

# HALAMAN PENGESAHAN

## LAPORAN TUGAS AKHIR

### **PENELITIAN PEMANFAATAN LIMBAH GALVANIS (*SLUDGE*) SEBAGAI *FILLER* PADA BETON (Studi Kasus PT. Cerah Sempurna, Semarang)**

*EXPERIMENTAL STUDY OF GALVANIS WASTE ( SLUDGE )  
AS FILLER ON CONCRETE  
(Case Study PT. Cerah Sempurna, Semarang)*

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

Disusun oleh :

**IQBAL FIRMANSYAH J P**

**L2A 003 081**

**SIGIT MANGUJI**

**L2A 003 134**

Disetujui pada :

Hari :

Hari :

Tanggal :

Tanggal :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Purwanto, MT, MEng  
NIP. 131 932 061

Ir. Syafrudin, CES, MT  
NIP. 131 764 877

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 YME atas limpahan berkah, rahmat dan hidayah-Nya yang senantiasa menyertai setiap gerak langkah kami, sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian di Laboratorium Bahan dan Konstruksi serta Laporan Tugas Akhir dengan judul “Penelitian Pemanfaatan Limbah Galvanis (*Sludge*) Sebagai *Filler* Pada Beton.”

Tugas Akhir ini merupakan syarat dalam menyelesaikan studi pada program studi Strata-1 ( S-1 ) pada jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.

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 penelitian dan penyusunan laporan ini, yaitu kepada :

- Bapak Ir. Bambang Pudjianto, MT selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Bapak Ir. Arif Hidayat, MS. selaku Ketua Bidang Akademis Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Bapak Ir. Muhrozi, MS dan Ir. Rudi Yuniarto Adi, MT selaku dosen wali kami.
- Bapak Ir. Purwanto, MT, MEng, selaku dosen pembimbing I
- Bapak Ir. Syafrudin, CES, MT selaku dosen pembimbing II
- Bapak Pardi selaku Laboran pada Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.
- Seluruh Civitas Akademika Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro yang tidak dapat kami sebut satu persatu.

Penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi pengembangan ilmu pengetahuan kita semua.

Dengan penuh kebanggaan kami persembahkan Laporan Tugas Akhir ini untuk Almamater tercinta dan rekan rekan mahasiswa. Demikianlah laporan ini kami susun semoga dapat memberikan manfaat yang positif bagi semua pihak.

Semarang, Juli 2007

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
ABSTRAK.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GRAFIK.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	2
1.4 Batasan Penelitian .....	3
1.5 Penelitian Sejenis yang Pernah Dilakukan.....	4

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Tinjauan Umum .....	5
2.2 Teori Tentang Beton .....	5
2.1.1 Kuat Tekan Beton.....	6
2.1.2 Kuat Tarik Beton .....	7
2.3 Limbah Padat ( <i>Sludge</i> ).....	7
2.3.1 Kegunaan Limbah Padat ( <i>Sludge</i> ) .....	10
2.3.2 Karakteristik Limbah Padat ( <i>Sludge</i> ) .....	10
2.4 Material .....	11
2.4.1 Semen <i>Portland</i> (PC).....	11
2.4.2 Agregat .....	11
2.4.3. Air .....	12

2.5. Workabilitas .....	13
2.6. Perencanaan Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> Beton) .....	14
2.7. Solidifikasi/Stabilisasi Limbah Padat ( <i>Sludge</i> ).....	18

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1 Tinjauan Umum .....	20
3.2 Bahan dan Alat.....	20
3.2.1 Bahan .....	20
3.2.2 Alat .....	21
3.2.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.3 Diagram Alir Penelitian .....	21
3.3.1 Tahap Persiapan.....	23
3.3.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian .....	23
3.3.3 Tahap Analisis dan Pembahasan .....	31

### **BAB IV HASIL DAN ANALISIS DATA**

4.1 Hasil Pengujian Material .....	36
4.1.1 Pengujian Semen .....	36
4.1.2 Pengujian Agregat Halus (Pasir) .....	39
4.1.3 Pengujian Agregat Kasar .....	55
4.2. Hasil Parameter Pengujian Beton Limbah <i>Sludge</i> .....	63
4.2.1 Pengujian Kuat Tekan .....	63
4.2.2 Pengujian Kuat Tarik.....	64
4.2.3 Pengujian Workabilitas .....	65
4.2.4 Pengujian Kandungan Udara ( <i>Air Content</i> ) .....	66
4.2.5 Pengujian Berat Jenis .....	66
4.3 Pengujian Statistik .....	66
4.3.1. Statistika Inferensia Kuat Tekan Beton.....	66
4.3.2. Statistika Inferensia Kuat Tarik Beton .....	72
4.4. Analisis Data .....	77
4.4.1. Analisis Kuat Tekan Beton <i>Sludge</i> .....	77

4.4.2. Analisis Kuat Tarik Beton <i>Sludge</i> .....	80
4.4.3. Analisis Workabilitas Beton <i>Sludge</i> .....	81
4.4.4. Analisis <i>Air Content</i> Beton <i>Sludge</i> .....	83
4.4.5. Analisis Hubungan Antara Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Beton <i>Sludge</i> .....	84
4.5. Pengamatan Benda Uji.....	86

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

5.1 Kesimpulan .....	89
5.2 Saran .....	90

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR NOTASI

DAFTAR INDEKS

LAMPIRAN:

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

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Jumlah sampel pengujian.....	3
Tabel 2.1	Komposisi kimia dari limbah padat ( <i>Sludge</i> ).....	10
Tabel 3.1	Interval koefisien korelasi.....	34
Tabel 4.1	Analisa saringan pasir muntitan.....	39
Tabel 4.2	Derajat kehalusan pasir.....	40
Tabel 4.3	Analisa saringan pasir + <i>Sludge</i> (10%).....	41
Tabel 4.4	Analisa saringan pasir + <i>Sludge</i> (20%).....	43
Tabel 4.5	Analisa saringan pasir + <i>Sludge</i> (30%).....	45
Tabel 4.6	Hasil pengujian kadar air asli dan SSD pasir.....	48
Tabel 4.7	Hasil pengujian kadar air asli dan SSD pasir + <i>Sludge</i> 10% ..	49
Tabel 4.8	Hasil pengujian kadar air asli dan SSD pasir + <i>Sludge</i> 20% ..	49
Tabel 4.9	Hasil pengujian kadar air asli dan SSD pasir + <i>Sludge</i> 30% ..	50
Tabel 4.10	Rekapitulasi pengujian kadar air asli dan SSD pasir + variasi <i>Sludge</i> .....	50
Tabel 4.11	Hasil pengujian BJ asli dan SSD pasir.....	51
Tabel 4.12	Hasil pengujian BJ asli dan SSD pasir + <i>Sludge</i> 10% .....	52
Tabel 4.13	Hasil pengujian BJ asli dan SSD pasir + <i>Sludge</i> 20% .....	52
Tabel 4.14	Hasil pengujian BJ asli dan SSD pasir + <i>Sludge</i> 30% .....	53
Tabel 4.15	Rekapitulasi pengujian BJ asli dan SSD pasir + variasi <i>Sludge</i> .....	53
Tabel 4.16	Hasil pengujian berat isi agregat halus dan variasi <i>Sludge</i> .....	54
Tabel 4.17	Analisa saringan <i>Spilt</i> .....	56
Tabel 4.18	Syarat analisa saringan agregat kasar .....	57
Tabel 4.19	Hasil pengujian kandungan lumpur pada <i>Spilt</i> .....	58
Tabel 4.20	Hasil pengujian kadar air asli dan SSD agregat kasar .....	59
Tabel 4.21	Hasil pengujian berat jenis agregat kasar kondisi asli .....	60
Tabel 4.22	Hasil pengujian berat jenis agregat kasar kondisi SSD.....	60
Tabel 4.23	Hasil pengujian berat isi <i>Spilt</i> .....	61
Tabel 4.24	Hasil uji kuat tekan beton normal K-300.....	63

Tabel 4.25	Hasil uji kuat tekan beton variasi limbah 10 % .....	63
Tabel 4.26	Hasil uji kuat tekan beton variasi limbah 20 % .....	64
Tabel 4.27	Hasil uji kuat tekan beton variasi limbah 30 % .....	64
Tabel 4.28	Hasil uji kuat tarik beton normal K-300 .....	64
Tabel 4.29	Hasil uji kuat tarik beton variasi limbah 10 % .....	65
Tabel 4.30	Hasil uji kuat tarik beton variasi limbah 20 % .....	65
Tabel 4.31	Hasil uji kuat tarik beton variasi limbah 30 % .....	65
Tabel 4.32	Variasi limbah <i>Sludge</i> dan nilai <i>Slump</i> .....	65
Tabel 4.33	Hasil uji kandungan udara beton.....	66
Tabel 4.34	Hasil uji berat jenis beton .....	66
Tabel 4.35	Nilai probabilitas kuat tekan beton <i>Sludge</i> metode Kolmogarov-Smirnov.....	67
Tabel 4.36	Deskripsi kuat tekan beton <i>Sludge</i> metode One Way Anova (Mpa) .....	67
Tabel 4.37	Homogenitas data kuat tekan .....	68
Tabel 4.38	Analisis varians kuat tekan beton.....	69
Tabel 4.39	Hasil analisis <i>Tukey and Bonferroni</i> test untuk kuat tekan.....	70
Tabel 4.40	Nilai probabilitas kuat tarik beton <i>Sludge</i> metode Kolmogarov-Smirnov.....	72
Tabel 4.41	Deskripsi kuat tarik beton <i>Sludge</i> metode One Way Anova (Mpa) .....	73
Tabel 4.42	Homogenitas data kuat tarik .....	74
Tabel 4.43	Analisis varians kuat tarik beton .....	74
Tabel 4.44	Hasil analisis <i>Tukey and Bonferroni</i> test untuk kuat tarik .....	75
Tabel 4.45	Kuat tekan rata-rata variasi <i>Sludge</i> 10%, 20% dan 30% .....	77
Tabel 4.46	Kuat tarik rata-rata variasi <i>Sludge</i> 10%, 20% dan 30%.....	80
Tabel 4.47	Data <i>Slump</i> rata-rata variasi <i>Sludge</i> 10%, 20% dan 30% .....	81
Tabel 4.48	<i>Air content</i> rata-rata variasi <i>Sludge</i> 10%, 20% dan 30% .....	83
Tabel 4.49	Data kuat tekan dan kuat tarik rata-rata beton <i>Sludge</i> .....	84
Tabel 4.50	Matrik perbandingan mutu beton.....	85



## DAFTAR GRAFIK

Grafik 2.1	Pengaruh jenis agregat terhadap kuat tekan beton .....	12
Grafik 2.2	Hubungan kuat tekan beton dengan faktor air semen (FAS)	16
Grafik 2.3	Hubungan antara berat isi campuran beton, jumlah air pengaduk, dan berat jenis SSD agregat gabungan .....	18
Grafik 4.1	Konsistensi normal semen .....	37
Grafik 4.2	Pengikatan awal semen .....	38
Grafik 4.3	Gradasi pasir muntilan .....	40
Grafik 4.4	Gradasi pasir + <i>sludge</i> 10 % .....	42
Grafik 4.5	Gradasi pasir + <i>sludge</i> 20 % .....	44
Grafik 4.6	Gradasi pasir + <i>sludge</i> 30 % .....	45
Grafik 4.7	Gradasi <i>spilt</i> .....	57
Grafik 4.8	Hubungan kuat tekan beton dengan variasi <i>sludge</i> .....	78
Grafik 4.9	Hubungan kuat tarik beton dengan variasi <i>sludge</i> .....	80
Grafik 4.10	Hubungan nilai <i>slump</i> beton dengan variasi <i>sludge</i> .....	82
Grafik 4.11	Hubungan kandungan udara ( <i>air content</i> ) beton dengan variasi <i>sludge</i> .....	83
Grafik 4.12	Hubungan kuat tekan dengan kuat tarik beton <i>sludge</i> .....	84

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bagan alir proses galvanisasi .....	9
Gambar 2.2	Tipe-tipe keruntuhan <i>slump</i> .....	14
Gambar 3.1(a)	<i>Sludge</i> .....	20
Gambar 3.1(b)	Agregat halus .....	20
Gambar 3.2	Diagram alir tahapan penelitian.....	22
Gambar 3.3	Persiapan material.....	24
Gambar 3.4	Pengukuran nilai <i>slump</i> .....	24
Gambar 3.5 (a)	Pemasukan adukan beton ke dalam cetakan.....	25
Gambar 3.5 (b)	Pemadatan adukan dalam cetakan .....	25
Gambar 3.5 (c)	Adukan setelah diratakan.....	26
Gambar 3.6	Perawatan benda uji.....	26
Gambar 3.7 (a)	Penimbangan sampel beton .....	27
Gambar 3.7 (b)	Sampel beton dimasukkan ke dalam air raksa.....	27
Gambar 3.7 (c)	Penimbangan air raksa yang tumpah .....	27
Gambar 3.8 (a)	Proses <i>Capping</i> .....	28
Gambar 3.8 (b)	Penimbangan benda uji.....	28
Gambar 3.8 (c)	Sebelum pengujian kuat tekan .....	29
Gambar 3.8 (d)	Sesudah pengujian kuat tekan.....	29
Gambar 3.9 (a)	Pengujian kuat tarik beton .....	30
Gambar 3.9 (b)	Benda uji sesudah pengujian .....	30
Gambar 3.10	Kreteria pengujian .....	33
Gambar 4.1 (a)	Pengujian berat jenis semen <i>Portland</i> .....	38
Gambar 4.1 (b)	Pengujian konsistensi normal semen <i>Portland</i> .....	38
Gambar 4.2	Pengujian gradasi butiran pasir.....	46
Gambar 4.3	Warna kandungan zat organis.....	47
Gambar 4.4	Pengujian kadar air agregat halus .....	51
Gambar 4.5	Pengujian berat jenis agregat halus .....	54
Gambar 4.6	Pengujian berat isi gembur .....	55

Gambar 4.7	Pengujian berat isi padat.....	55
Gambar 4.8	Pengujian gradasi butiran <i>Spilt</i> .....	58
Gambar 4.9	Pengujian kadar air <i>Spilt</i> .....	59
Gambar 4.10	Pengujian berat jenis <i>Spilt</i> .....	61
Gambar 4.11	Pengujian berat isi gembur .....	62
Gambar 4.12	Pengujian berat isi padat.....	62
Gambar 4.13(a)	Tegangan geser benda uji kubus.....	86
Gambar 4.13(b)	Tegangan geser benda uji silinder .....	86
Gambar 4.14(a)	Pola retak kerucut .....	86
Gambar 4.14(b)	Pola retak kerucut dan pecah .....	86
Gambar 4.14(c)	Pola retak kerucut dan geser .....	86
Gambar 4.14(d)	Pola retak geser.....	86
Gambar 4.14(e)	Pola retak kolumnal .....	86
Gambar 4.15(a)	Pola retak kerucut pada beton normal .....	87
Gambar 4.15(b)	Pola retak kerucut dan pecah pada beton normal .....	87
Gambar 4.15(c)	Pola retak kerucut dan geser pada beton normal .....	87
Gambar 4.15(d)	Pola retak geser pada beton normal .....	87
Gambar 4.15(e)	Pola retak kolumnal pada beton normal .....	87
Gambar 4.16	Pola retak kolumnal pada beton <i>Suldge</i> .....	88