

**KAJIAN KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON
BUBUK REAKTIF MUTU TINGGI DENGAN VARIASI *SILICA
FUME***

*A Study of Compressive Strength and Modulus Elasticity of High Strength
Reactive Powder Concrete with Silica Fume Variation*

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta



Disusun Oleh:

IKHSAN NUR HIDAYAT

NIM I0117064

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
2021**

commit to user

**KAJIAN KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON
BUBUK REAKTIF MUTU TINGGI DENGAN VARIASI *SILICA
FUME***

*A Study of Compressive Strength and Modulus Elasticity of High Strength
Reactive Powder Concrete with Silica Fume Variation*

SKRIPSI

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret
Surakarta



Disusun Oleh:

IKHSAN NUR HIDAYAT

NIM I0117064

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2021

commit to user

Kajian Kuat Desak Dan Modulus Elastisitas Beton Bubuk Reaktif Mutu Tinggi Dengan Variasi Silica Fume
A Study of Compressive Strength and Modulus Elasticity of High Strength Reactive Powder Concrete with Silica Fume Variation

Disusun oleh:

Ikhsan Nur Hidayat
10117064

Telah disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendaratan
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Persetujuan

Dosen Pembimbing 1



Wibowo, S.T., DEA.
NIP 196810071995021001

Dosen Pembimbing 2







Dr. Eng. Halwan Alfisa Saifullah, S.T., M.T.
NIP 1986031120130201

Kajian Kuat Desak Dan Modulus Elastisitas Beton Bubuk Reaktif Mutu Tinggi Dengan Variasi Silica Fume
A Study of Compressive Strength and Modulus Elasticity of High Strength Reactive Powder Concrete with Silica Fume Variation

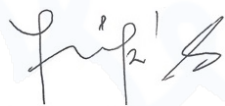
SKRIPSI

Disusun oleh:
Ikhsan Nur Hidayat
I0117064

Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Pendadaran Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta pada hari Jumat tanggal 16 Juli 2021

1.	Wibowo, S.T., DEA. NIP 196810071995021001	
2.	Dr. Eng. Halwan Alfisa Saifullah, S.T., M.T. NIP 1986031120130201	
3.	Ir. Bambang Santosa, M.T. NIP 195908231986011001	
4.	Dr. Achmad Basuki, S.T., M.T. NIP 197109011997021001	

Disahkan, 13 Agustus 2021
Kepala Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik UNS



Dr. Niken Silmi S, ST, MT
NIP. 19690903 199702 2001

MOTTO

“Barang siapa yang keluar rumah untuk mencari ilmu, maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang”

HR. Tirmidzi

“Menyia-nyiakan waktu lebih buruk dari kematian. Karena kematian memisahkanmu dari dunia sementara menyia-nyiakan waktu memisahkanmu dari Allah”

Imam bin Al-Qayim

“Jangan pergi mengikuti kemana jalan akan berujung. Buatlah jalanmu sendiri dan tinggalkan jejak”

Ralph Waldo Emerson

ABSTRAK

Ikhsan Nur Hidayat, 2021. Kajian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton Bubuk Reaktif Mutu Tinggi dengan Variasi *Silica Fume*. Tugas Akhir, Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Beton bubuk reaktif adalah beton yang menghilangkan campuran agregat kasar. Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas beton merupakan parameter utama untuk menentukan mutu beton. Kuat Tekan merupakan kemampuan beton dalam menahan beban yang dipikulnya. Tolak ukur yang umum dari sifat elastisitas suatu bahan adalah modulus elastisitas yang merupakan perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan deformasi, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dan metode teoritis dengan total benda uji 18 buah. Benda uji yang digunakan adalah beton silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. dengan variasi penggunaan silica fume adalah 0%; 5%; 10%; 15%; 20%; dan 25%. Uji tekan dan modulus elastisitas dilakukan pada umur 28 hari, pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas ini menggunakan mesin CTM (*compression testing machine*) dengan tambahan dial untuk mengukur penurunan benda uji.

Hasil pengujian dengan varias *silica fume* 0%; 5%; 10%; 15%; 20%; dan 25%, berturut-turut sebesar 65,68 MPa; 67,56 MPa; 68,32 MPa; 70,21 MPa; 69,45 MPa; dan 68,70 Mpa. Pada pengujian modulus elastisitas dengan varias *silica fume* 0%; 5%; 10%; 15%; 20%; dan 25%, berturut-turut sebesar 34854,38 MPa; 36001,88 MPa, 36655,59 MPa; 36827,03 MPa; 34446,86 MPa; dan 35079,62 MPa terhadap berat semen normal dapat meningkatkan kuat tekan beton dari 65,68 MPa menjadi 70,21 MPa

Kata Kunci : Beton bubuk reaktif; *Silica Fume*; Kuat tekan; Modulus elastisitas

ABSTRACT

Ikhsan Nur Hidayat, 2021. A Study of Compressive Strength and Modulus Elasticity of High Strength Reactive Powder Concrete with Silica Fume Variation. Final Project of Civil Engineering Departement, Faculty of Engineering, Sebelas Maret University, Surakarta.

Reactive powder concrete is concrete that removes the coarse aggregate mixture. The Compression Strength and the Modulus of Elasticity have become the major factors to determine the quality of the concrete. Furthermore, Compression Strength is the ability of the concrete to hold the weight that is being retained. The common measurement from the characteristic of the elasticity of a substance is the Modulus of Elasticity, which is the comparison between the specified compression and the transformation of the shape of the length alignment, as it is the cause of the specified compression.

This research used experimental and theoretical methods with 18 (eighteen) samples in total. The sample used is the cylindrical concrete with a diameter of 15 cm (centimeter) and 30 cm high, with the use of various percentages of Silica Fume starting from 0%; 15%; 10%; 15%; 20%; and 25%. The compression test and the Modulus of Elasticity were initiated when the concrete was 28 days old. The compressive strength and modulus of elasticity were tested using a CTM (compression testing machine) with an additional dial to measure the decrease in the test object.

Test results silica fume variations with 0%; 15%; 10%; 15%; 20%; and 25% respectively 65,68 MPa; 67,56 MPa; 68,32 MPa; 70,21 MPa; 69,45 MPa; dan 68,70 Mpa. In testing the modulus of elasticity with 0%; 15%; 10%; 15%; 20%; and 25%, respectively at 34854,38 MPa; 36001,88 MPa, 36655,59 MPa; 36827,03 MPa; 34446,86 MPa; dan 35079,62 MPa to the weight of normal cement can increase the compressive strength of concrete from 65,68 MPa to 70,21.

Keyword : Reactive powder concrete (RPC); Silica Fume; Compressive strenght; Modulus of elasticity

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar kesarjanaan S-1 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tanpa bantuan dari berbagai pihak, banyak kendala yang sulit untuk penulis hadapi hingga terselesaikannya penulisan skripsi ini. Pada kesempatan ini ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang atas segala nikmat yang diberikan untuk penulis.
2. Bapak Bibit Santoso dan Ibu Tri Winarni, orang tua tercinta yang senantiasa memberikan do'a, semangat, dan dukungan material maupun non-material.
3. Bapak Wibowo, S.T., D.E.A., selaku Dosen Pembimbing 1.
4. Bapak Dr. Eng. Halwan Alfisa Saifullah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2.
5. Staff Pengelola Laboratorium Bahan Konstruksi dan Rekayasa Struktur Program Studi Teknik Sipil UNS.
6. Rekan-rekan kelompok skripsi Teknik Sipil UNS 2017.
7. Rekan-rekan mahasiswa Teknik Sipil UNS 2017.
8. Keluarga dan teman-teman yang tidak dapat disebutkan satu-persatu, terima kasih atas segala do'a dan dukungannya selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi yang akan datang. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak pada umumnya dan mahasiswa pada khususnya.

Surakarta, Juni 2021

commit to user

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACK	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Tinjauan Pustaka	5
2.2 Landasan Teori.....	8
2.2.1 Beton	8
2.2.2 Karakteristik Beton	9
2.2.3 Beton Mutu Tinggi.....	10
2.2.4 Beton Bubuk Reaktif (<i>Reactive Powder Concrete</i>)	11
2.2.5 Bahan Penyusun Beton Bubuk Reaktif	13
2.2.6 Pengujian Beton	19

BAB 3 METODE PENELITIAN	26
3.1 Tinjauan Umum	26
3.2 Benda Uji	26
3.3 Alat Uji.....	27
3.3.1 Alat untuk Pengujian Bahan Dasar Beton.....	27
3.3.2 Alat untuk Membuat Benda Uji	30
3.3.3 Alat Pengujian Benda Uji.....	32
3.4 Bahan Uji	34
3.5 Tahap Penelitian.....	36
3.5.1 Perencanaan Penelitian.....	36
3.5.2 Pelaksanaan Penelitian	36
3.6 Diagram Alir Penelitian	38
3.7 Diagram Alir Analisis Data dan Pembahasan.....	41
3.8 Standarisasi Pengujian Bahan Dasar Penyusun Beton.....	42
3.8.1 Agregat.....	42
3.8.2 <i>Reactive Powder Concrete</i>	42
3.8.3 Semen.....	42
3.9 Pengujian Bahan Dasar Beton.....	43
3.9.1 Agregat Halus.....	43
3.10 Perancangan Campuran <i>Reactive Powder Concrete</i>	47
3.11 Pembuatan Benda Uji.....	47
3.12 Pengujian Beton Segar <i>Reactive Powder Concrete</i>	48
3.13 Perawatan Benda Uji	50
3.14 Pengujian Benda Uji (Beton Keras)	50
3.14.1 Pengujian Kuat Tekan	50
3.14.2 Pengujian Modulus Elastisitas	50
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	52
4.1 Tinjauan Umum.....	52
4.2 Hasil Pengujian Bahan Penyusun RPC	52
4.2.1 Pengujian Agregat Halus.....	52

4.2.2 Pengujian Silica Fume.....	53
4.3 Mix Design Reactive Powder Concrete (RPC).....	54
4.4 Hasil Pengujian dan Analisis Data Beton Segar	55
4.5 Hasil Pengujian dan Analisis Beton Keras.....	57
4.5.1 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	57
4.5.2 Pengujian Modulus Elastisitas	61
4.6 Pembahasan.....	70
4.6.1 Uji Slump	70
4.6.2 Kuat Tekan.....	71
4.6.3 Modulus Elastisitas	72
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	73
5.1 Kesimpulan.....	73
5.2 Saran.....	73
DAFTAR PUSTAKA.....	xv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema dari <i>Interfacial Transition Zone</i> (ITZ).....	6
Gambar 2.2 SEM ITZ (a) Dengan Penambahan <i>Silica Fume</i> 15% (b) Tanpa Penambahan <i>Silica Fume</i>	7
Gambar 2.3 Pengujian Slump.....	19
Gambar 2.4 Hubungan Kuat Desak dan Umur Beton	20
Gambar 2.5 Benda Uji Silinder	21
Gambar 2.6 Tegangan Normal	23
Gambar 2.7 Regangan (Strain)	23
Gambar 2.8 Grafik Tegangan - Regangan.....	25
Gambar 3.1 (a) Ayakan dan (b) Mesin <i>Sieve Shaker</i>	28
Gambar 3.2 <i>Conical Mould</i>	28
Gambar 3.3 Oven.....	29
Gambar 3.4 Gelas Ukur.....	29
Gambar 3.5 Kerucut Abrams.....	30
Gambar 3.6 Timbangan Digital.....	30
Gambar 3.7 Bekisting Baja Silinder.....	31
Gambar 3.8 Concrete Mixer	31
Gambar 3.9 Kerucut Abrams.....	32
Gambar 3.10 Papan Alir	32
Gambar 3.11 Compression Testing Machine	33
Gambar 3.12 Compressometer Silinder.....	33
Gambar 3.13 Agregat Halus <i>commit to user</i>	34

Gambar 3.14 Semen	34
Gambar 3.15 Silica Fume	35
Gambar 3.16 Superplasticizer	35
Gambar 3.17 Diagram Alir Penelitian.....	40
Gambar 3.18 Diagram Alir Analisis Data dan Pembahasan	41
Gambar 3.19 Setup Slump Flow.....	49
Gambar 3.20 Pengujian Slump Flow.....	49
Gambar 3.21 Setup Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Menggunakan Universal Testing Machine.....	51
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Rerata Diameter Slump Flow RPC terhadap Variasi Kadar Silica Fume.....	56
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kuat Tekan dengan Kadar Silica Fume.....	59
Gambar 4.3 Grafik hubungan tegangan-regangan beton Silica Fume 0%	61
Gambar 4.4 Grafik hubungan tegangan-regangan beton Silica Fume 5%	62
Gambar 4.5 Grafik hubungan tegangan-regangan beton Silica Fume 10%	62
Gambar 4.6 Grafik hubungan tegangan-regangan beton Silica Fume 15%	63
Gambar 4.7 Grafik hubungan tegangan-regangan beton Silica Fume 20%	63
Gambar 4.8 Grafik hubungan tegangan-regangan beton Silica Fume 25%	64
Gambar 4.9 Grafik hubungan tegangan-regangan beton Silica Fume 0% - A..... <i>commit to user</i>	65

Gambar 4.10 Regresi linier hubungan tegangan-regangan beton kadar Silica Fume 0% - A 66

Gambar 4.11 Grafik modulus elastisitas percobaan dan perhitungan 68

Gambar 4.12 Grafik modulus elastisitas rata-rata 69



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Berat Jenis Beton.....	9
Tabel 2.2 Jenis Semen Portland.....	14
Tabel 2.3 Persyaratan Gradasi Agregat Halus.....	15
Tabel 2.4 Sifat-sifat Berbagai Macam Kawat yang Digunakan Sebagai Bahan Fiber Lokal	18
Tabel 2.5 Perkembangan Kuat Desak Beton untuk Semen Portland	20
Tabel 3.1 Kode dan Jumlah Benda Uji.....	27
Tabel 3.2 Standarisasi Pengujian Bahan Dasar Penyusun Beton	42
Tabel 3.3 Perubahan Warna Pada Uji Kadar Zat Organik Pasir	44
Tabel 4.1 Kode dan Jumlah Benda Uji.....	53
Tabel 4.2 Rekapitulasi Hasil Pengujian Pasir Kuarsa	53
Tabel 4.3 Analisis Kuantitatif Pengujian XRF Silica Fume.....	54
Tabel 4.4 Rekapitulasi Mix Design Beton RPC	55
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Slump Flow	56
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	58
Tabel 4.7 Pengaruh Silica Fume terhadap nilai kuat tekan beton bubuk reaktif.....	59
Tabel 4.8 Rekapitulasi perhitungan modulus elastisitas.....	67
Tabel 4.9 Rekapitulasi modulus elastisitas rata-rata	68
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	71
Tabel 4.11 Pengaruh penggantian variasi silica fume	72

commit to user