

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

PERCOBAAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN *STEEL SLAG* SEBAGAI SUBSTITUSI AGREGAT KASAR

“EXPERIMENTAL STUDY OF CONCRETE BY USING STEEL SLAG AS A COARSE AGGREGATE SUBSTITUTION”

Diajukan untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana Strata 1 (S1) pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang

Disusun oleh :

KOKO HERU SATMOKO
TEUKU RIEFKY AKBAR

NIM. L2A 002 091
NIM. L2A 002 157

Disetujui pada :

Hari :

Hari :

Tanggal :

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Udiyanto
NIP. 131.444.354

Ir. R.Arwant
NIP. 132.046.699

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

Ir. Bambang Pudjianto, MT
NIP. 131 459 442

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan berkah, rahmat, hidayah-Nya yang senantiasa menyertai setiap gerak langkah kami, sehingga kami dapat menyelesaikan *percobaan* di Laboratorium bahan dan Konstruksi serta Laporan Tugas Akhir dengan judul “*Percobaan Beton dengan Menggunakan Steel Slag Sebagai Substitusi Agregat Kasar*”.

Tugas Akhir ini merupakan syarat dalam menyelesaikan studi pada program studi Strata-1 (S-1) pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Melalui Tugas Akhir ini kami dapat memperoleh pengalaman dalam hal percobaan secara langsung yang diharapkan dapat berguna pada masa yang akan datang.

Pada kesempatan ini, penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kami baik itu berupa tenaga, pemikiran, maupun biaya dalam pelaksanaan *percobaan* dan penyusunan laporan ini, antara lain kepada :

- Ir. Bambang Pudjianto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Ir. Arif Hidayat, MS. selaku Ketua Bidang Akademis Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Ir. Udiyanto, selaku dosen pembimbing I
- Ir. R.Arwanto,MT selaku dosen pembimbing II
- Ir.Han Ay Lie ,MEng yang telah banyak memberikan ide, gagasan dan masukan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
- Ir.Purwanto,MT yang telah banyak memberikan bantuan dan masukan selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
- Bapak Ilham Nurhuda, ST,MT dan Bapak Ir.Y.I. Wicaksono, MS. selaku dosen wali kami

- Bapak Pardi, Bapak Ali, Mas Bowo selaku Laboran pada Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Pihak PT.Inti General Yaja Steel, Semarang yang telah memberikan ijin dan bantuan dalam pengadaan material slag.
- Seluruh Civitas Akademika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang tidak dapat kami sebut satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat kami harapkan untuk pengembangan ilmu pengetahuan kita semua.

Demikianlah laporan ini kami susun, semoga dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Semarang, Agustus 2006

Penyusun

“Experimental Study by Using Steel Slag as Coarse Aggregate Substitution”

ABSTRACT

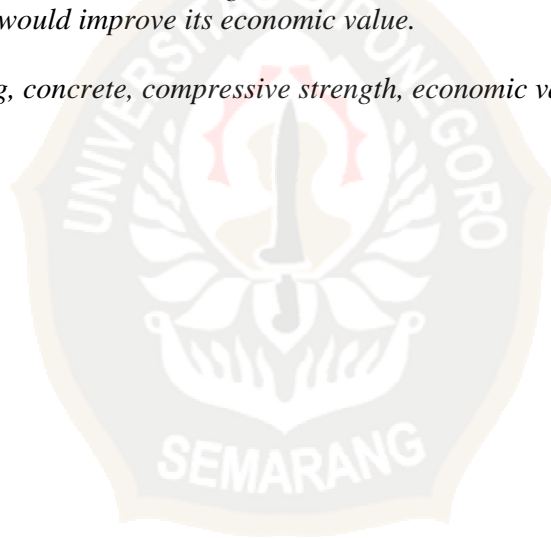
PT.Inti General Yaja Steel is a company which is moving in field of steel industry. In one day this industry produce solid steel waste (slag) counted 10 till 15 tons. If we let this happen continuously it will cause the environment problem.

According to that consideration the experimental study is performed by using slag as coarse aggregate substitution at concrete mixture.

Research which is performed at Material and Structural Laboratory Diponegoro University is aimed to know the optimum variation of slag, behavior of concrete which using slag in its mixture and also to improve the economic value of slag. The research results showed that at variation 0%, 20%, and 40% the compression strength is progressively declined (optimum rate 0%).

So the conclusion are: slag is can be used as coarse aggregate of concrete mixture and it would improve its economic value.

Keyword : Slag, concrete, compressive strength, economic value



“Percobaan Beton dengan Menggunakan Steel Slag Sebagai Substitusi Agregat Kasar”

ABSTRAKSI

PT.Inti General Yaja Steel adalah perusahaan yang bergerak dalam industri baja. Dalam sehari industri ini menghasilkan limbah baja padat (steel slag) sebanyak 10 hingga 15 ton. Hal ini jika dibiarkan secara terus menerus akan menyebabkan kerusakan lingkungan.

Atas dasar pertimbangan tersebut maka dilakukan percobaan dengan memanfaatkan steel slag sebagai substitusi agregat kasar pada campuran beton. Percobaan yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Bangunan UNDIP ini bertujuan untuk mengetahui perilaku dan variasi optimum beton yang menggunakan steel slag dalam campurannya serta untuk meningkatkan nilai ekonomis steel slag.

Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan dimensi 300x150 mm, dengan variasi steel slag 0%,20% dan 40% terhadap berat agregat kasar. Hasil percobaan menunjukan bahwa pada variasi 0%, 20% dan 40% kuat tekan semakin menurun (kadar optimum 0%).

Namun demikian steel slag tetap dapat difungsikan sebagai campuran beton dan akan dapat meningkatkan nilai ekonomisnya.

Kata Kunci : slag, beton, kuat tekan, kadar optimum, nilai ekonomis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR GRAFIK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Percobaan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sitematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Teori Tentang Beton	5
2.2.1 Kuat Tekan Beton.....	6
2.2.2 Kuat Tarik Beton	7
2.2.3 Workabilitas.....	7
2.3 Limbah Baja Padat (<i>Slag</i>)	9
2.3.1 Kegunaan Limbah Baja Padat (<i>Slag</i>).....	9
2.3.2 Keuntungan Penggunaan Limbah Padat (<i>Slag</i>) ...	10
2.3.3 Karakteristik Limbah Baja Padat (<i>slag</i>).....	10
2.3.3.1 Karakteristik Fisik.....	10
2.3.3.1 Karakteristik Kimia.....	10

2.4	Material	11
2.4.1	Semen <i>Portland</i> (PC).....	11
2.4.1.1	Sifat Kimia Semen.....	12
2.4.1.2	Sifat Fisik Semen.....	12
2.4.2	Agregat	13
2.4.2.1	Berat Jenis Agregat	15
2.4.2.2	Gradasi Agregat.....	15
2.4.2.3	Modulus Halus Butir	17
2.4.2.4	Kadar Air Agregat	17
2.4.2.5	Persyaratan Agregat	18
2.4.2.6	Pengujian Agregat	20
2.4.3	Air	20
2.5	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i> Beton)	21
2.5.1	<i>Mix Design</i> Berdasarkan <i>DOE</i>	22

BAB III METODOLOGI PERCOBAAN

3.1	Uraian Umum.....	30
3.2	Diagram Alir Percobaan.....	30
3.2.1	Tahapan Percobaan.....	32
3.2.1.1	Tahap I (Persiapan)	32
3.2.1.2	Tahap II (Pengujian Bahan)	32
3.2.1.3	Tahap III (Pelaksanaan Pembuatan Beton)..	33
3.2.1.4	Tahap IV (Perawatan)	38
3.2.1.5	Tahap V (Pengujian dan Pengamatan).....	39
3.2.1.6	Tahap VI (Analisis data dan pembahasan) .	43
3.2.1.7	Tahap VII (Penarikan kesimpulan saran)....	47

BAB IV HASIL DAN ANALISIS DATA

4.1	Hasil Pengujian Material	48
4.1.1	Pengujian Semen	48
4.1.2	Pengujian Agregat Halus (Pasir)	51

4.1.3	Pengujian Agregat Kasar	52
4.2	Workabilitas.....	56
4.2.1.	Pengujian Workabilitas	57
4.3.	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	58
4.4.	Pengujian Kuat Tarik Beton.....	60
4.5.	Pengujian Berat Jenis Beton	61
4.6.	Pengolahan Data	61
4.6.1	Statistika Deskripsi	61
4.6.2	Metode kolmogorov-smirnov.....	64
4.6.3	Metode One way Anova.....	67
4.6.4	Metode Post hoc.....	72
4.7.	Analisis Data.....	83
4.7.1	Analisa Kuat Tekan rata-rata dengan Kadar Slag ..	83
4.7.2	Analisa Kuat Tarik rata-rata dengan Kadar Slag ...	86
4.7.3	Analisa Kuat Tekan rata-rata dengan Kuat Tarik rata-rata.....	87
4.7.4	Analisa Berat rata-rata dengan Kadar Slag	88
4.7.5	Analisa Berat Jenis rata-rata dengan Kadar Slag ..	89
4.7.6	Analisa Harga.....	90
4.7.7	Penentuan Kadar Optimum Variasi Limbah.....	91
4.8.	Pola Retak	92

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Uraian Umum.....	95
5.2	Kesimpulan	95
5.3	Saran.....	95

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR NOTASI

DAFTAR ISTILAH

LAMPIRAN:

- 1. LAMPIRAN DATA PERCOBAAN**
- 2. LAMPIRAN LEMBAR ASISTENSI**
- 3. LAMPIRAN SURAT - MENYURAT**



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Tipe – tipe Keruntuhan Slump	8
Gambar 3.1	Diagram Alir Percobaan.....	32
Gambar 3.2	Persiapan Material dan Alat	34
Gambar 3.3	Cetakan Silinder	34
Gambar 3.4	Pencampuran Material Beton.....	36
Gambar 3.5	Penuangan Adukan	36
Gambar 3.6	Pengukuran Slump dengan Kerucut Abrams	37
Gambar 3.7	Pemasukan dan Pemadatan Adukan Beton	38
Gambar 3.8	Perendaman Benda Uji.....	39
Gambar 3.9	Pengujian Berat Jenis	40
Gambar 3.10	Capping Benda Uji Silinder	41
Gambar 3.11	Penimbangan Benda Uji Silinder	41
Gambar 3.12	Pengujian Kuat Tekan Beton	42
Gambar 3.13	Uji Belah Silinder.....	43
Gambar 3.14	Kriteria Pengujian	45
Gambar 4.1	Slump	57
Gambar 4.2	Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton	72
Gambar 4.3	Macam Pola Retak Pada Silinder Beton	93
Gambar 4.4	Pola Retak Beton Variasi 0%	93
Gambar 4.5	Pola Retak Beton Variasi 20%	93
Gambar 4.6	Pola Retak Beton Variasi 40%	94
Gambar 4.7	Mekanisme Retak dan Pecahnya Silinder Beton	94

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Kuat Tekan Beton pada berbagai Umur.....	7
Tabel 2.2	Komposisi Kimia slag.....	10
Tabel 2.3	Prosentase Komposisi dan Kadar Senyawa Kimia Semen	12
Tabel 2.4	Gradasi Pasir	16
Tabel 2.5	Gradasi Kerikil.....	16
Tabel 2.6	Mutu Pelaksanaan Pekerjaan dengan Deviasi Standar.....	23
Tabel 2.7	Perkiraan pencapaian Kuat Tekan Beton dengan FAS 0,5	24
Tabel 2.8	Penetapan Nilai Slump.....	25
Tabel 2.9	Perkiraan Kebutuhan Air per m ³ Beton.....	26
Tabel 2.10	Jumlah Semen Minimum dan Nilai FAS Maximum	26
Tabel 4.1	Hasil Pengujian Agregat Halus	51
Tabel 4.2	Hasil Pengujian Agregat Kasar dan Slag Variasi 0%	52
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Agregat Kasar dan Slag Variasi 20%	53
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Agregat Kasar dan Slag Variasi 40%	54
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Slag Variasi 100%	55
Tabel 4.6	Variasi Slag dan Nilai Slump.....	57
Tabel 4.7	Hasil uji Tekan dengan Variasi Slag 0%.....	58
Tabel 4.8	Hasil uji Tekan dengan Variasi Slag 20%.....	58
Tabel 4.9	Hasil uji Tekan dengan variasi Slag 40%	59
Tabel 4.10	Hasil Uji Tarik dengan Variasi Slag 0%	60
Tabel 4.11	Hasil Uji Tarik dengan Variasi Slag 20%	60
Tabel 4.12	Hasil Uji Tarik dengan Variasi Slag 40%	60
Tabel 4.13	Hasil Uji Berat Jenis Beton.....	61
Tabel 4.14	Deskripsi Workabilitas Beton	61
Tabel 4.15	Deskripsi Berat Beton	62
Tabel 4.16	Deskripsi Kuat Tekan Beton Variasi Slag 0%	62
Tabel 4.17	Deskripsi Kuat Tekan Beton Variasi Slag 20%	62
Tabel 4.18	Deskripsi Kuat Tekan Beton Variasi Slag 40%	63

Tabel 4.19	Deskripsi Kuat Tarik Beton	63
Tabel 4.20	Deskripsi Berat Jenis Beton	64
Tabel 4.21	Nilai Probabilitas Workabilitas Metode Kolmogorov-Smirnov	65
Tabel 4.22	Nilai Probabilitas Berat Beton Metode Kolmogorov-Smirnov.....	65
Tabel 4.23	Kuat Nilai Probabilitas Tekan Beton 0% Metode Kolmogorov-Smirnov	65
Tabel 4.24	Kuat Nilai Probabilitas Tekan Beton 20% Metode Kolmogorov-Smirnov	65
Tabel 4.25	Kuat Nilai Probabilitas Tekan Beton 40% Metode Kolmogorov-Smirnov	66
Tabel 4.26	Nilai Probabilitas Kuat Tarik Beton Metode Kolmogorov-Smirnov	66
Tabel 4.27	Nilai Probabilitas Berat Jenis Beton Metode Kolmogorov-Smirnov	66
Tabel 4.28	Deskripsi Kuat Tekan Beton 0% Metode One Way Anova.....	67
Tabel 4.29	Deskripsi Kuat Tekan Beton 20% Metode One Way Anova.....	68
Tabel 4.30	Deskripsi Kuat Tekan Beton 40% Metode One Way Anova.....	68
Tabel 4.31	Hasil Uji Homogenitas Varians Kuat Tekan Beton	70
Tabel 4.32	Hasil Analisa Varians Kuat Tekan Beton	71
Tabel 4.33	Hasil Analisa Tukey Test and Bonferroni Test Kuat Tekan Beton	73
Tabel 4.34	Hasil Analisa Homogenous Subset Kuat Tekan Beton 3 hari.....	81
Tabel 4.35	Hasil Analisa Homogenous Subset Kuat Tekan Beton 7 hari.....	81
Tabel 4.36	Hasil Analisa Homogenous Subset Kuat Tekan Beton 14 hari.....	81
Tabel 4.37	Hasil Analisa Homogenous Subset Kuat Tekan Beton 21 hari.....	82
Tabel 4.38	Hasil Analisa Homogenous Subset Kuat Tekan Beton 28 hari.....	82
Tabel 4.39	Interval	83
Tabel 4.40	Perbandingan perilaku kuat tekan pada berbagai usia	86
Tabel 4.41	Kuat Tarik Rata-rata usia 28 hari	86
Tabel 4.42	Kuat Tekan Rata-rata dan Kuat Tarik Rata-rata usia 28 hari.....	87

Tabel 4.43	Berat Beton Rata-rata dan Workabilitas Rata-rata.....	88
Tabel 4.44	Berat Jenis Rata-rata dan Kadar Slag.....	89
Tabel 4.45	Harga Campuran Beton.....	90
Tabel 4.46	Perbandingan Variasi Limbah dan Harga Beton per m ³	90
Tabel 4.47	Penentuan Variasi Optimum Limbah pada Range 0%-40%	92



DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1	Pengaruh Jenis Agregat terhadap Kuat Tekan Beton.....	14
Grafik 2.2	Hubungan Kuat Tekan Beton dengan FAS.....	24
Grafik 2.3	Hubungan antara Berat Isi Campuran Beton, Jmlah Air Pengaduk dan Berat Jenis SSD Agregat Gabungan	29
Grafik 4.1	Konsistensi Normal Semen.....	49
Grafik 4.2	Pengikatan Awal Semen	50
Grafik 4.3	Data Kuat Tekan Pada Variasi 0% (Beton Normal)	83
Grafik 4.4	Data Kuat Tekan Pada Variasi 20%	84
Grafik 4.5	Data Kuat Tekan Pada Variasi 40%	85
Grafik 4.6	Distribusi data Kuat Tekan pada variasi 0%, 20%, 40%	86
Grafik 4.7	Distribusi Data Kuat Tarik rata-rata	87
Grafik 4.8	Hubungan Berat Beton Rata-rata dengan Kadar Slag.....	88
Grafik 4.9	Hubungan Berat Jenis Beton Rata-rata dengan Kadar Slag.....	89
Grafik 4.10	Hubungan Variasi Slag dengan Harga Beton per m ³	91