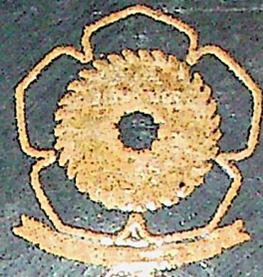


T. SP11
2008

**OBSERVASI PENGARUH AIR LAUT TERHADAP KUAT TEKAN
MORTAR CURING
BENGAN W/C 0.6 DAN 0.65**



LAPORAN TUGAS AKHIR

**Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Singaperbangsa**

Oleh :

**EKO SUBRI MARLEANSYAH
09043110112**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SINGAPERBANGSA**

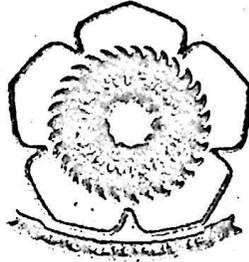
2008

S
Eko-135 of
mas
o-070116
2008

OBSERVASI PENGARUH AIR LAUT TERHADAP KUAT TEKAN

MORTAR CURING

DENGAN W/C 0.6 DAN 0.65



-19901
-18336

LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar

Sarjana Teknik Pada Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh :

EKO SUBRI MARLEANSYAH

03043110112

JURUSAN TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2008

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : EKO SUBRI MARLEANSYAH
NIM : 03043110112
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL LAPORAN : OBSERVASI PENGARUH AIR LAUT TERHADAP
KUAT TEKAN MORTAR CURING DENGAN W/C
0.6 DAN 0.65

Palembang, Desember 2008

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil



Ir. H. Imron Fikri Astira, M.S.
NIP. 131 472 645

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : EKO SUBRI MARLEANSYAH
NIM : 03043110112
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL LAPORAN : OBSERVASI PENGARUH AIR LAUT TERHADAP
KUAT TEKAN MORTAR CURING DENGAN W/C
0.6 DAN 0.65**

Palembang, Desember 2008

Menyetujui,

Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Ir. Gunawan Tanzil, M. Eng
NIP. 131 674 996

HALAMAN MOTTO

*" Sesungguhnya orang yang hari ini lebih baik dari hari kemarin
adalah orang yang beruntung, orang yang hari ini sama dengan hari kemarin
adalah orang yang seimbang dan orang yang hari ini lebih buruk dari hari kemarin
adalah orang yang celaka "*

(Al-Mudist)

*" Mulailah dari diri sendiri, mulailah dari hal yang terkecil dan mulailah
dari saat ini "*

(KH. Abdullah Gymnastiar)

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji hanya milik Allah SWT yang atas karunianya penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik. Tentunya laporan ini dapat selesai bukanlah atas jeri payah penulis sendiri. Banyak pihak yang terlibat dalam terlaksanannya laporan tugas akhir ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak tersebut antara lain :

1. Bapak Dr. Ir. Gunawan Tanzil, M.Eng selaku dosen pembimbing pada tugas akhir ini yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.
2. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, M.S selaku ketua jurusan Teknik Sipil Unsri sekali gus dosen penguji pada sidang sarjana.
3. Bapak Dr. Eng. Ir. Joni Arliansyah, MT dan Ibu Dr. Ir. Erika Buchari, MSc selaku dosen penguji pada sidang sarjana.
4. Teman-teman seperjuangan satu tim dalam melaksanakan tugas akhir ini ; Billy Brilliantono, Fouriady Setiama dan Novran Sumarsetyo selamat mengejar cita-cita semoga kita sama-sama mendapatkan kesuksesan.
5. Kedua orang tuaku yang terus memberikan motivasi dan dorongan material dan immaterial serta selalu berdoa untuk kesuksesanku.
6. Kakak-kakak tingkat yang tanpa sepengetahuan mereka tulisannya menjadi referensi laporan tugas akhir ini. Semoga Allah SWT membalasnya
7. dan semua pihak yang terlibat yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu sekali lagi penulis ucapkan banyak terima kasih.

Penulis menyadari laporan tugas akhir ini masih sangat jauh dari kata sempurna. Masih banyak kesalahan dalam penelitian dan penulis laporan tugas akhir ini. Untuk itu saran dan masukan semua pihak sangat penulis harapkan sebagai koreksi dan motivasi bagi penulis agar menjadi semakin baik.

Harapan penulis laporan ini dapat menjadi sesuatu yang bermanfaat bagi semua pihak yang berhubungan dengannya. Atas segala kekhilafan dan kesalahan dalam penulisan laporan tugas akhir ini penulis mengucapkan mohon maaf yang sebesar-besarnya.

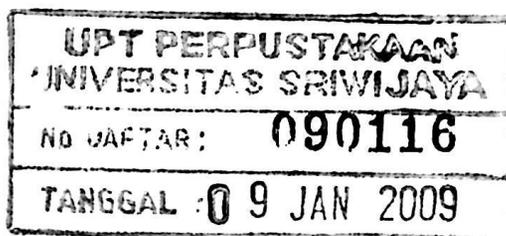
Demikianlah semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis dan pihak-pihak lain yang menggunakannya.

Prabumulih, 30 November 2008

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN MOTTO	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	
DAFTAR TABEL	
DAFTAR GAMBAR	
DAFTAR FOTO	
DAFTAR LAMPIRAN	
ABSTRAK	



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mortar.....	6
2.2 Syarat-syarat Campuran Mortar.....	8
2.3 Material-material Pembentuk Mortar.....	8
2.3.1 Semen Portland.....	8
2.3.1.1 Klasifikasi Semen.....	9
2.3.1.2 komposisi Kimia semen.....	11

2.3.1.3 Hidrasi Semen.....	13
2.3.1.4 Pengikatan Semen.....	14
2.3.2 Air.....	14
2.3.3 Agregat Halus.....	18
2.3.3.1 Persyaratan Pasir.....	18
2.3.3.2 Gradasi Agregat Halus.....	19
2.3.3.3 Pengetesan Pasir.....	20
2.3.3.3.1 Kadar Lumpur dalam Pasir.....	20
2.3.3.3.2 Kadar Kotoran Organik.....	21
2.3.3.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan.....	21
2.3.3.3.4 Gradasi atau Analisis Ayakan.....	23
2.3.3.3.5 Berat Isi.....	23
2.3.3.3.6 Kadar Air dalam Pasir.....	24
2.4 Perencanaan Campuran Mortar dengan Metode ACI.....	25
2.4.1 Diameter Agregat Nominal Maksimum.....	25
2.4.2 Estimasi Campuran Air dan Persyaratan Kandungan Udara..	25
2.4.3 Faktor Air Semen.....	26
2.4.4 Perhitungan Berat Semen.....	27
2.4.5 Estimasi Berat Agregat Halus.....	27
2.4 Perawatan (<i>Curing</i>).....	27
2.5 Serangan Air Laut.....	29
2.6 Kadar Garam (Salinitas).....	31

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Persiapan Material.....	23
3.2 Pengujian Material.....	23
3.2.1 Agregat Halus.....	23
3.2.2 Semen.....	25

3.3 Desain Campuran Mortar.....	26
3.4 Pembuatan Benda Uji.....	26
3.4.1 Pengadukan Mortar.....	26
3.4.2 Pencetakan Mortar.....	26
3.5 Perawatan (Curing) Mortar.....	27
3.6 Perendaman Ke Dalam Air laut.....	28
3.7 Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	29
3.9 Penyemprotan Perak Nitrat.....	29

BAB IV DATA HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	31
4.2 Penurunan Kuat Tekan Akibat diRendam Air.....	34
4.3 Hasil Pengujian AgNO ₃	37

BAB V KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan.....	39
5.2 Saran.....	39

DAFTAR PUSTAKA

SURAT-MENYURAT

DAFTAR TABEL

	:	
Tabel 2.1	Kuat Tekan Rata-rata Mortar pada Umur 28 Hari.....	7
Tabel 2.2	Klasifikasi Semen Berdasarkan ASTM.....	10
Tabel 2.3	Senyawa Semen.....	11
Tabel 2.4	Susunan Oksida Semen.....	11
Tabel 2.5	Sifat Senyawa Semen.....	12
Tabel 2.6	Prosentase Senyawa Utama Menurut Persamaan Bouge.....	12
Tabel 2.7	Konsentrasi Unsur-unsur Pokok Utama Air Laut.....	13
Tabel 2.8	Batas Toleransi Kotoran pada Air.....	17
Tabel 2.9	Perkiraan Air Campuran dan Persyaratan Kandungan Udara untuk Berbagai Slump dan Ukuran Agregat Nominal Maksimum...	26
Tabel 2.10	Hubungan Faktor Air Semen dengan Kekuatan Tekan Mortar	27
Tabel 2.11	Konsentrasi Unsur-unsur Pokok Air laut.....	30
Tabel 3.1	Data Hasil Pengujian Pasir Tanjung Raja OI.....	34
Tabel 3.2	Komposisi Kimia Semen Baturaja.....	35
Tabel 3.3	Komposisi Campuran Mortar.....	36
Tabel 3.4	Pembagian Sampel Mortar Silinder.....	37
Tabel 3.5	Proses Pengujian Mortar <i>Curing</i> W/C = 0.6 dan 0.65 Normal	38
Tabel 3.6	Proses Pengujian Mortar <i>Curing</i> W/C = 0.6 dan 0.65 yang direndam Air laut.....	38
Tabel 4.1	Hasil Kuat Tekan Rata-rata Mortar <i>Curing</i> W/C = 0.6 Normal	44
Tabel 4.2	Hasil Kuat Tekan Rata-rata Mortar <i>Curing</i> W/C = 0.6 yang direndam Air Laut.....	45
Tabel 4.3	Hasil Kuat Tekan Rata-rata Mortar <i>Curing</i> W/C = 0.65 Normal	46

Tabel 4.4	Hasil Kuat Tekan Rata-rata Mortar <i>Curing</i> W/C = 0.65 yang direndam Air Laut.....	47
Tabel 4.5	Kuat Tekan Rata-rata Mortar <i>Curing</i> dengan W/C= 0.6	48
Tabel 4.6	Kuat Tekan Rata-rata Mortar <i>Curing</i> dengan W/C= 0.65	48
Tabel 4.7	Persentase Penurunan Kuat Tekan Rata-rata Mortar <i>Curing</i> W/C =0.6.....	53
Tabel 4.8	Persentase Penurunan Kuat Tekan Rata-rata Mortar <i>Curing</i> W/C =0.65.....	53
Tabel 4.9	Penetrasi Warna Merah Bata Pada Mortar <i>Curing</i>	57
Tabel 4.9	Tingkat Penetrasi Rata-rata ion Klorida pada Mortar.....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir Rencana Kerja.....	41
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian di Laboratorium.....	42
Gambar 4.1	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Rata-rata Mortar <i>Curing</i> Normal dan yang direndam Air Laut dengan W/C = 0.6.....	50
Gambar 4.2	Grafik Perbandingan Kuat Tekan Rata-rata Mortar <i>Curing</i> Normal dan yang direndam Air Laut dengan W/C = 0.65.....	50
Gambar 4.3	Persentase Penurunan Kuat Tekan Mortar <i>Curing</i> dengan W/C = 0.6 yang direndam Air Laut Terhadap Mortar <i>Curing</i> Normal.....	54
Gambar 4.4	Persentase Penurunan Kuat Tekan Mortar <i>Curing</i> dengan W/C = 0.65 yang direndam Air Laut Terhadap Mortar <i>Curing</i> Normal.....	54
Gambar 4.5	Ilustrasi Mortar yang Terkontaminasi Oleh Ion-ion Klorida..	56
Gambar 4.5	Grafik Penetrasi Ion-Ion Klorida pada Mortar <i>Curing</i> yang di Rendam Air laut dengan W/C = 0.6 dan 0.65 berdasarkan Umur Mortar.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	Mix Design Mortar Menggunakan ACI
LAMPIRAN 2	Data Hasil Pengujian Agregat Halus
LAMPIRAN 3	Hasil Pengujian Kuat Tekan
LAMPIRAN 4	Hasil Pengujian Penetrasi Ion-ion Klorida
LAMPIRAN 5	Foto-foto Dokumentasi
LAMPIRAN 6	Surat-surat

OBSERVASI PENGARUH AIR LAUT TERHADAP KUAT TEKAN MORTAR CURING DENGAN W/C = 0.6 DAN 0.65

ABSTRAK

Dunia konstruksi saat ini semakin berkembang pesat. Tidak hanya di daratan tetapi pembangunan konstruksi sudah menjamah dunia maritim yang berhubungan dengan air laut. Banyak infrastruktur konstruksi yang langsung bersentuhan dengan air laut sehingga dibutuhkan penelitian khusus tentang pengaruh air laut terhadap bahan dan material konstruksi.

Air laut mengandung garam 3,6 sampai 4%, sedangkan 75% dari garam tersebut adalah NaCl, 10% MgCl₂ dan 10% garam sulfat (magnesium sulfat, gypsum, dan kalsium sulfat). Air laut sangat tidak bersahabat dengan mortar ataupun beton sehingga banyak ahli konstruksi tidak merekomendasikan air laut sebagai campuran komposisi keduanya.

Salah satu bagian dari bangunan konstruksi adalah mortar yang berfungsi sebagai pelindung dan pembungkus bangunan yang berada di bagian terluar bangunan konstruksi. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh air laut terhadap mortar sehingga akan didapat rekomendasi bagi pembangunan proyek-proyek konstruksi ke depannya.

Pada laporan ini akan dipaparkan hasil penelitian terhadap mortar yang telah melalui proses perawatan (*curing*) sehingga mutu yang dihasilkan lebih baik berdasarkan nilai kuat tekannya dibandingkan mortar yang tidak melalui proses perawatan (*non curing*) dengan menggunakan faktor air semen (W/C) = 0.6 dan 0.65 dengan masing-masing benda uji untuk satu kali pengujian sebanyak 3 buah.

Pada penelitian ini benda uji berupa mortar dengan ukuran silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Benda uji mortar *curing* dibagi 2 macam yaitu secara normal dengan perawatan hingga umur 7, 14, 21 dan 28 hari dan dengan perawatan selama 3 hari kemudian dimasukkan ke dalam air laut hingga berumur 7, 14, 21 dan 28 hari.

Proses perawatan yang dilakukan pada mortar adalah dengan melakukan proses perendaman di dalam bak penampung yang berisi air bersih untuk membantu proses hidrasi mortar dan setelah berumur seperti di atas, masing-masing mortar akan dites kuat tekannya dan dilakukan penyemprotan perak nitrat (Ag(NO₃)) pada pecahan mortar yang direndam air laut sehingga akan diketahui pengaruh air laut terhadap kuat tekan mortar *curing* dan sejauh mana ion-ion klorida air laut mengkontaminasi mortar *curing* tersebut.

Dari penelitian tugas akhir ini diharapkan akan mampu merekomendasikan hal-hal yang berhubungan dengan pendesainan campuran mortar yang baik untuk daerah yang berhubungan dengan lingkungan air laut.





BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin pesatnya perkembangan dunia konstruksi saat ini membuat pembangunan infrastruktur semakin melebarkan sayapnya termasuk pada wilayah maritim yang dikelilingi air laut. Pada pelabuhan misalnya, banyak sekali bangunan maritim yang biasanya terlihat seperti ; dermaga, pemecah gelombang (*break water*), *piers*, *jetties* dan bangunan maritim lainnya.

Bangunan tersebut memiliki beberapa bagian yang tentunya harus mampu beradaptasi dan terlindung dari serangan lingkungan yang merusak. Salah satu bagian tersebut adalah mortar yang berfungsi sebagai pembungkus dan merupakan bagian terluar dari bangunan yang tentunya harus mampu melindungi bangunan dari pengaruh buruk lingkungan. Khususnya pada bangunan maritim mortar harus mampu melindungi bangunan dari serangan air laut.

Seperti diketahui pada umumnya air laut mengandung garam 3,6 sampai 4%, sedangkan 75% dari garam tersebut adalah NaCl, 10% MgCl₂ dan 10% garam sulfat (magnesium sulfat, gypsum, dan kalsium sulfat). Garam pada air laut dapat mengakibatkan kehancuran (*disruption*) apabila terjadi kristalisasi garam pada pori bangunan. Hal ini terutama terjadi pada bangunan yang terletak pada daerah batas pasang-surut yang mengalami basah dan kering yang silih berganti. Namun hal yang lebih fatal bisa terjadi bila terjadinya korosi pada besi tulangan akibat bersentuhan dengan garam yang termasuk salah satu bahan korosif (bahan yang dapat menyebabkan korosi). Besi dalam beton sebenarnya tahan terhadap korosi karena sifat alkali dari beton (pH 12-13) sehingga terbentuk lapisan pasif di permukaan besi dalam beton. Besi baru terkorosi bila lapisan ini rusak. Proses karbonisasi (*carbonation*) dan intrusi ion-ion klorida dan gas CO₂ ke dalam beton merupakan faktor penyebab rusaknya lapisan tersebut yang berlanjut dengan terkorosinya besi di

dalam beton.

Seperti dijelaskan di atas air laut sangatlah tidak bersahabat terhadap bangunan. Maka tentulah bagian-bagian bangunan harus mampu beradaptasi dengan dampak negatif air laut terutama mortar yang merupakan bagian terluar. Dalam mendesain atau membuat mortar di daerah (lingkungan) laut, perlu diperhatikan hal-hal yang dapat dipengaruhi kekuatan dan keawetan mortar seperti perbandingan pemakaian air-semen, pemilihan material maupun penggunaan *admixture* yang dapat meningkatkan kekuatan dan sekaligus keawetan pada mortar.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah untuk mengetahui sejauh mana pengaruh air laut terhadap kuat tekan mortar *curing* dengan $w/c = 0.6$ dan 0.65 dan sejauh mana air laut mampu mengkontaminasi mortar *curing* tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kuat tekan mortar *curing* yang kemudian direndam air laut dan mortar *curing* normal berdasarkan w/c 0.6 dan 0.65 pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari
2. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan mortar *curing* normal dan yang direndam dengan air laut pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari
3. Untuk mengetahui perbandingan kuat tekan mortar *curing* berdasarkan faktor air semen (w/c) yaitu 0.6 dan 0.65
4. Mengetahui sejauh mana mortar *curing* yang direndam air laut terkontaminasi oleh ion – ion klorida

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Secara garis besar urutan pelaksanaan pekerjaan pada penelitian observasi pengaruh air laut terhadap mortar *curing* dengan faktor air semen (w/c) = 0.6 dan 0.65 adalah sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Adalah proses pengumpulan bahan-bahan bacaan yang dapat dijadikan referensi baik dalam penelitian maupun pada laporan tugas akhir.

b. Persiapan Benda Uji

Merupakan pelaksanaan persiapan yang berhubungan dengan pembuatan benda uji baik bahan-bahan material sampel, cetakan, bahan kimia tambahan dan juga peralatan-peralatan yang akan digunakan.

c. Mengadakan Pengujian Material yang akan dipakai

Pengujian hanya dilakukan pada agregat halus (pasir). Pengujian-pengujian tersebut antara lain adalah :

1. Pengujian analisa agregat halus
2. Berat jenis dan penyerapan agregat
3. Analisa kadar lumpur agregat halus
4. Analisa kadar organik agregat halus
5. Analisa kadar air agregat halus

d. Menghitung *mix desain* untuk campuran mortar

Adalah proses perhitungan komposisi campuran mortar dengan menggunakan metode ACI 211-91 untuk masing-masing mortar *curing* berdasarkan faktor air semen (w/c).

e. Melakukan perawatan benda uji untuk mortar normal dan mortar NaCl

Adalah proses perawatan terhadap mortar untuk membantu proses hidrasi pada mortar. Namun pada penelitian ini lama perawatan antara mortar normal dan mortar NaCl dibedakan.

- f. Memasukan benda uji mortar NaCl ke dalam air laut
Hal ini dilakukan hanya pada mortar *curing* NaCl untuk mengetahui pengaruh air laut terhadap mortar.
- g. Melakukan uji kuat tekan
Pengujian kuat tekan dilakukan pada mortar *curing* normal dan mortar *curing* NaCl pada umur mortar 7, 14, 21 dan 28 hari.
- h. Melakukan penyemprotan perak nitrat pada pecahan mortar NaCl
Penyemprotan larutan $\text{Ag}(\text{NO}_3)_3$ dilakukan pada pecahan mortar NaCl yang pecah akibat pengujian kuat tekan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui penetrasi air laut terhadap mortar *curing*.
- i. Mengumpulkan hasil penelitian dan Membuat pembahasan
Merupakan proses pengumpulan hasil kuat tekan mortar dan dilakukan pembahasan tentang hasil tersebut.
- j. Menarik hasil pembahasan menjadi kesimpulan dan saran
Setelah pembahasan maka didapatkan hasil pembahasan yang nantinya akan dikembangkan menjadi sebuah kesimpulan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir ini disusun sedemikian rupa sehingga tidak menyimpang dari pedoman yang telah digariskan dan dapat menghasilkan tulisan yang baik dan dapat dinikmati oleh setiap pembacanya. Dalam laporan ini pembahasan dibagi menjadi beberapa pokok pembahasan yang kemudian diuraikan secara terperinci.

Adapun yang diuraikan dalam laporan ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mencakup latar belakang, perumusan masalah, tujuan, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas gambaran umum mortar, baik sifat-sifat mortar maupun material pembentuk dan hal – hal yang berkaitan dengan penelitian.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Dalam bab ini penulis akan menguraikan mengenai pelaksanaan penelitian yang meliputi pengujian bahan campuran mortar dan hasil yang didapat, *mix design*, pembuatan benda uji, proses perawatan dan pengujian kuat tekan beton serta hal-hal yang dikerjakan saat melaksanakan penelitian.

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang pengolahan data dan pembahasan berupa hasil akhir yang didapat dari penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang diambil dari penelitian beserta saran yang merupakan masukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Nugraha Paul, Antoni, *Tegnologi Beton*. Penerbit Andi dan LPPM Universitas Kristen Petra. Yogyakarta. 2007
- T, Gunawan dan S, Magareth, *Teori Soal dan Penyelesaian Konstruksi Beton*, jilid 1
Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, *Pedoman Praktikum Beton*. Inderalaya, 2001.
- Annual Book of ASTM Standard, Section 04, Construction, Vol. 04. 01. *Cement; Lime; Gypsum*, 1993.
- Astira, Imron F., Taufik A.G., dan Betty Susanti, *Pedoman Pelaksanaan Kerja Praktek dan Tugas Akhir (Skripsi)*. Penerbit Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya, Inderalaya, 2005
- ACI commite 211, *Standard Practice for Selecting for Normal Concrete (ACI 211-81)*
- Naiggolan, Rudy, "Pengaruh Keterlambatan Perawatan Mortar Terhadap Kekuatannya",
Tesis Tugas Akhir Universitas Sriwijaya, Palembang, 2004.
- Asrul, Syahfitri. 2000. *Observasi Pengaruh Air Laut Terhadap Permeabilitas Beton Curing*. 6-55. Universitas Sriwijaya
- Lab. Mipa Kimia Unsri, 2004