

**PEMANFAATAN COPPER SLAG SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR  
PADA CAMPURAN BETON MUTU K-225**



**TUGAS AKHIR**

Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan  
Sarjana Teknik Sipil pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

**MUHAMMAD SYAHRIZAL MAULUDI**  
**03091001084**

Dosen Pembimbing

**DR. IR. GUNAWAN TANZIL, M.ENG**

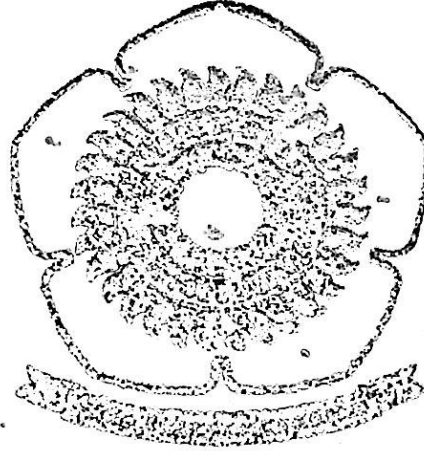
**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2013**

624.183 407  
mul  
P  
2013

K: 26039 / 27400

**PEMANFAATAN COPPER SLAG SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR  
PADA CAMPURAN BETON MUTU K-225**



**TUGAS AKHIR**

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan  
Sarjana Teknik Sipil pada Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

**MUHAMMAD SYAHRIZAL MAULUDI**  
**03091601084**

Dosen Pembimbing

**DR. IR. GUNAWAN TANZIL, M.ENG**

**FAKULTAS TEKNIK**  
**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2013**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

---

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : MUHAMMAD SYAHRIZAL MAULUDI  
NIM : 03091001084  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : PEMANFAATAN COPPER SLAG SEBAGAI  
SUBSTITUSI PASIR PADA CAMPURAN BETON MUTU  
K-225

Palembang, Desember 2013  
Ketua Jurusan,



**Ir. Hj. Ika Juliantina, MS**

NIP. 196007011987102001

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

---

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : MUHAMMAD SYAHRIZAL MAULUDI  
NIM : 03091001084  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : PEMANFAATAN COPPER SLAG SEBAGAI  
SUBSTITUSI PASIR PADA CAMPURAN BETON MUTU  
K-225

Palembang, Desember 2013  
Dosen Pembimbing Utama,



**Dr. Ir. Gunawan Tanzil M.Eng**

NIP. 195601311987031002

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

---

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

NAMA : MUHAMMAD SYAHRIZAL MAULUDI  
NIM : 03091001084  
JURUSAN : TEKNIK SIPIL  
JUDUL : PEMANFAATAN COPPER SLAG SEBAGAI  
SUBSTITUSI PASIR PADA CAMPURAN BETON MUTU  
K-225

Palembang, Desember 2013  
Penulis,

**Muhammad Syahrizal Mauludi**

NIM. 03091001084



# PEMANFAATAN COPPER SLAG SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA CAMPURAN BETON MUTU K-225

## ABSTRAK

Pemanfaatan limbah industri atau bahan sekunder telah didorong di bidang konstruksi untuk meningkatkan kualitas dan kuat tekan produksi beton karena berkontribusi untuk mengurangi konsumsi sumber daya alam. Terak Tembaga (*Copper Slag*) merupakan salah satu dari bahan tersebut yang dianggap sebagai limbah industri dari Perusahaan PT. Smelting Gresik yang mana dipercaya dapat memberikan garansi dan menjanjikan dalam industri konstruksi parsial agregat di masa depan. Banyak penelitian yang sudah dilakukan dengan menggunakan terak tembaga sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton di luar negeri. Akan tetapi tidak banyak peneliti yang sudah melakukan penelitian di Indonesia mengenai terak tembaga yang dapat digunakan sebagai pengganti pasir dalam campuran beton.

Makalah ini menyajikan hasil studi eksperimental material terak tembaga sebagai pengganti sebagian pasir dalam campuran beton mutu K-225 yang telah di konversikan menjadi  $f_c'18,675$  MPa dengan benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm berdasarkan SNI 03-2834-2000. Pengaruh terak tembaga dengan mengganti sebagian pasir pada kuat tekan beton dicoba dalam penelitian ini. Persentase substitusi terak tembaga terhadap pasir adalah 0 % , 10 % , 20 % , 30 % , dan 35 %.

Kuat tekan yang diamati mengalami peningkatan yang signifikan pada campuran terak tembaga 10% hingga 35% dari beton normal . Dari hasil penelitian di peroleh kesimpulan bahwa persentase terak tembaga yang disarankan dan optimal sebagai pengganti sebagian pasir adalah dengan kadar persentase 30% .

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena atas ridho dan karuniaNya jualah penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PEMANFAATAN COPPER SLAG SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA CAMPURAN BETON MUTU K-225 “**. Tugas akhir ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dan pelaksanaan, mulai dari penelitian di Laboratorium Struktur Beton Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya sampai dengan penyusunan laporan Tugas Akhir hingga selesai. Penulis berterima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya,
2. Bapak Dr. Ir. Gunawan Tanzil, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah banyak membantu dengan memberikan penjelasan dan gambaran serta masukan maupun kritikan dalam penyelesaian tugas akhir ini,
3. Ayah dan Ibu, serta adik-adik yang telah memberikan bantuan secara moril, materi serta doanya,
4. Bapak Ir. Hanafi Mahmud Selaku Wakil BIRO Diklat Pembinaan, Pendidikan, dan Pelatihan PT. Semen Padang yang telah memberikan bantuan berupa material *Copper Slag* kepada penulis untuk melakukan penelitian Tugas Akhir ini,
5. Staf Dosen Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Dosen Penguji Tugas Akhir dan Staf Administrasi Jurusan Teknik Sipil,
6. Teman-teman seperjuangan : Muhammad Kadhafi, M. Iqbal Nawawi, dan Barqi Waladani Sayoga,
7. Kota Padang yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk berefreshing sejenak,
8. Semua teman angkatan Teknik Sipil 2009 yang telah memberikan dukungan, kerja sama, bantuan dan memberikan semangat kepada penulis,
9. Serta seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis berharap agar tugas akhir ini bermanfaat dan berguna bagi banyak pihak demi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi baik untuk sekarang maupun di masa yang akan datang. Atas segala perhatian, penulis mengucapkan terima kasih.

Palembang, Desember 2013

Penulis



DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul .....</b>	<b>i</b>
<b>Lembar Pengesahan .....</b>	<b>ii</b>
<b>Abstrak.....</b>	<b>v</b>
<b>Kata Pengantar .....</b>	<b>vi</b>
<b>Daftar Isi .....</b>	<b>viii</b>
<b>Daftar Tabel .....</b>	<b>xi</b>
<b>Daftar Gambar .....</b>	<b>xii</b>
<b>Daftar Lampiran .....</b>	<b>xiii</b>
 <b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Maksud dan Tujuan .....	2
1.4. Ruang Lingkup Penulisan .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	3
 <b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Uraian Umum .....	5
2.2. Pengertian Beton .....	5
2.3. Kelebihan dan Kekurangan Beton .....	6
2.3.1. Kelebihan Beton .....	6
2.3.2. Kekurangan Beton .....	6
2.4. Kekuatan Beton .....	7
2.5. Material Penyusun Beton.....	8
2.5.1. Agregat.....	8
2.5.2. Pengujian Agregat.....	12
2.5.3. Semen Portland.....	12
2.5.4. Air .....	13
2.6. Limbah Tembaga ( <i>Copper Slag</i> ) .....	14
2.6.1. Kegunaan Limbah Tembaga.....	14

2.6.2. Karakteristik Limbah Tembaga .....	15
2.7. Faktor Air Semen.....	16
2.8. Workabilitas.....	16
2.9. Penelitian Terdahulu .....	17

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

3.1. Tinjauan Umum .....	20
3.2. Tahapan penelitian.....	20
3.3. Persiapan Material .....	22
3.4. Pengujian Material .....	23
3.4.1. Pengujian Agregat Kasar .....	23
3.4.2. Pengujian Agregat Halus .....	24
3.5. Pembuatan Benda Uji .....	25
3.5.1. Perencanaan Campuran .....	25
3.5.2. Pengujian Slump.....	25
3.6. Pencetakan Beton.....	27
3.7. Perendaman Beton .....	27
3.8. Pengujian Kuat Tekan Beton .....	27
3.9. Hasil dan Pembahasan .....	28

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Hasil Pengujian Material .....	29
4.2. Pengujian Kuat Tekan Beton.....	29
4.2.1. Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal dan Masing-Masing Persentase Campuran <i>Copper slag</i> .....	30
4.2.2. Perbandingan Kuat Tekan Beton Terhadap Umur.....	34
4.3. Berat Beton .....	40
4.3.1. Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Terhadap Persentase <i>Copper slag</i> .....	41
4.3.2. Hasil Pengujian Berat Jenis Beton Terhadap Berat Beton .....	42
4.4. Hasil dan Pembahasan .....	43

**BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan .....	46
5.2. Saran .....	47

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1.	Syarat Gradasi Agregat Halus Menurut British Standard.....	10
Tabel II.2.	Batas Gradasi Agregat kasar .....	11
Tabel II.3	<i>Chemical Composition of Copper Slag</i> .....	15
Tabel III.1.	Jumlah Total Benda Uji Beton.....	25
Tabel IV.1.	Hasil Pengujian Material .....	29
Tabel IV.2.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Mutu $F_c'18,675$ MPa dengan Persen Campuran <i>Copper Slag</i> pada Umur 7 hari .....	30
Tabel IV.3.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Mutu $F_c'18,675$ MPa dengan Persen Campuran <i>Copper Slag</i> pada Umur 21 hari .....	32
Tabel IV.4.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Mutu $F_c'18,675$ MPa dengan Persen Campuran <i>Copper Slag</i> pada Umur 28 hari .....	33
Tabel IV.5.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Umur .....	35
Tabel IV.6.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Campuran <i>Copper Slag</i> 10% Terhadap Umur .....	36
Tabel IV.7.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Campuran <i>Copper Slag</i> 20% Terhadap Umur .....	37
Tabel IV.8.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Campuran <i>Copper Slag</i> 30% Terhadap Umur .....	38
Tabel IV.9.	Hasil Uji Kuat Tekan Beton Campuran <i>Copper Slag</i> 35% Terhadap Umur .....	39
Tabel IV.10.	Data Berat Beton.....	40
Tabel IV.11.	Data Berat Jenis Beton.....	40
Tabel IV.12.	Hasil Uji Kuat Tekan dengan Berat Beton.....	42

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1.	Benda Uji Silinder .....	7
Gambar II.2.	Tipe-tipe keruntuhan slump .....	17
Gmabar III.1.	Bagan Alir Penelitian .....	22
Gambar III.2.	Alat Uji <i>Slump</i> .....	26
Gambar III.3.	Uji <i>Slump</i> .....	26
Gambar III.4.	Alat Uji Kuat Tekan.....	28
Gambar IV.1.	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Normal dengan Persen Campuran <i>Copper Slag</i> pada Umur 7 hari .....	31
Gambar IV.2.	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Normal dengan Persen Campuran <i>Copper Slag</i> pada Umur 21 hari .....	32
Gambar IV.3.	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Normal dengan Persen Campuran <i>Copper Slag</i> pada Umur 28 hari .....	34
Gambar IV.4.	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Normal Terhadap Umur.....	35
Gambar IV.5.	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Campuran 10% <i>Copper Slag</i> Terhadap Umur .....	36
Gambar IV.6.	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Campuran 20% <i>Copper Slag</i> Terhadap Umur .....	37
Gambar IV.7.	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Campuran 30% <i>Copper Slag</i> Terhadap Umur .....	38
Gambar IV.8.	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Campuran 35% <i>Copper Slag</i> Terhadap Umur .....	39
Gambar IV.9.	Grafik Hubungan Berat Jenis Beton Rata-Rata Terhadap Persentase <i>Copper Slag</i> .....	41
Gambar IV.10.	Grafik Hubungan Berat Jenis Beton Rata-Rata Umur 28 Hari dengan Kuat Tekan Beton .....	42
Gambar IV.11.	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Persentase Campuran <i>Copper Slag</i> pada Umur 7, 21, dan 28 Hari.....	43
Gambar IV.12.	Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Normal Dengan Masing-masing Campuran <i>Copper Slag</i> Terhadap Umur .....	44

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A. Hasil Pengujian Material
- Lampiran B. *Mix Design*
- Lampiran C. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton
- Lampiran D. Foto-foto Dokumentasi
- Lampiran E. Syarat-syarat Administrasi



# BAB I

## PENDAHULUAN



### 1.1. Latar Belakang

Pemanfaatan limbah industri atau bahan sekunder telah didorong di bidang konstruksi untuk meningkatkan kualitas dan kuat tekan produksi beton karena berkontribusi untuk mengurangi konsumsi sumber daya alam yang dewasa ini mengalami kemajuan yang sangat pesat, baik pada pembangunan perumahan, gedung-gedung, jembatan, bendungan, jalan raya, pelabuhan, bandara dan sebagainya. Pertumbuhan atau perkembangan industri konstruksi di Indonesia cukup pesat hampir 70% material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah beton (*concrete*). Beton merupakan salah satu pilihan sebagai bahan dasar struktur dalam konstruksi bangunan. Pada umumnya beton tersusun dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Jika diperlukan, bahan tambah dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton yang bersangkutan. Beton yang dipergunakan sebagai struktur dalam konstruksi teknik sipil dapat dimanfaatkan untuk banyak hal. Dalam teknik sipil, struktur beton dipergunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok, pelat ataupun cangkang.

Beton diminati karena banyak memiliki kelebihan-kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya. Beberapa diantaranya adalah bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strenght*) yang sangat diperlukan dalam pembangunan suatu konstruksi (Tri Mulyono, 2004).

Peningkatan kekuatan beton dari sisi material dengan mensubstitusikan bahan-bahan pengganti, baik itu pada agregat kasar maupun agregat halus, sebagai pengganti bahan pengikat dan ada pula sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan daya rekat dari bahan pengikat dalam beton yang memanfaatkan limbah-limbah industri untuk digunakan dalam campuran beton telah banyak dilakukan penelitian di luar negeri. Akan tetapi tidak banyak penelitian yang dilakukan di Indonesia. Sebagaimana yang telah diketahui bahwa semakin meningkatnya industri berarti meningkat pula limbah buangan dari pabrik tersebut. Limbah yang dihasilkan jika tidak dikelola secara baik akan menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan, yang pada akhirnya berimbas pada kesehatan masyarakat yang tinggal di lingkungan tersebut. Oleh karena itu dibutuhkan pengadaan sarana pengolahan limbah guna

mengurangi dampak limbah tersebut. Selama beberapa tahun, banyak produk seperti *fly ash*, *silica fume*, dan *slag* di kategorikan sebagai limbah yang sukses dan mampu digunakan dalam material konstruksi baik sebagai pengganti sebagian atau sepenuhnya untuk agregat halus maupun agregat kasar.

Pada penelitian ini penulis meneliti tentang pemanfaatan terak tembaga, yaitu limbah industri peleburan tembaga berbentuk butiran runcing (tajam) yang sifat fisiknya hampir sama dengan pasir alami, dengan melakukan substitusi terhadap sebagian pasir untuk melihat apakah dapat memberikan dampak yang positif pada kuat tekan beton. Akihiko Y, Takashi Y. (1997). mengatakan bahwa *copper slag* dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus untuk mendapatkan beton dengan kuat tekan yang bagus. Kemudian pernyataan tersebut di klarifikasikan kembali oleh Ayano Toshiki, Kuramoto Osamu, Sakata Kenji. (2000). Hal ini juga diperjelas kembali dalam jurnal penelitian terbaru oleh D. Brindha and S. Nagan. (2010). yang mengatakan bahwa *copper slag* dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus dalam campuran beton.

## 1.2. Perumusan Masalah

Dalam penulisan tugas akhir ini akan membahas mengenai bagaimana pengaruh terak tembaga (*copper slag*) terhadap kuat tekan beton sebagai bahan pengganti sebagian pasir dalam campuran beton.

## 1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui hasil uji kuat tekan beton masing-masing yang didapat dari campuran beton normal dan beton terak tembaga (*copper slag*) dengan persentase 0%, 10%, 20%, 30%, dan 35%.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan terak tembaga (*copper slag*) sebagai pengganti sebagian pasir dalam adukan beton terhadap kuat tekan beton.

#### 1.4. Ruang Lingkup Pembahasan

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan untuk pengujian kuat pengujian kuat tekan beton adalah agregat halus (pasir) yang berasal dari Talang Balai, dan terak tembaga (*copper slag*) sebagai pengganti sebagian pasir yang berasal dari PT. Smelting Company Gresik, Semen Baturaja dan air yang digunakan berasal dari sistem jaringan air bersih di Universitas Sriwijaya.

Untuk pembuatan sampel / benda uji pada setiap zona dibagi menjadi 3 sampel untuk masing-masing persentase *copper slag* yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, dan 35% pada umur 7, 21 dan 28 hari dengan kuat tekan yang direncanakan adalah  $f_c'$  18,675 MPa. Perhitungan desain campuran (Mix Design) berdasarkan metode SNI 03-2384-2000.

#### 1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan ini diharapkan mampu membentuk sebuah laporan yang bersifat ilmiah dan dapat dimengerti. Adapun sistematika penulisannya adalah sebagai berikut :

##### BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, membahas tentang mengenai latar belakang disertai rumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup penulisan, dan sistematika penulisan.

##### BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, membahas tentang mengenai uraian umum, kelebihan dan kekurangan beton, kuat tekan beton, material penyusun beton, *copper slag* dan penelitian terdahulu.

##### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, membahas tentang tinjauan umum, tahapan penelitian, persiapan material, pengujian material, pembuatan benda uji, pencetakan beton, perendaman beton dan pengujian kuat tekan beton.

##### BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini, membahas tentang hasil pengujian kuat tekan beton normal dan beton dengan campuran *copper slag* lalu menghubungkannya antara masing-masing proporsi campuran beton dengan berat beton pada umur uji yang telah ditentukan.

##### BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, membahas tentang kesimpulan yang meliputi hubungan kuat tekan beton normal terhadap persentase *copper slag*, hubungan kuat tekan beton normal

dan campuran *copper slag* terhadap umur uji, hubungan masing-masing persentase *copper slag* terhadap berat beton, dan saran.

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR PUSTAKA

- Brindha, D. dan Nagan, S. 2010. *Utilization of Copper Slag as a Partial Replacement of Fine Aggregate in Concrete. International Journal of Earth Sciences and Engineering*, Vol. 03, No. 04, pp. 579-585.
- Brindha, D. dan Nagan, S. 2011. *Durability Studies On copper Slag Admixed Concrete. Asian Journal of Civil Engineering*, Vol. 12, No. 05, pp. 563-578.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Tata Cara Pembuatan Campuran Beton Normal*, SNI 03-2834-2000. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1989. LPMB, *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*, SK SNI 03-2834-2000. Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Dipohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Himaru Keisuke, Mizuguchi Hiroyuki, Hashimoto Chikanori, Ueda Takao, Fujita Kazuhiro, Oumi Masaak. 2005. *Properties of Concrete Using Copper Slag and Second Class Fly Ash as a Part of Fine Aggregate. Journal of the Society of Materials Science, Japan* Vol.54, No.8, page.828-833.
- Kuramoto Osamu, Sakata Kenji. 2000. *Concrete with Copper Slag Fine Aggregate. Journal of the Society of Materials Science, Japan* Vol.49, No.10, Page.1097-1102.
- Laboratorium Bahan dan Beton Jurusan Teknik Sipil. 2012. *Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton*, Universitas Sriwijaya.
- Mordock, L.J. dan K.M. Brook. 1991. *Bahan dan Praktek beton*. Terjemahan Stephany Hindarko. Erlangga, Jakarta.
- Mulyono, Tri, Ir, MT. 2004. *Teknologi Beton*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Neville, A.M. 2002. *Properti Of Concrete*. Prentice Hall, England.
- Neville, A.M. dan Books, J.J. 1987. *Concrete Teknology, Longman Scientific & Technical*, New York.
- Nugraha, Paul dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan ke Beton Kinerja Tinggi*. Andi Offset, Yogyakarta.