

SKRIPSI
ANALISIS KETAHANAN SULFAT
REACTIVE POWDER CONCRETE (RPC)
DENGAN VARIASI W/C



MUHAMMAD PRAYOGANE
03011381419147

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018

LAPORAN SKRIPSI
ANALISIS KETAHANAN SULFAT
REACTIVE POWDER CONCRETE (RPC)
DENGAN VARIASI W/C

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Teknik pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**



MUHAMMAD PRAYOGANE

03011381419147

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS KETAHANAN SULFAT *REACTIVE* *POWDER CONCRETE* (RPC) DENGAN VARIASI W/C

SKRIPSI

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

Muhammad Prayogane
03011381419147

Palembang, Juli 2018

Dosen Pembimbing I,

Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II,



Dr. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001



Dr. Ir. Hanafiah, M.S.
NIP. 195603141985031020

Mengetahui/Menyetujui
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Ir. Helmi Haki, M.T.
NIP. 196107031991021001

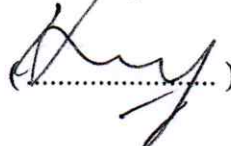
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “Analisis Ketahanan Sulfat *Reactive Powder Concrete* (RPC) Dengan Variasi W/C” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 25 Juli 2018.

Palembang, Juli 2018
Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Skripsi

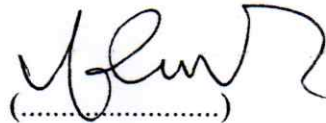
Pembimbing:

1. **Dr. Saloma, S.T., M.T.**
NIP. 197610312002122001
2. **Dr. Ir. Hanafiah, M.S.**
NIP. 195603141985031020

()
()

Penguji:

1. **Ir. Yakni Idris, M.Sc., MSCE**
NIP. 195604271987031002
2. **Mirka Pataras, S.T., M.T.**
NIP. 198112012008121001

()
()

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. Helmi Hakki, M. T.
NIP. 196107031991021001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Prayogane
NIM : 03011381419147
Judul : Analisis Ketahanan Sulfat *Reactive Powder Concrete* (RPC)
dengan Variasi W/C

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Juli 2018



Muhammad Prayogane
NIM. 03011381419147

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Prayogane
NIM : 03011381419147
Judul : Pengaruh Variasi W/C Terhadap Ketahanan Sulfat
Reactive Powder Concrete (RPC)

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Juli 2018



Muhammad Prayogane
NIM. 03011381419147

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Azza Wa Jalla karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Ketahanan Sulfat *Reactive Powder Concrete* (RPC) dengan Variasi W/C”. Ucapan terima kasih ditunjukkan kepada pihak yang telah membantu jalannya penulisan skripsi, mulai dari awal hingga akhir:

1. Kedua orang tua dan saudara penulis yang menjadi sumber semangat serta inspirasi, terima kasih juga atas doa, dukungan dan nasihat yang diberikan.
2. Bapak Ir. Helmi Hakki, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Saloma, S.T., MT. dan Bapak Dr. Ir. Hanafiah, M.S. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu konsultasi penulisan skripsi ini.
4. PT. Waskita Beton Precast yang telah memberikan bantuan dan izin untuk menggunakan laboratorium.
5. Teknik Sipil Angkatan Tahun 2014 Kampus Palembang Universitas Sriwijaya yang tak bisa diucapkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi kemajuan karya tulis ini.

Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua, khususnya bagi penulis pribadi dan bagi Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.

Palembang, Agustus 2018



Penulis

RINGKASAN

ANALISIS KETAHANAN SULFAT *REACTIVE POWDER CONCRETE* DENGAN VARIASI W/C

Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi, 25 Juli 2018

Fiona Amalia; Dibimbing oleh Dr. Saloma, S.T, M.T. dan Dr. Ir. Hanafiah, M.S

xviii + 68 halaman, 43 gambar, 22 tabel, 10 lampiran

Reactive powder concrete adalah jenis beton berkinerja tinggi dengan porositas rendah. RPC menghilangkan pemakaian agregat kasar pada campurannya sebagai tujuan untuk meningkatkan kekompakkan, kestabilan komponen campuran, dan meminimalkan cacat internal pada material seperti ruang pori. *Reactive powder concrete* tersusun dari material seperti semen Portland (OPC), pasir kuarsa, tepung kuarsa, *silica fume*, air, *superplasticizer*, dan tanpa agregat kasar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik *reactive powder concrete* berupa berat jenis, kuat tekan dan durabilitas dengan variasi W/C. Campuran ini memiliki tiga variasi yang terdiri dari variasi w/c. Variasi w/c yang digunakan antara lain 0,2, 0,23, dan 0,26 dengan perendaman sulfat selama 28 dan 56 hari. Standar ASTM digunakan sebagai dasar untuk pengujian *slump flow*, *setting time*, kuat tekan. Hasil pengujian kuat tekan maksimum adalah 71,15 N/mm² dengan w/c = 0,2 dengan kondisi tanpa perendaman. Hasil pengujian mikrostruktur yang memiliki kadar C-S-H terbanyak dan porositas terendah adalah W/C 0,2.

Kata kunci: *reactive powder concrete*, faktor air semen, *silica fume*, sulfat, mikrostruktur.

SUMMARY

ANALYSIS OF SULPHATE RESISTANCE REACTIVE POWDER CONCRETE WITH W/C VARIATIONS

Scientific paper in the form of Skripsi, 25 Juli 2018

Muhammad Prayogane; Supervised by Dr. Saloma, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Hanafiah, MS.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University.

xvii + 68 pages, 43 pictures, 22 tables, 10 attachments

Reactive powder concrete is a type of high-performance concrete with low porosity. RPC eliminates the use of coarse aggregates in the mixture to increase compactness, stability of the mixture components, and to minimize internal defects in materials such as void area. Reactive powder concrete is composed by materials such as Portland cement (OPC), quartz sand, quartz flour, silica fume, water, superplasticizer, and without coarse aggregate. The purpose of this research is to analyze the characteristics of reactive powder concrete in specific gravity, compressive strength and durability with variation of w/c. This mixture has three variations consisting of variations of w/c. Variations in W/C used were 0.2, 0.23 and 0.26 with sulfate immersion for 28 and 56 days. The ASTM standard is used as the basis for testing slump flow, setting time, and compressive strength. The result of the maximum compressive strength test is 71.15 N/mm^2 with w/c = 0.2 in the condition without immersion. The result of microstructure test which has the highest C-S-H and the lowest porosity is W / C 0,2.

Keywords: reactive powder concrete, water cement factor, silica fume, sulfate, microstructure.

ANALISIS KETAHANAN SULFAT *REACTIVE POWDER CONCRETE* (RPC) DENGAN VARIASI W/C

Muhammad Prayogane¹, Saloma², Hanafiah³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknk, Universitas Sriwijaya

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknk, Universitas Sriwijaya

³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknk, Universitas Sriwijaya

*Korespondensi Penulis: mprayogane@gmail.com

Abstrak

Reactive powder concrete adalah jenis beton berkinerja tinggi dengan porositas rendah. RPC menghilangkan pemakaian agregat kasar pada campurannya sebagai tujuan untuk meningkatkan kekompakkan, kestabilan komponen campuran, dan meminimalkan cacat internal pada material seperti ruang pori. *Reactive powder concrete* tersusun dari material seperti semen Portland (OPC), pasir kuarsa, tepung kuarsa, *silica fume*, air, *superplasticizer*, dan tanpa agregat kasar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik *reactive powder concrete* berupa berat jenis, kuat tekan dan durabilitas dengan variasi W/C. Campuran ini memiliki tiga variasi yang terdiri dari variasi w/c. Variasi w/c yang digunakan antara lain 0,2, 0,23, dan 0,26 dengan perendaman sulfat selama 28 dan 56 hari. Standar ASTM digunakan sebagai dasar untuk pengujian *slump flow*, *setting time*, kuat tekan. Hasil pengujian kuat tekan maksimum adalah 71,15 N/mm² dengan w/c = 0,2 dengan kondisi tanpa perendaman. Hasil pengujian mikrostruktur yang memiliki kadar C-S-H terbanyak dan porositas terendah adalah W/C 0,2.

Kata kunci: *reactive powder concrete*, faktor air semen, *silica fume*, sulfat, mikrostruktur.

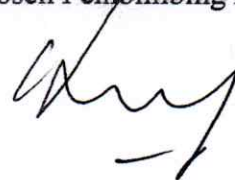
Dosen Pembimbing I,



Dr. Saloma, S.T., M.T.
NIP. 197610312002122001

Palembang, Agustus 2018

Dosen Pembimbing II,



Dr. Ir. Hanafiah, M.S.
NIP. 195603141985031020

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Ir. Helmi Hakki, M.T.
NIP. 196107031991021001

ANALYSIS OF SULPHATE RESISTANCE REACTIVE POWDER CONCRETE WITH W/C VARIATIONS

Muhammad Prayogane¹, Saloma², Hanafiah³

Civil Engineering Department, Engineering Faculty, Sriwijaya University

¹Student of Civil Engineering, Engineering Faculty, Sriwijaya University

² Lecturer of Civil Engineering, Engineering Faculty, Sriwijaya University

³ Lecturer of Civil Engineering, Engineering Faculty, Sriwijaya University

*Email: mprayogane@gmail.com

Abstract

Reactive powder concrete is a type of high-performance concrete with low porosity. RPC eliminates the use of coarse aggregates in the mixture to increase compactness, stability of the mixture components, and to minimize internal defects in materials such as void area. Reactive powder concrete is composed by materials such as Portland cement (OPC), quartz sand, quartz flour, silica fume, water, superplasticizer, and without coarse aggregate. The purpose of this research is to analyze the characteristics of reactive powder concrete in specific gravity, compressive strength and durability with variation of w/c. This mixture has three variations consisting of variations of w/c. Variations in W/C used were 0.2, 0.23 and 0.26 with sulfate immersion for 28 and 56 days. The ASTM standard is used as the basis for testing slump flow, setting time, and compressive strength. The result of the maximum compressive strength test is 71.15 N/mm² with w/c = 0.2 in the condition without immersion. The result of microstructure test which has the highest C-S-H and the lowest porosity is W / C 0,2.

Keywords: reactive powder concrete, water cement factor, silica fume, sulfate, microstructure.

RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhammad Prayogane
Tempat Lahir : Palembang
Tanggal Lahir : 13 Februari 1998
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Warga Negara : Indonesia
Alamat : Jl. Kebun Bunga VAP B-19 Rt.035 Rw.006, Kebun
Bunga, Sukarama, Palembang, Sumatera Selatan, 30152
Nama Orang Tua : Lilik Mustari
Meti Zuliyana
Alamat Orang Tua : Jl. Kebun Bunga VAP B-19 Rt.035 Rw.006, Kebun
Bunga, Sukarama, Palembang, Sumatera Selatan, 30152
No. HP : 081369237824
E-mail : mprayogane@gmail.com
Riwayat Pendidikan

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
TK Sekeloa				
SDN Sekeloa 2	-	-	-	2003-2004
SD Muhammadiyah 14				2004-2009
SMPN 9 Palembang	-	-	-	2009-2012
MAN 3 Palembang	-	IPA	-	2012-2014
Universitas Sriwijaya	Teknik	T. Sipil	S-1	2014-2018

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



Muhammad Prayogane
03011381419147

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan.....	iii
Halaman Pernyataan Integritas	iv
Halaman Pernyataan Persetujuan Publikasi	v
Kata Pengantar	vi
Ringkasan.....	vii
Summary	viii
Abstrak	ix
Abstract	x
Riwayat Hidup	xi
Daftar Isi.....	xii
Daftar Gambar.....	xv
Daftar Tabel	xvii
Daftar Lampiran.....	xviii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5. Metode Pengumpulan Data	3
1.6. Sistematika Penulisan.....	3
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	 5
2.1. <i>Reactive Powder Concrete</i> (RPC).....	5
2.2. Material Penyusun RPC	6
2.2.1. Semen Portland	7

2.2.2. Pasir Kuarsa.....	8
2.2.3. Rasio air semen.....	11
2.2.4. Tepung Kuarsa	13
2.2.5. <i>Silica Fume</i>	14
2.2.5. <i>Superplasticizer</i>	17
2.3. Komposisi Pembentuk RPC	18
2.3.1. Faktor Air Semen (<i>Water Cement Ratio</i>).....	14
2.3.2. Bahan Tambah (<i>Admixtures</i>).....	15
2.4. Pengujian Beton Segar	21
2.4.1. Pengujian <i>Slump</i>	21
2.4.2. Pengujian <i>Setting Time</i>	21
2.5. Perawatan Beton (<i>Curing Treatment</i>)	22
2.6. Pengujian Beton Keras	23
2.6.1. Pengujian Kuat Tekan	23
2.6.2. Pengujian Kuat Tarik Belah	24
2.6.2. Pengujian Kuat Lentur	24
2.7. Pengujian Ketahanan Sulfat RPC.....	25
2.7.1. Perubahan Berat	27
2.7.2. Perubahan Kuat Tekan	28
2.7.3. Mikrostruktur	29
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	 31
3.1. Studi Literatur	31
3.2. Alur Penelitian.....	31
3.3. Material Penyusun RPC	33
3.4. Peralatan	35
3.5. Tahapan Pengujian	38
3.5.1. Tahap 1.....	38
3.5.2. Tahap 2	38
3.5.3. Tahap 3	39

	Halaman
3.5.4. Tahap 4	41
3.5.5. Tahap 5	43
3.5.6. Tahap 6	43
3.5.7. Tahap 7	44
3.5.7. Tahap 8	45
 BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	 46
4.1. Hasil Pengujian Beton Segar	46
4.1.1. Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	46
4.1.2. Hasil Pengujian <i>Setting Time</i>	48
4.2. Hasil Pengujian Berat Jenis.....	50
4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan RPC	53
4.4. Hubungan Kuat Tekan dan Berat Jenis RPC.....	57
4.4.1. Pengujian Umur 28 Hari Tanpa Perendaman Sulfat	57
4.4.2. Pengujian Umur 28 Hari Perendaman Sulfat	58
4.4.3. Pengujian Umur 56 Hari Perendaman Sulfat	59
4.5. Hasil Pengujian Mikrostruktur RPC	60
 BAB 5 PENUTUP.....	 64
5.1. Kesimpulan.....	64
5.2. Saran.....	65
 DAFTAR PUSTAKA	 66
LAMPIRAN	69

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Hasil uji kuat tekan terhadap variasi pasir kuarsa	9
Gambar 2.2. Hasil uji kuat lentur terhadap variasi pasir kuarsa	10
Gambar 2.3. Hasil uji modulus elastisitas terhadap variasi pasir kuarsa pada beton konvensional	11
Gambar 2.4. Hasil uji kuat tekan dengan variasi <i>silica fume</i>	15
Gambar 2.5. Hasil uji kuat tarik dengan variasi <i>silica fume</i>	16
Gambar 2.6. Hasil uji kuat lentur dengan variasi <i>silica fume</i>	16
Gambar 2.7. Hasil pengujian beton segar RPC terhadap <i>compressive strengt</i>	20
Gambar 2.8. Efek dari pengaruh asam terhadap berat dan kuat tekan beton	27
Gambar 2.9. Hasil pengujian SEM setelah diberi larutan Na ₂ SO ₄	30
Gambar 3.1. Diagram tahap metodologi penelitian	32
Gambar 3.2. Semen Portland	33
Gambar 3.3. Pasir Kuarsa.....	33
Gambar 3.4. Tepung Kuarsa	34
Gambar 3.5. <i>Silica Fume</i>	34
Gambar 3.6. <i>Superplasticizer</i>	35
Gambar 3.7. Cetakan Silinder 10 x 20	36
Gambar 3.8. <i>Mixer</i>	36
Gambar 3.9. Alat uji <i>slump flow</i>	37
Gambar 3.10. Alat uji <i>setting time</i>	37
Gambar 3.11. Alat uji kuat tekan	38
Gambar 3.12. Penimbangan material	40
Gambar 3.13. Pengadukan material	41
Gambar 3.14. Pengecoran benda uji	41
Gambar 3.15. Pengujian <i>slump flow</i>	42
Gambar 3.16. Pengujian <i>setting time</i>	43
Gambar 3.17. Perawatan benda uji	43
Gambar 3.18. <i>Capping sulfur</i>	44

Gambar 3.19. Perndaman benda uji dengan Mg_2SO_4	44
Gambar 3.20. Alat pengujian mikrostruktur	45
Gambar 4.1. Pengaruh variasi w/c terhadap <i>slump flow</i> RPC.....	47
Gambar 4.2. Pengujian <i>slump flow</i>	48
Gambar 4.3. Pengaruh variasi w/c terhadap <i>setting time</i> RPC	49
Gambar 4.4. Pengujian <i>setting time</i>	50
Gambar 4.5. Hubungan berat jenis terhadap umur beton RPC	52
Gambar 4.6. Pengaruh variasi w/c terhadap berat jenis RPC	52
Gambar 4.7. Hubungan kuat tekan terhadap umur beton RPC	54
Gambar 4.8. Pengaruh variasi w/c terhadap kuat tekan RPC	55
Gambar 4.9. Hubungan kuat tekan dan berat jenis RPC umur 28 hari	57
Gambar 4.10. Hubungan kuat tekan dan berat jenis RPC umur 28 hari perendaman	58
Gambar 4.11. Hubungan kuat tekan dan berat jenis RPC umur 56 hari perendaman	59
Gambar 4.12. Foto SEM RPC dengan nilai w/c 0,2	60
Gambar 4.13. Foto SEM RPC dengan nilai w/c 0,23	61
Gambar 4.14. Foto SEM RPC dengan nilai w/c 0,56	62

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Komposisi campuran RPC200	6
Tabel 2.2. Komposisi kimia semen <i>portland</i>	7
Tabel 2.3. Proporsi pasir kuarsa dan agregat	8
Tabel 2.4. Hasil uji kuat tekan terhadap variasi pasir kuarsa	9
Tabel 2.5. Hasil uji kuat lentur terhadap variasi pasir kuarsa	10
Tabel 2.6. Hasil uji modulus elastisitas terhadap variasi pasir kuarsa	10
Tabel 2.7. Hasil uji kuat tekan beton terhadap variasi rasio air semen.....	13
Tabel 2.8. Proporsi <i>silica fume</i> sebagai pengganti agregat halus.....	15
Tabel 2.9. Hasil pengujian kuat tekan dengan variasi <i>silica fume</i>	15
Tabel 2.10. Komposisi campuran RPC	19
Tabel 2.11. Komposisi campuran RPC	19
Tabel 2.12. Hasil pengujian RPC terhadap <i>compressive strength</i> pada umur 7 hari dan 28 hari	20
Tabel 2.13. Efek dari serangan asam terhadap berat dan kuat tekan beton	26
Tabel 2.14. Komposisi campuran HFRPC	28
Tabel 2.15. Efek metode perawatan terhadap kuat tekan HFRPC	29
Tabel 2.16. Komposisi campuran beton konvensional	29
Tabel 3.1. Komposisi RPC dengan variasi w/c 0,20, 0,23, dan 0,26	39
Tabel 4.1. Hasil pengujian <i>slump flow</i> RPC	46
Tabel 4.2. Hasil pengujian <i>setting time</i> RPC	48
Tabel 4.3. Hasil pengujian berat jenis RPC	51
Tabel 4.4. Hasil pengujian kuat tekan RPC	53
Tabel 4.5. Persentase perbandingan kuat tekan pengujian umur 28 hari dengan kuat tekan rencana	55

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil pengujian berat jenis dengan kondisi 28 hari sebelum direndam sulfat	69
Lampiran 2. Hasil pengujian berat jenis dengan kondisi 28 hari setelah direndam sulfat	69
Lampiran 3. Hasil pengujian berat jenis dengan kondisi 56 hari setelah direndam sulfat	70
Lampiran 4. Hasil pengujian kuat tekan dengan nilai w/c 0,20	71
Lampiran 5. Hasil pengujian kuat tekan dengan nilai w/c 0,23	71
Lampiran 6. Hasil pengujian kuat tekan dengan nilai w/c 0,26	72
Lampiran 7. Hasil pengujian <i>slump flow</i> dan <i>setting time</i>	72
Lampiran 8. Komposisi RPC w/c 0,2	73
Lampiran 9. Komposisi RPC w/c 0,2	73
Lampiran 10. Komposisi RPC w/c 0,26	73

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Reactive Powder Concrete pertama kali dikembangkan oleh sebuah perusahaan bernama Buoygues di Perancis pada tahun 1990-an. RPC adalah inovasi beton tanpa penggunaan agregat kasar (*coarse concrete*). Agregat kasar yang tidak digunakan dalam campuran RPC mengakibatkan beton menjadi sangat padat tanpa ada celah di dalam struktur beton. Hal ini juga membuat RPC memiliki performa yang jauh lebih baik daripada beton konvensional. Beton ini juga merupakan beton khusus dimana mikrostrukturnya dioptimalkan oleh gradasi yang tepat pada semua partikel campuran untuk menghasilkan kepadatan yang maksimum pada beton tersebut.

RPC termasuk dalam golongan beton mutu tinggi. Komposisi utama dalam beton ini yaitu adanya perkuatan serat, *admixtures*, *silica fume* dan rasio air semen yang rendah. Dalam beberapa penelitian kuat tekan RPC dapat mencapai 150 Mpa dan dengan perkuatan *steel fiber* kuat lentur yang dimiliki mencapai 30-40 MPa

Beton sebagai komponen struktur utama dalam konstruksi membutuhkan perkembangan yang diperlukan agar beton memiliki kinerja yang baik dan ramah lingkungan. Pemanfaatan beton sebagai pelindung bangunan pun semakin banyak dijumpai, bermula dengan semakin berkembangnya industri tekstil dan kimia yang hampir keseluruhan bangunan dibuat dari beton. Khusus pada industri *pulp* dan kertas yang menggunakan asam sulfat pada proses produksinya mengakibatkan industri ini memiliki tingkat kecelakaan dan kegagalan bangunan yang tinggi.

Penetrasi kandungan zat asam yang dimiliki asam sulfat dapat mengakibatkan berkurangnya berat pada beton, merusak homogenitas campuran, merusak keseimbangan mikrostruktur dan mengurangi kuat tekan serta durabilitas beton. RPC yang memiliki tingkat porositas rendah akibat menghilangkan agregat kasar pada campuran diharapkan dapat mengatasi permasalahan pada tingkat durabilitas beton pada bangunan industri terhadap sulfat.

Penggunaan *silica fume* sebagai pengganti semen pada RPC dapat meningkatkan performa beton tersebut, dengan konsentrasi 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% sebagai pengganti semen, *silica fume* memiliki komposisi kimia dan persyaratan fisik lebih baik dari semen biasa.

Pada penelitian ini digunakan *silica fume* sebagai bahan tambah RPC. Pemanfaatan *silica fume* yang kaya akan kandungan silika diharapkan dapat memperbaiki sifat beton, meningkatkan kinerja dan kualitas beton tersebut. Variasi w/c diteliti untuk membandingkan sifat mekanik dan mikrostruktur RPC terhadap infiltrasi sulfat. Pengujian mikrostruktur dan sifat mekanik RPC terhadap infiltrasi sulfat bertujuan untuk melakukan kontrol terhadap karakteristik beton.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka didapatkan rumusan masalah dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi w/c terhadap ketahanan sulfat dan mikrostruktur pada RPC?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan *silica fume* terhadap mikrostruktur RPC?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian mengenai analisis ketahanan sulfat RPC dengan variasi w/c adalah:

1. Menganalisis pengaruh variasi w/c terhadap ketahanan sulfat dan mikrostruktur RPC.
2. Menganalisis pengaruh penggunaan *silica fume* terhadap mikrostruktur RPC.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian mengenai analisis ketahanan sulfat RPC dengan variasi w/c adalah:

1. Variasi w/c 0,2, 0,23, 0,26
2. Pengujian beton segar yaitu *slump flow*
3. Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari dan 56 hari

4. Pengujian mengacu pada ASTM (*American Standard Testing and Material*)
5. Perawatan beton dengan karung basah selama 28 hari.
6. MgSO_4 sebagai larutan sulfat yang digunakan untuk perendaman benda uji dengan kadar 5%.
7. Sampel uji SEM (*Scanning Electron Microscope*) berasal dari pengujian kuat tekan beton umur 28 hari, 28 hari perendaman, dan 56 hari perendaman.
8. Pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) dilakukan pada beton umur 28 hari, 28 hari perendaman, dan 56 hari perendaman.

1.5. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian mengenai analisis ketahanan sulfat RPC dengan variasi w/c dilakukan dengan menggunakan 2 cara, yaitu:

1. Data primer

Pada penelitian ini, hasil dari data percobaan dan pengamatan secara langsung di laboratorium serta data yang didapatkan pada saat pengujian dijadikan sebagai data primer.

2. Data sekunder

Data sekunder diperoleh secara tidak langsung dari objek penelitian dan *literature review* yang ada. Data sekunder dalam penelitian ini berupa studi pustaka sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan.

1.6. Sistematika Penulisan

Rencana sistematika penulisan pada laporan tugas akhir mengenai pengaruh variasi w/c terhadap ketahanan sulfat RPC dijelaskan menjadi lima bagian.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini memuat isi mengenai latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dari penelitian tersebut, ruang lingkup penelitian dan tata cara atau sistematika dalam penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan kajian literatur yang menjelaskan mengenai mengenai teori tentang definisi RPC, material penyusun RPC, karakteristik RPC, komposisi campuran, dan pengujian RPC serta berisi penelitian terdahulu yang dijadikan acuan.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas tentang spesifikasi material dan alat uji yang digunakan, pelaksanaan penelitian meliputi pengujian material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini penulis membahas hasil pengolahan data yang didapatkan dari pengujian variasi w/c dan mikrostruktur RPC.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini penulis melakukan penarikan kesimpulan dari penelitian serta saran untuk perbaikan penelitian di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Hassani, H M., W I Khalil., L S Danha. 2014. *Mechanical Properties of Reactive Powder Concrete With Various Steel Fiber and Silica Fume Contents*. *Bulletin of Engineering Tome VII*. University of Techonologi Baghdad, Iraq.
- Ambika, D and M Shivaraja. 2015. *Study on Fracture Energy of Reactive Powder Concrete Beams*. *International Journal of Eart Sciences and Engineering*, Vol 8, No 2, NSN College of Engineering and Techonologi, India.
- Amudhavalli, N K and Jecha Mathew. 2012. *Effect of Silica Fume on Strength and Durability Parameters on Concrete*. *International Journal of Engineering and Emerging Technologies*, Vol 3, Issue 1, Anna University, India.
- Apebo, Niusta Samson., Aondowase John Shiwua., Ameh Polycarp., Josephat Chukwugozie Ezeokonkwo., Paul Terkumbur Adeke. 2013. *Effect of Water-Cement Ratio on the Compressive Strength of Gravel-Crushed Over Burnt Bricks Concrete*. *Civil and Environmental Research*. Benur State Polytechnic, Nigeria.
- ASTM C 39-04a, 2005. *Standard Mehod of test for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. *Annual Books Of ASTM Standards*. USA : Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 150-07, 2007. *Standard Specification for Portland Cement*. *Annual Books Of ASTM Standards*. USA : Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 494-82, 2013. *Standard Specification for Admixtures*. *Annual Books Of ASTM Standards*. USA : Association of Standard Testing Materials.
- ASTM C 78-02, 2002. *Standard Specification for Flexural Strength of Concrete Using Simple Beam with Third-Point Loading*. *Annual Books Of ASTM Standards*. USA : Association of Standard Testing Materials.
- Bediako, Mark and Opoku Amankwah. 2015. *Analysis of Chemical Composition of Portland Cement in Ghana:A Key to Understand the Behaviour of Cement*. *Advances in Materials Science and Engineering*, Vol 2015, Article 349401, Hindawi Publishing Corporation, India.
- Betchel, Andrew J and Nabil Al-Omaishi. 2015. *Variation in The Water-Cement Ratio of Fresh Concrete Found Using Water Content From The Microwave Oven Method*. *The College of New Jersey*.
- Divya, E., R Shanthini., and S Arulkumaran. 2017. *Study On Behaviour of Concrete Partially Replacing Quartz Sand As Fine Aggregate*. *IFET College of Engineering*.

- Hassan, Aiad., Hilmi Bin Mahmud., Mohd Zamin Jumaat., Belal Alsubari., Aziz Abdulla. 2013. *Effect of Magnesium Sulphate on Self-Compacting Concrete Containing Supplementary Cementitious Materials*. Advances in Materials Science and Engineering, Vol 2013, Article 232371, Hindawi Publishing Corporation, India.
- Li, Haiyan and Gang Liu. 2016. *Tensile Properties of Hybrid Fiber-Reinforced Reactive Powder Concrete After Exposure to Elevated Temperatures*. International Journal of Concrete Structures and Materials, Vol 10, No 1, Republic of China.
- Muranal, M Santosh and B, Khadiranaikar R., 2014. *Study on The Durability Characteristics of Reactive Powder Concrete*. International Journal of Structural and Civil Engineering Research.
- Prakash, Shyam K and Ch. Hanumantha Rao. 2016. *Study on Compressive of Quarry Dust as Fine Aggregate in Concrete*. Advances in Civil Engineering, Vol 2016, Article 1742769, Hindawi Publishing Corporation, India.
- Rahmatabadi, M A Dashti. 2015. *Mechanical Properties of Reactive Powder Concrete under Pre-setting Pressure and Different Curing Regimes*. International Journal of Structural and Civil Engineering Research, Vol 4, No 4, Islamic Azad University, Iran.
- Salem, Mohammed Abas Abdela., R.K Pandey. 2015. *Effect of Cement-Water Ratio on Compressive Strength Density of Concrete*. International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT), Vol 4, Issue 2, India.
- Salman, Mohammed., Husain Khalaf Jarallah., Shifaa Al-Bayati. 2017. *Effect of External Sulfate on Mechanical Properties and Modelling of Hybrid Fiber Reactive Powder Concrete*. Diyala Journal of Engineering Sciences, Vol 10, No 3, Al-Mystansiriayah University, Iraq.
- Sarika, S and Dr Elson John. 2015. *A Study on Properties of Reactive Powder Concrete*. International Journal of Engineering and Technology, Vol 4, Issue 1, MACE, India.
- So, Hyoung-seok., Hong-seok Jang., Janchivdorj Khulgadai., Seung-young So. 2014. *Mechanical Properties and Microstructure of Reactive Powder Concrete using Ternary Pozzolanic Materials at Elevated Temperature*. KSCE Journal of Civil Engineering.
- Song, Junwei and Shuhua Liu. 2016. *Properties of Reactive Powder Concrete and Its Application in Highway Bridge*. Advances in Materials Science and Engineering, Vol 2016, Article 5460241, Hindawi Publishing Corporation, India.

- Sugathan, Athulya. 2016. *Steel Reinforced Reactive Powder Concrete*. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, Vol 3, Issue 7, New Horizon College of Engineering, India.
- V, Ramasamy. 2011. *Compressive Strength and Durability Properties of Rice Husk Ash Concrete*. KSCE Journal of Civil Engineering.
- Yang, Huaquan., Xiaoming Shen., Meijuan Rao., Xiang Li., Xiaodong Wang. 2015. *Influence of Alternation of Sulfate Attack and Freeze-Thaw on Microstructure of Concrete*. Advances in Materials Science and Engineering., Vol 2015, Article 859069, China.
- Zych, Teresa. 2014. *New Generation Cementitious Composites With Fibres – Properties and Application*. Technical Transactions, Cracow University of Technology.