

TUGAS AKHIR

UJI KARAKTERISTIK MORTAR DENGAN *PORTLAND SLAG CEMENT* (PSC) DENGAN FAS 0,5 DAN 0,6



Disusun oleh:

IHZA SUHENDRA

(20200110088)

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2024

TUGAS AKHIR

UJI KARAKTERISTIK MORTAR DENGAN *PORTLAND SLAG CEMENT* (PSC) DENGAN FAS 0,5 DAN 0,6

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



IHZA SUHENDRA
(20200110088)

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2024

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ihza Suhendra
NIM : 20200110088
Judul : Uji Karakteristik Mortar dengan *Portland Slag Cement*
(PSC) dengan FAS 0,5 dan 0,6.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ke tidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta,2 April..... 2024

Yang membuat pernyataan



.....Ihza Suhendra.....

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ihza Suhendra

NIM : 20200110088

Judul : Uji Karakteristik Mortar dengan *Portland Slag Cement*
(PSC) dengan FAS 0,5 dan 0,6.

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul "*Durability of geopolymer mortar as patch repair material against chloride and carbonation-induced corrosion*" dan didanai melalui skema hibah penelitian dasar pada tahun 2023/2024 oleh LRI UMY Tahun Anggaran 2023/2024 dengan nomor hibah 47/R-LRI/XI/2023.

Yogyakarta,2...APRIL..... 2024

Penulis,



Ihza Suhendra

Dosen Peneliti,



Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, S.T., M. Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan hidayahnya, sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan. Terima kasih kepada ibu Pinta Astuti selaku dosen pembimbing tugas akhir. Tugas akhir ini saya persembahkan untuk keluarga, khususnya kedua orang tua saya yang bernama Bapak Ikin Suhendro dan Ibu Uning Triyati, simbah, keluarga besar saya yang telah memberikan doa, semangat, motivasi, pengorbanan, nasihat, dukungan moril maupun materil serta kasih sayang yang tidak pernah henti sampai saat ini. Selain itu, saya ucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang mendukung tugas akhir ini, teman-teman sekelompok dan teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan motivasi dan dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya. Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik *Portland Slag Cement* yang nantinya dapat diterapkan pada proyek konstruksi sesuai dengan standar yang ditetapkan.

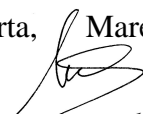
Penyusunan tugas akhir ini melewati banyak rintangan, tetapi dengan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya berhasil diselesaikan. Terima kasih atas kerja sama dan dukungannya dari berbagai pihak dalam proses penelitian hingga penyelesaian tugas akhir ini kepada:

1. Ir. Puji Harsanto, S.T.,M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Eng. Ir. Pinta Astuti, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Ibu Ir. Fanny Monika, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Kedua Orang Tua yang selalu memberikan dukungan dan doa sehingga dapat terselesaikan Tugas Akhir ini.
5. Rekan – rekan perjuangan dan sahabat yang telah ikut membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Semua pihak yang telah membantu sehingga laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, Maret 2024



Ihza Suhendra

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xix
DAFTAR SINGKATAN	xxi
DAFTAR ISTILAH	xxii
ABSTRAK	xxiv
<i>ABSTRACT</i>	xxv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	6
2.1 Pendahuluan.....	6
2.2 Tinjauan Pustaka.....	6
2.2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.3 Dasar Teori	46
2.3.1 Mortar PSC	46
2.3.2 Material Penyusun.....	47
2.3.3 Pemeriksaan Material.....	48
2.3.3.1 Pengujian Agregat.....	48
2.3.3.2 <i>Mix Design</i>	51
2.3.3.3 Pengujian Mortar Segar.....	51

2.3.3.4	Perawatan Mortar (<i>Curing</i>)	52
2.3.3.5	Pengujian Mortar Keras	53
2.3.3.6	Pengujian <i>Microstructure</i>	54
2.3.3.7	Pengujian Karbonasi	55
BAB III	METODE PENELITIAN	56
3.1	Materi.....	56
3.2	Bahan	57
3.3	Alat	61
3.4	Tempat dan Waktu Penelitian.....	67
3.5	Tahapan Penelitian	67
3.5.1	Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Agregat Halus	67
3.5.1.1	Pengujian Analisis Gradasi Agregat Halus	67
3.5.1.2	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	68
3.5.1.3	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	69
3.5.1.4	Pengujian Kadar Air Agregat Halus	70
3.5.2	Uji Tarik Baja.....	71
3.5.3	Pembuatan Benda Uji.....	71
3.5.4	<i>Mix Design</i>	74
3.5.5	Tahap Pencampuran Bahan.....	75
3.5.6	Pengujian Mortar Segar.....	75
3.5.6.1	<i>Flow Table Test</i>	75
3.5.6.2	Suhu	76
3.5.6.3	Densitas	76
3.5.7	Perawatan Mortar (<i>Curing</i>)	77
3.5.8	Pengujian Mortar Keras	77
3.5.8.1	Susut.....	77
3.5.8.2	Pengujian Kuat Tekan	78
3.5.8.3	Pengujian Kuat Tarik Belah	79
3.5.8.4	Pengujian Kuat Lentur	79
3.5.9	Pengujian <i>Microstructure</i>	80
3.5.9.1	SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	80
3.5.9.2	XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>).....	81
3.5.10	Pengujian Karbonasi	82
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	84
4.1	Hasil Pengujian Material	84

4.1.1	Hasil Pemeriksaan Agregat	84
4.1.1.1	Hasil Pengujian Analisis Gradasi Agregat Halus.....	84
4.1.1.2	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	85
4.1.1.3	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	85
4.1.1.4	Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	86
4.1.2	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja.....	87
4.2	Mix Design	88
4.3	Hasil Pengujian Mortar Segar.....	88
4.3.1	Hasil Pengujian <i>Flow Table</i>	88
4.3.2	Hasil Pengujian Suhu	89
4.3.3	Hasil Pengujian Densitas.....	89
4.4	Hasil Pengujian Mortar Keras	89
4.4.1	Hasil Pengujian Susut	89
4.4.2	Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	90
4.4.3	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah.....	92
4.4.4	Hasil Pengujian Kuat Lentur	93
4.5	Hasil Pemeriksaan Pozzolan/ <i>Microstructure</i>	94
4.5.1	Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM) EDX.....	94
4.5.2	Hasil Pengujian XRF (<i>X-Ray Fluorescence</i>)	98
4.6	Hasil Pengujian Karbonasi	100
4.7	Hubungan Antar Pengujian	102
4.7.1	Hubungan Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah.....	102
4.7.2	Hubungan Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur	103
4.7.3	Hubungan Pengujian Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur	104
4.7.4	Hubungan Pengujian Kuat Tekan dan Karbonasi	105
4.8	Perbandingan Mortar PSC dengan Bahan Lain.....	105
4.8.1	Perbandingan Kuat Tekan Mortar PSC dengan Bahan Lain.....	105
4.8.2	Perbandingan Kuat Tarik Belah Mortar PSC dengan Bahan Lain.	106
4.8.3	Perbandingan Kuat Lentur Mortar PSC dengan Bahan Lain.....	107
4.8.4	Perbandingan <i>SEM</i> Mortar PSC dengan Bahan Lain.....	108
4.8.5	Perbandingan <i>XRF</i> Mortar PSC dengan Bahan Lain	109
4.9	Pengaplikasian Material PSC	110
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		111
5.1	Kesimpulan	111
5.2	Saran	111

DAFTAR PUSTAKA	xxvi
LAMPIRAN.....	xxx1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Normal dan Bercampur Slag Tanpa Bakar (Juansyah dkk., 2020)	7
Tabel 2.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Normal dan Bercampur Slag Pasca Bakar Suhu 300°C (Juansyah dkk., 2020)	7
Tabel 2.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Normal dan Bercampur Slag Pasca Bakar Suhu 600°C (Juansyah dkk., 2020)	8
Tabel 2.4 Hasil Kuat Tekan Rata-Rata (Kaselle dan Allo, 2021).....	9
Tabel 2.5 Hasil Kuat Tekan Beton Substitusi Slag pada Semen Umur 7 Hari (Zainul dkk., 2018).....	11
Tabel 2.6 Hasil Kuat Tekan Beton Substitusi Slag pada Semen Umur 21 Hari (Zainul dkk., 2018).....	12
Tabel 2.7 Hasil Kuat Tekan Beton Substitusi Slag pada Semen Umur 28 Hari (Zainul dkk., 2018).....	13
Tabel 2.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi (Yunianti, 2021).....	15
Tabel 2.9 Campuran Proporsi Beton (Guo et al., 2018)	18
Tabel 2.10 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Porous dengan Slag Baja dan atau Batu Pecah (Sukarman dkk., 2022)	20
Tabel 2.11 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Untuk 1 m ³ (Suwindu dan Sandy, 2020)	21
Tabel 2.12 Kuat Tekan Beton dari Variasi Substitusi Slag Nikel 0% (Suwindu dan Sandy, 2020)	22
Tabel 2.13 Kuat Tekan Beton dari Variasi Substitusi Slag Nikel 15% (Suwindu dan Sandy, 2020)	22
Tabel 2.14 Kuat Tekan Beton dari Variasi Substitusi Slag Nikel 30% (Suwindu dan Sandy, 2020)	23
Tabel 2.15 Karakteristik Campuran Beton Mutu M40 (kg/m ³) (Sharba, 2019)	25
Tabel 2.16 Kuat Tekan Campuran Beton Berbeda Termasuk SS dan RCA Sebagai Pengganti Agregat (Sharba, 2019).....	26
Tabel 2.17 Hasil Pengujian Slag Baja Sebagai Agregat Kasar (Tiranda dkk., 2021)	29
Tabel 2.18 Hasil Pengujian Slag Nikel Sebagai Agregat Halus (Tiranda dkk., 2021)	29
Tabel 2.19 Data Pengujian Kuat Tekan Beton (Tiranda dkk., 2021).....	29
Tabel 2.20 Kuat Tarik Belah Beton (Tiranda dkk., 2021)	30
Tabel 2.21 Kuat Lentur Beton (Tiranda dkk., 2021).....	31
Tabel 2.22 Hasil Pengujian Agregat Halus (Bunga' dkk., 2021).....	38
Tabel 2.23 Hasil Pengujian Agregat Kasar (Bunga' dkk., 2021).....	38
Tabel 2.24 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pasir Gamping 0% (Bunga' dkk., 2021)	38
Tabel 2.25 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pasir Gamping 10% (Bunga' dkk., 2021)	39

Tabel 2.26 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Pasir Gamping 20% (Bunga' dkk., 2021)	39
Tabel 2.27 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton (Bunga' dkk., 2021)	40
Tabel 2.28 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton (Bunga' dkk., 2021).....	41
Tabel 2.29 Hasil Pengukuran Kedalaman Karbon (Hermansyah, 2019).....	43
Tabel 2.30 Perbandingan Jurnal Terdahulu dengan Sekarang	43
Tabel 2.31 Komposisi dari Penelitian Terdahulu.....	51
Tabel 3.1 Data Mix Design 1 m ³ dengan FAS 0,5 dan FAS 0,6.....	74
Tabel 4.1 Analisis Gradasi Butiran Agregat Halus	84
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus...	86
Tabel 4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus.....	86
Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Tarik Baja Tulangan Polos Diameter 10 mm	87
Tabel 4.5 Hasil Uji Tarik Baja	87
Tabel 4.6 Mix Design 1 m ³ dengan FAS 0,5 dan FAS 0,6	88
Tabel 4.7 Klasifikasi Workability (Mermerdaş et al., 2017).....	88
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Flow Table	89
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Densitas.....	89
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Susut Mortar 28 Hari (a) Silinder dan (b) Balok .	90
Tabel 4.11 Senyawa Oksida Mortar PSC FAS 0,5 dan FAS 0,6	95
Tabel 4.12 Hasil Pemeriksaan XRF FAS 0,5 dan FAS 0,6 material PSC	99
Tabel 4.13 Nilai Kedalaman Karbonasi FAS 0,5 dan FAS 0,6.....	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik Kuat Tekan Mortar Normal Maupun Bersubstitusi <i>Slag</i> Tanpa Pembakaran Pada Umur 14, 21 dan 28 Hari (Juansyah dkk., 2020).....	7
Gambar 2.2	Grafik Kuat Tekan Mortar Normal Maupun Bersubstitusi <i>Slag</i> Pembakaran Suhu 300°C Pada Umur 14, 21 Dan 28 Hari (Juansyah dkk., 2020).....	8
Gambar 2.3	Grafik Kuat Tekan Mortar Normal Maupun Bersubstitusi <i>Slag</i> Pembakaran Suhu 600°C Pada Umur 14, 21 Dan 28 Hari (Juansyah dkk., 2020).....	8
Gambar 2.4	Hasil Pengujian Kuat Tekan (Kaselle dan Allo, 2021)	9
Gambar 2.5	Hasil Pengujian Kuat Lentur (Kaselle dan Allo, 2021).....	10
Gambar 2.6	Grafik Hubungan Persentase Substitusi <i>Slag</i> pada semen dengan Kuat Tekan Beton (Zainul dkk., 2018)	14
Gambar 2.7	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Rata-rata dengan Variasi <i>Iron Slag</i> (Yunianti, 2021)	15
Gambar 2.8	Grafik Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Variasi Terhadap Beton Normal (Yunianti, 2021).....	16
Gambar 2.9	Grafik Gradasi Ukuran Agregat Halus dan Kasar (Guo et al., 2018).....	17
Gambar 2.10	Pola XRD <i>Slag</i> (Guo et al., 2018)	17
Gambar 2.11	Pengaruh Penambahan <i>Slag</i> Terhadap Kuat Tekan Beton (Guo et al., 2018).....	19
Gambar 2.12	Kuat Tarik Belah Beton Porous dengan <i>Slag</i> Baja atau Batu Pecah Pada Umur 28 Hari (Sukarman dkk., 2022)	20
Gambar 2.13	Diagram Batang Hubungan Variasi <i>Slag</i> dan Kuat Tarik Belah (Suwindu dan Sandy, 2020)	24
Gambar 2.14	Diagram Batang Hubungan Variasi <i>Slag</i> dan Kuat Lentur Beton (Suwindu dan Sandy, 2020).....	24
Gambar 2.15	Kuat Tarik Belah Beton Mengandung <i>Steel Slag</i> Selama 7 Hari dan 28 Hari (Sharba, 2019)	27
Gambar 2.16	Kuat Tarik Belah Beton Mengandung RCA Selama 7 Hari dan 28 Hari (Sharba, 2019)	27
Gambar 2.17	Kuat Lentur Beton Mengandung RCA dan SS Selama 28 Hari (Sharba, 2019)	28
Gambar 2.18	Kuat Tekan Beton Campuran SCC (Gupta dan Siddique, 2019).....	32
Gambar 2.19	Kuat Tarik Belah Campuran SCC (Gupta dan Siddique, 2019).....	33
Gambar 2.20	SEM 0 CS-SCC Pada Umur Beton 28 Hari (Gupta dan Siddique, 2019).....	33
Gambar 2.21	SEM 20 CS-SCC Pada Umur Beton 28 Hari (Gupta dan Siddique, 2019).....	33

Gambar 2.22	SEM 30 CS-SCC Pada Umur Beton 28 Hari (Gupta dan Siddique, 2019).....	34
Gambar 2.23	SEM 40 CS-SCC Pada Umur Beton 28 Hari (Gupta dan Siddique, 2019).....	34
Gambar 2.24	SEM 60 CS-SCC Pada Umur Beton 28 Hari (Gupta dan Siddique, 2019).....	34
Gambar 2.25	SEM 0 CS-SCC Pada Umur Beton 90 Hari (Gupta dan Siddique, 2019).....	35
Gambar 2.26	SEM 20 CS-SCC Pada Umur Beton 90 Hari (Gupta dan Siddique, 2019).....	35
Gambar 2.27	SEM 30 CS-SCC Pada Umur Beton 90 Hari (Gupta dan Siddique, 2019).....	35
Gambar 2.28	SEM 40 CS-SCC Pada Umur Beton 90 Hari (Gupta dan Siddique, 2019).....	35
Gambar 2.29	SEM 60 CS-SCC Pada Umur Beton 90 Hari (Gupta dan Siddique, 2019).....	35
Gambar 2.30	XRD 0 CS-SCC (Gupta dan Siddique, 2019)	36
Gambar 2.31	XRD 10 CS-SCC (Gupta dan Siddique, 2019)	36
Gambar 2.32	XRD 20 CS-SCC (Gupta dan Siddique, 2019)	36
Gambar 2.33	XRD 30 CS-SCC (Gupta dan Siddique, 2019)	36
Gambar 2.34	XRD 40 CS-SCC (Gupta dan Siddique, 2019)	36
Gambar 2.35	XRD 50 CS-SCC (Gupta dan Siddique, 2019)	36
Gambar 2.36	XRD 60 CS-SCC (Gupta dan Siddique, 2019)	37
Gambar 2.37	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Umur Beton 28 Hari (Bunga' dkk., 2021).....	40
Gambar 2.38	Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Variasi <i>Slag</i> (Bunga' dkk., 2021).....	41
Gambar 2.39	Hubungan Variasi <i>Slag</i> Nikel dan Kuat Lentur Beton (Bunga' dkk., 2021).....	42
Gambar 2.40	Proses Reaksi Karbonasi	55
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	57
Gambar 3.2	Pasir	57
Gambar 3.3	<i>Portland Composite Cement</i>	58
Gambar 3.4	<i>Slag</i>	58
Gambar 3.5	<i>Portland Slag Cement</i>	58
Gambar 3.6	Air.....	59
Gambar 3.7	Oli	59
Gambar 3.8	<i>Superplasticizer</i>	60
Gambar 3.9	Baja Polos, (a) Tulangan Utama, (b) Tulangan Sengkang, (c) Penulangan Balok.....	60
Gambar 3.10	Larutan <i>Phenophthalein</i>	60
Gambar 3.11	Timbangan Digital.....	61
Gambar 3.12	Saringan.....	61
Gambar 3.13	<i>Sieve Shaker</i>	62
Gambar 3.14	Nampan.....	62

Gambar 3.15	Gelas Ukur.....	62
Gambar 3.16	Meja Getar (<i>Slump Flow</i>)	63
Gambar 3.17	<i>Mixer Concrete</i>	63
Gambar 3.18	<i>Compression Testing Machine</i>	64
Gambar 3.19	<i>Micro-Computer Universal Testing Machines</i>	64
Gambar 3.20	Oven	64
Gambar 3.21	Bekisting Silinder	65
Gambar 3.22	Bekisting Balok	65
Gambar 3.23	Sekop	65
Gambar 3.24	Batang Baja Penusuk.....	66
Gambar 3.25	Jangka Sorong	66
Gambar 3.26	Bak Perendam Sampel.....	66
Gambar 3.27	Semprotan.....	67
Gambar 3.28	<i>Thermogun</i>	67
Gambar 3.29	Proses Pengayakan Agregat Halus	68
Gambar 3.30	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	69
Gambar 3.31	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air.....	70
Gambar 3.32	Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	70
Gambar 3.33	Pengujian Kuat Tarik Baja	71
Gambar 3.34	Proses pembuatan benda uji, (a) <i>Slag</i> sebelum dihancurkan, (b) Proses pengayakan <i>slag</i> , (c) <i>Slag</i> setelah pengayakan saringan no. 100, (d) Semen portland komposit, (e) Proses pencampuran <i>slag</i> dengan semen portland, (f) Hasil pencampuran <i>slag</i> dengan semen portland.....	72
Gambar 3.35	Benda Uji Berbentuk Silinder	73
Gambar 3.36	Benda Uji Berbentuk Balok.....	74
Gambar 3.37	<i>Flow Table Test</i>	76
Gambar 3.38	Suhu.....	76
Gambar 3.39	Pengujian Densitas	77
Gambar 3.40	Pengujian Susut Mortar	78
Gambar 3.41	Pengujian Kuat Tekan Mortar	78
Gambar 3.42	Pengujian Kuat Tarik Belah	79
Gambar 3.43	Pengujian Kuat Lentur.....	80
Gambar 3.44	Benda uji SEM EDX	80
Gambar 3.45	Pengujian SEM EDX.....	81
Gambar 3.46	Benda Uji XRF	81
Gambar 3.47	Pengujian XRF	82
Gambar 4.1	Grafik Persentase Lolos Kumulatif	85
Gambar 4.2	Grafik Daerah Gradasi 3.....	85
Gambar 4.3	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja	87
Gambar 4.4	Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tekan	91
Gambar 4.5	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan	92
Gambar 4.6	Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Tarik Belah	93
Gambar 4.7	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah	93
Gambar 4.8	Benda Uji Setelah Pengujian Kuat Lentur.....	94

Gambar 4.9	Grafik Hasil Pengujian Kuat Lentur.....	94
Gambar 4.10	Hasil SEM EDX Mortar PSC FAS 0,5.....	96
Gambar 4.11	Hasil SEM EDX Mortar PSC FAS 0,6.....	97
Gambar 4.12	Grafik Kandungan dalam <i>Microstructure</i> Mortar PSC FAS 0,5	98
Gambar 4.13	Grafik Kandungan dalam <i>Microstructure</i> Mortar PSC FAS 0,6	98
Gambar 4.14	Hasil Pengujian XRF Pada FAS 0,5.....	100
Gambar 4.15	Hasil Pengujian XRF Pada FAS 0,6.....	100
Gambar 4.16	Benda Uji Paparan Kering FAS 0,5 (a), Benda Uji Paparan Basah FAS 0,5 (b), Benda Uji Paparan Basah Kering FAS 0,5 (c).....	101
Gambar 4.17	Benda Uji Paparan Kering FAS 0,6 (a), Benda Uji Paparan Basah FAS 0,6 (b), Benda Uji Paparan Basah Kering FAS 0,6 (c).....	101
Gambar 4.18	Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah	103
Gambar 4.19	Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur	103
Gambar 4.20	Hubungan Kuat Tarik Belah dan Kuat Lentur	104
Gambar 4.21	Hubungan Kuat Tekan dan Karbonasi	105
Gambar 4.22	Perbandingan Kuat Tekan	106
Gambar 4.23	Perbandingan Kuat Tarik Belah	107
Gambar 4.24	Perbandingan Kuat Lentur.....	108
Gambar 4.25	Perbandingan Hasil Pengujian SEM	109

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Pengujian gradasi agregat halus	xxxi
Lampiran 2. Pengujian kadar lumpur agregat halus.....	xxxiii
Lampiran 3. Pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus	xxxiv
Lampiran 4. Pengujian kadar air agregat halus.....	xxxvi
Lampiran 5. Pengujian kuat tarik baja	xxxviii
Lampiran 6. Pengujian densitas	xl
Lampiran 7. Pengujian susut mortar	xlii

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
W1	[g]	Berat pasir kering tungku sebelum dicuci
W2	[g]	Berat pasir kering tungku setelah dicuci + nampan
W3	[g]	Berat nampan
W4	[g]	Berat pasir kering tungku setelah dicuci
A	[g]	Berat benda uji kering oven
B	[g]	Berat piknometer yang berisi air
C	[g]	Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan
S	[g]	berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan
P	%	Kadar air
D0	[cm]	Diameter bawah kerucut
D1	[cm]	Diameter setelah pengujian uji <i>flow</i>
Pmaks	[N]	Gaya tekan maksimum
δm	[MPa]	Kekuatan tekan mortar
Fct	[MPa]	Kuat tarik belah
P	[N]	Beban uji maksimum (beban belah/ hancur)
L	[mm]	Panjang benda uji
D	[mm]	Diameter benda uji
R	[MPa]	Modulus runtuh
b	[mm]	Lebar balok rata-rata
d	[mm]	Tinggi balok rata-rata
SI		Silika
FE		Ferron
C		Carbon
O		Oksigen
Na		Natrium
Mg		Magnesium
Al		Aluminium
S		Sulfur
K		Kalium
Ca		Kalsium
Ti		Titanium
Fe		Besi
SO ₃		Belerang trioksida
K ₂ O		Kalium oksida
CaO		Kalsium oksida
TiO ₂		Titanium dioksida
V ₂ O ₅		Vanadium pentaoksida
Cr ₂ O ₃		Kromium (III)
MnO		Mangan dioksida
Fe ₂ O ₃		Besi (III)
CuO		Tembaga (II)
ZnO		Seng oksida

SrO	Stronsium oksida
MoO ₃	Molibdenum trioksida
In ₂ O ₃	Lantanum oksida
BaO	Barium oksida
Eu ₂ O ₃	Europium oksida
Yb ₂ O ₃	Ytterbium (III)
Re ₂ O ₇	Renium (VII) oksida
HgO	Raksa (II)

DAFTAR SINGKATAN

PSC	:	<i>Portland Slag Cement</i>
FAS	:	Faktor Air Semen
BSN	:	Badan Standarisasi Nasional
SNI	:	Standarisasi Nasional Indonesia
ASTM	:	<i>American Society for Testing and Materials</i>
SEM	:	<i>Scanning Electron Microscope</i>
XRF	:	<i>X-Ray Fluorescence</i>
PCN	:	<i>Portland Cement Normal</i>
NC	:	<i>Normal Concrete</i>
SCC	:	<i>Steel Slag Sand Concrete</i>
SSD	:	<i>Saturated Surface Dry</i>
MHB	:	Modulus Halus Butiran
C-S-H	:	Kalsium Silika Hidrat
CH	:	Kalsium Hidrat

DAFTAR ISTILAH

1. *Curing*
Perawatan beton.
2. Kelecekan
Kemudahan pembuatan campuran mortar dari proses diaduk, diangkut dan dipadatkan.
3. *Workability*
Tingkatan kemudahan untuk mengerjakan campuran mortar atau beton.
4. *Admixture*
Bahan yang ditambahkan pada campuran mortar atau beton.
5. *Grouting*
Perbaikan struktur beton dengan memasukkan bahan campuran ke bagian dalam beton yang retak atau berlubang.
6. *Patch repair*
Proses perbaikan pada beton yang rusak dengan menambahkan bahan baru untuk memperbaikinya.
7. *Slag*
Limbah hasil dari proses peleburan baja.
8. *Flow Table*
Pengujian untuk menilai kualitas campuran mortar.
9. *Mix design*
Proses penentuan komposisi optimal bahan-bahan dalam campuran beton atau mortar.
10. *Trial and error*
Proses eksperimen berulang untuk menemukan komposisi yang optimal.
11. *Micro crack*
Keretakan yang sangat kecil.
12. *Void*
Pori-pori.
13. *Crushing*
Metode membelah beton atau mortar.

14. Homogen
Campuran mortar atau beton menyatu secara merata.
15. *Blended cement*
Naiknya air ke permukaan mortar atau beton.
16. *Sustainable*
Bahan konstruksi berkelanjutan.