

**PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON CURING
DENGAN MENGGUNAKAN PORTLAND CEMENT TYPE I
DAN PORTLAND COMPOSITE CEMENT**



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

AHMAD RJEAL LUTFI

03983110065

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2020

S
666.940 7
LUT
P

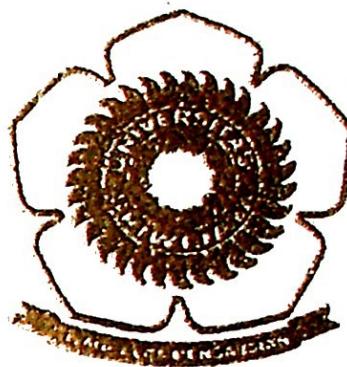
R. 18026
I. 18471



**PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON CURING
DENGAN MENGGUNAKAN PORTLAND CEMENT TYPE I
DAN PORTLAND COMPOSITE CEMENT**

C-100594

2009



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Oleh :

AHMAD RIZAL LUTFI

03053110065

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2009**

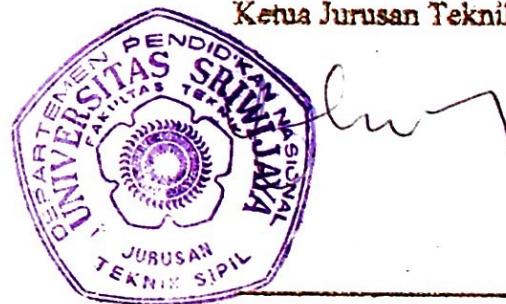
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : AHMAD RIZAL LUTFI
NIM : 03053110065
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON CURING
DENGAN MENGGUNAKAN PORTLAND CEMENT TYPE I
DAN PORTLAND COMPOSITE CEMENT

Inderalaya, November 2009

Ketua Jurusan Teknik Sipil



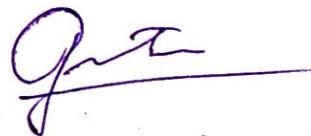
**Ir. Yakni Idris, M.Sc., M.S.C.E
NIP. 19581211 198703 1 002**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
DILISI DAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : AHMAD RIZAL LUTFI
NIM : 03053110065
PRODI : TEKNIK SIPIL
JENIS : PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON CURING
DENGAN MENGGUNAKAN PORTLAND CEMENT TYPE I
DAN PORTLAND COMPOSITE CEMENT

Inderalaya, November 2009
Dosen Pembimbing,



Dr. Ir. Gunawan Tanzil, M.Eng
NIP. 19560131 198703 1 002

MOTTO:

"ALLAH satu-satunya tempat bergantung"

(QS. Al-Ikhlas : 2)

"Semakin Berisi... Semakin Merunduk.."

(filosofi PADI)

Kupersembahkan untuk:

- *Orang tuaku tercinta*
- *Adikku tersayang*
- *Teman-teman dan Almamaterku*

PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON CURING DENGAN MENGGUNAKAN PORTLAND CEMENT TYPE I DAN PORTLAND COMPOSITE CEMENT

ABSTRAKSI

Penggunaan beton sebagai struktur dalam suatu konstruksi semakin meningkat, oleh karena itu berbagai penelitian dan percobaan dibidang beton dilakukan sebagai upaya untuk meningkatkan kualitas beton. Karakter dan properti yang berbeda pada kandungan semen menyebabkan perbedaan pada kuat tekan beton yang dibuat menggunakan semen tersebut. Dengan perkembangan teknologi dan juga usaha yang dilakukan untuk menghemat biaya dan energi produksi, dewasa ini telah diproduksi *Portland Composite Cement* (PCC) yang merupakan pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain.

Kuat tekan beton yang dibuat dengan menggunakan *Portland Composite Cement* telah dibandingkan dengan *Portland Cement Type I* (*ordinary portland cement*) pada umur hidrasi 7, 14, 21 dan 28 hari. Beton dibuat dengan w/c 0,6 dan w/c 0,65 dan *mix design* menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*), Benda uji yang dibuat berbentuk kubus dengan dimensi 15 cm x 15 cm x 15 cm yang terdiri dari 4 benda uji untuk setiap variasi campuran.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada umur awal, beton dengan menggunakan *Portland Composite Cement* menghasilkan kuat tekan yang lebih rendah bila dibandingkan dengan beton dengan menggunakan *Portland Cement Type I*. Namun demikian pada umur hidrasi lebih panjang, beton dengan menggunakan *Portland Composite Cement* mampu menghasilkan kuat tekan yang relatif lebih tinggi, sekitar 3% pada umur 28 hari, bila dibandingkan dengan beton dengan menggunakan *Portland Cement Type I*.

Mineral aditif pada *Portland Composite Cement* yang bersifat pozzolanik berupa *fly ash* mengakibatkan terjadi reaksi pengikatan kapur bebas yang dihasilkan dalam proses hidrasi semen oleh silika yang terkandung dalam *fly ash*. Reaksi pozzolanik ini berlangsung dengan lambat sehingga pengaruhnya lebih kepada kekuatan akhir dari beton, panas hidrasi yang dihasilkan juga jauh lebih kecil daripada semen *Portland Cement Type I*.

Kata Kunci : Beton, Kuat Tekan, *Portland Cement Type I*, *Portland Composite Cement*

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dari-Nya juga Laporan Tugas Akhir ini dapat terselesaikan. Salawat dan salam selalu tercurah kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan para pengikut-Nya hingga akhir zaman.

Penulis membuat laporan ini adalah sebagai syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya yang juga merupakan kelanjutan dari kegiatan penelitian di Laboratorium Bahan/Material Jurusan Teknik Sipil.

Selama melaksanakan kegiatan penelitian, penulis mendapatkan banyak ilmu dan pengalaman yang bermanfaat khususnya mengenai pembuatan *mix design*, pengujian material, pembuatan beton segar, *slump*, dan pengaruh mineral aditif yang terdapat dalam semen terhadap kuat tekan beton.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan dalam penulisan laporan ini, yang diakibatkan oleh kemampuan dan keterbatasan penulis. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga proses menuju kesempurnaan akan tercapai. Harapan penulis semoga laporan ini dapat bermanfaat dan berguna bagi setiap pembaca.

Akhirnya penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu serta membimbing kami dalam pelaksanaan kerja praktik dilapangan maupun penyusunan laporan ini, khususnya kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Badia Perizade. M.B.A., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H.M. Taufik Toha, DEA., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Siwijaya.
3. Bapak Ir. Yakni Idris, M.Sc., M.S.C.E., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Dr. Ir. Gunawan Tanzil, M.Eng, selaku dosen Pembimbing, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam memberikan bimbingan hingga selesainya laporan tugas akhir ini.

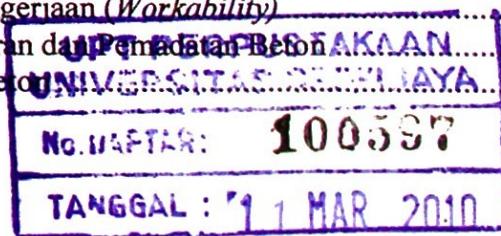
5. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS, selaku Kepala Laboratorium Bahan / Beton, yang telah membantu dalam pelaksanaan di laboratorium.
6. Bapak Ir. H. Rozirwan, yang menyediakan waktu untuk memberikan pendidikan dan motivasi.
7. Kak Rudy, selaku asisten Laboratorium Bahan / Beton, yang banyak meluangkan waktunya untuk pelaksanaan di laboratorium dan diskusi serta membantu dalam penyusunan laporan tugas akhir ini.
8. Orang tua yang selalu sabar dalam mendidik dan menyiapkan semua keperluanku hingga sekarang, tanpa sedikitpun mengeluh.
9. Dicky Bayu Saputra, A. Tarmizi, Dhian Purnamasari dalam kerja sama nya dari awal hingga selesainya laporan tugas akhir ini.
10. Fitria Septini, Isma, Febrianto, Mustofa, Rendy, Bayu, Ridho, Nanda, Ria, Bedi, Dody dan rekan-rekan mahasiswa yang tidak dapat disebutkan atas bantuannya dari awal perkuliahan sampai kelulusan.

Palembang, November 2009

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Halaman Pengesahan	ii
Halaman Persetujuan	iii
Abstraksi	iv
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Tabel	ix
Daftar Gambar	x
Daftar Lampiran	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Metodologi Penelitian dan Teknik Analisis	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pengertian Beton	7
2.2 Bahan Pembentuk Beton	8
2.2.1 Agregat	8
a. Jenis Agregat	8
b. Syarat-syarat Agregat	9
2.2.2 Semen	10
a. Bahan Baku dan Komposisi Kimia Semen	10
b. <i>Portland Cement Type I</i>	11
c. <i>Portland Composite Cement</i>	12
2.2.3 Air	13
2.3 Rasio Air Semen	14
2.4 Sifat dan Karakteristik Perancangan Beton	14
2.4.1 Kekuatan Beton	14
2.4.2 Kemudahan Penggerian (<i>Workability</i>)	14
2.5 Pencampuran, Pengecoran dan Pemadatan Beton	15
2.5.1 Pencampuran Beton	15



2.5.2 Pengecoran Beton	16
2.5.3 Pemadatan Beton	16
2.6 Perawatan Beton	17
2.7 Pengujian Kuat Tekan Beton	17
2.8 Penelitian Terdahulu	18
 BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	20
3.1 Langkah-Langkah Penelitian	20
3.2 Metoda Rancangan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	21
3.3 Pelaksanaan di Laboratorium	21
3.3.1 Waktu dan Tempat	21
3.3.2 Persiapan Material	21
3.4 Proses Pembuatan benda Uji	23
3.4.1 Persiapan Cetakan	23
3.4.2 Pengadukan Beton	24
3.5 Pengujian <i>Slump</i> Beton	24
3.6 Perilaku Beton	25
3.7 Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	25
3.8 Pengujian Kuat Tekan Beton	26
3.9 Analisis Data	27
 BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Pengujian Material	28
4.2 Pengaruh Bahan Mineral Aditif	29
4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan	31
4.4 Penbahasan Pengujian Kuat Tekan	36
4.5 Persentase Selisih Kuat Tekan	43
4.6 Pembahasan	45
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Kesimpulan	47
5.2 Saran	48
 Daftar Pustaka	49
Lampiran	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1.1 Jumlah Benda Uji	5
2.1 Komposisi Bahan Baku Semen dan Secara Umum	11
2.2 Komposisi Kimia <i>Portland Cement type I</i> dan Standar ASTM	11
2.3 Toleransi Waktu Pengujian Kuat Tekan	18
3.1 Jumlah Benda Uji.....	23
4.1 Rekapitulasi Data Hasil Test Laboratorium	28
4.2 Komposisi Kimia Semen Padang <i>Portland Type I</i> dan Semen Padang <i>Portland Composite Cement</i>	29
4.3 Komposisi Oksida	30
4.4 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan <i>Portland</i> <i>Cement Type I</i> W/C = 0,6	32
4.5 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan <i>Portland</i> <i>Cement Type I</i> W/C = 0,65	33
4.6 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan <i>Portland</i> <i>Composite Cement</i> W/C = 0,6	34
4.7 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan <i>Portland</i> <i>Composite Cement</i> W/C = 0,65	35
4.8 Rekapitulasi Pengujian Kuat Tekan Beton	36
4.9 Rekapitulasi Fungsi Regresi dari Grafik Kuat Tekan Beton	42
4.10 Persentase Selisih Kuat Tekan Beton <i>Portland Composite Cement</i> terhadap <i>Portland Cement Type I</i>	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Beberapa Tipe Hasil Pengujian <i>Slump</i>	16
2.2 Struktur Organisasi Proyek Pembangunan Gedung RSUD Sekayu Kabupaten Musi Banyuasin	6
3.1 Diagram Alir Penelitian	20
4.1 Perbedaan Reaksi Hidrasi dan Reaksi Pozzolanik	30
4.2 Grafik Regresi Logaritmic Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan <i>Portland Cement Type I W/C = 0,6</i>	37
4.3 Grafik Regresi Logaritmic Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan <i>Portland Cement Type I W/C = 0,65</i>	38
4.4 Grafik Regresi Logaritmic Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan <i>Portland Composite Cement W/C = 0,6</i>	39
4.5 Grafik Regresi Logaritmic Kuat Tekan Beton dengan Menggunakan <i>Portland Composite Cement W/C = 0,65</i>	40
4.6 Grafik Regresi Logaritmic Kuat Tekan Beton W/C = 0,6	41
4.7 Grafik Regresi Logaritmic Kuat Tekan Beton W/C = 0,65	41
4.8 Grafik Persentase Seilisih Kuat Tekan Beton W/C = 0,6	44
4.9 Grafik Persentase Seilisih Kuat Tekan Beton W/C = 0,65	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : *Mix Design*

Lampiran 2 : *Specify Gravity of Hydraulic Cement*

Lampiran 3 : Data Tes Laboratorium

Lampiran 4 : Dokumentasi

Lampiran 5 : Administrasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penggunaan beton sebagai struktur dalam suatu konstruksi saat ini semakin meningkat. Hal ini dikarenakan keunggulan-keunggulan yang dimiliki beton seperti mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, mampu memikul beban berat, tahan terhadap temperatur tinggi, serta biaya pemeliharaan yang kecil.

Berbagai jenis semen portland, melalui pengaturan rancangan bahan dasar, telah dikembangkan sesuai dengan jenis bangunan dan persyaratan lingkungan dimana beton akan digunakan. Dengan perkembangan teknologi dan juga usaha yang dilakukan untuk menghemat biaya dan energi produksi serta mengatasi permasalahan lingkungan, dewasa ini telah diproduksi *Portland Composite Cement* (PCC) yang merupakan pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat dan batu kapur.

I Made Alit Karyawan Salain (2007) pada penelitiannya yang membandingkan *Portland Pozzolan Cement* (PPC) dengan *Portland Cement Type I*, mengatakan karakter dan properti yang berbeda pada kandungan semen tersebut menyebabkan perbedaan pada kuat tekan beton yang dibuat menggunakan semen tersebut.

Oleh karena itu, dilakukan penelitian untuk membuat campuran bahan-bahan yang membentuk beton. Dalam penelitian ini, digunakan 2 jenis semen yaitu *Portland Cement Type I* dan *Portland Composite Cement* (PPC), agar bisa dianalisa jenis semen yang baik untuk digunakan dalam pembuatan beton. Sehingga didapat campuran beton yang bahan-bahan pembentuknya mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan sesuai dengan yang direncanakan setelah mengeras dan cukup ekonomis. Hal ini dilakukan dengan membuat JMF bahan-bahan yang membentuk beton dengan menggunakan Metode ACI (*American Concrete Institute*).

Berdasarkan hal diatas, dilakukan penelitian di laboratorium dengan mengambil judul perbandingan kuat tekan beton *curing* dengan menggunakan *Portland Cement Type I* dan *Portland Composite Cement*.

1.2. Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas pada tugas akhir ini adalah perbandingan kuat tekan beton yang dibuat dengan menggunakan campuran Semen Padang *Portland Type I* dan Semen Padang PCC (*Portland Composite Cement*) dengan w/c = 0,6 dan w/c = 0,65 pada umur hidrasi 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari dengan perawatan.

Dalam *concrete mix design* menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*), Benda uji yang dibuat berbentuk kubus dengan dimensi 15 cm x 15 cm x 15 cm yang terdiri dari 4 benda uji untuk setiap variasi campuran.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan Laporan Tugas Akhir ini, yaitu :

1. Untuk memahami desain campuran beton dari material-material yang ditentukan sehingga mampu membuat Job Mix Formula (JMF) dengan tepat.
2. Menganalisa perbandingan kuat tekan beton yang dibuat dengan menggunakan campuran Semen Padang *Portland Type I* dan Semen Padang PCC (*Portland Composite Cement*) dengan perawatan.
3. Mengetahui pengaruh kandungan mineral aditif pada *Portland Composite Cement* terhadap kuat tekan.

1.4. Metodelogi Penelitian dan Teknik Analisis

Metode penelitian merupakan serangkaian percobaan di laboratorium, dimulai dari persiapan bahan pembentuk beton, pemeriksaan agregat, perencanaan campuran, pembuatan benda uji kubus serta pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.

Dalam penelitian tugas akhir ini, penulis menggunakan metode ACI dalam melakukan pengujian dan perencanaan mutu beton beberapa tingkat mutu beton.

Secara garis besar urutan penelitian ini, yaitu:

1. Persiapan studi literature mengenai penelitian yang dilaksanakan.
2. Persiapan material yang akan digunakan.
3. Melakukan pengujian material yang akan digunakan untuk benda uji, yaitu:
 - a. Pengujian kadar lumpur agregat halus.
 - b. Pengujian kadar organik agregat halus.
 - c. Pengujian analisa saringan agregat halus dan kasar.
 - d. Pemeriksaan kadar air agregat halus dan kasar.
 - e. Pemeriksaan berat volume agregat halus dan kasar.
 - f. Pengujian *specific gravity* dan absorpsi agregat halus dan kasar.
4. Melakukan perhitungan *mix design* untuk beton w/c = 0,6 dan w/c = 0,65.
5. Membuat campuran beton segar w/c = 0,6 dan w/c = 0,65 hingga didapat nilai slump yang direncanakan.
6. Melakukan pencetakan beton kubus 15 cm x 15 cm x 15 cm.
7. Melakukan perawatan beton/*curing* dengan direndam ke dalam air.
8. Melakukan uji kuat tekan beton dengan alat *Compression Test Machine* dari umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari.
9. Melakukan pengolahan data hasil pengujian.
10. Diskusi dan konsultasi kepada dosen pembimbing.
11. Penulisan hasil pengolahan data dan penyelesaian laporan.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini, dilakukan percobaan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil Inderalaya dan dibatasi pada hal-hal sebagai berikut :

1. Material yang digunakan :

- a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen *Portland Type I* dan Semen *Portland Composite Cement* (PCC) dengan merk dagang PT. Semen Padang. Semen padang ini dikemas dalam kantung kertas dengan berat 50 kg/zak.

b. Agregat halus

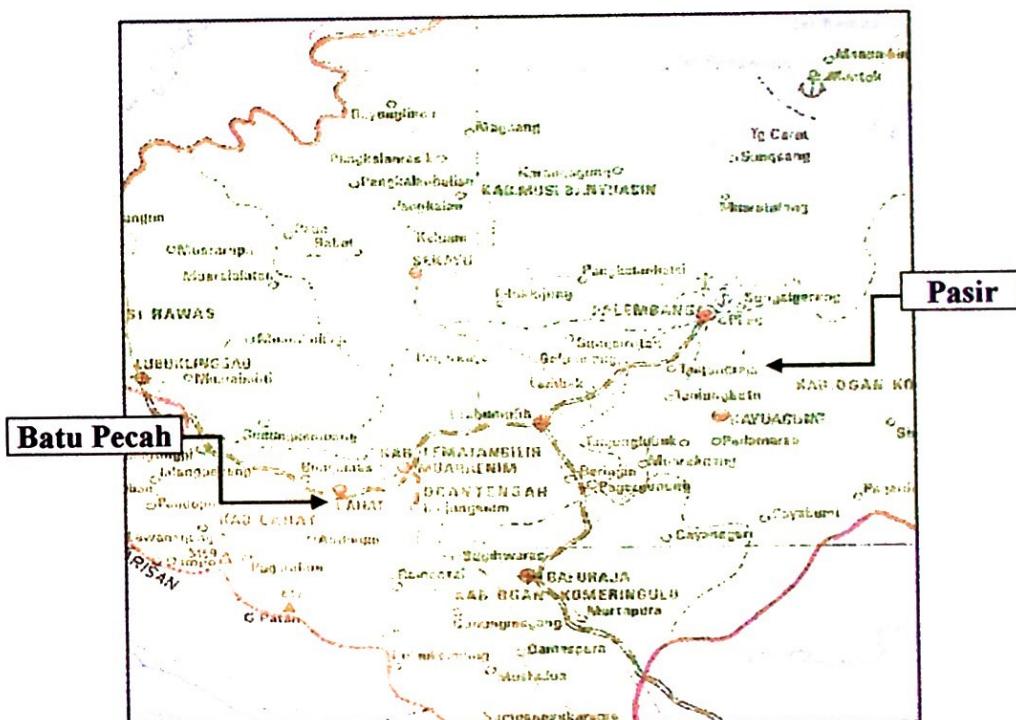
Pasir yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari daerah Tanjung Raja, Ogan Komering Ilir (OKI), Sumatera Selatan.

c. Agregat kasar

Batu pecah (Batu split $\frac{2}{3}$) yang digunakan diambil dari Lahat, Sumatera Selatan.

d. Air

Air yang digunakan berasal dari sistem jaringan air bersih Universitas Sriwijaya, Inderalaya.



Gambar 1. Peta Lokasi Sumber Agregat

2. Benda uji/sample

Benda uji/sample dibuat dengan variasi lama perawatan, yaitu 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Penulis membuat 64 sampel berbentuk kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm yang terdiri dari :

Tabel 1.1 Jumlah Benda Uji

SAMPEL	UMUR BETON (HARI)				JUMLAH
	7	14	21	28	
<i>PORLTAND COMPOSITE CEMENT</i> W/C = 0,6	4	4	4	4	16
<i>PORLTAND COMPOSITE CEMENT</i> W/C = 0,65	4	4	4	4	16
<i>PORLTAND TYPE I</i> W/C = 0,6	4	4	4	4	16
<i>PORLTAND TYPE I</i> W/C = 0,65	4	4	4	4	16
TOTAL					64

Metode perawatan pada benda uji yaitu dengan perendaman di dalam air. Pengujian material menggunakan standar ASTM (*American Society for Testing Material*), sedangkan pembuatan *concrete mix design* menggunakan metode ACI (*American Concrete Institute*).

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini disusun sedemikian rupa sehingga tidak menyimpang dari pedoman yang telah ditetapkan. Dalam hal ini penulisan dibagi menjadi beberapa pokok bahasan yang diuraikan secara terperinci.

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari 5 bab, yaitu :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dibahas latar belakang, perumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, metodologi penelitian, ruang lingkup penelitian, sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas pengertian beton, bahan pembentuk beton, sifat dan karakteristik perancangan beton, dan pengujian kuat tekan beton.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan pelaksanaan penelitian yang meliputi rancangan campuran dan pengujian di laboratorium seperti pengujian material, analisa

agregat, pembuatan benda uji, pengujian nilai *slump*, dan pengujian terhadap kuat tekan beton.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil penelitian untuk pengujian material, hasil perhitungan proporsi campuran (*job mix design*), data dan grafik kuat tekan beton, perbandingan kuat tekan beton Semen *Portland Type I* dan Semen *Portland Composite Cement* (PCC).

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran dari hasil penelitian di laboratorium serta penulisan dalam laporan.

DAFTAR PUSTAKA

ACI committee 211, *Standard Practice for Selecting Proportions for Structural Lightweight Concrete (ACI 211.2-81)*

Annual Book of ASTM Standard, section for Construction, Volume 04.02, Concrete and Aggregates, 1996.

Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, *Pedoman Praktikum Beton*, Inderalaya, 2001.

Mulyono, Tri. *Teknologi Beton*. Penerbit ANDI. Jakarta. 2003

Nugraha Paulus, Antoni, *Teknologi Beton*. Penerbit Andi dan LPPM Universitas Kristen Petra, Yogyakarta. 2007.

Newman, Jhon dan Ban Seng Choo. *Advance Concrete Technoly*. Penerbit Butterworth-Heinmann. London. 2003.

Salain, I Made Alit K. *Perbandingan Kuat Tekan Dan Permeabilitas Beton Yang Menggunakan Semen Portland Pozzolan dengan Yang Menggunakan Semen Portland Type I*. Seminar dan Pameran HAKI, Bali, 2007

Samekto, Wuryati, *Teknologi Beton*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 2001

SNI 15 7046 2004. *Semen Portland Komposit*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta. 2004

Tjokrodimuljo, Kardiyono. *Teknologi Beton*. Penerbit KMTS FT UGM, Yogyakarta, 2007