Pada percobaan I dan II yang membedakan *mix design* adalah penambahan *superplasticiter / sicament tipe NN*. Dimana *sicament tipe NN* ditambahkan sebanyak 2 kali percobaan I.

**Hasil dan Pembahasan Pengujian Berat Jenis Reactive Powder Concrete**

Pengujian berat jenis percobaan I yang dilakukan adalah pada variasi 45% *silica fume* terhadap semen. Dengan menggunakan persamaan (1) maka dapat diperoleh hasil sebagai berikut :  
Salah satu contoh perhitungan berat jenis sampel 1 variasi 45% *silica fume* : semen adalah sebagai berikut :

Data : Berat 1 silinder sampel 1 = 0,4100 kg  
Volume 1 benda uji = 0,00019625 m<sup>3</sup>

Sehingga berat jenis dari sampel 1 adalah

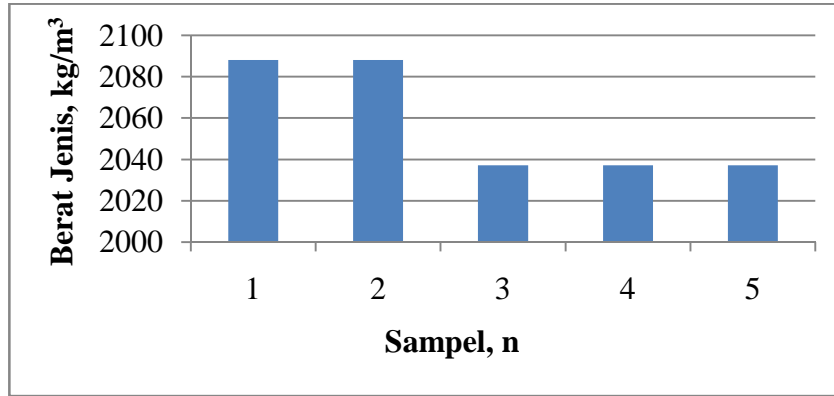
$$\begin{aligned} \gamma &= \frac{w}{v} \\ &= \frac{0,4100}{0,00019625} \\ &= 2088,10 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Hasil dari lima sampel dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5. Hasil pengujian berat jenis percobaan I

Sampel (a)	Berat(kg) (b)	Volume(m <sup>3</sup> ) (c)	Berat jenis (kg/m <sup>3</sup> ) (d)
1	0,41	1,96x10 <sup>-3</sup>	2088,10
2	0,41	1,96x10 <sup>-3</sup>	2088,10
3	0,40	1,96x10 <sup>-3</sup>	2037,17
4	0,40	1,96x10 <sup>-3</sup>	2037,17
5	0,40	1,96x10 <sup>-3</sup>	2037,17

Berikut ini merupakan Grafik dari data pengujian berat jenis variasi 45% percobaan I di atas :



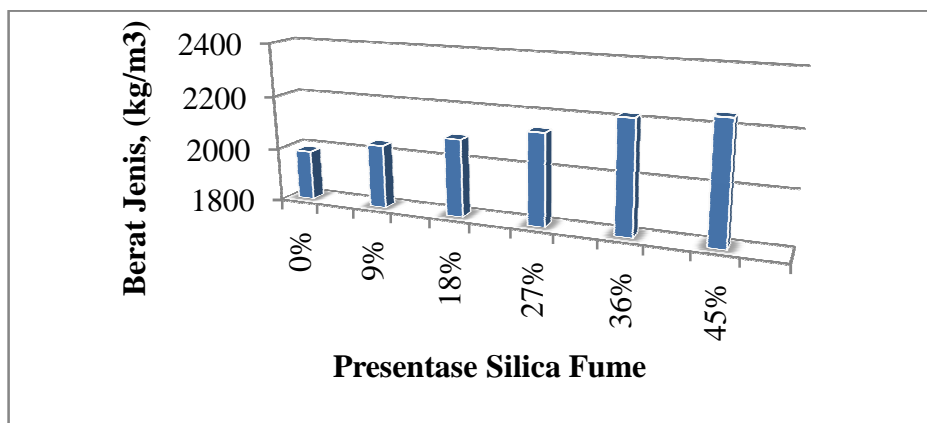
Gambar 3. Grafik berat jenis percobaan II

Perhitungan berat jenis percobaan II adalah sama dengan menggunakan persamaan (1) sehingga hasil pengujian berat jenis percobaan II disajikan dalam bentuk Tabel 6 dan Grafik berikut ini :

Tabel 6. Hasil pengujian berat jenis percobaan II

Variasi	Berat(kg)	Volume(m <sup>3</sup> )	Berat jenis(kg/m <sup>3</sup> )
0%	0,39	0,00019625	1986,24
	0,39	0,00019625	1986,24
9%	0,40	0,00019625	2037,17
	0,40	0,00019625	2037,17
18%	0,41	0,00019625	2088,11
	0,41	0,00019625	2088,11
27%	0,42	0,00019625	2139,03
	0,42	0,00019625	2139,03
36%	0,43	0,00019625	2189,96
	0,44	0,00019625	2240,89
45%	0,44	0,00019625	2240,89
	0,44	0,00019625	2240,89

Grafik pengujian berat jenis masing-masing variasi 0%, 9%, 18%, 27%, 36%, dan 45% percobaan II adalah sebagai berikut :



Gambar 4 Grafik berat jenis masing-masing variasi percobaan II

Dari hasil pengujian benda uji pada percobaan I dan percobaan II dapat disimpulkan bahwa semakin besar presentase *silica fume* terhadap masa semen maka akan semakin meningkat pula nilai berat jenis *reactive powder concrete*. Diperoleh hasil berat jenis percobaan I dan percobaan II berkisar antara 1986,24 kg/m<sup>3</sup> – 2240,89 kg/m<sup>3</sup>.

**Hasil dan Pembahasan Pengujian Kuat Tekan *Reactive Powder Concrete***

Hasil pengujian kuat tekan rerata *reactive powder concrete* untuk semua variasi *silica fume* yaitu 0%, 9%, 18%, 27%, 36% dan 45% dapat dilihat pada Tabel 4.6 dan Grafik di bawah ini :

Salah satu contoh perhitungan kuat tekan *reactive powder concrete* sampel 1 variasi 0% *silicafume* : semen pada percobaan I adalah sebagai berikut :

Data : Gaya (P) = 80.000 N  
 Luas (A) = 1963,50 mm<sup>2</sup>

Sehingga untuk menghitung kuat tekan maka dapat digunakan Persamaan 2.2 :

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

$$= \frac{80000}{1963,50}$$

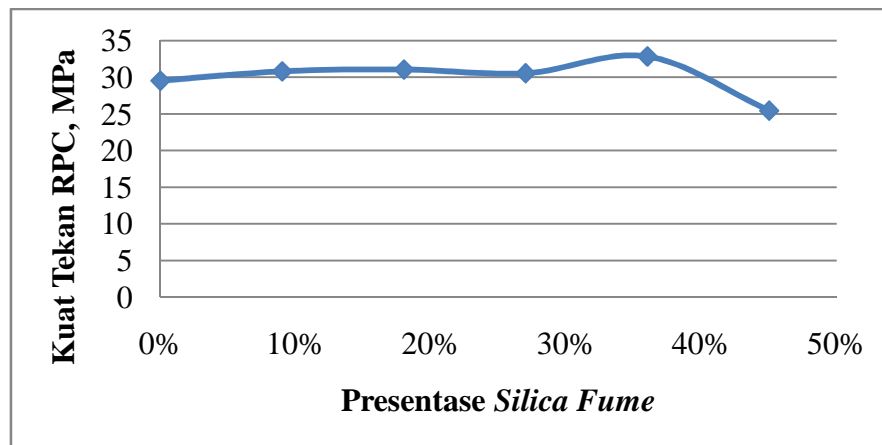
$$= 40,74 \text{ MPa}$$

Dapat dilihat data kuat tekan rerata *reactive powder concrete* pada tabel di bawah ini.

Tabel 7. Hasil pengujian kuat tekan rerata *reactive powder concrete* percobaan I

Variasi	Kuat tekan rata-rata(MPa)
0%	29,54
9%	30,81
18%	31,06
27%	30,55
36%	32,84
45%	25,45

Grafik pengujian kuat tekan rerata *reactive powder concrete* percobaan I adalah sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik kuat tekan rerata percobaan I

Dalam percobaan I kuat tekan *Reactive Powder Concrete* yang direncanakan adalah  $\geq 40$  MPa namun karena belum memenuhi syarat maka dilakukan percobaan II. Perhitungan kuat tekan *reactive powder concrete* juga sama dengan perhitungan pada percobaan I yaitu dengan menggunakan persamaan (2).

Tabel 8 hasil pengujian kuat tekan RPC percobaan II variasi 0%

No	X <sub>i</sub> (MPa)	X <sub>rt</sub>	(X <sub>i</sub> - X <sub>rt</sub> )	(X <sub>i</sub> - X <sub>rt</sub> ) <sup>2</sup>
1	40,74	42,01	-1,27	1,62
2	43,29	42,01	1,27	1,62
Σ	84,03			3,24

Berdasarkan persamaan (3) maka diperoleh hasil sebagai berikut :

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$SD = \sqrt{3,24}$$



= 1,80

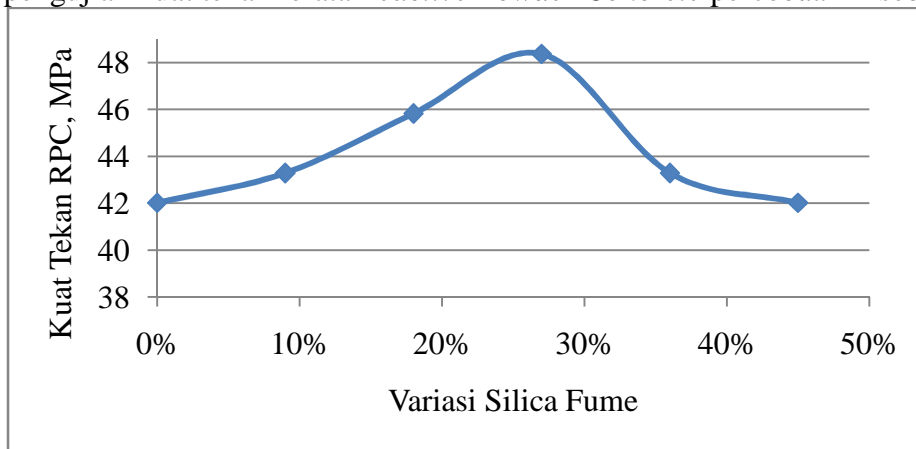
Nilai standar deviasi untuk pengujian kuat tekan percobaan II adalah 1,80.

Berdasarkan perhitungan di atas presentase standar deviasi terhadap nilai rata-rata kuat tekan adalah 4,28% hal ini menunjukkan bahwa semakin sedikit keseragaman data pada pengujian kuat tekan variasi 0% percobaan II.

Tabel 9 Hasil pengujian kuat tekan rerata *reactive powder concrete* percobaan II

Variasi	Kuat tekan rata-rata(MPa)
0%	42,02
9%	43,29
18%	45,83
27%	48,38
36%	43,29
45%	42,02

Grafik hasil pengujian kuat tekan rerata *Reactive Powder Concrete* percobaan II sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik kuat tekan rerata percobaan II

Nilai optimum presentase berdasarkan grafik di atas adalah 26,28%. Semakin besar presentase *silica fume* : semen maka akan semakin meningkat pula nilai kuat tekan beton dan apabila sampai pada titik optimum presentase *silica fume* maka nilai kuat tekan pun akan menurun secara perlahan. Hal ini disebabkan karena secara geometrical dengan bentuk yang bulat dan sangat halus, *silica fume* mengisi rongga-rongga di antara bahan semen yang berfungsi sebagai pengikat sehingga mengakibatkan diameter pori mengecil dan volume pori semakin berkurang.

**Pola Keruntuhan**

Pola keruntuhan pada pengujian kuat tekan terdapat 3 jenis keruntuhan yang berbeda seperti pada gambar 1 di atas. Jika antara pelat tepi dan benda uji dibuat licin (tidak ada gesekan), pola keruntuhan berupa garis vertical karena beton lebih dahulu hancur akibat regangan lateral dari regangan longitudinal. Bila ada gesekan maka pola keruntuhan akan berbeda dan dapat disebabkan regangan longitudinal karena bagian ujung tidak mengalami deformasi lateral.



Pola keruntuhan variasi 0%  
Sampel 1 percobaan I



Pola keruntuhan variasi 27%  
Sampel 2 percobaan II



Pola keruntuhan variasi 45%  
Sampel 1 percobaan II

(membelah secara lateral) (membelah secara lateral dan akibat gaya geser) (akibat gaya geser)

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan adalah :
  - a. *Reactive powder concrete* memiliki nilai berat jenis berkisar antara 1986,24-2240,896 kg/m<sup>3</sup>. Semakin meningkat presentase *silica fume* maka akan semakin meningkat pula berat jenis *reactive powder concrete*.
  - b. *Reactive powder concrete* pada percobaan I memiliki nilai kuat tekan  $\leq 40$  MPa sehingga dilakukan percobaan II dengan nilai kuat tekan adalah sebagai berikut :
    - 1) Pada percobaan II variasi 0% kuat tekan rata-rata sebesar 42,02 MPa.
    - 2) Pada percobaan II variasi 9% kuat tekan rata-rata sebesar 43,29 MPa.
    - 3) Pada percobaan II variasi 18% kuat tekan rata-rata sebesar 45,83 MPa.
    - 4) Pada percobaan II variasi 27% kuat tekan rata-rata sebesar 48,38 MPa.
    - 5) Pada percobaan II variasi 36% kuat tekan rata-rata sebesar 43,29 MPa.
    - 6) Pada percobaan II variasi 45% kuat tekan rata-rata sebesar 42,02 MPa.
2. Akibat penambahan *silica fume* pada *reactive powder concrete* adalah sebagai berikut :
  - a. Semakin besar presentase *silica fume* maka semakin meningkat pula berat jenis.
  - b. Semakin besar presentase *silica fume* maka nilai kuat tekan akan meningkat sampai pada kuat tekan optimum dan nilai kuat tekan akan turun perlahan mencapai nilai konstan.
  - c. Berdasarkan grafik diperoleh nilai kuat tekan optimum berada pada kandungan *silica fume* 26,28%.

## SARAN

1. Bagi peneliti selanjutnya, yang ingin melanjutkan penelitian mengenai *reactive powder concrete* sebaiknya tambahkan lagi variasi umur rencana dan penambahan bahan *superplasticity* yang digunakan untuk menaikkan kekuatan *reactive powder concrete* tersebut sehingga dapat mengetahui hasil kuat tekan yang mencapai konstan.
2. Perlu diperhatikan pada saat penggunaan *superplasticity* karena penggunaan air yang sangat sedikit mengakibatkan proses pengadukan yang sulit.
3. Untuk pengujian kuat tekan beton diharapkan permukaannya rata atau dilakukan *capping*.
4. Dalam melakukan percobaan di laboratorium diharapkan harus mengutamakan keselamatan kerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Antoni., Paul N., *Teknologi Beton*, Penerbit Andi Surabaya : 2007
- ASTM C. 1240, 1995, *Specification For Silica Fume For Use In Hydraulic Cement Concrete And Mortar*
- Neville., *Concrete Technology Second Edition* : 2010
- Mulyono .,Tri., *Teknologi Beton*, Penerbit Andi Yogyakarta : 2003
- Naibaho, Pio R.T., Budiono, B., Suroho, A., Pane, I. ,2014. *Pengembangan Teknologi Beton Bubuk Reaktif*, Seminar Nasional Sainstek Ke-2 Undana
- Nawy., Edgard. G., *Beton Bertulang*, Penerbit PT Refika Aditama, Bandung 1998
- Richard, P., Cheyrezy, M. H., (1994), "Reactive Powder Concrete with High Ductility and 200–800 MPa Compressive Strength", *Concrete Technology : Past, Present, Future*, Sp 144, American Concrete Institute, Detroit.

SNI 03-1974-1990. *Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standarisasi Nasional

Simatupang, P. H., et.al., "Pengaruh Penambahan *Silica Fume* terhadap Kuat Tekan *Reactive Powder Concrete*" 228

- SNI 03-2847-2002, tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (beta version), Bandung, Desember 2002
- Yulius Rief Alkhaly. 2013. *Reactive Powder Concrete dengan Sumber Silika dari Limbah Bahan Organic*, Jurnal Teknik Sipil Universitas Malikussaleh
- Zai Krisman., Syahrizal dan Rahmi, “Pengaruh Penambahan Silica Fume dan Superplasticiter Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Metode ACI”, Jurnal Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara

