

PEMANFAATAN BUBUK LIMBAH MARMER DAN LIMBAH KERAMIK DALAM *SELF COMPACTING CONCRETE* MUTU TINGGI

TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md.)
pada Program Studi DIII Teknik Sipil
Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun Oleh :

SAGUH RAHARJO
NIM. I 8517025

PROGRAM STUDI DIII TEKNIK SIPIL SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA

2020

THE UTILIZATION OF MARBLE WASTE POWDER AND CERAMIC WASTE IN HIGH-STRENGTH SELF-COMPACTING CONCRETE

FINAL PROJECT

Written to fulfill a requirement to obtain *Ahli Madya (A.Md.)* in a Diploma Study
Program of Civil Engineering Department of Vocational School
of Sebelas Maret University, Surakarta



by :

SAGUH RAHARJO
NIM. I 8517025

CIVIL ENGINEERING UNDERGRADUATE STUDY PROGRAM
CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT OF VOCATIONAL SCHOOL
SEBELAS MARET UNIVERSITY
SURAKARTA

2020

HALAMAN PERSETUJUAN
PEMANFAATAN BUBUK LIMBAH MARMER
DAN LIMBAH KERAMIK DALAM *SELF*
***COMPACTING CONCRETE* MUTU TINGGI**

TUGAS AKHIR

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Ahli Madya (A.Md. T)
pada Program Studi DIII Teknik Sipil
Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret Surakarta



Disusun Oleh :

SAGUH RAHARJO
NIM. I 8517025

Telah disetujui oleh :
Dosen Pembimbing

Widi Hartono, S.T., M.T.
NIP. 19730729 199903 1 001

HALAMAN PENGESAHAN
PEMANFAATAN BUBUK LIMBAH MARMER DAN LIMBAH
KERAMIK DALAM *SELF COMPACTING CONCRETE* MUTU
TINGGI
TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

SAGUH RAHARJO
NIM. 1 8517025


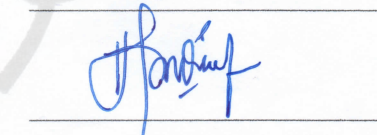
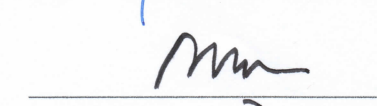
Telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Program Studi Diploma III
Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Pada

Tanggal :

Tim Penguji :

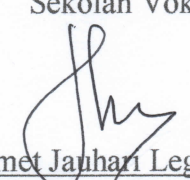
1. Widi Hartono, S.T., M.T.
NIP. 19730729 199903 1 001
2. Dr. Dewi Handayani, S.T., M.T.
NIP. 19710919 199512 2 001
3. Ir. Sunarmasto, M.T.
NIP. 19560717 198703 1 003

Mengesahkan,



Direktur
Sekolah Vokasi
Drs. Santoso Tri Hananto, M.Acc., Ak
NIP. 19690924 199402 1 001

Kepala Program Studi DIII Teknik
Sipil
Sekolah Vokasi UNS

Slamet Jauhari Legowo, ST, MT.
NIP. 19670413 199702 1 001

MOTTO

“Tuhan tidak menuntut kita untuk sukses. Tuhan hanya menyuruh kita berjuang tanpa henti.”

(Emha Ainun Nadjib)

“Hidup yang sebenarnya itu ilmu tingkat tinggi, Belajarnya setiap hari Latihannya setiap saat, Ujiannya sering mendadak.”

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini dipersembahkan untuk:

1. Allah subhanahu wa ta'ala, yang selalu memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya.
2. Bapak dan Ibu tercinta yang selalu menjaga dan memberi dorongan dalam menapaki setiap langkah hidup.
3. Mas Wawan, Mas Dwi, Mas Kris, Mbak Ita, dan Mas Yogi. Saudara kandung yang selalu mejadi penguat disaat diri mulai letih
4. Bapak Widi Hartono, S.T, M.T yang selalu memberi bimbingan dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Widi Hartono, S.T., M.T. dan Ibu Dr. Dewi Handayani S.T., M.T. yang selalu medukung dan membantu di dalam maupun di luar akademik.
6. Teman-teman D3 Teknik Sipil 2017 pada umumnya, dan D3 Teknik Sipil Bangunan Gedung 17 khususnya.

ABSTRAK

Seiring meningkatnya kebutuhan bahan bangunan. Dalam upaya pemenuhannya terkadang menimbulkan limbah. Limbah yang dihasilkan tersebut apabila tidak dikelola tentunya akan menjadi masalah yang berkaitan dengan aspek lingkungan. Seperti pada limbah bubuk marmer dan limbah keramik yang dihasilkan pada produksi pengolahan produk. Pada penelitian Tugas Akhir ini, limbah marmer akan digunakan sebagai bahan pengisi (filler) pada beton dan limbah keramik sebagai substituen parsial kerikil dengan upaya menciptakan beton yang lebih kuat, ramah lingkungan, dan harga yang lebih murah.

Besarnya kombinasi penambahan bubuk limbah marmer dan limbah keramik berturut turut sebagai berikut: 0%+0%, 5%+30%, 7%+40% , dan 10%+50% dari berat semen dan berat kerikil. Kuat tekan rencana penelitian ini yaitu sebesar 24 MPa dalam 1 hari.

Hasil pengujian kuat tekan, menunjukkan bahwa beton dengan kombinasi penambahan 5%+30% memberikan peningkatan kuat tekan paling optimal yaitu sebesar 23,67 MPa. Dengan demikian bubuk limbah marmer dan limbah keramik memiliki pengaruh yang baik pada beton.

Kata kunci: Beton, limbah marmer, limbah keramik

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan karunia-Nya, sehingga Tugas Akhir **“PEMANFAATAN BUBUK LIMBAH MARMER DAN LIMBAH KERAMIK DALAM *SELF COMPACTING CONCRETE* MUTU TINGGI”** dapat diselesaikan dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk meraih gelar Ahli Madya pada Program Studi Diploma Tiga Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta. Dengan adanya Tugas Akhir ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan pengalaman mengenai perencanaan jalan bagi penulis maupun pembaca.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan dan pengerjaan Tugas Akhir ini. Secara khusus penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Direktur dan Pembantu Direktur Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Slamet Jauhari Legowo, S.T, M.T., selaku Kepala Program DIII Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Dr. Dewi Handayani, ST, M.T., selaku Dosen Pembina Prodi DIII Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
4. Widi Hartono, S.T, M.T., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
5. Dr. Endah Safitri, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Suwito, selaku Dewan Pembina Kehormatan SemarSolid Team
7. Rekan–rekan DIII Teknik Sipil Bagunan Gedung 2017
8. Rekan–rekan DIII Teknik Sipil 2017
9. *Official* SemarSolid Team 2018 dan semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Dalam Penyusunan Tugas Akhir ini penulis menyadari masih terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu, kritik dan saran yang membawa kearah perbaikan dan bersifat sangat penyusun harapkan.

Akhir kata semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun khususnya dan pembaca pada umumnya.

Surakarta, Juni 2020

Penyusun

Saguh Raharjo
NIM I8517025W



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ENGLISH COVER	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GRAFIK	xviii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1	Latar Belakang	1
1.2	Rumusan Masalah	3
1.3	Tujuan.....	4
1.4	Batasan Masalah.....	4
1.5	Manfaat Penelitian.....	4

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1	Tinjauan Pustaka	5
2.2	Landasan Teori	7
2.2.1	Beton	7
2.2.2	<i>Self Compacting Concrete (SCC)</i>	9
2.2.3	Benda Uji Beton	9
2.2.4	Kuat tekan Beton	10
2.2.5	Bahan Penyusun beton	11
2.2.5.1	Semen <i>Portland</i>	12
2.2.5.2	Agregat	15
2.2.5.3	Air.....	17

2.2.5.4	Bahan Tambah.....	18
2.2.6	<i>Green concrete</i>	23
2.2.7	Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)	24
2.2.8	Rencana Anggaran Biaya	27

BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1	Metode Penelitian.....	29
3.2	Waktu dan tempat Penelitian.....	29
3.3	Teknik Pengumpulan Data.....	29
3.4	Benda Uji.....	30
3.5	Bahan Uji.....	30
3.6	Alat Uji.....	31
3.7	Standar Penelitian dan Spesifikasi Material Penyusunan Beton.....	37
3.8	Tahapan dan Prosedur Penelitian	38
3.9	Pengujian Material Penyusun Beton	41
3.9.1	Agregat Halus.....	41
3.9.1.1	Pengujian Agregat halus	41
3.9.2	Agregat Kasar.....	44
3.9.2.1	Pengujian Agregat Kasar.....	44
3.10	Pengolahan Limbah Untuk Campuran Beton.....	47
3.10.1	Pengolahan Bubuk Limbah Marmer	47
3.10.2	Pengolahan Limbah Keramik.....	47
3.11	Rancang Campur (Mix Desain).....	48
3.12	Pembuatan Benda Uji.....	49
3.13	Pengujian Nilai Slump Flow	49
3.14	Pengujian Kuat Tekan	50

BAB 4 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1	Proses Penyiapan Bahan Tambah	51
4.1.1	Proses Penyiapan Bahan Tambah Bubuk Limbah Marmer	51
4.1.2	Proses Penyiapan Bahan Tambah Limbah Keramik	52
4.2	Pengujian Agregat Halus.....	53
4.2.1	Pengujian Kandungan Lumpur.....	53

4.2.1.1	Peralatan dan Bahan	53
4.2.1.1.1	Alat	53
4.2.1.1.2	Bahan.....	54
4.2.1.1.3	Gambar Alat dan Bahan	54
4.2.1.1.3.1	Gambar Alat	54
4.2.1.1.3.2	Gambar Bahan.....	55
4.2.1.2	Langkah kerja yang dilakukan	55
4.2.1.3	Data Hasil Pengujian.....	55
4.2.1.4	Analisa Hasil Pengujian	56
4.2.2	Pengujian Kandungan Zat Organik	56
4.2.2.1	Peralatan dan Bahan	57
4.2.2.1.1	Alat	57
4.2.2.1.2	Bahan.....	57
4.2.2.1.3	Gambar Alat dan Bahan	57
4.2.2.1.3.1	Gambar Alat	57
4.2.2.1.3.2	Gambar Bahan.....	58
4.2.2.2	Langkah kerja yang dilakukan	59
4.2.2.3	Data Hasil Pengujian.....	59
4.2.2.4	Analisa Hasil Pengujian	59
4.2.3	Pengujian Gradasi Agregat halus	60
4.2.3.1	Peralatan dan Bahan	60
4.2.3.1.1	Alat	60
4.2.3.1.2	Bahan.....	60
4.2.3.1.3	Gambar Alat dan Bahan	60
4.2.3.1.3.1	Gambar Alat	61
4.2.3.1.3.2	Gambar Bahan.....	61
4.2.3.2	Langkah kerja yang dilakukan	61
4.2.3.3	Data Hasil Pengujian.....	62
4.2.3.4	Analisa Hasil Pengujian	62
4.3	Pengujian Agregat Kasar.....	63
4.3.1	Gradasi Agregat Kasar	63
4.3.1.1	Peralatan dan Bahan	63

4.3.1.1.1	Alat	64
4.3.1.1.2	Bahan.....	64
4.3.1.1.3	Gambar Alat dan Bahan	64
4.3.1.1.3.1	Gambar Alat	64
4.3.1.1.3.2	Gambar Bahan.....	65
4.3.1.2	Langkah kerja yang dilakukan	65
4.3.1.3	Data Hasil Pengujian.....	65
4.3.1.4	Analisa Hasil Pengujian	66
4.3.2	Pengujian Specific Gravity Agregat Kasar.....	67
4.3.2.1	Peralatan dan Bahan	67
4.3.2.1.1	Alat	68
4.3.2.1.2	Bahan.....	68
4.3.2.1.3	Gambar Alat dan Bahan	68
4.3.2.1.3.1	Gambar Alat	68
4.3.2.1.3.2	Gambar Bahan.....	69
4.3.2.2	Langkah kerja yang dilakukan	70
4.3.2.3	Data Hasil Pengujian.....	70
4.3.2.4	Analisa Hasil Pengujian	70
4.3.3	Pengujian Abrasi Agregat Kasar.....	71
4.3.3.1	Peralatan dan Bahan	71
4.3.3.1.1	Alat	71
4.3.3.1.2	Bahan.....	71
4.3.3.1.3	Gambar Alat dan Bahan	71
4.3.3.1.3.1	Gambar Alat	72
4.3.3.1.3.2	Gambar Bahan.....	73
4.3.3.2	Langkah kerja yang dilakukan	73
4.3.3.3	Data Hasil Pengujian.....	74
4.3.3.4	Analisa Hasil Pengujian	74
4.4	Perhitungan Rancang Campur Beton (Mix Desain).....	74
4.5	Proses Pembuatan Benda Uji	75
4.5.1	Peralatan dan Bahan	75
4.5.1.1	Alat.....	76

4.5.1.2	Bahan.....	76
4.5.1.3	Gambar Alat dan Bahan	76
4.5.1.3.1	Gambar Alat	77
4.5.1.3.2	Gambar Bahan.....	78
4.5.2	Langkah kerja yang dilakukan	79
4.5.3	Data Hasil Pengujian.....	80
4.6	Pengujian Nilai Slump Flow	81
4.6.1	Peralatan dan Bahan	81
4.6.1.1	Alat	81
4.6.1.2	Bahan.....	81
4.6.1.3	Gambar Alat dan Bahan	81
4.6.1.3.1	Gambar Alat	81
4.6.1.3.2	Gambar Bahan.....	82
4.6.2	Langkah kerja yang dilakukan	82
4.6.3	Data Hasil Pengujian.....	83
4.6.4	Analisa Hasil Pengujian	84
4.7	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	84
4.8	Aplikasi pada Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)	86
4.9	Rencana Anggaran Biaya Tiap m3.....	88
4.10	Analisa Dampak Penambahan Bubuk Limbah Marmer dan Limbah Keramik.....	91
4.10.1	Aspek Ekonomi	91
4.10.2	Aspek Sosial.....	91
4.10.3	Aspek Lingkungan	91

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	93
5.2	Saran	94

PENUTUP.....95

DAFTAR PUSTAKA96

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Limbah Keramik	2
Gambar 2.1	Benda Uji Kuat Tekan Beton	11
Gambar 2.2	Perbedaan reaksi hidrasi dan reaksi pozzolanic	20
Gambar 2.3	Struktur analisis Harga Satuan Pekerjaan (HSP)	28
Gambar 3.1	Neraca Kapasitas 5 Kg	31
Gambar 3.2	Neraca Kapasitas 50 Kg	31
Gambar 3.3	Sieve Shaker	32
Gambar 3.4	Oven	32
Gambar 3.5	Conical Mould	33
Gambar 3.6	Mesin Los Angeles	33
Gambar 3.7	Mould	34
Gambar 3.8	Kerucut Abrams	34
Gambar 3.9	Mesin Uji Kuat Tekan	35
Gambar 3.10	Papan Air	35
Gambar 3.11	Bak Mixing	36
Gambar 3.12	Gelas Ukur	36
Gambar 3.13	Alat Pertukangan	37
Gambar 3.14	Diagram Alir Metode Penelitian	40
Gambar 4.1	Limbah Marmer	52
Gambar 4.2	Bahan Tambah BubukLimbah marmer	52
Gambar 4.3	Limbah Keramik	53
Gambar 4.4	Bahan Tambah Limbah Keramik	53
Gambar 4.5	Gelas Ukur 250 cc	54
Gambar 4.6	Neraca ketelitian 0,1 g	54
Gambar 4.7	Oven	54
Gambar 4.8	Cawan	54
Gambar 4.9	Pasir Kering Oven	55
Gambar 4.10	Air Bersih	55
Gambar 4.11	Hasil Pengujian Kandungan Lumpur dalam Pasir	56
Gambar 4.12	Gelas Ukur 250 cc	57

Gambar 4.13 Ayakan	57
Gambar 4.14 Oven	58
Gambar 4.15 Neraca ketelitian 0,1 g.....	58
Gambar 4.16 Cawan.....	58
Gambar 4.17 Larutan NaOH 3% 200 ml	58
Gambar 4.18 Pasir Kering Oven 130 ml.....	58
Gambar 4.19 Larutan NaOH dalam Pasir Setelah Didiamkan Selama 24 Jam	59
Gambar 4.20 Neraca	61
Gambar 4.21 Satu Set Ayakan Agregat Halus	61
Gambar 4.22 Pasir Kering Oven 3000 gr.....	61
Gambar 4.23 Satu Set Ayakan & Mesin Penggetar	64
Gambar 4.24 Neraca	64
Gambar 4.25 Kerikil	65
Gambar 4.26 Neraca / timbangan	68
Gambar 4.27 Bejana.....	68
Gambar 4.28 Container.....	69
Gambar 4.29 Oven	69
Gambar 4.30 Ember	69
Gambar 4.31 Cawan.....	69
Gambar 4.32 Agregat kasar	69
Gambar 4.33 Air Bersih	69
Gambar 4.34 Mesin Los Angeles.....	72
Gambar 4.35 Bola Pejal	72
Gambar 4.36 Ayakan	72
Gambar 4.37 Neraca	72
Gambar 4.38 Oven	72
Gambar 4.39 Agregat kasar	73
Gambar 4.40 Timbangan.....	77
Gambar 4.41 Cawan.....	77
Gambar 4.42 Gelas Ukur	77
Gambar 4.43 Bak mixing	77
Gambar 4.44 Mould silinder 20x10	77

Gambar 4.45 Alat pertukangan	77
Gambar 4.46 Kerucut abrams	78
Gambar 4.47 Papan air.....	78
Gambar 4.48 Meteran	78
Gambar 4.49 Semen PPC tipe 1	78
Gambar 4.50 Agregat halus	78
Gambar 4.51 Agregat Kasar.....	79
Gambar 4.52 Limbah keramik	79
Gambar 4.53 Bubuk limbah marmer.....	79
Gambar 4.54 Air bersih.....	79
Gambar 4.55 Super plasticizer	79
Gambar 4.56 Benda Uji	80
Gambar 4.57 Kerucut slump	81
Gambar 4.58 Papan Air.....	81
Gambar 4.59 Alat Pertukangan.....	82
Gambar 4.60 Meteran	82
Gambar 4.61 Beton Segar	82
Gambar 4.62 Uji Slum Flow	83
Gambar 4.63 Pengujian Kuat Tekan Beton	84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Benda Uji Beton	10
Tabel 2.2 Komposisi Bahan Utama Semen	13
Tabel 2.3 Jenis-jenis Semen <i>Portland</i> dengan Sifat-sifatnya.....	15
Tabel 2.4 Material <i>Pozzolan</i> Umumnya.....	21
Tabel 2.5 Karakteristik Fisik dari Material <i>Pozzolan</i>	21
Tabel 2.6 Unsur Bahan-bahan <i>Pozzolan</i>	23
Tabel 3.1 Sampel Benda Uji Beton dengan Bahan Tambah Bubuk Limbah Marmer dan Limbah Keramik	30
Tabel 3.2 Standar Penelitian dan Spesifikasi Bahan Dasar Penyusun Beton.....	37
Tabel 3.3 Pengaruh Kandungan Zat Organik Terhadap Penurunan Kekuatan Beton.....	41
Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Pencucian Agregat Halus	56
Tabel 4.2 Data Hasil Percobaan Gradasi Agregat Halus.....	62
Tabel 4.3 Data Hasil Perhitungan Gradasi Agregat Halus	62
Tabel 4.4 Data Pengujian Abrasi Agregat Kasar.....	66
Tabel 4.5 Hasil Perhitungan Abrasi Agregat Kasar	66
Tabel 4.6 Perencanaan <i>Mix Design</i>	75
Tabel 4.7 Proporsi Campuran Beton per 0,00471 m ³	75
Tabel 4.8. Data Hasil Pengujian Slump Flow	83
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	85
Tabel 4.10 RAB Pembuatan Bubuk Marmer	88
Tabel 4.11 RAB Pembuatan Agregat Kasar Keramik.....	89
Tabel 4.12 Perbandingan Beton Konvensional dengan Beton Inovasi per m ³ ..	90

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1. Hubungan antara diameter ayakan dengan persentase lolos	63
Grafik 4.2 Grafik Gradasi Agregat Kasar	67
Grafik 4.3 Hasil Pengujian Slum Flow	84
Grafik 4.4 Pengujian Kuat Tekan Beton.....	85
Grafik 4.5 Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	86

