

TUGAS AKHIR

KARAKTERISTIK MORTAR DENGAN BAHAN SUSUN BATOK KELAPA

**Diajukan Untuk Melengkapi Persyaratan Dalam Rangka
Memperoleh Derajat Sarjana Pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta**

Oleh:

Nama : HADI WINATA

No. Mhs : 00 511 190

Nama : IFAN HADI KUSUMA

No. Mhs : 00 511 311

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA**

2006

LEMBAR PENGESAHAN
KARAKTERISTIK MORTAR DENGAN BAHAN SUSUN
BATOK KELAPA

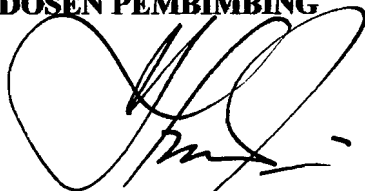
Oleh :

NAMA : HADI WINATA
No. Mahasiswa : 00 511 190

NAMA : IFAN HADI KUSUMA
No. Mahasiswa : 00 511 311

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

DOSEN PEMBIMBING



IR. H. ILMAN NOOR, MSCE
Tanggal : 09 - 03 - 2006

KETUA JURUSAN

IR. H. MUNADHIR, MS
Tanggal

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat menempuh jenjang pendidikan Strata Satu (S-1). Penyusun melaksanakan Tugas Akhir ini selama 6 bulan, dengan judul "Karakteristik Mortar Dengan Bahan Susun Batok Kelapa". Penelitian Tugas Akhir ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Maksud dan tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan batok kelapa sebagai bahan susun mortar ditinjau dari kekuatannya, pada penelitian ini nantinya dapat diketahui perbandingan perbedaan kekuatan antara mortar bahan susun batok kelapa dengan mortar bahan susun pasir. Sehingga dengan penelitian ini diharapkan batok kelapa dapat dijadikan alternatif baru sebagai bahan penyusun mortar serta dapat diketahui kekurangan penggunaan batok kelapa sebagai bahan susun mortar dibandingkan dengan penggunaan pasir sebagai bahan susun mortar. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini antara lain: uji serapan air, berat satuan volume mortar, uji kuat desak, dan uji kuat tarik mortar.

Selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir dan penyusunan laporan Tugas Akhir, penyusun telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. DR. Ir. Luthfi Hasan, MS, selaku Rektor Universitas Islam Indonesia,
2. Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
3. Ir. H. Munadhir, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
4. Ir. H. Ilman Noor, MSCE, selaku dosen pembimbing tugas akhir sekaligus sebagai Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik,
5. Karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik,
6. Salam ta'zim dan bakti kami sampaikan kepada Ayahanda dan Ibunda tercinta, beserta keluarga besar atas doa, kasih sayang, bimbingan, kesabaran serta dorongan semangat yang telah diberikan kepada kami selama ini,
7. Rekan-rekan seperjuanganku, khususnya keluarga besar Civil 2000. Terima kasih atas bantuan dan kerjasama serta tidak lupa saran dan kritiknya.

Penyusun menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi perbaiki Laporan Tugas Akhir ini.

Dan akhirnya penyusun berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semuanya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Jogjakarta, Maret 2006

Penyusun

Lembar Persembahan Hadi

Puji syukurku pada Allah Azza Wa Jalla, shalawat pada rasulullah Muhammad Saw nabi akhir zaman dan tiada nabi lagi sesudahnya.

Setelah 5 tahun setengah aku kuliah akhirnya selesai juga tahap akhir yang ditunggu-tunggu yaitu seleainya tugas akhir/Skripsi. Tugas akhir ini kupersembahkan buat orang-orang tercinta yang telah menghiasi kehidupanku,

Tribute For :

Papa (Ir. Djakaria, MBA) dan Mama (Ir. Hartati Yusah), Trimakasih atas segala kasih sayangnnya dan segala yang diberikan tanpa pernah mengharap pamrih...

Adik-adikku : Hari, Ucan, dan Neng Tasa...yang aku sayangi.

My Sweety Flower : "Adek" Dhisti Alamanda, thanx 4 motivate that u gave 4 me, I wish in 1 time u want to be.....bla..bla..^_^

Buat Family Jogja & Om Sugeng, C' Ros, Fajar, Pita, Endah.....Makasih banyak ya!

Spesial Thanx sebesar-besarnya buat & Ibu "Ubay" sekeluarga yang telah banyak membantuku. Makasiiiihh huanyak ya bu...! Kami g bakalan Lupakan Ibu.

Thanx For My Friends : Denny,Aryo, Risky, Topix, Alim...(Makasih ya komputernya). Buat teman2 Kantin 'Amanah' n 'Sadeep' team: Takur, Hastoro, Dery, Ijal, Amsal, Oxem, Rsm, Ipunx, Sareel, Ber Deff, 'Timbul', Onee, Helldy, 'Jimbonk', Kang Ray, Mamas 'myk', Azwar, Aam, Mameci, Ridho, Ocip, Samsul, Cucun, Meyer, Kadir, Penjol, 'Jembenk', Anggie, Widie, Topix, Alim, 'Comandan' Gandhi, One Jun, Muh Ambon, Aryo, Indra, De el el....Yang g bs disebutin satu-satu. Senang jadi temen kalian 😊

Buat All My Friend In Komi HMI mpo n Ex Komi HMI Mpo TSP, Keep Spirit Dab...!

For CIVIL 2000 UII Community...Angkatan Terbaik Spanjang jalan kenangan...:-p

KKN UII ANGK 29, SL-09: Dhisti,Fera 'ne2k', Babe, Ahwan, Wira, Dedy, Hari, Etc...Woy Kpn Ngumpul meneh.....?! Tp Khusus "Anak Pantai" aja Lo.^_^

Buat Keluarga n sdr2 n tmn2 di Nanggroe Aceh Darusaalam,...Salam Damai..!

Oya g lupa neh buat yang telah nemenin aku betah tuk ngetik : Coffemix, Moccacino hangat, Suklat, n A mild "bkn basa-basi"..... Trimakasih banyak ya, smoga produknya slalu berjaya hingga ke manca Negara.

And Finally, Makasih buat JogJaKarta....Never Ending Asia...Yang telah memberikan banyak experience 4 my life, n Kota Jogja g Bakalan Trlupakan. I Love JogJa, .Bye 😊

Lembar Persembahan Ifan

Alhamdulillah dan puji syukur aku panjatkan kepada Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW.

Dengan semangat dan kerja keras yang kuat akhirnya kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini selama lebih kurang delapan bulan dengan baik walaupun ada halangan dan rintangan yang menghambatnya.

Dan akhirnya aku sangat berterima kasih kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam pengerjaan skripsi ini.

Kupersembahkan kepada:

Ayahku Drs. Syahrul Saparwi dan Ibuku Nurmayati, Spd suatu cita – cita dan kebanggaan untukmu dariku yang telah lama engkau nantikan, dengan iringan do'a dan semangat darimu yang tak henti – hentinya engkau memohon kepada Allah SWT.

Untuk adik – adiku Reni (Centil), Yudi (Kidul), dan PiQi (kiting) yang sangat aku sayangi dan cintai, bahwasanya selama kakak dirantau kakak sangat kangen sama kalian....

Untuk semua keluarga ku yang di Ulu, Metro, dan Seputih raman uak' , k' yanto, k'feri, k'ijal, k' sunar, k' sulai, cek ekdut, cek eka, mbak sugi, ayuk k'yanto, ujuk, mang ujuk, pa'wo, ma'wo, k' uyi, cek eva, iyang, adik nanda dan semua keponakanku... terima kasih atas dukungannya...

Special Thanks For Ferina : Semua yang uni Ferin perintahkan sebelum pendaran aku kerjakan mulai dari sholat tahajud, do'a minta sama Allah biar dipermudah, besok pagi sarapan biar ada tenaga dan tidur jangan kemalaman And Thanks ya non atas dukungan dan semangatnya.... **U R MY**

SPECIAL

Thanks for : Dwik, Woro Astuti, Dina Herlina dan Oktarina yang pernah ada dalam hidupku and forgive me

Thank For All My Friends : **buat temen skripsiku**

HADI WINATA (Mal tong) dan Buat teman2 Kantin 'Amanah' n 'Sadocp' team:

Takur, Hastoro, Dery, Ijal, Amsal, Oxem, Rsm, Sareel, Ber Deff, 'Timbul', Onee, Helldy, 'Jimbonk', Kang Ray, Mamas 'myk', Azwar, Aam, Mameci, Ridho, Ocip, Samsul, Cucun, Meyer, Kadir, Penjol, 'Jembenk', Anggie, Widie, Topix, Alim, 'Comandan' Gandhi, One Jun, Muh Ambon, Aryo, Indra, Denny, Aryo, Risky, Topix, Alim... (Makasih ya komputernya). De el el.... Yang g bs disebutin satu-satu. Senang jadi temen kalian 😊

Thanks For CIVIL 2000 UII Community | LOVE YOU ALL MY FRIENDS.....

Ada dan banyak kenangan yang tak terlupakan dari kalian semua yang membuatku selalu ceria di saat duka dan bahagia disaat suka.... Ada satu something special kenangan yang pernah menyentuh hati dan perasaan ku dengan seseorang teman yang saat ini entah dimana rimbanya, maafkan aku.....!??? semoga kita dapat diketemukan kembali jika Allah menghendaki.

Untuk warga Prapatan Jurugsari Club (PJC) thanks, disini aku bisa belajar untuk bermasyarakat mengenal karakter setiap orang... Om Menang, Om Sentot, Sibos, Le'Oto, Kodok, Aribozox, Ismet, Pak Teguh (Guetovsky), Unang, uhak, erok, pak iwan, Hany omponks, kang Tomat, Kemo, Yatin, Mas anto (komandan), beni, dedi, wendi, faizin, bapakdan ibu kost, mbak sri dan EKS135B (Natsir, hoho, kisut, ali, dadang, sideh, gendon, nunung, kiting, daliyo, a ri)

ABSTRAKSI

Di daerah pesisir pantai yang biasanya kesulitan dalam memperoleh agregat seperti pasir sungai maupun gunung, penggunaan bahan alternatif yang bisa menggantikan pasir sangat diperlukan. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dicari alternatif bahan lokal yang memadai untuk daerah tersebut yaitu pemanfaatan batok kelapa sebagai bahan bangunan, pertimbangannya selain karena mudah didapat di daerah pesisir pantai yang kaya pohon kelapa, juga murah harganya jika dilihat dari aspek ekonomis. Penelitian ini adalah untuk mencari alternatif bahan penyusun mortar yaitu batok kelapa ditinjau pada kekuatan mortar dan mengetahui perbedaan kekuatan antara batok kelapa sebagai bahan susun mortar dengan pasir sebagai bahan susun mortar dengan perbandingan volume 1 : 3, 1 : 4, 1 : 5, 1 : 6. Dari penelitian ini dapat diketahui penggunaan batok kelapa sebagai bahan susun mortar menghasilkan kekuatan mortar yang lebih rendah dibandingkan dengan mortar dengan bahan susun pasir baik itu kuat desak maupun kuat tariknya. Kekuatan desak mortar bahan susun batok kelapa dengan variasi komposisi 1 : 3 hampir sama dengan kuat desak mortar bahan susun pasir dengan variasi komposisi 1 : 6, prosentase kuat desak mortar bahan susun batok kelapa terhadap mortar bahan susun pasir sebesar 88,337 % pada perlakuan benda uji suhu kamar. Jika ditinjau dari serapan air dan berat volume mortarnya, mortar dengan bahan susun batok kelapa memiliki serapan air yang lebih tinggi serta berat volume mortar yang lebih rendah dibandingkan mortar dengan bahan susun pasir.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAKSI	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Nabil (1995).....	6
2.2 Nugraha (1996)..	8
2.3 Julianto dan Herryanto (1997)	9
2.4 Mulyono (2004).....	10
BAB III LANDASAN TEORI	
3.1 Mortar.....	12
3.2 Semen Portland (<i>Portland Cement</i>)	14
3.3 Agregat Halus.....	16
3.4 Batok Kelapa.....	17
3.5 Air.....	19
3.6 Pengaruh Perlakuan Suhu.....	20
3.7 Pemeriksaan Kandungan Lumpur.....	21
3.8 Berat Volume Agregat.....	22
3.9 Gradasi Agregat.....	23
3.10 Perencanaan Campuran Mortar.....	24
3.11 Pengujian Serapan Air Mortar.....	25
3.12 Pengujian Berat Volume Mortar.....	26
3.13 Uji Kuat Desak Mortar.....	27

3.14 Uji Kuat Tarik Mortar.....	29
3.15 Workabilitas.....	30
3.16 Nilai Rata-Rata (<i>Mean</i>).....	31
3.17 Analisis Regresi dan Korelasi.....	32
3.18 Simpangan Baku dan Koefisien Variasi.....	34
BAB IV METODOLOGI PENELITIAN	
4.1 Persiapan Bahan.....	36
4.2 Alat Penelitian.....	37
4.3 Pemeriksaan Agregat	38
4.4 Pelaksanaan Penelitian.....	41
4.4.1 Perencanaan Campuran Mortar.....	41
4.4.2 Pembuatan Benda Uji.....	42
4.4.3 Keleccakan Adukan Mortar.....	45
4.4.4 Perawatan Benda Uji.....	46
4.4.5 Uji Serapan air Mortar.....	47
4.4.6 Uji Berat Volume Mortar.....	47
4.4.7 Uji Kuat Desak Mortar	47
4.4.8 Uji Kuat Tarik Mortar	48
4.5 Analisis Data.....	48
4.6 Sistematika Penelitian.....	49
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1 Uji Kandungan Lumpur Pada Pasir	50
5.2 Berat Volume Agregat.....	50
5.3 Kandungan Air Agregat Batok Kelapa.....	52
5.4 Gradasi Agregat.....	52
5.5 Workabilitas.....	54
5.6 Uji Serapan Air Mortar.....	56
5.7 Uji Berat Volume Mortar.....	60
5.8 Uji Kuat Desak Mortar.....	66
5.9 Uji Kuat Tarik Mortar.....	75
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan.....	85
6.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	88
LAMPIRAN	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Pengujian Kuat Tekan Mortar	28
Gambar 3.2	Benda Uji Tarik Mortar	29
Gambar 4.1	<i>Flowchart</i> Penelitian	49
Gambar 5.1.	Grafik Gradasi Agregat Pasir dan Batok Kelapa	54
Gambar 5.2	Grafik Gabungan Serapan Air Mortar Bahan Susun Pasir dan Mortar Bahan Susun Agregat Batok Kelapa.	57
Gambar 5.3	Grafik Gabungan Berat volume Mortar Bahan Susun Pasir dan Mortar Bahan Susun Batok Kelapa	61
Gambar 5.4	Grafik Hubungan Antara Berat Volume Mortar Dengan Serapan Air Mortar, Mortar Dengan Bahan Susun Batok Kelapa	63
Gambar 5.5	Grafik Hubungan Antara Berat Volume Mortar Dengan Serapan Air Mortar, Mortar Dengan Bahan Susun Pasir	64
Gambar 5.6	Grafik Kuat Desak Mortar Dengan Bahan Susun Batok Kelapa ..	68
Gambar 5.7	Grafik Kuat Desak Mortar Dengan Bahan Susun Pasir	68
Gambar 5.8	Grafik Gabungan Kuat Desak Mortar Bahan Susun Batok Kelapa Dengan Bahan Susun Pasir	69
Gambar 5.9	Grafik Hubungan Antara Serapan Air Mortar Bahan Susun Batok Kelapa Dengan Kuat Desaknya	74
Gambar 5.10	Grafik Hubungan Antara Serapan Air Mortar Bahan Susun Pasir Dengan Kuat Desaknya	74
Gambar 5.11	Grafik Kuat Tarik Mortar Dengan Bahan Susun Batok Kelapa.....	78
Gambar 5.12	Grafik Kuat Tarik Mortar Dengan Bahan Susun Pasir	78
Gambar 5.13	Grafik Gabungan Kuat Tarik Mortar Bahan Susun Batok Kelapa Dengan Bahan Susun Pasir	79
Gambar 5.14	Hubungan Prosentase Kuat Tarik Terhadap Kuat Desak Mortar	82

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Batas Gradasi Agregat Halus Menurut <i>British Standart</i>	23
Tabel 3.2	Huibungan Nilai Koefisien Determinasi (R^2) dan Korelasi	34
Tabel 4.1	Perbandingan Volume Yang diperoleh Setelah Ditransformasikan Ke Nilai Perbandingan Berat.....	41
Tabel 4.2	Jumlah benda uji untuk uji kuat tekan dan kuat tarik dengan bahan Susun semen dan batok kelapa dengan perawatan 28 hari perlakuan suhu oven 60 ⁰ C.....	44
Tabel 4.3	Jumlah benda uji untuk uji kuat tekan dan kuat tarik dengan bahan susun semen dan pasir dengan perawatan 28 hari perlakuan suhu oven 60 ⁰ C.....	44
Tabel 4.4	Jumlah benda uji untuk uji kuat tekan dan kuat tarik dengan bahan susun semen dan batok kelapa dengan perawatan 28 hari perlakuan suhu kamar +25 ⁰ C.....	44
Tabel 4.5	Jumlah benda uji untuk uji kuat tekan dan kuat tarik dengan bahan susun semen pasir dengan perawatan 28 hari perlakuan suhu kamar +25 ⁰ C.....	45
Tabel 5.1	Data hasil pengujian prosentase kandungan Lumpur pasir Merapi .	50
Tabel 5.2	Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Halus / Pasir	52
Tabel 5.3	Hasil Pengujian Berat Volume Pasir / Batok Kelapa.....	52
Tabel 5.4	Serapan Air Mortar Rerata Dengan Bahan Susun Agregat Batok Kelapa	56
Tabel 5.5	Serapan Air Mortar Rerata Dengan Bahan Susun Pasir	57
Tabel 5.6	Berat Volume Mortar Rerata Dengan Bahan Susun Batok Kelapa .	60
Tabel 5.7	Berat Volume Mortar Rerata Dengan Bahan Susun Pasir	60

Tabel 5.8	Penurunan Berat Volume Mortar Bahan Susun Batok Kelapa Terhadap Berat Volume Mortar Bahan Susun Pasir.....	61
Tabel 5.9	Hasil Uji Desak Mortar Bahan Susun Batok Kelapa (Suhu Oven).....	66
Tabel 5.10	Hasil Uji Kuat Desak Mortar Bahan Susun Batok Kelapa (Suhu Kamar)	66
Tabel 5.11	Hasil Uji Kuat Desak Mortar Bahan Susun Pasir (Suhu Oven)	67
Tabel 5.12	Hasil Uji Kuat Desak Mortar Bahan Susun Pasir (Suhu Kamar)	67
Tabel 5.13	Prosentase Penurunan Kuat Desak Sampel Uji Suhu Kamar Terhadap Suhu Oven Pada Mortar Bahan Susun Batok Kelapa	67
Tabel 5.14	Prosentase Penurunan Kuat Desak Sampel Uji Suhu Kamar Terhadap Sampel Uji Suhu Oven Pada Mortar Bahan Susun Pasir	67
Tabel 5.15	Hasil Uji Kuat Tarik Mortar Bahan Susun Batok Kelapa (60° C)	76
Tabel 5.16	Hasil Uji Kuat Tarik Mortar Bahan Susun Batok Kelapa (25° C)	76
Tabel 5.17	Hasil Uji Kuat Tarik Mortar Bahan Susun Pasir (60° C)	76
Tabel 5.18	Hasil Uji Kuat Tarik Mortar Bahan Susun Pasir (25° C)	77
Tabel 5.19	Prosentase Penurunan Kuat Tarik Sampel Uji Suhu Kamar Terhadap Suhu Oven Pada Mortar Bahan Susun Batok Kelapa	77
Tabel 5.20	Prosentase Penurunan Kuat Tarik Sampel Uji Suhu Kamar Terhadap Suhu Oven Pada Mortar Bahan Susun Pasir	77
Tabel 5.21	Prosentase Penurunan Rata-Rata Kuat Tarik Mortar Bahan Susun	

	Batok Kelapa Terhadap Mortar Bahan Susun	
	Pasir	77
Tabel 5.22	Prosentase Kuat Tarik Terhadap Kuat Desak Mortar Bahan Susun	
	Batok Kelapa	81
Tabel 5.23	Prosentase Kuat Tarik Terhadap Kuat Desak Mortar Bahan Susun	
	Pasir	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Perhitungan Proporsi Campuran Mortar	90
Lampiran 2 : Pemeriksaan Bahan Penyusun Mortar	91
Lampiran 3 : Uji Serapan Air Mortar	92
Lampiran 4 : Uji Berat Satuan Volume Mortar	93
Lampiran 5 : Kuat Desak Mortar	94
Lampiran 6 : Kuat Tarik Mortar	95
Lampiran 7 : Gambar Dokumentasi Dan Penelitian	96

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan era globalisasi yang semakin pesat membuat Negara-negara di dunia, terutama Negara-negara berkembang harus senantiasa siap untuk menerima dan menghadapi setiap perubahan yang mungkin terjadi. Perkembangan globalisasi ini ditandai dengan adanya persaingan antara negara-negara berkembang dalam menyiapkan sumber daya manusia yang handal. Usaha ini menjadi kunci penting dalam mengembangkan segala ilmu dan teknologi demi tercapainya segala kebutuhan manusia.

Kebutuhan akan tempat tinggal menjadi sangat penting mengingat semakin bertambahnya jumlah dari penduduk Indonesia dan semakin terbatasnya luas tanah untuk pembangunan. Hal ini menjadi motivasi dalam mengembangkan teknologi yang tepat guna dalam bidang konstruksi.

Memanfaatkan bahan lokal yang harganya relatif murah dan mudah diperoleh merupakan salah satu cara untuk menekan harga bahan bangunan. Di Indonesia banyak sekali bahan-bahan lokal yang dapat digunakan sebagai bahan bangunan ataupun sebagai bahan tambah dalam campuran bahan susun beton. Di daerah pesisir pantai yang biasanya kesulitan dalam memperoleh agregat seperti pasir sungai maupun gunung, penggunaan bahan alternatif yang bisa menggantikan pasir sangat diperlukan. Untuk mengatasi hal tersebut perlu dicari

alternatif bahan lokal yang memadai untuk daerah tersebut yaitu pemanfaatan batok kelapa sebagai bahan bangunan, pertimbangannya selain karena mudah didapat di daerah pesisir pantai yang kaya pohon kelapa, juga murah harganya jika dilihat dari aspek ekonomis. Kelapa merupakan jenis tanaman yang sudah membudaya penggunaannya bagi masyarakat Indonesia.

Kelapa telah lama digunakan oleh masyarakat untuk keperluan dasar yang menunjang kehidupan antara lain sebagai keperluan rumah tangga dan sebagai kerajinan rumah tangga. Pohon kelapa di Indonesia merupakan komoditi yang cukup banyak dan sangat melimpah, sehingga setiap panen akan menghasilkan batok kelapa yang cukup banyak dan pemanfaatannya belum optimal. Sementara itu pemanfaatan batok kelapa hanya terbatas untuk kebutuhan-kebutuhan dasar rumah tangga saja, sedangkan untuk bahan konstruksi batok kelapa belum dimanfaatkan secara optimal. Oleh karena itu, perlu dilaksanakan penelitian-penelitian yang meneliti tentang pemanfaatan batok kelapa sebagai bahan alternatif untuk bangunan. Dalam penelitian ini batok kelapa dimanfaatkan sebagai bahan susun mortar.

Penelitian tentang kelapa hanya berkisar pada pemanfaatan sabut kelapa sebagai bahan pada beton serat (*fibre concrete*), abu sabut kelapa untuk bahan susun mortar *Conblock*, pemanfaatan kayu pohon kelapa sebagai bahan konstruksi bangunan, dan lain sebagainya. Oleh karena itu, perlu dilaksanakan penelitian-penelitian yang meneliti tentang pemanfaatan batok kelapa sebagai bahan alternatif untuk bangunan. Dalam penelitian ini batok kelapa dimanfaatkan sebagai bahan susun mortar.

1.2 Rumusan Masalah

Daerah pesisir pantai yang jauh dari sungai dan pegunungan biasanya kesulitan dalam memperoleh agregat pasir yang memenuhi syarat untuk bahan bangunan. Pasir pantai sendiri tidak memenuhi syarat untuk dijadikan bahan bangunan karena banyak mengandung garam-garaman. Garam tersebut menyebabkan pasir banyak menyerap air dari udara sehingga kondisi pasir akan selalu basah atau agak basah yang tidak dikehendaki dalam pengerjaan beton maupun mortar.

Penggunaan bahan alternatif cukup diperlukan, salah satunya adalah pemanfaatan batok kelapa sebagai bahan susun mortar. Penelitian ini membahas seberapa jauh pengaruh penggunaan batok kelapa sebagai bahan susun mortar terhadap kuat tekan dan kuat tarik pada mortar dengan berbagai variasi campuran semen dan batok kelapa.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

1. Mengetahui pengaruh pemanfaatan batok kelapa sebagai bahan susun mortar terhadap kekuatan mortar pada umur 28 hari.
2. Mengetahui kekuatan mortar dari tiap-tiap variasi campuran berdasarkan uji tekan dan uji tarik.
3. Mengetahui perbedaan karakteristik antara mortar bahan susun batok kelapa dengan mortar bahan susun pasir di tinjau pada serapan air dan berat volume mortar.

4. Penelitian ini adalah untuk mencari alternatif bahan penyusun mortar yaitu batok kelapa ditinjau pada kekuatan mortar.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi bahwasanya batok kelapa dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan susun mortar.
2. Mengetahui kekuatan mortar dengan batok kelapa sebagai bahan penyusunnya.
3. Menambah pengetahuan yang lebih mendalam di bidang struktur terutama dalam hal pembuatan mortar.

1.5 Batasan Masalah

Untuk membatasi permasalahan ini agar penelitian dapat sesuai dengan tujuan, maka digunakan batasan masalah sebagai berikut :

1. Semen yang digunakan adalah Semen tipe 1 merek Nisantara,
2. Bagian buah kelapa yang digunakan adalah *Endocarp* (bagian tempurung yang keras sekali, tebalnya 3-6 mm) dalam keadaan bersih dan kering,
3. Pasir berasal dari Merapi,
4. Penakaran campuran dilakukan dengan perbandingan volume,
5. Komposisi campuran bahan susun mortar dengan nilai banding volume 1:3, 1:4, 1 5, 1 6, untuk batok kelapa dan pasir,
6. Tolak kelecakan (*slump*) yang digunakan adalah 5 cm,

7. Perawatan benda uji untuk pengujian serapan air mortar dalam rendaman air selama 26 hari kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam setelah itu dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam, jadi total perawatan selama 28 hari,
 8. Perawatan benda uji untuk pengujian berat volume mortar dalam rendaman air selama 26 hari kemudian dirawat pada suhu kamar selama 48 jam, jadi total perawatan selama 28 hari,
 9. Pengujian serapan air mortar dilakukan setelah sampel berumur 28 hari,
 10. Pengujian berat volume dilakukan setelah sampel berumur 28 hari,
 11. Waktu pengujian desak mortar dan pengujian tarik mortar setelah dilakukan pengujian serapan air dan berat volume mortar,
 12. Jumlah total benda uji 96 buah,
 13. Pelaksanaan penelitian dilakukan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
-

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka adalah beberapa referensi dari penelitian terdahulu atau literatur lainnya yang menunjang penelitian.

2.1 Nabil (1995)

Penelitian yang dilakukan adalah untuk mengetahui serapan air mortar, berat satuan mortar, dan kuat desak mortar untuk mortar yang diberi bahan tambah limbah padat pabrik kertas. Pada penelitian ini benda uji dikeluarkan dari cetakan setelah didiamkan selama 2 x 24 jam. Pada hari ke 2 benda uji direndam hingga umur 26 hari. Pada pelaksanaan uji serapan ini dipakai 3 buah benda uji yang masing-masing diberi tanda 1, 2 dan 3 untuk setiap variasi. Setelah perendaman benda uji tersebut ditimbang (W_1) dan dikeringkan didalam oven ($\pm 60^\circ\text{C}$) selama 24 jam kemudian didinginkan dalam desikator selama 24 jam. Tepat pada umur ke 28 hari benda uji dikeluarkan dari desikator dan ditimbang untuk mengetahui berat keringnya (W_2) dan kemudian dilakukan uji desak mortar. Berat air yang diserap adalah selisih berat basah (W_1) dengan berat berat kering (W_2). Nilai serapan air mortar uji pada waktu pengikatan umur 28 hari merupakan prosentase perbandingan antara air yang diserap dengan berat benda uji dalam keadaan kering.

Pada pelaksanaan uji berat satuan mortar, dipakai 3 buah benda uji yang masing-masing diberi tanda untuk setiap variasinya. Pada umur ke 26 hari diangkat dari perendaman kemudian dikeringkan pada suhu kamar ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) selama 48 jam. Tepat pada umur 28 hari benda uji ditimbang (W) dan diukur untuk mengetahui volumenya (V). Kemudian dari setiap variasi komposisi mortar dibuat 6 buah benda uji dengan ukuran masing-masing $(7 \times 7 \times 7) \text{ cm}^3$ sebanyak 3 buah benda uji ditinjau dari serapan air serta kuat tekan dengan pengeringan oven ($\pm 60^{\circ}\text{C}$) dan 3 buah benda uji lainnya ditinjau dari berat satuan serta kuat tekan pada suhu kamar ($\pm 25^{\circ}\text{C}$).

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan limbah padat pabrik kertas pada mortar semen dapat menurunkan berat jenis mortarnya.
2. Penambahan limbah padat pabrik kertas pada mortar semen secara umum dapat menurunkan serapan airnya kecuali pada mortar dengan perbandingan 1 pc : 3 pasir, yang justru mengalami kenaikan serapan airnya.
3. Mortar yang dirawat pada suhu 60°C dapat menghasilkan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dirawat pada suhu kamar
4. Penambahan limbah padat pabrik kertas pada mortar semen secara umum dapat menaikkan kuat tekan mortarnya, kecuali pada mortar dengan perbandingan 1 pc : 3 pasir, yang justru mengalami penurunan kuat tekannya.
5. Penambahan limbah padat pabrik kertas pada mortar semen secara umum mencapai nilai kuat tekan maksimum pada perbandingan 1:5.

2.2 Nugraha (1996)

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui serapan air mortar, berat satuan mortar, serta kuat desak mortar semen dengan penambahan campuran semen merah yang berasal dari Banguntapan Bantul, Gamping Sleman, dan Kasihan Bantul. Pada penelitian ini benda uji dikeluarkan dari cetakan setelah didiamkan selama 2 x 24 jam. Pada hari ke 2 benda uji direndam hingga umur 12 hari. Pada pelaksanaan uji serapan ini dipakai 3 buah benda uji yang masing-masing diberi tanda 1, 2 dan 3 untuk setiap variasi. Setelah perendaman benda uji tersebut ditimbang (W_1) dan dikeringkan didalam oven ($\pm 60^{\circ}\text{C}$) selama 24 jam kemudian didinginkan dalam desikator selama 24 jam. Tepat pada umur ke 14 hari benda uji dikeluarkan dari desikator dan ditimbang untuk mengetahui berat keringnya (W_2). Berat air yang diserap adalah selisih berat basah (W_1) dengan berat berat kering (W_2). Nilai serapan air mortar uji pada waktu pengikatan umur 14 hari merupakan prosentase perbandingan antara air yang diserap dengan berat benda uji dalam keadaan kering.

Pada pelaksanaan uji berat satuan mortar, dipakai 3 buah benda uji yang masing-masing diberi tanda untuk setiap variasinya. Pada umur ke 12 hari diangkat dari perendaman kemudian dikeringkan pada suhu kamar ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) selama 48 jam. Tepat pada umur 14 hari benda uji ditimbang (W) dan diukur untuk mengetahui volumenya (V). Kemudian dari setiap variasi komposisi mortar dibuat 6 buah benda uji dengan ukuran masing-masing ($7 \times 7 \times 7$) cm^3 sebanyak 3 buah benda uji ditinjau dari serapan air serta kuat tekan dengan pengeringan oven

($\pm 60^{\circ}\text{C}$) dan 3 buah benda uji lainnya ditinjau dari berat satuan serta kuat tekan pada suhu kamar ($\pm 25^{\circ}\text{C}$).

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Serapan air mortar uji pada waktu pengikatan umur 14 hari secara umum menurun seiring dengan meningkatnya jumlah pasir.
2. Penambahan volume semen merah dapat menaikkan serapan air.
3. Penambahan semen merah ternyata dapat menurunkan kuat tekan mortar pada campuran 1 : 3 maupun 1 : 4.
4. Pengaruh perlakuan suhu oven akan menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dari pada perlakuan suhu kamar.
5. Faktor pemadatan pada saat pembuatan sampel merupakan hal yang penting, karena berpengaruh pada pembentukan pori-pori udara (*air voids*) dan pori-pori air (*water filled space*).
6. Faktor pengadukan bahan susun pada saat pencampuran dalam kondisi kering maupun saat diberi air akan berpengaruh pada tingkat homogenitas adukan. Hal ini akan berakibat pada kekompakan bahan susun dalam membentuk lekatan pada mortar.

2.3 Julianto dan Herryanto (1997)

Penelitian yang meneliti tentang pemanfaatan limbah padat pada pabrik kertas terhadap karakteristik kohesif mortar semen, pada penelitian ini benda uji mendapat perlakuan suhu sewaktu menjalani perawatan. Menghasilkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Nilai kuat desak optimum dicapai pada perbandingan 1 : 6 : 1.5 limbah padat pabrik kertas yaitu seberat 86,5383 Kg/cm² dengan suhu perawatan 60°C.
2. Semakin bertambah besar jumlah limbah padat pabrik kertas pada bahan campuran mortar, berat jenis mortar semakin kecil. Demikian juga rata-rata penyerapan air oleh mortar semakin besar pada batas penambahan 2x volume semen.
3. Tinggi slump 4 cm merupakan nilai minimum sebab jika nilai slump berkurang dari 4 cm, campuran bahan akan sulit dikerjakan sedangkan nilai slump lebih dari 6 cm, adukan bahan campuran mortar sudah terlalu encer.

2.4 Mulyono (2004)

Hubungan antar pori dalam mortar dan beton dengan kekuatan. Bahwasanya sekitar tahun 1897, R. Feret, salah seorang insinyur Prancis, mengatakan bahwa kekuatan mortar akan bertambah jika kandungan pori dalam mortar semakin kecil. Profesor Arthur N. Talbot, mengeskakan kembali bahwa terjadi hubungan langsung antara kekuatan dengan kandungan pori dalam agregat. Semakin tinggi angka pori dalam agregat berarti semakin tinggi angka pori dalam beton yang pada akhirnya akan menyebabkan turunnya kekuatan beton.

Agregat normal dihasilkan dari pemecahan batuan di quarry atau langsung dari sumber alam. Berat jenisnya adalah 2,5-2,7 atau tidak boleh kurang dari 1,2 kg/dm³. Agregat ringan digunakan untuk menghasilkan beton yang ringan dalam sebuah bangunan yang memperhitungkan berat dirinya. Beton yang dibuat dari agregat ringan mempunyai sifat tahan api yang baik, kelemahannya adalah ukuran

pori pada beton yang dibuat agregat ini besar sehingga penyerapannya besar pula. Jika tidak diperhatikan, hal ini akan menjadikan beton yang dihasilkan kurang baik kualitasnya. Disarankan untuk agregat ringan agar penakarannya menggunakan volume. Berat isi dari agregat ringan berkisar antara 750 – 1200 kg/m³ untuk agregat halusnya. Esensi dari agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat jenis yang ringan dan porositas yang tinggi, yang dapat dihasilkan dari agregat alam maupun buatan.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 MORTAR

Pasta adalah adukan yang terdiri dari bahan perekat dan air. Mortar (sering juga disebut mortel, atau spesi) atau adukan yang terdiri dari pasir, bahan perekat dan air. Bahan perekat dapat berupa tanah liat, kapur, maupun semen. Bila tanah liat yang dipakai disebut mortar Lumpur (mud mortar), bila dari kapur disebut mortar kapur, dan begitu pula bila semen Portland yang dipakai sebagai bahan perekat disebut mortar semen. Pasir dan kerikil berfungsi sebagai bahan pengisi (bahan yang direkat) (Tjokrodimuljo, 1996).

Mortar khusus dibuat dengan menambahkan bahan khusus pada mortar semen maupun mortar kapur dengan tujuan tertentu, mortar khusus dibagi dua macam :

1. Mortar ringan, diperoleh dengan menambahkan *asbestos fibers*, *jute fibers* (serat rami), butir-butir kayu, serbuk gergajian kayu, dan sebagainya. Mortar ini baik untuk bahan isolasi panas atau peredam suara.
2. Mortar tahan api, diperoleh dengan menambahkan bubuk bata-api dengan *aluminous cement*, dengan perbandingan volume satu *aluminous cement* dan dua bubuk bata-api. Mortar ini biasa dipakai untuk tungku api dan sebagainya. (Tjokrodimuljo, 2004).

Pada dasarnya mortar mempunyai sifat-sifat seperti beton, mortar yang baik harus mempunyai sifat-sifat sebagai berikut :

- 1) Murah,
- 2) Tahan lama,
- 3) Mudah dikerjakan / workability,
- 4) Melekat baik dengan bata, batu dan sebagainya,
- 5) Cepat kering / keras,
- 6) Tahan terhadap rembesan air, dan
- 7) Tidak timbul retak-retak setelah dipasang (Tjokrodimuljo, 1996).

Mortar adalah campuran yang terdiri dari bahan ikat pasir dengan atau tanpa pozolan dan air dengan komposisi tertentu. ada beberapa macam mortar sesuai dengan bahan ikat yang digunakan, yaitu mortar semen, mortar kapur, mortar tras, mortar lumpur, mortar semen kapur dan mortar semen tras (Widjoyo dkk, 1977).

Untuk bereaksi dengan semen, air yang diperlukan hanya sekitar 25 persen berat semennya saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air-semen yang dipakai sulit kurang dari 0,35 (Tjokrodimuljo, 1996).

Mortar semen adalah mortar yang tersusun atas campuran semen Portland, pasir dan air dengan komposisi tertentu. Mortar semen lebih kuat daripada mortar lumpur, mortar kapur, mortar tras, oleh karena itu lebih disukai untuk digunakan. Umumnya mortar semen ini digunakan sebagai plesteran dinding, bahan pelapis dan pelekat (spesi) pasangan batu bata, spesi batu kali, plesteran pemasangan tegel dan lain sebagainya. Pada industri bahan bangunan, mortar semen biasanya

digunakan sebagai bahan untuk membuat tegel, batako, looster, paving block, buis beton, dan lain sebagainya (Nugraha, 1996).

Mortar semen akan memberikan kuat tekan yang baik atau tinggi jika memakai pasir kasar dan bersih (tidak mengandung lumpur) serta bergradasi baik. Pemakaian air yang berlebihan akan menyebabkan pemisahan butiran (*segregasi*) pada semen dan pasir, yang berakibat membesarnya penyusutan dan mengurangi daya rekat (*adhesiveness*). Dengan demikian akan mempengaruhi pula daya tahannya terhadap penetrasi air hujan dan kekuatan batasnya (*ultimate strength*) (Nugraha, 1996).

Komposisi bahan susun mortar semen, umumnya menggunakan perbandingan volume semen dan pasir yang berkisar 1:2 sampai dengan 1:6 disesuaikan dengan pemakaiannya. (Tjokrodimuljo, 1996)

Kuat tekan mortar semen akan kurang baik apabila terdapat rongga (pori-pori) yang tidak terisi oleh butiran semen maupun pasta semen (gel). Pori-pori berisi udara (*air voids*) dan berisi air (*water filled space*) ini bisa saling berhubungan dan akan membentuk kapiler setelah mortar mengering. Hal ini mengakibatkan mortar yang terbentuk akan bersifat tembus air (*porous*) yang besar, daya ikat berkurang dan mudah terjadi *slip* antar butir-butir pasir yang dapat mengakibatkan kuat tekan mortar berkurang. (Tjokrodimuljo, 1996)

3.2 SEMEN PORTLAND (*PORTLAND CEMENT*)

Semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dengan gips sebagai bahan tambah (PUBI-1982).

Kandungan silikat dan aluminat pada semen yang mana apabila bereaksi dengan air akan menjadi media perekat. Media perekat ini kemudian akan memadat dan membentuk massa yang keras. Proses hidrasi terjadi bila semen bersentuhan dengan air. Proses ini berlangsung dua arah yakni luar dan dalam, maksudnya hasil hidrasi mengendap di bagian luar dan inti semen yang belum terhidrasi di bagian dalam secara bertahap terhidrasi (Tjokrodimuljo, 1996).

Semen dan air saling bereaksi mengalami hidrasi yang menghasilkan hidrasi semen, Proses ini berlangsung sangat cepat. Dengan adanya penambahan beberapa persen *gips* yang bersifat menghambat pengikatan semen dan air, maka akhirnya beton atau mortar dapat diangkat dan dikerjakan sebelum pembentukan ikatan berakhir. Kecepatan waktu ikat dipengaruhi oleh kehalusan semen, temperatur dan faktor air semen. Faktor air semen yang rendah (kadar air sedikit) menyebabkan air diantara bagian-bagian semen sedikit, sehingga jarak antar butir semen pendek. Akibatnya masa semen menunjukkan lebih berkaitan, karena kekuatan awal lebih dipengaruhi dan akhirnya batuan semen mencapai kepadatan tinggi (Nugraha, 1996).

Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton atau mortar. Jika terjadi faktor air semen sama (nilai slump berbeda) beton dengan jumlah kandungan semen tertentu mempunyai kuat tekan tertinggi. Pada jumlah semen tertentu terlalu sedikit berarti jumlah air sedikit sehingga adukan beton sulit dipadatkan sehingga kuat tekan beton rendah, namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga beton mengandung banyak pori dan akibatnya kuat tekan beton rendah. (Tjokrodimuljo, 1996)

3.3 AGREGAT HALUS

Agregat halus dalam beton maupun mortar, berfungsi sebagai bahan pengisi atau bahan yang diikat, dengan kata lain agregat dalam adukan tidak mengalami reaksi kimia. Menurut Tjokrodimuljo (1996), agregat adalah butiran alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat kira-kira mempunyai sebanyak 70 % volume mortar atau beton. Walaupun hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat mortar / beton. Sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah didasarkan pada ukuran butiran-butirannya. Agregat halus yang biasa digunakan adalah pasir, pasir sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau pasir yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir sebesar 5 mm. (Tjokrodimuljo, 1996)

Sedangkan agregat batok kelapa merupakan agregat buatan yang merupakan hasil dari pemecahan tempurung kelapa. Tempurung kelapa merupakan lapisan yang cukup keras dari buah kelapa (Setyomidjaja., 1995). tempurung kelapa sendiri dipecahkan sampai mempunyai ukuran butiran sebesar 5 mm kebawah.

Ditinjau dari beratnya agregat dapat dibagi tiga, yaitu agregat normal, agregat ringan, dan agregat berat. Peraturan Beton 1989 mencakup agregat normal dan agregat ringan.

Walaupun fungsi agregat hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar. Pemakaian agregat dalam mortar dimaksudkan untuk (Nugraha,1996) :

- 1) Menghasilkan kekuatan mortar yang cukup besar,
- 2) Mengurangi susut pengerasan,
- 3) Menghasilkan susunan pampat pada mortar,
- 4) Mengontrol *workability* adukan, dan
- 5) Mengurangi jumlah penggunaan semen Portland

Besar ukuran maksimum agregat mempengaruhi kuat tekan beton / mortarnya. Pada pemakaian ukuran butir agregat maksimum lebih besar memerlukan jumlah pasta lebih sedikit untuk mengisi rongga-rongga antar butirnya, berarti sedikit pula pori-pori betonnya (karena pori-pori beton sebagian besar berada dalam pastanya tidak dalam agregat) sehingga kuat tekannya lebih tinggi. Namun sebaliknya, karena butir-butir agregatnya besar maka luas permukaannya menjadi lebih sempit sehingga lekatan antara permukaan agregat dan pastanya kurang kuat. Lagipula karena butirannya besar menyebabkan sangat menghalangi susutan pastanya, sehingga retakan-retakan kecil pada pasta disekitar agregat lebih mudah terjadi.(Tjokrodimuljo,1996)

3.4 BATOK KELAPA

Menurut Setyomidjojo, Batok kelapa adalah bagian tempurung yang keras dari buah kelapa, tebalnya antara 3 – 5 mm. Kelapa atau *cocos nucifera* tumbuh di negara tropis.

Buah kelapa terdiri atas sabut 35 %, tempurung 12 %, daging 28 %, dan air buah 25 %. Bagian yang terkuat yaitu *Endocarp* (bagian tempurung yang keras sekali. Tebalnya 3-6 mm. Bagian dalam melekat pada kulit luar dari biji / endosperm).

Di Indonesia luas lahan yang ditumbuhi pohon kelapa lebih kurang 2,3 juta Ha (Puslitbang Pemukiman P.U, 1992), dengan macam pohon kelapa yang tumbuh adalah :

- b. Kelapa dalam (*typical variety*); pohonnya tinggi, buahnya besar, tetapi jarang.
- c. Kelapa genjan (*nama Variety*); pohonnya pendek, buahnya lebat, tetapi kecil-kecil, dan
- d. Kelapa hibrida (*hybrid variety*); hasil perbaikan dari kedua jenis diatas

Kelapa merupakan buah yang terdiri dari bagian-bagian (Setyamidjojo 1995) antara lain :

- *Epicarp* (kulit luar yang permukaannya licin, agak keras dan tebalnya kurang lebih 1/7 mm).
- *Mesocarp* (kulit tengah yang disebut sabut, bagian ini terdiri dari serat-serat yang keras tebalnya 3-5 cm).
- *Endocarp* (bagian tempurung yang keras sekali, tebalnya 3-6 mm, bagian dalam melekat pada kulit luar dari biji / endosperm).
- Putih lembaga atau *endosperm* yang tebalnya 8-10 mm. buah yang sudah tua bobotnya terdiri dari 25 % air. Sedangkan *Endosperm* mengandung : 52 % air, 34 % minyak, 3 % protein, 1.5 % zat gula, 1 % abu. Adapun air kelapa mengandung 2 % gula, 4 % zat kering dan abu.

Melihat hasil buah yang cukup banyak di Indonesia maka limbah dari pengolahan buah kelapa juga akan banyak pula, batok kelapa juga merupakan salah satu limbah yang dihasilkan dari pengolahan buah kelapa.

Kandungan nutrisi pada lapisan paling luar atau di dekat tempurung menjadi lebih banyak jika dibandingkan dengan lapisan paling dalam, karena lapisan paling luar ini lebih dahulu terbentuk.

Menurut Warisno (2003), *endocarp* atau biasa dikenal dengan nama tempurung atau batok kelapa merupakan lapisan yang keras karena banyak mengandung silikat (SiO_2), pada bagian pangkal tempurung terdapat 3 buah *ovale* (lubang tumbuh) atau mata, yang membuktikan bahwa bakal buah asal beruang tiga dan biasanya yang tumbuh satu buah, meskipun kadang-kadang muncul dua atau tiga kecambah, kecambah akan muncul dari lubang yang memiliki ukuran paling besar dengan tutup lubang yang lunak.

3.5 AIR

Air pada campuran mortar berfungsi sebagai media untuk mengaktifkan pada reaksi semen, pasir agar dapat saling menyatu. Air juga berfungsi sebagai pelumas antara butir-butir pasir yang berpengaruh pada sifat yang mudah dikerjakan (*workability*) adukan mortar, kekuatan susut dan keawetan. Reaksi kimia antara air dengan semen akan membentuk *gel* yang selanjutnya akan mengikat butir-butir pasir dan kapur. Dalam pemakaiannya air harus diberikan secara tepat, jika terlalu sedikit maka adukan mortar akan sulit untuk dikerjakan, sebaliknya jika berlebihan akan menyebabkan *segregasi* dan mengurangi daya

ikat. Selain itu kelebihan air akan bergerak ke permukaan adukan bersama-sama semen dan dapat membentuk lapisan tipis (*laitance*).

Dalam pemakaian air untuk mortar, air sebaiknya memenuhi syarat yaitu (Tjokrodimuljo, 1996) :

- 1) Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gr / liter.
- 2) Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram / liter,
- 3) Tidak mengandung khlorida (Cl) lebih dari 0,5 gr /liter, dan
- 4) Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/liter

Air juga digunakan untuk rawatan mortar. Metoda perawatannya adalah dengan merendam mortar dalam air. Rawatan mortar ini dapat juga memakai adukan, tetapi harus tidak menimbulkan noda atau endapan yang dapat merusak warna permukaan sehingga tidak sedap dipandang. Besi dan zat organik dalam air umumnya sebagai penyebab utama pengotoran atau perubahan warna, terutama jika rawatan cukup lama (Nugraha, 1996).

3.6 PENGARUH PERLAKUAN SUHU

Kecepatan pada reaksi kimia yang berlangsung pada pengikatan dan pengerasan tergantung pada suhu perawatannya. Pada suatu masa beton yang kecil, dimana panas yang ditimbulkan oleh semen dikeluarkan dengan cepat, kecepatan pengerasan tergantung pada suhu disekitarnya. Sebagai contoh beton yang dirawat pada suhu 0^o C selama tujuh hari hanya mencapai 58 % dari kuat desak beton

yang sama dan dirawat pada suhu 20°C selama tujuh hari (Brook dan Murdock, 1986).

Selanjutnya bila suhu jauh diatas 40°C , tampaknya terjadi pengerasan pasta beton dengan cepat, sehingga beton sudah kaku sebelum dipadatkan. Dapat ditambahkan disini, bahwa hal ini khusus terjadi bila air bisa menguap dari permukaan. Pada suatu beton yang besar atau pada bagian – bagian yang di isolasi dengan baik, panas yang dihasilkan lebih banyak dari pada panas yang hilang. Sebagai akibatnya suhu naik dan akan menaikkan juga kecepatan pengerasan (Brook dan Murdock, 1986).

3.7 PEMERIKSAAN KANDUNGAN LUMPUR

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui kandungan Lumpur atau zat organis pada agregat, yang keberadaannya mungkin memberikan pengaruh buruk (menurunkan) terhadap kekuatan beton / mortar. Kandungan zat organis akan mengganggu reaksi kimia dalam proses hidrasi antara air dan semen, kandungan zat organis ini pada umumnya terdiri dari tumbuh-tumbuhan yang telah busuk dan muncul dalam bentuk humus. Menurut Standar SII.0052 agregat halus atau pasir tidak boleh mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,074 mm atau saringan no.200) lebih dari 5 %.

Pemeriksaan kandungan lumpur ini dapat dicari dengan cara mengeringkan dan menimbang bahan agregat (W_0), kemudian agregat dicuci dengan mencampurkan air didalam gelas ukur, setelah itu agregat dikeringkan dalam oven hingga beratnya tetap, selanjutnya ditimbang berat agregatnya (W).

Kemudian untuk mendapatkan prosentase kandungan lumpurnya dapat dicari dengan rumus berikut ini :

$$\text{Kandungan Lumpur (\%)} = \frac{W_o - W}{W_o} \times 100 \% \quad (3.1)$$

Keterangan : W_o = Berat pasir sebelum dioven (gram)

W = Berat pasir setelah dioven (gram)

3.8 BERAT VOLUME AGREGAT

Definisi berat volume adalah berat dalam satuan volume untuk setiap partikel (Brink, R.H and Timms, A.G, 1996). Pemeriksaan ini juga berfungsi untuk mengetahui apakah suatu agregat termasuk agregat berat, ringan atau normal, pengujiannya mengacu pada standar ASTM C29. Untuk agregat normal berat volumenya tidak boleh kurang dari $1,2 \text{ kg/dm}^3$ dan untuk agregat ringan berat volumenya berkisar antara $750-1200 \text{ kg/m}^3$.

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui berat volume satuan dari batok kelapa dan pasir yang berguna untuk perhitungan komposisi campuran. Prosedurnya dengan cara mempergunakan alat cetak silinder beton diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Prosedurnya yaitu Alat cetak silinder kosong di timbang beratnya (W_1) kemudian bahan dimasukkan dalam silinder lalu dipadatkan. Setelah itu ditimbang beratnya (W_2). Bahan yang akan di uji dalam keadaan kering dengan memasukkan ke dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sehingga mempunyai berat tetap. Hasil penimbangan dikurangi berat silinder kosong lalu dibagi volume silinder maka didapat berat satuan seperti rumus berikut :

$$\text{Berat Volume} = \frac{W1 - W2}{V} \quad (3.2)$$

Keterangan : W1 = berat tabung dan agregat (gram)

W2 = berat tabung (gram)

V = volume tabung (cm³)

3.9 GRADASI AGREGAT

Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butiran dari agregat. Sebagai persyaratan gradasi dipakai nilai presentase dari berat butiran yang tertinggal atau lewat didalam suatu susunan ayakan. Susunan ayakan itu adalah ayakan dengan lubang : 10 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, dan 0,15 mm. Menurut ASTM C.33-86, agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada satu set ayakan lebih besar dari 45 % dan tertahan pada ayakan berikutnya.

SK.SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari British Standar di Inggris. Batas gradasi agregat halus menurut British Standar adalah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Batas Gradasi Agregat Halus Menurut *British Standart*

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
	I	II	III	IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

- Keterangan :
- Daerah I = Pasir Kasar
 - Daerah II = Pasir Agak Kasar
 - Daerah III = Pasir Halus
 - Daerah IV = Pasir Agak Halus

Modulus halus butir (MHB) adalah suatu indeks yang dipakai untuk mengukur kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat (Abrams,1918). Makin besar nilai MHB suatu agregat berarti semakin besar butiran agregatnya. Menurut SII.0052 MHB agregat halus sekitar 1,5 sampai 3,8. MHB didefinisikan sebagai jumlah persen kumulatif dari butir agregat yang tertinggal diatas satu set ayakan kemudian nilai tersebut dibagi dengan seratus (Ilsley,1942:232).

$$\text{MHB} = \frac{W}{100} \quad (3.3)$$

Keterangan : W = Prosentase berat tertinggal kumulatif (%)

3.10 PERENCANAAN CAMPURAN MORTAR

Penakaran bahan penyusun mortar menggunakan perbandingan volume sesuai dengan ketentuan yang telah disyaratkan . Bahwasanya untuk beton / mortar dengan kuat tekan $f'c$ lebih kecil dari 20 MPa, proporsi campuran boleh didasarkan pada campuran volume (*volume batching* – ASTM C.685). Penakaran volume harus didasarkan pada proporsi campuran dalam berat yang dikonversikan ke dalam volume berdasarkan berat satuan volume dari masing-masing bahan (PB, 1989 :17).

Perencanaan campuran mortar adalah untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang akan digunakan dalam adukan mortar berdasarkan

perbandingan komposisi lewat penakaran volume yang akan direncanakan. Sebelum melakukan perencanaan adukan dalam perbandingan berat dilakukan persiapan untuk mencari berat isi atau berat volume suatu bahan susun mortar. Perbandingan tersebut akan ditransformasi dalam menentukan komposisi agar sebanding, terlebih dahulu dicari berat/satuan volume masing-masing bahan campuran dari perbandingan berat, akhirnya dapat dihitung berat masing-masing bahan penyusun adukan yang diperlukan (Nugraha, 1996).

Rumus yang digunakan adalah :

$$Z = \frac{X \text{ berat_satuan}(y)}{\text{berat_satuan}(\text{semen})} \quad (3.4)$$

Dimana : Z = nilai banding penakaran berat

x = nilai banding penakaran volume

y = bahan material

3.11 PENGUJIAN SERAPAN AIR MORTAR

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui prosentase serapan air yang mampu diserap mortar. Menurut Tjokrodimuljo (1996) mortar akan bersifat tembus air (*porous*), daya ikat berkurang, dan mudah terjadi *slip* antar butiran agregat apabila pada mortar terdapat rongga-rongga yang tidak terisi oleh butiran semen maupun pasta semen selanjutnya rongga yang berisi udara (*air voids*) dan berisi air (*water filled space*) ini akan saling berhubungan dan akan membentuk kapiler setelah mortar mengering.

Pada mortar, agregat yang digunakan menempati sampai 75 sampai dengan 90 persen dari volume mortar, sehingga sifat porous bahan susun

memberikan kontribusi pada porositas mortar secara keseluruhan. Karena sifat tersebut pula, menyebabkan volume pasir biasanya mengembang bila sedikit mengandung air, hal ini disebabkan oleh adanya lapisan tipis air disekitar butir-butir pasir. Ketebalan lapisan air itu akan bertambah dengan bertambahnya kandungan air di dalam pasir jika dilakukan perendaman dan ini berarti pengembangan volume mortar secara keseluruhan (Bahan Program Pelatihan Terapan Teknologi Ferrocement, ITB). Pori-pori yang terbentuk boleh jadi merupakan saluran air bebas di dalam mortar itu sendiri. Prosentase berat air yang mampu diserap oleh mortar jika direndam dalam air merupakan nilai serapan airnya. Pengujian serapan air pada mortar menggunakan benda uji umur 3,7 dan 28 hari yang dirawat pada suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$, untuk masing-masing komposisi campuran (Nugraha,1996). Dengan menggunakan persamaan berikut ini serapan air pada mortar dapat diketahui.

$$\text{Serapan Air} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_2} \times 100\% \quad (3.5)$$

W_1 : Berat awal sebelum dioven (gram)

W_2 : Berat akhir setelah dioven (gram)

3.12 PENGUJIAN BERAT VOLUME MORTAR

Pengujian berat volume mortar dilakukan pada benda uji umur 3,7 dan 28 hari, yang dirawat pada suhu kamar untuk masing-masing komposisi campuran. Pengujian berat volume ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan mortar. Karena sifat bahan susun mortar yang *porous*, maka perlu diberikan bahan pengisi untuk mengisi pori-pori yang terbentuk oleh bahan penyusun mortar sehingga

menjadi pampat pada pengerasan dan dapat menaikkan berat satuan mortar. Hal ini mengharuskan bahan pengisi mortar mempunyai ukuran butiran yang lebih kecil dari butiran agregat supaya dapat mengisi pori-pori tersebut (Nugraha, 1996) Dengan menggunakan persamaan di bawah ini, berat volume mortar dapat diketahui.

$$Bv.mortar = \frac{W}{V} \text{ (kg/cm}^3\text{)} \quad (3.6)$$

W : Berat mortar (kg)

V : Volume mortar (cm³)

3.13 UJI KUAT DESAK MORTAR

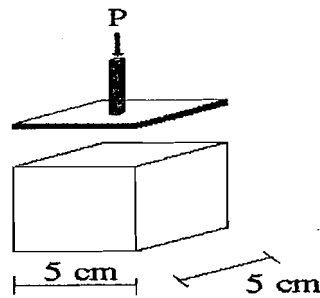
Uji kuat tekan dilakukan dengan membuat kubus mortar. Menurut ASTM/Vol 04.05/C-579 dan C-780 ukuran sisi kubus adalah 50 mm. Pada penelitian ini digunakan 10 buah benda uji untuk satu variasi, setelah mengeras (berumur 28 hari) dilakukan pengujian dengan cara ditekan dengan mesin uji tekan. Nilai kuat tekan didapat dengan cara membagi besar beban maksimum (Kg) dengan luas penampang tekan (mm²).

$$S = \frac{P}{A} \quad (3.7)$$

Dengan : P = beban maksimum dari pengujian (kg)

S = Kuat tekan mortar (kg/cm²)

A = Luas permukaan tekan (cm²)



Gambar 3.1 Pengujian Kuat Tekan Mortar

Menurut Tjokrodimuljo (1996), kuat tekan beton / mortar dipengaruhi oleh factor-faktor berikut ini :

1. Umur Beton

Kekuatan beton akan meningkat sejalan dengan bertambahnya umur yang dihitung sejak beton dibuat. Laju kenaikan beton mula-mula cepat, kemudian lajunya semakin lambat sebagai standar kekuatan beton 28 hari.

2. Faktor Air Semen

Faktor air semen (FAS) adalah perbandingan antara berat air dan berat semen dalam campuran beton

3. Jenis Semen

Tiap jenis semen akan memberikan kuat tekan yang berbeda-beda jika digunakan dalam campuran adukan beton.

4. Jumlah Semen

Pada beton dengan FAS sama, kandungan lebih banyak belum tentu mempunyai kekuatan lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena jumlah air yang banyak, demikian pula pastinya, menyebabkan kandungan pori lebih banyak daripada

beton dengan kandungan semen yang lebih sedikit. Jumlah semen dalam beton mempunyai nilai optimum tertentu yang memberikan kuat tekan tinggi.

5. Sifat Agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimum butir agregat.

3.14 UJI KUAT TARIK MORTAR

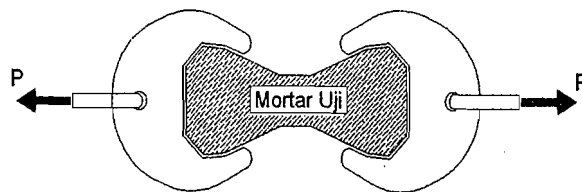
Menurut ASTM/Vol 04.05/C-307 atau C-780 uji kuat tarik dilakukan dengan cara membuat mortar berbentuk seperti angka delapan. Ukuran tebal dan lebar pada daerah penyempitan ± 25 mm. Saat pengujian sample ditarik dengan alat uji *cement briquettes* (alat bantu untuk tes tarik). Nilai kuat tarik didapat dengan membagi beban tarik maksimum (kg) dengan luas penampang yang terkecil (cm²), pada penelitian ini digunakan 4 benda uji.

$$T = \frac{P}{A} \quad (3.8)$$

Dimana : T = kuat tarik mortar (kg/cm²)

P = beban maksimum dari pengujian (kg)

A = luas penampang terkecil (cm²)



Gambar 3.2 Benda Uji Tarik Mortar

3.15 WORKABILITAS

Workabilitas merupakan tingkat kemudahan pengerjaan beton atau mortar baik dalam pencampuran maupun dalam pematatannya. Walaupun suatu beton atau mortar dirancang agar memiliki kekuatan yang optimal, namun jika rancangan tersebut tidak dapat diimplementasikan di lapangan karena sulit dikerjakan maka rancangan tersebut menjadi percuma. (Trimulyono,2004)

Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan mortar. Pada jumlah semen terlalu sedikit berarti jumlah air juga sedikit sehingga adukan mortar sulit untuk dipadatkan sehingga kuat tekan mortar rendah. Namun jika jumlah semen berlebihan berarti jumlah air juga berlebihan sehingga mortar mengandung banyak pori dan akibatnya kuat tekan mortar rendah. (Tjokrodimuljo, 1996).

Menurut Trimulyono (2004) Kemudahan pengerjaan dapat dilihat dari nilai *slump* yang identik dengan tingkat keplastisan beton atau mortar. Semakin plastis, semakin mudah pengerjaannya. Unsur-unsur yang mempengaruhi antara lain :

1. Jumlah air pencampur, semakin banyak air semakin mudah untuk dikerjakan.
2. Kandungan semen, jika FAS tetap, semakin banyak semen berarti semakin banyak kebutuhan air sehingga keplastisiannya akan lebih tinggi.
3. Gradasi campuran pasir-kerikil, jika memenuhi syarat dan sesuai dengan standar, maka akan lebih mudah dikerjakan.
4. Bentuk butiran agregat kasar, agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan.

5. Butiran maksimum
6. Cara pemadatan dan alat pematat

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Julianto dan Herryanto (1997), Tinggi slump 4 cm merupakan nilai minimum sebab jika nilai slump berkurang dari 4 cm, campuran bahan akan sulit dikerjakan sedangkan nilai slump lebih dari 6 cm, adukan bahan campuran mortar sudah terlalu encer.

3.16 NILAI RATA-RATA (*MEAN*)

Rata-rata (*mean*) atau lebih tepatnya disebut rata-rata hitung (*arithmetic mean*) merupakan ukuran gejala pusat yang sering digunakan, rata-rata dapat didefinisikan sebagai jumlah nilai dibagi oleh jumlah (banyaknya/frekuensi) subyeknya (Furqon, 2004). Dengan demikian nilai rata-rata seperangkat data dapat dicari dengan cara menjumlahkan semua nilai dan kemudian membaginya dengan banyak subyeknya (data). Maka perhitungannya menggunakan rumus (3.9) dibawah ini :

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (3.9)$$

Keterangan :

\bar{X} = Nilai rata-rata (*mean*)

$\sum x$ = Jumlah seluruh nilai data

n = Jumlah sampel data

3.17 ANALISIS REGRESI DAN KORELASI

Analisis regresi merupakan suatu cara untuk menentukan hubungan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara variable-variabel (Sudjana, 1996).

Menurut Supramono (1993), perbedaan antara regresi dan korelasi adalah regresi menunjukkan bentuk hubungan antara variabel yang mempengaruhi variabel yang lain (variabel bebas) dengan variabel yang dipengaruhi (variabel terikat). Sedangkan korelasi menjelaskan besarnya derajat atau tingkat keeratan hubungan antara variabel yang satu dengan variabel yang lain.

Hubungan linear antara dua variable X dan Y dikatakan linear jika besar perubahan nilai Y yang diakibatkan oleh perubahan nilai-nilai X konstan pada jangkauan nilai X yang diperhitungkan. Jika hubungan tersebut digambarkan dalam bentuk grafik maka hubungan linear antara X dan Y akan nampak sebagai garis lurus. Formula hubungan antara variabel X dan Y linear seperti pada persamaan 3.10.

$$Y = a + bX \quad (3.10)$$

^a menunjukkan intersep garis (merupakan titik potong antara garis regresi dengan sumbu Y) dan b menunjukkan *slope* dari garis (perubahan dalam Y bila X berubah satu-satuan).

Menurut Supramono (1993), analisis korelasi digunakan untuk mengukur tingkat, keeratan hubungan antara dua variabel bebas dan terikat. Ada dua pengukuran yang biasa digunakan dalam pengukuran yang biasa digunakan dalam

pengukuran keeratan hubungan yaitu koefisien determinasi (R^2) dan koefisien korelasi (r).

Menurut Supramono (1993), kegunaan koefisien determinasi adalah :

1. Sebagai ukuran ketepatan/ kecocokan garis regresi yang dibuat dari hasil estimasi terhadap sekelompok data hasil observasi. Semakin besar nilai R^2 maka semakin bagus regresi yang terbentuk, sebaliknya semakin kecil nilai R^2 , semakin tidak tepat garis regresi tersebut mewakili data hasil observasi, dan
2. Untuk mengukur proporsi (persentase) dari jumlah variasi Y yang diterangkan oleh model regresi atau untuk mengukur besar sumbangan dari variable X terhadap variasi variable Y .

Ada dua kondisi yang ekstrim dari nilai R^2 ini yaitu bila $R^2 = 1$ berarti variable X dan Y mempunyai hubungan yang sempurna dan jika $R^2 = 0$ maka tidak ada hubungan sama sekali antara kedua variable tersebut. Dengan demikian nilai R^2 akan berkisar antara 0 sampai dengan 1.

Menurut Supramono (1993), koefisien korelasi adalah ukuran yang digunakan untuk menentukan tingkat keeratan hubungan linear antara dua variabel. Selain itu nilai koefisien korelasi merupakan akar dari nilai koefisien determinasi.

Menurut Supramono. (1993), koefisien korelasi mempunyai sifat sebagai berikut ini.

1. Merupakan besaran yang tidak mempunyai satuan.
2. Nilai r akan terletak antara -1 dan 1 ($-1 \leq r \leq 1$).

3. Tanda positif dan negative koefisien korelasi menunjukkan arah hubungan.
4. Hanya mencerminkan keeratan hubungan linear dari dua variabel yang terlibat.
5. Besifat simetris $r_{XY} = r_{YX} = r$.
6. Variabel yang terlibat tidak harus variabel terikat dan variabel bebas.

Tingkat keeratan korelasi dapat ditentukan berdasarkan nilai berdasarkan nilai koefisien determinasinya (R^2) seperti dijelaskan dalam tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2 Hubungan Nilai Koefisien Determinasi (R^2) dan Korelasi

Nilai Koefisien Determinasi	Korelasi
$R^2 = 1$	Sempurna
$0,8 < R^2 < 0,99$	Sangat Kuat
$0,50 < R^2 < 0,79$	Kuat
$0,30 < R^2 < 0,49$	Kurang Kuat
$R^2 < 0,3$	Lemah
$R^2 = 0$	Tidak Ada

3.18 SIMPANGAN BAKU DAN KOEFISIEN VARIASI

Menurut Furqon (2004), simpangan baku (*standart deviation*) merupakan dua buah ukuran yang paling sering digunakan tentang variasi suatu perangkat data. Kedua ukuran tersebut berhubung langsung, ukuran yang satu dapat ditemukan secara langsung jika ukuran yang lainnya telah diketahui. Untuk simpangan baku, populasi merupakan indeks variabilitas seperangkat data (suatu distribusi). Makin bervariasi suatu perangkat data makin besarliah simpangan bakunya, dan sebaliknya. Untuk mendapatkan simpangan baku dapat digunakan rumus (3.11) berikut ini :

$$\text{Standar deviasi } (s) = \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n xi^2 - (\sum_{i=1}^n xi)^2}{n(n-1)}} \quad (3.11)$$

Keterangan :

n = Jumlah data

$\sum_{i=1}^n xi$ = Jumlah semua nilai data dari bilangan (nilai) ke-1 sampai bilangan ke-n

Menurut Furqon (2004), besaran simpangan baku sangat bergantung kepada skala data. Data yang tercatat dalam skala satuan cenderung memiliki simpangan baku yang lebih kecil daripada data yang dicatat dalam skala puluhan ataupun ratusan. Skala data merupakan salah satu pertimbangan yang harus dilakukan dalam menafsirkan simpangan baku. Mengingat sifat simpangan baku tersebut, perlu dicari suatu ukuran variasi yang tidak terlalu bergantung pada skala data.

Menurut Furqon (2004), masalah skala data memunculkan pemikiran untuk menggunakan rasio simpangan baku terhadap rata-ratanya yang kemudian dikenal dengan istilah *koefisien variasi (KV)*. Sesuai dengan definisi tersebut, koefisien variasi seperangkat data dapat diperoleh dengan menggunakan rumus (3.12) berikut ini :

$$\text{Koefisien variasi(KV)} = \frac{s}{\bar{X}} \quad (3.12)$$

Keterangan :

s = Simpangan baku

\bar{X} = Nilai rata-rata

BAB IV

METODOLOGI PENELITIAN

4.1 PERSIAPAN BAHAN

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini meliputi semen, air, batok kelapa, dan pasir. Hal tersebut diuraikan berikut ini :

a. Semen Portland

Sebagai bahan pengikat digunakan semen Portland (*PC*) merk Nusantara kemasan 50 kg *netto*. Pengamatan dilakukan secara visual terhadap kemasan kantong , tertutup rapat, butirannya halus, serta tidak terjadi penggumpalan. Pada semen dilakukan pengujian berat satuan volume.

b. Air

Air sebagai bahan dasar pembuatan mortar harus berwarna jernih dan tidak keruh serta air juga tidak boleh berbau. Pada air yang digunakan di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik UII airnya telah memenuhi persyaratan.

c. Batok Kelapa

Batok kelapa (*endocarp*) yang digunakan adalah tempurung kelapa tua yang telah dibersihkan dari sabut kelapa (*mesocarp*) serta dari lapisan daging kelapa (*endosperm*), Batok kelapa dimasukkan dalam oven dengan suhu 100°C agar kering dan diharapkan dalam keadaan getas sehingga mudah dalam penghancurannya. Setelah itu batok kelapa dihancurkan secara manual

dengan palu hingga butirannya berbentuk seperti agregat halus. Selanjutnya butiran tersebut diayak dengan menggunakan saringan berlubang 4,8 mm, selain itu untuk batok kelapa juga dilakukan pemeriksaan berupa pemeriksaan berat satuan volume, kadar air dan analisa gradasi.

d. Pasir

Pasir berasal dari daerah Merapi. Pasir yang digunakan adalah pasir yang lolos saringan 4,8 mm.. Sebelumnya pasir dilakukan pemeriksaan berupa pemeriksaan berat satuan volume, pemeriksaan kandungan Lumpur, dan analisa gradasi.

4.2 ALAT PENELITIAN

Adapun alat – alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Ayakan Ø 4,8 mm digunakan untuk menyaring agregat halus dan menyaring agregat batok kelapa.
2. Palu, untuk menghancurkan batok kelapa.
3. Cctok, pengaduk campuran dan membantu mencampur bahan mortar.
4. Ember kecil, tempat menampung air yang digunakan untuk mencampur adukan.
5. Talam baja, sebagai tempat mencampur bahan susun mortar.
6. Gelas ukur 250 cc untuk mencuci pasir.
7. Timbangan, untuk menimbang bahan.
8. Tabung dengan Ø10 cm dan tinggi 20 cm, untuk pengujian berat satuan volume.

9. Kerucut *Abrams*, alat untuk menentukan kelecakan adukan mortar. Alat ini dilengkapi dengan batang baja panjang 60 cm untuk penusukan. Dimensi kerucut berdiameter atas \emptyset 10 cm, \emptyset bawah 20 cm, dan tingginya 30 cm.
10. Kaliper, mengukur dimensi benda uji.
11. Cetakan kubus mortar, untuk pembuatan sampel uji desak.
12. Cetakan kuat tarik mortar, berbentuk angka delapan untuk pembuatan sampel uji tarik.
13. Mesin uji serba guna *Shimidzu*, untuk pengujian kuat desak dan tarik mortar.
14. *Cement Briquettes*, untuk uji tarik mortar.
15. Tong berisi air, untuk alat bantu pengujian tarik untuk kekuatan mortar yang sangat rendah.
16. Oven, pengering agregat batok kelapa dan sample uji.

4.3 PEMERIKSAAN AGREGAT

a. Pemeriksaan kandungan lumpur pada pasir.

Pemeriksaan kandungan lumpur ini dapat dicari dengan cara mengeringkan dan menimbang bahan agregat, kemudian agregat dicuci dengan mencampurkan air didalam gelas ukur, setelah itu agregat dikeringkan dalam oven hingga beratnya tetap, selanjutnya ditimbang berat agregatnya. Kemudian untuk mendapatkan prosentase kandungan lumpurnya dapat dicari dengan rumus (3.1).

1. Pasir yang sudah kering tungku diambil sebanyak 500 gr (W_o)
 2. Pasir dimasukkan kedalam piring yang sebelumnya sudah ditimbang lalu berat pasir dan piring tersebut ditimbang.
 3. Pasir seberat 500 gr dimasukkan dalam gelas ukur 250 cc.
 4. Gelas ukur yang berisi pasir diisi air setinggi 12 cm diatas muka pasir.
 5. Gelas ukur tersebut lalu dikocok selama 1 menit kemudian didiamkan selama 1 menit bila air keruh dibuang dan diisi air yang jernih.
 6. Percobaan tersebut diulangi lagi hingga airnya kembali jernih.
 7. Kemudian pasir tersebut dituangkan kedalam piring dan dimasukkan dalam tungku dengan suhu $105^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$ selama ± 36 jam.
 8. Pasir dikeringkan dari tungku kemudian didinginkan.
 9. Setelah didinginkan kemudian pasir ditimbang. (W)
- b. Pemeriksaan berat volume batok kelapa dan berat volume pasir

Prosedur untuk mendapatkan nilai berat satuan dengan mempergunakan alat cetak silinder beton diameter 10 cm dan tinggi 20 cm. Prosedurnya yaitu Alat cetak silinder kosong di timbang beratnya, kemudian bahan dimasukkan dalam silinder dalam tiga lapis sama tebal, setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 tusukan secara merata. Pada pemadatan tongkat harus tepat masuk sampai lapisan bagian bawah pada tiap lapisan., kemudian ratakan permukaan bahan, setelah itu ditimbang berat bahan beserta silindernya. Hasil penimbangan dikurangi berat silinder kosong lalu dibagi volume silinder seperti terdapat pada rumus (3.2).

c. Pemeriksaan kandungan air (kadar air) agregat batok kelapa.

Menurut SK.SNI M-11-1989-F, Kadar air agregat adalah besarnya perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering, dinyatakan dalam persen. Dalam penelitian ini pemeriksaan kadar air agregat batok kelapa dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Timbang dan catat berat talam (W_1).
2. Masukkan agregat basah ke dalam talam kemudian di timbang dan catat beratnya (W_2).
3. Hitung berat benda uji ($W_3=W_2-W_1$).
4. Keringkan benda uji beserta dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ \text{C}$ sampai beratnya tetap selama 24 jam.
5. Setelah kering, timbang dan catatlah berat benda uji beserta talam (W_4).
6. hitunglah berat benda uji kering ($W_5=W_4-W_1$).

$$\text{Perhitungan kadar air} = \frac{(W_3 - W_5)}{W_5} \times 100\% \quad (4.1)$$

d. Pemeriksaan gradasi batok kelapa dan pasir.

Agregat (pasir atau batok kelapa) ditimbang beratnya dalam keadaan kering mutlak sebanyak 1000 gram, kemudian diayak dengan susunan ayakan : 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm, dan 0,074 mm. setelah diayak, agregat yang tertinggal ditimbang dan dicatat beratnya. Berdasarkan catatan tersebut dapat dihitung prosentase jumlah kumulatif butir yang tertinggal dan yang lewat masing-masing ayakan, kemudian disesuaikan dengan aturan

gradasi yang telah ditetapkan oleh *British Standart* pada tabel 3.1. Untuk mendapatkan MHB digunakan persamaan yang terdapat pada rumus (3.3).

4.4 PELAKSANAAN PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini meliputi : pembuatan benda uji, tolok kelecakan adukan mortar uji *slump*, perawatan benda uji, pengujian kuat tekan mortar, dan pengujian kuat tarik mortar.

4.4.1 Perencanaan Campuran Mortar

Perencanaan campuran mortar adalah untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang akan digunakan dalam adukan mortar berdasarkan penakaran volume yang direncanakan. Penakaran volume tersebut akan ditransformasi dalam perbandingan berat agar diperoleh perbandingan bahan susun yang tepat, sebelumnya terlebih dahulu dicari berat/satuan volume masing-masing bahan campuran. Perbandingan berat diperoleh dengan mengkonversikan nilai perbandingan volume yang telah direncanakan, yaitu dengan mengalikan nilai banding volume dengan berat satuan masing-masing bahan susun. Berat volume masing-masing bahan susun pada penelitian ini yaitu semen, pasir, dan batok kelapa. Dari perbandingan berat, akhirnya dapat dihitung berat masing-masing bahan penyusun adukan yang diperlukan seperti pada table dibawah ini :

Tabel 4.1 Perbandingan Berat Yang diperoleh Setelah Dikonfersikan Dari Nilai Perbandingan Volume

Perbandingan	Semen	Batok Kelapa	Pasir
1 : 3	1	1,57	3,56
1 : 4	1	2,1	4,74
1 : 5	1	2,62	5,93
1 : 6	1	3,14	7,12

Proses perhitungan komposisi mortar selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 1.

4.4.2 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh pencampur adukan mortar yang menggunakan bahan susun pasir dan menggunakan batok kelapa, terhadap kuat desak dan kuat tarik mortar. Untuk uji kuat tekan dilakukan dengan membuat kubus mortar. Menurut ASTM/Vol 04.05/C-579 dan C-780 ukuran sisi kubus adalah 50 mm dan untuk uji tarik Menurut ASTM/Vol 04.05/C-307 atau C-780 dilakukan dengan cara membuat mortar berbentuk seperti angka delapan. Ukuran tebal dan lebar pada daerah penyempitan ± 25 mm. penelitian ini digunakan masing – masing 12 buah benda uji untuk satu variasi. Untuk lebih jelas lihat tabel 4.2, 4.3, 4.4, dan 4.5. Cara pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Mempersiapkan material yang dibutuhkan.
2. Material yang telah disiapkan dicampur/diaduk secara kering hingga homogen.
3. Setelah merata, tuangkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga rata. disaat mengaduk jangan sampai air semennya mengalir keluar dari tempat adukan.
4. Setelah didapat kekentalan yang diperkirakan mempunyai nilai *slump* (*slump* 5 cm, lakukan tolak kecekan dengan menggunakan kerucut *Abrams*).
5. Jika nilai *slump* yang dikehendaki telah dicapai, kemudian diukur ketinggiannya sesuai yang direncanakan yaitu 5 cm.

6. Campuran pasta dimasukkan ke dalam cetakan kubus mortar dengan ukuran sisi kubus 50mm dan dimaukkan ke dalam cetakan mortar untuk uji tarik dengan ukuran tebal dan lebar di daerah penyempitan ± 25 mm, kemudian dipadatkan secara manual, dengan cara adukan mortar diisikan kedalam cetakan dengan tiga tahapan pemasukan, tiap 1/3 tinggi cetakan ditusuk 25 kali, tusukan memasuki sedikit lapisan sebelumnya, kemudian muka atasnya diratakan.
7. Sampel dibiarkan selama 24 jam semenjak dicetak. Selama dalam cetakan mortar dirawat dengan menutup mortar dengan karung yang lembab agar tidak terjadi penguapan terlalu cepat. perawatan dilakukan sampai umur 28 hari.
8. Pembongkaran benda uji dilakukan setelah 24 jam semenjak dicetak.
9. Perawatan dengan perendaman di air dilakukan sampai umur 26 hari, kemudian beberapa sampel dimasukkan ke dalam oven dengan perlakuan suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam setelah itu dimasukkan ke dalam desikator selama 24 jam kemudian dilakukan pengujian serapan air mortar, beberapa sampel yang lain setelah diangkat dari rendaman kemudian dirawat pada suhu kamar selama 48 jam untuk selanjutnya dilakukan pengujian berat volume mortar.
10. Pengujian desak mortar dan pengujian tarik mortar dilakukan setelah pengujian serapan air mortar dan berat volume mortar.
11. Benda uji terdiri atas sampel untuk kuat tekan serta kuat tarik , Jumlah benda uji untuk setiap variasi komposisi bahan dilihat pada table berikut ini :

Tabel 4.2 Jumlah benda uji untuk uji kuat tekan dan kuat tarik dengan bahan susun semen dan batok kelapa dengan perawatan 28 hari pada suhu oven 60°C .

No	Perbandingan Komposisi	Uji tekan mortar	Uji tarik mortar	Jumlah
1	1:3	3	3	6
2	1:4	3	3	6
3	1:5	3	3	6
4	1:6	3	3	6
Total Sampel		12	12	24

Tabel 4.3 Jumlah benda uji untuk uji kuat tekan dan kuat tarik dengan bahan susun semen dan pasir dengan perawatan 28 hari pada suhu oven 60°C.

No	Perbandingan Komposisi	Uji tekan mortar	Uji tarik mortar	Jumlah
1	1:3	3	3	6
2	1:4	3	3	6
3	1:5	3	3	6
4	1:6	3	3	6
Total Sampel		12	12	24

Tabel 4.4 Jumlah benda uji untuk uji kuat tekan dan kuat tarik dengan bahan susun semen dan batok kelapa dengan perawatan 28 hari pada suhu kamar $\pm 25^{\circ}\text{C}$.

No	Perbandingan Komposisi	Uji tekan mortar	Uji tarik mortar	Jumlah
1	1:3	3	3	6
2	1:4	3	3	6
3	1:5	3	3	6
4	1:6	3	3	6
Total Sampel		12	12	24

Tabel 4.5 Jumlah benda uji untuk uji kuat tekan dan kuat tarik dengan bahan susun semen pasir dengan perawatan 28 hari pada suhu kamar $\pm 25^{\circ}\text{C}$.

No	Perbandingan Komposisi	Uji tekan mortar	Uji tarik mortar	Jumlah
1	1:3	3	3	6
2	1:4	3	3	6
3	1:5	3	3	6
4	1:6	3	3	6
Total Sampel		12	12	24

4.4.3 Keleccakan Adukan Mortar

Untuk Mendapatkan adukan mortar semen yang baik, maka diperlukan suatu kepadatan yang cukup baik. Untuk itu perlu adanya pemeriksaan tolok keleccakan adukan mortar sebelum dilakukan.,tolok keleccakan mortar semen diperoleh dari nilai *slump*. Cara pengujian tolok keleccakan :

1. Mula-mula corong baja diletakan di atas pelat baja/tempat rata dan tidak menghisap air. Posisi corong letakan pada bagian bawah untuk diameter yang besar, sedangkan diameter yang kecil diatas.
2. Adukan mortar dimasukan kedalam corong tersebut dengan hati-hati dan corong dipegang agar tidak bergerak.
3. Masukan adukan mortar kedalam corong sebanyak 1/3 volume corong, lalu adukan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali dengan tongkat baja.
4. Masukan adukan kedua yang kira-kira volumenya sama dengan yang pertama dan di tusuk-tusuk sebanyak 25 kali.



5. Masukkan adukan ketiga dan ditusuk-tusuk sebanyak 25 kali. Setelah itu permukaan adukan mortar diratakan sama dengan permukaan corong.
6. Tunggu 60 detik, kemudian tarik corong lurus keatas.
7. Ukur penurunan permukaan atas adukan mortar, besar penurunan adukan mortar tersebut disebut nilai *slump*.

4.4.4 Perawatan Benda Uji

Maksud dilakukanya perawatan mortar atau beton untuk mengurangi dan mencegah terjadinya penguapan yang terlalu cepat yang mengakibatkan terhentinya proses hidrasi, dengan kosekuensi berkurangnya peningkatan kekuatan.. Perawatan dengan cara membasahi menghasilkan mutu mortar atau beton yang baik, sebab beton atau mortar akan menjadi lebih kedap.

Perawatan dalam penelitian ini, benda uji dalam cetakan sebelum dikeluarkan, terlebih dahulu diberi tanda. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari terjadinya saling tertukar antar benda uji yang satu dengan yang lainnya.

Rawatan dilakukan dengan merendam benda uji dalam air yang memenuhi persyaratan yang berlaku untuk pembuatan adukan.

~~Dua hari menjelang pengujian desak dan pengujian tarik, benda uji~~ dikeluarkan dari rendaman, kemudian 3 buah benda uji desak dan 3 buah benda uji tarik dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam, setelah dikeluarkan dari oven benda uji dimasukkan kedalam desikator selama 24 jam, hal ini diperlukan untuk pengujian serapan air pada mortar. Untuk keperluan pengujian berat volume mortar, 3 buah benda uji desak dan 3 buah benda uji tarik diangkat dari dalam rendaman, selanjutnya di keringkan pada suhu kamar selama 48 jam. Setelah

dilakukan uji serapan air dan berat volume, dilanjutkan dengan pengujian desak dan pengujian tarik mortar. Jadi rawatan benda uji setelah diangkat dari rendaman air dilakukan dengan 2 (dua) perlakuan suhu, yaitu suhu oven dan suhu kamar.

4.4.5 Uji Serapan Air Mortar

Pada penelitian yang dilakukan Nabil (1996) uji serapan air mortar dilakukan setelah mortar direndam selama 26 hari selanjutnya mortar uji ditimbang (W1) dan dikeringkan dalam oven ($\pm 60^{\circ}\text{C}$) selama 24 jam tujuannya agar pori-pori mortar yang masih ada resevoir air bebas dapat berkurang sehingga yang tertinggal hanya rongga yang berisi udara saja. kemudian mortar uji dimasukkan dalam desikator selama 24 jam. Pada umur 28 hari mortar uji dikeluarkan dari desikator dan ditimbang untuk mengetahui berat keringnya (W2).

4.4.6 Uji Berat Volume Mortar

Pada penelitian yang dilakukan Nabil (1996), Uji ini dilakukan dengan cara mengeringkan mortar pada suhu kamar ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) selama 48 jam setelah mortar uji diangkat dari perendaman air selama 26 hari. Kemudian mortar uji ditimbang beratnya (W) dan selanjutnya diukur volumenya (V).

4.4.7 Uji Kuat Desak Mortar

Langkah – langkah pengujian sebagai berikut :

1. Dibuat benda uji mortar dengan dimensi 5 x 5 x 5 cm.
2. Sampel diuji setelah berumur 28 hari.
3. Ratakan bidang tekan dan dudukan sebelum pengujian.
4. Kuat tekan benda uji mortar tersebut dihitung menggunakan rumus (3.5).
5. Bila terdapat selisih lebih besar 15 % maka pengujian harus diulangi

4.4.8 Uji Kuat Tarik Mortar

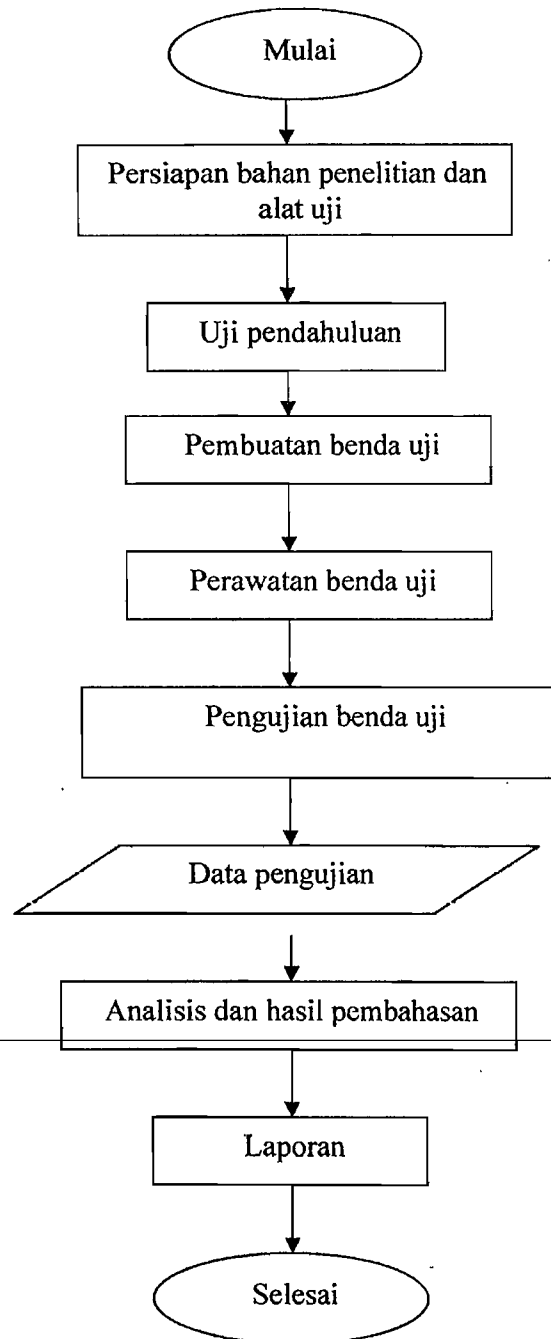
Langkah – langkah Pengujian sebagai berikut :

1. Pembuatan mortar harus dalam suhu ruangan $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ dan minimal 3 buah benda uji yang tersedia pada suatu campuran.
2. *Cement Briquettest* (alat cetak mortar untuk test tarik) terbuat dari metal.
3. Usahakan berat jenis mortar lebih kecil $2,0 \text{ g/cm}^3$.
4. Uji tarik dilaksanakan pada umur 28 hari.
5. Dihasilkan laporan berupa kuat tarik rata-rata 3 buah mortar untuk satu variasi perlakuan suhu dan bahan penyusunannya yang dihitung menggunakan rumus (3.6).

4.5 ANALISIS DATA

Analisis data dilakukan dengan menggunakan program *Microsoft Excel*, Analisis data meliputi : nilai *mean*, simpangan baku, koefisien variasi, *regresi linear dan korelasi*.

4.6 SISTEMATIKA PENELITIAN



Gambar 4.1 *Flowchart* Penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 UJI KANDUNGAN LUMPUR PADA PASIR

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan lumpur dalam agregat. Zat organik ini dapat mengganggu reaksi kimia dalam proses hidrasi antara air dan semen (Tjokrodilmuljo, 1996). Dari hasil pengujian kandungan Lumpur pasir diperoleh prosentase rata-rata kandungan Lumpur pasir yang berasal dari Merapi sebesar 1,42 %. Maka, pasir yang berasal dari Merapi tidak perlu dicuci karena memiliki kandungan lumpur kurang dari 5 %. Data hasil pengujian dapat dilihat pada table 5.1 berikut ini. Data lengkap pengujian ini dapat dilihat pada lampiran 2.1.

Tabel 5.1 Data hasil pengujian prosentase kandungan Lumpur pasir Merapi

Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-Rata
1.52 %	1.40 %	1.34 %	1.42 %

5.2 BERAT VOLUME AGREGAT

Berat satuan atau berat volume adalah perbandingan berat bahan dengan volume bahan. Menurut Brink dan Timms (1966) definisi berat isi adalah berat dalam satuan volume untuk setiap partikel. Sedangkan menurut Murdock dan Brook (1979) definisi berat isi adalah berat yang dihitung berdasarkan berat agregat dalam suatu tempat tertentu, sehingga volumenya adalah volume padat dan volume pori terbuka, berat ini dipengaruhi oleh jumlah daripada air yang ada

dan besarnya usaha pemadatan yang dipakai sewaktu mengisi tempat. Pada pengujian keadaan agregat yang dipakai adalah kering tungku karena pada keadaan kering tungku jarak antar butir agregat minimum dan volume totalnya sama dengan keadaan agregat dimana seluruh pori antar butir halus terisi air. Berat isi juga berfungsi untuk mengetahui apakah suatu agregat termasuk agregat berat, ringan atau normal. Prosedur untuk mendapatkan angka / nilai berat satuan ini dapat dilakukan dengan mempergunakan tabung silinder dengan diameter \emptyset 10 cm dan tinggi 20 cm. dari hasil pengujian didapat berat satuan volume batok kelapa $0,760 \text{ gr/cm}^3$ dan berat satuan volume pasir sebesar $1,720 \text{ gr/cm}^3$. Jika ditinjau pada berat volumenya saja maka batok kelapa termasuk agregat ringan sedangkan pasir yang digunakan dalam penelitian termasuk agregat normal. Dalam teorinya agregat ringan adalah yang memiliki berat jenis kurang dari 2,0. berat isi agregat ini berkisar antara $0,75-1,2 \text{ gr/cm}^3$. sedangkan agregat normal mempunyai berat jenis antara 2,5-2,7 atau tidak boleh kurang dari $1,2 \text{ gr/cm}^3$ (Mulyono, 2004).

Menurut Tjokrodinuljo (2004), pada umumnya agregat normal memiliki berat satuan antara 1,5 sampai 1,8. Dari pengujian ini dapat diketahui bahwasanya batok kelapa memiliki daya serap air yang lebih tinggi dari pada pasir. Menurut Mulyono (2004), menyatakan berat jenis digunakan untuk menentukan volume yang diisi oleh agregat, hubungan antara berat jenis dengan daya serap agregat adalah jika semakin tinggi nilai berat jenis agregat maka semakin kecil daya serap air agregat tersebut. Data hasil pengujian berat volume agregat dapat dilihat pada

table berikut ini. Dan data lengkap pengujian ini dapat dilihat pada lampiran 2.2 dan lampiran 2.3.

Tabel 5.2 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Halus / Pasir.

Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-Rata
1.7 gr/cm ³	1.745 gr/cm ³	1.715 gr/cm ³	1.72 gr/cm ³

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Halus / Batok Kelapa

Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-Rata
0.79 gr/cm ³	0.75 gr/cm ³	0.74	0.76 gr/cm ³

5.3 KANDUNGAN AIR AGREGAT BATOK KELAPA

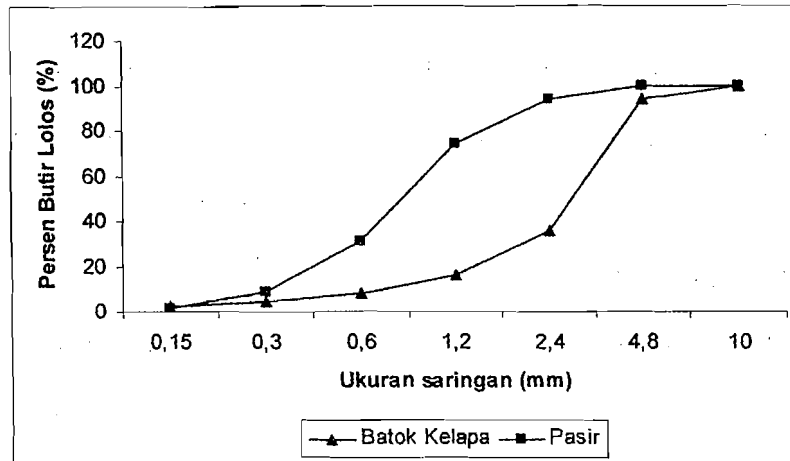
Menurut Mulyono.T (2004), kandungan air (kadar air) dalam agregat adalah banyaknya air yang terkandung dalam suatu agregat. Dalam penelitian ini pengujian ini hanya dilaksanakan pada batok kelapa saja.

Menurut teori air yang meresap dan berada dalam pori antar butiran dan mungkin tidak tampak dipermukaan sangat dipengaruhi oleh besar pori butiran agregatnya. Hasil penelitian menunjukkan kadar air agregat basah pada batok kelapa mempunyai prosentase yang sangat besar yaitu sebesar 63,758 %. Hal ini bisa saja disebabkan karena batok kelapa tidak mempunyai gradasi yang baik diantara butiran-butirannya, pori-pori mungkin menjadi *reservoir* air bebas didalam agregat. Selain itu pada pengujian ini, kondisi agregat batok kelapa dalam keadaan basah atau jenuh air sehingga kadar air dalam agregat semakin besar. Hasil lengkap pengujian ini dapat dilihat pada lampiran 2.5.

5.4 GRADASI AGREGAT

Dari pemeriksaan terhadap pasir Merapi Sleman, diperoleh modulus halus butir sebesar 2,898 sehingga masuk pada gradasi pasir daerah I dimana pasir tersebut termasuk pasir kasar. Pasir Merapi yang tergolong pasir kasar tersebut dapat digunakan sebagai bahan susun mortar karena pasir tersebut memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh *British Standart*. Dimana menurut *British Standart* kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Jika masuk dalam empat kelompok tersebut maka dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton ataupun mortar. Makin besar nilai MHB suatu agregat berarti semakain besar butiran agregatnya, umumnya agregat halus mempunyai nilai MHB 1,5-3,8 dan kerikil 5-8 (Mulyono,2004).

Pada batok kelapa diperoleh modulus halus butir sebesar 4,409, dimana pada ayakan 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, dan 0,3 mm tidak sesuai dengan persyaratan batas gradasi agregat halus yang ditetapkan oleh *British Standart*. Persen lolos kumulatif yang diperoleh pada ayakan tersebut dibawah ketentuan yang ditetapkan oleh *British Standart*. Menurut ASTM C.33-86 dalam "*Standart Spefication For Concrete Agregates*" memberikan syarat gradasi agregat halus tidak boleh mengandung bagian yang lolos pada satu set ayakan lebih besar dari 45 % dan tertahan pada ayakan berikutnya. Untuk lebih jelasnya grafik gradasi dapat di lihat pada gambar 5.1 di bawah ini.



Gambar 5.1. Grafik Gradasi Agregat Pasir dan Batok Kelapa

Dari gambar di atas dapat disimpulkan bahwa batok kelapa tidak mempunyai variasi besar butir (gradasi) yang baik karena yang tertahan dalam satu ayakan cukup besar yaitu pada ayakan 2,4 mm, ini terjadi karena sulitnya memecahkan batok kelapa yang berbentuk pipih dan cenderung ulet secara manual menjadi agregat halus sesuai dengan standar gradasi yang ditetapkan, walaupun sebelum dipecahkan batok kelapa dimasukkan dahulu ke dalam oven agar kering dan getas sehingga memudahkan sewaktu dipecahkan. Untuk memecahkan batok kelapa itu sendiri harus dipecahkan secara manual karena belum ada alat yang khusus untuk menghancurkannya. Hasil lengkap pengujian ini dapat dilihat pada lampiran 2.6 dan lampiran 2.7.

5.5 WORKABILITAS

Kemudahan pengerjaan mortar pada penelitian ini di nilai dengan cara dirasakan pada waktu pengadukan pada setiap komposisi mortar. Tingkat kemudahan ini dipengaruhi oleh nilai hasil percobaan tolok kelecakan mortar (*slump test*) yang merupakan derajat kelecakan atau keenceran adukan semakin besar nilai *slump*.

Adapun pada penelitian ini nilai *slump* ditetapkan 5 cm, penetapan nilai *slump* ini berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Julianto dan Herriyanto (1997), bahwasanya tinggi *slump* 4 cm merupakan nilai minimal sebab jika nilai *slump* berkurang dari 4 cm maka campuran mortar akan sulit dikerjakan, sedangkan nilai *slump* lebih dari 6 cm maka adukan bahan campuran mortar sudah terlalu kental atau encer.

Penggunaan agregat batok kelapa sebagai bahan susun, dibutuhkan jumlah air lebih banyak untuk mendapatkan nilai *slump* yang direncanakan. Ini di karenakan agregat batok kelapa berbentuk cenderung pipih dan tidak mempunyai variasi gradasi yang baik sehingga terdapat rongga-rongga udara pada campuran mortar yang dapat mengurangi kepadatan spesi mortarnya dan mortar kurang keplastisannya. Suhu udara, hembusan angin dan cara pengadukan juga dapat mengakibatkan terjadinya penguapan air di dalam spesi mortar, sehingga mempengaruhi jumlah air yang diperlukan.

Penambahan air yang lebih banyak pada agregat batok kelapa mempengaruhi pada jumlah semen yang sebelumnya telah ditentukan proporsinya, yang nanti akan mempengaruhi kekuatan mortarnya. Menurut

Tjokrodimuljo (1995), semakin besar nilai *slump* berarti semakin encer adukan betonnya, sehingga variasi hanya terjadi pada jumlah semen dan agregat saja, karenanya bila nilai *slump* sama tetapi nilai FAS berubah maka beton akan mempunyai kekuatan lebih tinggi jika kandungan nilai semennya lebih banyak.

Untuk mortar dengan bahan susun pasir, *slump* 5 cm di rasa sudah cukup keplastisannya sehingga *workability*-nya cukup. Sementara untuk mortar dengan bahan susun batok kelapa, *slump* sebesar 5 cm masih agak sulit untuk dikerjakan dan memerlukan air yang lebih banyak untuk mencapai *slump* sebesar 5 cm. data *slump* selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2.8

5.6 UJI SERAPAN AIR MORTAR

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui prosentase serapan air pada mortar. Pengujian dilakukan terhadap 6 benda uji untuk tiap masing-masing komposisi campuran mortar dengan bahan susun agregat batok kelapa dan bahan susun pasir. Serapan air mortar didapat dengan cara merata prosentase serapan air mortar hasil uji.

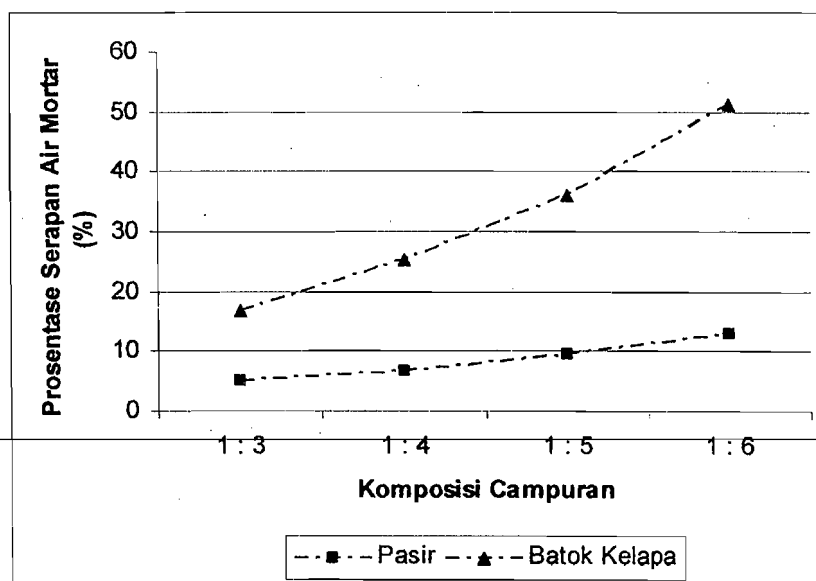
Adapun data serapan air mortar rata-rata untuk masing-masing variasi sampel uji dapat dilihat pada tabel 5.4 dan tabel 5.5, dan dilengkapi grafik gabungan serapan air mortar pada pasir dan serapan air mortar pada agregat batok kelapa pada gambar 5.2. Data lengkap pengujian serapan air mortar beserta contoh perhitungannya dapat dilihat pada lampiran 3.

Tabel 5.4 Serapan Air Mortar Rerata Dengan Bahan Susun Agregat Batok Kelapa

No	Campuran	Serapan Air Rata ² (%)	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	16,861	0,701	0,042
2	1 : 4	25,397	0,997	0,039
3	1 : 5	35,891	3,542	0,099
4	1 : 6	51,01	2,495	0,049

Tabel 5.5 Serapan Air Mortar Rerata Dengan Bahan Susun Pasir

No	Campuran	Serapan Air Rata ² (%)	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	4,957	0,520	0,105
2	1 : 4	6,616	0,214	0,032
3	1 : 5	9,542	1,247	0,131
4	1 : 6	12,986	1,022	0,079

**Gambar 5.2** Grafik Gabungan Serapan Air Mortar Bahan Susun Pasir dan Mortar Bahan Susun Agregat Batok Kelapa.

Dari tabel 5.4 dan tabel 5.5 dapat diketahui koefisien variasi (*KV*) yang terkecil terdapat pada benda uji mortar bahan susun pasir dengan perbandingan

volume 1 : 4 yaitu sebesar 0,032, sedangkan yang terbesar terdapat pada benda uji mortar bahan susun pasir dengan perbandingan volume 1 : 5 yaitu sebesar 0,131. Dari informasi tersebut, kita dapat menafsirkan bahwa variasi data pada benda uji mortar bahan susun pasir dengan perbandingan volume 1 : 4 cenderung lebih homogen dari pada yang lain. Sedangkan pada benda uji mortar bahan susun pasir dengan perbandingan 1 : 5 cenderung lebih bervariasi. Contoh perhitungan nilai rata-rata, simpangan baku, dan koefisien variasi dapat dilihat pada lampiran 3.6

Dari tabel 5.4, tabel 5.5, dan gambar 5.2 menunjukkan secara umum prosentase serapan air mortar mengalami penambahan seiring dengan penambahan komposisi agregat penyusun mortar dalam hal ini pasir dan batok kelapa.

Penambahan agregat batok kelapa pada campuran mortar mengakibatkan peningkatan serapan airnya. Agregat batok kelapa yang memiliki berat satuan volume kecil dan kandungan air yang tinggi memerlukan jumlah air yang lebih besar dari pada pasir untuk mendapatkan derajat *workabilitas* yang dibutuhkan untuk memberikan kepadatan optimal. Namun penggunaan air yang banyak ini akan menyebabkan *segregasi* dan *bleeding*, dengan demikian akan berakibat membesarnya penyusutan dan mengurangi daya rekat (*adhesiveness*). Variasi gradasi yang tidak baik pada batok kelapa menimbulkan banyak rongga pada mortar, tingkat kemampuan yang rendah, dan menghasilkan mortar yang tidak *kohesif*. Mortar yang tidak kohesif tidak memiliki ketahanan terhadap terjadinya *bleeding*.

Apabila terdapat rongga (pori-pori) yang tidak terisi oleh butiran semen maupun pasta semen (gel). Pori-pori berisi udara (*air voids*) dan berisi air (*water filled space*) ini bisa saling berhubungan dan akan membentuk kapiler setelah mortar mengering. Hal ini mengakibatkan mortar yang terbentuk akan bersifat tembus air (*porous*) yang besar serta daya ikat berkurang sehingga akan mengakibatkan kuat tekan mortar berkurang (Tjokrodimujo, 1996).

Penambahan pasir pada campuran mortar juga meningkatkan serapan air pada mortar. Hal ini disebabkan, dengan bertambahnya jumlah pasir yang digunakan maka akan menimbulkan rongga atau dengan kata lain semakin banyak pasir semakin besar pula rongga yang terbentuk, sehingga dapat meningkatkan serapan air mortar.

Mortar dengan bahan susun agregat batok kelapa mempunyai serapan air lebih tinggi dibandingkan mortar dengan bahan susun pasir, rata-rata kenaikan serapan air mortar bahan susun agregat batok kelapa diatas 240 % dari serapan air mortar bahan susun pasir. Pasir mempunyai gradasi agregat yang lebih baik dari pada batok kelapa, sehingga menghasilkan mortar yang lebih mampat dan lebih mudah untuk dipadatkan. Rongga-rongga yang terdapat pada mortar pasir juga tidak sebanyak dan sebesar yang terdapat pada batok kelapa. Sulitnya pemadatan pada pengerjaan pembuatan mortar bahan susun batok kelapa juga akan berakibat bertambahnya rongga-rongga udara dalam mortar sehingga serapan air akan tinggi dan kekuatan tekan mortar berkurang.

Menurut Mulyono (2004), bertambahnya kandungan udara dalam beton maka akan menyebabkan kekuatan tekan beton berkurang. Selain itu, Tekstur

batok kelapa yang berbentuk pipih akan berpengaruh jelek pada mortar, karena agregat cenderung pada posisi horizontal dan memungkinkan rongga udara dibawahnya sehingga rongga udara inilah yang kemungkinan banyak menyerap air pada mortar.

5.7 UJI BERAT VOLUME MORTAR

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui berat volume pada mortar. Pengujian dilakukan terhadap 6 benda uji untuk tiap masing-masing komposisi campuran mortar dengan agregat bahan susun batok kelapa dan bahan susun pasir. Berat volume mortar didapat dengan cara mendapatkan nilai rerata berat volume mortar hasil uji. Adapun data berat volume mortar rata-rata untuk masing-masing variasi sampel uji dapat dilihat pada tabel 5.6 dan tabel 5.7, prosentase penurunan berat volume mortar terdapat pada tabel 5.8, dan dilengkapi dengan grafik gabungan berat volume mortar bahan susun pasir serta mortar bahan susun agregat batok kelapa pada gambar 5.3. Data lengkap pengujian berat volume dan contoh perhitungannya selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4.

Tabel 5.6 Berat Volume Mortar Rerata Dengan Bahan Susun Batok Kelapa

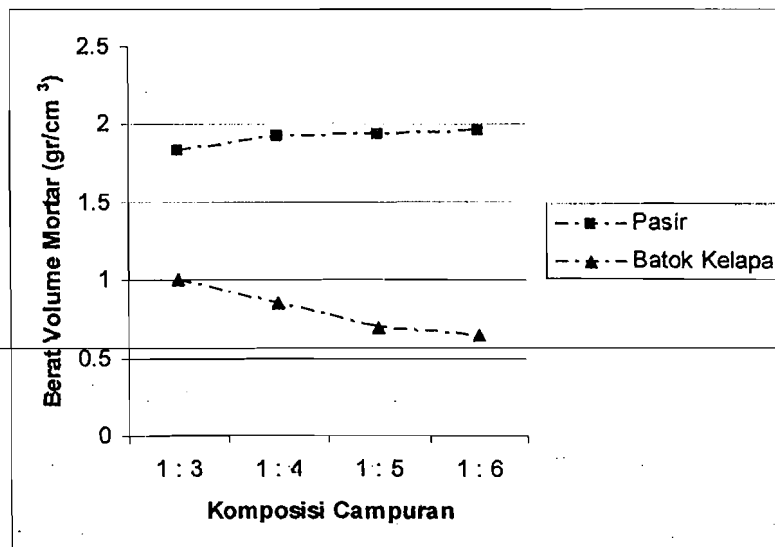
No	Campuran	Berat Volume Rata ² (gr/cm ³)	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	1,007	0,136	0,136
2	1 : 4	0,854	0,083	0,097
3	1 : 5	0,696	0,058	0,084
4	1 : 6	0,647	0,095	0,146

Tabel 5.7 Berat Volume Mortar Rerata Dengan Bahan Susun Pasir

No	Campuran	Berat Volume Rata ² (gr/cm ³)	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	1,829	0,101	0,055
2	1 : 4	1,920	0,101	0,053
3	1 : 5	1,930	0,047	0,024
4	1 : 6	1,962	0,042	0,021

Tabel 5.8 Penurunan Berat Volume Mortar Bahan Susun Batok Kelapa Terhadap Berat Volume Mortar Bahan Susun Pasir

No	Campuran	Berat Volume Rata ² Pasir (gr/cm ³)	Berat Volume Rata ² Batok (gr/cm ³)	Penurunan Bv (%)
1	1 : 3	1,829	1,007	44,963
2	1 : 4	1,920	0,854	55,514
3	1 : 5	1,930	0,696	63,926
4	1 : 6	1,962	0,647	67,033

**Gambar 5.3** Grafik Gabungan Berat volume Mortar Bahan Susun Pasir dan Mortar Bahan Susun Batok Kelapa

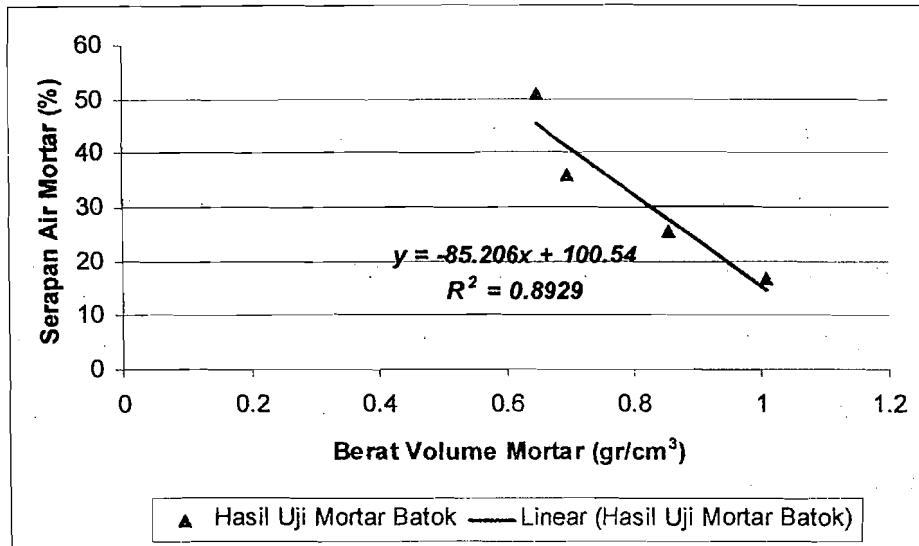
Dari tabel 5.6 dan tabel 5.7 dapat diketahui koefisien variasi (*KV*) yang terkecil terdapat pada benda uji mortar bahan susun pasir dengan perbandingan volume 1 : 6 yaitu sebesar 0,021, sedangkan yang terbesar terdapat pada benda uji mortar bahan susun batok kelapa dengan perbandingan volume 1 : 6 yaitu sebesar 0,146. Dari informasi tersebut, kita dapat menafsirkan bahwa variasi data pada benda uji mortar bahan susun pasir dengan perbandingan volume 1 : 6 cenderung lebih homogen dari pada yang lain. Sedangkan variasi data pada benda uji mortar bahan susun batok kelapa dengan perbandingan volume 1 : 6 cenderung lebih bervariasi dari yang lain. Contoh perhitungan nilai rata-rata, simpangan baku, dan koefisien variasi dapat dilihat pada lampiran 4.6.

Dari tabel 5.6, tabel 5.7, tabel 5.8 dan gambar 5.3 menunjukkan berat volume mortar bahan susun batok kelapa mengalami penurunan seiring dengan penambahan komposisi agregat penyusun batok kelapa. Hal ini terjadi karena batok kelapa tidak memiliki gradasi yang baik sehingga butiran-butirannya tidak terdistribusi dengan baik pula, semakin bertambahnya volume agregat batok kelapa sebagai penyusun mortar maka rongga yang terbentuk juga semakin meningkat, sehingga dapat mengurangi kemampuan semen Portland untuk mengisi rongga dan sebagai gantinya rongga diisi oleh udara (*air voids*). Tjokrodimuljo (1998) mengatakan apabila dalam beton terjadi rongga-rongga atau *porous* akibat kurangnya pemadatan maka berat jenisnya akan mengalami penurunan. Berat satuan volume batok kelapa lebih kecil daripada semen sehingga dengan bertambahnya volume batok kelapa dalam campuran mortar maka volume semen semakin sedikit dan berakibat pada menurunnya berat volume mortar.

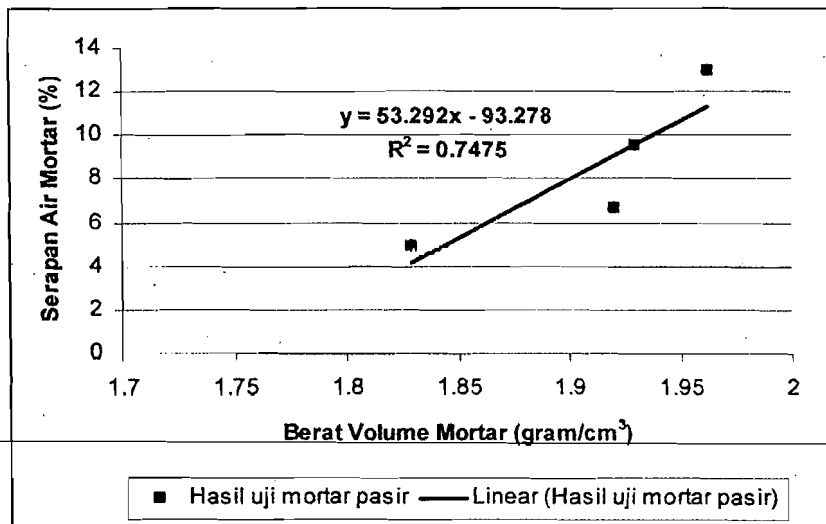
Sedangkan pada mortar bahan susun pasir terlihat, bahwa semakin banyak komposisi agregat di dalam bahan susun mortar maka berat volume mortar mengalami kenaikan. Hal ini terjadi karena pasir memiliki berat satuan volume yang besar. Semakin bertambahnya komposisi pasir yang memiliki berat satuan yang lebih besar maka volume semen yang mempunyai berat satuan lebih kecil semakin berkurang sehingga menaikkan berat volume mortar.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nugraha (1996), Penelitian dilakukan untuk mengetahui kekuatan mortar semen dengan penambahan campuran semen merah yang berasal dari Banguntapan Bantul, Gamping Sleman, dan Kasihan Bantul, dari penelitian ini diketahui penambahan jumlah pasir akan mempengaruhi berat satuan mortar uji yang secara keseluruhan untuk semua campuran mengalami kenaikan, kenaikan tersebut terjadi karena pasir mempunyai berat satuan yang lebih besar diantara bahan susun lainnya.

Grafik hubungan antara berat volume mortar dan serapan air mortar berikut dengan regresi linearnya dapat dilihat pada gambar 5.4 serta gambar 5.5 dibawah ini :



Gambar 5.4 Grafik Hubungan Antara Berat Volume Mortar Dengan Serapan Air Mortar, Mortar Dengan Bahan Susun Batok Kelapa



Gambar 5.5 Grafik Hubungan Antara Berat Volume Mortar Dengan Serapan Air Mortar, Mortar Dengan Bahan Pasir

Dari gambar 5.4 menunjukkan terdapat korelasi negatif antara berat volume mortar dengan serapan air mortar. Berdasarkan koefisien determinasi (R^2), dapat disimpulkan bahwa berat volume mortar bahan susun batok kelapa

berpengaruh sebesar 89,29 % terhadap serapan air mortar bahan susun batok kelapa, dengan kata lain berat volume mortar mempunyai korelasi yang sangat kuat terhadap serapan air mortar. Dari gambar 5.5 menunjukkan terdapat korelasi positif antara berat volume mortar dengan serapan air mortar. Berdasarkan koefisien determinasi (R^2), dapat disimpulkan bahwa berat volume mortar bahan susun pasir berpengaruh sebesar 74,75 % terhadap serapan air mortar bahan susun pasir, dengan kata lain berat volume mortar mempunyai korelasi yang kuat terhadap serapan air mortar.

Dengan bertambahnya perbandingan volume penyusun maka prosentase penurunan berat satuan volume mortar semakin bertambah. Hal ini terjadi karena agregat batok kelapa mempunyai berat satuan volume serta berat jenis yang lebih kecil daripada berat satuan volume serta berat jenis pasir. Menurut Mulyono (2004) Berat jenis dari agregat pada akhirnya akan menentukan berat jenis dari beton atau mortar.

Dari gambar 5.5 diatas, terlihat semakin bertambah berat volume mortar maka serapan air mortar juga semakin besar. Hal ini disebabkan semakin bertambah jumlah pasir maka rongga semakin besar sehingga kemungkinan nantinya akan terdapat rongga-rongga yang tidak terisi oleh butiran semen maupun pasta semen dan mengakibatkan mortar yang terbentuk akan bersifat tembus air.

Menurut Nugraha (1996), komposisi agregat halus yang lebih besar maka rongga-rongga yang terbentuk juga semakin meningkat, hal ini dapat mengurangi

kemampuan semen portland untuk mengisi rongga dan sebagai gantinya rongga diisi oleh udara.

Menurut Tjokrodimuljo (1996), Kuat tekan mortar semen akan kurang baik apabila terdapat rongga (pori-pori) yang tidak terisi oleh butiran semen maupun pasta semen (gel). Pori-pori berisi udara (*air voids*) dan berisi air (*water filled space*) ini bisa saling berhubungan dan akan membentuk kapiler setelah mortar mengering. Hal ini mengakibatkan mortar yang terbentuk akan bersifat tembus air (*porous*) yang besar, daya ikat berkurang dan mudah terjadi *slip* antar butir-butir pasir yang dapat mengakibatkan kuat tekan mortar berkurang

5.8 UJI KUAT DESAK MORTAR

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat desak mortar dengan perlakuan suhu oven 60° C dan suhu kamar 25° C, dengan bahan susun mortar batok kelapa maupun dengan bahan susun mortar pasir. Pengujian dilakukan terhadap 3 benda uji perlakuan suhu oven 60° C dan 3 benda uji perlakuan suhu kamar 25° C untuk tiap masing-masing komposisi campuran mortar dengan bahan susun batok kelapa dan bahan susun pasir. Kuat desak mortar didapat dengan cara menghitung rerata kuat desak mortar hasil uji tiap variasi.

Adapun data kuat desak mortar rata-rata untuk masing-masing variasi sampel uji berikut prosentase penurunan kuat desaknya dapat dilihat pada tabel Data lengkap hasil pengujian kuat desak mortar dan contoh perhitungannya dapat dilihat pada lampiran 5.

Tabel 5.9 Hasil Uji Desak Mortar Bahan Susun Batok Kelapa (Suhu Oven)

No	Campuran	Kuat Desak Rata ² (kg/cm ²) 60 ⁰ C	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	54,817	2,097	0,038
2	1 : 4	18,648	1,771	0,095
3	1 : 5	2,259	0,772	0,342
4	1 : 6	0,963	0,117	0,121

Tabel 5.10 Hasil Uji Kuat Desak Mortar Bahan Susun Batok Kelapa
(Suhu Kamar)

No	Campuran	Kuat Desak Rata ² (kg/cm ²) 25 ⁰ C	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	47,746	1,571	0,033
2	1 : 4	15,928	1,103	0,069
3	1 : 5	1,778	0,672	0,378
4	1 : 6	0,707	0,146	0,207

Tabel 5.11 Hasil Uji Kuat Desak Mortar Bahan Susun Pasir (Suhu Oven)

No	Campuran	Kuat Desak Rata ² (kg/cm ²) 60 ⁰ C	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	264,780	2,097	0,008
2	1 : 4	131,618	1,771	0,013
3	1 : 5	94,132	0,772	0,008
4	1 : 6	68,275	0,117	0,002

Tabel 5.12 Hasil Uji Kuat Desak Mortar Bahan Susun Pasir (Suhu Kamar)

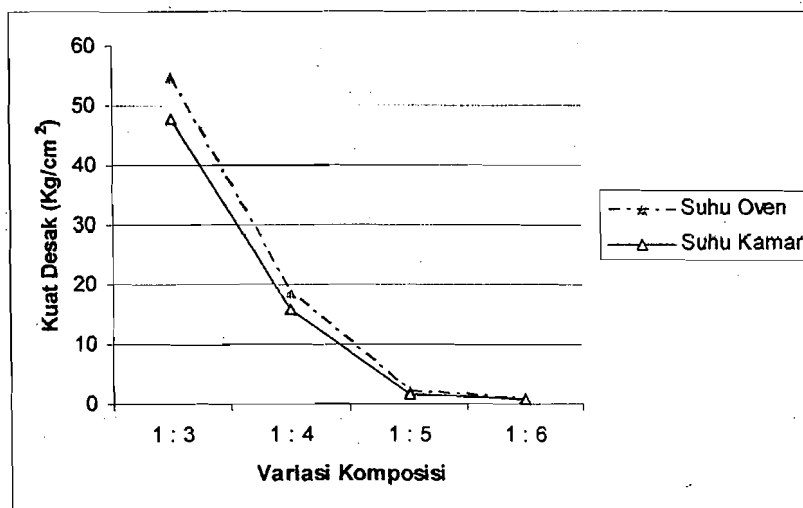
No	Campuran	Kuat Desak (kg/cm ²) 25 ⁰ C	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	257,626	1,571	0,006
2	1 : 4	102,150	1,103	0,011
3	1 : 5	84,795	0,672	0,008
4	1 : 6	54,049	0,146	0,003

Tabel 5.13 Prosentase Penurunan Kuat Desak Sampel Uji Suhu Kamar Terhadap Suhu Oven Pada Mortar Bahan Susun Batok Kelapa

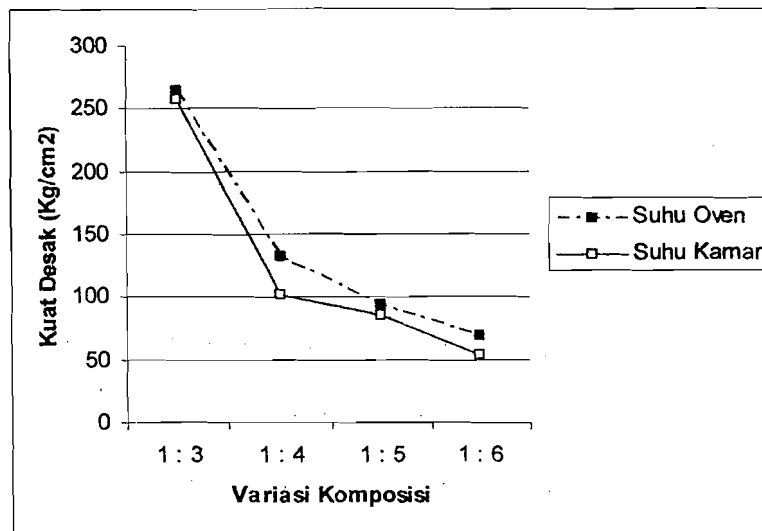
No	Campuran	Kuat Desak (kg/cm ²) 60 ⁰ C	Kuat Desak (kg/cm ²) 25 ⁰ C	Penurunan Kuat Desak (%)
1	1 : 3	54,817	47,746	12,900
2	1 : 4	18,648	15,928	14,583
3	1 : 5	2,259	1,778	21,310
4	1 : 6	0,963	0,707	26,588

Tabel 5.14 Prosentase Penurunan Kuat Desak Sampel Uji Suhu Kamar Terhadap Kuat Desak Sampel Uji Suhu Oven Pada Mortar Susunan Pasir

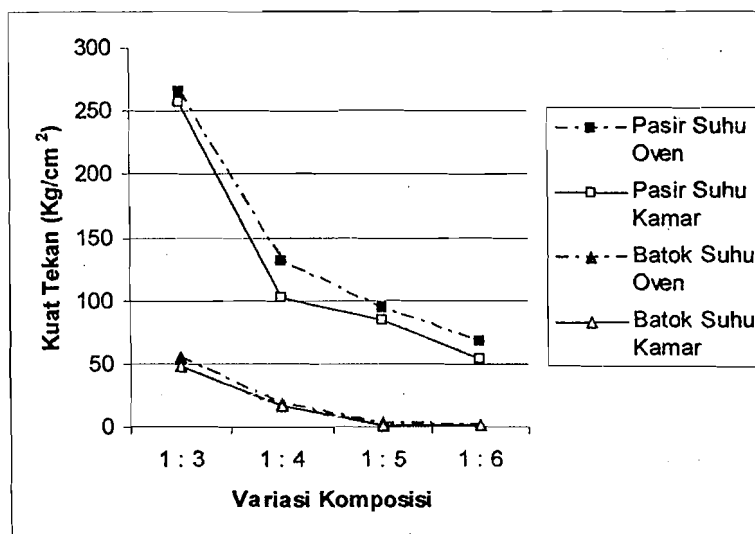
No	Campuran	Kuat Desak (kg/cm ²) 60 ⁰ C	Kuat Desak (kg/cm ²) 25 ⁰ C	Penurunan Kuat Desak (%)
1	1 : 3	264,780	257,626	2,702
2	1 : 4	131,618	102,150	22,390
3	1 : 5	94,132	84,795	9,919
4	1 : 6	68,275	54,049	20,836



Gambar 5.6 Grafik Kuat Desak Mortar Dengan Bahan Susun Batok Kelapa



Gambar 5.7 Grafik Kuat Desak Mortar Dengan Bahan Susun Pasir



Gambar 5.8 Grafik Gabungan Kuat Desak Mortar Bahan Susun Batok Kelapa Dengan Bahan Susun Pasir

Dari tabel 5.9, tabel 5.10, tabel 5.11, dan tabel 5.12 dapat diketahui koefisien variasi (KV) yang terkecil terdapat pada benda uji mortar bahan susun pasir perlakuan suhu 60° C dengan perbandingan volume 1 : 6 yaitu sebesar

0,002, sedangkan yang terbesar terdapat pada benda uji mortar bahan susun batok kelapa perlakuan suhu 25° C dengan perbandingan volume 1 : 5 yaitu sebesar 0,378. Dari informasi tersebut, kita dapat menafsirkan bahwa variasi data pada benda uji mortar bahan susun pasir perlakuan suhu 60° C dengan perbandingan volume 1 : 6 cenderung lebih homogen dari pada yang lain. Sedangkan variasi data pada benda uji mortar bahan susun batok kelapa perlakuan suhu 25° C dengan perbandingan volume 1 : 5 cenderung lebih bervariasi dari yang lain. Contoh nilai rata-rata, simpangan baku, dan koefisien variasi dapat dilihat pada lampiran 5.10.

Dari tabel 5.9, tabel 5.10, tabel 5.11, tabel 5.12, tabel 5.13, tabel 5.14, serta gambar 5.6, gambar 5.7, gambar 5.8, pada perlakuan suhu oven dan suhu kamar dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. Pengaruh penambahan agregat penyusun mortar

Dari penjelasan diatas secara umum penambahan volume agregat cenderung menurunkan kuat tekan mortar, baik itu pasir maupun batok kelapa. Dan terjadi pula pada perlakuan suhu oven maupun perlakuan suhu kamar. Penggunaan agregat penyusun mortar dengan komposisi volume yang lebih banyak akan menimbulkan pori-pori yang lebih besar pula pada mortar, hal ini terjadi karena, terdapat rongga (pori-pori) yang tidak terisi oleh butiran semen maupun pasta semen (gel). Pori-pori berisi udara (*air voids*) dan berisi air (*water filled space*) ini bisa saling berhubungan dan akan membentuk kapiler setelah mortar mengering. Hal ini mengakibatkan mortar yang terbentuk akan bersifat

tembus air (*porous*) yang besar serta daya ikat berkurang sehingga mempunyai serapan air mortar yang tinggi dan berkurangnya kuat tekan mortar.

2. Pengaruh perlakuan suhu.

Dari hasil penelitian terlihat benda uji dengan perlakuan suhu oven kuat desak yang dihasilkan lebih tinggi daripada perlakuan suhu kamar, ini terjadi untuk mortar dengan bahan susun pasir maupun mortar dengan bahan susun batok kelapa.

Pada mortar perlakuan suhu 25° C mortar masih mengandung air. Apabila mortar diberi tekanan, air yang terkandung dalam mortar akan berusaha keluar. Karena itu benda uji tak mampu menyalurkan, akibatnya air turut menekan dari dalam dan meregangkan ikatan antara butiran sehingga mempercepat hancurnya benda uji dan kekuatannya berkurang.

Sebaliknya mortar yang kering, bila mendapat tekanan maka pori-pori yang terbentuk dapat menyalurkan udara dari dalam benda uji, yaitu melalui celah penguapan. Oleh karena itu tekanan yang diberikan hanya akan ditahan oleh mortar itu sendiri tanpa mendapat desakan internal. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Nabil (1995) menyatakan mortar yang dirawat 60° C dapat menghasilkan kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dirawat pada suhu kamar 25° C. Begitu pula dengan penelitian yang dilakukan oleh Nugraha (1996) yang meneliti tentang pengaruh penambahan campuran semen merah terhadap kekuatan mortar dengan perlakuan suhu oven dan suhu kamar menghasilkan kesimpulan bahwasanya perlakuan suhu oven akan menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi daripada perlakuan suhu kamar.

3. Pengaruh penggunaan batok kelapa pada kekuatan desak mortarnya.

Mortar dengan bahan susun batok kelapa memiliki kuat desak yang jauh lebih rendah daripada mortar dengan bahan susun pasir. Dari penjelasan tersebut dapat diketahui bahwa mortar dengan bahan susun batok kelapa memiliki perbedaan kuat desak yang cukup signifikan terhadap mortar dengan bahan susun pasir. Banyak hal yang menjadi penyebabnya, antara lain karena batok kelapa sebagai bahan susun mortar memiliki bentuk yang pipih, dan tidak memiliki gradasi yang sesuai dengan persyaratan, sehingga sulit untuk dipadatkan karena memiliki rongga udara yang banyak. Sedangkan pasir memenuhi persyaratan gradasi yang telah ditetapkan, selain itu pasir juga memiliki bentuk agregat yang bulat dan memiliki tekstur permukaan butiran agak kasar. Karena itu dengan menggunakan bahan penyusun pasir, akan menghasilkan mortar dengan pori yang kecil dan kemampatan yang tinggi sehingga terjadi *interlocking* yang baik. Namun, dari gambar 5.8 terlihat bahwa kekuatan desak mortar bahan susun batok kelapa dengan variasi komposisi 1 : 3 hampir sama dengan kuat desak mortar bahan susun pasir dengan variasi komposisi 1 : 6, prosentase kuat desak mortar bahan susun batok kelapa terhadap mortar bahan susun pasir sebesar 80,288 % pada perlakuan benda uji suhu oven dan 88,337 % pada perlakuan benda uji suhu kamar.

Batok kelapa berbeda dengan pasir, penyerapan awal yang begitu cepat dari agregat batok kelapa mengakibatkan workabilitas berkurang sehingga untuk memperoleh nilai *slump* yang diinginkan diperlukan cukup banyak air, serapan air yang tinggi dan Penambahan air ini akan menyebabkan *segregasi* dan daya ikat

berkurang sehingga kuat desaknya juga akan berkurang. Semakin bertambah volume agregat yang digunakan maka semakin bertambah pasta semen yang dibutuhkan untuk mengisi pori-pori antar butir agregat serta untuk menyelimuti permukaan butir agregat. Menurut Tjokrodimuljo (2004), kelebihan air akan mengakibatkan pasta semen berpori lebih banyak (berasal dari ruang yang semula ditempati oleh air yang tidak bereaksi dengan semen), sehingga mortar atau beton yang dihasilkan banyak berpori (porous) dan kurang kuat. Sedangkan menurut Mulyono (2004), dengan bertambahnya FAS maka air yang berada di antara bagian-bagian semen akan lebih banyak dan jarak-jarak antara butiran-butiran semen menjadi jauh, akibatnya semen kurang menunjukkan keterkaitannya.

Dalam penelitian ini pada batok kelapa ikatan antar agregat belum cukup baik dan sebenarnya membutuhkan lebih banyak pasta semen agar mudah dikerjakan karena memiliki banyak rongga-rongga atau pori-pori yang tersebar pada butirannya. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa sekitar tahun 1897, R. Feret, salah seorang insinyur Perancis, mengatakan bahwa kekuatan mortar akan bertambah jika kandungan pori dalam mortar semakin kecil. Profesor Arthur N. Talbot, menegaskan kembali bahwa terjadi hubungan langsung antara kekuatan dengan kandungan pori dalam agregat berarti semakin tinggi angka pori dalam beton yang pada akhirnya akan menyebabkan turunnya kekuatan beton.

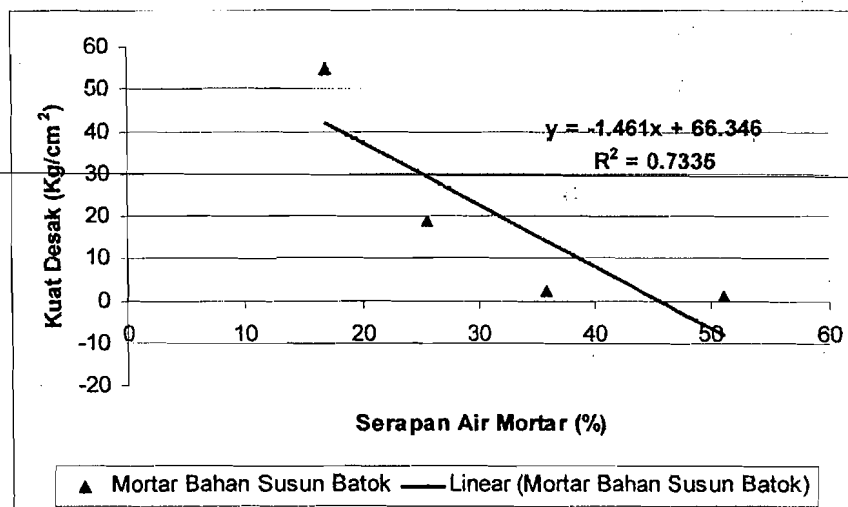
Pada penelitian yang dilakukan oleh Nugraha (1996), penambahan serapan air pada mortar ini terjadi dengan seiring bertambahnya pasir yang digunakan maka akan menimbulkan rongga atau dengan kata lain semakin banyak pasir maka semakin besar pula rongga yang terbentuk, untuk mengurangi serapan air

pada mortar maka digunakanlah semen merah sehingga rongga terisi dengan rapat dan ketika dilakukan perawatan rongga tersebut tidak terisi oleh air lagi.

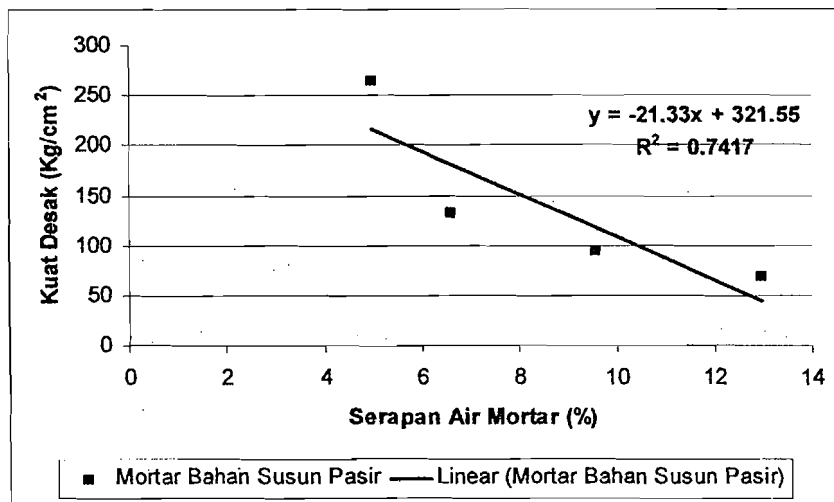
Pada perbandingan volume 1 : 5 dan 1 : 6 mortar dengan bahan susun batok kelapa terjadi penambahan volume agregat yang cukup besar dengan volume semen tetap sehingga semakin besar pula rongga yang terbentuk pada mortar dan akan mengakibatkan serapan air mortar semakin besar.

Apabila terdapat rongga (pori-pori) yang tidak terisi oleh butiran semen maupun pasta semen (gel). Pori-pori berisi udara (*air voids*) dan berisi air (*water filled space*) ini bisa saling berhubungan dan akan membentuk kapiler setelah mortar mengering. Hal ini mengakibatkan mortar yang terbentuk akan bersifat tembus air (*porous*) yang besar serta daya ikat berkurang sehingga akan mengakibatkan kuat tekan mortar berkurang (Tjokrodimujo, 1996)

Untuk mengetahui grafik hubungan antara serapan air mortar dengan kuat desak mortar dengan perlakuan suhu oven dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 5.9 Grafik Hubungan Antara Serapan Air Mortar Bahan Susun Batok Kelapa Dengan Kuat Desaknya



Gambar 5.10 Grafik Hubungan Antara Serapan Air Mortar Bahan Susun Pasir Dengan Kuat Desaknya

Dari gambar 5.9 dan gambar 5.10, menunjukkan terdapat korelasi negatif antara serapan air mortar kuat desak mortar. Berdasarkan koefisien determinasi (R^2), dapat disimpulkan bahwa serapan air pada mortar bahan susun batok kelapa berpengaruh sebesar 73,35 % terhadap kuat desaknya. Sedangkan serapan air mortar bahan susun pasir berpengaruh sebesar 74,17 % terhadap kuat desaknya. dengan kata lain berat jenis mortar mempunyai korelasi yang kuat terhadap serapan air mortar.

Pengamatan terhadap kerusakan mortar dengan bahan susun batok kelapa perbandingan volume 1 : 4, 1 : 5 dan 1 : 6, terlihat kecenderungan butiran untuk lepas dari campuran mortar (*segregation*), hal ini akan menyebabkan keropos pada mortar. *Segregasi* ini terjadi karena terlalu banyak air dan kurangnya kandungan semen pada campuran.

5.9 UJI KUAT TARIK MORTAR

Pengujian kuat tarik mortar dilakukan dengan perlakuan suhu oven 60° C dan suhu kamar 25° C, dengan bahan susun mortar batok kelapa dan bahan susun mortar pasir. Pengujian dilakukan masing-masing terhadap 3 benda uji suhu oven 60° C dan suhu kamar 25° C untuk tiap komposisi campuran mortar dengan bahan susun batok kelapa dan bahan susun pasir. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin *Shimidzu* untuk pengujian pada benda uji mortar bahan susun pasir tetapi untuk pengujian tarik mortar dengan bahan susun batok kelapa digunakan pengujian manual yaitu dengan Tong yang diisi air.

Adapun data kuat tarik mortar rata-rata untuk masing-masing variasi sampel uji berikut penurunan kuat tarik dapat dilihat pada table 5.15, tabel 5.16, tabel 5.17, tabel 5.18, tabel 5.19, tabel 5.20, dan tabel 5.21, berikut dengan grafik kuat tarik mortar pada gambar 5.11, gambar 5.12, dan gambar 5.13. Data lengkap pengujian tarik mortar dan perhitungannya dapat dilihat pada lampiran 6.

Tabel 5.15 Hasil Uji Kuat Tarik Mortar Bahan Susun Batok Kelapa (60° C)

No	Campuran	Kuat Tarik Rata ² (kg/cm ²) 60° C	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	1,546	0,271	0,176
2	1 : 4	0,545	0,332	0,610
3	1 : 5	0,381	0,004	0,009
4	1 : 6	0,360	0,022	0,064

Tabel 5.16 Hasil Uji Kuat Tarik Mortar Bahan Susun Batok Kelapa (25° C)

No	Campuran	Kuat Tarik Rata ² (kg/cm ²) 25 ⁰ C	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	0,429	0,119	0,278
2	1 : 4	0,341	0,014	0,040
3	1 : 5	0,372	0,004	0,009
4	1 : 6	0,353	0,012	0,035

Tabel 5.17 Hasil Uji Kuat Tarik Mortar Bahan Susun Pasir (60° C)

No	Campuran	Kuat Tarik Rata ² (kg/cm ²) 60 ⁰ C	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	8,883	0,500	0,056
2	1 : 4	5,138	0,334	0,065
3	1 : 5	4,251	0,380	0,089
4	1 : 6	2,951	0,277	0,094

Tabel 5.18 Hasil Uji Kuat Tarik Mortar Bahan Susun Pasir (25° C)

No	Campura n	Kuat Tarik Rata ² (kg/cm ²) 25 ⁰ C	Simpangan Baku (s)	Koefisien Variasi (KV)
1	1 : 3	7,092	1,131	0,159
2	1 : 4	3,961	0,379	0,096
3	1 : 5	2,992	0,207	0,069
4	1 : 6	2,577	0,388	0,150

Tabel 5.19 Prosentase Penurunan Kuat Tarik Sampel Uji Suhu Kamar Terhadap Suhu Oven Pada Mortar Bahan Susun Batok Kelapa

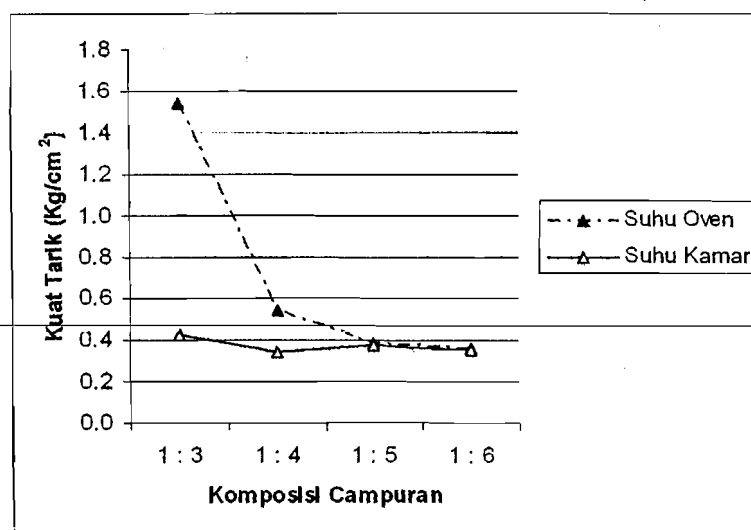
No	Campuran	Kuat Tarik (kg/cm ²) 60 ⁰ C	Kuat Tarik (kg/cm ²) 25 ⁰ C	Penurunan Kuat Tarik (%)
1	1 : 3	1,546	0,429	72,235
2	1 : 4	0,545	0,341	37,439
3	1 : 5	0,381	0,372	2,336
4	1 : 6	0,360	0,353	1,856

Tabel 5.20 Prosentase Penurunan Kuat Tarik Sampel Uji Suhu Kamar Terhadap Suhu Oven Pada Mortar Bahan Susun Pasir

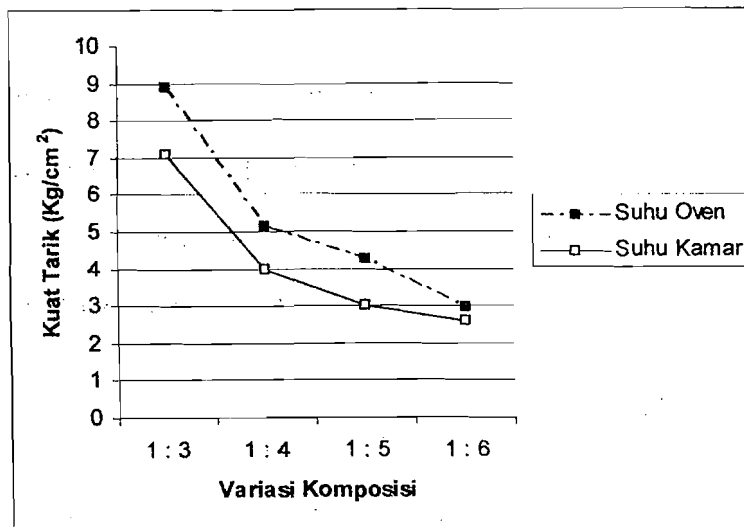
No	Campuran	Kuat Tarik (kg/cm ²) 60 ⁰ C	Kuat Tarik (kg/cm ²) 25 ⁰ C	Penurunan Kuat Tarik (%)
1	1 : 3	8,883	7,092	20,161
2	1 : 4	5,138	3,961	22,909
3	1 : 5	4,251	2,992	29,613
4	1 : 6	2,951	2,577	12,676

Tabel 5.21 Prosentase Penurunan Rata-Rata Kuat Tarik Mortar Bahan Susun Batok Kelapa Terhadap Mortar Bahan Susun Pasir

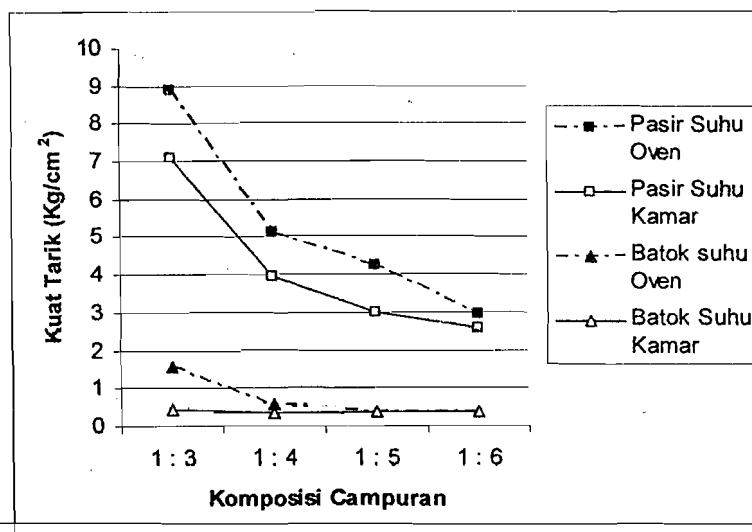
No	Campuran	Penurunan Kuat Tarik 60 ⁰ C (%)	Penurunan Kuat Tarik 25 ⁰ C (%)
1	1 : 3	82,599	93,949
2	1 : 4	89,396	91,395
3	1 : 5	91,038	87,565
4	1 : 6	87,800	86,289



Gambar 5.11 Grafik Kuat Tarik Mortar Dengan Bahan Susun Batok Kelapa



Gambar 5.12 Grafik Kuat Tarik Mortar Dengan Bahan Susun Pasir



Gambar 5.13 Grafik Gabungan Kuat Tarik Mortar Bahan Susun Batok Kelapa Dengan Bahan Susun Pasir.

Dari tabel 5.15, tabel 5.16, tabel 5.17, dan tabel 5.18, dapat diketahui koefisien variasi (KV) yang terkecil terdapat pada benda uji mortar bahan susun batok kelapa perlakuan suhu 60° C dan perlakuan suhu 25° C dengan

perbandingan volume 1 : 5 yaitu sebesar 0,009, sedangkan yang terbesar terdapat pada benda uji mortar bahan susun batok kelapa perlakuan suhu 60° C dengan perbandingan volume 1 : 4 yaitu sebesar 0,610. Dari informasi tersebut, kita dapat menafsirkan bahwa variasi data pada benda uji mortar bahan susun batok kelapa perlakuan suhu 60° C dan perlakuan suhu 25° C dengan perbandingan volume 1 : 5 cenderung lebih homogen dari pada yang lain. Sedangkan variasi data pada benda uji mortar bahan susun batok kelapa perlakuan suhu 60° C dengan perbandingan volume 1 : 4 cenderung lebih bervariasi dari yang lain. Contoh perhitungan nilai rata-rata, simpangan baku, dan koefisien variasi dapat dilihat pada lampiran 6.10.

Dari tabel 5.15, tabel 5.16, tabel 5.17, tabel 5.18, tabel 5.19, tabel 5.20, tabel 5.21 dan dari gambar 5.11, gambar 5.12, gambar 5.13, pada mortar perlakuan suhu oven dan mortar perlakuan suhu kamar dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Pengaruh penambahan agregat penyusun mortar

Kuat tarik menurun seiring dengan bertambahnya komposisi agregat penyusun mortar. Dari data diatas kuat tarik terendah terjadi pada perbandingan 1 : 6, baik itu pada mortar bahan susun pasir maupun mortar bahan susun batok kelapa. Hal itu disebabkan penggunaan komposisi agregat penyusun lebih banyak dari pada semen sehingga semen yang digunakan lebih sedikit dari pada perbandingan campuran yang lain. Penggunaan semen yang lebih sedikit ini akan menyebabkan pori-pori pada mortar yang tidak terisi oleh semen akan semakin besar dan dengan jumlah semen yang lebih sedikit akan mengurangi kemampuan

untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak serta padat sehingga mortar lebih mudah putus.

2. Pengaruh perlakuan suhu

Kuat Tarik pada benda uji perlakuan suhu 60°C lebih baik dari pada kuat tarik benda uji perlakuan suhu 25°C , ini disebabkan pada suhu 25°C mortar masih mengandung air yang mengisi rongga-rongga di dalam mortar, air di dalam rongga-rongga tersebut membantu meregangkan ikatan antar butiran di dalam mortar sehingga mempercepat terjadinya putusnya benda uji sewaktu pengujian tarik mortar dan kuat tariknya akan lebih rendah. Sementara benda uji pada perlakuan suhu 60°C , mortar dalam keadaan kering dan rongga-rongganya tidak terisi oleh air sehingga kemampuannya dalam menahan tarik hanya ditahan oleh mortar itu sendiri.

3. Pengaruh penggunaan batok kelapa pada kekuatan tarik mortar

Penggunaan batok kelapa sebagai bahan susun mortar akan mengurangi kekuatan tarik mortarnya. Berbeda dengan penggunaan pasir sebagai bahan susun mortar, batok kelapa memiliki serapan air yang tinggi, bentuk agregat yang cenderung pipih, gradasi agregat yang tidak terdistribusi dengan baik sehingga tidak menghasilkan mortar yang mampat dan padat. Hal ini mengakibatkan Mortar dengan bahan susun batok kelapa memiliki sifat *porous* dan kurang kekuatannya. Mortar dengan bahan susun batok kelapa membutuhkan air yang lebih banyak untuk membuat campurannya sesuai dengan *workabilitas* yang diinginkan, penggunaan air yang banyak ini akan menyebabkan terjadinya

segregasi, mortar lebih berpori, dan mengurangi kemampuan semen untuk merekatkan antar butiran agregat.

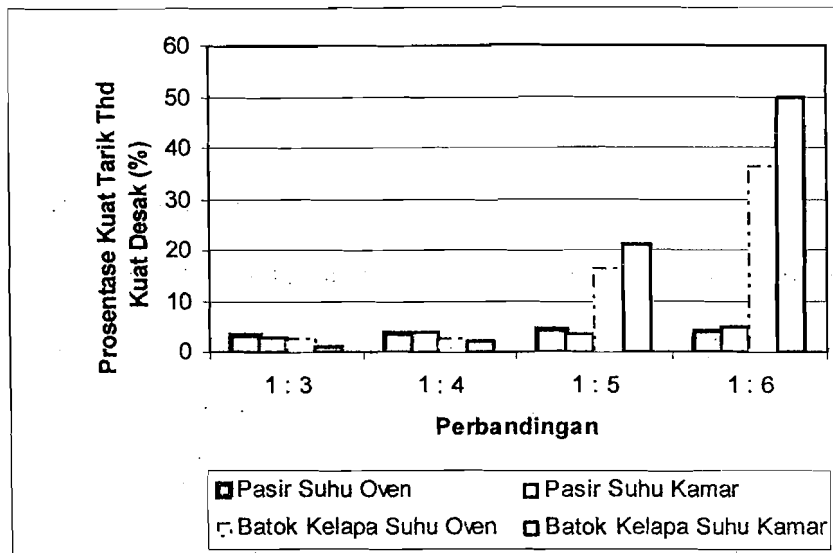
Untuk mengetahui besar prosentase kuat tarik terhadap kuat desak mortar pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini.

Tabel 5.22 Prosentase Kuat Tarik Terhadap Kuat Desak Mortar Bahan Susun Batok Kelapa

No	Perbandingan	Oven (60°C)			Kamar (25°C)		
		Kuat Tarik	Kuat Tekan	Prosentase Thd Kuat Desak	Kuat Tarik	Kuat Tekan	Prosentase Thd Kuat Desak
1	1 : 3	1,546	54,817	2,820%	0,429	47,746	0,899%
2	1 : 4	0,545	18,648	2,922%	0,341	15,928	2,140%
3	1 : 5	0,372	2,259	16,469%	0,372	1,778	20,928%
4	1 : 6	0,351	0,963	36,466%	0,353	0,707	49,987%

Tabel 5.23 Prosentase Kuat Tarik Terhadap Kuat Desak Mortar BahaSusun Pasir

No	Perbandingan	Oven (60°C)			Kamar (25°C)		
		Kuat Tarik	Kuat Tekan	Prosentase Thd Kuat Desak	Kuat Tarik	Kuat Tekan	Prosentase Thd Kuat Desak
1	1 : 3	8,883	264,780	3,355%	7,092	257,626	2,753%
2	1 : 4	5,138	131,618	3,904%	3,961	102,150	3,878%
3	1 : 5	4,251	94,132	4,516%	2,992	84,795	3,529%
4	1 : 6	2,951	68,275	4,322%	2,577	54,049	4,768%



Gambar 5.14 Hubungan Prosentase Kuat Tarik Terhadap Kuat Desak Mortar

Dari tabel 5.22 dan tabel 5.23 serta gambar 5.14, dapat dilihat bahwa semakin meningkat kuat desak mortar maka prosentase kuat tarik terhadap kuat desaknya semakin menurun. Walaupun ada peningkatan kuat tarik pada mortar akan tetapi belum tentu diikuti dengan kenaikan prosentase kuat tarik terhadap kuat tekannya. Menurut Mulyono.T (2004), nilai kuat tekan beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus, setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekannya hanya disertai oleh peningkatan kecil kuat tariknya, perkiraan nilai pastinya sulit diukur. Pada mortar bahan susun batok kelapa besarnya prosentase kuat tarik terhadap kuat tekan justru terjadi pada perbandingan 1 : 5 dan 1 : 6. Hal ini disebabkan tidak didapatnya nilai kuat tarik yang pasti sehingga dalam menentukan kuat tarik berdasarkan perkiraan sesuai dengan berat benda yang digantung pada mortar, pengujian tarik secara manual dengan menggunakan gentong air tidak menghasilkan nilai kuat tarik yang lebih teliti, Karena kuat tarik

yang sangat kecil pada perbandingan 1 : 5 dan 1 : 6, mortar sudah putus duluan ketika baru digantung pada alat *cement briquettes* (alat Bantu untuk uji tes tarik).

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah diuraikan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ini :

1. Batok kelapa mempunyai berat satuan volume jauh lebih kecil daripada berat satuan volume pasir.
2. Agregat batok kelapa dalam penelitian ini mempunyai variasi butir (gradasi) yang tidak baik sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, sehingga butirannya tidak terdistribusi dengan baik di dalam campuran.
3. Penggunaan agregat batok kelapa sebagai bahan susun, dibutuhkan jumlah air yang lebih banyak untuk menghasilkan nilai slump sebesar 5 cm yang diinginkan.
4. Serapan air mortar uji akan bertambah seiring dengan penambahan volume batok kelapa dan volume pasir di dalam campuran mortar, pertambah serapan air mortar ini akan menurunkan kuat desak mortar, penggunaan agregat batok kelapa sebagai bahan susun mortar akan menambah serapan air mortar lebih besar.
5. Penambahan volume batok kelapa di dalam campuran akan memperkecil berat satuan volume mortar, sedangkan penambahan volume pasir pada campuran akan menaikkan berat satuan volume mortar.

6. Pengaruh perlakuan suhu oven akan menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi daripada perlakuan suhu kamar, begitu juga dengan kuat tariknya, perlakuan suhu oven akan menghasilkan kuat tarik yang lebih tinggi daripada perlakuan suhu kamar..
7. Kuat desak dan kuat tarik mortar dengan bahan susun batok kelapa jauh lebih kecil daripada kuat desak dan kuat tarik mortar dengan bahan susun pasir.
8. Kekuatan desak mortar bahan susun batok kelapa dengan variasi komposisi 1 : 3 hampir sama dengan kuat desak mortar bahan susun pasir dengan variasi komposisi 1 : 6, prosentase kuat desak mortar bahan susun batok kelapa terhadap mortar bahan susun pasir sebesar 88,337 % pada perlakuan benda uji suhu kamar. Oleh karena itu, mortar dengan bahan susun batok kelapa dengan variasi 1 : 3 masih bisa dijadikan bahan susun mortar.

6.2 SARAN

Dari uraian diatas dan dengan merujuk pada pembahasan serta hasil penelitian, untuk mendapatkan hasil yang lebih baik maka diberikan saran sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan gradasi butiran batok kelapa yang baik, maka batok kelapa harus dihancurkan sehalus mungkin, hal ini dapat dilakukan dengan membuat mesin penghancur untuk batok kelapa.
2. Pengawasan lebih teliti pada pelaksanaan penimbangan, pencampuran serta pengadukan bahan.

3. Untuk menghasilkan mortar yang lebih padat serta mampat pada mortar dengan bahan susun batok kelapa maka perlu ditambah bahan pengisi berupa partikel-partikel halus yang akan mengisi rongga-rongga dalam campuran mortar.
4. Agregat batok kelapa sebelum dicampurkan dengan semen sebaiknya diusahakan dalam keadaan jenuh permukaan kering (JPK), dimana agregat tidak menambah dan mengurangi komposisi air dalam campuran.
5. Penggunaan air dapat dikontrol dengan menggunakan fas, ini dilakukan jika agregat batok kelapa dibuat dalam kondisi jenuh permukaan kering terlebih dahulu.
6. Untuk penelitian selanjutnya, agregat batok kelapa perlu diuji kekuatannya.
7. Perlu diketahui kekuatan mortar dengan perbandingan semen dengan agregat halus 1 : 1 dan 1 : 2.
8. Sebaiknya agregat batok kelapa tidak digunakan sebagai beton struktural karena kekuatannya yang rendah.
9. Untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan percobaan, mencampur agregat batok kelapa dengan pasir sebagai agregat halus pada campuran beton, disini agregat batok kelapa dikombinasikan dengan pasir pada berbagai variasi.
10. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan percobaan, dengan menggunakan agregat batok kelapa pasca bakar sebagai agregat halus pada campuran mortar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1982. *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI)*. Penerbit Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan, Departemen Pekerjaan Umum, Bandung.
- Anonim. 1991. *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*. Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- Anonim. 2001. *Laporan Praktikum Bahan Konstruksi Teknik*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta
- Anonim. 2003. *Pedoman Kegiatan Penelitian dan Penulisan Karya Ilmiah*, Edisi IV. Lembaga Penelitian Universitas Islam Indonesia ,
- Furqon. 2004. *Statistika Terapan Untuk Penelitian*. Cetakan Kelima, Penerbit Alfabeta, Bandung.
- Julianto, dan Herriyanto. 1997. *Pemanfaatan Limbah Padat Pada Pabrik Kertas Terhadap Karakteristik Kohesif Mortar Semen*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*. Edisi Pertama, Penerbit Andi, Jogjakarta.
- Murdock, L.J, dan Brook, K.M. 1986. *Bahan dan Praktek Beton*. (diterjemahkan Stephanus Hendarko), Edisi Keempat, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Nabil. 1995. Tugas Akhir, *Pengaruh Limbah Padat Pabrik Kertas Terhadap Kekuatan Mortar Semen*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Nugraha, D. 1996. Tugas Akhir, *Pengaruh Variasi Campuran Semen Merah (Batu Bata) Terhadap Kuat Tekan Mortar Semen*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Jogjakarta.
- Sagel.,R and H. Kesuma, Gideon. 1994. *Pedoman Pengerjaan Beton*. Cetakan Ketiga, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Setyamidjaja, D. 1995. *Bertanam Kelapa*. Edisi Ketiga Cetakan Keempat, Penerbit Kanisius, Jogjakarta.

- Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*. Buku ajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
- Tjokrodimuljo, K. 2004. *Teknologi Beton*. Buku ajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Jogjakarta.
- Warisno. 2003. *Budi Daya Kelapa Genjah*. Edisi Pertama, Penerbit Kanisius, Jogjakarta.



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Hadi Winata	00 511 190	Teknik Sipil
2.	Ifan Hadi Kusuma	00 511 311	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pemanfaatan Batok Kelapa Sebagai Bahan Susun Mortar

PERIODE KE : IV (Juni 05 - Nop.05)

Tahun Akademi : 2004 - 2005

Sampai Akhir Nopember 05

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		JUN.	JUL.	AGT.	SEP.	OKT.	NOP
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Ilman Noor, Ir, H, MSCE

Dosen Pembimbing II : Ilman Noor, Ir, H, MSCE



Jogyakarta , 4-Jun-05
 a.n. Dekan

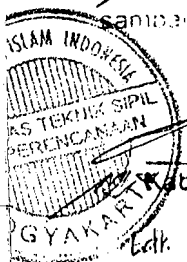


(Signature)

H. Munadhir, MS

Seminar : _____
 Sidang : _____
 Pendadaran : _____

KARTU diperoangkan
 sampai dengan tgl. 4.05.06.



Hartono

Kabag Akademik

Edk byr 63



UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA

PERIODE KE : IV (Juni 05 - Nop.05)

TAHUN Akademi : 2004 - 2005

Sampai Akhir Nopember 05

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Hadi Winata	00 511 190	Teknik Sipil
2.	Ifan Hadi Kusuma	00 511 311	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Pemanfaatan Batok Kelapa Sebagai Bahan Susun Mortar

Dosen Pembimbing I : Ilman Noor,Ir,H,MSCE

Dosen Pembimbing II : Ilman Noor,Ir,H,MSCE



Jogjakarta , 4-Jun-05

a.n. Dekan



Munadhir, MS

Catatan :

Seminar : _____

Sidang : _____

Pendaftaran : _____

KPITA diperpanjang
sampai dengan tgl. 4.05.06 :



Hartoho

Kabag. Akademik

dik byr ls : ✓



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 426 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ IV /2005
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : IV (Juni 05 - Nop.05)

Jogjakarta, 4-Jun-05

Kepada .
Yth.Bapak / Ibu : Ilman Noor,Ir,H,MSCE
di -
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

- 1 Nama : Hadi Winata
No. Mhs. : 00 511 190
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2004 - 2005
- 2 Nama : Ifan Hadi Kusuma
No. Mhs. : 00 511 311
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2004 - 2005

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

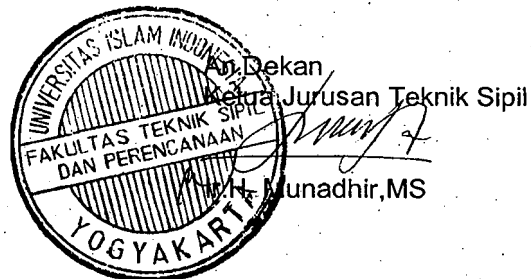
Dosen Pembimbing I	: Ilman Noor,Ir,H,MSCE
Dosen Pembimbing II	: Ilman Noor,Ir,H,MSCE
Berlaku Tgl	: Sampai Akhir Nopember 05

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Pemanfaatan Batok Kelapa Sebagai Bahan Susun Mortar

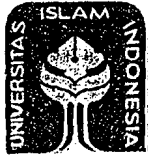
Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



Tembusan

- 1). Dosen Pembimbing ybs
- 2). Mahasiswa ybs
- 3). Arsip. 6/4/2005 4:02:58 PM



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

Nomor : 1317 /Dek.70/FTSP/VII/2005
Lamp. : -
Hal : Ijin Penggunaan Lab. BKT
Jogjakarta, 23-Jul-05

Kepada Yth : **Kepala Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik
FTSP UII**
Di-
Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Sehubungan dengan Tugas Akhir yang akan dilaksanakan oleh mahasiswa kami, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta yang bernama sbb :

No	Nama Mahasiswa	No.Mahasiswa
1.	Hadi Winata	00 511 190
2	Ifan Hadi Kusuma	00 511 311

Berkenaan hal tersebut kiranya mahasiswa memerlukan *bantuan nya untuk dapat meminjamkan fasilitas Lab. BKT FTSP UII untuk Penelitian*, untuk mendukung penyusunan Tugas Akhir, maka dengan ini kami mohon kepada Bapak/ Ibu sudilah kiranya dapat memberikan bantuan yang diperlukan untuk menyelesaikan Tugas Akhir.

Demikian permohonan kami , atas perkenan serta bantuan dan bimbingannya diucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Dekan

Prof. Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D

Tembusan :

- Mahasiswa ybs.
- Arsip.

Perhitungan Proporsi Campuran Mortar
Lampiran 1

Perhitungan Penakaran Volume Mortar

Pada penelitian proporsi dilakukan dengan penakaran volume, dari hasil pengujian berat satuan volume di laboratorium didapat data bahan sebagai berikut:

$$\text{Volume silinder} = \frac{1}{4} D^2 \cdot H = \frac{1}{4} \times 10^2 \times 20 = 1570 \text{ cm}^3$$

$$\text{Berat silinder tabung (W1)} = 4600,0 \text{ gram}$$

$$\text{Berat silinder + batok kelapa (W2)} = 5793,2 \text{ gram}$$

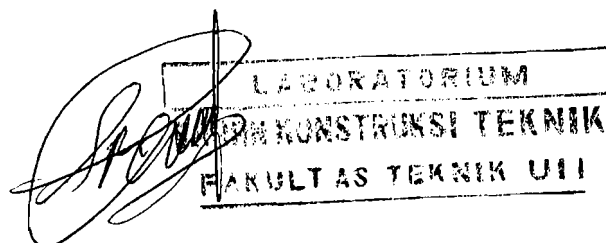
$$\text{Berat silinder + pasir (W2)} = 7300,0 \text{ gram}$$

$$\text{Berat silinder + semen (W2)} = 6877,0 \text{ gram}$$

Dengan memasukan data ke persamaan (3.2) maka di dapat berat satuan masing – masing bahan susun mortar yang diteliti , seperti yang tercantum pada table berikut ini :

No	Material	Berat Satuan Volume
1	Semen Portland Tipe I	1,45 (gr/cm ³)
2	Pasir	1,72 (gr/cm ³)
3	Batok Kelapa	0,76 (gr/cm ³)

Nilai berat satuan ini digunakan selanjutnya sebagai dasar hitungan untuk mendapatkan nilai perbandingan berat yang di transformasikan dari nilai perbandingan volume. Angka perbandingan berat di dapat dengan cara membandingkanya terhadap berat satuan semen, yaitu mengalikan nilai banding volume dengan satuanya lalu dibagi berta satuan semen seperti pada persamaan berikut ini :



lampiran 1.1

$$Z = \frac{x_{\text{berat}} - \text{satuan}(y)}{\text{berat} - \text{satuan}(\text{semen})}$$

Z = nilai banding perbandingan berat

x = nilai / angka banding

y = bahan material

Sebagai contoh, untuk perbandingan 1:3 mortar dengan bahansusun batok kelapa dan bahan susun pasir, di dapatkan.

$$Z_{\text{semen}} = \frac{x_{\text{berat}} - \text{satuan}(y)}{\text{berat} - \text{satuan}(\text{semen})} = \frac{1 \times 1,45}{1,45} = 1$$

$$Z_{\text{batok}} = \frac{x_{\text{berat}} - \text{satuan}(y)}{\text{berat} - \text{satuan}(\text{semen})} = \frac{3 \times 0,76}{1,45} = 1,57$$

$$Z_{\text{pasir}} = \frac{x_{\text{berat}} - \text{satuan}(y)}{\text{berat} - \text{satuan}(\text{semen})} = \frac{3 \times 1,72}{1,45} = 3,56$$

Untuk nilai banding perbandingan berat seluruh campuran dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Perbandingan	Semen	Batok Kelapa	Pasir
1 : 3	1	1,57	3,56
1 : 4	1	2,1	4,74
1 : 5	1	2,62	5,93
1 : 6	1	3,14	7,12



lampiran 1.2

Lampiran 2
Pemeriksaan Bahan Penyusun Mortar



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang km. 14.4 telp (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330, Jogjakarta 55584

UJI KANDUNGAN LUMPUR DALAM PASIR

Penguji : Hadi Winata
Ifan Hadi Kusuma
Pasir Asal : Merapi, Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Tanggal : 25 Agustus 2005


Berat agregat awal sebelum dicuci (Wo)	500 gram
Berat setelah dicuci (w)	492,4 gram
Berat lewat ayakan no.200 (Wo-W)	7,6 gram
Prosentase kandungan Lumpur	1,52%

Berat agregat awal sebelum dicuci (Wo)	500 gram
Berat setelah dicuci (w)	493 gram
Berat lewat ayakan no.200 (Wo-W)	7 gram
Prosentase kandungan Lumpur	1,40%

Berat agregat awal sebelum dicuci (Wo)	500 gram
Berat setelah dicuci (w)	493,3 gram
Berat lewat ayakan no.200 (Wo-W)	6,7 gram
Prosentase kandungan Lumpur	1,34%

Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-Rata
1,52%	1,40%	1,34%	1,42%

Jogjakarta,.....


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Lampiran 2.1



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang km, 14.4 telp (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330, Jogjakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT SATUAN VOLUME PASIR

Penguji : Hadi Winata Tanggal : 25 Agustus 2005
Ifan Hadi Kusuma
Pasir Asal : Merapi, Kaliurang
Keperluan : Tugas Akhir

Berat Tabung (W1)	4600
Berat tabung + Agregat kering tungku (W2)	7269
Berat agregat bersih (W2-W1)	2669
Volume tabung (V)	1570
Berat volume $[(W2-W1)/V]$	1,7

Berat Tabung (W1)	4600
Berat tabung + Agregat kering tungku (W2)	7340
Berat agregat bersih (W2-W1)	2740
Volume tabung (V)	1570
Berat volume $[(W2-W1)/V]$	1,745

Berat Tabung (W1)	4600
Berat tabung + Agregat kering tungku (W2)	7293
Berat agregat bersih (W2-W1)	2693
Volume tabung (V)	1570
Berat volume $[(W2-W1)/V]$	1,715

Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-Rata
1,7	1,745	1,715	1,72

Jogjakarta,.....


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Lampiran 2.2



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang km, 14.4 telp (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330, Jogjakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT SATUAN VOLUME BATOK KELAPA

Penguji : Hadi Winata Tanggal : 25 Agustus 2005
Ifan Hadi Kusuma
Agregat : Batok Kelapa
Keperluan : Tugas Akhir


Berat Tabung (W1)	4600
Berat tabung + Agregat kering tungku (W2)	5840
Berat agregat bersih (W2-W1)	1240
Volume tabung (V)	1570
Berat volume [(W2-W1)/V]	0,79

Berat Tabung (W1)	4600
Berat tabung + Agregat kering tungku (W2)	5778
Berat agregat bersih (W2-W1)	1178
Volume tabung (V)	1570
Berat volume [(W2-W1)/V]	0,75

Berat Tabung (W1)	4600
Berat tabung + Agregat kering tungku (W2)	5762
Berat agregat bersih (W2-W1)	1162
Volume tabung (V)	1570
Berat volume [(W2-W1)/V]	0,74

Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-Rata
0,79	0,75	0,74	0,76

Jogjakarta,.....


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Lampiran 2.3



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang km. 14.4 telp (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330, Jogjakarta 55584

PEMERIKSAAN BERAT SATUAN VOLUME SEMEN

Penguji : Hadi Winata

Tanggal : 25 Agustus 2005

Ifan Hadi Kusuma

Agregat : Semen

Keperluan : Tugas Akhir


Berat Tabung (W1)	4600
Berat tabung + Semen Portland (W2)	6704
Berat semen bersih (W2-W1)	2104
Volume tabung (V)	1570
Berat volume $[(W2-W1)/V]$	1,34

Berat Tabung (W1)	4600
Berat tabung + Semen Portland (W2)	6892
Berat semen bersih (W2-W1)	2292
Volume tabung (V)	1570
Berat volume $[(W2-W1)/V]$	1,46

Berat Tabung (W1)	4600
Berat tabung + Semen Portland (W2)	7034
Berat semen bersih (W2-W1)	2434
Volume tabung (V)	1570
Berat volume $[(W2-W1)/V]$	1,55

Uji 1	Uji 2	Uji 3	Rata-Rata
1,34	1,46	1,55	1,45

Jogjakarta,.....


LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Lampiran 2.4



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang km, 14.4 telp (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330, Jogjakarta 55584

KANDUNGAN AIR BATOK KELAPA

Penguji : Hadi Winata

Tanggal : 27 Agustus 2005

Ifan Hadi Kusuma

Agregat : Batok Kelapa

Keperluan : Tugas Akhir

Berat bejana (W_1)	131
Berat agregat basah + bejana (W_2)	863
Berat agregat kering + bejana (W_4)	578
Berat agregat kering (W_5)	447
Berat agregat basah (W_3)	732
Prosentase serapan air	63,758%

Jogjakarta,.....

Lampiran 2.5



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang km, 14.4 telp (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330, Jogjakarta 55584

MODULUS HALUS BUTIR PASIR

Penguji : Hadi Winata
Ifan Hadi Kusuma

Tanggal : 27 Agustus 2005

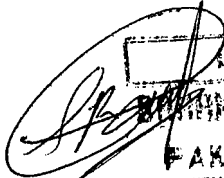
Pasir Asal : Merapi, Kaliurang

Keperluan : Tugas Akhir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Komulatif (%)	Persen Lolos Komulatif
4,8	0	0	0	100
2,4	58,5	5,85	5,85	94,15
1,2	198,7	19,87	25,72	74,28
0,6	429,8	42,98	68,7	31,3
0,3	225,7	22,57	91,27	8,73
0,15	70,1	7,01	98,28	1,72
Sisa	17,2	1,72	-	-
Jumlah	1000	100	289,82	-

$$\text{MHB} = 289,82/100 = 2,8982$$

Jogjakarta,.....


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Lampiran 2.6



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang km. 14.4 telp (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330, Jogjakarta 55584

MODULUS HALUS BUTIR BATOK KELAPA

Penguji : Hadi Winata

Tanggal : 27 Agustus 2005

Ifan Hadi Kusuma

Agregat : Batok Kelapa

Keperluan : Tugas Akhir

Lubang Ayakan (mm)	Berat Tertinggal (gram)	Berat Tertinggal (%)	Berat Tertinggal Komulatif (%)	Persen Lolos Komulatif
10	0	0	0	100
4,8	61	6,1	6,1	93,9
2,4	586	58,6	64,7	35,3
1,2	196	19,6	84,3	15,7
0,6	80	8	92,3	7,7
0,3	32	3,2	95,5	4,5
0,15	25	2,5	98	2
Sisa	20	2	-	-
Jumlah	1000	100	440.9	-

$$MHB = 440,9 / 100 = 4,409$$

Jogjakarta,.....


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Lampiran 2.7



**LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Jln. Kaliurang km, 14.4 telp (0274) 895707, 895042 fax : (0274) 895330, Jogjakarta 55584

TOLOK KELECAKAN MORTAR

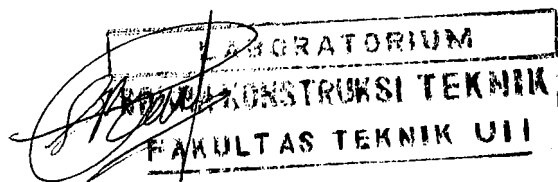
Tabel Kebutuhan Air Untuk Slump 5 cm Pada Mortar Bahan Susun Pasir

Pengujian Slump	Campuran	Air (Lt)
1	1 : 3	2,3
2		2,35
1	1 : 4	2,48
2		2,52
1	1 : 5	3,32
2		3,20
1	1 : 6	3,87
2		3,83

Tabel Kebutuhan Air Untuk Slump 5 cm Pada Mortar Bahan Susun Batok Kelapa

Pengujian Slump	Campuran	Air (Lt)
1	1 : 3	3,95
2		4
1	1 : 4	4,65
2		4,52
1	1 : 5	5,40
2		5,45
3		5,42
1	1 : 6	5,78
2		5,74
3		5,70

Jogjakarta,.....



Lampiran 2.8

Lampiran 3
Uji Serapan air Mortar

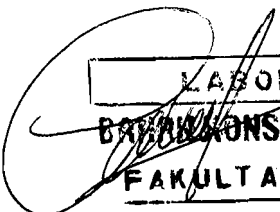
Pengujian : Serapan Air Mortar
 Perawatan : + 28 Hari
 Perlakuan : Suhu Oven 60⁰ C (1 x 24 Jam)
 Desikator (1 x 24 Jam)
 Tanggal : 29 Nopember 2005

Uji Serapan Air Mortar, rawatan 60⁰ C, 1pc : 3 batok

No Sampel	W ₁ (Gram)	W ₂ (Gram)	Prosentase Serapan	Rata-rata
1 desak	183	158	15.823%	16.861%
2 desak	167	143	16.783%	
3 desak	180	153	17.647%	
1 tarik	95	81	17.284%	
2 tarik	115	98	17.347%	
3 tarik	100	86	16.279%	

Uji Serapan Air Mortar, rawatan 60⁰ C, 1pc : 4batok

No Sampel	W ₁ (Gram)	W ₂ (Gram)	Prosentase Serapan	Rata-rata
1 desak	168	135	24.444%	25.397%
2 desak	168	134	25.373%	
3 desak	185	146	26.712%	
1 tarik	98	79	24.051%	
2 tarik	95	75.5	25.828%	
3 tarik	97	77	25.974%	


 LABORATORIUM
 BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

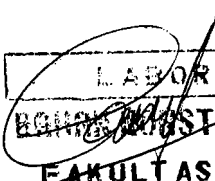
Pengujian : Serapan Air Mortar
 Perawatan : + 28 Hari
 Perlakuan : Suhu Oven 60⁰ C (1 x 24 Jam)
 Desikator (1 x 24 Jam)
 Tanggal : 30 Nopember 2005

Uji Serapan Air Mortar, rawatan 60⁰ C, 1pc : 5 batok

No Sampel	W ₁ (Gram)	W ₂ (Gram)	Prosentase Serapan	Rata-rata
1 desak	128	98	30.612%	35.891%
2 desak	136	96	41.667%	
3 desak	138	102	35.294%	
1 tarik	93	68	36.765%	
2 tarik	92	68	35.294%	
3 tarik	95	70	35.714%	

Uji Serapan Air Mortar, rawatan 60⁰ C, 1pc : 6 batok

No Sampel	W ₁ (Gram)	W ₂ (Gram)	Prosentase Serapan	Rata-rata
1 desak	140	93	50.538%	51.010%
2 desak	130	86	51.163%	
3 desak	134	89	50.562%	
1 tarik	95	63	50.794%	
2 tarik	101	65	55.385%	
3 tarik	93	63	47.619%	


 LABORATORIUM
 BANGUNAN STRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

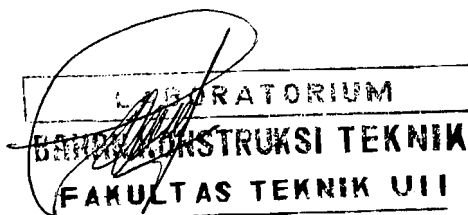
Pengujian : Serapan Air Mortar
 Perawatan : + 28 Hari
 Perlakuan : Suhu Oven 60° C (1 x 24 Jam)
 Desikator (1 x 24 Jam)
 Tanggal : 10 Oktober 2005

Uji Serapan Air Mortar, rawatan 60° C, 1pc : 3ps

No Sampel	W ₁ (Gram)	W ₂ (Gram)	Prosentase Serapan	Rata-rata
1 desak	296	284	4.225%	4.957%
2 desak	294	281	4.626%	
3 desak	292	279	4.659%	
1 tarik	175	166	5.422%	
2 tarik	176	167	5.389%	
3 tarik	175	166	5.422%	

Uji Serapan Air Mortar, rawatan 60° C, 1pc : 4ps

No Sampel	W ₁ (Gram)	W ₂ (Gram)	Prosentase Serapan	Rata-rata
1 desak	290	272	6.618%	6.616%
2 desak	288	270	6.667%	
3 desak	291	274	6.204%	
1 tarik	175	164	6.707%	
2 tarik	172	161	6.832%	
3 tarik	176	165	6.667%	



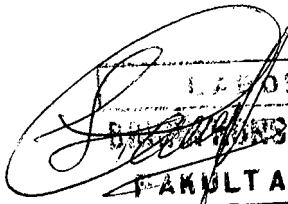
Pengujian : Serapan Air Mortar
 Perawatan : + 28 Hari
 Perlakuan : Suhu Oven 60° C (1 x 24 Jam),
 Desikator (1 x 24 Jam)
 Tanggal : 12 Oktober 2005

Uji Serapan Air Mortar, rawatan 60° C, 1pc : 5ps

No Sampel	W ₁ (Gram)	W ₂ (Gram)	Prosentase Serapan	Rata-rata
1 desak	288	265	8.679%	9.542%
2 desak	291	268	8.582%	
3 desak	283	262	8.015%	
1 tarik	188	170	10.588%	
2 tarik	174	157	10.828%	
3 tarik	178	161	10.559%	

Uji Serapan Air Mortar, rawatan 60° C, 1pc : 6ps

No Sampel	W ₁ (Gram)	W ₂ (Gram)	Prosentase Serapan	Rata-rata
1 desak	275	240	14.583%	12.986%
2 desak	279	246	13.415%	
3 desak	286	255	12.157%	
1 tarik	165	147	12.245%	
2 tarik	168	150	12.000%	
3 tarik	168	148	13.514%	


 LABORATORIUM
 INSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

Contoh Perhitungan Serapan Air Mortar :

Mortar uji desak nomor sampel 1, perbandingan 1 Pc : 3 Batok kelapa

$$\frac{(W_1 - W_2)}{W_2} \times 100\%$$

W_1 : Berat awal sebelum dioven (gram)

W_2 : Berat akhir setelah dioven (gram)

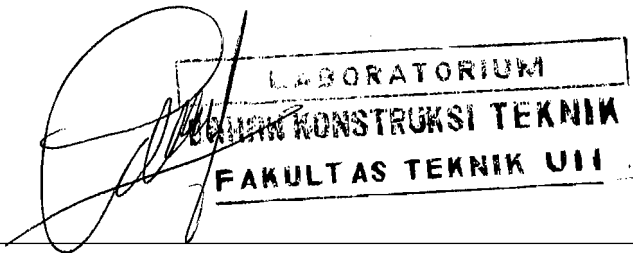
Diketahui :

$W_1 = 183$ gram

$W_2 = 158$ gram

Perhitungan serapan air mortar :

$$\frac{(183 - 158)}{158} \times 100\% = 15.823 \%$$



Contoh perhitungan nilai *mean*, simpangan baku, dan koefisien variasi, pada pengujian serapan air mortar rerata dengan bahan susun agregat batok kelapa dengan perlakuan benda uji suhu oven (60⁰ C), selama 24 jam perbandingan komposisi 1 : 3.

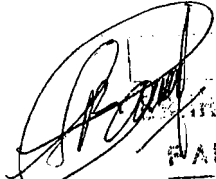
No	xi	xi ²
1 desak	15,823	250,367
2 desak	16,783	281,669
3 desak	17,647	311,417
1 tarik	17,284	298,737
2 tarik	17,347	300,918
3 tarik	16,279	265,006
n = 6	Σxi = 101,163	Σxi ² = 1708,114

xi : Prosentase serapan air (%)

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata / mean } (\bar{X}) &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{101,163}{6} = 16,861 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Simpangan baku (s)} &= \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n xi^2 - (\sum_{i=1}^n xi)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{6 \cdot (1708,114) - (101,163)^2}{6(6-1)}} = 0,701 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien variasi(KV)} = \frac{s}{\bar{X}} = \frac{0,701}{16,861} = 0,042$$


 LABORATORIUM
 TEKNIK KUNSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

Lampiran 3.6

Lampiran 4
Uji Berat Satuan Volume Mortar

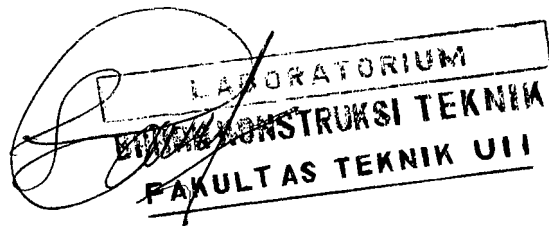
Pengujian : Berat Volume Mortar
 Perawatan : +28 Hari
 Perlakuan : Suhu Kamar 25⁰ C (2 x 24 Jam)
 Tanggal : 29 Nopember 2005

Uji Berat Volume Mortar, rawatan 25⁰ C, 1pc : 3 batok

No Sampel	W (Gram)	V (Cm ³)	Berat Volume	Rata-rata
1 desak	150	131.407	1.141	
2 desak	145	129.595	1.119	
3 desak	156	138.020	1.130	1.007
1 tarik	79	91.440	0.864	
2 tarik	84	92.400	0.909	
3 tarik	83	94.800	0.876	

Uji Berat Volume Mortar, rawatan 25⁰ C, 1pc : 4batok

No Sampel	W (Gram)	V (Cm ³)	Berat Volume	Rata-rata
1 desak	132	142.015	0.929	
2 desak	138	140.242	0.984	
3 desak	133	160.223	0.830	0.854
1 tarik	76	94.200	0.807	
2 tarik	75	93.600	0.801	
3 tarik	71.5	92.400	0.774	



Pengujian : Berat Volume Mortar
 Perawatan : + 28 Hari
 Perlakuan : Suhu Kamar 25⁰ C (2 x 24 Jam)
 Tempat : 30 Nopember 2005

Uji Berat Volume Mortar, rawatan 25⁰ C, 1pc : 5batok

No Sampel	W (Gram)	V (Cm ³)	Berat Volume	Rata-rata
1 desak	90	141.407	0.636	
2 desak	96	142.748	0.673	
3 desak	91	143.816	0.633	0.6962
1 tarik	64	89.700	0.713	
2 tarik	67.5	90.000	0.750	
3 tarik	68	88.088	0.772	

Uji Berat Volume Mortar, rawatan 25⁰ C, 1pc : 6batok

No Sampel	W (Gram)	V (Cm ³)	Berat Volume	Rata-rata
1 desak	83	151.040	0.550	
2 desak	80.5	140.729	0.572	
3 desak	80	141.558	0.565	0.6469
1 tarik	67	91.200	0.735	
2 tarik	65	92.400	0.703	
3 tarik	69	91.200	0.757	


 LABORATORIUM
 KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

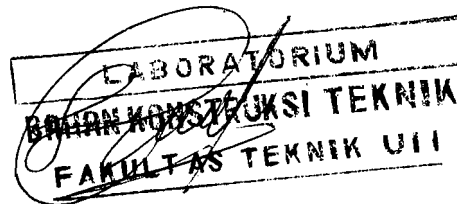
Pengujian : Berat Volume Mortar
 Perawatan : + 28 Hari
 Perlakuan : Suhu Kamar 25⁰ C (2 x 24 Jam)
 Tanggal : 10 Oktober 2005

Uji Berat Volume Mortar, rawatan 25⁰ C, 1pc : 3ps

No Sampel	W (Gram)	V (Cm ³)	Berat Volume	Rata-rata
1 desak	260	141.196	1.841	
2 desak	267	135.638	1.968	
3 desak	265	138.648	1.911	1.829
1 tarik	160	93.572	1.710	
2 tarik	165	95.410	1.729	
3 tarik	163	89.936	1.812	

Uji Berat Volume Mortar, rawatan 25⁰ C, 1pc : 4ps

No Sampel	W (Gram)	V (Cm ³)	Berat Volume	Rata-rata
1 desak	268	138.107	1.941	
2 desak	268	129.595	2.068	
3 desak	265	132.691	1.997	1.920
1 tarik	165	88.087	1.873	
2 tarik	163	88.396	1.844	
3 tarik	162	90.060	1.799	



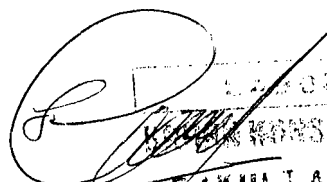
Pengujian : Berat Volume Mortar
 Perawatan : + 28 Hari
 Perlakuan : Suhu Kamar 25⁰ C (2 x 24 Jam)
 Tanggal : 12 Oktober 2005

Uji Berat Volume Mortar, rawatan 25⁰ C, 1pc : 5ps

No Sampel	W (Gram)	V (Cm ³)	Berat Volume	Rata-rata
1 desak	267	139.486	1.914	
2 desak	266	142.748	1.863	
3 desak	281	141.781	1.982	1.930
1 tarik	175	91.494	1.913	
2 tarik	177	92.160	1.921	
3 tarik	175	88.088	1.987	

Uji Berat Volume Mortar, rawatan 25⁰ C, 1pc : 6ps

No Sampel	W (Gram)	V (Cm ³)	Berat Volume	Rata-rata
1 desak	291	151.467	1.921	
2 desak	280	140.323	1.995	
3 desak	285	143.200	1.990	1.962
1 tarik	170	89.072	1.909	
2 tarik	173	88.704	1.950	
3 tarik	177	88.160	2.008	


 LABORATORIUM
 KONSTRUKSI TEKNIK
 FAKULTAS TEKNIK UII

Contoh Perhitungan Berat Volume Mortar :

Mortar uji tarik nomor sampel 1, perbandingan 1 Pc : 3 Pasir

$$Bv.mortar = \frac{W}{V} \text{ (gram/cm}^3\text{)}$$

W : Berat mortar (Kg)

V : Volume mortar (cm³)

Diketahui :

W = 160 gram

V = 93.572 cm³

$$\frac{160}{93.572} = 1.710 \text{ (gram/cm}^3\text{)}$$

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UIN

Contoh perhitungan nilai *mean*, simpangan baku, dan koefisien variasi, pada pengujian serapan air mortar rerata perbandingan komposisi 1 : 3 dengan bahan susun agregat batok kelapa dengan perlakuan benda uji suhu kamar (25⁰ C).

No	xi	xi ²
1 desak	1,141	1,302
2 desak	1,119	1,252
3 desak	1,130	1,277
1 tarik	0,864	0,746
2 tarik	0,909	0,826
3 tarik	0,876	0,767
n = 6	Σxi = 6,039	Σxi ² = 6,171

xi : Berat volume mortar (gram/cm³)

$$\begin{aligned} \text{Rata-rata / mean } (\bar{X}) &= \frac{\sum xi}{n} \\ &= \frac{6,039}{6} = 1,007 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Simpangan baku (s)} &= \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n xi^2 - (\sum_{i=1}^n xi)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{6(6,171) - (6,039)^2}{6(6-1)}} = 0,136 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien variasi(KV)} = \frac{s}{\bar{X}} = \frac{0,136}{1,007} = 0,136$$

 LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Lampiran 4.6

Kuat Desak Mortar
Lampiran 5

Pengujian : Uji Desak Mortar

Bahan : Semen portland, Batok kelapa

Tgl Uji : 29 Nopember 2005

Alat Uji : Mesin serba guna *Shimidzu*

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 3 batok

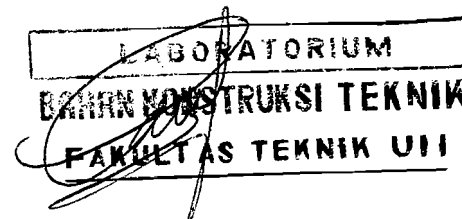
Suhu oven 60° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 3Btk	28	5.360	5.008	5.250	1452.5	26.843	54.111	54.817
2	2	1Pc : 3Btk	28	5.060	5.107	5.100	1477.5	25.841	57.176	
3	3	1Pc : 3Btk	28	5.300	5.075	5.107	1430	26.898	53.165	

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 3 batok

Suhu kamar 25° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 3Btk	28	5.125	5.365	5.250	1265	27.496	46.007	47.746
2	2	1Pc : 3Btk	28	5.015	5.060	5.684	1245	25.376	49.062	
3	3	1Pc : 3Btk	28	5.250	5.125	5.684	1296	26.906	48.167	



Lampiran 5.1

Pengujian : Uji Desak Mortar

Bahan : Semen Portland, Batok kelapa

Tgl Uji : 29 Nopember 2005

Alat Uji : Mesin serba guna *Shimidzu*

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UH

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 4 batok

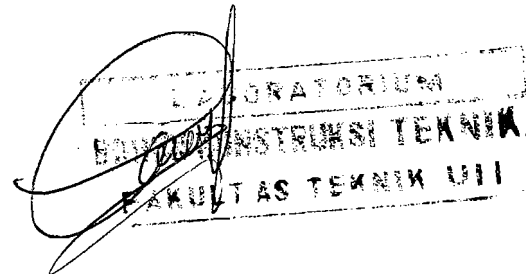
Suhu oven 60° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 4Btk	28	5.315	5.450	5.229	505	28.967	17.434	18.648
2	2	1Pc : 4Btk	28	5.255	5.150	5.185	482.5	27.063	17.829	
3	3	1Pc : 4Btk	28	5.058	5.282	5.360	552.5	26.716	20.680	

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 4 batok

Suhu kamar 25° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 4Btk	28	5.250	5.082	5.228	429.5	26.681	16.098	15.940
2	2	1Pc : 4Btk	28	5.285	5.260	5.135	410.5	27.799	14.767	
3	3	1Pc : 4Btk	28	5.225	5.305	5.115	470	27.719	16.956	



Lampiran 5.2

Pengujian : Uji Desak Mortar

Bahan : Semen Portland, Batok Kelapa

Tgl Uji : 30 November 2005

Alat Uji : Mesin serba guna Shimidzu

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 5 Batok

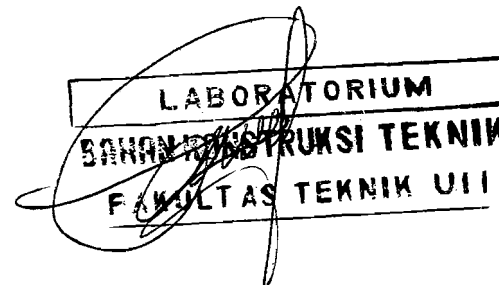
Suhu oven 60° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 5Btk	28	5.250	5.082	5.228	52	26.681	1.949	2.259
2	2	1Pc : 5Btk	28	5.285	5.260	5.135	47	27.799	1.691	
3	3	1Pc : 5Btk	28	5.225	5.305	5.115	87	27.719	3.139	

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 5 Batok

Suhu kamar 25° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 5Btk	28	5.085	5.352	4.988	40.5	27.215	1.488	1.778
2	2	1Pc : 5Btk	28	5.150	5.605	5.125	37.5	28.866	1.299	
3	3	1Pc : 5Btk	28	5.005	5.335	5.225	68	26.702	2.547	



Lampiran 5.3

Pengujian : Uji Desak Mortar

Bahan : Semen Portland, Batok Kelapa

Tgl Uji : 30 November 2005

Alat Uji : Mesin serba guna *Shimidzu*

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 6 Batok

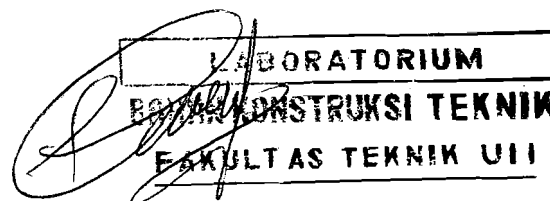
Suhu oven 60° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 6Btk	28	5.360	5.008	5.250	25	26.843	0.931	0.963
2	2	1Pc : 6Btk	28	5.480	5.179	5.15	31	28.381	1.092	
3	3	1Pc : 6Btk	28	5.052	5.150	5.100	22.5	26.018	0.865	

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 6 Batok

Suhu kamar 25° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 6Btk	28	5.205	5.17	5.247	23.5	26.910	0.873	0.707
2	2	1Pc : 6Btk	28	5.285	5.260	5.135	18	27.799	0.648	
3	3	1Pc : 6Btk	28	5.019	5.15	5.364	15.5	25.848	0.600	



Lampiran 5.4

Pengujian : Uji Desak Mortar

Bahan : Semen Portland, Pasir

Tgl Uji : 10 Oktober 2005

Alat Uji : Mesin serba guna Shimidzu

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 3 Pasir

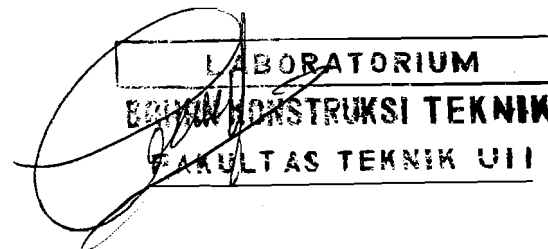
Suhu oven 60° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 3Ps	28	5.250	5.365	5.250	7700	28.166	273.377	264.478
2	2	1Pc : 3Ps	28	5.125	5.684	5.100	7275	29.131	249.738	
3	3	1Pc : 3Ps	28	5.200	5.300	5.075	7450	27.560	270.319	

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 3 Pasir

Suhu kamar 25° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 3Ps	28	5.145	5.360	5.008	6980	27.577	253.108	257.626
2	2	1Pc : 3Ps	28	5.015	5.060	5.070	6850	25.376	269.941	
3	3	1Pc : 3Ps	28	5.052	5.150	4.950	6500	26.018	249.829	



Lampiran 5.5

Pengujian : Uji Desak Mortar

Bahan : Semen Portland, Pasir

Tgl Uji : 10 Oktober 2005

Alat Uji : Mesin serba guna Shimidzu

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 4 Pasir

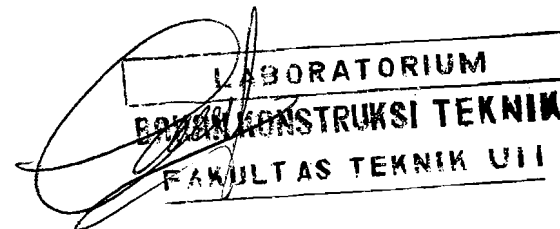
Suhu oven 60° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 4Ps	28	5.128	5.208	5.045	3580	26.707	134.049	131.558
2	2	1Pc : 4Ps	28	5.075	5.196	5.410	3740	26.370	141.829	
3	3	1Pc : 4Ps	28	5.315	5.179	5.480	3270	27.526	118.795	

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 4 Pasir

Suhu kamar 25° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 4Ps	28	5.205	5.17	5.247	2610	26.910	96.991	102.150
2	2	1Pc : 4Ps	28	5.138	5.126	5.15	3010	26.337	114.286	
3	3	1Pc : 4Ps	28	5.019	5.15	5.364	2460	25.848	95.172	



Lampiran 5.6

Pengujian : Uji Desak Mortar

Bahan : Semen Portland, Pasir

Tgl Uji : 12 Oktober 2005

Alat Uji : Mesin serba guna *Shimidzu*

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 5 Pasir

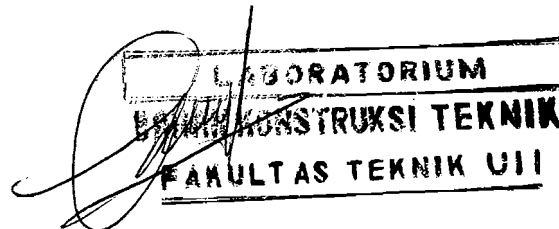
Suhu oven 60° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 5Ps	28	5.085	5.352	4.988	2460	27.215	90.392	94.132
2	2	1Pc : 5Ps	28	5.150	5.605	5.125	2710	28.866	93.883	
3	3	1Pc : 5Ps	28	5.005	5.335	5.225	2620	26.702	98.121	

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 5 Pasir

Suhu kamar 25° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 5Ps	28	5.250	5.082	5.228	2260	26.681	84.706	84.795
2	2	1Pc : 5Ps	28	5.285	5.260	5.135	2340	27.799	84.175	
3	3	1Pc : 5Ps	28	5.225	5.305	5.115	2370	27.719	85.502	



Lampiran 5.7

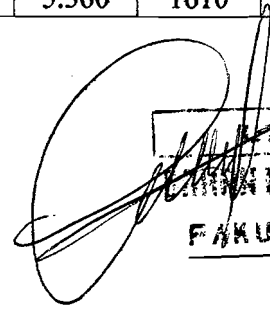
Pengujian : Uji Desak Mortar
 Bahan : Semen Portland, Pasir
 Tgl Uji : 12 Oktober 2005
 Alat Uji : Mesin serba guna *Shimidzu*
 Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 6 Pasir
 Suhu oven 60° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 6Ps	28	5.087	5.031	5.087	1730	25.593	67.597	68.275
2	2	1Pc : 6Ps	28	5.085	5.029	5.008	1770	25.572	69.215	
3	3	1Pc : 6Ps	28	5.005	5.229	5.075	1780	26.171	68.014	

Uji Kuat Desak Mortar Campuran 1 Pc : 6 Pasir
 Suhu kamar 25° C

No	No. Sampel	Perbandingan Vol	Umur	P (cm)	L (cm)	T (cm)	P (Kg)	A (cm ²)	Kuat Tekan (Kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata
1	1	1Pc : 6Ps	28	5.315	5.450	5.229	1410	28.967	48.676	54.049
2	2	1Pc : 6Ps	28	5.255	5.150	5.185	1440	27.063	53.209	
3	3	1Pc : 6Ps	28	5.058	5.282	5.360	1610	26.716	60.263	


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Lampiran 5.8

- Contoh perhitungan kuat desak mortar :

Mortar uji desak perlakuan suhu oven 60° C nomor sample 1, perbandingan 1 Pc : 3 Batok kelapa

$$S = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

S : Kuat desak mortar (kg/cm²)

P : Beban maksimum pengujian (kg)

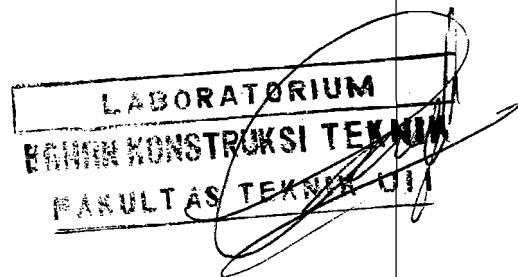
A : Luas permukaan tekan (cm²)

Diketahui :

P = 1452.5 kg

A = 26.843 cm²

Perhitungan kuat desak mortar : $S = \frac{1452.5}{26.843} = 54.111 \text{ kg/cm}^2$



Contoh perhitungan nilai *mean*, simpangan baku, dan koefisien variasi, pada pengujian kuat desak rerata mortar uji 1perbandingan komposisi 1 : 3 dengan bahan susun agregat batok kelapa dengan perlakuan benda uji suhu oven (60⁰ C).

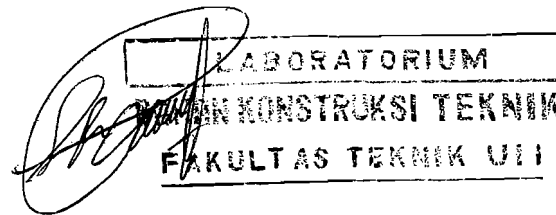
No	xi	xi ²
1	54,111	2928,020
2	57,176	3269,055
3	53,165	2826,495
n = 3	Σxi = 164,452	Σxi ² = 9023,570

xi : Kuat desak mortar (Kg/cm²)

$$\text{Rata-rata / mean } (\bar{X}) = \frac{\sum xi}{n} = \frac{164,452}{3} = 54,817$$

$$\begin{aligned} \text{Simpangan baku (s)} &= \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n xi^2 - (\sum_{i=1}^n xi)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{3 \cdot (9023,570) - (164,452)^2}{3(3-1)}} = 2,097 \end{aligned}$$

$$\text{Koefisien variasi(KV)} = \frac{s}{\bar{X}} = \frac{2,097}{54,817} = 0,038$$



Lampiran 5.10

Kuat Tarik Mortar
Lampiran 6

Pengujian : Uji Tarik Mortar

Bahan : Semen Portland, Batok Kelapa

Tgl Uji : 29 Nopember 2005

Alat Uji : *Cement briquettes* ditarik dengan gentong berisi air

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran 1Pc : 3batok

Suhu oven 60° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.87	2.85	2.80
h (cm)	2.83	2.93	2.90
A (cm ²)	8.108	8.336	8.120
P _{maks} (kg)	10	14	14
Berat (gram)	81	98	86
T (kg/cm ²)	1.233	1.679	1.724
T rata-rata	1.546		

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran 1Pc:3batok

Suhu kamar 25° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	3.10	2.83	2.80
h (cm)	2.85	2.83	3.10
A (cm ²)	8.835	7.981	8.680
P _{maks} (kg)	5	3	3
Berat (gram)	79	84	83
T (kg/cm ²)	0.566	0.376	0.346
T rata-rata	0.429		

LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Lampiran 6.1

Pengujian : Uji Tarik Mortar

Bahan : Semen Portland, Batok Kelapa

Tgl Uji : 29 Nopember 2005

Alat Uji : *Cement briquettes* ditarik dengan gentong berisi air

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran **1Pc : 4batok**

Suhu oven 60° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.92	2.95	2.82
h (cm)	2.95	3.00	2.90
A (cm ²)	8.617	8.850	8.172
P _{maks} (kg)	8	3	3
Berat (gram)	79	75.5	77
T (kg/cm ²)	0.928	0.339	0.367
T rata-rata	0.545		

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran **1Pc:4batok**

Suhu kamar 25° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.95	3.00	2.90
h (cm)	2.98	3.06	2.92
A (cm ²)	8.791	9.174	8.468
P _{maks} (kg)	3	3	3
Berat (gram)	76	75	71.5
T (kg/cm ²)	0.341	0.327	0.354
T rata-rata	0.341		



Pengujian : Uji Tarik Mortar

Bahan : Semen Portland, Batok Kelapa

Tgl Uji : 30 Nopember 2005

Alat Uji : *Cement briquettes* ditarik dengan gentong berisi air

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran 1Pc : 5batok

Suhu oven 60° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.72	2.70	2.79
h (cm)	2.79	3.00	2.86
A (cm ²)	7.572	8.094	7.977
P _{maks} (kg)	3	3	3
Berat (gram)	68	68	70
T (kg/cm ²)	0.396	0.371	0.376
T rata-rata	0.381		

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran 1Pc:5batok

Suhu kamar 25° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.79	2.70	2.72
h (cm)	2.86	3.00	2.99
A (cm ²)	7.977	8.094	8.118
P _{maks} (kg)	3	3	3
Berat (gram)	64	67.5	68
T (kg/cm ²)	0.376	0.371	0.370
T rata-rata	0.372		


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Lampiran 6.3

Pengujian : Uji Tarik Mortar

Bahan : Semen Portland, Batok Kelapa

Tgl Uji : 30 Nopember 2005

Alat Uji : *Cement briquettes* ditarik dengan gentong berisi air

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran **1Pc : 6batok**

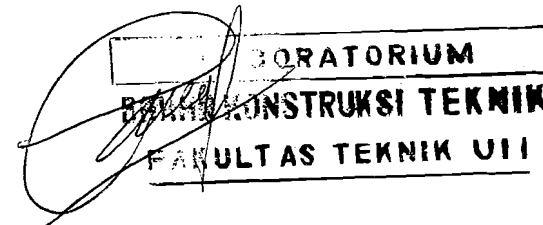
Suhu oven 60° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.97	2.80	2.93
h (cm)	2.86	2.91	2.85
A (cm ²)	8.494	8.148	8.351
P _{maks} (kg)	3	3	3
Berat (gram)	63	65	63
T (kg/cm ²)	0.353	0.368	0.359
T rata-rata	0.360		

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran **1Pc:6batok**

Suhu kamar 25° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.86	2.85	2.95
h (cm)	2.90	2.93	3.00
A (cm ²)	8.294	8.351	8.850
P _{maks} (kg)	3	3	3
Berat (gram)	67	65	69
T (kg/cm ²)	0.362	0.359	0.339
T rata-rata	0.353		



Pengujian : Uji Tarik Mortar

Bahan : Seman Portland, Pasir

Tgl Uji : 10 Oktober 2005

Alat Uji : Mesin serba guna *Shimidzu* dengan alat bantu *Cement Briquettes*

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran 1Pc : 3Pasir

Suhu oven 60° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.95	3.10	2.80
h (cm)	2.83	2.83	2.85
A (cm ²)	8.334	8.758	7.980
P _{maks} (kg)	70	77.5	75
Berat (gram)	166	167	166
T (kg/cm ²)	8.400	8.850	9.398
T rata-rata	8.883		

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran 1Pc : 3Pasir

Suhu kamar 25° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.93	2.90	3.05
h (cm)	2.89	2.87	2.85
A (cm ²)	8.453	8.323	8.693
P _{maks} (kg)	50	68	62.5
Berat (gram)	170	173	177
T (kg/cm ²)	5.915	8.170	7.190
T rata-rata	7.092		


LABORATORIUM
FAKULTAS TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK UII

Lampiran 6.5

Pengujian : Uji Tarik Mortar

Bahan : Semen Portland, Pasir

Tgl Uji : 10 Oktober 2005

Alat Uji : Mesin serba guna *Shimidzu* dengan alat bantu *Cement Briquettes*

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran **1Pc : 4Pasir**

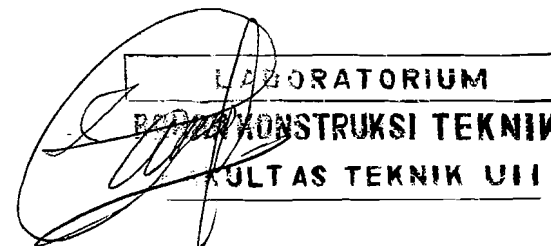
Suhu oven 60° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.83	2.80	2.79
h (cm)	2.95	3.00	2.90
A (cm ²)	8.334	8.400	8.091
P _{maks} (kg)	45	40	42.5
Berat (gram)	164	161	165
T (kg/cm ²)	5.400	4.762	5.253
T rata-rata	5.138		

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran **1Pc : 4Pasir**

Suhu kamar 25° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.83	2.88	2.92
h (cm)	2.98	3.06	2.92
A (cm ²)	8.433	8.792	8.512
P _{maks} (kg)	35	37	30
Berat (gram)	175	177	175
T (kg/cm ²)	4.150	4.208	3.525
T rata-rata	3.961		



Lampiran 6.6

Pengujian : Uji Tarik Mortar

Bahan : Semen Portland, Pasir

Tgl Uji : 12 Oktober 2005

Alat Uji : Mesin serba guna *Shimidzu* dengan alat bantu *Cement Briquettes*

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran 1Pc : 5Pasir

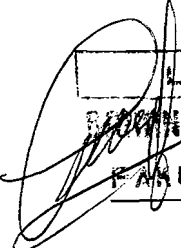
Suhu oven 60° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.72	2.70	2.79
h (cm)	2.92	2.95	2.82
A (cm ²)	7.931	7.959	7.859
P _{maks} (kg)	35	36	30
Berat (gram)	166	167	166
T (kg/cm ²)	4.413	4.523	3.817
T rata-rata	4.251		

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran 1Pc : 5Pasir

Suhu kamar 25° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.97	2.90	3.08
h (cm)	2.99	3.00	2.86
A (cm ²)	8.880	8.700	8.809
P _{maks} (kg)	28	24	27
Berat (gram)	170	173	177
T (kg/cm ²)	3.153	2.759	3.065
T rata-rata	2.992		


LABORATORIUM
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FASULTAS TEKNIK UII

Lampiran 6.7

Pengujian : Uji Tarik Mortar

Bahan : Semen Portland, Pasir

Tgl Uji : 12 Oktober 2005

Alat Uji : Mesin serba guna *Shimidzu* dengan alat bantu *Cement Briquettes*

Tempat : Lab. Bahan Konstruksi Teknik, FTSP UII

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran **1Pc : 6Pasir**

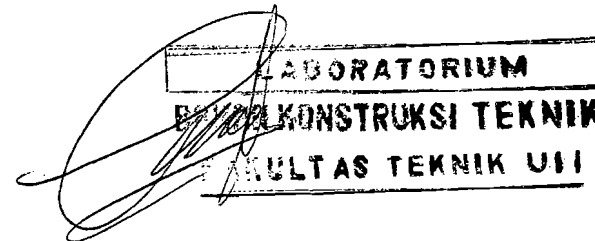
Suhu oven 60° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	3.10	2.91	2.85
h (cm)	2.97	2.80	2.93
A (cm ²)	9.207	8.148	8.351
P _{maks} (kg)	29	25	22
Berat (gram)	166	167	166
T (kg/cm ²)	3.150	3.068	2.635
T rata-rata	2.951		

Uji Kuat Tarik Mortar Campuran **1Pc : 6Pasir**

Suhu kamar 25° C

Sampel	1	2	3
b (cm)	2.85	2.85	2.86
h (cm)	2.93	2.88	2.90
A (cm ²)	8.351	8.194	8.294
P _{maks} (kg)	19	20	25
Berat (gram)	170	173	177
T (kg/cm ²)	2.275	2.441	3.014
T rata-rata	2.577		



Lampiran 6.8

- Contoh Perhitungan kuat tarik mortar :

Mortar uji tarik perlakuan suhu 25⁰ C nomor sampel 1, perbandingan 1 *Pc* : 3 Pasir

$$T = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$$

T : Kuat tarik mortar (kg/cm²)

P : Beban tarik maksimum pengujian (kg)

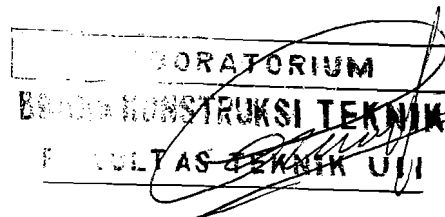
A : Luas penampang terkecil (cm²)

Diketahui :

P = 50 kg

A = 8.453 cm²

Perhitungan kuat Tarik mortar : $T = \frac{50}{8.453} = 5.915 \text{ kg/cm}^2$



Lampiran 6.9

Contoh perhitungan nilai *mean*, simpangan baku, dan koefisien variasi, pada pengujian kuat tarik rerata mortar uji 1perbandingan komposisi 1 : 3 dengan bahan susun pasir dengan periakuan benda uji suhu oven (25⁰ C).

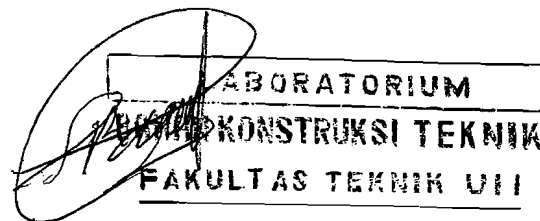
No	xi	xi ²
1	5,915	34,986
2	8,170	66,751
3	7,190	51,698
n = 3	Σxi = 21,275	Σxi ² = 153,435

xi : Kuat tarik mortar (Kg/cm²)

$$\text{Rata-rata / mean } (\bar{X}) = \frac{\sum xi}{n} = \frac{21,275}{3} = 7,092$$

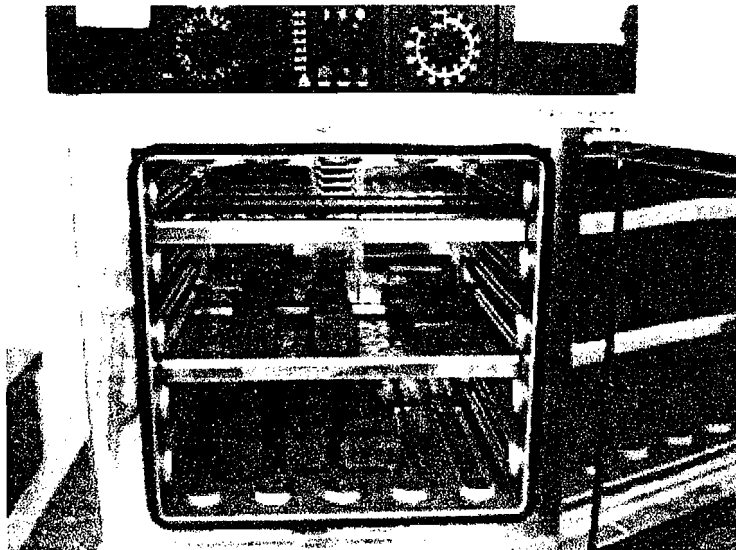
$$\begin{aligned} \text{Simpangan baku (s)} &= \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n xi^2 - (\sum_{i=1}^n xi)^2}{n(n-1)}} \\ &= \sqrt{\frac{3 \cdot (153,435) - (21,257)^2}{3(3-1)}} = 1,131 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien variasi(KV)} &= \frac{s}{\bar{X}} \\ &= \frac{1,131}{7,092} = 0,159 \end{aligned}$$



Lampiran 6.10

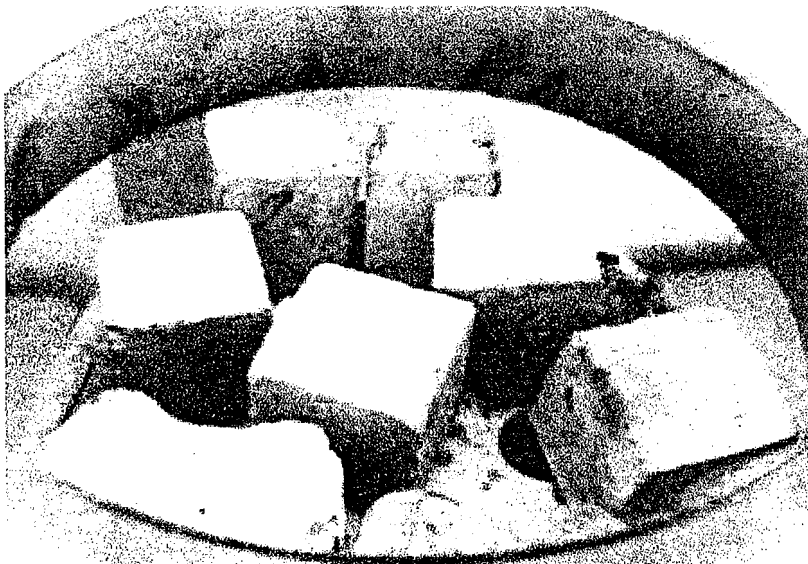
Gambar Dokumentasi penelitian
Lampiran 7



Dok.1. Sampel Uji Mortar Bahan Susun Pasir Dimasukkan Kedalam Oven Dengan suhu 60°C Selama 24 Jam.



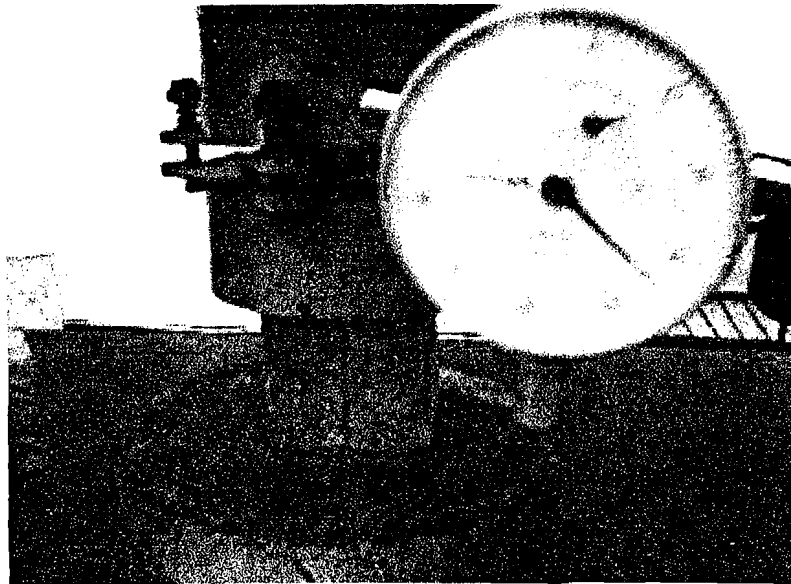
Dok.2. Sampel Uji Mortar Bahan Susun Batok kelapa Dimasukkan Kedalam Oven Dengan suhu 60°C Selama 24 Jam.



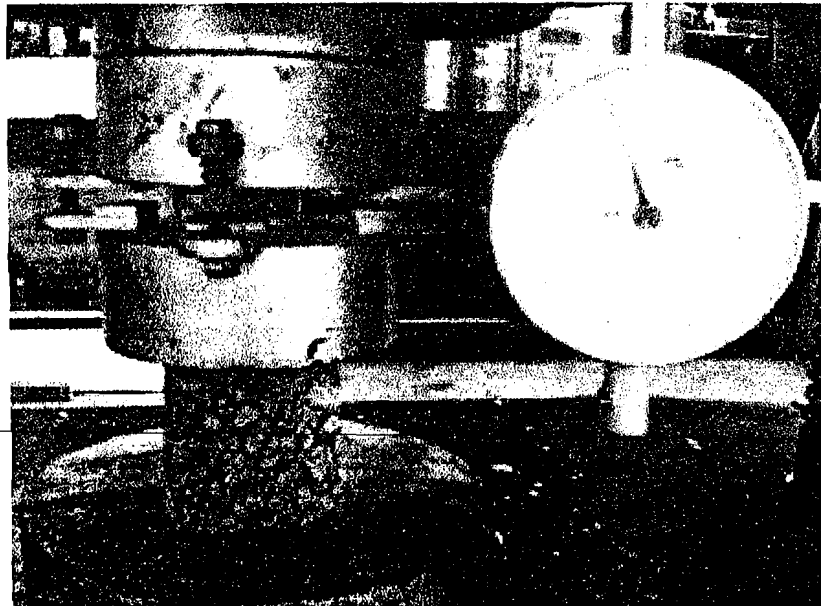
Dok.3. Sampel Uji Mortar Dimasukkan Kedalam Desikator Selama 24 Jam Setelah Dikeluarkan Dari Desikator.



Dok.4. Sampel Uji Setelah Diangkat Dari Rendaman Air Selama 26 Hari, Selanjutnya Dirawat Pada Suhu Kamar (25° C) Selama 2 X 24 Jam.



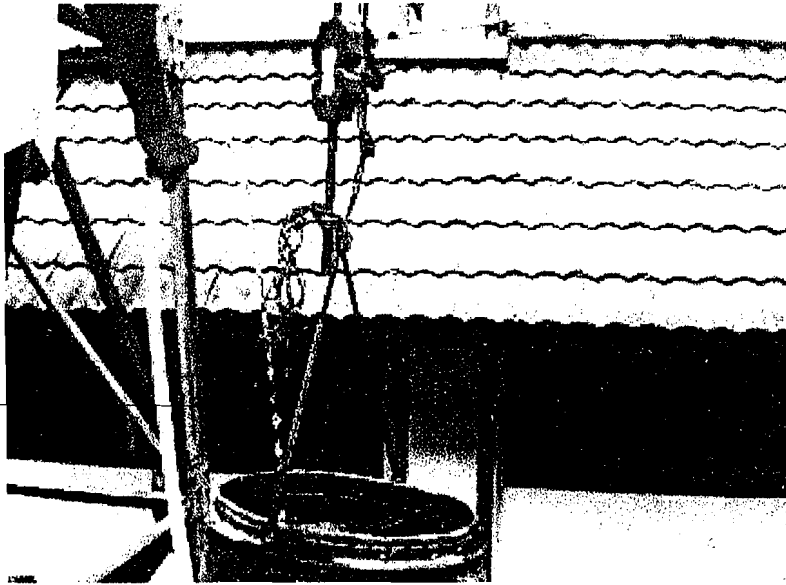
Dok.5. Uji Desak Mortar Dengan Bahan Susun Pasir, Menggunakan Mesin Serba Guna *Shimidzu*.



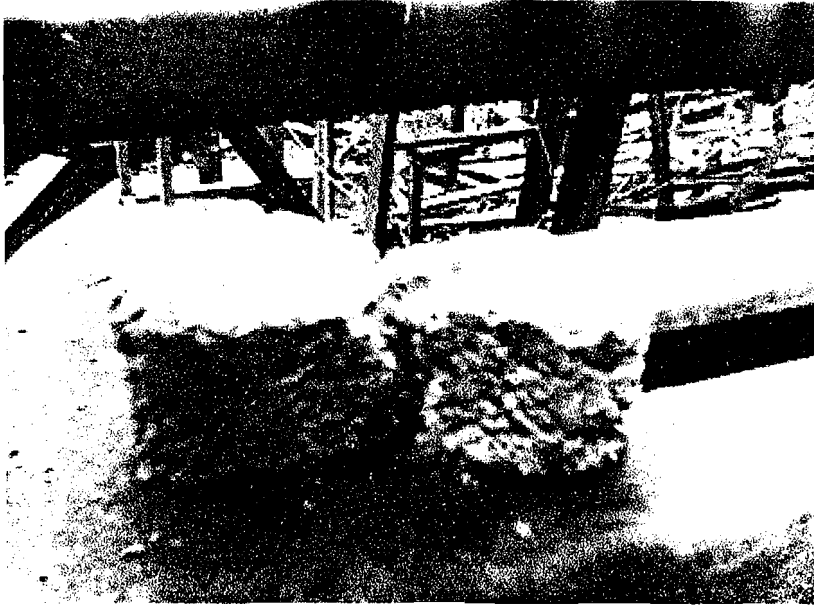
Dok.6. Uji Desak Mortar Dengan Bahan Susun Batok Kelapa, Menggunakan Mesin Serba Guna *Shimidzu*.



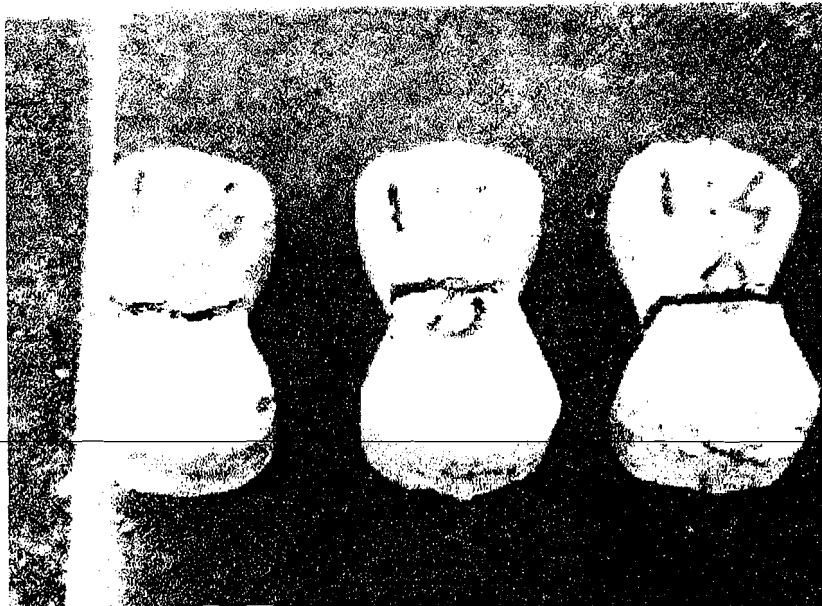
Dok.7. Uji Tarik Mortar Bahan Susun Pasir, Menggunakan Mesin Shimidzu Dibantu Alat Uji Tarik Mortar *Cement Briquettes*.



Dok.8. Uji Tarik Mortar Bahan Susun Batok kelapa, Menggunakan Alat *Cement Briquettes* Digantung Dengan Tong Berisi Air.



Dok.9. Kerusakan Benda Uji Tarik Mortar Dengan Bahan Susun Batok Kelapa.



Dok.10. Kerusakan Benda Uji Tarik Mortar Dengan Bahan Susun Pasir.



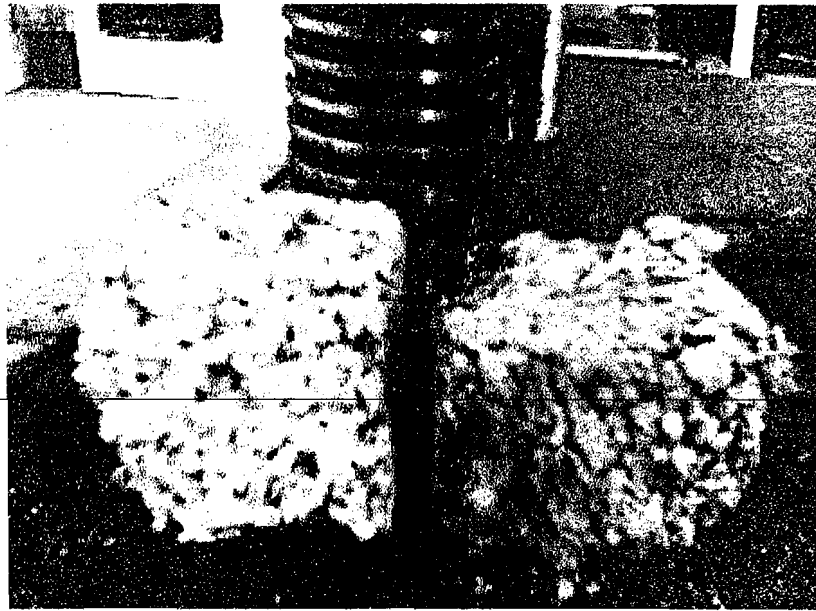
Dok.11. Kerusakan Benda Uji Desak Mortar Dengan Bahan Susun Batok Kelapa.



Dok.12. Kerusakan Benda Uji Desak Mortar Dengan Bahan Susun Pasir.



Dok.13. Sampel Mortar Dengan Bahan Susun Batok Kelapa Yang Gagal Sewaktu Di Buka Dari Cetakan Mortar.



Dok.13. Sampel Yang Tidak Layak Untuk Dilakukan Pengujian, Terlihat Mortar Bahan Susun Batok Kelapa Cukup *Porous*.