

## **TUGAS AKHIR**

# **KUAT TEKAN BETON UNTUK *RIGID PAVEMENT* MENGGUNAKAN CAMPURAN LIMBAH *STEEL SLAG* SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR DAN PENAMBAHAN ZAT *ADDITIVE* DENGAN VARIASI UMUR BETON**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di  
Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



**Disusun oleh:**

**Fauzan Zhuhuri Maulana**

**20140110117**

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

**2019**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fauzan Zhuhuri Maulana  
NIM : 20140110117  
Judul : Kuat Tekan Beton Untuk Rigid Pavement  
Menggunakan Campuran Limbah Steel Slag Sebagai  
Substitusi Agregat Kasar Dan Penambahan Zat Additive  
Dengan Variasi Umur Beton.

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 ketidakbenaran 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, April 2019



Yang membuat pernyataan

Fauzan Zhuhuri Maulana

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan segala kerendahan hati dan ucapan syukur yang tak terhingga kepada Yang Maha Kuasa Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya serta memberikan kesempatan kepadaku untuk menyelesaikan salah satu tugas yaitu tugas akhir ini, serta untuk Nabi Muhammad SAW sebagai suri tauladan bagi Umat manusia.

Terimakasih ibu Ridarni dan papa Hasnel yang selalu mendoakan penulis disetiap ibadah. serta dukungan mereka yang selalu memberikan semangat dan motivasi kepada penulis. Tak cukup hanya dengan kata-kata rasa terimakasih untuk mengucapkannya. Semoga Allah SWT membalas seluruh kebaikan mereka dengan pahala dan nikmat kesehatan yang berlimpah. Penulis ingin selanjutnya tetap biasa membahagiakan mereka semua, karna kebahagiaan mereka adalah kebahagiaan untuk selamanya bagi penulis.

Untuk Kakak dan adik penulis, Yazid Khairul Insan, Hanifah Dian Putri dan tentunya Nida Fitriah yang selalu memberi semangat dalam bentuk apapun. Penulis sangat sayang kepada kalian semua. Semoga kita tetap bersama untuk terus tumbuh dewasa hingga tua nanti. Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua.

Dosen pembimbing penulis Bapak Emil Adly, ST., M.Eng yang telah membimbing, memotivasi dan memberikan ilmu-ilmu yang sangat bermanfaat sampai penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Semoga dengan ilmu-ilmu yang beliau berikan kepada penulis akan menjadi amal jahiriyah.

Teman satu tim penulis, Hari Prabowo dan Iswa yang bersedia bersama-sama bertukar pikiran, susah dan senang dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Teman di laboratorium Bahan Konstruksi yang bersedia membantu dalam melaksanakan penelitian. Semoga kebaikan mereka semua dibalas oleh Allah SWT.

Teman-teman dan sahabat terbaik penulis Ucok (baik budi), Kahfi, Farhan (gaston), Fakhri (odi), Fadil, Ilham, Trias, Ian, Ojan, Khairil, Yoga, Zico, Yudha, Chandra, Rifqi, Putra, Tangguh, Sasya, Rivan dan banyak lagi yang tak tersebut namanya. Mereka selalu memberi dukungan di saat penulis susah atau bahagia, tapi banyak susahnya. Semoga kalian dibalas oleh Allah SWT.

## 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 Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini yang berjudul ***“Kuat Tekan Beton Untuk Rigid Pavement Menggunakan Campuran Limbah Steel Slag Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dan Penambahan Zat Additive Dengan Variasi Umur Beton”***.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil.
2. Bapak Emil Adly, S.T., M.Eng selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan serta masukan yang membangun pada tugas akhir ini.
3. Bapak Dr.Guntur Nugroho, S.T, M.Eng selaku dosen penguji yang telah bersedia memberi kritik dan saran serta arahan yang membangun pada tugas akhir ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta atas ilmu yang telah diberikan dan bermanfaat bagi penyusun.
5. Kedua Orang Tua, kakak dan keluarga besar yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.

6. Teman-teman seperjuangan Teknik Sipil 2014, terimakasih atas bantuan dan kerjasamanya selama ini.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

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

وَالسَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Yogyakarta, April 2019

Fauzan Zhuhuri Maulana

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
PRAKARTA .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN .....	xv
DAFTAR ISTILAH.....	xvi
ABSTRAK .....	xvii
<i>ABSTRACT</i> .....	xviii
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 .....	5
2.1. Tinjauan Pustaka .....	5
2.1.1. Penelitian Sebelumnya .....	5
2.2. Dasar Teori.....	17
2.2.1. Beton .....	17
2.2.2. Beton Mutu Tinggi.....	18
2.2.3. Bahan Penyusun Beton.....	19
2.2.4. Pengujian Bahan .....	27
2.2.5. Pengujian <i>Slump</i> dan <i>Settingtime</i> .....	34

2.2.6.	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	34
2.2.7.	Modulus Elastisitas .....	36
BAB III. METODE PENELITIAN .....		37
3.1.	Lokasi Penelitian .....	37
3.2.	Metode Penelitian .....	37
3.3.	Bagan Alir Penelitian.....	37
3.4.	Peralatan Penelitian .....	39
3.5.	Bahan Penelitian .....	46
3.6.	Prosedur Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Material .....	48
3.7.	Perencanaan Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> ) .....	49
3.8.	Penggunaan Bahan Tambah ( <i>Admixture</i> ) .....	49
3.9.	Pembuatan Pencampuran Semua Bahan.....	50
3.10.	Pengujian <i>Slump</i> dan Perhitungan Waktu Ikut.....	50
3.11.	Perawatan Benda Uji ( <i>Curing</i> ) .....	51
3.12.	Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas .....	51
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		52
4.1.	Hasil Pengujian Bahan.....	52
4.1.1.	Pemeriksaan Agregat Halus .....	52
4.1.2.	Pemeriksaan Agregat Kasar .....	53
4.1.3.	Pemeriksaan <i>Steel Slag</i> .....	55
4.2.	Hasil Perencanaan Pencampuran Beton ( <i>Mix Design</i> ) .....	57
4.3.	Hasil Penelitian <i>Slump</i> dan Waktu Ikut ( <i>Setting Time</i> ).....	58
4.3.1.	Pemeriksaan Nilai <i>Slump</i> .....	58
4.3.2.	Pemeriksaan Waktu Ikut ( <i>Setting Time</i> ).....	61
4.4.	Hasil Pengujian Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas .....	62
4.4.1.	Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	62
4.4.2.	Pemeriksaan Modulus Elastisitas.....	65
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN .....		67
5.1.	Kesimpulan.....	67
5.2	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA .....		68
LAMPIRAN .....		72

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Rancangan Benda (Uji Winayati, megasari, 2017) .....	6
Tabel 2.2	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton (Uji Winayati, megasari, 2017) ...	6
Tabel 2.3	Hasil Rata-rata Kuat Tekan Beton Normal dan Beton Dengan Bahan Tambah <i>Bestmittel</i> (Rahmad dkk., 2016) .....	7
Tabel 2.4	Variasi Benda Uji (Mustika dkk., 2016).....	8
Tabel 2.5	Nilai Kuat Campuran Beton (Mustika dkk., 2016) .....	8
Tabel 2.6	Nilai Modulus Elastisitas Beton (Mustika dkk., 2016).....	9
Tabel 2.7	Nilai Uji Kuat Tarik Belah Beton (Mustika dkk., 2016) .....	9
Tabel 2.8	Hasik Kuat Tekan Beton <i>Slag</i> dan Beton Non- <i>slag</i> (Putra dan Karolina, 2017) .....	10
Tabel 2.9	Hasil Pengujian Kuat Tarik Beton <i>Slag</i> dan Beton Non- <i>Slag</i> (Putra dan Karolina, 2017).....	10
Tabel 2.10	Hasil Pengujian Momen Lentur Beton <i>Slag</i> dan Beton Non- <i>Slag</i> (Putra dan Karolina, 2017) .....	10
Tabel 2.11	Rekap Nilai Modulus Elastisitas Beton (Eksperimen) (Ulhaq dkk., 2016) .....	14
Tabel 2.12	Pengaruh Penggunaan Kadar Batu Candi Sebagai Pengganti Kerikil Terhadap Kuat Tekan (Gusanti dkk., 2014).....	15
Tabel 2.13	Batas Gradasi Agregat Halus (ASTM C33).....	22
Tabel 2.14	Kandungan Kimia PT. Karakatau Steel (Persero).....	24
Tabel 2.15	Data Teknis (PT. Sika Indonesia, 2007) .....	26
Tabel 2.16	Data Produk (PT. Sika Indonesi, 2005) .....	27
Tabel 2.17	Batas Zona Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834, 2002) .....	27
Tabel 2.18	Perbandingan Kuat Tekan Berbagai Ukuran Silinder Beton .....	35
Tabel 3.1	Variasi Sampel Benda Uji.....	37
Tabel 4.1	Hasil pengujian agregat halus .....	52
Tabel 4.2	Pemeriksaan Agregat Kasar .....	53
Tabel 4.3	Pemeriksaan <i>Steel Slag</i> Substitusi Agregat Kasar.....	55
Tabel 4.4	Kebutuhan Campuran Beton Untuk 1 m <sup>3</sup> .....	57
Tabel 4.5	Kebutuhan Campuran Beton Untuk 1 Buah Sampel Silinder.....	58



Tabel 4.6	Nilai <i>Slump</i> Tiap Variasi Campuran.....	59
Tabel 4.7	Hasil Pemeriksaan Waktu Ikat ( <i>Setting Time</i> ) .....	61
Tabel 4.8	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal <i>Additive</i> .....	62
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Steel Slag</i> 50% Dan 100%.....	63
Tabel 4.10	Hasil Pemeriksaan Modulus Elastisitas Beton.....	66

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik Nilai <i>Slump</i> Terhadap Persentase Substitusi Kerikil dengan <i>Steel Slag</i> (Pandiangan dan Karolina, 2017) .....	11
Gambar 2.2	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Berbagai Variasi (Pandiangan dan Karolina, 2017) .....	12
Gambar 2.3	Grafik Hubungan Beban dengan Lendutan Balok Bertulang Normal (Pandiangan dan Karolina, 2017) .....	12
Gambar 2.4	Grafik Hubungan Beban dengan Lendutan Balok Bertulang Substitusi <i>Steel Slag</i> 15% (Pandiangan dan Karolina, 2017) .....	12
Gambar 2.5	Grafik Hubungan Beban dengan Lendutan Balok Bertulang Substitusi <i>Steel Slag</i> 25% (Pandiangan dan Karolina, 2017) .....	13
Gambar 2.6	Hubungan Kuat Tekan Beton Rata-rata dengan Kadar Batu Candi (Gusanti dkk., 2014).....	15
Gambar 2.7	Grafik Nilai Modulus Elastisitas Rata-rata dengan Variasi Kadar Batu Candi (Gusanti dkk., 2014) .....	16
Gambar 3.1	Bagan Alir Penelitian .....	38
Gambar 3.2	Timbangan digital .....	40
Gambar 3.3	Neraca <i>ohaus</i> .....	40
Gambar 3.4	Penggaris .....	41
Gambar 3.5	Kaliper .....	41
Gambar 3.6	Oven pengujian .....	41
Gambar 3.7	Mesin abrasi <i>Los angles</i> .....	42
Gambar 3.8	Mesin <i>mixer</i> .....	42
Gambar 3.9	Kerucut <i>Abhrams</i> .....	43
Gambar 3.10	Cetakan benda uji.....	43
Gambar 3.11	Gelas ukur ukuran 1000 ml .....	43
Gambar 3.12	Cetok atau sekop .....	44
Gambar 3.13	Saringan.....	44
Gambar 3.14	<i>Electrick sieve shaker machine</i> .....	45
Gambar 3.15	Alat uji tekan <i>Concrete Compression Tester Machine</i> .....	45
Gambar 3.16	Semen Gersik berjenis PPC.....	46

Gambar 3.17	Agregat halus (pasir kali progo) .....	46
Gambar 3.18	Agregat kasar ( <i>split</i> ).....	47
Gambar 3.19	Air Laboratorium .....	47
Gambar 3.20	Limbah baja ( <i>Steel slag</i> ).....	47
Gambar 3.21	<i>Sikament NN</i> .....	48
Gambar 4.1	Grafik Nilai <i>Slump</i> Tiap Variasi Campuran .....	59
Gambar 4.2	Grafik Waktu ikat ( <i>setting Time</i> ).....	61
Gambar 4.3	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal <i>Additive</i> .....	62
Gambar 4.4	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Slag</i> 50% Dan 100%..	64
Gambar 4.5	Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton <i>Steel Slag</i> 100%.....	65
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Pengujian Tekan Tiap Variasi Beton .....	66

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. Hasil Pemeriksaan Material

Lampiran 2. Perencanaan Campuran Beton

Lampiran 3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Laboratorium

Lampiran 4. Dokumentasi Benda Uji

## DAFTAR LAMBANG, NOTASI DAN SINGKATAN

### Lambang dan Notasi

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
B1	[g]	Pasir jenuh kering muka
B2	[g]	Pasir setelah keluar oven
W3	[kg]	Berat benda uji
V	[m <sup>3</sup> ]	Volume mould
W	[-]	Presentase agregat halus terhadap berat agregat kasar
K	[-]	Modulus halus butiran agregat kasar
P	[-]	Modulus halus butiran agregat halus

### Singkatan

SNI	: Standar Nasional Indonesia
ASTM	: American Standard Testing and Material
PBI	: Peraturan Beton Indonesia

## DAFTAR ISTILAH

1. *High Strengt Concrete*  
Beton mutu tinggi dengan pencampuran bahan tertentu dan perlakuan khusus untuk mendapatkan kemampuan daya dukung beban yang tinggi.
2. *Plastocrete RT 06*  
Zat Kimia yang dapat mereduksi penggunaan air dan mengontrol waktu pengerasan pada beton
3. *Sikament NN*  
Zat kimia yang bersifat mengurangi air dan dapat mempercepat pengerasan pada beton
4. *Substitusi*  
Mengganti bahan material dengan material lain dengan volume yang sama atau berat yang sama
5. *Vibrator*  
Alat penggetar elektrik untuk memadatkan beton segar.
6. *Admixture*  
Bahan campuran tambahan.
7. *Variasi*  
Penampakan dari sifat tertentu yang menyebabkan satu organisme berbeda dengan organisme lain dalam satu jenis.
8. *Superplasticizer*  
Bahan tambah berupa cairan kimia.
9. *Flowability*  
Salah satu bagian dari pengujian beton segar atau cara menilai penyebaran beton segar.
10. *Fresh properties*  
Istilah dalam bahasa Inggris yang menyebutkan kondisi beton yang masih segar.
11. *Slump flow*  
Test dapat digunakan untuk menentukan “*filling ability*” baik di laboratorium maupun di lapangan; dan dengan memakai alat ini dapat diperoleh kondisi workabilitas beton berdasarkan kemampuan penyebaran beton segar.
12. *Water reduce*  
Bahan tambah yang mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.
13. *Fly ash*  
Bahan tambah yang berbentuk abu hasil pembakaran
14. *Filler*  
Bahan tambah dalam pembuatan beton segar.
15. *Split*  
Nama lain dari batu pecah atau krikil.