

PEMANFAATAN *COPPER SLAG* SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR  
PADA CAMPURAN BETON MUTU K225 DENGAN NaCl  
SEBAGAI REMDAMAN

PT  
Syil  
2013



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh:

M. IQBAL NAWAWI

03691091117

Dosen Pembimbing:

Dr. Ir. Gunawan Tandi, M.Eng

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

2013

S  
691.307

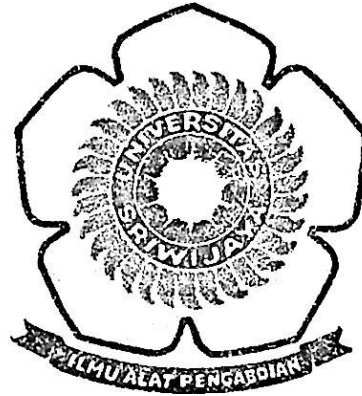
DP41 / 27812 -

106

P

2013

**PEMANFAATAN COPPER SLAG SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR  
PADA CAMPURAN BETON MUTU K225 DENGAN NaCl  
SEBAGAI REMDAMAN**



**LAPORAN TUGAS AKHIR**

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

**Oleh:**

**M. IQBAL NAWAWI**

**03091001117**

**Dosen Pembimbing:**

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

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**2013**

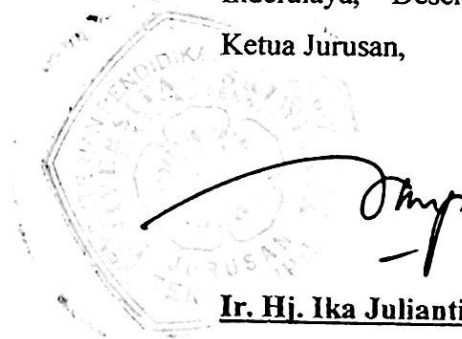
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

**TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : M. IQBAL NAWAWI**  
**NIM : 03091001117**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : PEMANFAATAN *COPPER SLAG* SEBAGAI SUBSTITUSI  
PASIR PADA CAMPURAN BETON MUTU K225  
DENGAN NaCL SEBAGAI RENDAMAN**

Inderalaya, Desember 2013

Ketua Jurusan,

The image shows a circular official stamp of Universitas Sriwijaya. The text within the stamp includes 'UNIVERSITAS SRIWIJAYA', 'FAKULTAS TEKNIK', and 'JURUSAN TEKNIK SIPIL'. Overlaid on the stamp is a handwritten signature in black ink.

**Ir. Hj. Ika Juliantina.,M.S**

**NIP. 196007011987102001**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

**TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : M. IQBAL NAWAWI**  
**NIM : 03091001117**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : PEMANFAATAN *COPPER SLAG* SEBAGAI SUBSTITUSI  
PASIR PADA CAMPURAN BETON MUTU K225  
DENGAN NaCl SEBAGAI RENDAMAN**

Inderalaya, Desember 2013  
Dosen Pembimbing



**Dr. Ir. Gunawan Tanzil. M.Eng**  
NIP. 195211171985111001

UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

**TANDA PENGAJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

**NAMA : M. IQBAL NAWAWI**  
**NIM : 03091001117**  
**JURUSAN : TEKNIK SIPIL**  
**JUDUL : PEMANFAATAN *COPPER SLAG* SEBAGAI SUBSTITUSI  
PASIR PADA CAMPURAN BETON MUTU K225  
DENGAN NaCl SEBAGAI RENDAMAN**

Inderalaya, Desember 2013  
Pemohon,



**M. IQBAL NAWAWI**

**NIM. 03091001117**

# PEMANFAATAN *COPPER SLAG* SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA CAMPURAN BETON MUTU K225 DENGAN NaCl SEBAGAI RENDAMAN

## ABSTRAK

Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacamnya lainnya, dengan menambahkan semen secukupnya yang berfungsi sebagai perekat bahan susun beton, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya oleh bahan penyusunnya, rancang campuran, pengerjaan, dan perawatan. Beton memiliki sifat kuat terhadap tekan dan lemah terhadap tarik..

Selama ini berbagai penelitian sudah dilakukan tetapi masih belum ditemukan alternatif teknik konstruksi yang efisien serta penyediaan bahan bangunan dalam jumlah besar dan ekonomis. Hal tersebut dapat memberikan suatu alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah industri dan konstruksi yang dibiarkan begitu saja, bahan limbah tersebut dapat berupa copper slag.

Di penelitian sebelumnya mereka menguji kuat tekan beton dengan campuran *copper slag* sebagai substitusi pasir dengan persentase 10%, 15%, 25%, 35%. Dalam penelitian kami memakai persentase substitusinya 10%, 20%, 30%, dan 35% dikarnakan pada 35% kuat tekan betonnya sudah mengalami menurun (Brindha, D., dan S. Nagan. 2011).

Pada umur 28 hari, beton normal dan beton dengan persentase kerak tembaga (*Copper Slag*) 10%, 20%, 30% dan 35% yang direndam dalam air NaCl mengalami penurunan kuat tekan sebesar 1,481%, 1,630%, 1,1407%, 1,556%, dan 1,630%.

Berdasarkan pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa pada umur 7, 21 dan 28 hari, kuat tekan yang dihasilkan oleh beton yang direndam dalam air biasa memiliki kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan beton yang direndam dalam air NaCl.

Kata Kunci : Terak Tembaga, Kuat Tekan Beton

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya beserta Nabi Muhammad SAW sebagai pedoman hidup manusia didunia sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan sesuai waktu yang telah ditentukan.

Dalam penyusunan, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak , oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima 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 senantiasa memberi kemudahan dan Kelancaran dalam bimbingan di Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
3. Keluarga yang telah memberi semangat, doa, serta nasihat.
4. Teman perjuangan dalam pengerjaan Tugas Akhir M. Syahrizal Mauludi, Barqi Waladani Sayoga dan Muhammad Khadafi.

Dalam menyusun laporan ini, kami menyadari masih banyak sekali terdapat kekurangannya dengan segala keterbatasan yang ada. Semoga uraian dalam laporan kerja praktek ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Desember 2013

Penulis

DAFTAR ISI

UPT PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS SRIWIJAYA	
NO. DAFTAR :	140666
TANGGAL	11 11 2014

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan Laporan Tugas Akhir.....	ii
Abtrak .....	v
Kata Pengantar .....	vi
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel .....	x
Daftar Gambar.....	xi
Daftar Lampiran .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	2
1.5. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pengertian Beton .....	4
2.2. Materi Penyusun Beton .....	4
2.2.1. Semen .....	4
2.2.2. Agregat .....	5
a. Agregat Halus .....	5
b. Agregat Kasar .....	7
2.2.3. Air .....	7
2.2.4. Jenis Bahan Pengganti Agregat.....	8
2.2.5. Terak Tembaga ( <i>Copper Slag</i> ).....	8
2.3. Benda Uji .....	9
2.4. Kuat Tekan Beton .....	9
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Umum .....	11
3.2. Studi Literatur .....	11
3.3. Persiapan Material .....	11



3.4. Pengujian Material .....	12
3.5. Metode Rancangan Campuran Beton .....	14
3.5.1 Analisa Saraingan Agregat .....	14
3.5.2 Analisa <i>Specific Gravity</i> dan Penyerapan agregat .....	14
3.5.3 Kadar Air Agregat.....	14
3.5.4 Berat Isi Agregat .....	15
3.5.5 Kadar Organik agregat Halus .....	15
3.5.6Kadar Lumpur Agregat Halus .....	15
3.6. Desain Campuran Beton .....	15
3.7. Pembuatan Benda Uji .....	15
3.7.1. Pengadukan Beton .....	15
3.7.2. Pengujian Slump .....	16
3.7.3. Pencetakan Beton .....	16
3.7.4. Beton Dengan Perawatan .....	17
3.8. Pengujian Benda Uji .....	18
3.8.1. Pengujian Kuat Tekan Beton .....	18
3.9. Analis Data dan Pembahasan .....	18

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

4.1. Analisa Saringan Agregaat .....	19
4.2. Hasil Pengujian Material .....	20
4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan air Biasa Di Laboratorium.....	23
4.3.1. Hasil Dan Pembahasan.....	27
4.3.2. Hasil Pengujian Berat Beton Terhadap Presentase <i>Copper Slag</i> .....	30
4.3.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Terhadap Berat Beton .....	31
4.4. Hasil Pengujian Kua Tekan Beton Dengan Rendaman Air NaCl Di Laboratorium .....	33
4.4.1. Hasil Dan Pembahasan.....	37
4.4.2. Hasil Pengujian Berat Beton Terhadap Presentase <i>Copper Slag</i> .....	40
4.4.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Terhadap	

Berat Beton .....	41
4.5. Perbandingan Kuat Tekan Beton Yang Rendaman Biasa Dengan Rendaman Air NaCl .....	43
4.6. Rembesan Kedalam Beton Yang Terjadi Direndaman NaCl .....	47
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	51
5.2. Saran .....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
II.1. Komposisi Kimia <i>Copper Slag</i> .....	9
III.1. Jumlah Total Benda uji Beton.....	16
IV.1. Hasil Pengujian Material .....	20
IV.2. Daftar Isian Perencanaan Campuran Beton K225 .....	21
IV.3. Proporsi Campuran .....	22
IV.4. Daftar Komposisi Campuran Beton Dengan Penyubsitusian <i>Copper Slag</i> .....	22
IV.5. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pada Umur 7 Hari.....	23
IV.6. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pada Umur 21 Hari .....	25
IV.7. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari.....	26
IV.8. Hasil Pengujian Berat beton.....	30
IV.9. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Terhadap Berat Beton .....	31
IV.10. Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Rendaman Air NaCl pada Umur 7 Hari .....	33
IV.11. Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Rendaman Air NaCl pada Umur 21 Hari .....	34
IV.12. Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Rendaman Air NaCl pada Umur 28 Hari .....	36
IV.13. Perbandingan Kuat Tekan Beton yang Direndam Air Biasa dengan Rendaman Air NaCl pada Umur 7 Hari .....	43
IV.14. Perbandingan Kuat Tekan Beton yang Direndam Air Biasa dengan Rendaman Air NaCl pada Umur 21 Hari .....	43
IV.15. Perbandingan Kuat Tekan Beton yang Direndam Air Biasa dengan Rendaman Air NaCl pada Umur 28 Hari .....	43
IV.16. Rembesan Beton <i>copper Slag</i> Umur 7 hari .....	47
IV.17. Rembesan Beton <i>copper Slag</i> Umur 7 hari .....	48
IV.18. Rembesan Beton <i>copper Slag</i> Umur 7 hari .....	49

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1. Skema Bahan Pementuk Beton.....	4
Gambar III.1. Bagan Alir Penelitian.....	13
Gambar III.2. Alat Uji Slump .....	16
Gambar IV.1. Grafik Gradasi Agregat Halus Zona 2 (Pasir Talang Balai).....	19
Gambar IV.2. Histogram Hubungan Kuat Tekan Beton mutu K225 dengan Persentase Campuran Copper Slag pada Umur 7 Hari ... ..	24
Gambar IV.3. Histogram Hubungan Kuat Tekan Beton mutu K225 dengan Persentase Campuran Copper Slag pada Umur 21 Hari ... ..	25
Gambar IV.4. Histogram Hubungan Kuat Tekan Beton mutu K225 dengan Persentase Campuran Copper Slag pada Umur 28 Hari .....	27
Gambar IV.5. Grafik Kuat Tekan Beton Copper Slag 10% .....	28
Gambar IV.6. Grafik Kuat Tekan Beton Copper Slag 20% .....	28
Gambar IV.7. Grafik Kuat Tekan Beton Copper Slag 30% .....	29
Gambar IV.8. Grafik Kuat Tekan Beton Copper Slag 35% .....	29
Gambar IV.9. Diagram Hubungan Berat Beton dengan Persentase Campuran <i>Copper Slag</i> .....	30
Gambar IV.10. Diagram Hubungan Berat Beton Rata-Rata Umur 28 hari Dengan Kuat Tekan Beton .....	31
Gambar IV.11. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Mutu K225 Mpa dengan Persentase Campuran Copper Slag pada Umur 7, 21, 28 Hari.....	32
Gambar IV.12. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Mutu K225 dengan Umur Beton 7, 21, dan 28 Hari pada Campuran Copper Slag .....	32
Gambar IV.13. Histogram Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Rendaman NaCl Mutu K225 dengan Persentase Campuran Copper Slag Pada Umur 7 hari.....	34
Gambar IV.14. Histogram Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Rendaman NaCl Mutu K225 dengan Persentase Campuran Copper Slag Pada Umur 21 hari.....	35
Gambar IV.15. Histogram Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Rendaman NaCl Mutu K225 dengan Persentase Campuran Copper Slag Pada Umur 28 hari.....	36

Gambar IV.16 . Grafik Kuat Tekan Beton Normal dengan Rendaman Air NaCl	37
Gambar IV.17. Grafik Kuat Tekan beton Copper Slag 10% dengan Rendaman Air NaCL .....	38
Gambar IV.18. Grafik Kuat Tekan beton Copper Slag 20% dengan Rendaman Air NaCL .....	38
Gambar IV.19. Grafik Kuat Tekan beton Copper Slag 30% dengan Rendaman Air NaCL .....	39
Gambar IV.20. Grafik Kuat Tekan beton Copper Slag 35% dengan Rendaman Air NaCL .....	39
Gambar IV.21. Diagram Hubungan Berat Beton Rata-Rata Terhadap Persentase Copper Slag.....	40
Gambar IV.22. Diagram Hubungan Berat beton Rata-Rata Umur 28 Hari dengan Kuat Tekan Beton.....	41
Gambar IV.23. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Mutu K225 Mpa dengan Persentase Campuran Copper Slag pada Umur 7, 21 dan 28 Hari	42
Gambar IV.24. Grafik Hubungan Kuat Tekan Beton Mutu K225 dengan Umur Beton 7, 21, 28 Hari pada Campuran Copper Slag .....	42
Gambar IV.25. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Umur 7 Hari.....	43
Gambar IV.26. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Umur 21 Hari.....	44
Gambar IV.27. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton pada Umur 28 Hari.....	45
Gambar IV.28. Grafik Hubungan Panjang Rembesan Terhadap Persentase copper Slag umur 7 Hari .....	47
Gambar IV.29: Grafik Hubungan Panjang Rembesan Terhadap Persentase copper Slag umur 21 Hari .....	48
Gambar IV.30. Grafik Hubungan Panjang Rembesan Terhadap Persentase copper Slag umur 28 Hari .....	49
Gambar IV.31. Grafik Hubungan Panjang Rembesan Terhadap Persentase copper Slag umur 7 Hari, 21 Hari, dan 28 Hari.....	50

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Uji Material

Lampiran 2: Dokumentasi Pengerjaan Beton

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacamnya lainnya, dengan menambahkan semen secukupnya yang berfungsi sebagai perekat bahan susun beton, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyak hal, diantaranya oleh bahan penyusunnya, rancang campuran, pengerjaan, dan perawatan. Beton memiliki sifat kuat terhadap tekan dan lemah terhadap tarik. (Mulyono, 2004)

Selain itu, beton merupakan suatu bahan konstruksi yang banyak digunakan pada pekerjaan struktur bangunan di Indonesia karena banyak keuntungan yang diberikan diantaranya adalah bahan-bahan pembentuknya mudah diperoleh, mudah dibentuk, mampu memikul beban yang berat, tahan terhadap temperatur yang tinggi, biaya pemeliharaan kecil. Banyaknya jumlah penggunaan beton dalam konstruksi tersebut mengakibatkan peningkatan kebutuhan material beton, sehingga memicu penambangan batuan sebagai salah satu bahan pembentuk beton secara besar-besaran. Hal ini menyebabkan turunnya jumlah sumber alam yang tersedia untuk keperluan pembeconan dan perusakan lingkungan (Subakti, A., 1994).

Selama ini berbagai penelitian sudah dilakukan tetapi masih belum ditemukan alternatif teknik konstruksi yang efisien serta penyediaan bahan bangunan dalam jumlah besar dan ekonomis. Hal tersebut dapat memberikan suatu alternatif untuk memanfaatkan limbah-limbah industri dan konstruksi yang dibiarkan begitu saja, bahan limbah tersebut dapat berupa *copper slag*. Oleh karena itu, pada laporan tugas akhir ini tema penelitian yang diambil adalah beton campuran *copper slag*. Dimana *copper slag* menjadi material substitusi pasir pada campuran beton dengan persentase 10%, 20%, 30%, dan 35%.

Di penelitian sebelumnya mereka menguji kuat tekan beton dengan campuran *copper slag* sebagai substitusi pasir dengan persentase 10%, 15%, 25%, 35%. Dalam penelitian kami memakai persentase substitusinya 10%, 20%, 30%, dan 35%

disebabkan pada 35% kuat tekan betonnya sudah mengalami penurunan (Brindha, D., dan S. Nagan. 2011).

## 1.2. Perumusan Masalah

Berkaitan dengan latar belakang permasalahan yang telah diuraikan sebelumnya, penulis merumuskan hal-hal yang akan diteliti. Adapun rumusan masalah yang akan diteliti, antara lain :

1. Bagaimana pengaruh penggunaan terak tembaga (*copper slag*) dengan persentase tertentu sebagai pengganti pasir terhadap kuat tekan beton yang direncanakan ?
2. Bagaimana pengaruh antara kuat tekan beton yang direncanakan dengan kadar persentase terak tembaga (*copper slag*) yang bervariasi terhadap total pasir yang dianjurkan ?

## 1.3. Tujuan Penelitian

1. Membandingkan nilai kuat tekan beton pada rendaman air biasa dengan rendaman NaCl.
2. Mengetahui seberapa besar rembesan yang terjadi pada beton dengan rendaman NaCl.

## 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini, bahan yang digunakan untuk pengujian kuat tekan beton adalah agregat halus ( pasir ) yang berasal dari Talang Balai, *copper slag* berasal dari pabrik P.T Smelting Gresik sebagai *substitusi* sebagian pasir, semen yang digunakan adalah 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 yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 35%, pada umur 7, 21 dan 28 hari. Perhitungan desain campuran (*Mix Design*) berdasarkan metode SK SNI.

## 1.5. Sistematika Penulisan

Dalam laporan tugas akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika penulisan sebagai berikut :



## BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab pendahuluan menjelaskan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan laporan tugas akhir.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab tinjauan pustaka akan membahas pengertian Beton, pengertian agregat, syarat agregat untuk beton, pengaruh penggunaan terak tembaga (*copper slag*) terhadap Kuat Tekan Beton.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab metodologi penelitian akan menguraikan mengenai pelaksanaan penelitian yang meliputi pengujian bahan campuran beton, pembuatan benda uji dan pengujian kuat tekan beton dengan membandingkan terhadap kuat tekan beton normal .

## BAB IV HASIL DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan berupa hasil pengujian kuat tekan beton.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diambil dari penelitian beserta saran untuk perbaikan penelitian di masa yang akan datang.

## DAFTAR PUSTAKA

## DAFTAR PUSTAKA

- Mordock, L. 1991. *Bahan dan Praktek beton*. Terjemahan Stephany Hindarko. Erlangga, Jakarta.
- Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Nawi, E. 1990. *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Terjemahan Bambang Suryoatmojo. Eresco, Bandung.
- Subakti, A. 1994. *Teknologi Beton Dalam Praktek*. Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Barzin Mobasher. 1999. *Effect of Ground Copper Slag on Strength and Toughness of Cementitious Mixes*. ACI Material Journal
- Brindha, D., dan S. Nagan. 2010. *Utilization of Copper Slag as a Partial Replacement of Fine Aggregate in Concrete*. International Journal of Earth Sciences and Engineering, India.
- Brindha, D., dan S. Nagan. 2011. *Durability Studies On copper Slag Admixed Concrete*. Asian Journal Of Civil Engineering, India.
- Zuraidah, Safrin. 2009. *Peningkatan Kuat Lentur Pada Beton Dengan Penambahan Fiber Polypropylene dan Copper Slag (Terak Tembaga)*. Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah.