

**PEMBUATAN BATAKO RINGAN
DENGAN MENGGUNAKAN *Sodium Lauril Sulfat* (SLS)
DAN KARAKTERISASINYA**

TUGAS AKHIR

Oleh :

BAHTIAR

0710930011-93



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



**PEMBUATAN BATAKO RINGAN
DENGAN MENGGUNAKAN *Sodium Lauril Sulfat* (SLS)
DAN KARAKTERISASINYA**

TUGAS AKHIR

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang Fisika**

Oleh :

BAHTIAR

0710930011-93



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2012**

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR
PEMBUATAN BATAKO RINGAN
DENGAN MENGGUNAKAN *Sodium Lauril Sulfat* (SLS)
DAN KARAKTERISASINYA

Oleh :
BAHTIAR
0710930011-93

Setelah dipertahankan di depan Majelis Penguji
Pada tanggal
dan dinyatakan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains dalam bidang fisika

Pembimbing I

Pembimbing II

Drs. Ach. Agus Dardiri, M.Si

NIP. 196608221994031001

Dra.Lailatin Nuriyah, M.Si

NIP. 195606171986022003

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika
Universitas Brawijaya

Drs. Adi Susilo, M.Si.,Ph.D

NIP. 196312271991031002

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : BAHTIAR
NIM : 0710930011
Program Studi : Fisika
Penulis Tugas Akhir :

Pembuatan Batako Ringan Dengan Menggunakan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) Dan Karakterisasinya

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Isi dari Tugas Akhir yang saya buat adalah benar-benar karya sendiri dan tidak menjiplak karya orang lain, selain nama-nama yang termaktub di isi dan tertulis di daftar pustaka dalam Tugas Akhir ini.
2. Apabila di kemudian hari ternyata Tugas Akhir yang saya tulis terbukti hasil jiplakan, maka saya akan bersedia menanggung segala resiko yang akan saya terima.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan segala kesadaran.

Malang, 10 Februari 2012
Yang menyatakan,

(BAHTIAR)
NIM. 0710930011

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan taufik, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan dengan *Sodium Lauril Sulfat (SLS)*” dengan sebaik-baiknya.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains dalam Bidang Minat Material pada Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang.

Dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini, banyak pihak yang telah membantu memberikan kontribusi ilmiah, moril, dan material baik secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis. Bersama ini penulis dengan setulus hati ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada :

1. Ibu dan Bapak (Mutliah dan Alm Nasar) tercinta, terkasih dan tersayang yang telah memberikan banyak kasih sayang, doa, semangat, dan perhatian sehingga penulis bisa sampai pada tahap sekarang ini.
2. Bapak Drs. Adi Susilo, M.Si, PhD selaku ketua Jurusan Fisika Universitas Brawijaya yang telah berkenan mengarahkan dan memberi petunjuk selama proses studi.
3. Bapak Drs. Ach. Agus Dardiri, M.Si selaku pembimbing I, yang telah berkenan membimbing, mengarahkan dan memberi petunjuk sehingga penulis Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
4. Ibu Dra.Lailatin Nuriyah, M.Si selaku pembimbing II, yang telah berkenan membimbing, mengarahkan dan memberi petunjuk sehingga penulis Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Bapak Achmad Hidayat, S.Si, M.Si selaku pembimbing akademik, yang telah berkenan membimbing, mengarahkan dan memberi petunjuk selama proses studi.
6. Seluruh Dosen pengajar dan staf Jurusan Fisika Universitas Brawijaya atas ilmu dan pelayanan akademis yang telah diberikan kepada penulis.

7. Bang Lutfi, Kak Nadiyah, Kak Nina dan Bang Mirza yang telah banyak membantu, mendukung dan selalu mengingatkan untuk banyak belajar.
8. Keluarga Besar di Pakong. Terimakasih atas doa yang diberikan.
9. Erlinda Rosa (Nduk), terimakasih atas tempat, waktu dan kerjasamanya selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini sampai selesai.
10. Keluarga Besar Wisma Ulin di Jl.Margo Utomo No.4, Alif, Adi, Asqa, Ryan, Mas Hafis, Arif, Kurniadi dan yang lainnya terimakasih atas doanya selama ini.
11. Sahabat dan teman-teman lama yang selalu memberikan semangat dan dukungan jarak jauh.
12. Teman-teman seperjuangan di Jurusan Fisika angkatan 2007, semuanya terimakasih atas saran, dukungan dan kebersamaan selama penulis menuntut ilmu dan selama penyelesaian Tugas Akhir.
13. Seluruh pihak terkait yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, terimakasih atas bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan dikemudian hari. Penulis berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 10 Februari 2012

Penulis

PEMBUATAN BATAKO RINGAN DENGAN MENGUNAKAN *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) DAN KARAKTERISASINYA

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pembuatan batako ringan dengan menggunakan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS). Tujuan penelitian ini yaitu untuk mempelajari pengaruh konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) pada batako ringan dan mengetahui karakteristik batako ringan yang dibuat. Perbandingan komposisi batako ringan yang digunakan yaitu terdiri dari 1 pasir : 6 batu apung : 3 semen : 2 kapur dengan variasi konsentrasi 0%, 20%, 40%, 60% dan 80%. Parameter pengujian yang dilakukan yaitu uji sifat mekanik (uji kuat tekan) dan uji sifat fisis (densitas, uji apung dan daya serap air).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa batako ringan yang dibuat dengan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) memiliki densitas berkisar antara $1,23 \text{ gr/cm}^3 - 1,37 \text{ gr/cm}^3$, besarnya kuat tekan berkisar antara $6,62 \times 10^6 \text{ N/m}^2 - 7,12 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, besarnya daya serap air berkisar antara 5,4 % - 9,8 % dan untuk gaya angkat ke atas berkisar antara 2,35 N - 2,58 N.

Kata kunci : batako ringan, *Sodium Lauril Sulfat* (SLS)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



THE CHARACTERISTIC OF THE LIGHT CONCRETE BRICK WITH *Sodium Lauril Sulfat* (SLS)

ABSTRACT

The preparations of light concrete brick using *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) is examined. The objective of research is to understand the effect of concentration of *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) and to the characterize light concrete brick. The composition of lights concrete brick consisted of 1 sand: 6 float stone: 3 cement: 2 lime in varied concentrations of 0 %, 20 %, 40 %, 60 % and 80 %. The involves test against mechanic nature (press-strength test) and test against physic nature (density, floatability, and water absorption).

The result of showed that the light concrete brick with *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) had the density between 1,23 gr/cm³ and 1,37 gr/cm³, press-strength between $6,62 \times 10^6$ N/m² and $7,12 \times 10^6$ N/m², water absorption between 5,4 % and 9,8%, and lifting force between 2,35 N and 2,58 N.

Keywords: light concrete brick, *Sodium Lauril Sulfat* (SLS)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL -----	i
LEMBAR PENGESAHAN -----	iii
LEMBAR PERNYATAAN -----	v
KATA PENGANTAR -----	vii
ABSTRAK -----	ix
ABSTRACT -----	xi
DAFTAR ISI -----	xiii
DAFTAR TABEL -----	xv
DAFTAR GAMBAR -----	xvii
DAFTAR LAMPIRAN -----	xix
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang -----	1
1.2. Rumusan Masalah -----	2
1.3. Batasan Masalah -----	2
1.4. Tujuan Penelitian -----	2
1.5. Manfaat Penelitian -----	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Batako -----	3
2.2. Jenis dan Ukuran Batako -----	6
2.2.1. Pengelompokan Batako Sesuai Dengan Pemakaiannya -----	8
2.2.2. Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Batako -----	9
2.3. Bahan Penyusun Batako Ringan -----	10
2.3.1. Agregat Halus (Pasir) -----	10
2.3.2. Semen (Pengikat) -----	12
2.3.3. Air -----	12
2.3.4. Batu Apung -----	14
2.3.5. Kapur -----	15
2.3.6. Sodium Lauril Sulfat (SLS) -----	17
2.4. Karakteristik Batako Ringan -----	19
2.4.1. Sifat Mekanik -----	19
2.4.1.1 Uji Kuat Tekan -----	19
2.4.2. Sifat Fisis -----	20

2.4.2.1 Gaya Apung	20
2.4.2.2 Densitas	21
2.4.2.3 Daya Serap Air	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	25
3.3. Metode Penelitian	25
3.3.1. Persiapan Alat	25
3.3.2. Persiapan Bahan	26
3.3.3. Pembuatan Batako Ringan	26
3.3.4. Pengujian	27
3.3.4.1 Kuat Tekan	27
3.3.4.2 Gaya Apung	29
3.3.4.3 Densitas	30
3.3.4.4 Daya Serap Air	31
3.3.5 Analisis Data	32
3.4. Diagram Alir dan Hasil	33

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Mutu Bahan dan Kebutuhan Bahan	35
4.1.1 Mutu Bahan	35
4.1.2 Kebutuhan Bahan	36
4.2. Kuat Tekan	36
4.3. Densitas	39
4.4. Gaya Angkat	41
4.5. Daya serap air	42
4.6. Karakteristik hasil pengujian pada batako ringan	45

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan	47
5.2. Saran	47

DAFTAR PUSTAKA	49
-----------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 4.1 Data pengukuran kuat tekan rata-rata-----	37
Tabel 4.2 Data pengukuran densitas rata-rata -----	39
Tabel 4.3 Data pengukuran F_A rata-rata -----	41
Tabel 4.4 Data pengukuran daya serap air rata-rata -----	42
Tabel 1. Data Pengukuran Uji Kuat Tekan-----	51
Tabel 2. Data Pengukuran Uji Densitas-----	55
Tabel 3. Data Pengukuran Uji Apung -----	59
Tabel 4. Data Pengukuran Uji Daya Serap Air-----	69



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2.1	Tipe-tipe batako-----	7
Gambar 2.2	Batu Apung -----	14
Gambar 2.3	Deterjen Anionik-----	18
Gambar 2.4	Prinsip Penimbangan Massa Benda di dalam Air -----	22
Gambar 3.1	Bentuk Sampel Uji-----	27
Gambar 3.2	Alat Uji Kuat Tekan (<i>Compression Machine</i>)	28
Gambar 3.3	Proses Pembebanan Sampel Saat Uji Kuat Tekan Berlangsung-----	29
Gambar 3.4	Alat Pengukur Berat Sampel Uji -----	30
Gambar 3.5	Sampel uji yang direndam dalam Air -----	31
Gambar 3.6	Sampel uji dalam keadaan jenuh -----	32
Gambar 4.1	Grafik Kuat Tekan -----	37
Gambar 4.2	Grafik Densitas-----	39
Gambar 4.3	Grafik Gaya Angkat -----	41
Gambar 4.4	Grafik Daya Serap Air -----	43
Gambar 4.5	Grafik Karakteristik hasil pengujian pada batako ringan -----	45

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1.	Perhitungan Untuk Menentukan Kuat Tekan-51
Lampiran 2.	Perhitungan Untuk Menentukan Densitas----55
Lampiran 3.	Perhitungan Untuk Menentukan Gaya Angkat59
Lampiran 4.	Perhitungan Untuk Menentukan Daya Serap Air-----69



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sejalan dengan pesatnya pembangunan perumahan, maka kebutuhan bahan bangunan semakin meningkat pula. Masyarakat pada umumnya memilih menggunakan batu bata sebagai bahan bangunan daripada menggunakan batako. Namun pada akhirnya kebutuhan akan batako juga mengalami peningkatan yang signifikan. Karena dalam pembuatan batako tidak memerlukan proses pembakaran seperti pembuatan batu bata. Selain itu, batako memiliki kelebihan dalam variasi dan penerapannya dibandingkan dengan penggunaan batu bata.

Batako termasuk bahan penyusun dinding yang bersifat non struktural. Meskipun sifatnya hanya bagian non struktural dari bangunan bukan berarti batako tidak memiliki standar kekuatan dan toleransi yang harus dipenuhi, karena dalam penggunaannya batako dapat dipakai dalam konstruksi yang memikul beban. Terdapat batasan-batasan sebagai persyaratan pada batako agar dalam penggunaannya batako memiliki ketahanan dari berbagai macam pengaruh, baik pengaruh secara langsung ataupun tidak langsung seperti ketentuan didalam Standar Nasional Indonesia (SNI 03-0349-1989).

Meskipun batako sudah umum digunakan masyarakat Indonesia, namun batako memiliki kelemahan yaitu berat permeter kubik dari batoko itu sendiri yang cukup besar sehingga berpengaruh terhadap besarnya beban mati yang bekerja pada bangunan. Untuk meminimalkan besarnya beban mati yang bekerja pada bangunan maka dapat dilakukan pengurangan berat material yaitu menggunakan bahan yang ringan. Bahan-bahan alternatif yang dapat digunakan salah satunya adalah *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yang belum dimanfaatkan.

Dalam penelitian ini *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan batako, untuk memperingan dan menambah kekuatan batako. Diharapkan dapat dihasilkan batako yang ringan dengan kualitas yang lebih baik

dibandingkan batako biasa dan dapat menekan biaya operasional menjadi murah.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang diatas, perumusan masalah yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yang dicampurkan pada pembuatan batako ringan?
2. Bagaimana karakteristik batako ringan yang dihasilkan apabila ditambah dengan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) sebagai bahan campuran batako?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang telah disebutkan di atas, maka penelitian ini dibatasi pada campuran batako dengan komposisi bahan yang digunakan 1 pasir : 6 batu apung : 3 semen : 2 kapur dan variasi konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yaitu 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% . Pengujian yang dilakukan meliputi uji sifat fisis (densitas, uji apung dan daya serap air) dan uji sifat mekanik (uji kuat tekan).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mempelajari pengaruh konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) terhadap batako ringan yang dibuat.
2. Mengetahui dan mempelajari karakteristik batako ringan yang dibuat.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) sebagai alternatif bahan campuran pembuatan batako ringan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batako

Penggunaan batako sebagai bahan bangunan pembuat dinding sangat diminati dan menjadi pilihan utama masyarakat di Indonesia sampai dengan saat ini. Menurut (PUBI, 1982) mendefinisikan, batako adalah bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis ditambah dengan agregat halus dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya dan mempunyai luas penampang lubang lebih dari 25 % penampang batanya dan isi lubang lebih dari 25 % isi batanya. Menurut (Wijanarko, 2008), batako adalah sejenis batu bata yang dibuat dari campuran trass, air, atau dapat juga dibuat dari campuran semen, pasir, kapur dan ditambah air dalam keadaan pollen (lekat) yang dicetak menjadi balok-balok dengan ukuran tertentu. Batako tergolong suatu komposit dengan matriks yaitu perekat (semen) dan pengisinya (*filler*) adalah agregat (batu kecil atau pasir). Menurut (Nasional, 1989), batako adalah komponen bangunan yang dibuat dari campuran semen portland atau pozolan, pasir, air dan tanpa bahan tambahan lainnya (*additive*) dicetak sedemikian rupa hingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai sebagai bahan untuk pasangan dinding. Sedangkan menurut (Tjokrodimuljo, 1996) berpendapat bahwa batu-batuan yang tidak dibakar, dikenal dengan nama batako adalah bata yang dibuat secara pemadatan dari trass, kapur dan air. Menurut (RI, 1980), yang dimaksud batako atau bata beton adalah suatu unsur bahan bangunan yang berbentuk bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis atau sejenisnya, campuran trass, kapur, dan air atau dengan bahan tambah lainnya yang tidak merugikan sifat beton. Menurut bentuknya bata beton dibagi menjadi dua macam yaitu bata beton pejal dan bata beton berlubang. Bata beton dikatakan pejal bila bata beton memiliki penampang pejal 75% atau lebih luas dari penampang seluruhnya, dan memiliki volume pejal 75% volume seluruhnya.

Dari beberapa pengertian diatas dapat dikatakan bahwa batako adalah salah satu bahan bangunan yang berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dengan bahan pembentuk yang

berupa campuran pasir, semen, air dan dalam pembuatannya dapat dan ditambahkan bahan tambahan lainnya (*additive*). Kemudian dicetak melalui proses pemadatan sehingga menjadi bentuk balok-balok dengan ukuran tertentu dimana proses pengerasannya tanpa melalui pembakaran serta dalam pemeliharannya ditempatkan pada tempat yang lembab atau tidak terkena sinar matahari atau hujan secara langsung. Dalam pembuatannya tersebut dicetak sedemikian rupa sehingga memenuhi syarat dan dapat digunakan sebagai bahan untuk pasangan dinding.

Menurut (Darmono, 2009), ada beberapa keuntungan dan kerugian apabila menggunakan batako sebagai pengganti batu bata. Adapun keuntungan yang diperoleh adalah:

1. Tiap m² pasangan tembok, membutuhkan lebih sedikit batako jika dibandingkan dengan menggunakan batu bata yang berarti secara kuantitatif terdapat suatu pengurangan.
2. Pembuatan mudah dan ukuran dapat dibuat sama.
3. Ukurannya besar, sehingga waktu dan ongkos pemasangan juga lebih hemat.
4. Khusus jenis yang berlubang, dapat berfungsi sebagai isolasi udara.
5. Apabila pekerjaan rapi, tidak perlu diplester.
6. Lebih mudah dipotong untuk sambungan tertentu yang membutuhkan potongan.
7. Sebelum pemakaian tidak perlu direndam air.

Sedangkan kerugian pemakaian batako adalah sebagai berikut:

1. Karena proses pengerasannya butuh waktu yang cukup lama (\pm 3 minggu), maka butuh waktu yang lama untuk membuatnya sebelum memakainya.
2. Bila diinginkan lebih cepat membantu/mengeras perlu ditambah dengan semen, sehingga menambah biaya pembuatan.
3. Mengingat ukurannya cukup besar dan proses pengerasannya cukup lama mengakibatkan pada saat pengangkutan banyak terjadi batako pecah.

Karakteristik bata beton yang umum ada dipasaran adalah memiliki densitas rata-rata $>2000 \text{ kg/m}^3$, dengan kuat tekan bervariasi 3-5 Mpa. Ditinjau dari densitasnya batako tergolong

cukup berat sehingga untuk proses pemasangan sebagai konstruksi dinding memerlukan tenaga yang cukup kuat dan waktu yang lama.

Menurut (Tjokrodinuljo, 1996), ada beberapa metode untuk mengurangi berat jenis beton atau membuat beton menjadi lebih ringan yaitu sebagai berikut :

1. Membuat gelembung-gelembung gas atau udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam beton.
2. Membuat agregat ringan, seperti tanah liat, batu apung atau agregat buatan sehingga beton menjadi lebih ringan dari beton biasa.
3. Membuat beton tanpa menggunakan butir-butir agregat halus atau tanpa menggunakan pasir yang disebut beton non pasir.

Secara garis besar bila diringkas pembagian penggunaan beton ringan dapat dibagi tiga yaitu :

1. Untuk nonstruktur dengan berat jenis antara 240 kg/m^3 sampai 800 kg/m^3 dan kuat tekan antara $0,35 \text{ MPa}$ sampai 7 MPa yang umumnya digunakan seperti untuk dinding pemisah atau dinding isolasi.
2. Untuk struktur ringan dengan berat jenis antara 800 kg/m^3 sampai 1400 kg/m^3 dan kuat tekan antara 7 MPa sampai 17 MPa yang umumnya digunakan seperti untuk dinding yang juga memikul beban.
3. Untuk struktur dengan berat jenis antara 1400 kg/m^3 sampai 1800 kg/m^3 dan kuat tekan lebih dari 17 MPa yang dapat digunakan sebagaimana beton normal.

Menurut (Wijanarko, 2008), pembagian beton ringan menurut penggunaan dan persyaratan dibagi atas :

1. Beton dengan berat jenis rendah (*Low Density Concrete*) dengan nilai densitas $240 - 800 \text{ kg/m}^3$ dan nilai kuat tekan $0,35 - 6,9 \text{ MPa}$.
2. Beton dengan berat jenis menengah (*Moderate Trenght Lighweight Concrete*) dengan nilai densitas $800 - 1440 \text{ kg/m}^3$ dan nilai kuat tekan $6,9 - 17,3 \text{ MPa}$.
3. Beton ringan struktur (*Structural Lighweight Concrete*) dengan nilai densitas $1440 - 1900 \text{ kg/m}^3$ dan nilai kuat tekan $> 17,3 \text{ MPa}$.

Menurut (Mulyono, 2009), kelebihan dan kekurangan beton ringan yaitu :

1. Kelebihan

- Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- Mampu memikul beban yang berat.
- Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
- Biaya pemeliharaan kecil.
- Daya pantul suara yang kecil.

2. Kekurangan

- Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
- Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- Berat.

2.2 Jenis dan Ukuran Batako

Menurut (Zainal, 1984), berdasarkan bahan pembuatannya batako dapat dikelompokkan ke dalam 3 jenis, yaitu :

1. Batako putih

Batako putih atau yang biasa disebut tras yaitu batako putih yang terbuat dari campuran tras, batu kapur, dan air yang kemudian campuran tersebut dicetak. Tras merupakan jenis tanah berwarna putih atau putih kecoklatan yang berasal dari pelapukan batu-batu gunung berapi, warnanya ada yang putih dan ada juga yang putih kecoklatan. Umumnya memiliki ukuran panjang 25 – 30 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 14-18 cm.

2. Batako semen atau batako press

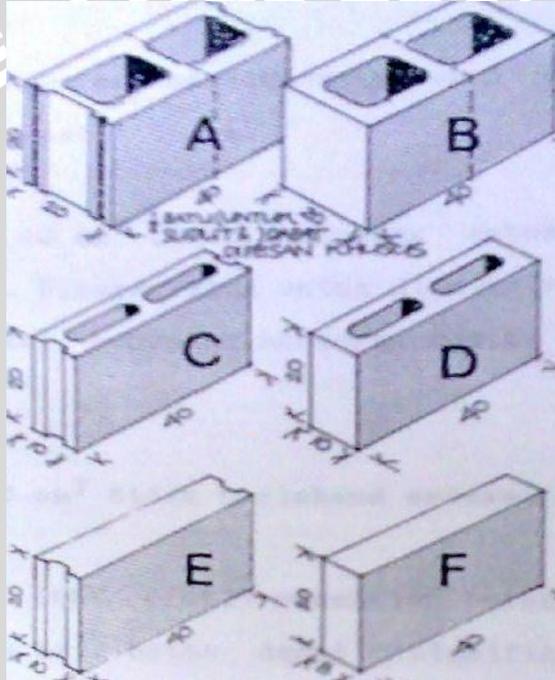
Batako semen atau batako press yaitu batako yang terbuat dari campuran semen dan pasir atau abu batu. Ada yang dibuat secara manual (menggunakan tangan) dan ada juga yang menggunakan mesin. Perbedaannya dapat dilihat pada kepadatan permukaan batakonya. Umumnya batako semen memiliki panjang 36-40 cm dan tinggi 18-20 cm.

3. Batako ringan

Batako ringan yaitu batako yang terbuat dari bahan batu pasir kuarsa, kapur, semen, dan bahan-bahan lain yang dikategorikan sebagai bahan untuk batako ringan. Batako ringan ini memiliki berat jenis sebesar 1850 kg/m^3 dan dapat dianggap sebagai batas atas dari berat jenis batako ringan yang sebenarnya.

Ukuran dari batako ringan ini lebih besar dari ukuran batako biasa dengan 60 cm x 20 cm dengan ketebalan antara 7-10 cm sehingga menjadikan pekerjaan cepat selesai. Penggunaan agregat yang digunakan pada pembuatan batako ringan sebesar 70-80% dari volume berat batako ringan.

Menurut (Wijanarko, 2008), ukuran batako cetak standar atau batako secara umum dibagi menjadi 6 tipe, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.1 Tipe-tipe batako
Sumber: (Anonim, 2004)

1. Tipe A yaitu batako berlubang dengan ukuran 20 x 20 x 40 cm³ biasanya digunakan untuk tembok atau dinding pemikul beban dengan tebal 20 cm.

2. Tipe B yaitu batako berlubang dengan ukuran $20 \times 20 \times 40 \text{ cm}^3$ digunakan untuk tembok atau dinding tebal 20 cm sebagai penutup atap pada sudut-sudut dan pertemuan-pertemuan.
3. Tipe C yaitu batako berlubang dengan ukuran $10 \times 20 \times 40 \text{ cm}^3$ digunakan sebagai dinding pengisi dengan tebal 20 cm.
4. Tipe D yaitu batako berlubang dengan ukuran $10 \times 20 \times 40 \text{ cm}^3$ digunakan sebagai dinding pengisi atau pemisah dengan tebal 20 cm.
5. Tipe E yaitu batako tidak berlubang dengan ukuran $10 \times 20 \times 40 \text{ cm}^3$ untuk tembok-tembok setebal 10 cm, juga dipergunakan sebagai dinding pengisi atau pemikul sebagai hubungan sudut-sudut dan pertemuan.
6. Tipe F yaitu batako tidak berlubang dengan ukuran $8 \times 20 \times 40 \text{ cm}^3$ digunakan untuk dinding pengisi dengan tebal 20 cm.

Batako memiliki dimensi yang lebih besar dibandingkan bata merah, penggunaan batako pada bangunan bisa menghemat plesteran 75%, berat tembok 50% sehingga beban pondasi berkurang. Selain itu, apabila dicetak dan diolah dengan kualitas baik dinding batako tidak memerlukan plesteran lagi untuk finishing. Prinsip pengerjaan dinding batako hampir sama dengan dinding dari pasangan bata antara lain yaitu :

1. Batako harus disimpan dalam keadaan kering dan terlindung dari hujan.
2. Pada saat pemasangan dinding, tidak perlu dibasahi terlebih dahulu dan tidak boleh direndam dalam air.
3. Pemotongan batako menggunakan palu dan tata, setelah itu dipatahkan pada kayu atau batu yang lancip.
4. Pemasangan batako dimulai dari ujung-ujung, sudut pertemuan dan berakhir ditengah-tengah.
5. Dinding batako juga memerlukan penguat atau rangka pengkaku terdiri dari kolom dan balok beton bertulang yang dicor dalam lubang-lubang batako. Perkuatan dipasang pada sudut-sudut, pertemuan dan persilangan.

2.2.1 Pengelompokan Batako Sesuai Dengan Pemakaiannya

Menurut (Tjokrodimuljo, 1996), secara umum batako digolongkan menjadi dua yaitu batako normal dan batako ringan.

Batako normal adalah batako yang memiliki densitas antara 2200–2400 kg/m³ dan kekuatannya tergantung pada komposisi campuran beton (*mix design*). Sedangkan batako ringan adalah batako yang memiliki densitas < 1800 kg/m³ dan kekuatannya biasanya disesuaikan pada penggunaan dan pencampuran bahan bakunya (*mix design*). Berdasarkan (PUBI, 1982), batako sesuai dengan pemakaiannya dikelompokkan menjadi beberapa kelompok yaitu sebagai berikut :

1. Batako dengan mutu A1 yaitu batako yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, seperti dinding penyekat dan konstruksi lainnya yang selalu terlindungi dari cuaca luar.
2. Batako dengan mutu A2 yaitu batako yang digunakan sama halnya dengan batako mutu A1 namun perbedaannya pada batako dengan mutu A2 bagian permukaannya boleh tidak diplester.
3. Batako dengan mutu B1 yaitu batako yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban, namun penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindungi dari cuaca luar.
4. Batako dengan mutu B2 yaitu batako yang digunakan untuk konstruksi yang memikul beban dan konstruksi yang tidak terlindungi.

2.2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Batako

Menurut (Mulyono, 2009), agar didapat mutu batako yang memenuhi syarat Standar Industri Indonesia banyak faktor yang mempengaruhinya. Beberapa hal yang mempengaruhi kualitas batako antara lain tergantung faktor air semen, umur batako, kepadatan batako, bentuk tekstur batuan, ukuran agregat, kekuatan agregat, dan lain-lain.

Mutu batako (kuat tekan) bertambah tinggi seiring bertambahnya umur batako. Oleh karena itu sebagai standar kekuatan batako dipakai kekuatan pada umur batako 28 hari. Bila karena sesuatu hal diinginkan untuk mengetahui kekuatan batako pada umur 28 hari, maka dapat dilakukan dengan menguji kuat tekan batako pada umur 3 atau 7 hari dan hasilnya dikalikan dengan faktor tertentu untuk mendapatkan perkiraan kuat tekan

batako pada umur 28 hari. Kekuatan batako juga dipengaruhi oleh tingkat kepadatannya.

Dalam pembuatan batako diusahakan campuran dibuat sepadat mungkindengan cara pengepresan. Hal ini memungkinkan untuk menjadikan bahan semakin mengikat keras dengan adanya kepadatan yang lebih, serta untuk membantu merekatnya bahan pembuat batako dengan semen yang dibantu oleh air.

Parameter-parameter yang mempengaruhi kekuatan batako antara lain :

- 1.Kualitas semen.
- 2.Proporsi semen terhadap campuran.
- 3.Kekuatan dan kebersihan agregat.
- 4.Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat.
- 5.Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan yang membentuk beton.

Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi sangat penting dalam pembuatan beton. Batako yang baik adalah batako yang masing-masing permukaannya rata dan saling tegak lurus serta mempunyai kuat tekan yang tinggi. Persyaratan batako menurut (PUBI, 1982) adalah permukaan batako harus mulus, berumur minimal satu bulan, pada waktu pemasangan harus sudah kering, berukuran panjang ± 400 mm, \pm lebar 200 mm, tebal 100-200 mm dan kadar airnya 25-35% dari berat dengan kuat tekan antara 2-7 Mpa. Sedangkan menurut (Wijanarko, 2008), batako yang baik yaitu batako yang sisi-sisinya harus mulus, tegak lurus satu sama lain dan tidak mudah direpihkan dengan tangan. Sebelum dipakai dalam bangunan, maka batako minimal harus sudah berumur satu bulan dari proses pembuatannya, kadar air pada waktu pemasangan tidak lebih dari 15%.

2.3Bahan Penyusun Batako Ringan

Dalam pembuatan batako ringan bahan yang digunakan adalah pasir (agregat halus), semen, air, batau apung, kapur dan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS). Berikut merupakan bahan yang digunakan dalam pembuatan batako ringan yaitu :

2.3.1Agregat Halus (Pasir)

Pasir adalah agregat langsung dari alam yang berupa butiran-butiran mineral keras yang bentuknya mendekati bulat dan ukuran butirannya sebagian besar terletak antara 0,075-5 mm, dan kadar bagian yang ukurannya lebih kecil dari 0,063 mm tidak lebih dari 5%. Pasir merupakan hasil penghancuran oleh alam dari batuan induknya, dan terdapat dekat atau sering kali jauh dari asalnya karena terbawa oleh arus air atau angin, dan mengendap di suatu tempat. Pasir yang digunakan dalam campuran beton jika dilihat dari sumbernya dapat berasal dari sungai atau dari galian tambang. Agregat yang berasal dari tanah galian, yaitu tanah dibuka lapisan penutupnya, biasanya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam. Pada khusus tertentu, agregat yang terletak pada lapisan paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan (Hidayat, 2004).

Pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan. Selain itu pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan dan kekerasan pada batako atau produk bahan bangunan campuran semen lainnya. Pasir yang digunakan untuk pembuatan batako harus bermutu baik yaitu pasir yang bebas dari lumpur, tanah liat, zat organik, garam florida dan garam sulfat. Selain itu juga pasir harus bersifat keras dan mempunyai susunan butir (gradasi) yang baik.

Menurut (PUBI, 1982), agregat halus sebagai campuran untuk pembuatan beton bertulang harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir kasar, tajam dan keras.
2. Pasir harus mempunyai kekerasan yang sama.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, apabila lebih dari 5% maka agregat tersebut harus dicuci dulu sebelum digunakan. Adapun yang dimaksud lumpur adalah bagian butir yang melewati ayakan 0,063 mm.
4. Pasir harus tidak boleh mengandung bahan-bahan organik terlalu banyak.
5. Pasir harus tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca.
6. Pasir laut tidak boleh digunakan sebagai agregat untuk beton.

Agregat halus (pasir) yang digunakan untuk pembuatan beton ringan ini adalah pasir yang lolos ayakan mengacu pada SNI

03-0349-1989, yang diameternya lebih kecil 5 mm. Adapun kegunaan pasir ini adalah untuk mencegah keretakan pada genteng beton apabila sudah mengering. Karena dengan adanya pasir akan mengurangi penyusutan yang terjadi mulai dari pencetakan hingga pengeringan.

Pasir sangat penting dalam pembuatan beton ringan, tapi apabila kadarnya terlalu besar akan mengakibatkan kerapuhan jika sudah mengering. Ini disebabkan daya rekat antara partikel-partikel berkurang dengan adanya pasir dalam jumlah yang besar, sebab pasir tersebut tidak bersifat merekat akan tetapi hanya sebagai pengisi (*Filler*). Pasir yang baik digunakan untuk pembuatan beton ringan berasal dari sungai, tetapi pasir dari laut harus dihindarkan karena dapat mengakibatkan perkaratan dan masih mengandung tanah lempung yang dapat membuat genteng menjadi retak-retak.

2.3.2 Semen (Pengikat)

Semen adalah bahan-bahan yang memperlihatkan sifat-sifat karakteristik mengenai pengikatan serta pengerasannya jika dicampur dengan air, sehingga terbentuk pasta semen. Semen merupakan suatu hasil industri yang dapat menjadi sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Tujuan dari penggunaan semen adalah mencampurkan butir-butir batu sedemikian sehingga menjadi massa yang padat. Penggunaannya antara lain adalah untuk pembuatan beton, adukan untuk tembok dan barang-barang lain.

Untuk penyimpanan semen sendiri agar semen tetap memenuhi syarat meskipun disimpan dalam waktu lama, cara penyimpanan semen perlu diperhatikan. Semen harus terbebas dari bahan kotoran dari luar. Semen dalam kantong harus disimpan dalam gudang tertutup, terhindar dari basah dan lembab, dan tidak tercampur dengan bahan lain. Semen dari jenis yang berbeda harus dikelompokkan sedemikian rupa untuk mencegah kemungkinan tertukarnya jenis semen yang satu dengan yang lainnya. Urutan penyimpanan harus diatur sehingga semen yang lebih dahulu masuk gudang terpakai lebih dahulu (Hidayat, 2004).

2.3.3 Air

Air yang dimaksud disini adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas beton. Air mempunyai 2 fungsi yaitu yang pertama untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan dan yang kedua berfungsi sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar memudahkan pencetakan. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen serta menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat mudah dipadatkan. Di dalam penggunaannya, air tidak boleh terlalu banyak karena akan menyebabkan menurunnya kekuatan batako.

Air tersebut harus memenuhi syarat yang tercantum dalam (PUBI, 1982), persyaratan air sebagai bahan bangunan harus memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Tidak mengandung lumpur atau benda tersuspensi lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garaman yang merusak beton (asam dan zat organik) lebih dari 15 gram/liter. Kandungan khlorida (Cl) tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1.000 ppm sebagai SO_3 .
3. Air harus bersih
4. Derajat keasaman (pH) normal ± 7 .
5. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda terapung lainnya yang dapat dilihat secara visual.
6. Jika dibanding dengan kekuatan tekan adukan beton yang memakai air suling, penurunan kekuatan adukan yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
7. Semua air yang mutunya meragukan dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaian.
8. Khusus untuk beton pratekan, kecuali syarat-syarat di atas, air tidak boleh mengandung khlorida lebih dari 50 ppm.

Air yang digunakan untuk proses pembuatan beton yang paling baik adalah air bersih yang memenuhi syarat air minum. Jika dipergunakan air yang tidak baik maka kekuatan beton akan berkurang. Air yang digunakan dalam proses pembuatan beton jika terlalu sedikit maka akan menyebabkan beton akan sulit untuk dikerjakan, tetapi jika air yang digunakan terlalu banyak maka

kekuatan beton akan berkurang dan terjadi penyusutan setelah beton mengeras (Wijanarko, 2008).

2.3.4 Batu Apung

Batu apung adalah jenis batuan yang berwarna terang, mengandung buih yang terbuat dari gelembung berdinging gelas, dan biasanya disebut juga sebagai batuan gelas vulkanik silikat. Batu apung terbentuk dari magma asam oleh aksi letusan gunungapi yang mengeluarkan materialnya ke udara, kemudian mengalami transportasi secara horizontal dan terakumulasi sebagai batuan piroklastik. Sedangkan mineral-mineral yang terdapat dalam batu apung adalah feldspar, kuarsa, obsidian, kristobalit, dan tridimit. Proses terbentuknya batu apung diawali dengan munculnya magma asam ke permukaan dan bersentuhan dengan udara luas. Buih gelas alam dan gas yang terkandung dalam magma asam berkesempatan untuk keluar dan magma membeku secara tiba-tiba. Pada umumnya batu apung terdapat dalam bentuk fragmen dengan bentuk ukuran mulai dari kerikil sampai bongkahan. Batu apung juga dapat dibuat dengan cara memaskan obsidian sehingga gasnya keluar. Suhu yang diperlukan untuk mengubah obsidian menjadi batu apung rata-rata 880 °C. Berat jenis obsidian yang semula 2,36 gr/cm³ turun menjadi 0,416 gr/cm³. Sehingga dari perlakuan tersebut obsidian menjadi mengapung di dalam air (Anonim, 2010). Adapun bentuk dari batu apung seperti gambar berikut :



Gambar 2.2 Batu apung
Sumber: (Anonim, 2010)

Sifat kimia dan fisika batu apung antara lain, yaitu: mengandung oksida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O , MgO , CaO , TiO_2 , SO_3 , dan Cl , hilang pijar (*Loss of Ignition*) 6%, pH 5, bobot isi ruah 480 – 960 kg/cm^3 , peresapan air (*water absorption*) 16,67%, berat jenis 0,8 gr/cm^3 , hantaran suara (*sound transmission*) rendah, rasio kuat tekan terhadap beban tinggi, konduktifitas panas (*thermal conductivity*) rendah, dan ketahanan terhadap api sampai dengan 6 jam (Anonim¹, 2011).

Batu apung banyak terdapat disekitar Serang, Sukabumi, Pulau Lombok dan Pulau Ternate. Lokasi penambangan batu apung banyak ditemukan di Pulau Lombok. Satu karung batu apung dihargai Rp. 850,- dan kemudian dijual di satu-satunya pabrik yang mengolah batu apung di Lombok Utara. Di pabrik batu apung diolah dan dijual ke berbagai negara didunia sebagai bahan pemoles dan penggosok (Anonim², 2011).

2.3.5Kapur

Kapur termasuk bahan bangunan yang penting , bahan ini telah dipakai sejak jaman kuno, orang-orang Mesir kuno memakai kapur untuk memplester bangunan. Di Indonesia kapur juga sudah lama dikenal sebagai bahan ikat, dalam pembuatan tembok, pilar dan sebagainya. Untuk bahan bangunan dapat dibagi dalam 2 macam berdasarkan penggunaan yaitu kapur pemutih dan kapur aduk. Kedua macam kapur tersebut dapat dalam bentuk kapur tohor, maupun kapur padam. Kapur adalah sebuah benda putih dan halus terbuat dari [batu sedimen](#), membentuk [bebatuan](#) yang terdiri dari [mineral kalsium](#). Biasanya kapur relatif terbentuk di laut dalam dengan kondisi bebatuan yang mengandung lempengan [kalsium](#) plates (*coccoliths*) yang dibentuk oleh mikroorganisme *coccolithophores*. Biasanya juga ditemukan beberapa macam [batu api](#) dan *chert* yang terdapat dalam kapur. Bahan dasar dari kapur adalah batu kapur. Sifat-sifat kapur sebagai bahan bangunan (bahan ikat) yaitu :

- a. Mempunyai sifat plastis yang baik (tidak getas)
- b. Sebagai mortel, memberi kekuatan pada tembok
- c. Dapat mengeras dengan mudah dan cepat
- d. Mudah dikerjakan
- e. Mempunyai ikatan yang bagus dengan batu atau bata

Selain itu, kapur dapat dipakai untuk keperluan sebagai berikut :

- a. Sebagai bahan ikat pada mortel.
- b. Sebagai bahan ikat pada beton. Bila dipakai bersama-sama Semen Portland, sifatnya menjadi lebih baik dan dapat mengurangi kebutuhan Semen Portland.
- c. Sebagai batuan jika berbentuk batu kapur.
- d. Sebagai bahan pemutih. (Jackson, 1978)

Bahan dasar kapur yaitu batu kapur. Batu kapur mengandung kalsium karbonat (CaCO_3). Dengan pemanasan (kira-kira 980°C) karbon oksidanya keluar dan yang tersisa hanya kapurnya saja (CaO). Susunan kimia maupun sifat bahan dasar yang mengandung kapur ini berbeda dari satu ke tempat yang lain. Bahkan dalam satu tempat pun belum tentu sama. Kalsium oksida yang diperoleh ini biasa disebut quicklime. Kapur dari hasil pembakaran ini bila ditambahkan air mengembang dan retak-retak. Banyak panas yang dikeluarkan (seperti mendidih) selama proses ini, dan hasilnya yaitu kalsium hidroksida (Ca(OH)_2). Air yang dipakai untuk proses ini secara teoritis diperlukan hanya 32% berat kapur, akan tetapi karena faktor-faktor antara lain pembakaran, jenis kapur dan sebagainya kadang-kadang air yang diperlukan sampai 2 atau 3 kali volume kapur. Proses ini disebut slaking adapun sebagai hasilnya yaitu kalsium hidroksida disebut slakedlime atau hydrated lime (Wikipedia, 2011).

Bila kalsium hidrat ini kemudian dicampur air akan diperoleh mortel kapur. Mortel ini di udara terbuka menyerap karbon oksida (CaO_2) dan dengan proses kimia menghasilkan CaCO_3 yang bersifat keras dan tidak larut dalam air. Dengan rumus kimia proses tersebut dapat ditulis sebagai berikut :



Kapur dapat diklasifikasikan dalam beberapa jenis yaitu :

- a. Kapur tohor (CaO) : hasil pembakaran batu alam yang komposisinya sebagian besar berupa kalsium karbonat
- b. Kapur padam (Ca(OH)_2) : hasil pemadaman kapur tohor dengan air dan membentuk hidrat

- c. Kapur udara : kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa waktu dapat mengeras di udara karena pengikatan karbon dioksida
- d. Kapur hidrolis : kapur padam yang apabila diaduk dengan air setelah beberapa waktu dapat mengeras baik didalam air atau udara.

Kapur sebagai bahan stabilisasi, biasanya digunakan yang digunakan yaitu kapur mati (*slake lime*) atau kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) (Wikipedia, 2011).

2.3.6 Sodium Lauril Sulfat (SLS)

Sodium Lauril Sulfat (SLS) adalah surfaktan anion yang biasa terdapat dalam produk-produk pembersih. Garam kimia ini adalah organosulfur anion yang mengandung 12 rantai karbon terikat ke gugus sulfat, membuat zat kimia ini mempunyai sifat ambifilik yang merupakan syarat sebagai deterjen. *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) adalah bahan baku untuk pembuatan deterjen yang merupakan bahan aktif (*active ingredient*), bahan aktif disini merupakan bahan inti dari deterjen sehingga bahan ini harus ada dalam proses pembuatan deterjen. Adapun zat-zat yang terdapat dalam deterjen yaitu:

1. Surfaktan yaitu untuk mengikat lemak dan membasahi permukaan
2. *Abrasive* untuk menggosok kotoran
3. Substansi untuk mengubah pH yang mempengaruhi penampilan ataupun stabilitas dari komponen lain
4. *Water softener* untuk menghilangkan efek kesadahan
5. *Oxidants* untuk memutihkan dan menghancurkan kotoran
6. Material lain selain surfaktan untuk mengikat kotoran didalam suspensi
7. Enzim untuk mengikat protein, lemak, ataupun karbohidrat didalam kotoran.

Sodium Lauril Sulfat (SLS) memiliki rumus molekul $\text{NaC}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4$ dengan massa molar $288,38 \text{ g mol}^{-1}$, densitasnya sebesar $1,01 \text{ g/cm}^3$ dan titik lelehnya berada pada temperatur 206°C . Struktur dari *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) adalah $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{SO}_4\text{Na}$ ($n=12$) dan merupakan deterjen anionik, dimana deterjen jenis ini

2.4 Karakteristik Batako Ringan

Karakteristik batako ringan yang diukur meliputi sifat mekanik (uji kuat tekan) dan sifat fisis yaitu (gaya angkat, densitas dan daya serap air). Adapun parameter-parameter pengujian batako ringan antara lain yaitu :

2.4.1 Sifat Mekanik

Sifat mekanik adalah hubungan antara respons atau deformasi bahan terhadap beban yang bekerja. Sifat mekanik ini berkaitan dengan kekuatan, kekerasan, kekakuan dan sebagainya. Pengujian sifat mekanik pada batako ringan yaitu uji kuat tekan.

2.4.1.1 Uji Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan salah satu kinerja utama batako. Kekuatan tekan adalah kemampuan batako untuk menerima gaya tekan persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu dihasilkan oleh mesin tekan. Dalam teori teknologi beton dijelaskan bahwa faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton adalah faktor semen, kepadatan, umur beton, jenis semen, jumlah semen, dan sifat agregat. Untuk memperoleh kuata tekan yang tinggi maka diperlukan agregat yang sudah diuji melalui uji agregat sehingga kuat tekannya tidak lebih rendah daripada pastinya. Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan batako adalah kekasaran permukaan dan ukuran maksimumnya.

Pengukuran kuat tekan batako dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Simbolon, 2009) :

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Dimana

σ = Kuat tekan (N/m^2)

F = Beban yang diberikan (N)

A = Luas penampang yang terkena penekanan gaya (m^2)

2.4.2 Sifat Fisis

Sifat fisis adalah kemampuan bahan memberikan perlawanan segala aspek dari suatu objek atau zat yang dapat diukur atau dipersepsikan tanpa mengubah identitasnya. Sifat fisis juga dapat diartikan sebagai perubahan alami suatu benda tanpa membentuk zat baru. Pengujian sifat fisis pada batako ringan meliputi gaya apung, densitas dan daya serap air.

2.4.2.1 Gaya Apung

Gaya apung merupakan gaya yang diberikan fluida pada benda. Gaya apung terjadi karena tekanan dalam sebuah fluida naik sebanding dengan kedalaman. Dengan demikian tekanan ke atas pada permukaan bawah benda yang tenggelam lebih besar daripada tekanan ke bawah pada bagian permukaan atas. Dengan kata lain pada uji pengukuran gaya apung tersebut menggunakan prinsip *Archimedes* yang berbunyi “Suatu benda yang dicelupkan sebagian atau seluruhnya kedalam zat cair akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut”. Di dalam air, berat benda tidak sama dengan beratnya di udara. Di dalam air benda akan mengalami apa yang dinamakan gaya apung (atau gaya ke atas). Gaya apung ini membuat berat benda di dalam air akan terasa lebih ringan dibandingkan dengan berat benda di udara. Gaya apung juga dipengaruhi oleh kerapatan (densitas) dari cairan. Semakin besar densitas cairan, maka semakin besar pula gaya apungnya. Pengukuran gaya apung dapat dihitung dengan menggunakan prinsip *Archimedes* yang dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut (Giancoli, 1998) :

$$F_B = \rho g V \quad (2.2)$$

Dimana :

F_B = Gaya apung (N)

V = Volume benda (m^3)

ρ = Massa jenis fluida/dalam kasus ini adalah air (kg/m^3)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

Selain menentukan besarnya gaya apung, maka juga dilakukan perhitungan gaya untuk mengangkat ke atas (F_A). Dalam menentukan besarnya gaya untuk mengangkat ke atas (F_A) digunakan persamaan sebagai berikut (Giancoli, 1998) :

$$F_A = W - F_B = (mg) - F_B \quad (2.3)$$

Dimana :

W = Berat benda sebenarnya (N)

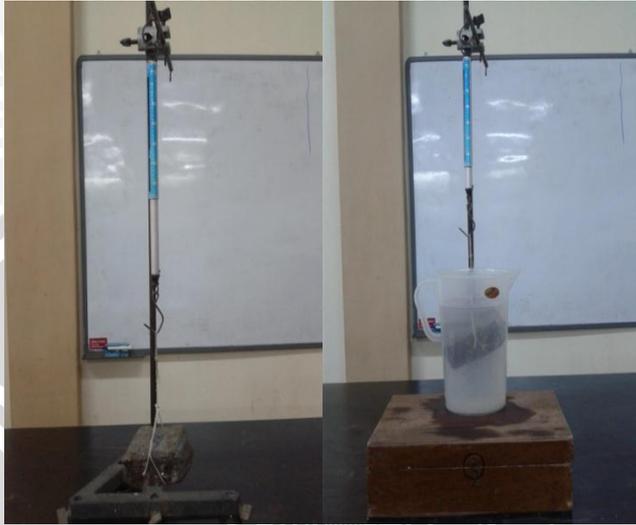
F_B = Gaya apung (N)

m = Massa benda kering (gram)

g = Percepatan gravitasi (m/s^2)

2.4.2.2 Densitas

Densitas adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Densitas rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi total volumenya. Sebuah benda yang memiliki densitas lebih tinggi akan memiliki volume yang lebih rendah dari pada benda bermassa sama yang memiliki densitas lebih rendah. Air memiliki densitas yang dipandang sebagai referensi nilai pada kondisi standar suhu $4^{\circ}C$ tekanan 1 atmosfer secara internasional massa jenis air 1000 kg/m^3 . Pengukuran densitas dari masing-masing komposisi batako ringan yang telah dibuat, diamati dengan menggunakan prinsip *Archimedes* dengan menggunakan neraca digital. Pada proses awal dilakukan penimbangan massa benda di udara (massa sampel kering) seperti halnya pada penimbangan biasa, sedangkan penimbangan massa benda di dalam air dapat dilihat seperti gambar berikut (Simbolon, 2009) :



Gambar 2.4 Prinsip Penimbangan Massa Benda di dalam Air

Pengukuran densitas batako ringan menggunakan metoda Archimedes dan dihitung menggunakan persamaan berikut (Giancoli, 1998) :

$$\rho_B = \frac{m_k}{m_k - m_a} \times \rho_{air} \quad (2.4)$$

Dimana :

m_k = Massa sampel kering (kg)

m_a = Massa sampel setelah direndam (kg)

ρ_{air} = Densitas air = 1000 kg/m³

2.4.2.3 Daya Serap Air

Persentase berat jenis air yang mampu diserap agregat di dalam air disebut serapan air, sedangkan banyaknya air yang terkandung dalam agregat disebut kadar air. Jumlah penyerapan air merupakan selisih penimbangan dalam keadaan basah (massa

benda dalam keadaan jenuh) dan dalam keadaan kering dan dihitung berdasarkan persen benda uji kering. Besar kecilnya penyerapan air sangat dipengaruhi pori atau rongga yang terdapat pada batako. Semakin banyak pori yang terkandung dalam batako maka akan semakin besar pula penyerapannya sehingga ketahanannya akan berkurang. Rongga atau pori yang terdapat pada beton terjadi karena kurang tepatnya kualitas dan komposisi material penyusunnya. Pengaruh rasio yang terlalu besar dapat menyebabkan rongga karena terdapat air yang tidak bereaksi dan kemudian menguap dan meninggalkan rongga pada batako tersebut (Simbolon, 2009).

Untuk mengetahui besarnya penyerapan air, dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$WA = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100\% \quad (2.5)$$

Dimana :

WA= Water absorption (%)

m_k = Massa benda di udara (gram)

m_j = Massa benda dalam kondisi saturasi/jenuh (gram)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai November 2011. Untuk pengujian kuat tekan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya Malang. Sedangkan untuk pengujian densitas dan daya serap air dilakukan di Laboratorium Fisika Material Jurusan Fisika Universitas Brawijaya Malang.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, gelas ukur, cetakan batako dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 5cm, wadah dan pengaduk. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen, pasir (pasir kali), air, kapur, batu apung dan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS).

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Persiapan Alat

Langkah pertama yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mempersiapkan alat-alat yang digunakan antara lain gelas ukur, cetakan batako, wadah, pengaduk, ayakan dan timbangan. Gelas ukur dipergunakan untuk menakar kebutuhan air yang dipergunakan sebagai pencampuran bahan-bahan seperti semen, pasir, batu apung, kapur dan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) dalam pembuatan batako. Cetakan batako berfungsi sebagai tempat untuk mencetak bahan-bahan yang telah tercampur dalam bentuk pasta, cetakan yang dipergunakan pada penelitian ini terbuat dari kayu berbentuk persegi panjang dimana ukuran cetakan batako yang digunakan dalam penelitian ini adalah 20 cm x 10 cm x 5 cm. Wadah digunakan sebagai tempat mencampurkan adonan, serta untuk membuat adukan batako. Wadah ini digunakan agar dalam proses pencampuran sesuai dengan takaran yang ditentukan. Pengaduk berfungsi sebagai alat pengaduk untuk mencampurkan bahan-

bahan yang akan digunakan sehingga bahan-bahan tersebut tercampur dan memasukkan adonan adukan kedalam cetakan. Ayakan dipergunakan untuk mengayak pasir yang akan digunakan sebagai bahan pembuatan batako. Sedangkan alat yang terakhir yaitu timbangan, dimana alat ini berfungsi untuk menimbang massa bahan-bahan yang digunakan dan berat batako ringan yang telah selesai atau telah mengalami proses pengerasan selama 28 hari.

3.3.2 Persiapan Bahan

Langkah yang kedua yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mempersiapkan bahan-bahan yang akan digunakan antara lain semen, pasir (pasir kali), air, kapur, batu apung dan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS). Semen berfungsi sebagai bahan pengikat sehingga dalam proses pembuatan batako ringan ini terjadi pengerasan jika dicampur dengan air dan terbentuk pasta semen. Pasir berfungsi sebagai bahan pengisi yang digunakan untuk membuat adukannya. Air dalam hal ini berfungsi dalam proses berlangsungnya proses pengerasan dan pelicin dari campuran bahan-bahan yang digunakan agar memudahkan dalam proses percetakan. Batu apung dan kapur berfungsi untuk mengurangi penggunaan semen dimana penggunaan kedua bahan tersebut dapat meningkatkan kualitas batako ringan dalam hal kekuatan dan kekedapan airnya.

3.3.3 Pembuatan Batako Ringan

Pada pembuatan batako ringan ini yaitu dengan mencampur bahan-bahan yang digunakan antara lain 1 pasir: 6 batu apung: 3 semen : 2 kapur dan mencampurkan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 0%, 20%, 40%, 60% dan 80%. Setelah bahan-bahan tercampur, campuran kemudian dicetak kedalam cetakan batako dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 5 cm. Setelah bahan tersebut agak mengeras kemudian dikeluarkan dari cetakan batako dan didiamkan selama 28 hari. Adapun bentuk sampel yang dihasilkan dengan proses pengeringan selama 28 hari disajikan pada Gambar 3.1 seperti berikut :



Gambar 3.1 Bentuk sampel uji

Selanjutnya, batako ringan yang sudah mengeras selama 28 hari tersebut ditimbang dengan menggunakan timbangan untuk mengetahui massanya. Batako dikatakan kering dan keras apabila pada waktu ditimbang massanya tetap. Langkah terakhir dilakukan pengujian secara fisis yaitu uji apung, densitas dan daya serap air serta pengujian mekanik yaitu uji kuat tekan pada masing-masing konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yang berbeda-beda dengan menggunakan *Compression Machine*.

3.3.4 Pengujian

Adapun pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain :

3.3.4.1 Kuat Tekan

Alat yang digunakan untuk menguji kuat tekan adalah *Compression Machine* seperti Gambar 3.2 seperti berikut :



Gambar 3.2 Alat Uji Kuat Tekan (Compression Machine)

Adapun prosedur pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut:

1. Panjang dan lebar pada sampel uji diukur. Dengan mengetahui panjang dan lebar maka luas penampang dapat dihitung, $A = P \times L$.
2. Langkah selanjutnya, tegangan *supply* diatur untuk menggerakkan motor penggerak ke arah atas maupun bawah dan angka pada alat pengukur gaya digital dipastikan dalam posisi angka nol.
3. Kemudian sampel ditempatkan tepat berada di tengah pada posisi pemberian gaya dan arahkan *switch* ON/OFF ke arah ON, maka pembebanan secara otomatis akan bergerak dengan kecepatan konstan. Gambar 3.4 merupakan gambar proses pembebanan sampel pada uji kuat tekan :



Gambar 3.3 Proses pembebanan sampel saat uji kuat tekan berlangsung

4. Apabila sampel telah pecah, *switch* diarahkan ke arah OF maka motor penggerak akan berhenti. Kemudian besarnya gaya dicatat yang tampil pada panel *display* alat pengukur gaya digital saat batako tersebut rusak.

Dengan menggunakan persamaan (2.1) maka nilai kuat tekan dari batako ringan dapat ditentukan.

3.3.4.2 Gaya Apung

Pengukuran gaya apung dilakukan untuk mengetahui besarnya gaya apung tiap batako dengan konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yang berbeda-beda, dengan menggunakan prinsip *Archimedes* sama seperti pada penentuan densitas batako apung. Hal ini dikarenakan dalam menentukan besarnya gaya apung (F_B) berkaitan dengan besarnya densitas. Dengan menggunakan persamaan (2.2) maka besarnya gaya apung dari batako ringan dapat ditentukan. Selain gaya apung, pengukuran lain yang dilakukan yaitu mengukur besarnya gaya untuk mengangkat ke atas

(F_A). Dengan menggunakan persamaan (2.3) maka besarnya gaya untuk mengangkat ke atas dari batako ringan dapat ditentukan.

3.3.4.3 Densitas

Pengujian densitas dapat dilihat seperti pada Gambar 2.4. Adapun metode pengukuran densitas pada uji batako ringan yaitu :

1. Langkah pertama yaitu sampel uji kering ditimbang dengan menggunakan timbangan, sehingga diketahui besarnya berat benda sampel kering (W_k). Dengan mengetahui berat benda sampel kering maka massa sampel kering (m_k) dapat dihitung, $m_k = \frac{W_k}{g}$. Gambar 3.4 merupakan alat uji yang digunakan :



Gambar 3.4 Alat pengukur berat sampel uji

2. Sampel yang telah ditimbang, kemudian direndam di dalam beaker glass yang berisi air dan ditimbang kembali seperti pada Gambar 3.5. Catat besarnya berat benda sampel yang

direndam di dalam air (W_a). Dengan mengetahui berat benda sampel uji yang direndam di dalam air, maka massa sampel yang terendam (m_a) dapat dihitung, $m_a = \frac{W_a}{g}$.

Berikut merupakan gambar sampel uji yang direndam dalam air :



Gambar 3.5 Sampel uji yang direndam dalam air

Dengan menggunakan persamaan (2.4) maka nilai densitas dari batako ringan dapat ditentukan.

3.3.4.4 Daya Serap Air

Batako ringan yang akan diuji penyerapan airnya harus dalam keadaan kering. Untuk mengetahui besarnya penyerapan air dari batako ringan yang telah dibuat, maka perlu dilakukan pengujian. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pengujian ini adalah :

1. Batako dibersihkan dari bahan-bahan lain yang menempel.
2. Batako dimasukkan ke dalam oven selama 1 jam dengan suhu 105 ± 5 °C, kemudian ditimbang massanya dengan

menggunakan neraca digital disebut dengan massa sampel kering.

3. Kemudian sampel direndam di dalam air selama 1 jam sampai massa sampel sudah keadaan jenuh dan dicatat massanya. Gambar 3.6 merupakan gambar sampel uji yang sudah dalam keadaan jenuh :



Gambar 3.6 Sampel uji dalam keadaan jenuh

Dengan menggunakan persamaan (2.5) maka nilai penyerapan air dari batako ringan dapat ditentukan.

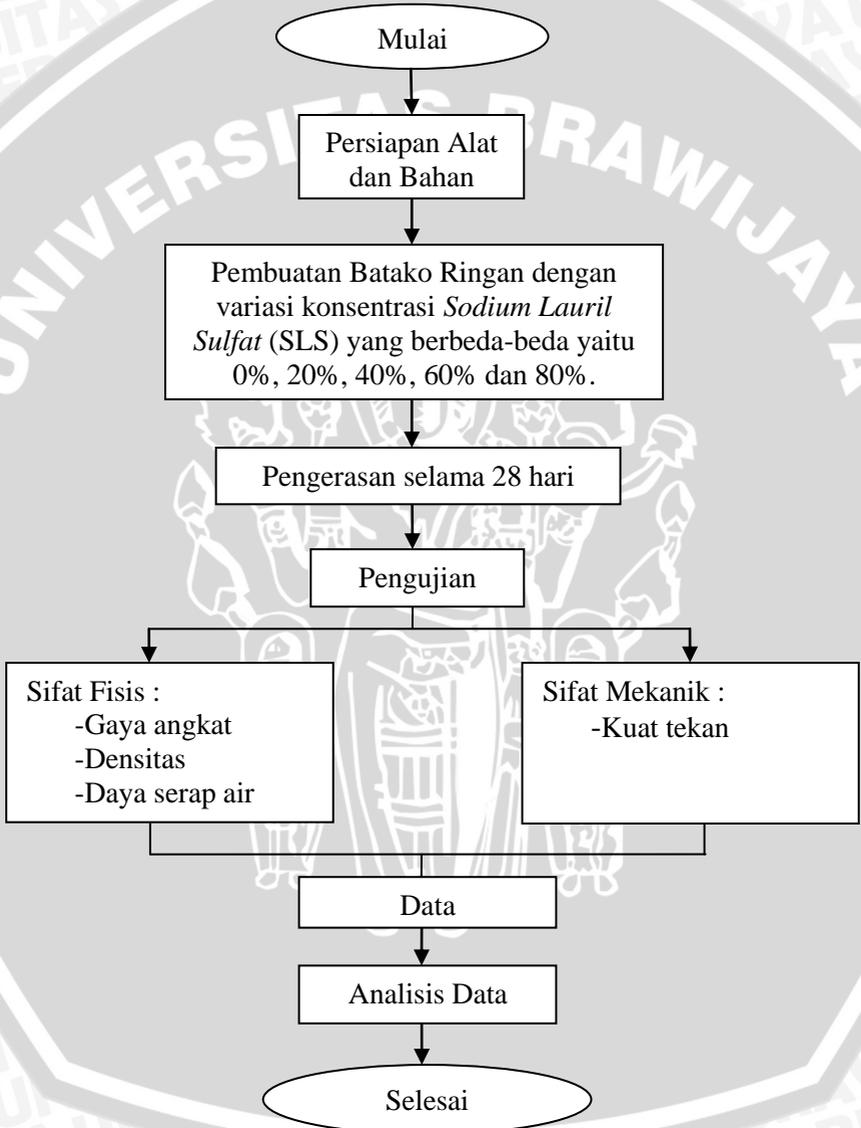
3.3.5 Analisis Data

Analisis data penelitian menggunakan metode kuantitatif dan deskriptif. Analisis metode kuantitatif yaitu dengan menyajikan hasil pengujian dari masing-masing komposisi batako, untuk kemudian data ditentukan kualitas dari masing-masing komposisi batako dengan cara membandingkan hasil pengujian dengan syarat mutu yang dijadikan sebagai acuan pengujian. Syarat mutu yang dipergunakan sebagai acuan pengujian yaitu SNI 03-0349-1989.

Dengan cara metode deskriptif yaitu dengan memberikan penjelasan secara detail tentang data yang telah diperoleh. Data yang telah diperoleh perlu diatur dan disajikan dalam bentuk tabel, memilih menggunakan tabel karena tabel biasa sangat cocok untuk menyajikan data yang terdiri atas beberapa variabel. Penjelasan

secara detail bisa menjadi acuan untuk melihat karakteristik data yang telah diperoleh.

3.4 Diagram Alir dan Hasil



UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mutu Bahan dan Kebutuhan Bahan

4.1.1 Mutu Bahan

1. Semen

Semen yang digunakan dalam pengujian ini adalah semen portland. Pengujian dilakukan secara visualisasi dengan pengamatan langsung apakah terjadi kerusakan atau kebocoran pada pembungkus semen atau tidak, karena kerusakan atau kebocoran pada pembungkus semen dapat menyebabkan terjadinya kerusakan atau pengaruh terhadap butiran halus semen. Hasil pemeriksaan butiran menunjukkan bahwa semen dalam kantong masih baik dan belum terjadi penggumpalan.

2. Air

Air yang digunakan untuk proses pembuatan batako ringan ini adalah air bersih yang memenuhi syarat air minum. Sedangkan secara fisik warnanya bening dan bersih tampak tidak ada kandungan lumpur ataupun kotoran yang berarti dapat langsung digunakan untuk pembuatan batako. Penggunaan air sendiri dalam pembuatan batako ringan ini harus disesuaikan karena air yang digunakan dalam proses pembuatan batako ringan jika terlalu sedikit maka akan menyebabkan batako ringan akan sulit untuk dikerjakan, tetapi jika air yang digunakan terlalu banyak maka kekuatan batako ringan akan berkurang dan terjadi penyusutan setelah batako ringan mengeras.

3. Agregat Halus (Pasir)

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari kali (sungai), dimana pasir ini merupakan bahan yang baik untuk pembuatan beton ringan. Pasir yang digunakan adalah pasir yang bermutu baik. Pengujian dilakukan

secara visualisasi dengan pengamatan langsung yaitu pasir yang bebas dari lumpur, tanah liat dan zat organik.

4.Kapur

Kapur yang digunakan dalam pengujian ini adalah kapur tohor yang merupakan kapur hasil pembakaran dari batu alam. Kapur dalam pengujian ini sebagai bahan stabilisasi dan kapur yang digunakan yaitu berupa kapur mati (*slake lime*).

4.1.2 Kebutuhan Bahan

Proses pembuatan benda uji atau sampel dimulai dengan menghitung kebutuhan bahan yang diperlukan yaitu 1 pasir : 6 batu apung : 3 semen : 2 kapur. Adapun perhitungan jumlah kebutuhan tiap-tiap bahan adalah sebagai berikut :

a.Pasir = $1/12 \times 1500 \text{ ml} = 125 \text{ ml} = \frac{1}{2} \text{ cup} = 190 \text{ gram}$

b.Batu apung = $6/12 \times 1500 \text{ ml} = 750 \text{ ml} = 3 \frac{1}{2} \text{ cup} = 260 \text{ gram}$

c.Semen = $3/12 \times 1500 \text{ ml} = 375 \text{ ml} = 1 \frac{3}{4} \text{ cup} = 420 \text{ gram}$

d.Kapur = $2/12 \times 1500 \text{ ml} = 250 \text{ ml} = 1 \text{ cup} = 110 \text{ gram}$

✓1500 ml merupakan penyusutan sampel selama proses pengeringan.

Untuk jumlah masing – masing larutan konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) adalah sebagai berikut :

Pelarut = $300 \text{ ml} = 290 \text{ gram}$

20% SLS = $20/100 \times 290 \text{ gram} = 58 \text{ gram}$

40% SLS = $40/100 \times 290 \text{ gram} = 116 \text{ gram}$

60% SLS = $60/100 \times 290 \text{ gram} = 174 \text{ gram}$

80% SLS = $80/100 \times 290 \text{ gram} = 232 \text{ gram}$

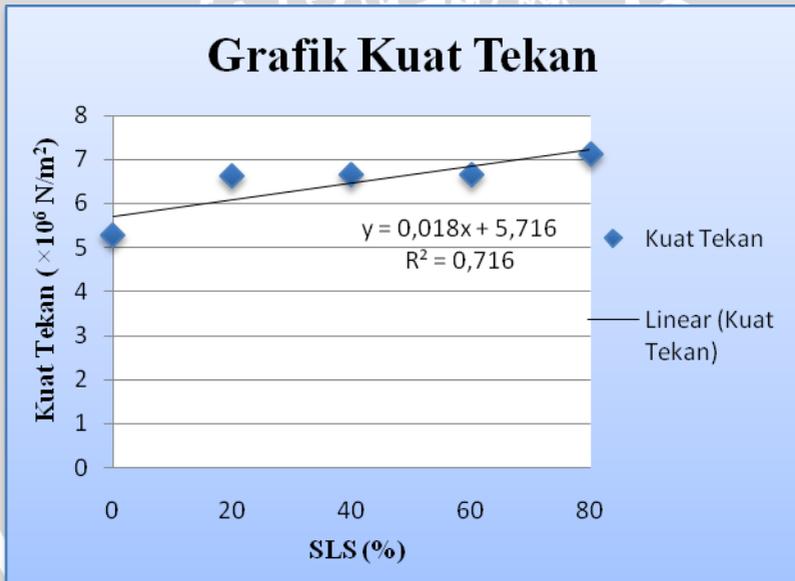
4.2 Kuat Tekan

Pengukuran kuat tekan rata-rata batako ringan diperlihatkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Data pengukuran kuat tekan rata-rata batako ringan

No.	Konsentrasi (%)	Rata-rata kuat tekan ($\times 10^6$ N/m ²)
1.	0	5,27 \pm 0,19
2.	20	6,62 \pm 0,26
3.	40	6,65 \pm 0,35
4.	60	6,66 \pm 1,36
5.	80	7,12 \pm 1,05

Dari data pengukuran kuat tekan rata-rata batako ringan seperti pada Tabel 4.1, dan kurva hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan persentase penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) seperti diperlihatkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Hubungan kuat tekan rata-rata terhadap prosentase penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) pada pembuatan batako ringan

Dari Gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yang digunakan, maka kuat tekan batako ringan yang dihasilkan akan semakin besar. Kuat tekan batako ringan tertinggi yang dihasilkan berada pada penambahan konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 80% dengan kuat tekan rata-rata sebesar $7,12 \times 10^6$ N/m². Berdasarkan nilai yang diperoleh baik untuk penambahan 20%, 40%, 60% dan 80% konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) maka jenis batako ringan ini dapat diklasifikasikan dalam batako berat jenis rendah (*Low Density Concrete*), yaitu rentang kuat tekannya berkisar antara 0,35 – 6,9 MPa. Sedangkan menurut (Tjokrodimuljo,1996), jenis batako ringan ini dapat diklasifikasikan dalam batako untuk non struktur yang umumnya digunakan seperti untuk dinding pemisah atau dinding isolasi dengan kuat tekan berkisar diantara 0,35 – 7 MPa. Jadi apabila yang diinginkan batako ringan dengan target densitas yang mendekati $< 1,800$ gr/cm³ maka nilai kuat tekan rata – rata yang ideal sebesar $7,12 \times 10^6$ N/m². Dengan kata lain, batako ringan dengan penambahan 80% konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) memiliki nilai kuat tekan yang paling baik dengan nilai densitas yang mendekati $< 1,8$ gr/cm³ yaitu 1,23 gr/cm³.

Berdasarkan data kuat tekan tersebut, penambahan konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) sebesar 80% merupakan kuat tekan maksimum. Kenaikan kuat tekan ini dikarenakan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) mempunyai daya ikat yang tinggi terhadap air walaupun berfungsi sebagai bahan pengisi. Hal ini dapat dijelaskan pada batako ringan tanpa menggunakan SLS pada konsentrasi (0%), pada batako terdapat ruang yang kosong (porositas). Gaya ikat yang terbentuk hanya gaya ikat antara pasir dan semen. Dengan menambahkan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS), maka *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) akan mengisi ruang yang kosong pada batako. Akibatnya muncul ikatan baru yang bekerja pada batako, yaitu ikatan antara campuran pasir dengan semen dan ikatan antara campuran pasir dengan semen dan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS).

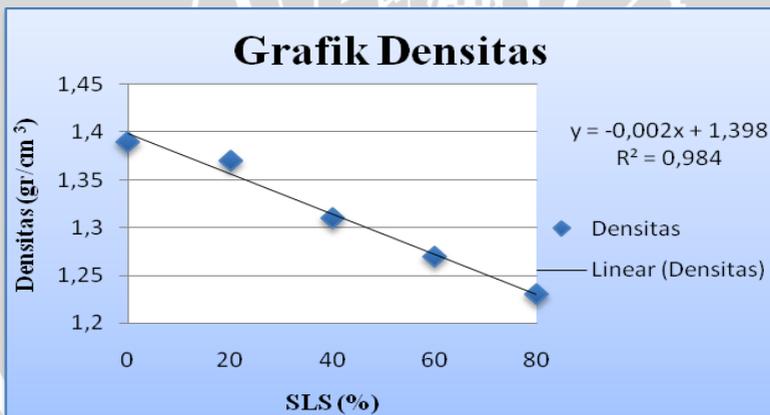
4.3 Densitas

Pengukuran densitas rata-rata batako ringan diperlihatkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Data pengukuran densitas rata-rata batako ringan

No.	Konsentrasi (%)	Rata-rata densitas (gr/cm ³)
1.	0	1,39 ± 55,54
2.	20	1,37 ± 45,75
3.	40	1,31 ± 8,16
4.	60	1,27 ± 25,29
5.	80	1,23 ± 23,11

Dari data pengukuran densitas rata-rata batako ringan seperti pada Tabel 4.2, maka dapat digambarkan kurva hubungan antara densitas rata-rata dengan persentase penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) seperti diperlihatkan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Hubungan densitas rata-rata terhadap prosentase penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) pada pembuatan batako ringan

Dari Gambar 4.2 dapat diketahui bahwa semakin besar penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) sebagai bahan campuran dalam pembuatan batako ringan maka densitas yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini berarti batako dengan penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) sebanyak 80% memiliki densitas lebih baik dibandingkan batako dengan penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 20%, 40%, dan 60%, karena densitas batako dengan penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 80% mendekati densitas air 1 gr/cm^3 . Penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) menyebabkan densitas batako ringan menurun, hal ini karena *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yang digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan batako ringan menyebabkan gelembung-gelembung gas atau udara dalam adukan semen sehingga terjadi banyak pori-pori udara di dalam batako dan membuat batako menjadi lebih ringan.

Batako berpori yang diklasifikasikan sebagai batako ringan adalah batako yang memiliki densitas $2/3$ dari densitas batako normal. Menurut penggunaan dan persyaratan pembagian beton ringan, dilihat dari nilai densitas batako ringan yang dihasilkan pada penambahan konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 20%, 40%, 60% dan 80% maka batako ringan tersebut termasuk dalam kategori “Batako Ringan Struktur” (*Structural Lightweight Concrete*) karena nilai densitas yang dihasilkan berkisar diantara $1,4 - 1,9 \text{ gr/cm}^3$. Sedangkan untuk konsentrasi 0% atau tanpa penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS), batako ringan tersebut termasuk dalam kategori “Beton Ringan dengan Berat Jenis Menengah” (*Moderate Trenght Lightweight Concrete*) karena nilai densitas yang dihasilkan berkisar diantara $0,8 - 1,4 \text{ gr/cm}^3$. Densitas batako ringan terbesar yang dihasilkan berada pada penambahan konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 0% dengan densitas rata-rata sebesar $1,396 \text{ gr/cm}^3$. Apabila dilihat dari nilai densitas yang dihasilkan, maka jenis batako ringan yang dihasilkan dapat diklasifikasikan sebagai batako ringan struktural karena memiliki nilai densitas sebesar $< 1,8 \text{ gr/cm}^3$.

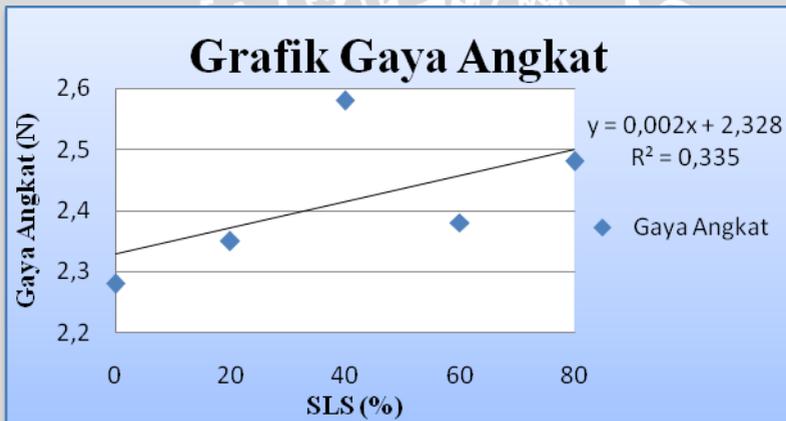
4.4 Gaya Angkat

Pengukuran gaya angkat ke atas (F_A) rata-rata batako ringan diperlihatkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3. Data pengukuran F_A rata-rata batako ringan

No.	Konsentrasi (%)	Rata-rata gaya angkat ke atas F_A (N)
1.	0	2,28 ± 0,27
2.	20	2,35 ± 0,15
3.	40	2,58 ± 0,17
4.	60	2,38 ± 0,13
5.	80	2,48 ± 0,09

Dari data pengukuran F_A rata-rata batako ringan seperti pada Tabel 4.3 maka dapat digambarkan kurva hubungan antara F_A rata-rata dengan persentase penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) seperti diperlihatkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Hubungan F_A rata-rata terhadap prosentase penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) pada pembuatan batako ringan

Dari Gambar 4.3 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yang digunakan, maka F_A rata-rata batako ringan yang dihasilkan akan semakin tinggi. Gaya angkat ke atas batako ringan untuk

konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 20% - 80% berkisar antara 2,35 N – 2,58 N, sedangkan pada konsentrasi 0% (tanpa menggunakan SLS) gaya angkat ke atas yang dihasilkan sebesar 2,28 N. Gaya angkat ke atas (F_A) batako ringan tertinggi yang dihasilkan berada pada penambahan konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 40% dengan gaya angkat ke atas rata-rata sebesar 2,58 N dan gaya angkat ke atas terendah sebesar 2,28 N. Gaya angkat benda sangat dipengaruhi oleh densitas benda itu sendiri. Namun, menurut persamaan yang digunakan pada hasil uji ini massa yang lebih berpengaruh. Apabila massa semakin besar maka gaya angkat yang dihasilkan akan semakin besar dengan koefisien yang lain bernilai konstan. Sehingga hasil pada uji ini berlawanan dengan hasil pada uji densitasnya.

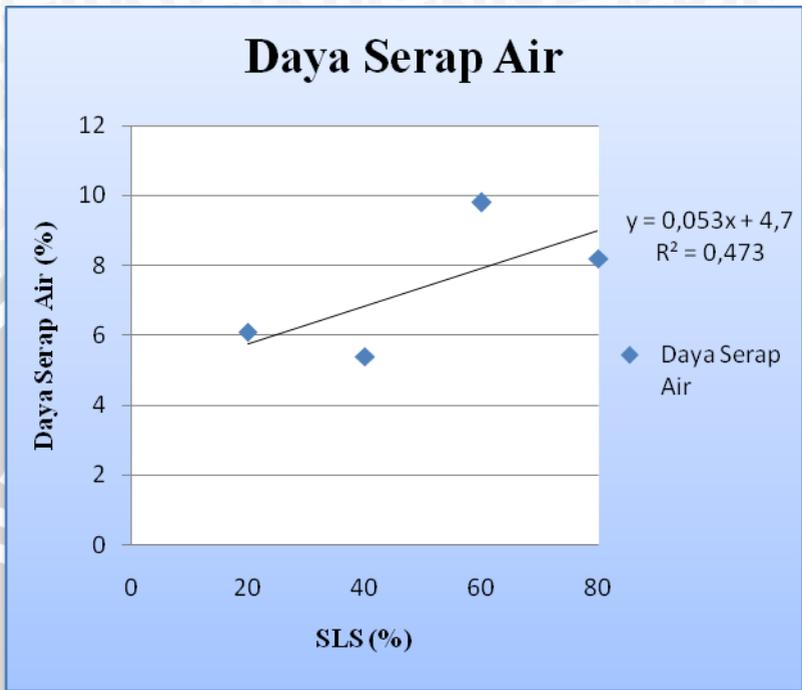
4.5 Daya Serap Air

Pengukuran daya serap air rata-rata dari batako ringan diperlihatkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Data pengukuran daya serap air rata-rata batako ringan

No.	Konsentrasi (%)	Daya serap air (%)
1.	0	24,3
2.	20	6,1
3.	40	5,4
4.	60	9,8
5.	80	8,2

Dari data pengukuran daya serap air rata-rata batako ringan pada Tabel 4.4, maka dapat digambarkan kurva hubungan antara kuat tekan rata-rata dengan persentase penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) seperti diperlihatkan pada Gambar 4.4.



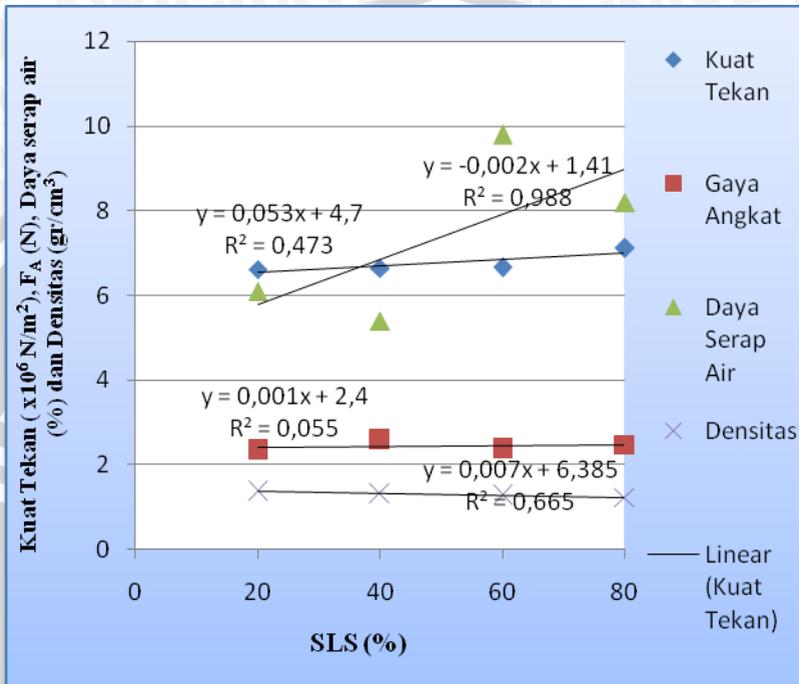
Gambar 4.4 Hubungan WA rata-rata terhadap prosentase penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS)

Penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) pada pembuatan batako ringan ini akan mempengaruhi besarnya daya serap air (absorpsi). Dari Gambar 4.4, dapat diketahui bahwa semakin banyak penggunaan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) pada pembuatan batako ringan maka semakin besar daya serap airnya. Namun peningkatan ini hanya sampai titik tertentu, dimana penambahan lebih lanjut konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) justru menurunkan daya serap air batako ringan. Daya serap air tertinggi yaitu pada penambahan konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) sebesar 60%. Secara keseluruhan besarnya penyerapan air batako ringan yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi syarat penyerapan air menurut ketentuan SNI 03-0349-1989, yaitu dengan besar penyerapan air dibawah 25% untuk batako tingkat mutu I. Semakin kecil persentase kadar air yang diserap batako maka akan

semakin baik batako tersebut, karena berarti batako memiliki kepadatan campuran yang baik. Tetapi pada Gambar 4.4 menunjukkan adanya kenaikan dan penurunan dari perbandingan kelima komposisi campuran, hal ini disebabkan jumlah komposisi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yang berbeda-beda tanpa mengurangi jumlah semen. Dalam pengujian ini penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yang dapat menghasilkan batako dengan penyerapan terkecil ada pada penambahan sebesar 40% dari berat semen. Penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) lebih dari 40% menyebabkan ikatan antar agregat dalam batako menjadi kurang kuat dan menyebabkan penyerapan air semakin besar dengan semakin bertambahnya persentase *Sodium Lauril Sulfat* (SLS), tetapi masih dalam batas persyaratan penyerapan air tingkat mutu I menurut ketentuan dalam SNI 03-0349-1989.

Dengan persentase penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yang semakin besar mempunyai sifat kurang kedap air. Hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan yang diharapkan. Seharusnya semakin banyak penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS), maka semakin kecil daya serap airnya. Namun apabila meninjau data hasil pengujian tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kondisi tersebut dikarenakan cara pembuatan batako secara manual sehingga diperoleh batako dengan kepadatan yang tidak seragam. Karena kerapatan pori-pori yang ada pada batako ringan akan sangat berpengaruh pada besar penyerapan air batako tersebut. Pori-pori inilah yang membuat material ini menjadi ringan. Meskipun berpori, batako ringan tidak bersifat seperti *sponge*. Artinya ketika terkena air, air tersebut tidak akan meresap atau merembes ke dalamnya. Rendahnya daya serap air pada batako ringan ini dikarenakan setiap pori-pori yang ada tidak saling berhubungan dengan pori-pori yang lain.

4.6 Karakteristik hasil pengujian pada batako ringan



Gambar 4.5 Hubungan kuat tekan, densitas, F_A dan daya serap air terhadap prosentase penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS)

Pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa dengan penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) sebagai bahan campuran pada pembuatan batako ringan densitas yang dihasilkan semakin rendah sehingga berpengaruh terhadap gaya angkat (F_A) yang dihasilkan. Semakin rendah densitas batako ringan maka massa batako ringan semakin rendah (batako menjadi lebih ringan) dan gaya angkat (F_A) yang dihasilkan semakin besar. Meskipun batako yang dihasilkan ringan, namun dari hasil pengukuran yang dilakukan menunjukkan dengan penambahan konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) yang digunakan kuat tekan yang dihasilkan akan semakin besar dan daya serap airnya juga semakin besar.

Secara keseluruhan batako ringan yang dihasilkan pada penelitian ini termasuk dalam klasifikasi batako ringan struktur dengan densitas kurang dari $1,8 \text{ gr/cm}^3$ dan sesuai dengan standarisasi yang ditetapkan oleh SNI 03-0349-1989 mengenai syarat penyerapan air bata beton tingkat mutu 1 yaitu dengan besar penyerapan air kurang dari 25%.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari data dan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Karakterisasi dari batako ringan yang telah diuji dengan hasil sebagai berikut :
 - a) Kuat tekan batako ringan untuk konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 20% - 80% berkisar antara $(6,62 \pm 0,26) \times 10^6$ N/m² – $(7,12 \pm 1,05) \times 10^6$ N/m², sedangkan tanpa menggunakan SLS (0%) kuat tekannya $(5,27 \pm 0,19) \times 10^6$ N/m².
 - b) Densitas batako ringan dengan menggunakan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) berkisar antara $(1,23 \pm 23,11)$ gr/cm³ – $(1,37 \pm 45,75)$ gr/cm³, sedangkan tanpa menggunakan SLS (0%) densitasnya $(1,39 \pm 55,54)$ gr/cm³.
 - c) Gaya angkat keatas batako ringan untuk konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 20% - 80% berkisar antara $(2,35 \pm 0,15)$ N – $(2,58 \pm 0,17)$ N, sedangkan tanpa menggunakan SLS (0%) gaya angkatnya $(2,28 \pm 0,27)$ N.
 - d) Daya serap air batako ringan dengan menggunakan dengan menggunakan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) berkisar antara 5,4% - 9,8%, sedangkan tanpa menggunakan SLS (0%) daya serap airnya sebesar 24,3%.
2. Dengan penambahan *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) pada pembuatan batako ringan kuat tekan yang dihasilkan semakin besar, densitas semakin rendah, gaya angkat semakin besar dan daya serap air semakin besar.

5.2 Saran

Adapun saran dari penelitian ini yaitu perlu diperhatikan juga dengan teliti mulai dari proses perancangan batako, proses persiapan bahan dan alat, proses pengerjaan batako sampai proses perawatan batako sehingga didapat batako dengan kualitas yang diinginkan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim¹. (2011). Akses tanggal 2 Agustus, 2011, dari <http://www.senyawa.com/2011/01/batu-apung.html>.
- Anonim². (2011). Akses tanggal 2 Agustus, 2011, dari <http://www.ccitonline.com>.
- Anonim. (2004). Akses tanggal 5 Juli, 2011, dari <http://www.pibbaten.go.id/old/arsip/artikel/2004/10/14baton.shtml>.
- Anonim. (2008). Akses tanggal 10 Juli, 2011, dari <http://andibae.blogspot.com/2008/09/alkaloid.html>.
- Anonim. (2010). Akses tanggal 2 Agustus, 2011, dari <http://phanegeo.blogspot.com>.
- Darmono. 2009. Pengantar Ilmu Bangunan. Kanisius. Jakarta.
- Giancoli, D. C. 1998. Fisika. Erlangga. Jakarta.
- Google. (2011). detergen anionic pada sodium lauril sulfat. Akses tanggal 5 Juli, 2011, dari <http://www.google.co.id/searche?um=detergen+anionic+pada+sodium+lauril+sulfat>.
- Hidayat, S. 2004. Semen, Jenis dan Aplikasinya. Kawan Pustaka. Jakarta.
- Mulyono, T. 2009. Teknologi Beton. Andi. Yogyakarta.
- Nasional, D. S. 1989. Bata Beton untuk Pasangan Dinding Uji SNI 03-0349-1989. Jakarta.
- PUBI. 1982. Peraturan Umum Bahan Indonesia. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Pekerjaan Umum. Jakarta.
- RI, D. P. 1980. Mutu dan Cara Uji, Bata Beton Pejal. *SIINo. 0248-80*.
- Simbolon, T. 2009. Pembuatan dan Karakterisasi Batako Ringan yang terbuat dari Styrofoam-Semen. Medan, Universitas Sumatera Utara.
- Tjokrodimuljo, K. 1996. Teknologi Beton. Nafiri. Yogyakarta.
- Wijanarko, W. 2008. Teknologi Beton. Andi. Surabaya.
- Wikipedia. (2011). Batu Kapur. Akses tanggal 2 Agustus, 2011, dari <http://id.wikipedia.org/wiki/batu-kapur>.
- Wikipedia. (2011). kapur. Akses tanggal 2 Agustus, 2011, dari <http://id.wikipedia.org/wiki/kapur>.

Zainal, A. 1984. Penelitian Pemanfaatan Trass. Departemen Perindustrian, Balitbang Departemen Perindustrian. Medan.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 1. Perhitungan untuk menentukan kuat tekan

Pengukuran kuat tekan batako ringan yang dikeringkan selama 28 hari dan dengan menggunakan variasi konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% diperlihatkan seperti pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Data pengukuran untuk uji kuat tekan

No.	Konsentrasi SLS	Gaya Tekan/ <i>F</i> (kN)	Kuat tekan/ σ (N/m ²)	Kuat tekan rata-rata (x10 ⁶ N/m ²)
1.	0%	109	5,45.10 ⁶	5,27
		97	4,85.10 ⁶	
		110	5,50.10 ⁶	
2.	20%	136	6,80.10 ⁶	6,62
		139	6,95.10 ⁶	
		121	6,10.10 ⁶	
3.	40%	145	7,25.10 ⁶	6,65
		121	6,05.10 ⁶	
		133	6,65.10 ⁶	
4.	60%	183	9,15.10 ⁶	6,66
		128	6,40.10 ⁶	
		89	4,45.10 ⁶	
5.	80%	125	6,25.10 ⁶	7,12
		118	5,90.10 ⁶	
		184	9,20.10 ⁶	

1. Mengikuti persamaan 2.1, perhitungan untuk menentukan kuat tekan untuk konsentrasi SLS 0% sebagai berikut :

$$a. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 109 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{109 \text{ kN}}{0,02} = 5,45.10^6 \text{ N/m}^2$$

$$b. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 97 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{97 \text{ kN}}{0,02} = 4,85 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$c. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 110 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{110 \text{ kN}}{0,02} = 5,50 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\Sigma \sigma = 15,8 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Rata-rata kuat tekan} = \frac{15,8 \cdot 10^6}{3} = 5,27 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

2. Mengikuti persamaan 2.1, perhitungan untuk menentukan kuat tekan untuk konsentrasi SLS 20% sebagai berikut :

$$a. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 136 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{136 \text{ kN}}{0,02} = 6,80 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$b. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 139 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{139 \text{ kN}}{0,02} = 6,95 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$c. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 121 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{121 \text{ kN}}{0,02} = 6,10 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\Sigma \sigma = 19,85 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Rata-rata kuat tekan} = \frac{19,85 \cdot 10^6}{3} = 6,62 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

3. Mengikuti persamaan 2.1, perhitungan untuk menentukan kuat tekan untuk konsentrasi SLS 40% sebagai berikut :

$$a. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 145 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{145 \text{ kN}}{0,02} = 7,25 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$b. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 121 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{121 \text{ kN}}{0,02} = 6,05 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$c. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 133 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{133 \text{ kN}}{0,02} = 6,65 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\Sigma \sigma = 19,95 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Rata-rata kuat tekan} = \frac{19,95 \cdot 10^6}{3} = 6,65 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

4. Mengikuti persamaan 2.1, perhitungan untuk menentukan kuat tekan untuk konsentrasi SLS 60% sebagai berikut :

$$a. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 183 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{183 \text{ kN}}{0,02} = 9,15 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$b. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 128 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{128 \text{ kN}}{0,02} = 6,40 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$c. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 89 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{89 \text{ kN}}{0,02} = 4,45 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\Sigma \sigma = 20 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Rata-rata kuat tekan} = \frac{20 \cdot 10^6}{3} = 6,66 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

5. Mengikuti persamaan 2.1, perhitungan untuk menentukan kuat tekan untuk konsentrasi SLS 80% sebagai berikut :

$$a. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 125 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{125 \text{ kN}}{0,02} = 6,25 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$b. \sigma = \frac{F}{A}$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 118 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{118 \text{ kN}}{0,02} = 5,90 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$c. \sigma =$$

$$A = \text{Panjang} \times \text{Lebar} = 200 \text{ cm}^2 = 0,02 \text{ m}^2$$

$$F = \text{Gaya} = 184 \text{ kN}$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{184 \text{ kN}}{0,02} = 9,20 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\Sigma \sigma = 21,35 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

$$\text{Rata-rata kuat tekan} = \frac{21,35 \cdot 10^6}{3} = 7,12 \cdot 10^6 \text{ N/m}^2$$

Lampiran 2. Perhitungan untuk menentukan densitas

Pengukuran densitas batakoringan yang dikeringkan selama 28 hari dan dengan menggunakan variasi konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% diperlihatkan seperti pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Data pengukuran untuk uji densitas

No.	Konsentrasi SLS	W_K (N)	W_a (N)	m_k (kg)	m_a (kg)	ρ_{air} (kg/m ³)	g (m/s ²)
1.	0%	3,1	1,0	0,32	0,10	1000	9,8
		2,8	0,9	0,29	0,09	1000	9,8
		3,6	0,8	0,36	0,08	1000	9,8
2.	20%	2,9	0,8	0,25	0,08	1000	9,8
		3,1	0,8	0,32	0,08	1000	9,8
		3,5	0,9	0,36	0,09	1000	9,8
3.	40%	3,2	0,8	0,33	0,08	1000	9,8
		3,2	0,8	0,33	0,08	1000	9,8
		3,8	0,9	0,39	0,09	1000	9,8
4.	60%	3,2	0,7	0,33	0,07	1000	9,8
		2,8	0,7	0,29	0,07	1000	9,8
		3,1	0,6	0,32	0,06	1000	9,8
5.	80%	3,2	0,7	0,33	0,07	1000	9,8
		2,9	0,6	0,30	0,06	1000	9,8
		3,1	0,5	0,31	0,05	1000	9,8

Keterangan :

W_K = berat sampel kering (N)

W_A = berat sampel setelah direndam (N)

m_k = massa sampel kering (kg)

m_a = massa sampel setelah direndam (kg)

ρ_{air} = densitas air (kg/m³)

Mengikuti persamaan 2.4, perhitungan untuk menentukan densitas (*Archimedes Method*) sebagai berikut :

$$\rho_B = \frac{m_k}{m_k - m_a} \times \rho_{air}$$

1. Untuk konsentrasi SLS 0%:

$$a. \rho = \frac{0,32}{0,32 - 0,10} \times 1000 = 1454,54 \text{ kg/m}^3$$

$$b. \rho = \frac{0,29}{0,29 - 0,09} \times 1000 = 1454,01 \text{ kg/m}^3$$

$$c. \rho = \frac{0,36}{0,36 - 0,08} \times 1000 = 1285,71 \text{ kg/m}^3$$

$$\Sigma \rho = 4190,26 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Rata-rata densitas} = \frac{4190,26}{3} = 1396,75 \text{ kg/m}^3$$

2. Untuk konsentrasi SLS 20%:

$$a. \rho = \frac{0,25}{0,25 - 0,08} \times 1000 = 1470,58 \text{ kg/m}^3$$

$$b. \rho = \frac{0,32}{0,32 - 0,08} \times 1000 = 1333,33 \text{ kg/m}^3$$

$$c. \rho = \frac{0,36}{0,36 - 0,09} \times 1000 = 1333,33 \text{ kg/m}^3$$

$$\Sigma \rho = 4137,24 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Rata-rata densitas} = \frac{4137,24}{3} = 1379,08 \text{ kg/m}^3$$

3. Untuk konsentrasi SLS 40%:

$$a. \rho = \frac{0,33}{0,33 - 0,08} \times 1000 = 1320 \text{ kg/m}^3$$

$$b. \rho = \frac{0,33}{0,33 - 0,08} \times 1000 = 1320 \text{ kg/m}^3$$

$$c. \rho = \frac{0,39}{0,39 - 0,09} \times 1000 = 1300 \text{ kg/m}^3$$

$$\Sigma \rho = 3940 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Rata-rata densitas} = \frac{3940}{3} = 1313,33 \text{ kg/m}^3$$

4. Untuk konsentrasi SLS 60%:

$$a.\rho = \frac{0,33}{0,33-0,07} \times 1000 = 1269,23 \text{ kg/m}^3$$

$$b.\rho = \frac{0,29}{0,29-0,07} \times 1000 = 1318,18 \text{ kg/m}^3$$

$$c.\rho = \frac{0,32}{0,32-0,06} \times 1000 = 1230,77 \text{ kg/m}^3$$

$$\Sigma\rho = 3818,18 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Rata-rata densitas} = \frac{3818,18}{3} = 1273 \text{ kg/m}^3$$

5. Untuk konsentrasi SLS 80%:

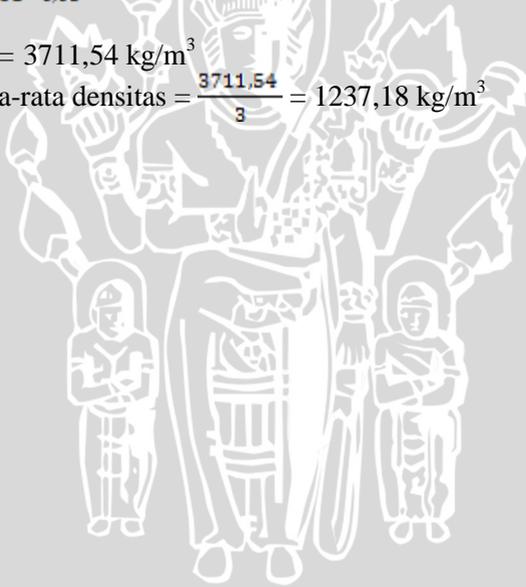
$$a.\rho = \frac{0,33}{0,33-0,07} \times 1000 = 1269,23 \text{ kg/m}^3$$

$$b.\rho = \frac{0,30}{0,30-0,06} \times 1000 = 1250,01 \text{ kg/m}^3$$

$$c.\rho = \frac{0,31}{0,31-0,05} \times 1000 = 1192,31 \text{ kg/m}^3$$

$$\Sigma\rho = 3711,54 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Rata-rata densitas} = \frac{3711,54}{3} = 1237,18 \text{ kg/m}^3$$



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Halaman ini sengaja dikosongkan

Lampiran 3. Perhitungan untuk menentukan gaya angkat

Pengukuran gaya angkat batako ringan yang dikeringkan selama 28 hari dan dengan menggunakan variasi konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% diperlihatkan seperti pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Data pengukuran untuk uji gaya angkat

No.	Konsentrasi SLS	W (N)	ρ_B (kg/m^3)	g (m/s^2)	V ($\times 10^{-5}$ m^2)	F_A (N)
1.	0%	3,1	1454,54	9,8	6,87	2,12
		2,8	1450	9,8	6,21	1,92
		3,6	1285,71	9,8	6,22	2,82
2.	20%	2,9	1470,58	9,8	5,44	2,12
		3,1	1333,33	9,8	6,01	2,32
		3,5	1333,33	9,8	6,75	2,62
3.	40%	3,2	1320	9,8	6,06	2,42
		3,2	1320	9,8	6,06	2,42
		3,8	1300	9,8	6,92	2,92
4.	60%	3,2	1269,23	9,8	5,52	2,51
		2,8	1318,18	9,8	5,31	2,11
		3,1	1230,77	9,8	4,87	2,51
5.	80%	3,2	1269,23	9,8	5,52	2,51
		2,9	1250	9,8	4,80	2,31
		3,1	1192,31	9,8	4,19	2,61

Mengikuti persamaan (2.2) dan persamaan (2.3), perhitungan untuk menentukan gaya apung (F_B) dan gaya angkat keatas (F_A) adalah sebagai berikut :

1.Untuk konsentrasi SLS 0% :

Gaya untuk mengangkat ke atas (F_A) :

$$a.F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,1 - 1454,54 \times 9,8 \times 6,87 \cdot 10^{-5} = 2,12 \text{ N}$$

$$b.F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 2,8 - 1450,01 \times 9,8 \times 6,21 \cdot 10^{-5} = 1,92 \text{ N}$$

$$c.F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,6 - 1285,71 \times 9,8 \times 6,22 \cdot 10^{-5} = 2,12 \text{ N}$$

$$\checkmark \Sigma F_A = 6,86 \text{ N}$$

$$\text{Rata-rata } F_A = \frac{6,86}{3} = 2,28 \text{ N}$$

2. Untuk konsentrasi SLS 20% :

Gaya untuk mengangkat ke atas (F_A) :

$$a.F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 2,9 - 1470,58 \times 9,8 \times 5,44 \cdot 10^{-5} = 2,12 \text{ N}$$

$$b.F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,1 - 1333,33 \times 9,8 \times 6,01 \cdot 10^{-5} = 2,32 \text{ N}$$

$$c.F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,5 - 1333,33 \times 9,8 \times 6,75 \cdot 10^{-5} = 2,62 \text{ N}$$

$$\checkmark \Sigma F_A = 7,06 \text{ N}$$

$$\text{Rata-rata } F_A = \frac{7,06}{3} = 2,35 \text{ N}$$

3. Untuk konsentrasi SLS 40% :

Gaya untuk mengangkat ke atas (F_A) :

$$a.F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,2 - 1320 \times 9,8 \times 6,06 \cdot 10^{-5} = 2,42 \text{ N}$$

$$b.F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,2 - 1320 \times 9,8 \times 6,06 \cdot 10^{-5} = 2,42 \text{ N}$$

$$c.F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,8 - 1300 \times 9,8 \times 6,92 \cdot 10^{-5} = 2,92 \text{ N}$$

$$\checkmark \Sigma F_A = 7,76 \text{ N}$$

$$\text{Rata-rata } F_A = \frac{7,76}{3} = 2,58 \text{ N}$$

4. Untuk konsentrasi SLS 60% :

Gaya untuk mengangkat ke atas (F_A) :

$$a. F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,2 - 1269,23 \times 9,8 \times 5,52 \cdot 10^{-5} \\ = 2,51 \text{ N}$$

$$b. F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,2 - 1318,18 \times 9,8 \times 5,31 \cdot 10^{-5} \\ = 2,11 \text{ N}$$

$$c. F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,1 - 1230,77 \times 9,8 \times 4,87 \cdot 10^{-5} \\ = 2,51 \text{ N}$$

$$\sum F_A = 7,13 \text{ N}$$

$$\text{Rata-rata } F_A = \frac{7,13}{3} = 2,38 \text{ N}$$

5. Untuk konsentrasi SLS 80% :

Gaya untuk mengangkat ke atas (F_A) :

$$a. F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,2 - 1269,23 \times 9,8 \times 5,52 \cdot 10^{-5} \\ = 2,51 \text{ N}$$

$$b. F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 2,9 - 1250,01 \times 9,8 \times 4,80 \cdot 10^{-5} \\ = 2,31 \text{ N}$$

$$c. F_A = W - F_B = W - \rho_B g V = 3,1 - 1192,31 \times 9,8 \times 4,19 \cdot 10^{-5} \\ = 2,61 \text{ N}$$

$$\sum F_A = 7,43 \text{ N}$$

$$\text{Rata-rata } F_A = \frac{7,43}{3} = 2,48 \text{ N}$$

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan



Lampiran 4. Perhitungan untuk menentukan daya serap air

Pengukuran daya serap air batako ringan yang dikeringkan selama 28 hari dan dengan menggunakan variasi konsentrasi *Sodium Lauril Sulfat* (SLS) 0%, 20%, 40%, 60% dan 80% diperlihatkan seperti pada Tabel 3 berikut :

Tabel 4. Data pengukuran untuk uji daya serap air

No.	Konsentrasi SLS (%)	m_k (gram)	m_j (gram)	WA (%)	WA rata-rata (%)
1.	0	228	278	21,9	24,3
		215	276	28,4	
		243	298	22,6	
2.	20	280	290	3,6	6,1
		261	268	2,7	
		302	338	11,9	
3.	40	242	260	7,4	5,4
		287	300	4,5	
		240	250	4,2	
4.	60	268	300	11,9	9,8
		250	278	12,2	
		358	377	5,3	
5.	80	330	340	3,03	8,2
		263	300	14,1	
		298	320	7,4	

Keterangan :

WA= *Water absorption* (%)

m_k = Massa benda di udara (gram)

m_j = Massa benda dalam kondisi saturasi/jenuh (gram)

1. Mengikuti persamaan 2.5, perhitungan untuk menentukan daya serap air untuk konsentrasi SLS 0% sebagai berikut :

$$WA = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100\%$$

$$a. WA = \frac{278 - 228}{228} \times 100\% = 21,9\%$$

$$b. WA = \frac{276 - 215}{215} \times 100\% = 28,4\%$$

$$c. WA = \frac{298 - 243}{243} \times 100\% = 22,6\%$$

$$\Sigma WA = 72,9\%$$

$$\text{Rata-rata WA} = \frac{72,9\%}{3} = 24,3\%$$

2. Mengikuti persamaan 2.5, perhitungan untuk menentukan daya serap air untuk konsentrasi SLS 20% sebagai berikut :

$$WA = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100\%$$

$$a. WA = \frac{290 - 280}{280} \times 100\% = 3,6\%$$

$$b. WA = \frac{268 - 261}{261} \times 100\% = 2,7\%$$

$$c. WA = \frac{338 - 302}{302} \times 100\% = 11,9\%$$

$$\Sigma WA = 18,2\%$$

$$\text{Rata-rata WA} = \frac{18,2\%}{3} = 6,1\%$$

3. Mengikuti persamaan 2.5, perhitungan untuk menentukan daya serap air untuk konsentrasi SLS 40% sebagai berikut :

$$WA = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100\%$$

$$a. WA = \frac{260 - 242}{242} \times 100\% = 7,4\%$$

$$b. WA = \frac{300 - 287}{287} \times 100\% = 4,5\%$$

$$c. WA = \frac{250 - 240}{240} \times 100\% = 4,2\%$$

$$\Sigma WA = 16,1\%$$

$$\text{Rata-rata WA} = \frac{16,1\%}{3} = 5,4\%$$

4. Mengikuti persamaan 2.5, perhitungan untuk menentukan daya serap air untuk konsentrasi SLS 60% sebagai berikut :

$$WA = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100\%$$

$$a. WA = \frac{300 - 268}{268} \times 100\% = 11,9\%$$

$$b. WA = \frac{278 - 250}{250} \times 100\% = 12,2\%$$

$$c. WA = \frac{377 - 358}{358} \times 100\% = 5,3\%$$

$$\Sigma WA = 18,2\%$$

$$\text{Rata-rata WA} = \frac{29,4\%}{3} = 9,8\%$$

5. Mengikuti persamaan 2.5, perhitungan untuk menentukan daya serap air untuk konsentrasi SLS 80% sebagai berikut :

$$WA = \frac{m_j - m_k}{m_k} \times 100\%$$

$$a. WA = \frac{340 - 330}{330} \times 100\% = 3,03\%$$

$$b. WA = \frac{300 - 263}{263} \times 100\% = 14,1\%$$

$$c. WA = \frac{320 - 298}{298} \times 100\% = 7,4\%$$

$$\Sigma WA = 24,5\%$$

$$\text{Rata-rata WA} = \frac{24,5\%}{3} = 8,2\%$$

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

