

PENGGUNAAN BERBAGAI JENIS LATEKS SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PADA MORTAR UNTUK APLIKASI BETON JALAN RAYA

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Departemen Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh:
Rae Hanif Abdilah
F34103047

2009

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR**

Hala Cipta Jendraling, Unstang, Unstang
1. Diizinkan menyalin sebagian atau seluruh isi buku ini untuk keperluan pribadi dan non-profit.
a. Perizinan harus diajukan ke Direktorat Jendraling, Unstang, Unstang, perizinan harus diajukan ke Direktorat Jendraling Unstang.
b. Menyalin untuk keperluan pribadi dan non-profit.
2. Diizinkan menyalin sebagian atau seluruh isi buku ini untuk keperluan pribadi dan non-profit.

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**PENGUNAAN BERBAGAI JENIS LATEKS
SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PADA MORTAR
UNTUK APLIKASI BETON JALAN RAYA**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN
pada Departemen Teknologi Industri Pertanian
Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor

Oleh :
Rae Hanif Abdilah
F34103047

Dilahirkan pada tanggal 6 April 1985
di Bandar Lampung

Bogor, Juni 2009
Menyetujui,

Dr. Ir. Tajuddin Bantacut, M. Sc
Pembimbing I

Ir. Agus Muji Santosa
Pembimbing II

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh Institut Pertanian Bogor. Seluruh isi dokumen ini adalah hak cipta Institut Pertanian Bogor dan tidak diperbolehkan untuk disalin, diperjualbelikan, atau digunakan untuk tujuan lain tanpa izin tertulis dari Institut Pertanian Bogor.

Rae Hanif Abdilah (F34103047). Penggunaan Berbagai Jenis Lateks Sebagai Bahan Tambahan Pada Mortar Untuk Aplikasi Beton Jalan Raya. Di bawah bimbingan Tajuddin Bantacut dan Agus Muji Santosa.

RINGKASAN

Lateks karet alam dikenal sebagai bahan yang memiliki elastisitas tinggi. Dengan sifatnya tersebut, lateks diharapkan dapat memperbaiki kekakuan dan kekerasan pada beton. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis lateks, kadar karet kering, dan umur mortar terhadap bobot, kuat tekan, dan kuat lentur mortar.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap tiga faktorial. Faktor yang digunakan adalah jenis lateks (lateks pekat, lateks pravulkanisasi semi-EV, dan lateks pravulkanisasi semi-Ebonit), kadar karet kering (0, 2, 4, dan 6 %), dan umur mortar (7, 14, dan 28 hari).

Jenis lateks, kadar karet kering, dan interaksi antara jenis lateks dan kadar karet kering sangat berpengaruh nyata ($P < 0.01$) terhadap bobot mortar. Bobot mortar tertinggi dihasilkan pada penggunaan jenis lateks pravulkanisasi semi-Ebonit (1383.25 ± 18.90 gram) dan kadar karet kering nol persen (1389.33 ± 22.15 gram). Semakin banyak kadar karet yang ditambahkan, maka bobot mortar yang dihasilkan semakin ringan.

Jenis lateks, kadar karet kering, umur mortar, dan interaksi antara jenis karet dan kadar karet kering berpengaruh nyata ($P < 0.05$) terhadap kuat lentur mortar. Kuat lentur tertinggi dihasilkan pada penggunaan lateks pekat pravulkanisasi semi-Ebonit (45.70 ± 4.12 kg/cm²), kadar karet kering nol persen (50.25 ± 9.30 kg/cm²), dan pada umur mortar 28 hari (47.55 ± 3.99 kg/cm²). Semakin besar kadar karet kering yang digunakan, maka kuat lentur mortar yang dihasilkan semakin kecil. Semakin lama umur mortar, maka kuat lenturnya akan semakin besar.

Kadar karet di dalam lateks dan umur mortar berpengaruh nyata ($P < 0.01$) terhadap kuat tekan mortar. Kuat tekan mortar tertinggi didapatkan pada mortar dengan kadar karet kering nol persen (244.27 ± 37.59 kg/cm²) dan pada umur 28 hari (168.07 ± 15.18 kg/cm²). Semakin besar kadar karet kering yang digunakan, maka kuat tekan yang dihasilkan semakin kecil. Semakin lama umur mortar, maka kuat tekan yang dihasilkan semakin besar.

Rae Abdilah Hanif (F34103047). Use of Various Types of Latex As Additional Mixture For Mortar In Concrete Road. Supervised by Tajuddin Bantacut and Agus Muji Santosa.

SUMMARY

Latex has been known as a material with high elasticity. With its elasticity, latex is expected to lessening the rigidness of concrete. The aims of this research are to know the effect of types of latex, crumb rubber rate, and age of mortar to weight, compressive strength, and flexural strength of mortar.

This research used three factorials Full Randomized Experimental Design which those factors are type of latex (condensed latex, pravulcanization Semi-EV latex, and pravulcanization semi-Ebonit latex), crumb rubber rate (0, 2, 4, and 6 %), and age of mortar (7, 14, and 28 days).

Type of latex, crumb rubber rate, and the interaction between types of latex and crumb rubber rate had a very significant effect on weight of mortar ($P < 0.01$). The highest weight is got from pravulcanization semi-Ebonit latex (1383.25 +18.90 grams) and zero percent crumb rubber rate (1389.33 +22.15 grams). The more number crumb rubber rate used, the less weight of mortar got.

Type of latex, crumb rubber rate, age of mortar, and the interaction between types of latex and crumb rubber rate had a significant effect on flexural strength of mortar ($P < 0.05$). The highest flexural strength is got from pravulcanization semi-Ebonit latex (45.70 +4.12 kg/cm²), zero percent crumb rubber rate (50.25 +9.30 kg/cm²), and at the 28th day of mortar (47.55 +3.99 kg/cm²). The more number crumb rubber rate used, the less flexural strength of mortar got. The longer the age of the mortar, the more flexural strength of mortars got.

Crumb rubber rate and age of mortar had a very significant effect on compressive strength of mortar ($P < 0.01$). The highest compressive strength is got from zero percent crumb rubber rate (244.27 +37.59 kg/cm²) and at the 28th day of mortar (168.07 +15.18 kg/cm²). The more number crumb rubber rate used, the less compressive strength of mortar got. The longer the age of the mortar, the more compressive strength of mortars got.

PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi dengan judul **“Penggunaan Berbagai Jenis Lateks Sebagai Bahan Tambahan Pada Mortar Untuk Aplikasi Beton Jalan Raya”** adalah hasil karya saya sendiri dengan arahan Pembimbing, kecuali yang telah jelas disebutkan rujukannya.

Juni, 2009

Rae Hanif Abdilah

Hak Cipta Jurnalistik, Unsurang, Undang-undang
1. Diutamakan menyangkut sebagian atau seluruhnya, hanya pada, dan tanpa memisahkan dan mempedulikan sumber:
a. Pengutipan hanya untuk keperluan jurnalistik, pendidikan, penelitian, persidangan, kesehatan, ilmu pengetahuan, dan tujuan sosial lainnya.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Diutamakan menggunakan foto resmi dan tidak boleh menggunakan foto pribadi atau lainnya yang melanggar hukum dan merugikan IPB University.

BIODATA PENULIS



Rae Hanif Abdilah dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 6 April 1985. Penulis merupakan putra pertama dari dua bersaudara dari bapak Zulkarnaen AS dan Farida Fathul. Pendidikan dasar diselesaikan di Sekolah Dasar Kartika II-5 Bandar Lampung pada tahun 1997. Setelah lulus dari sekolah dasar, penulis melanjutkan pendidikannya di SLTP Al-Kautsar Bandar Lampung (1997-2000) dan SMUn II Bandar Lampung (2000-2003).

Pada tahun 2003, penulis diterima di Institut Pertanian Bogor melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI) pada Departemen Teknologi Industri Pertanian. Pada tahun 2006 penulis berkesempatan untuk melakukan Praktek Lapangan di PT Kayu Lima Utama Magelang dengan judul “Aspek Pengawasan Mutu Bahan Baku dan Penanganan Limbah di PT Kayu Lima Utama”. Selama masa kuliah, penulis tercatat pernah aktif di beberapa organisasi kemahasiswaan seperti UKM Panahan IPB, Koperasi Mahasiswa IPB, Himpunan Mahasiswa Teknologi Industri (HIMALOGIN), dan UKM ASPECT IPB.

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi yang berjudul “ Kajian Penggunaan Berbagai Jenis Lateks Sebagai Bahan Tambahan Pada Beton Jalan Raya” dibuat berdasarkan penelitian yang dilakukan di Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor dan Balai Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan, Bandung.

Dalam penulisan Skripsi ini penulis mendapatkan banyak sekali bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, penulis ingin menghaturkan terima kasih kepada :

1. Dr. Ir. Tajuddin Bantacut, M. Sc Dr. dan Ir. Agus Muji Santosa, sebagai dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan selama ini.
2. Dr. Ary A. Alfa, Dr. Soeratman, S. J. Soedarmadji, dan semua pihak yang telah membantu di Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor dan Balai Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan, Bandung.
3. Orang tua dan keluarga untuk dukungan yang telah diberikan.
4. Rekan-rekan di Teknologi Industri Pertanian IPB.

Penulis menyadari akan ketidaksempurnaan dari penyusunan skripsi ini. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi siapapun yang membacanya.

Bogor, Juni 2009

Penulis

Hala Cipta Jembering, Unstang, unadang
1. Di dalam menyoqibis sebapn utasacibitrah jonyapn, ter tanspa mearcarunthar dan mropedekant sponat :
a. Perqaditrah honyo arnaka angantihingn paratidihah, jawaibahan, palidihah karyo emah, jembahahan sepelan, jembahahan karih, atau mnyahan atau mnyahan
b. Menyoqibis honyo arnaka angantihingn paratidihah, jawaibahan, palidihah karyo emah, jembahahan sepelan, jembahahan karih, atau mnyahan atau mnyahan
2. Di dalam menyoqibis sebapn utasacibitrah jonyapn, ter tanspa mearcarunthar dan mropedekant sponat :
a. Perqaditrah honyo arnaka angantihingn paratidihah, jawaibahan, palidihah karyo emah, jembahahan sepelan, jembahahan karih, atau mnyahan atau mnyahan
b. Menyoqibis honyo arnaka angantihingn paratidihah, jawaibahan, palidihah karyo emah, jembahahan sepelan, jembahahan karih, atau mnyahan atau mnyahan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
RINGKASAN	iv
PERNYATAAN	vi
BIODATA PENULIS	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan	1
2. TINJAUAN PUSTAKA	2
2.1. Lateks	2
2.2. Lateks Pravulkanisasi	6
2.3. Mortar dan Beton	9
2.4. Beton Karet	20
3. METODOLOGI	24
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.2. Bahan dan Alat	24
3.3. Prosedur Kerja	24
3.4. Parameter Pengamatan	27
3.5. Rancangan Percobaan	28
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Karakteristik Lateks	31
4.2. Karakteristik Semen dan Mortar Segar	32

Nama Cipta: Penelitian, Unsur yang ...
 1. Diambil ...
 a. ...
 b. ...
 2. ...

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Struktur lateks (a) struktur Isoprena (b) Struktur 1,4 cis-poliisoprena (Bras, 1968)	2
Gambar 2.	Diagram alir proses persiapan lateks kebun (Suryawan, 2002)	6
Gambar 3.	Diagram alir proses pembuatan lateks pekat sentrifugasi dan lateks pekat sentrifugasi ganda (Wibisono, 2004)	5
Gambar 4.	(a) struktur molekul lateks pekat (b) struktur molekul lateks pekat Pravulkanisasi (Maspangen, 1998)	7
Gambar 5.	Mekanisme vulkanisasi belerang (Honggokusumo, 1998)	8
Gambar 6.	Diagram alir proses pembuatan lateks pekat pravulkanisasi...	9
Gambar 7.	Proses pembentukan beton (Mulyono, 2005)	10
Gambar 8.	Perkembangan kekuatan tekan mortar dengan berbagai jenis semen portland (Mulyono, 2005)	11
Gambar 9.	Hubungan antara kekuatan tekan beton umur 7 hari dengan FAS (Mulyono, 2003)	13
Gambar 10.	Hubungan antara FAS dengan kekuatan tekan beton selama masa perkembangannya (Mulyono, 2003)	14
Gambar 11.	Pengaruh rongga udara terhadap kekuatan tekan beton (Mulyono, 2003)	16
Gambar 12.	Proses hidrasi pada beton (Mulyono, 2005)	17
Gambar 13.	Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton (Mulyono, 2005)	18
Gambar 14.	Skema molekul surfaktan (Hambali, 2005)	22
Gambar 15.	(a) benda uji untuk kuat tekan (b) benda uji untuk kuat lentur	25
Gambar 16.	Diagram alir penelitian	26
Gambar 17.	Histogram hubungan jenis lateks dan kadar karet kering di dalam semen terhadap bobot mortar	36
Gambar 18.	Grafik regresi antara bobot mortar (gram) dan kadar karet kering di dalam semen (%)	37

Gambar 19. Histogram hubungan jenis lateks dan kadar karet kering di dalam semen terhadap kuat lentur 38

Gambar 20. Grafik regresi antara kuat lentur (gram/cm²) dan kadar karet kering di dalam semen (%) 39

Gambar 21. Grafik regresi antara kuat lentur (gram/cm²) dan umur mortar (hari) 41

Gambar 22. histogram hubungan kadar karet kering di dalam semen terhadap kuat tekan 42

Gambar 23. Grafik regresi antara kuat tekan (gram/cm²) dan kadar karet kering di dalam semen (%) 42

Gambar 24. Histogram hubungan umur mortar terhadap kuat tekan 43

Gambar 25. Grafik regresi antara kuat tekan (gram/cm²) dan umur mortar (hari) 44

Hak Cipta Jurnalistik, Universitas Lumbung
 1. Diizinkan mengutip sebagian atau seluruhnya secara bebas, asalkan tetap menyebutkan sumber dan mengidentifikasi sumber:
 a. Pengutipan harus mencantumkan sumber, judul, dan nama penulis, dan tidak boleh diperjualbelikan.
 b. Pengutipan tidak boleh merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Diizinkan menggunakan dan menyalin kembali dengan cara digital hanya jika dalam rangka kegiatan akademik tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi kimia lateks kebun 3

Tabel 2. Beberapa standar mutu lateks pekat sentrifugasi 5

Tabel 3. Jenis-jenis semen portland sesuai dengan ASTM C150 11

Tabel 4. Kuat lentur campuran beton dan serbuk karet 21

Tabel 5. Kombinasi perlakuan jenis lateks, kadar karet kering di dalam semen, dan umur mortar 27

Tabel 6. Karakteristik lateks pekat yang digunakan 30

Tabel 7. Uji leleh mortar segar dengan lateks pekat pada berbagai kadar karet kering 34

Tabel 8. Sifat – sifat mortar segar yang dihasilkan 34

Hak Cipta Jurnalistik, Universitas Indonesia
 1. Diizinkan mengutip sebagian atau seluruhnya secara bebas, asalkan menyebutkan sumber dan mempedulikan sumber:
 a. Pengutipan hanya untuk keperluan jurnalistik, pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan buku atau tulisan untuk masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Diizinkan menggunakan dan menyalin sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Teknik Pengujian	50
Lampiran 2.	Rata-rata bobot mortar dengan perlakuan jenis lateks, kadar karet kering di dalam semen, dan umur mortar	57
Lampiran 3.	Rata-rata kuat lentur dengan perlakuan jenis lateks, kadar karet kering di dalam semen, dan umur mortar	58
Lampiran 4.	Rata-rata kuat tekan dengan perlakuan jenis lateks, kadar karet kering di dalam semen, dan umur mortar	59
Lampiran 5.	Analisis ragam dan uji lanjut	60
Lampiran 6.	Prosedur pembuatan dan pengujian mortar	66

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Lateks karet alam dikenal sebagai bahan yang memiliki elastisitas tinggi. Sifat ini sering dimanfaatkan untuk meredam getaran seperti pada bantalan jembatan dan ban kendaraan. Elastisitas karet tersebut juga dapat dimanfaatkan pada jalan beton.

Beton yang keras dan kaku mengakibatkan guncangan yang lebih besar pada kendaraan yang melaluinya ketimbang jika jalan dibuat dari aspal (Roestaman *et al.*, 2007). Sifat jalan beton tersebut mengakibatkan ketidaknyamanan pengendara ketika melalui jalan beton. Selain guncangan, sifat kaku yang dimiliki beton juga dapat mengakibatkan suara yang lebih bising karena daya pantul beton yang besar.

Lateks dengan elastisitas tinggi diharapkan dapat memperbaiki kekakuan dan kekerasan pada beton. Sukontasukkul dan Chaikaew (2005) telah mencoba menambahkan *crumb rubber* dalam bentuk partikel – partikel kecil ke dalam adonan semen dan berhasil memperbaiki elastisitas, ketahanan gelincir, dan ketahanan abrasi dari beton. Roestaman *et al* (2007) juga mengungkapkan bahwa beton dengan campuran karet memiliki kekuatan lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa campuran karet. Penambahan bahan yang berasal dari karet untuk meningkatkan elastisitas jalan beton dapat meningkatkan kenyamanan bagi pengguna jalan yang melalui jalan beton.

1.2. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan beberapa jenis lateks, taraf kadar karet kering di dalam semen, serta umur mortar terhadap bobot, kuat tekan, dan kuat lentur mortar.

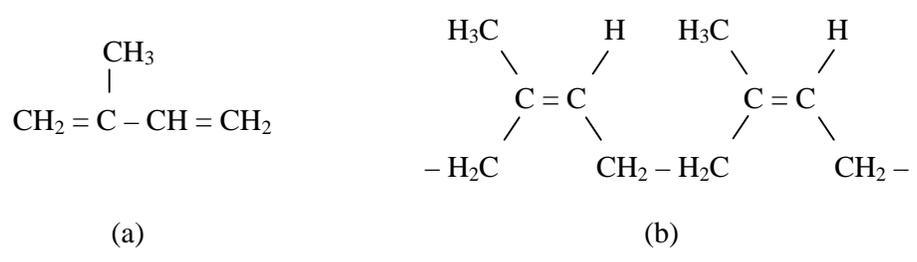
Halaman ini merupakan bagian dari dokumen publikasi yang diterbitkan oleh IPB University dan tidak boleh disalin atau disebarluaskan tanpa izin dari IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website IPB University di www.ipb.ac.id.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Lateks

Lateks adalah getah tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) dan biasa disebut dengan nama karet mentah. Umumnya lateks digunakan sebagai bahan baku karet. Lateks didapat dengan cara menyadap pohon karet. Kulit karet digores sehingga getah keluar dan ditampung. Selain pada bagian batang, lateks juga terdapat di bagian daun dan biji. Getah karet atau lateks adalah suspensi koloidal dari air dan bahan-bahan kimia. Dua komponen utama dari lateks adalah serum dan butir-butir karet yang dilapisi protein tipis. Serum di dalam lateks terdiri dari mineral, protein, enzim, dan bahan-bahan lain yang bukan karet. Kadar karet yang terdapat pada bagian koloid amat beragam, tergantung pada jenis klon, intensitas sadap, iklim dan cuaca, serta pemupukan (Nazaruddin dan Paimin, 1998).

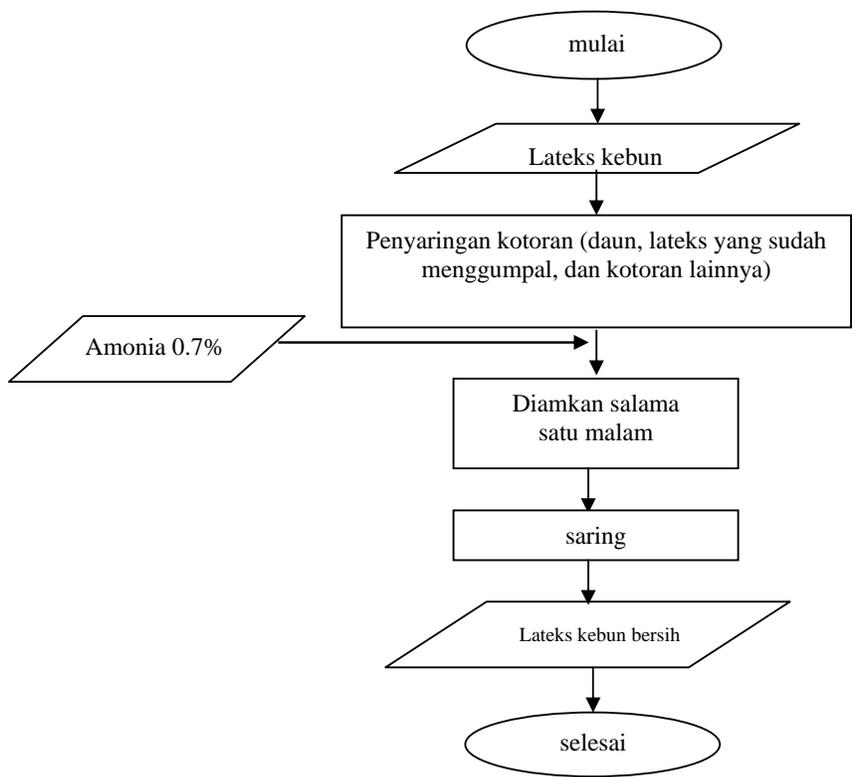
Honggokusumo (1985) menjelaskan bahwa lateks merupakan hidrokarbon poliisoprena dengan nama kimia cis 1,4-poliisoprena dengan monomer isoprena dalam bentuk 2-metil 1,3-butadiena dengan rumus molekul C₅H₈. Lateks memiliki bobot molekul 400000 – 1000000. Gambar struktur lateks dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur lateks (a) struktur isoprena (b) struktur 1,4 cis-poliisoprena (Bras, 1968)

Suparto (2002) mengungkapkan bahwa kadar karet yang umum pada lateks yang baru disadap dari kebun (lateks kebun) berkisar antara 30 – 35 %. Komposisi kimia lateks selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

menghasilkan produk dengan kelenturan yang lebih tinggi, termasuk produk beton karet. Sebelum mendapatkan perlakuan sentrifugasi maupun pendadihan, lateks kebun mengalami tahapan persiapan yang dapat dilihat pada Gambar 2.

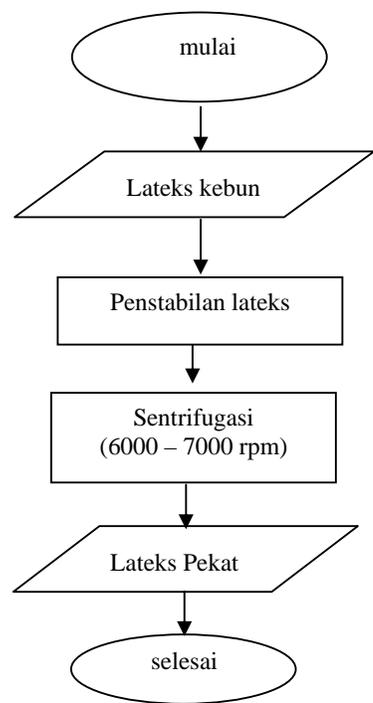


Gambar 2. Diagram alir proses persiapan lateks kebun (Suryawan, 2002)

Pembuatan lateks pekat dapat dilakukan melalui empat cara yaitu sentrifugasi, pendadihan, penguapan, dan dekantasi listrik. Teknik yang paling umum digunakan adalah metode sentrifugasi dan pendadihan (Handoko, 2002). Hal ini didasarkan pada biaya yang relatif lebih murah dan mutu lateks yang dihasilkan relatif lebih baik.

Pembuatan lateks pekat dengan metode sentrifugasi didasarkan pada perbedaan berat jenis antara partikel karet mentah dengan berat jenis serum di dalam koloid lateks. Meskipun berat jenis kedua fase ini berbeda, akan tetapi di dalam koloid lateks terjadi gerak brown yang melawan gaya gravitasi sehingga menyebabkan terhambatnya pemisahan antara kedua fase tersebut (Goutara dan Tjiptadi, 1985). Untuk melawan gerak brown tersebut maka diperlukan pemusingan dengan

kecepatan 6000 – 7000 rpm (Abednego, 1993). Diagram alir pembuatan lateks pekat sentrifugasi dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir proses pembuatan lateks pekat sentrifugasi dan lateks pekat sentrifugasi ganda (Wibisono, 2004)

Hasil dari pemusingan ini akan menghasilkan lateks pekat dengan kadar karet kering sekitar 60 % dan lateks skim dengan kadar karet kering 3 – 8 % (Goutara dan Tjiptadi, 1985). Beberapa standar mutu lateks pekat dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Beberapa standar mutu lateks pekat sentrifugasi

Kriteria standar mutu lateks pekat sentrifugasi	Nilai
Jumlah padatan total minimum (%)	61.5
Kadar karet kering minimum (%)	60.0
Kadar amoniak minimum (%)	0.6
Kemantapan mekanik minimum (detik)	650.0

Sumber: Handoko (2002)

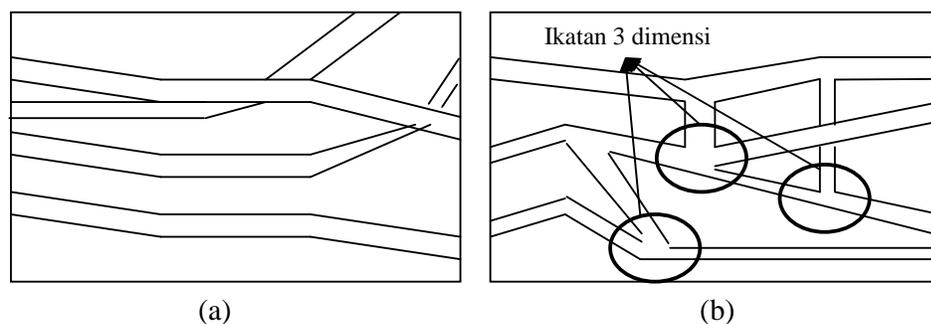
Sifat lateks yang paling penting adalah elastisitas. Elastisitas adalah kemampuan suatu bahan untuk kembali ke bentuk asalnya setelah diregang atau ditekan. Lateks memiliki elastisitas sampai beberapa ratus persen, jauh di atas logam yang

hanya memiliki elastisitas 0.2 % (Maspangen, 1998). Beton dan mortar yang memiliki elastisitas rendah dapat mengalami peningkatan elastisitas apabila ditambahkan lateks ke dalam campurannya.

2.2. Lateks Pravulkanisasi

Pravulkanisasi pada lateks termasuk dalam kategori *compounding* atau proses penambahan bahan – bahan kimia ke dalam lateks. Tujuan dari *compounding* adalah untuk memperbaiki sifat – sifat lateks yang tidak diinginkan atau tidak diharapkan. Perbaikan sifat – sifat tersebut dapat berupa peningkatan viskositas, kekerasan, modulus tegangan putus, ketahanan kikis, dan lain sebagainya (Arizal, 1998). Contoh bahan – bahan kimia yang sering digunakan adalah bahan pembantu mastikasi, pemvulkanisasi, pencepat, penggiat, dan lain – lain.

Pravulkanisasi dilakukan dengan memberi waktu bagi kompon untuk bereaksi membentuk ikatan silang (Alfa, 2008). Ikatan ini akan membentuk jaringan tiga dimensi dan menambah kekuatan fisiknya. Pravulkanisasi adalah proses aplikasi tekanan dan panas ke dalam campuran elastomer dan bahan kimia. Proses ini akan merubah molekul karet yang panjang sehingga membentuk struktur tiga dimensi yang saling mengikat melalui pembentukan ikatan silang secara kimiawi. Perubahan molekul pada lateks pravulkanisasi akan menurunkan plastisitas dan meningkatkan densitas, kekuatan, dan kemantapan (Honggokusumo, 1998). Dengan turunnya plastisitas di dalam lateks, maka elastisitas lateks akan meningkat sehingga produk yang dihasilkan dari lateks pravulkanisasi akan memiliki kelenturan yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena ikatan tiga dimensi yang ada pada lateks pravulkanisasi akan memberikan perlawanan berupa gaya balik untuk mengembalikan bentuk asalnya. Semakin meningkatnya elastisitas dari lateks yang digunakan, maka diharapkan beton dan mortar yang dicampurkan dengan lateks pekat pravulkanisasi memiliki elastisitas yang lebih baik dibandingkan dengan yang hanya menggunakan lateks pekat. Perbedaan struktur antara lateks pekat dengan lateks pekat pravulkanisasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. (a) struktur molekul lateks pekat (b) struktur molekul lateks pekat pravulkanisasi (Maspangen, 1998)

Penampakan lateks pravulkanisasi sama dengan lateks pekat biasa termasuk dalam hal bentuk, ukuran, distribusi, dan gerak *Brown*. Ikatan silang yang terjadi pada proses pravulkanisasi terpisah di dalam masing-masing partikel karet tanpa adanya interaksi antarpartikel. ikatan silang yang terjadi dalam partikel karet memiliki bentuk sama, namun derajat ikatan silangnya tidak selalu sama pada setiap daerah partikel karet. Derajat ikatan silang tertinggi berada pada permukaan dan semakin masuk ke arah inti partikel menjadi semakin menurun (Alfa, 2008).

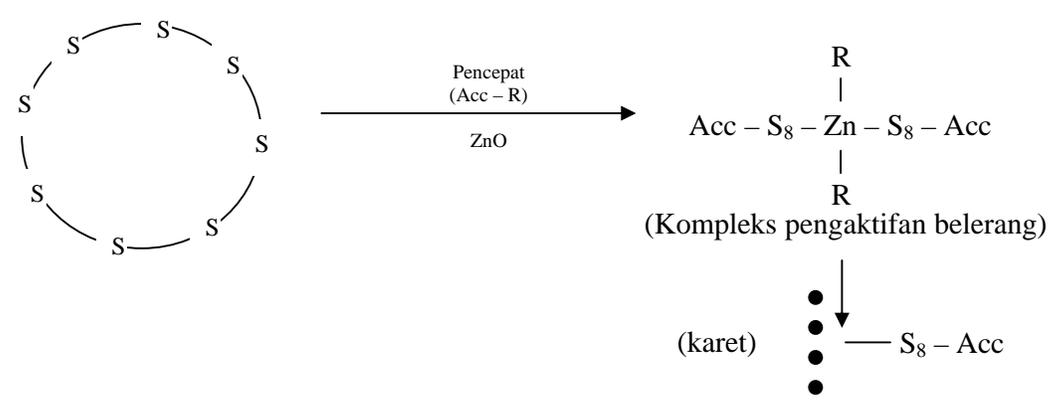
Bahan yang paling umum digunakan untuk dijadikan sebagai pemvulkanis adalah belerang. Bahan ini dapat bereaksi dengan gugus aktif yang terdapat pada molekul karet untuk membentuk ikatan silang antar molekul. Untuk mempercepat proses vulkanisasi, biasanya ditambahkan akselerator seperti merkaptobenzoliazol (MBT). Untuk meningkatkan laju pematangan, aktivator biasanya juga ditambahkan ke dalam sistem vulkanisasi. Aktivator atau penggiat yang biasa digunakan adalah kombinasi oksida seng (ZnO) dan asam stearat (Honggokusumo, 1998).

Proses pravulkanisasi terjadi dengan adanya proses melarutnya bahan-bahan kimia kompon di dalam fase air sebagai pendispersi yang kemudian akan ditransfer ke permukaan partikel karet. Sulfur larut dalam air disebabkan oleh aktivitas sistein sebagai katalisator. Zinc dialkilditiokarbamat larut ke dalam air dipacu oleh keberadaan sulfur. Kelarutan ZnO dalam lateks dipengaruhi oleh amoniak karena ion hidrogen bereaksi dengan amoniak membentuk amonium

yang akan bereaksi dengan zinc membentuk zinc amina yang dapat larut dalam air.

Setelah larut, dietilamina mengkatalis pembukaan lingkaran oktasulfur (S_8) dilanjutkan bereaksi dengan pemercepat membentuk kompleks sulfur-pemercepat. Ikatan atom zinc dari pemercepat dengan ion hidrogen dari air meningkatkan kelarutan kompleks sulfur-pemercepat untuk melakukan transfer ke permukaan partikel karet. Setelah transfer ke permukaan karet, kompleks sulfur-pemercepat bereaksi dengan ikatan rangkap molekul partikel karet dan membentuk ikatan silang di dalam partikel karet.

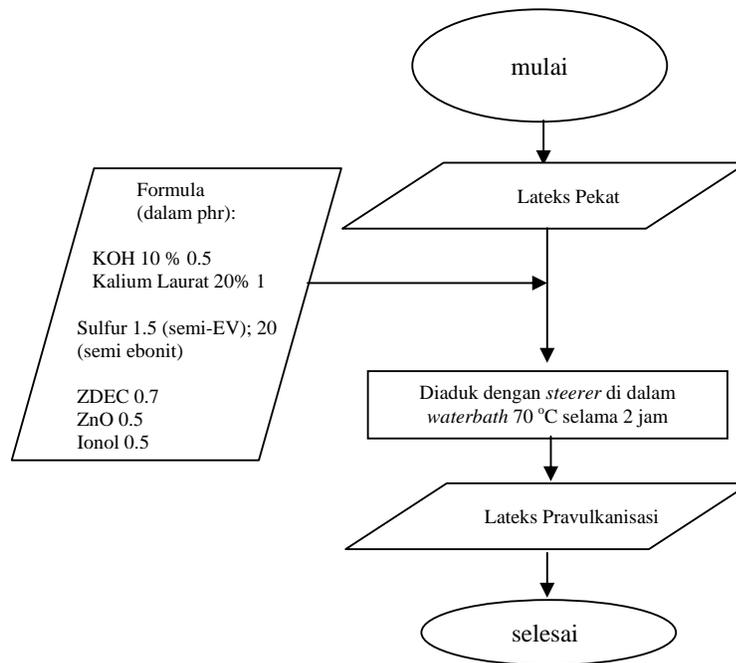
Proses pravulkanisasi ditandai dengan pemutusan lingkaran S_8 dan terbentuknya kompleks pengaktifan yang mengandung akselerator dan aktivator. Kompleks pengaktifan kemudian melepas rantai belerang oligomer yang menyerang atom C pada molekul – molekul karet dan membentuk ikatan silang (Honggokusumo, 1998). Proses pravulkanisasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Mekanisme vulkanisasi belerang (Honggokusumo, 1998)

Sistem lateks pravulkanisasi dapat dibedakan berdasarkan jumlah belerang yang ditambahkan di dalam sistem. Sistem pravulkanisasi konvensional biasanya menambahkan 2 – 3.5 phr, sistem pravulkanisasi *efficient vulcanization* (EV) sebanyak 0.3 – 0.8 phr, semi – EV sebanyak 1 – 1.7 phr, dan semi ebonit dapat

ditambahkan sampai mencapai 20 phr. Diagram alir pembuatan lateks pravulkanisasi dapat dilihat pada Gambar 6.



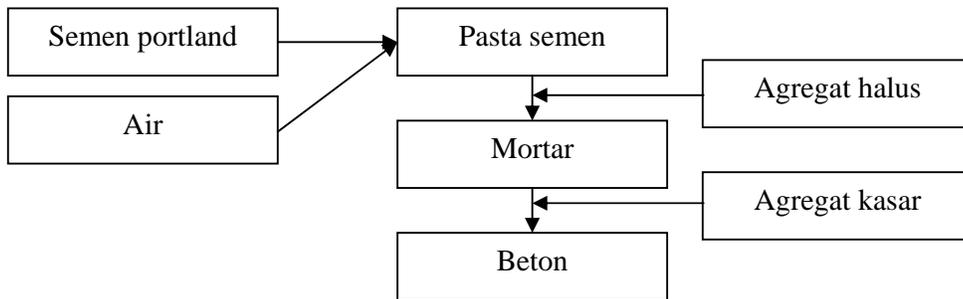
Gambar 6. Diagram alir proses pembuatan lateks pekat pravulkanisasi

Perbedaan jumlah belerang yang ditambahkan akan menghasilkan jenis ikatan silang yang berbeda pula sehingga sifat – sifat yang dihasilkan juga berbeda. Semakin banyak belerang yang ditambahkan ke dalam lateks pekat maka elastisitas yang dihasilkan semakin baik. Dengan semakin tingginya elastisitas lateks, maka diharapkan beton dengan campuran lateks pravulkanisasi dapat memiliki elastisitas atau kelenturan yang lebih baik.

2.3. Mortar dan Beton

Beton dapat didefinisikan sebagai sebuah fungsi yang terdiri dari campuran semen hidrolisis, agregat kasar, agregat halus, air, serta bahan-bahan tambahan lainnya (Mulyono, 2003). Proses pembuatan beton yaitu dengan mencampurkan air dengan semen yang disebut dengan pasta semen, pasta semen kemudian ditambahkan dengan agregat halus yang kemudian campurannya disebut dengan

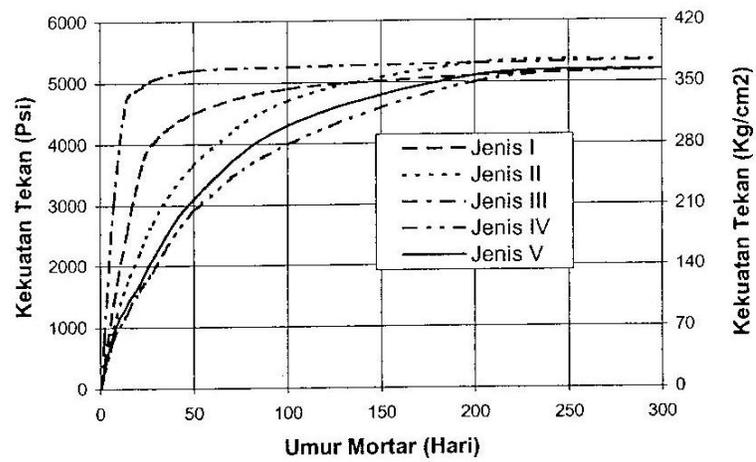
mortar. Mortar yang terbentuk kemudian ditambahkan agregat kasar dan disebut dengan istilah beton. Proses terbentuknya beton dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses pembentukan beton (Mulyono, 2005)

Keunggulan beton adalah dapat dibentuk dengan mudah sesuai dengan kebutuhan konstruksi, mampu menahan beban pikul yang tinggi, tahan terhadap temperatur yang tinggi, dan memiliki biaya pemeliharaan yang kecil. Kekurangan dari beton adalah sulit mengubah bentuk ketika beton sudah mengeras, pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi, bobot yang besar, dan memiliki daya pantul yang besar (Mulyono, 2003). Beton dapat digunakan dalam berbagai aspek teknik sipil mulai dari pembuatan pondasi, bendungan, saluran irigasi, dan perkerasan jalan.

Semen adalah bahan inti dalam pembuatan beton. Semen memiliki sifat adesif dan kohesif yang memungkinkan melekatnya mineral-mineral menjadi suatu massa yang padat (Wang *et al.*, 2000). Semen dapat menjadi keras dengan adanya air. Semen semacam ini sering disebut dengan nama semen hidrolis yang terdiri dari silikat dan *lime* yang terbuat dari batu kapur dan tanah liat yang dihancurkan, dicampur, dan dibakar di dalam *kiln*. Nama lain dari semen hidrolis adalah *portland cement* karena beton yang dihasilkan menyerupai batu portland. Kekuatan beton yang dibuat dengan semen portland biasanya dicapai pada umur 28 hari. Grafik perkembangan kekuatan tekan mortar dengan berbagai jenis semen portland dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Perkembangan kekuatan tekan mortar dengan berbagai jenis semen portland (Mulyono, 2005)

Fungsi utama semen adalah untuk mengikat butir-butir agregat dan mengisi rongga-rongga udara yang ada di dalam agregat. Semen portland dibedakan menjadi beberapa macam berdasarkan fungsi tambahannya. Jenis-jenis semen portland dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis-jenis semen portland sesuai dengan ASTM C150

Jenis	Penggunaan
I	Konstruksi biasa
II	Konstruksi biasa dengan perlawanan terhadap sulfat dan panas dari hidrasi yang sedang
III	Jika kekuatan permulaan yang tinggi diinginkan
IV	Jika panas yang rendah dari hidrasi diinginkan
V	Jika daya tahan yang tinggi terhadap sulfat diinginkan

Sumber: Mulyono (2005)

Konsistensi normal adalah salah satu jenis sifat atau karakter fisik dari semen portland. Konsistensi semen portland lebih banyak pengaruhnya pada pencampuran awal. Konsistensi ini bergantung pada perbandingan semen dan air serta aspek-aspek bahan semen seperti kehalusan dan kecepatan hidrasi (Wang *et al.*, 2000).

Waktu pengikatan semen adalah waktu yang dibutuhkan oleh semen untuk mengeras. Waktu pengikatan ini dibedakan menjadi waktu pengikatan awal dan waktu ikatan akhir. Waktu pengikatan awal adalah waktu dari pencampuran

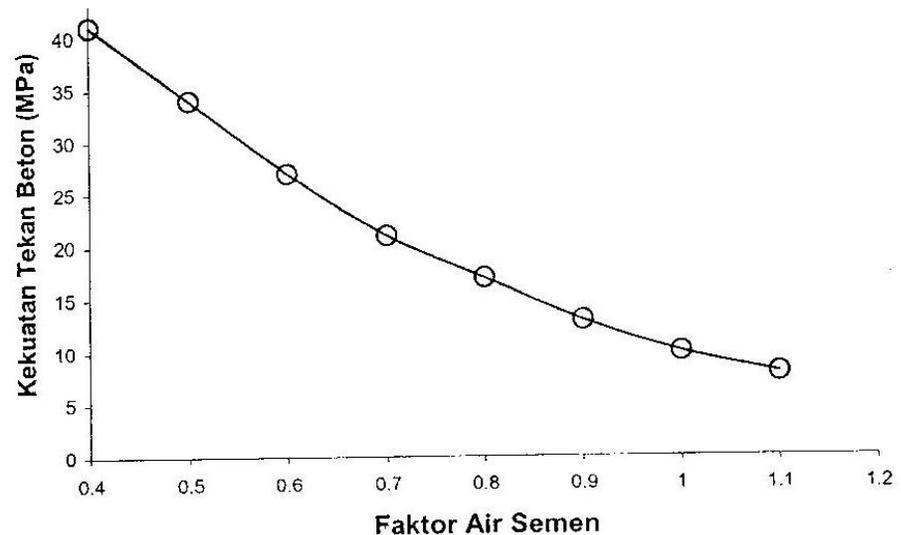
1. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 2. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 3. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 4. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 5. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 6. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 7. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 8. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 9. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 10. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 11. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 12. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 13. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 14. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 15. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 16. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 17. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 18. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 19. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 20. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 21. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 22. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 23. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 24. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 25. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 26. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 27. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 28. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 29. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 30. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 31. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 32. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 33. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 34. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 35. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 36. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 37. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 38. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 39. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 40. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 41. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 42. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 43. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 44. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 45. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 46. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 47. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 48. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 49. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 50. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 51. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 52. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 53. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 54. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 55. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 56. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 57. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 58. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 59. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 60. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 61. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 62. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 63. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 64. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 65. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 66. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 67. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 68. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 69. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 70. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 71. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 72. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 73. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 74. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 75. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 76. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 77. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 78. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 79. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 80. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 81. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 82. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 83. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 84. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 85. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 86. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 87. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 88. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 89. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 90. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 91. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 92. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 93. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 94. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 95. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 96. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 97. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 98. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 99. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University
 100. Melakukan penelitian sebagai mahasiswa di lingkungan IPB University

terjadi kelecakan dan kemudahan dalam pengerjaan (*workability*) tidak dapat tercapai. Adonan semen yang mudah dikerjakan dapat didefinisikan sebagai adonan yang pengadukannya mudah dilakukan dan mudah dituangkan ke dalam cetakan untuk dibentuk (Hewes, 1949).

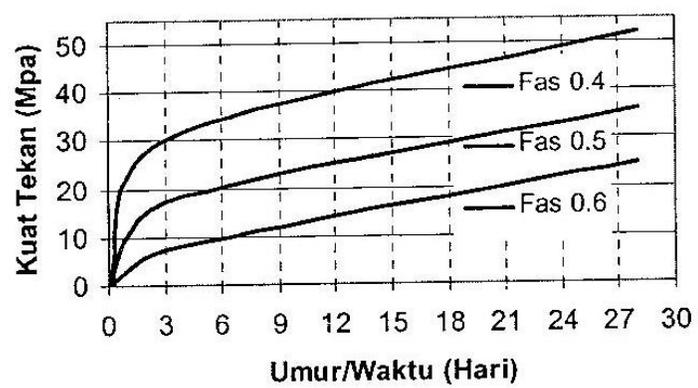
Banyaknya air yang digunakan dalam campuran semen sering disebut dengan istilah faktor air semen (FAS). FAS dihitung dengan cara membagi berat air yang digunakan dengan berat semen.

$$FAS = \text{berat air} / \text{berat semen}$$

Nilai FAS yang tinggi mengakibatkan menurunnya kekuatan beton yang dihasilkan. Nilai FAS yang rendah akan mengakibatkan air yang berada di antara bagian-bagian semen sedikit dan jarak antar butiran semen menjadi lebih pendek. Nilai FAS yang biasa digunakan adalah antara 0.4 – 0.65 (Mulyono, 2003). Hubungan antara kekuatan tekan beton pada umur 7 hari dengan FAS dan hubungan antara FAS dengan kekuatan tekan beton selama masa perkembangannya dapat dilihat pada Gambar 9. dan Gambar 10.



Gambar 9. Hubungan antara kekuatan tekan beton umur 7 hari dengan FAS (Mulyono, 2003)



Gambar 10. Hubungan antara FAS dengan kekuatan tekan beton selama masa perkembangannya (Mulyono, 2003)

Agregat memiliki peranan penting dalam pembuatan mortar dan beton. Kandungan agregat di dalam mortar atau beton berkisar antara 60% – 70% dari total bobot beton atau mortar yang dihasilkan. Karena komposisinya yang amat besar, maka sifat dari agregat yang dipakai perlu diperhatikan juga karena akan mempengaruhi kualitas beton atau mortar yang dihasilkan (Mulyono, 2003).

Agregat dapat dibedakan menjadi dua, yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat kasar hanya digunakan dalam pembuatan beton, sedangkan agregat halus digunakan baik pada pembuatan mortar maupun beton. Agregat halus, berdasarkan ASTM, adalah semua jenis agregat yang memiliki ukuran kurang dari 4.75 mm, sedangkan agregat kasar adalah agregat yang memiliki ukuran lebih dari 4.75 mm. Agregat halus biasa disebut dengan istilah pasir, sedangkan agregat kasar biasa disebut dengan kerikil.

Kualitas agregat halus ditentukan dari bentuk, porositas, tekstur, dan kebersihan agregat tersebut (Mulyono, 2003). Bentuk agregat halus yang bulat memiliki rongga udara yang lebih sedikit dibandingkan agregat halus dengan bentuk lainnya. Semakin sedikit rongga udara yang ada akan membuat beton yang dihasilkan semakin kuat. Tekstur permukaan agregat yang halus membutuhkan air yang lebih sedikit dalam pengerjaan campuran sehingga kekuatan beton yang dihasilkan akan lebih baik. Kebersihan agregat halus juga akan menentukan kekuatan beton karena agregat yang bersih akan menghindarkan beton dari

tercampurnya zat –zat yang dapat merusak beton baik pada saat beton muda maupun ketika sudah mengeras.

Menurut Landgreen (1994) ruang udara yang dihasilkan dari susunan agregat akan berpengaruh terhadap kekuatan beton. Kepadatan volume agregat akan mempengaruhi berat isi dari beton yang dihasilkan. Berat jenis agregat akan mempengaruhi proporsi campuran dan berat sebagai kontrol. Kadar air permukaan agregat berpengaruh pada penggunaan air saat pencampuran.

Pengerjaan beton dapat dibagi menjadi tujuh tahapan, yaitu pekerjaan persiapan, penakaran, pengadukan, penuangan, pemadatan, penyelesaian akhir, dan perawatan. Dalam pekerjaan persiapan, hal – hal yang perlu diperhatikan adalah kebersihan semua peralatan yang digunakan untuk pengadukan dan pengangkutan beton dan tulangan yang digunakan. Air yang ada pada permukaan ruang yang akan diisi beton harus dikeringkan terlebih dahulu, kecuali air tersebut memang diperlukan untuk tujuan tertentu seperti apabila ada pasangan dinding bata yang berhubungan langsung dengan beton, maka bata tersebut harus dibasahi dengan air sampai jenuh (Departemen Pekerjaan Umum, 1989).

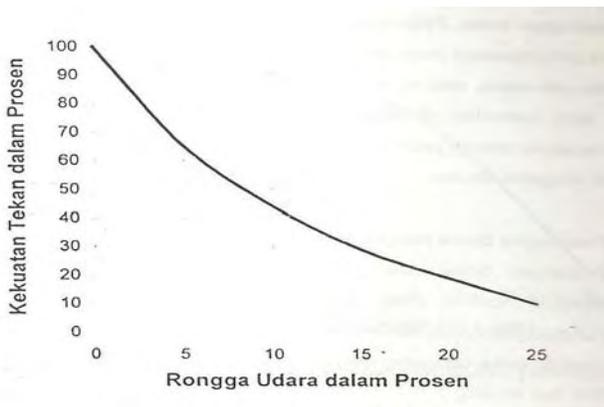
Proses penakaran pada beton umumnya menggunakan perbandingan satu bagian semen, tiga bagian pasir, dan lima bagian kerikil. Sedangkan untuk pembuatan mortar, perbandingan yang digunakan adalah 500 bagian semen dan 1350 bagian agregat halus. Untuk mendapatkan kekuatan tekan yang baik maka proporsi penakaran harus didasarkan pada penakaran bobot. Penakaran yang didasarkan pada volume akan menghasilkan kekuatan tekan yang lebih kecil dari 20 Mpa (Gaynor, 1994).

Pengadukan campuran beton atau mortar dapat dilakukan secara manual maupun dengan mesin. Pengadukan secara mesin memiliki beberapa keunggulan yaitu biaya pengerjaan yang lebih murah dan campuran yang dihasilkan lebih homogen dan plastis. Pengadukan secara manual dilakukan di tempat yang kedap air dengan mencampurkan semen dan pasir terlebih dahulu sampai didapatkan warna yang

homogen. Pekerjaan kemudian dilanjutkan dengan menambahkan kerikil. Setelah tercampur maka tambahkan air sebanyak 75 % dari takaran yang ditentukan. Campuran kembali diaduk sambil ditambahkan sisa air secara bertahap.

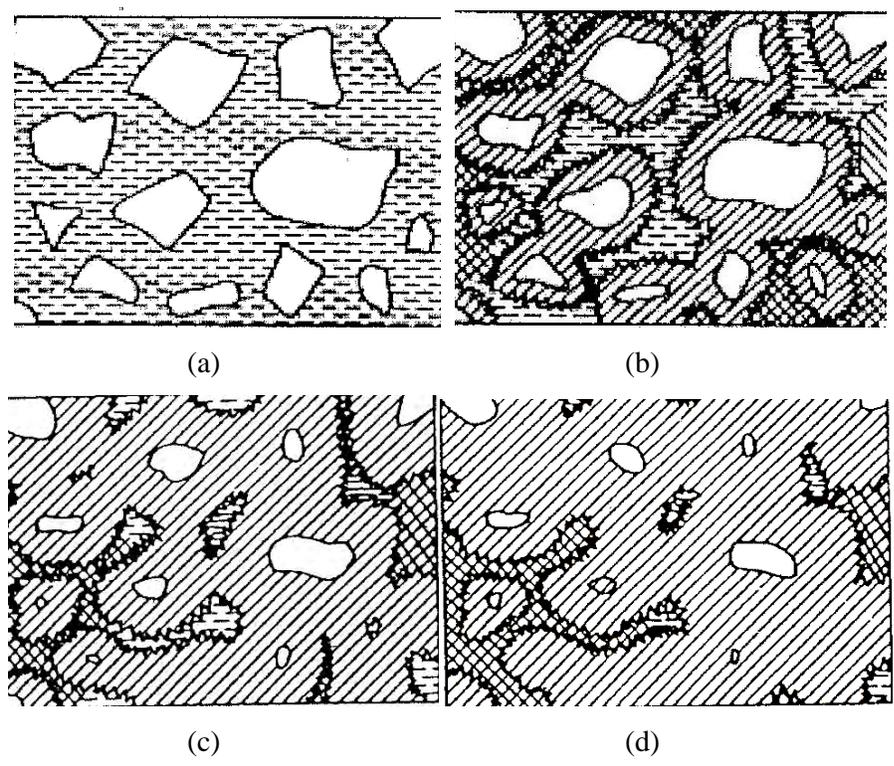
Pada pencampuran adukan beton dengan menggunakan mesin, hal yang harus diperhatikan adalah waktu pengadukan. Waktu pengadukan disesuaikan dengan spesifikasi teknis dari alat yang digunakan yang umumnya didasarkan pada kapasitas alat. Waktu pengadukan yang terlalu singkat akan mengakibatkan pencampuran yang tidak merata. Apabila pengadukan dilakukan terlalu lama dapat mengakibatkan naiknya suhu campuran, terjadinya keausan pada agregat yang digunakan sehingga dapat menjadi pecah, terjadi kehilangan air, dan kekuatan beton menurun.

Pemadatan diperlukan untuk mengurangi jumlah rongga udara yang ada di dalam beton. Banyaknya rongga udara di dalam beton akan mengakibatkan penurunan kekuatan tekan (Gambar 2). Alat yang digunakan untuk proses pemadatan dapat berupa tongkat kayu, yang proses pemadatannya dilakukan secara manual atau dengan menggunakan alat pemadat mesin berupa *vibrator*. Penggunaan vibrator biasa dilakukan jika kapasitas beton yang diproses besar. Proses pemadatan dilakukan sebelum terjadinya *initial setting time*. Grafik yang menunjukkan pengaruh rongga udara terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh rongga udara terhadap kekuatan tekan beton (Mulyono, 2003)

Semen portland akan bereaksi dengan air segera setelah tercampur. Setelah 24 jam, dengan suhu kamar 30 – 40 °C, semen mengalami proses hidrasi. Hal ini ditunjukkan dengan terbentuknya lapisan penutup dengan bertambahnya kepadatan dan ketebalan yang melapisi partikelnya. Proses pembentukan beton dapat dilihat pada Gambar 12.



Keterangan:

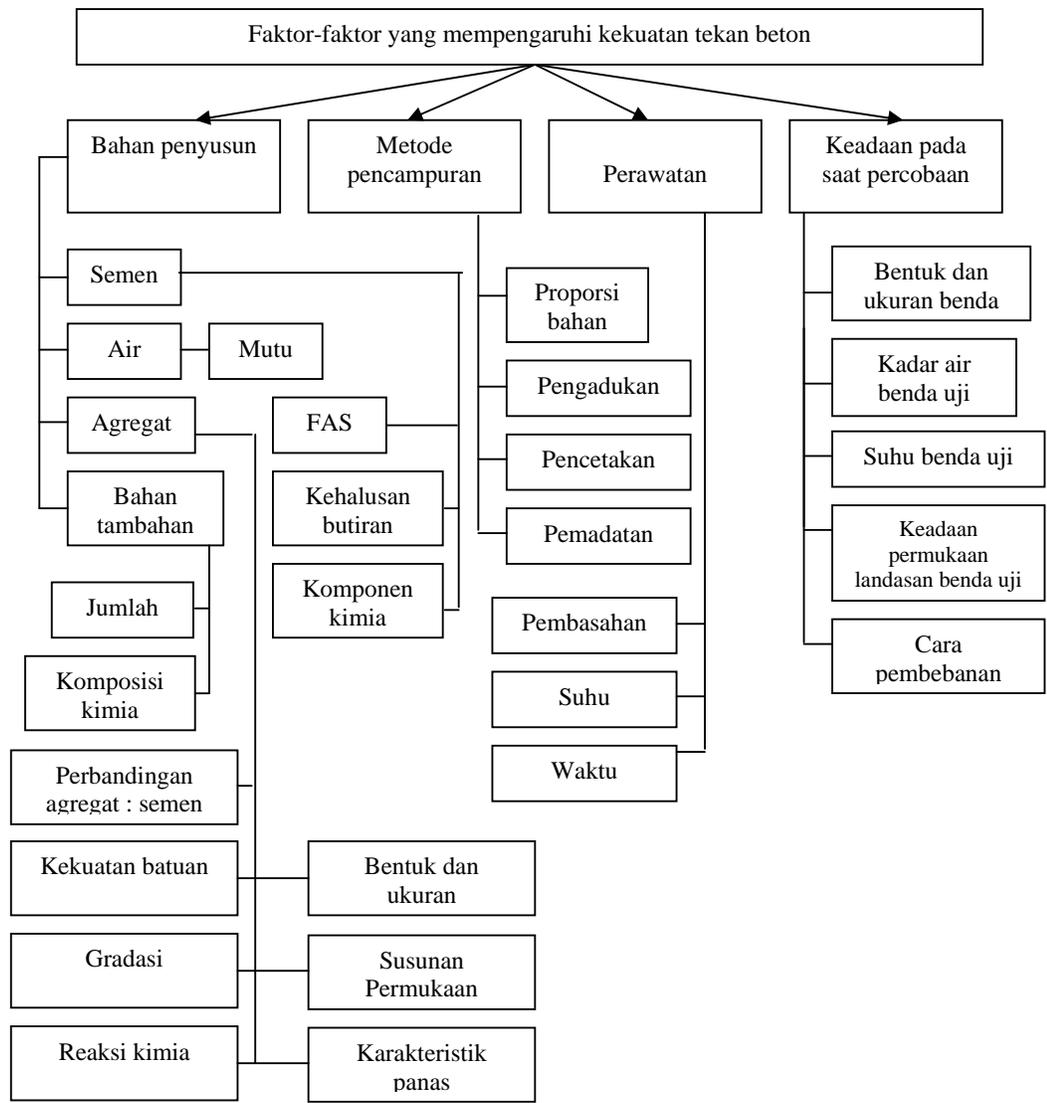
- Material yang belum terhidrasi
- Pori-pori yang terisi air
- Ikatan C-S-H
- Kalsium Hidroksida

- (a). Terjadinya pencampuran pertama
- (b). Kondisi beton setelah berumur 7 hari
- (c). Kondisi beton setelah bermur 28 hari
- (d). Kondisi beton setelah berumur 12 bulan

Gambar 12. Proses hidrasi pada beton (Mulyono, 2003)

Sebelum beton mencapai *final setting*, maka biasanya dilakukan pekerjaan akhir. Tujuan pekerjaan akhir adalah untuk mendapatkan permukaan beton yang rata dan mulus. Setelah beton mencapai *final setting*, maka langkah terakhir dalam

pengerjaan beton adalah perawatan beton (*curing*). Perawatan dilakukan agar proses hidrasi tidak mengalami gangguan yang dapat mengakibatkan kehilangan air yang terlalu cepat sehingga beton mengalami keretakan. Proses perawatan ini biasanya dilakukan antara tiga sampai tujuh hari ataupun lebih. Perawatan ini juga dapat meningkatkan umur pakai beton, ketahanan terhadap aus, serta stabilitas dari dimensi struktur. Untuk menghasilkan beton yang bermutu tinggi maka ada faktor – faktor yang perlu diperhatikan yaitu, faktor air semen, kualitas agregat kasar dan halus, dan penggunaan bahan – bahan tambahan lainnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan beton (Mulyono, 2005)

2.4. Beton Karet

Pengembangan teknologi beton karet sudah dimulai sejak tahun 1970-an (Alfa, 2008). Beton karet adalah campuran antara beton yang memiliki sifat dasar keras dengan karet yang memiliki sifat lentur. Kombinasi dari kedua sifat tersebut dapat memperbaiki sifat jalanan yang terbuat dari beton sehingga lebih nyaman ketika dilalui (Roestaman *et al.*, 2007).

Beberapa studi memperlihatkan bahwa berbagai jenis karet padat berupa remahan karet atau limbah vulkanisat seperti serbuk ban bekas telah digunakan sebagai bahan bantu dalam kegiatan perkerasan jalan. Sukontasukkul dan Chaikaew (2005) menggunakan karet yang berasal dari ban bekas (*crumb rubber*) sebagai bahan pengganti agregat dengan persentase 10 – 20 % bobot. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa kekuatan tekan dan kekakuan dari beton yang dihasilkan menurun dan kemampuan penyerapan energi meningkat. Kelenturan yang dihasilkan oleh beton karet ini juga meningkat dan memiliki tahanan gelincir dan tahanan abrasi yang lebih baik (Xi *et al.*, 2004).

Penambahan bahan tambahan karet pada beton akan menghasilkan penurunan *workability* dan kekuatan campuran beton, memiliki kandungan udara yang lebih tinggi, lebih ringan, lebih tahan terhadap retakan, dan memiliki nilai keteguhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan beton biasa (Naik dan Siddique, 2002; Roestaman *et al.*, 2007). Laju perkembangan kekuatan beton karet lebih cepat dibandingkan beton biasa. Pada umur yang sama kekuatan beton karet lebih tinggi dibandingkan beton biasa (Roestaman *et al.*, 2007).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Roestaman *et al.* (2007) terlihat bahwa campuran beton dengan remah karet menghasilkan kecenderungan penurunan *workability*, kuat tekan, maupun kuat lentur. Untuk mengatasi penurunan *workability* tersebut maka digunakan bahan tambahan pada semen berupa *plasticiser* yang dapat memberikan *workability* yang lebih baik pada beton segar dengan kandungan air (FAS) yang lebih rendah

Tabel 4. Kuat lentur campuran beton dan serbuk karet

Jenis campuran	Kuat lentur	
	tanpa <i>plasticiser</i> (kg/cm ²)	dengan <i>plasticiser</i> (kg/cm ²)
beton normal	53	-
beton + 2.5 % karet	46.93	65.32
beton + 5 % karet	37.6	57.32
beton + 7.5 % karet	24.8	47.32
beton + 10 % karet	25.33	50.66
beton + 12.5 % karet	22.4	45.46
beton + 15 % karet	28.27	49.59

Sumber: Roestaman *et al.* (2007)

Dengan menggunakan *admixture plasticiser* sebagai bahan tambah dan serbuk karet sebagai bahan campuran di dalam beton, Roestaman *et al.* (2007) dapat menghasilkan kuat lentur yang lebih baik pada penambahan karet sebesar 2.5 % dan 5 %. Dibandingkan dengan beton yang normal yang tidak menggunakan bahan tambahan karet. Pada penambahan karet 7.5, 10, 12.5, dan 15 % karet, kuat lentur yang dihasilkan tidak lebih baik jika dibandingkan dengan beton normal yang tidak menggunakan karet.

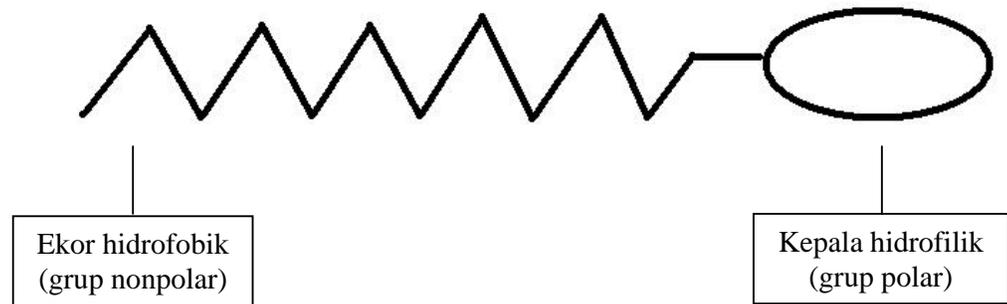
Penyebaran karet alam dalam bentuk padatan pada beton relatif lebih sulit homogen bila dibandingkan dengan penggunaan dengan lateks (Alfa, 2008). Haryadi (2005) mengemukakan bahwa penambahan lateks pada campuran beton juga akan menurunkan kuat tekan dan meningkatkan kuat tarik beton yang dihasilkan. Penggunaan lateks sebagai bahan tambahan pada beton akan menghasilkan *maximum ultimate strength* pada rasio air : semen sebesar 2 : 5 dan rasio optimum pada perbandingan 1 : 2 (Malai dan Khamput, 2006).

Salah satu sifat lateks adalah mudah menggumpal. Penggumpalan lateks dapat dicegah dengan memberi amoniak untuk menjaga kestabilannya. Kestabilan lateks ketika dicampur dengan semen tidak dapat cukup dijaga dengan hanya menggunakan amoniak (Alfa, 2008). Pencampuran lateks dengan semen menyebabkan penggumpalan lateks sehingga campuran yang dihasilkan tidak homogen. Penggunaan lateks di dalam campuran semen akan menghasilkan

penyerapan air yang lebih rendah, maka dari itu dibutuhkan surfaktan non-ionik sebagai emulsifier di dalam campuran beton (Malai dan Khamput, 2006).

Rieger (1985) mengungkapkan bahwa surfaktan dapat digunakan untuk menjaga kestabilan partikel di dalam larutan dengan cara menghalangi penggabungan dari partikel-partikel yang terdispersi. Untuk menjaga kestabilan lateks, Alfa (2008) menggunakan surfaktan nonionik berupa emulgen sebanyak 7 bsk sehingga campuran yang dihasilkan menjadi stabil. Kombinasi pemakaian 5 bsk emulgen dan 2.5 bsk kasein juga dapat membuat campuran semen menjadi stabil (Alfa, 2008). Blackley (1996) menjelaskan bahwa surfaktan biasa ditambahkan dalam jumlah kurang dari satu persen.

Menurut Rieger (1985), Surfaktan adalah senyawa organik yang dalam molekulnya terdapat setidaknya satu gugus hidrofilik dan hidrofobik (Gambar 14.). Apabila surfaktan ditambahkan ke dalam suatu cairan, maka karakteristik tegangan permukaan dan antarmuka cairan tersebut akan berubah. Berdasarkan muatannya, surfaktan dapat dibedakan menjadi empat yaitu anionik, nonionik, kationik, dan amfoterik (Hambali, 2005).



Gambar 14. Skema molekul surfaktan (Rieger, 1985)

Selain sebagai penstabil lateks, surfaktan juga dapat digunakan sebagai jembatan yang mengikat molekul-molekul karet di dalam lateks dengan semen. Molekul-molekul karet akan berikatan dengan gugus hidrofobik pada surfaktan dan molekul-molekul semen akan berikatan dengan gugus hidrofiliknya. Georgiou *et*

3. METODOLOGI

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan di Balai Penelitian Teknologi Karet (BPTK) Bogor dan Balai Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan (Pusjatan) Bandung. Penelitian ini berlangsung mulai dari Oktober sampai Desember 2008.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan pada penelitian ini adalah tiga jenis lateks, yaitu lateks pekat sentrifugasi, lateks pravulkanisasi semi-EV, dan lateks pravulkanisasi semi-Ebonit. Untuk pembuatan beton, bahan yang diperlukan adalah *Portland Cement* tipe-I, agregat halus berupa pasir Bangka, serta air.

Alat yang digunakan untuk pembuatan lateks adalah alat - alat kimia seperti erlenmeyer, gelas piala, dan stirer. Peralatan untuk pembuatan campuran mortar adalah *molen*, sendok semen, dan cetakan.

Pengujian kuat tekan maupun kuat lentur dilakukan dengan menggunakan mesin *multi purpose tensile strength*, sedangkan pengujian konsistensi normal semen dan waktu pengikatan awal dilakukan dengan alat *vicat*.

3.3. Prosedur Kerja

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan pertama adalah pembuatan berbagai jenis lateks yang akan digunakan sebagai bahan tambahan pada mortar. Lateks yang perlu dipersiapkan adalah lateks pekat sentrifugasi, lateks pravulkanisasi semi-EV, dan lateks pravulkanisasi semi-Ebonit.

Hala Cipta Jembatan, Unsur-unsur dan
1. Dalam hal ini sebagai unsur-unsur yang
a. Pengujian tensi untuk mengetahui perbandingan, jenis, dan jumlah bahan yang digunakan
b. Pengujian tensi untuk mengetahui perbandingan, jenis, dan jumlah bahan yang digunakan
2. Dalam hal ini sebagai unsur-unsur yang digunakan untuk mengetahui perbandingan, jenis, dan jumlah bahan yang digunakan

Tahapan kedua adalah membuat campuran mortar-lateks. Langkah pertama adalah menguji karakteristik bahan dasar lateks pekat dan semen yang digunakan dalam penelitian ini. Campuran mortar dibuat dengan perbandingan 1375 bagian pasir dan 500 bagian semen (ASTM, 1997).

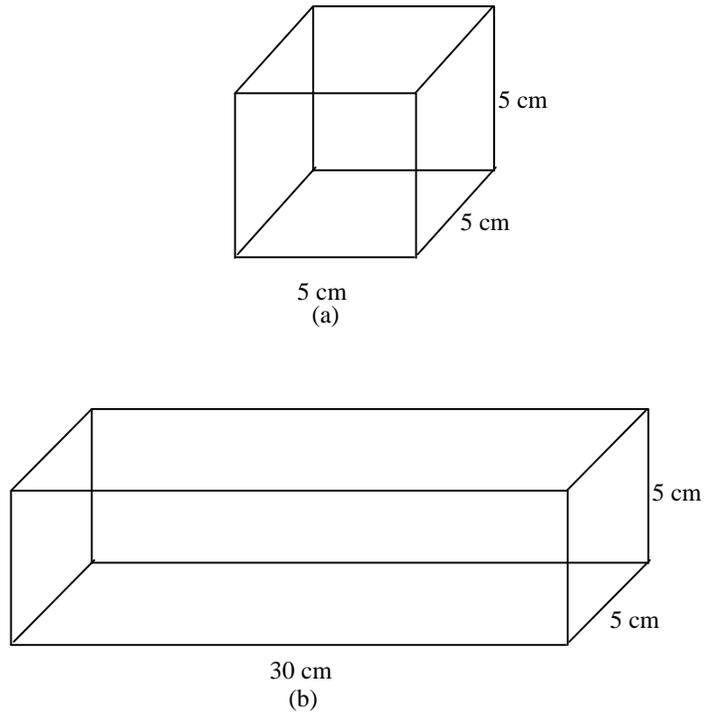
Air yang digunakan antara 40 – 70 % dari total semen. Penggunaan air ditentukan oleh *workability* mortar segar yang dihasilkan. Jika *workability* yang dihasilkan masih belum baik, maka air ditambahkan sedikit-sedikit sampai *workability* yang baik tercapai. Penambahan air dihentikan jika FAS sudah mencapai 70 % meskipun *workability* yang dihasilkan masih belum sesuai harapan. Hal ini bertujuan untuk mencegah terjadinya penurunan yang besar pada kuat tekan mortar yang dihasilkan (Mulyono, 2005).

Semen yang digunakan adalah semen portland tipe I (*ordinary portland cement*) produksi PT Semen Gresik. Pasir yang digunakan adalah pasir bangka. Alasan pemakaian pasir ini adalah karena pasir bangka memiliki banyak kandungan silika sehingga lebih sedikit menyerap air jika dibandingkan dengan menggunakan pasir biasa. Pasir yang terlalu banyak menyerap air akan membuat nilai fraksi air : semen (FAS) menjadi besar.

Lateks yang digunakan di dalam penelitian terdiri dari empat taraf, yaitu 0, 2, 4, dan 6 % kadar karet kering di dalam semen. Setelah jumlah karet kering yang dibutuhkan diketahui, maka diambil sejumlah lateks sedemikian hingga jumlah kadar karet kering yang digunakan sesuai dengan perhitungan. Lateks yang sudah disiapkan kemudian dicampurkan ke dalam air sehingga terbentuk larutan lateks yang lebih encer. Untuk menjaga stabilitas lateks, maka digunakan surfaktan non ionik sebanyak satu persen terhadap jumlah lateks.

Pencampuran dilakukan dengan cara mencampurkan semen dan pasir terlebih dahulu di dalam *molen* sampai homogen. Setelah semen dan pasir tercampur secara merata, campuran air dan lateks dituang ke dalam *molen* sambil tetap diaduk sehingga didapat mortar segar.

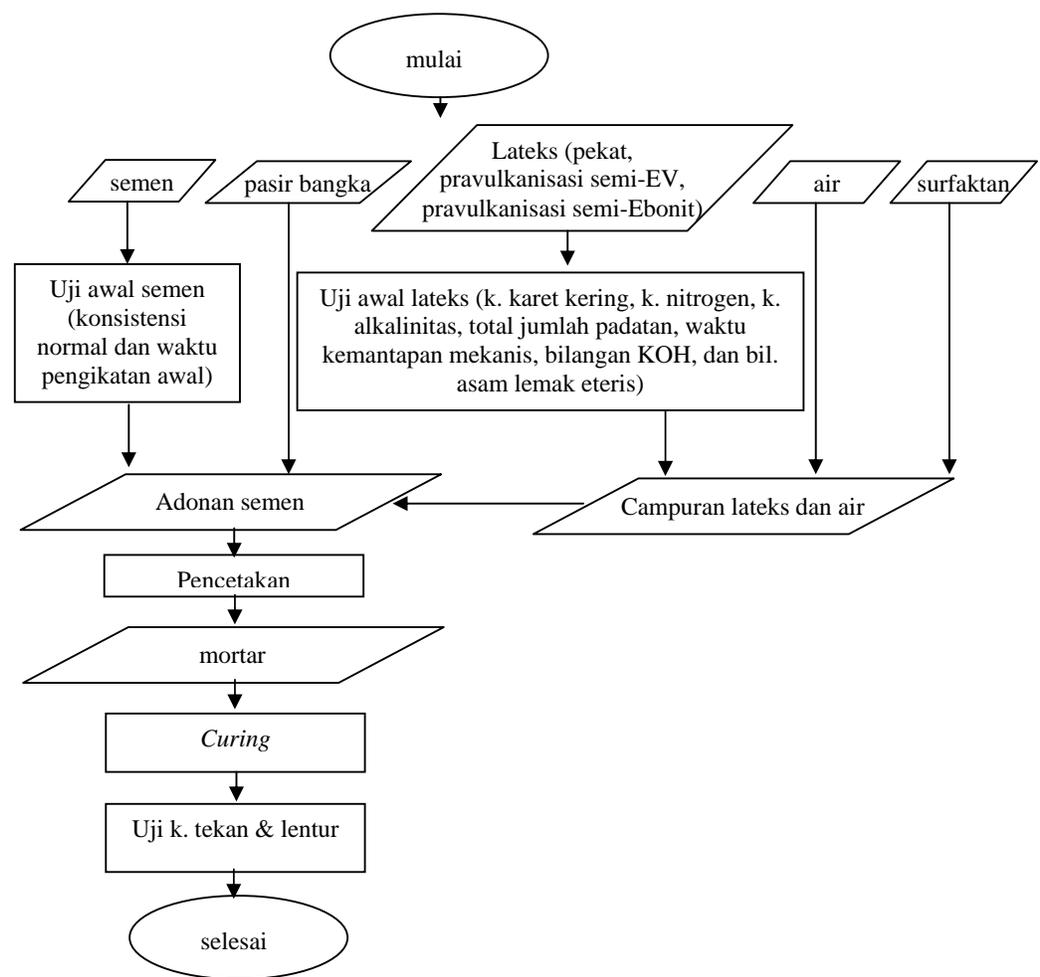
Mortar segar yang telah terbentuk kemudian dicetak di dalam cetakan yang terbuat dari kayu. Cetakan yang digunakan terdiri dari dua jenis. Cetakan jenis pertama berukuran $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$ yang digunakan untuk membuat benda uji kuat tekan. Cetakan jenis kedua digunakan untuk membuat benda uji kuat lentur dengan ukuran $5 \times 5 \times 30 \text{ cm}^3$. gambar benda uji yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. (a) benda uji untuk kuat tekan (b) benda uji untuk kuat lentur

Setelah dibentuk di dalam cetakan, campuran didiamkan di udara lembab selama 24 jam dengan tujuan untuk memadatkan benda uji. Setelah campuran memadat, cetakan dibongkar, kemudian benda uji yang sudah mengeras ditaruh di dalam air (*curing*) sampai waktu pengujian tiba. Proses perendaman amat penting untuk menjamin proses hidrasi semen berjalan dengan baik. Lamanya perendaman adalah 7, 14, dan 28 hari.

Pada hari pengujian, benda-benda uji yang akan diuji dikeluarkan dari air kemudian diangin-anginkan sampai permukaannya kering. Setelah kering, benda uji ditimbang untuk mengetahui bobotnya. Langkah selanjutnya adalah menguji kuat tekan dan kuat lentur benda uji dengan menggunakan *multi purpose tensile strength*. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menekan benda uji sampai hancur. Pengujian kuat lentur dilakukan dengan menggunakan pembebanan pada satu titik. Prosedur pengujian dapat dilihat pada Lampiran 1.



Gambar 16. Diagram alir penelitian

3.4. Parameter Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi sifat-sifat lateks pekat yang digunakan sebagai bahan tambahan pada beton. Sifat-sifat yang diujikan

adalah kadar karet kering, uji jumlah padatan, uji kadar amonia, uji penetapan waktu kemantapan mekanik, uji penetapan bilangan KOH, uji penetapan kadar nitrogen, dan uji bilangan asam lemak eteris.

Pengujian juga dilakukan terhadap semen yang digunakan untuk membuat mortar. Pengujian terhadap semen ini meliputi konsistensi normal dan waktu pengikatan awal. Kedua pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat *vicat*. Tujuan dari pengujian penentuan konsistensi normal adalah untuk mengetahui jumlah air yang dibutuhkan dalam proses hidrasi semen dan pelumas dalam pengerasan semen. Penentuan waktu pengikatan awal dilakukan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan semen untuk mulai mengalami proses hidrasi.

Parameter utama yang digunakan pada penelitian ini adalah bobot, kuat tekan, dan kuat lentur dari mortar yang dihasilkan. Bobot mortar amat erat hubungannya dengan jumlah rongga udara yang ada di dalam mortar. Jika banyak rongga udara di dalam mortar, maka mortar yang dihasilkan akan memiliki kekuatan yang rendah. Kuat tekan mortar akan sangat berpengaruh terhadap umur mortar yang dihasilkan. Semakin besar kuat tekannya, maka semakin panjang umur mortar. Kuat lentur diukur untuk mengetahui tingkat kelenturan dari mortar yang dihasilkan. Penambahan lateks diharapkan dapat meningkatkan kelenturan dari mortar yang dihasilkan.

3.5. Rancangan Percobaan

Penelitian kali ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan 3 faktorial. Rancangan Acak Lengkap dipilih karena bahan percobaan yang dilakukan relatif homogen.

Tabel 5. Kombinasi perlakuan jenis lateks, kadar karet kering di dalam semen, dan umur mortar

Perlakuan	Jenis lateks	Kadar karet kering di dalam semen (%)	Umur mortar (Hari)
1	L. Pekat	0	7
2	L. Pekat	0	14
3	L. Pekat	0	28
4	L. Pekat	2	7
5	L. Pekat	2	14
6	L. Pekat	2	28
7	L. Pekat	4	7
8	L. Pekat	4	14
9	L. Pekat	4	28
10	L. Pekat	6	7
11	L. Pekat	6	14
12	L. Pekat	6	28
13	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	0	7
14	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	0	14
15	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	0	28
16	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	2	7
17	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	2	14
18	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	2	28
19	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	4	7
20	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	4	14
21	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	4	28
22	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	6	7
23	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	6	14
24	L. Pekat Pravulkanisasi semi-EV	6	28
25	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	0	7
26	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	0	14
27	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	0	28
28	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	2	7
29	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	2	14
30	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	2	28
31	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	4	7
32	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	4	14
33	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	4	28
34	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	6	7
35	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	6	14
36	L. Pekat Pravulkanisasi semi-Ebonit	6	28

Keuntungan penggunaan Rancangan Acak Lengkap antara lain adalah denah perancangan percobaan lebih mudah, analisis statistika terhadap subyek percobaan sangat sederhana, fleksibel dalam penggunaan jumlah perlakuan dan ulangan, serta kehilangan informasi relatif sedikit (Gasperz, 1991).

Faktor-faktor yang diujikan adalah jenis lateks (tiga jenis), kadar karet kering di dalam semen (empat taraf), dan umur mortar (tiga taraf). Ulangan dilakukan sebanyak dua kali untuk tiap kombinasi perlakuan.

Data yang didapatkan kemudian diolah dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS 11.0.0. Uji lanjut yang digunakan adalah Beda Nyata Terkecil (*Least Significant Difference; LSD*). Uji lanjut ini dipilih karena penggunaannya yang sederhana. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai tengah perlakuan yang telah direncanakan (Gasperz, 1991).

Hela Cipta adalah hak cipta yang dimiliki oleh IPB University dan tidak dapat diperjualbelikan atau digunakan untuk tujuan komersial. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi website kami di www.ipb.ac.id.
1. Diizinkan untuk digunakan sebagai referensi atau untuk keperluan pendidikan.
a. Pengutipan harus mencantumkan sumber dan tahun terbit.
b. Pengutipan tidak boleh untuk tujuan komersial atau untuk tujuan yang melanggar hak cipta.
2. Diizinkan untuk digunakan dan menyebarluaskan kembali dengan syarat harus mencantumkan nama asli dan logo IPB University.

yang umum dilakukan untuk semen adalah konsistensi normal dan waktu pengikatan awal, dengan nilai dari pengamatan masing-masing adalah 24 % dan 106 menit. Konsistensi normal menunjukkan jumlah air yang dibutuhkan semen untuk melakukan hidrasi dan sedikit sebagai pelumas. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mulyono (2005) yang mengatakan bahwa jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi adalah sekitar 25 % dari bobot semen yang digunakan. Konsistensi normal berpengaruh pada saat pencampuran awal, yaitu ketika terjadinya pengikatan sampai pada saat mortar mengeras.

Setelah diketahui bahwa kebutuhan air adalah 24 % dari total bobot semen, maka pengujian dilanjutkan untuk mengetahui waktu pengikatan awal. Waktu pengikatan awal menunjukkan saat pertama kalinya semen kehilangan sifat keplastisannya dan mulai mengeras. Waktu pengikatan awal terjadi setelah 106 menit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mulyono (2005) yang mengemukakan bahwa waktu pengikatan awal berkisar antara satu sampai dua jam. Waktu pengikatan awal perlu diketahui agar proses pencampuran bahan sampai pencetakan mortar tidak melebihi waktu tersebut.

Workability menunjukkan kemudahan mortar segar untuk dapat dicetak dan amat dipengaruhi oleh banyaknya air yang digunakan di dalam campuran. Penggunaan air untuk tiap perlakuan berbeda-beda tergantung pada *workability* dari mortar segar yang dihasilkan. Air yang terlalu sedikit mengakibatkan pengerjaan menjadi sulit dilakukan (*workability* rendah) sedangkan jika penggunaan air terlalu banyak dapat mengakibatkan penurunan kekuatan tekan dari mortar yang dihasilkan. Menurut Mulyono (2003), nilai perbandingan air : semen (FAS) yang baik berkisar antara 40 – 70 %.

Berdasarkan uji leleh yang dilakukan terhadap mortar segar yang menggunakan bahan tambahan lateks pekat diketahui bahwa *workability* mortar segar yang menggunakan lateks dengan kadar karet kering 2, 4, dan 6 % tidak baik. *Workability* yang baik akan menghasilkan nilai uji leleh antara 100 – 115 %. Uji

Hala Cipta dan Merek IPB University
1. Dilindungi sebagai hak kekayaan intelektual yang tidak dapat direproduksi dan diperjualbelikan secara komersial.
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kitab atau naskah untuk masalah.
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan menyalin kembali tanpa izin dari pihak yang berwenang IPB University.
Pengembangan IPB University

yang dihasilkan oleh mortar yang menggunakan lateks juga dapat disebabkan karena perbedaan kepolaran antara semen dan lateks.

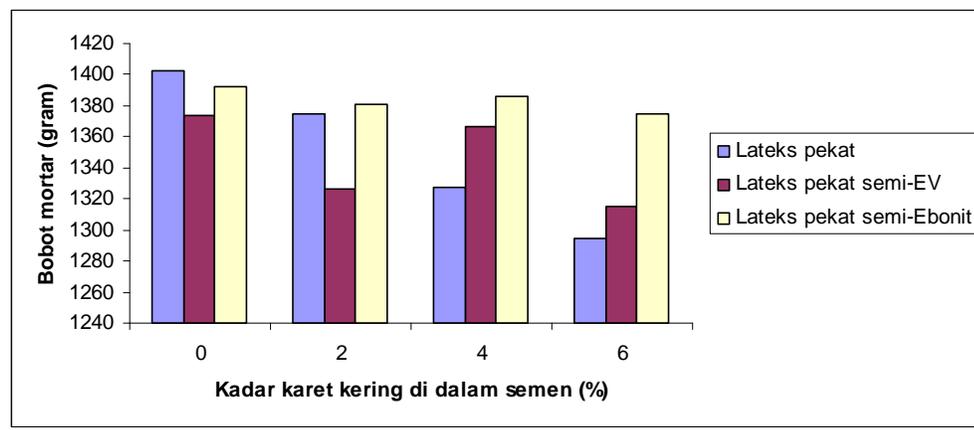
Bleeding adalah kecenderungan air untuk naik ke permukaan mortar yang baru dipadatkan. *Bleeding* dapat didefinisikan sebagai air yang membawa semen dan butir-butir halus pasir naik ke permukaan hingga membentuk selaput di permukaan ketika mortar sudah mengeras (Mulyono, 2003). Penyebab terjadinya *bleeding* adalah susunan butir agregat yang komposisinya tidak sesuai, terlalu banyak air, kecepatan hidrasi yang lambat, dan proses pemadatan yang berlebihan. Pada penelitian ini *bleeding* tidak terjadi pada semua perlakuan.

4.3. Bobot Mortar

Bobot mortar amat ditentukan oleh susunan dan kandungan zat-zat yang menyusun di dalamnya. Bobot mortar yang ringan menunjukkan bahwa di dalam mortar tersebut terdapat banyak rongga udara. Banyak tidaknya rongga udara di dalam mortar amat ditentukan oleh penanganan proses pencetakan mortar dari adonan semen atau mortar segar.

Histogram bobot mortar dapat dilihat pada Gambar 17. Nilai yang tertera pada histogram merupakan rata-rata dari tiga faktor umur dan dua kali ulangan. Untuk mengetahui pengaruh kadar karet kering di dalam semen dan jenis lateks terhadap bobot mortar maka dilakukan analisis varian. Data lengkap bobot mortar dapat dilihat pada Lampiran 2. dan hasil analisis ragam dapat dilihat pada Lampiran 5.a.

Berdasarkan analisis ragam, jenis lateks, kadar karet kering di dalam semen, dan interaksi antara jenis lateks dan kadar karet kering di dalam semen berpengaruh nyata ($P < 0.01$) terhadap bobot mortar. Umur mortar dan semua interaksi yang ada, kecuali antara jenis lateks dengan kadar karet kering di dalam semen, tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap bobot mortar.



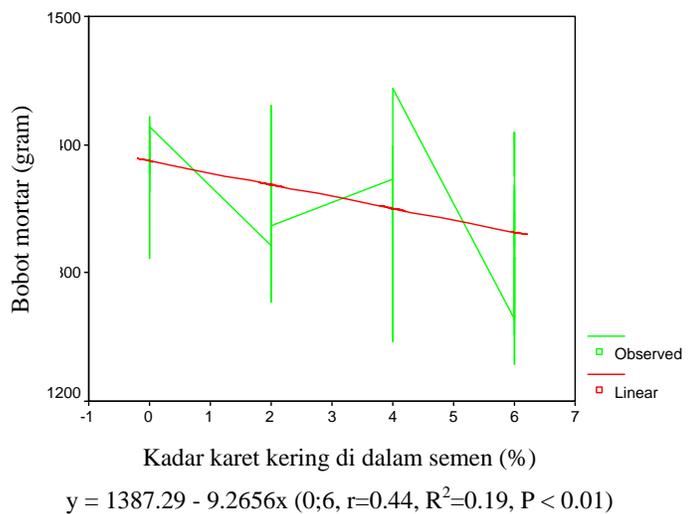
Gambar 17. Histogram hubungan jenis lateks dan kadar karet kering di dalam semen terhadap bobot mortar

Hasil uji lanjut LSD (Lampiran 5.c.) menunjukkan bahwa jenis lateks pekat dan lateks pekat pravulkanisasi semi-EV menghasilkan bobot mortar yang relatif sama. Mortar yang dibuat dengan menggunakan lateks pekat pravulkanisasi semi-Ebonit menghasilkan bobot mortar yang lebih besar dibandingkan dengan mortar yang menggunakan lateks pekat dan lateks pekat semi-EV.

Jenis lateks dapat mempengaruhi bobot mortar yang dihasilkan. Lateks pekat pravulkanisasi semi-Ebonit dapat menghasilkan bobot tertinggi karena kandungan sulfur di dalam lateks tersebut paling besar yang mencapai 20 phr. Sulfur adalah bahan aktif yang digunakan dalam proses pravulkanisasi. Semakin banyak sulfur yang ditambahkan maka akan semakin banyak ikatan silang yang dihasilkan sehingga sifat lateks yang dihasilkan densitasnya menjadi lebih besar (Honggokusumo, 1998). Perbedaan densitas menyebabkan bobot antara mortar yang menggunakan lateks pekat pravulkanisasi semi-Ebonit menjadi lebih besar.

Hasil uji lanjut LSD (Lampiran 5.c.) menunjukkan bahwa kadar karet kering di dalam semen sebanyak 0 % menghasilkan bobot mortar yang tidak sama dengan kadar karet kering di dalam semen sebanyak 2, 4, dan 6 %. Kadar karet kering di dalam semen sebanyak 6 % menghasilkan bobot mortar yang tidak sama dengan mortar dengan kadar karet kering di dalam semen sebanyak 0, 2, dan 4 %. Kadar karet kering di dalam semen sebanyak 2 dan 4 % menghasilkan bobot mortar yang cenderung sama.

Nilai bobot mortar memiliki kecenderungan turun seiring dengan semakin banyaknya kadar karet kering di dalam semen. Semakin banyak jumlah kadar karet kering di dalam semen maka bobot mortar semakin rendah seperti yang ditunjukkan pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik regresi antara bobot mortar (gram) dan kadar karet kering di dalam semen (%)

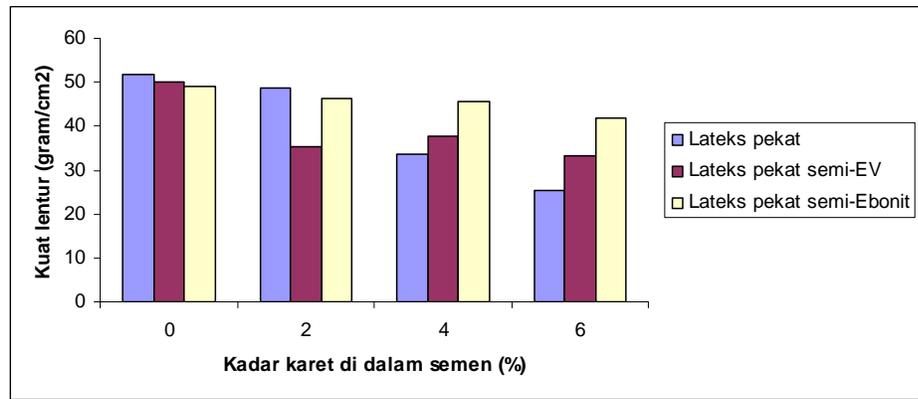
Hubungan antara kadar karet kering yang digunakan dengan bobot tidak terlalu erat karena nilai r yang dihasilkan hanya sebesar 0.44. Peningkatan kadar karet kering yang digunakan sebanyak satu persen akan menurunkan bobot sebesar 9.2656 gram. Kadar karet kering di dalam lateks mempengaruhi bobot mortar sebesar 19 %, sementara 81 % lainnya dipengaruhi oleh faktor lain.

Lateks yang ditambahkan ke dalam mortar berada di dalam fase sinambung (*continous phase*) bersama dengan semen. Lateks yang menggumpal di antara semen akan menghasilkan rongga-rongga udara. Semakin banyak lateks yang ditambahkan, maka rongga udara yang dihasilkan akan semakin banyak sehingga mortar yang dihasilkan akan memiliki kerapatan yang lebih rendah dibandingkan dengan mortar yang tidak ditambahkan dengan lateks.

4.4. Kuat Lentur

Permasalahan utama pada jalan yang terbuat dari beton adalah terlalu kaku sehingga menyebabkan guncangan yang besar ketika dilalui oleh kendaraan. Penambahan lateks pada beton diharapkan dapat memperbaiki sifat tersebut. Untuk itu dilakukan pengujian kuat lentur pada mortar untuk melihat pengaruh penambahan lateks terhadap kuat lentur yang dihasilkan oleh mortar.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis lateks, kadar karet kering di dalam semen, umur mortar, dan interaksi antara jenis lateks dan kadar karet kering di dalam semen berpengaruh nyata ($P < 0.01$) terhadap kuat lentur mortar. Semua interaksi yang ada, kecuali interaksi antara jenis lateks dengan kadar karet kering di dalam semen, tidak berpengaruh nyata ($P > 0.05$) terhadap kuat lentur mortar. Nilai kuat lentur dari mortar yang dihasilkan dapat dilihat pada Lampiran 3. dan hasil analisis ragam pada Lampiran 5.e. Histogram jenis lateks dan kadar karet kering di dalam semen terhadap kuat lentur dapat dilihat pada Gambar 19.

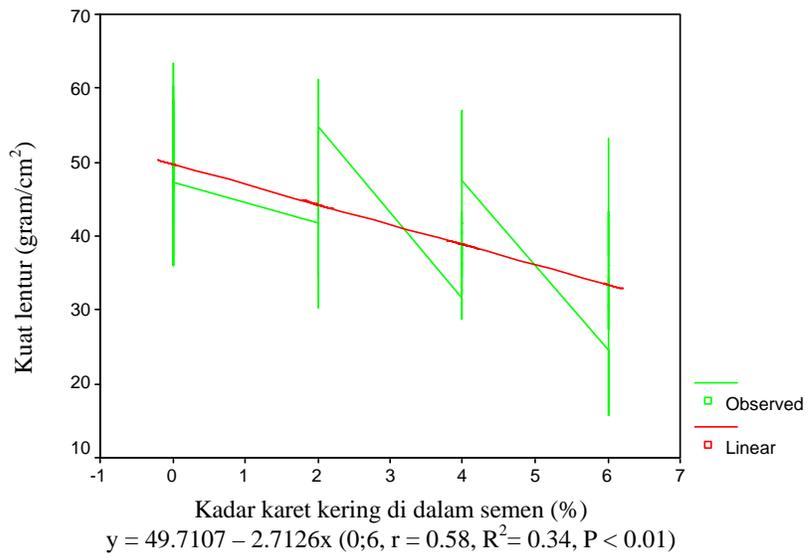


Gambar 19. Histogram hubungan jenis lateks dan kadar karet kering di dalam semen terhadap kuat lentur

Hasil uji lanjut LSD (Lampiran 5.f.) menunjukkan bahwa jenis lateks pekat pravulkanisasi semi-Ebonit memiliki kuat lentur tertinggi dan nilainya tidak sama dengan lateks pekat maupun lateks pekat pravulkanisasi semi-EV. Lateks pekat dan lateks pekat pravulkanisasi semi-EV menghasilkan kuat lentur relatif sama.

Proses pravulkanisasi pada lateks meningkatkan elastisitas dari produk lateks yang dihasilkan (Honggokusumo, 1998). Xi *et al.* (2004) mengatakan bahwa ikatan yang dihasilkan antara semen dan partikel karet yang menggunakan sulfur lebih baik dibandingkan dengan ikatan antara semen dan partikel karet yang tidak menggunakan sulfur. Lateks pekat pravulkanisasi semi-Ebonit memiliki jumlah bahan aktif sulfur terbanyak sehingga ikatan silang yang terbentuk lebih banyak. Sifat lateks pekat pravulkanisasi semi-Ebonit lebih elastis sehingga mortar yang menggunakan lateks pravulkanisasi semi-Ebonit menghasilkan kuat lentur yang tertinggi.

Hasil uji lanjut LSD (Lampiran 5.g.) menunjukkan bahwa kadar karet kering di dalam semen sebanyak 0, 2, 4, dan 6 % menghasilkan kuat lentur yang tidak sama. Semakin banyak kadar karet kering di dalam semen yang digunakan mengakibatkan kuat lentur yang dihasilkan memiliki kecenderungan menurun seperti yang ditunjukkan pada Gambar 20.



Gambar 20. Grafik regresi antara kuat lentur (gram/cm²) dan kadar karet kering di dalam semen (%)

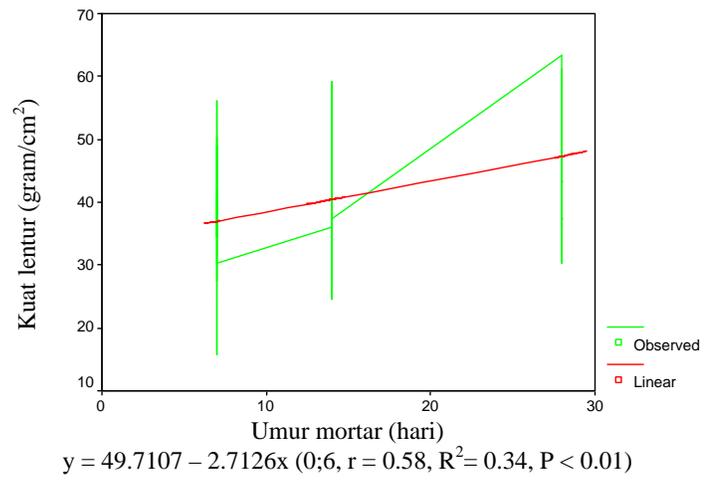
Hubungan antara kadar karet kering yang digunakan dengan kuat lentur cukup erat karena nilai r yang dihasilkan sebesar 0.58. Peningkatan kadar karet kering yang digunakan sebanyak satu persen akan menurunkan kuat lentur mortar

sebesar 2.7126 gram/cm². Kadar karet kering mempengaruhi kuat lentur mortar sebesar 34 %, sementara 66 % lainnya dipengaruhi oleh faktor lain.

Penambahan lateks tidak mengakibatkan kuat lentur mortar menjadi lebih baik. Hal ini disebabkan karena mortar segar yang ditambahkan lateks memiliki nilai FAS sangat tinggi (70 %). Hal ini disebabkan karena keberadaan lateks dapat menghasilkan penyerapan air yang lebih rendah (Malai dan Khamput, 2006). Rendahnya *workability* yang dihasilkan oleh mortar yang menggunakan lateks dapat disebabkan karena perbedaan kepolaran antara semen dan lateks. Semakin tinggi nilai FAS, maka kuat lentur yang dihasilkan akan semakin kecil. Pada penelitian yang dilakukan oleh Roestaman (2007), adonan beton segar dengan serbuk karet membutuhkan FAS tinggi untuk mencapai *workability* yang diharapkan.

Molekul karet yang bersifat non-polar dapat berikatan dengan molekul semen yang bersifat polar jika dijembatani oleh senyawa yang memiliki gugus polar dan non-polar seperti surfaktan. Asam amino dan surfaktan yang menyelubungi lateks diduga masih belum cukup untuk mengikat semen dengan molekul karet pada lateks. Untuk itu diperlukan penambahan surfaktan dalam jumlah yang lebih banyak lagi.

Umur mortar juga berpengaruh terhadap kuat lenturnya. Hasil uji lanjut LSD (Lampiran 5.h.) menunjukkan bahwa mortar pada hari ke-7 dan ke-14 menghasilkan kuat lentur yang relatif sama. Kuat lentur pada hari ke-28 berbeda dengan hari ke-7 dan ke-14. Bertambahnya umur mortar berbanding lurus dengan kuat lentur seperti yang ditunjukkan pada Gambar 21.



Gambar 21. Grafik regresi antara kuat lentur (gram/cm²) dan umur mortar (hari)

Hubungan antara umur mortar dengan kuat lentur tidak cukup erat karena nilai r yang dihasilkan hanya sebesar 0.41. Penambahan umur mortar satu hari akan menaikkan kuat lentur mortar sebesar 0.4931 gram/cm². umur mortar mempengaruhi kuat lentur mortar sebesar 17 %, sementara 83 % lainnya dipengaruhi oleh faktor lain.

Pengaruh umur mortar terhadap kuat lentur mortar dikarenakan proses hidrasi semen yang berlangsung selama 28 hari penelitian. Semakin tua umur mortar, maka akan semakin banyak semen yang mengalami perubahan menjadi CaOH melalui proses hidrasi (Mulyono, 2003) sehingga kuat lentur yang dihasilkan juga semakin tinggi.

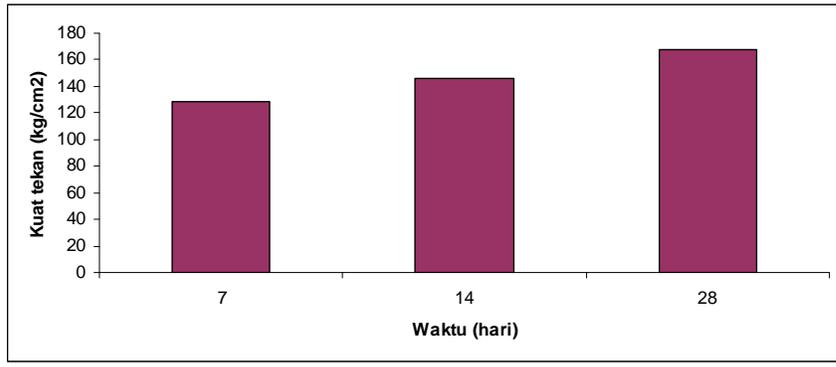
4.5. Kuat Tekan

Kuat tekan pada mortar adalah faktor utama yang paling sering diperhatikan karena amat mempengaruhi umur atau keawetan dari mortar yang dihasilkan. Kuat tekan mortar dipengaruhi oleh banyak hal seperti nilai FAS, struktur penyusun mortar, dan jenis semen yang digunakan.

Hubungan antara kadar karet kering yang digunakan dengan kuat tekan mortar sangat erat karena nilai r yang dihasilkan sebesar 0.86. Penambahan kadar karet kering sebanyak satu persen akan menurunkan kuat tekan mortar sebesar 25.813 gram/cm². Kadar karet kering mempengaruhi kuat tekan mortar sebesar 74 %, sementara 26 % lainnya dipengaruhi oleh faktor lain.

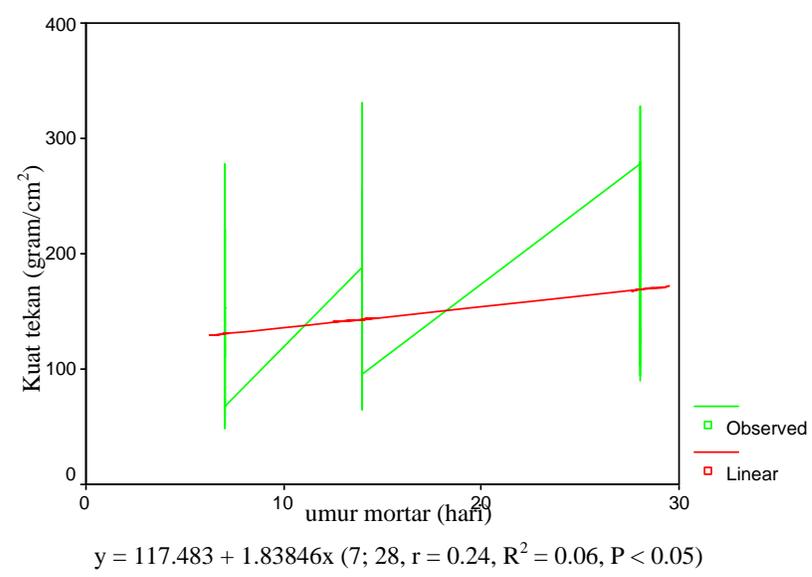
Lateks yang berada pada fase sinambung bersama dengan semen memutus ikatan antar semen pada banyak tempat. Semakin sedikit ikatan antar semen karena terinterupsi oleh keberadaan lateks mengakibatkan kekuatan semen menjadi semakin menurun. Semakin banyak lateks yang ditambahkan ke dalam campuran akan mengakibatkan semakin rendah kuat tekan mortar yang dihasilkan.

Selain penambahan kadar karet kering di dalam semen, penambahan umur mortar juga berpengaruh terhadap kuat tekan mortar. Histogram yang menghubungkan antara umur mortar dan kuat tekan dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Histogram hubungan umur mortar terhadap kuat tekan

Hasil uji lanjut LSD (Lampiran 5.1.) menunjukkan bahwa mortar pada umur 7, 14, dan 28 hari menghasilkan kuat tekan yang berbeda. Kuat tekan terendah dihasilkan pada umur 7 hari dan tertinggi dihasilkan pada umur 28 hari. Semakin lama umur mortar maka kuat tekan yang dihasilkan semakin besar seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 25.



Gambar 25. Grafik regresi antara kuat tekan (gram/cm²) dan umur mortar (hari)

Hubungan antara umur mortar dengan kuat tekan mortar tidak cukup erat karena nilai r yang dihasilkan hanya sebesar 0.24. Penambahan umur mortar satu hari akan menaikkan kuat tekan mortar sebesar 1.83846 gram/cm². umur mortar mempengaruhi kuat tekan mortar sebesar 6 %, sementara 94 % lainnya dipengaruhi oleh faktor lain.

Pengaruh umur mortar terhadap kuat tekan mortar disebabkan karena proses hidrasi semen yang masih berlangsung selama 28 hari penelitian. Semakin tua umur mortar, maka akan semakin banyak semen yang mengeras (Mulyono, 2003) sehingga kuat tekan yang dihasilkan juga akan makin tinggi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jenis lateks mempengaruhi bobot dan kuat lentur mortar dengan jenis lateks terbaik adalah lateks pekat pravulkanisasi semi-Ebonit. Kadar karet kering di dalam semen mempengaruhi bobot, kuat lentur, dan kuat tekan mortar. Semakin tinggi kadar karet kering di dalam semen akan menghasilkan bobot, kuat lentur, dan kuat tekan mortar yang semakin rendah. Umur mortar mempengaruhi kuat lentur dan kuat tekan mortar. Semakin lama umur mortar, maka kuat lentur dan kuat tekan mortar semakin besar.

5.2. Saran

Penambahan lateks pada mortar mengakibatkan tidak dapat tercapainya *workability* mortar yang baik. Masalah tersebut dapat diatasi dengan cara menambahkan bahan tambahan beton (*ad-mixture*) jenis *water-reducer* yang dapat menghasilkan mortar segar dengan *workability* yang baik pada nilai FAS yang rendah.

Perlu ditambahkan lebih banyak surfaktan ke dalam larutan lateks. Hal ini ditujukan untuk memperbaiki ikatan antara semen dan molekul karet yang tersuspensi di dalam lateks.

Perlu dilakukan pengujian kuat lentur untuk mortar dengan umur lebih dari 28 hari. Hal ini dikarenakan masih ada kemungkinan penambahan kuat lentur pada mortar tersebut pada hari setelah hari ke 28.

Penelitian selanjutnya sebaiknya difokuskan pada penggunaan lateks pekat pravulkanisasi semi-Ebonit. Hal ini dikarenakan kuat lentur yang dihasilkan oleh mortar dengan lateks pekat semi-Ebonit memiliki nilai yang tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

Abednego, J. G. 1993. *Pengetahuan Lateks*. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor

Alfa, A. A. 2008. Pemanfaatan Karet Alam sebagai Bahan Aditif Penguat Aspal dan Beton. *Laporan Akhir Tahun Anggaran 2008*. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor

Arizal, R. 1998. *Bahan Kimia untuk Kompon Karet*. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor

ASTM, 1997. *Annual Book of ASTM Standards: Section 4 Construction*. ASTM, West Conshohocken

Blackley, D. C. 1996. *High Polymer Latices. Vol I: Fundamental Principles Their Science and Technology*. MacLaren & Sons Ltd, London

Bras, J. L. 1968. *Introduction to Rubber (Revised ed.)*. MacLaren and Sons Ltd, London

Departemen Pekerjaan Umum. 1989. *Pedoman Beton*. Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta

Firdaus, D. 2004. Pengaruh Penambahan Hidroksilamin Netral Sulfat (HNS) terhadap Nitrogen dan Kemantapan Viskositas Mooney Lateks Berprotein Rendah. *Skripsi*. Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Gaynor, R. D. 1994. *Ready Mixed Concrete Significance of Test and Properties of Concrete and Concrete-Materials – STP 169 C*. ASTM, Philadelphia

Gaspersz, V. 1991. *Teknik Analisis dalam Penelitian Percobaan 1*. Penerbit Tarsito, Bandung

Georgiou, G., C. L. Sung, dan M. M. Shara. 1992. Surface Active Compound from Microorganism. *Biotechnology Journal*. 10: 60-65

Goutara, B. D. dan W. Tjiptadi. 1985. *Dasar Pengolahan Karet*. Agroindustri Press Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fateta IPB, Bogor

Hambali, E. 2005. Kontribusi Perguruan Tinggi dan Litbang pada Pengembangan dan Pemanfaatan Surfaktan Berbasis Minyak Sawit. *Presentasi Seminar Surfaktan*. SRDC, Bogor

Handoko, B. 2002. *Pengolahan Lateks Pekat*. Kursus Teknologi Barang Jadi dari Lateks. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang dihasilkan oleh sistem manajemen informasi IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi situs web IPB University.

Haryadi. 2005. Pengaruh Lateks Alam Pekat terhadap Kuat Tekan Beton. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung

Hewes, L. I. 1949. *American Highway Practice (Volume II)*. John Willey & Sons, Inc, New York

Honggokusumo, S. 1985. *Pengetahuan Lateks*. Departemen Perdagangan dan Koperasi, Jakarta

Honggokusumo, S. 1998. *Kimia dan Teknologi Vulkanisasi*. Kursus Teknologi Barang Jadi dari Lateks. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor

Indriati, T. 2004. Pengaruh Kadar Karet Kering dan Umur Pemeraman Kompon Lateks Sentrifugasi Terhadap Karakteristik Serat Kelapa Berkaret. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor

Landgreen, R. 1978. *Unit Weight, Specific Gravity, Absorption, and Surface Moisture, Significance of Test and Properties of Concrete and Concrete Materials*. ASTM STP 169C, Philadelphia

Malai, A dan P. Khamput. 2006. Development of Natural Rubber Concrete Block for Thermal Insulation and Energy Saving Purpose. *The 2nd Joint International Conference on "Sustainable Energy and Environment (SEE 2006)*

Maspangen, D. R. 1998. *Sifat Fisik Karet*. Kursus Teknologi Barang Jadi Karet. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor

Mather, B. 1994. *Admixture Significance of Test and Properties of Concrete and Concrete-Making Material-STP 169 C*. ASTM, Philadelphia

Mulyono, T. 2005. *Teknologi Beton*. Penerbit Andi, Jogjakarta

Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*. Fakultas Teknik UNJ, Jakarta

Naik, T. R. dan R. Siddique. 2002. *Blended Fly Ash Cement*. Departement of Civil and Mechanics College of Engineering and Applied Science The University of Wisconsin, Milwaukee

Nazaruddin dan F. B. Paimin. 1998. *Karet: Strategi Pemasaran Tahun 2000, Budidaya, dan Pengolahan*. Penebar Semangat, Jakarta

Rieger, M. M. 1985. *Surfactan Science Series : Surfactan in Cosmetics*. Maxcel Dekker Inc., New York

Roestaman, Siegfried, E. Kurniawati, R. Ranastra, H. Gunawan, R. Mastra, dan B. Subrata. 2007. Penelitian dan Pengembangan Penambahan Bahan Karet Dalam Campuran Beton Untuk Mendapatkan Beton Karet (*Flexible Concrete*). *Laporan Akhir Penelitian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Bandung

SNI. 2002. *Bahan Olah Karet*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta

Sukontasukkul, P dan C. Chaikaew. 2005. Concrete Pedestrian Block Containing Crumb Rubber from Recycled Tires. *Thesis*. Departement of Civil Engineering – King Mongkut’s Institute of Technology, North Bangkok

Suparto, D. 2002. *Pengetahuan tentang Lateks Hevea*. Kursus Teknologi Barang Jadi dari Lateks. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor

Suryawan, D. 2002. *Kursus Pedoman Praktek Pengolahan Lateks Pekat*. Kursus Teknologi Barang Jadi dari Lateks. Balai Penelitian Teknologi Karet, Bogor

Tim Penulis PS. 2005. *Karet*. Penebar Swadaya, Depok

Wang, C. K., C. G. Salmon, dan B. Hariandja. 2000. *Disain Beton Bertulang*. Penerbit Erlangga, Jakarta

Wibisono, Y. 2004. Kajian Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida dan Natrium Hipoklorit Terhadap Lateks Pekat dan Pengaruhnya terhadap Daya Rekat. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor

Xi Y., Y. Li, Z. Xie, dan J. S. Lee. 2004. *Utilization of Solid Wastes (Waste Glass and Rubber Particles) as Aggregats in Concrete*. University of Colorado, Boulder

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen publikasi ilmiah yang diterbitkan oleh IPB University. Seluruh isi dan gambar yang terdapat di dalamnya adalah hak cipta IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan komersial tanpa izin IPB University.

ULAMPURAN

@Hela_cpta_milik IPB University

IPB University



IPB University
ipb.ac.id

Hela Cpta Jendral (Lustrasi) undang

1. Di bawah ini merupakan beberapa unsur-unsur yang harus diperhatikan dalam membuat surat:
 - a. Perhitungan harga untuk kepentingan peradilan, asuransi, pembelian kertas email, pembelian kopir, pembelian tinta atau pilihan untuk masalah
 - b. Mengetik pada mesin yang sudah diperbaiki yang sudah IPB University.
2. Di bawah ini merupakan beberapa unsur-unsur yang harus diperhatikan dalam membuat surat:
 - a. Perhitungan harga untuk kepentingan peradilan, asuransi, pembelian kertas email, pembelian kopir, pembelian tinta atau pilihan untuk masalah
 - b. Mengetik pada mesin yang sudah diperbaiki yang sudah IPB University.

Lampiran 1. Teknik pengujian

Uji Penetapan Kadar Amonia

Timbang sekitar 5 gram lateks, lalu tuang lateks yang telah ditimbang ke dalam gelas piala yang berisi 300 cm³ air suling. Celupkan elektroda gelas ke dalam lateks, lalu catat pH yang dihasilkan. Tambahkan HCl 0.1 N ke dalam lateks secara perlahan-lahan sambil diaduk sampai pH mencapai nilai 6.0. Timbang kembali 5 mg lateks kemudian taruh di gelas piala yang sudah berisi 300 cm³ air suling. Tambahkan 6 tetes MM 0.10% dalam alkohol, kemudian titrasi dengan menggunakan HCl 0.1 N sampai warna berubah dari kuning menjadi merah muda. Hitung jumlah HCl yang digunakan. Kadar NH₃ kemudian dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar NH}_3 \% = 1.7 \times \frac{\text{Total HCl} \times \text{Normalitas}}{\text{Bobot lateks}}$$

Uji Penetapan Kadar Jumlah Padatan (KJP)

Sejumlah lateks ditimbang di dalam botol timbang. Timbang cawan alumunium (W2). Tuang kurang lebih 2.5 gram lateks (W3) dari botol timbang ke dalam alumunium kemudian ratakan dengan goyangan. Tambahkan 1 cm³ air suling. Biarkan pinggan berisi contoh lateks pada penangas air hingga terbentuk film. Masukkan cawan berisi film ke dalam lemari pengering bersuhu 100 °C, lalu biarkan selama dua jam. Dinginkan di dalam desikator pada suhu kamar. Timbang cawan berisi film kering hingga bobot tetap dengan perbedaan berat tidak lebih dari 1 mg (W4).

$$\text{Kadar Jumlah Padatan} = \frac{W4 - W2}{W3} \times 100\%$$

Uji Penetapan Kadar Karet Kering (KKK)

Timbang botol timbang yang telah berisi contoh lateks. Tuangkan 10 gram contoh lateks pekat ke dalam cawan porselen (W). Tambahkan air suling hingga KJP menjadi 25 % lalu aduk hingga homogen. Tambahkan asam asetat 2 % sambil diaduk hingga terbentuk gumpalan sempurna yang ditandai dengan terbentuknya serum yang jernih. Untuk mempercepat penggumpalan, panaskan cawan pada penangas air selama 15 – 30 menit. Gumpalan digiling lima kali sampai terbentuk krep dengan ketebalan maksimum 2 mm. Keringkan krep di dalam lemari pengering pada suhu 70°C. Krep yang telah kering didinginkan di dalam desikator kemudian ditimbang (Wk).

$$KKK \% = \frac{Wk}{W} \times 100\%$$

Penetapan Waktu Kemantapan Mekanik

Timbang 100 gram lateks yang telah dihomogenkan ke dalam erlenmeyer 250 cm³. Turunkan KJP menjadi 55% dengan menambahkan larutan amoniak 1.6%, lalu panaskan lateks di penangas air dengan suhu 36 – 37 °C. Saring lateks tersebut dengan penyaring 180 mikrometer ke dalam kontainer hingga didapat 80 gram lateks tersaring. Tempatkan container berisi lateks dengan suhu 35 °C pada alat klaxon. Aduk lateks pada kecepatan 14000 rpm sambil diaduk. Setiap 15 detik ambil lateks dengan cara menempelkan ujung kaca pengaduk kepada lateks dan teteskan lateks yang menempel di ujung pengaduk ke dalam cawan petri yang telah berisi air. Pengamatan diakhiri apabila flokulat telah terbentuk, lalu catat waktu yang dibutuhkan sampai terjadinya flokulat tersebut.

Uji Penetapan Bilangan Asam Lemak Eteris (ALE)

Timbang 50 gram lateks di dalam gelas piala 250 cc lalu tambahkan 50 cc larutan aluminium sulfat, aduk. Panaskan pada penangas air dengan suhu 70 oC selama 3

– 5 menit hingga gumpalan sempurna. Saring serum ke dalam erlenmeyer 50 cc lalu pipet 25 cc saringan ke dalam erlenmeyer 50 cc yang telah berisi 5 cc asam sulfat lalu diaduk. Pipet 10 cc campuran serum dengan asam sulfat ke dalam tabung penyuling Markham lalu tambahkan satu tetes silikon anti busa. Tutup penyuling Markham kemudian alirkan uap air 100 °C dari pembangkit uap air ke dalam penyuling Markham. Hasil penyulingan ditampung di dalam erlenmeyer berskala sampai didapat 100 cc hasil penyulingan. Kemudian alirkan CO₂ bebas selama tiga menit ke dalam erlenmeyer. Tambahkan satu tetes BTB dan titar dengan larutan Ba(OH)₂, hingga warna berubah menjadi biru muda dan tidak berubah selama 10 – 20 detik (V). Kerjakan blanko dengan pengganti 20 cc air suling.

$$\text{Bilangan ALE} = \frac{561 \times V \times N \text{ Ba(OH)}_2}{\text{KJP} \times W}$$

Uji Penetapan Bilangan KOH dan pH

Timbang sejumlah lateks yang setara dengan 50 gram padatan di dalam gelas piala 400 cc (W). Tentukan pH dengan menggunakan pH meter sebagai pH lateks, lalu catat suhu pengukuran 23 °C. Tambahkan formaldehid 5 % sehingga kadar amoniak menjadi 0.5 % terhadap fasa air (Vf). Tambahkan air suling hingga KJP menjadi 30 % (Va). Ukur nilai pH, lalu tambahkan secara perlahan-lahan 5 cc KOH sambil diaduk. Setelah 10 detik, pH diukur. Pengukuran pH diulang setiap penambahan 1 cc larutan KOH sampai mencapai pH maksimum.

$$W = \frac{100 \times 50}{\text{KJP}}$$

$$Vf = \frac{[(0.5 \times \text{KJP}) \pm ((100 \times \% \text{NH}_3) - 50)] \times W}{189}$$

189

$$V_a = \frac{100 \times 50 - (W \pm V_f)}{30}$$

$$\text{Bilangan KOH} = \frac{561 \times V \times N}{W \times KJP}$$

Uji Konsistensi Normal (ASTM C 187 - 68)

Uji ini menggunakan metode *trial and Galat*. Sebanyak 140 gram air (28% dari jumlah semen) dimasukkan ke dalam *mixer* kemudian dicampur dengan 500 gram semen lalu diamkan selama 30 detik. Aduk adonan dengan menggunakan *mixer* pada kecepatan 140 ± 5 rpm. Diamkan selama 15 detik dan bersihkan adonan yang menempel di pinggiran cawan *mixer*. Aduk kembali dengan kecepatan 285 ± 10 selama 60 detik.

Adonan yang sudah terbentuk kemudian dibentuk menjadi bola dengan menggunakan tangan. Adonan tersebut kemudian dilempar dari tangan ke tangan sebanyak enam kali dengan jarak sekitar 6 inci. Letakkan adonan ke dalam cincin melalui bagian cincin yang lebar, kemudian ratakan permukaannya. Balik cincin dan ratakan kembali permukaan cincin. Letakkan cincin di bawah tongkat flunger. Atur agar tongkat flunger tepat berada di permukaan adonan. Lepaskan tongkat flunger selama tiga puluh detik lalu catat penurunan tongkat.

Konsistensi normal didapat apabila penurunan tongkat sebesar 10 ± 1 mm. Apabila penurunan belum memenuhi ketentuan ulangi langkah di atas dengan jumlah air yang berbeda.

Uji Penentuan Waktu Pengikatan Awal

Sejumlah air sesuai dengan yang didapatkan dari uji konsistensi normal dimasukkan ke dalam *mixer* kemudian dicampur dengan 500 gram semen lalu diamkan selama 30 detik. Aduk adonan dengan menggunakan *mixer* pada

kecepatan 140 ± 5 rpm. Diamkan selama 15 detik dan bersihkan adonan yang menempel di pinggiran cawan *mixer*. Aduk kembali dengan kecepatan 285 ± 10 selama 60 detik.

Adonan yang sudah terbentuk kemudian dibentuk menjadi bola dengan menggunakan tangan. Adonan tersebut kemudian dilempar dari tangan ke tangan sebanyak enam kali dengan jarak sekitar 6 inci. Letakkan adonan ke dalam cincin melalui bagian cincin yang lebar, kemudian ratakan permukaannya. Balik cincin dan ratakan kembali permukaan cincin.

Diamkan adonan di dalam cetakan selama tiga puluh menit. Kemudian letakkan cincin di bawah jarum. Atur agar jarum tepat berada di permukaan adonan. Lepaskan jarum selama tiga puluh detik lalu catat penurunan tongkat. Catat penurunan jarum tiap 15 menit sampai jarum mencapai penurunan 25 mm. Buat grafik penurunan jarum, kemudian tentukan waktu penurunan dengan menggunakan interpolasi.

Uji Kuat Tekan Mortar Kubus (ASTM 109 - 95)

Sejumlah air (sesuai dengan nilai rasio air:semen yang dibutuhkan) dimasukkan ke dalam *mixer* lalu tambahkan 500 gram semen. Putar *mixer* dengan kecepatan 140 ± 5 rpm selama tiga puluh detik. Dalam keadaan *mixer* masih berputar, tambahkan 1375 gram pasir ke dalam *mixer* selama tiga puluh detik. Ubah kecepatan *mixer* menjadi 285 ± 10 selama tiga puluh detik. Diamkan selama sembilan puluh detik dan bersihkan adonan di pinggiran cawan *mixer*. Aduk lagi dengan kecepatan 285 ± 10 rpm.

Masukkan semua adonan kembali ke dalam *mixer* kemudian aduk kembali dengan kecepatan 285 ± 10 rpm selama lima belas detik. Masukkan adonan ke dalam cetakan yang berukuran 50 x 50 x 50 mm atau 2 x 2 x 2 inci sampai terisi setengah. Padatkan adonan di dalam cetakan dengan alat pemadat dengan 32 kali tekanan. Isi kembali cetakan sampai penuh dan padatkan kembali dengan 32 kali

tekanan. Diamkan di tempat yang lembab selama 24 jam. Setelah 24 jam keluarkan mortar yang sudah memadat dari dalam cetakan dan rendam di dalam air bersih.

Pengujian dilakukan pada hari ke-1,3,7, dan 28. angkat contoh dari tempat perendaman, seka dengan lap sampai kering dan bersih kemudian diangin-anginkan. Tempatkan mortar di tengah permukaan penahan dari mesin tekan. Catat beban maksimal yang bisa ditahan lalu hitung kuat tekan dengan rumus:

$$T = \frac{W}{A}$$

- T = Kuat tekan (kg/cm²)
- W = beban maksimal (kg)
- A = Luas permukaan (cm²).

Uji Kuat Lentur Mortar Balok dengan Satu Pembebanan (ASTM 293 - 94)

Sejumlah air (sesuai dengan nilai rasio air:semen yang dibutuhkan) dimasukkan ke dalam *mixer* lalu tambahkan 500 gram semen. Putar *mixer* dengan kecepatan 140±5 rpm selama tiga puluh detik. Dalam keadaan *mixer* masih berputar, tambahkan 1375 gram pasir ke dalam *mixer* selama tiga puluh detik. Ubah kecepatan *mixer* menjadi 285±10 selama tiga puluh detik. Diamkan selama sembilan puluh detik dan bersihkan adonan di pinggiran cawan *mixer*. Aduk lagi dengan kecepatan 285±10 rpm.

Masukkan semua adonan kembali ke dalam mixer kemudian aduk kembali dengan kecepatan 285±10 rpm selama lima belas detik. Masukkan adonan ke dalam cetakan yang berukuran 50 x 50 x 250 mm sampai terisi setengah. Padatkan adonan di dalam cetakan dengan alat pemadat dengan 32 kali tekanan. Isi kembali cetakan sampai penuh dan padatkan kembali dengan 32 kali tekanan. Diamkan di tempat yang lembab selama 24 jam. Setelah 24 jam keluarkan mortar yang sudah memadat dari dalam cetakan dan rendam di dalam air bersih.

Pengujian dilakukan pada hari ke-1,3,7, dan 28. angkat contoh dari tempat perendaman, seka dengan lap sampai kering dan bersih kemudian diangin-anginkan sampai permukaan benda uji kering. Benda uji balok ditaruh di atas plat yang bertumpu pada dua garis dengan jarak 12 cm dan ditekan bagian atasnya pada satu garis. Beban maksimum dicatat kemudian dihitung dengan rumus

$$R= 3PL/2bd^2$$

- R= Kuat Lentur
- P= Beban Maksimum
- L= Panjang area uji (12 cm)
- b= lebar benda uji
- d= tebal benda uji

Hela Cipta milik IPB University
1. Diizinkan menyalin/duplikasi sebagian atau seluruhnya hanya untuk keperluan pendidikan dan penelitian semata-mata.
a. Pengutipan harus mencantumkan sumber, penulisan harus benar, penulisan harus benar, penulisan harus benar, penulisan harus benar.
b. Pengutipan tidak boleh untuk kepentingan yang melanggar IPB University.
2. Diizinkan menggunakan dan memodifikasi ulang dengan cara apapun hanya untuk keperluan penelitian semata-mata IPB University.

Lampiran 2. Rata-rata bobot mortar dengan perlakuan jenis lateks, kadar karet kering di dalam semen, dan umur mortar

Jenis lateks	Umur (hari)	kadar karet kering di dalam semen(%)				Rata-rata
		0	2	4	6	
Pekat	7	1402.15±18.74	1335.35±20.29	1378.15±6.29	1275.10±15.98	1349.74±25.50^a
	14	1413.40±0.14	1407.75±4.31	1319.30±0.85	1311.10±0.28	
	28	1392.35±21.57	1382.30±68.73	1283.40±52.89	1296.50±95.88	
	Rata-rata	1402.63±13.48 ^D	1375.13±31.11 ^{BCD}	1326.95±20.01 ^{ABC}	1294.23±37.38 ^A	
Pekat semi-EV	7	1377.05±19.30	1298.80±30.83	1365.85±12.66	1299.65±68.09	1345.50±33.18^a
	14	1394.70±38.04	1338.55±21.57	1392.45±8.41	1293.95±44.19	
	28	1348.30±52.18	1343.20±58.97	1340.40±22.34	1353.15±21.57	
	Rata-rata	1373.35±36.51 ^{BCD}	1326.85±37.12 ^{ABC}	1366.23±14.47 ^{ABCD}	1315.58±44.62 ^{AB}	
Pekat semi-ebonit	7	1394.15±7.14	1372.90±15.56	1376.20±12.45	1326.60±9.76	1383.25±18.90^b
	14	1386.75±15.20	1403.15±20.01	1364.75±3.75	1392.65±24.25	
	28	1395.10±27.01	1367.20±42.99	1416.00±39.60	1403.55±9.12	
	Rata-rata	1392.0±16.450 ^{CD}	1381.08±26.19 ^{BCD}	1385.65±18.60 ^{BCD}	1374.27±14.38 ^{BCD}	
	Rata-rata	1389.33±22.15^c	1361.02±31.47^b	1359.61±17.69^b	1328.03±32.13^a	

Keterangan: - Nilai dengan huruf kapital yang berbeda berarti berbeda nyata (P < 0.05)
 - Nilai dengan huruf kecil yang berbeda pada baris atau kolom yang sama berarti berbeda nyata (P < 0.05)

Lampiran 3. Rata-rata kuat lentur dengan perlakuan jenis lateks, kadar karet kering di dalam semen, dan umur mortar

Jenis lateks	Umur (hari)	kadar karet kering di dalam semen (%)				Rata-rata
		0	2	4	6	
Pekat	7	48.96±10.18	40.32±2.04	30.24±2.04	20.16±6.11	39.92±4.72^a
	14	47.65±16.48	45.36±3.05	33.41±4.48	25.92±2.04	
	28	58.90±6.22	60.12±1.53	37.44±2.04	30.53±0.41	
	Rata-rata	51.84±10.96 ^C	48.60±2.21 ^{BC}	33.70±2.85 ^{AB}	25.54±2.85 ^A	
Pekat semi-EV	7	48.24±3.05	35.71±0.41	37.58±4.28	29.52±3.05	39.10±4.87^a
	14	47.30±15.98	31.39±1.63	35.57±5.09	30.96±5.09	
	28	54.15±8.70	38.88±2.04	40.32±4.07	39.60±5.09	
	Rata-rata	49.90±9.24 ^{BC}	35.33±1.36 ^{ABC}	37.82±4.48 ^{ABC}	33.36±4.41 ^{AB}	
Pekat semi-ebonit	7	48.24±1.02	35.28±1.02	41.76±0.00	33.12±4.07	45.70±4.12^b
	14	46.08±14.26	50.40±4.07	42.48±3.05	40.32±4.07	
	28	52.75±7.85	53.14±2.24	52.27±6.72	52.56±1.02	
	Rata-rata	49.02±7.71 ^{BC}	46.27±2.44 ^{BC}	45.50±3.26 ^{BC}	42.00±3.05 ^{ABC}	
Rata-rata		50.25±9.30^d	43.40±2.00^c	39.01±3.53^b	33.63±3.44^a	

Keterangan: - Nilai dengan huruf kapital yang berbeda berarti berbeda nyata (P < 0.05)
 - Nilai dengan huruf kecil yang berbeda pada baris atau kolom yang sama berarti berbeda nyata (P < 0.05)

Jenis lateks	Umur (hari)	Kadar karet kering di dalam semen (%)				Rata-rata
		0	2	4	6	
Pekat	7	48.96±10.18	40.32±2.04	30.24±2.04	20.16±6.11	37.43±3.11a
	14	47.65±16.48	45.36±3.05	33.41±4.48	25.92±2.04	
	28	58.90±6.22	60.12±1.53	37.44±2.04	30.53±0.41	
P. semi-EV	7	48.24±3.05	35.71±0.41	37.58±4.28	29.52±3.05	39.74±6.61 a
	14	47.30±15.98	31.39±1.63	35.57±5.09	30.96±5.09	
	28	54.15±8.70	38.88±2.04	40.32±4.07	39.60±5.09	
P. semi-Ebonit	7	48.24±1.02	35.28±1.02	41.76±0.00	33.12±4.07	47.55±3.99 b
	14	46.08±14.26	50.40±4.07	42.48±3.05	40.32±4.07	
	28	52.75±7.85	53.14±2.24	52.27±6.72	52.56±1.02	

Keterangan: - Nilai dengan huruf kecil yang berbeda pada baris atau kolom yang sama berarti berbeda (P < 0.05)

Lampiran 4. Rata-rata kuat tekan dengan perlakuan jenis lateks, kadar karet kering di dalam semen, dan umur mortar

Umur (hari)	Jenis Lateks	kadar karet kering di dalam semen (%)				Rata-rata
		0	2	4	6	
7	Pekat	216.00±5.66	130.00±28.28	73.20±1.70	69.40±29.13	128.57±18.57^a
	P. semi-EV	225.20±75.24	115.00±7.07	102.20±30.26	70.00±14.14	
	P. semi-Eb	206.40±22.63	153.40±0.28	114.00±8.49	68.00±0.00	
14	Pekat	259.20±100.69	135.00±7.07	108.80±1.13	79.60±19.80	145.90±20.32^b
	P. semi-EV	230.00±36.77	135.00±7.07	103.20±18.10	74.00±14.14	
	P. semi-Eb	235.20±10.18	178.00±8.49	110.40±11.31	102.40±9.05	
28	Pekat	279.20±1.13	174.00±16.40	126.00±14.14	96.40±2.83	168.07±15.18^c
	P. semi-EV	271.20±12.45	138.40±7.92	128.60±10.47	105.20±3.96	
	P. semi-Eb	276.00±73.54	190.80±15.27	128.00±5.66	103.00±18.38	
	Rata-rata	244.27±37.59^d	149.96±10.87^c	110.49±11.25^b	85.33±12.38^a	

Keterangan: - Nilai dengan huruf kecil yang berbeda pada baris atau kolom yang sama berarti berbeda nyata (P < 0.05)

Lampiran 5. Analisis ragam dan uji lanjut

Lampiran 5.a. Hasil analisis ragam terhadap bobot

Variabel Tidak Bebas : Bobot

Sumber	Type III SS	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Corrected Model	117742.349	35	3364.067	2.919	.001
Intersep	133072754.201	1	133072754.201	115476.703	.000
JENIS	20526.054	2	10263.027	8.906	.001
KADAR	33885.478	3	11295.159	9.802	.000
UMUR	3921.825	2	1960.913	1.702	.197
JENIS * KADAR	24068.164	6	4011.361	3.481	.008
JENIS * UMUR	3309.846	4	827.461	.718	.585
KADAR * UMUR	14155.019	6	2359.170	2.047	.084
JENIS * KADAR * UMUR	17875.963	12	1489.664	1.293	.265
Galat	41485.590	36	1152.377		
Total	133231982.140	72			
Corrected Total	159227.939	71			

a R Kuadrat = .739 (Adjusted R Kuadrat = .486)

Lampiran 5.b. Hasil uji lanjut jenis lateks terhadap bobot

Variabel Tidak bebas : Bobot

Uji : LSD

(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Galat	Sig.	95% Tingkat Kepercayaan	Batas Bawah	Batas Atas
Lateks P.semi-Eb	Lateks P.semi-EV	37.7458*	9.79956	.000	17.8714	57.6203	
Lateks P.semi-Eb	Lateks Pekat	33.5125*	9.79956	.002	13.6381	53.3869	
Lateks P.semi-EV	Lateks P.semi-Eb	-37.7458*	9.79956	.000	-57.6203	-17.8714	
Lateks P.semi-EV	Lateks Pekat	-4.2333	9.79956	.668	-24.1078	15.6411	
Lateks Pekat	Lateks P.semi-Eb	-33.5125*	9.79956	.002	-53.3869	-13.6381	
Lateks Pekat	Lateks P.semi-EV	4.2333	9.79956	.668	-15.6411	24.1078	

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai tengah. * Signifikan pada tingkat .05

Lampiran 5.c. Hasil uji lanjut kadar karet kering terhadap bobot

Variabel Tidak bebas : Bobot Uji : LSD

(I) KADAR	(J) KADAR	Mean Difference (I-J)	Std. Galat	Sig.	95% Tingkat Kepercayaan	
					Batas Bawah	Batas Atas
.00	2.00	28.3056*	11.31556	.017	5.3565	51.2546
	4.00	29.7167*	11.31556	.013	6.7676	52.6657
	6.00	61.3000*	11.31556	.000	38.3510	84.2490
2.00	.00	-28.3056*	11.31556	.017	-51.2546	-5.3565
	4.00	1.4111	11.31556	.901	-21.5379	24.3601
	6.00	32.9944*	11.31556	.006	10.0454	55.9435
4.00	.00	-29.7167*	11.31556	.013	-52.6657	-6.7676
	2.00	-1.4111	11.31556	.901	-24.3601	21.5379
	6.00	31.5833*	11.31556	.008	8.6343	54.5324
6.00	.00	-61.3000*	11.31556	.000	-84.2490	-38.3510
	2.00	-32.9944*	11.31556	.006	-55.9435	-10.0454
	4.00	-31.5833*	11.31556	.008	-54.5324	-8.6343

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai tengah. * Signifikan pada tingkat .05

Lampiran 5.d. Hasil uji lanjut interaksi antara jenis lateks dan kadar karet kering terhadap bobot

LSD= 72.99

	1294.23	1315.58	1326.85	1326.95	1366.23	
1294.23	0.00	A				A
1315.58	21.35	A	0.00	B		AB
1326.85	32.62	A	11.27	B	0.00	ABC
1326.95	32.72	A	11.37	B	0.10	ABC
1366.23	72.00	A	50.65	B	39.38	ABCD
1373.35	79.12		57.77	B	46.50	BCD
1374.27	80.03		58.69	B	47.42	BCD
1375.13	80.90		59.55	B	48.28	BCD
1381.08	86.85		65.50	B	54.23	BCD
1385.65	91.42		70.07	B	58.80	BCD
1392.00	97.77		76.42		65.15	CD
1402.63	108.40		87.05		75.78	D

1. Diwajibkan menggunakan software SPSS untuk analisis data. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.spss.com
 2. Diwajibkan menggunakan software SPSS untuk analisis data. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.spss.com
 3. Diwajibkan menggunakan software SPSS untuk analisis data. Untuk lebih jelasnya, silakan kunjungi alamat: www.spss.com

Lampiran 5.e. Hasil analisis ragam terhadap kuat lentur

Variabel Tidak bebas : Kuat Lentur

Sumber	Type III SS	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Corrected Model	6470.454	35	184.870	4.944	.000
Intersep	124438.964	1	124438.964	3327.834	.000
JENIS	620.995	2	310.498	8.304	.001
KADAR	2669.369	3	889.790	23.795	.000
UMUR	1351.996	2	675.998	18.078	.000
JENIS * KADAR	1251.264	6	208.544	5.577	.000
JENIS * UMUR	155.090	4	38.773	1.037	.402
KADAR * UMUR	160.012	6	26.669	.713	.641
JENIS * KADAR * UMUR	261.728	12	21.811	.583	.841
Galat	1346.162	36	37.393		
Total	132255.580	72			
Corrected Total	7816.616	71			

a R Kuadrat = .828 (Adjusted R Kuadrat = .660)

Lampiran 5.f. Hasil uji lanjut jenis lateks terhadap kuat lentur

Variabel Tidak bebas : Kuat Lentur

Uji : LSD

(I) JENIS	(J) JENIS	Mean Difference (I-J)	Std. Galat	Sig.	95% Tingkat Kepercayaan Batas Bawah	Batas Atas
Lateks P.semi-Eb	Lateks P.semi-EV	6.5975*	1.76525	.001	3.0174	10.1776
Lateks P.semi-Eb	Lateks Pekat	5.7821*	1.76525	.002	2.2020	9.3622
Lateks P.semi-EV	Lateks P.semi-Eb	-6.5975*	1.76525	.001	-10.1776	-3.0174
Lateks P.semi-EV	Lateks Pekat	-.8154	1.76525	.647	-4.3955	2.7647
Lateks Pekat	Lateks P.semi-Eb	-5.7821*	1.76525	.002	-9.3622	-2.2020
Lateks Pekat	Lateks P.semi-EV	.8154	1.76525	.647	-2.7647	4.3955

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai tengah. * Signifikan pada tingkat .05

Lampiran 5.g. Hasil uji lanjut kadar karet kering terhadap kuat lentur

Variabel Tidak bebas : Kuat Lentur Uji : LSD

(I) KADAR	(J) KADAR	Mean Difference (I-J)	Std. Galat	Sig.	95% Tingkat Kepercayaan Batas Bawah	Batas Atas
.00	2.00	6.8528*	2.03834	.002	2.7188	10.9867
	4.00	11.2439*	2.03834	.000	7.1099	15.3778
	6.00	16.6200*	2.03834	.000	12.4861	20.7539
2.00	.00	-6.8528*	2.03834	.002	-10.9867	-2.7188
	4.00	4.3911*	2.03834	.038	.2572	8.5251
	6.00	9.7672*	2.03834	.000	5.6333	13.9012
4.00	.00	-11.2439*	2.03834	.000	-15.3778	-7.1099
	2.00	-4.3911*	2.03834	.038	-8.5251	-2.2572
	6.00	5.3761*	2.03834	.012	1.2422	9.5101
6.00	.00	-16.6200*	2.03834	.000	-20.7539	-12.4861
	2.00	-9.7672*	2.03834	.000	-13.9012	-5.6333
	4.00	-5.3761*	2.03834	.012	-9.5101	-1.2422

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai tengah. * Signifikan pada tingkat .05

Lampiran 5.h. Hasil uji lanjut umur mortar terhadap kuat lentur

Variabel Tidak bebas : Kuat Lentur Uji : LSD

(I) UMUR	(J) UMUR	Mean Dif (I-J)	Std. Galat	Sig.	95% Conf Interval Batas Bawah	Batas Atas
7	14	-2.3087	1.76525	.199	-5.8888	1.2713
	28	-10.1267*	1.76525	.000	-13.7068	-6.5466
14	7	2.3087	1.76525	.199	-1.2713	5.8888
	28	-7.8179*	1.76525	.000	-11.3980	-4.2378
28	7	10.1267*	1.76525	.000	6.5466	13.7068
	14	7.8179*	1.76525	.000	4.2378	11.3980

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai tengah. * Signifikan pada tingkat .05

Lampiran 5.i. Hasil uji lanjut interaksi antara jenis lateks dan kadar karet kering terhadap kuat lentur

LDS= 16.64

	25.54	33.36	33.70	35.33	
25.54	0.00	A			A
33.36	7.82	A	0.00	B	AB
33.70	8.16	A	0.34	B	AB
35.33	9.79	A	1.97	B	ABC
37.82	12.28	A	4.46	B	ABC
42.00	16.46	A	8.64	B	ABC
45.50	19.96		12.14	B	BC
46.27	20.73		12.91	B	BC
48.60	23.06		15.24	B	BC
49.02	23.48		15.66	B	BC
49.90	24.36		16.54	B	BC
51.84	26.30		18.48		C

Lampiran 5.j. Hasil analisis ragam terhadap kuat tekan

Variabel Tidak bebas: Kuat Tekan

Sumber	Type III SS	df	Kuadrat Tengah	F	Sig.
Corrected Model	294433.351	35	8412.381	10.507	.000
Intersep	1566686.009	1	1566686.009	1956.727	.000
JENIS	2476.924	2	1238.462	1.547	.227
KADAR	262878.009	3	87626.003	109.441	.000
UMUR	18816.444	2	9408.222	11.750	.000
JENIS * KADAR	5072.124	6	845.354	1.056	.407
JENIS * UMUR	737.782	4	184.446	.230	.920
KADAR * UMUR	1701.991	6	283.665	.354	.903
JENIS * KADAR * UMUR	2750.076	12	229.173	.286	.988
Galat	28824.000	36	800.667		
Total	1889943.360	72			
Corrected Total	323257.351	71			

a R Kuadrat = .911 (Adjusted R Kuadrat = .824)

Lampiran 5.k. Hasil uji lanjut kadar karet kering terhadap kuat tekan

Variabel Tidak bebas : Kuat Tekan Uji : LSD

(I) KADAR	(J) KADAR	Mean Difference (I-J)	Std. Galat	Sig.	95% Tingkat Kepercayaan	
					Batas Bawah	Batas Atas
.00	2.00	94.3111*	9.43202	.000	75.1821	113.4401
	4.00	133.7778*	9.43202	.000	114.6488	152.9068
	6.00	158.9333*	9.43202	.000	139.8043	178.0624
2.00	.00	-94.3111*	9.43202	.000	-113.4401	-75.1821
	4.00	39.4667*	9.43202	.000	20.3376	58.5957
	6.00	64.6222*	9.43202	.000	45.4932	83.7512
4.00	.00	-133.7778*	9.43202	.000	-152.9068	-114.6488
	2.00	-39.4667*	9.43202	.000	-58.5957	-20.3376
	6.00	25.1556*	9.43202	.011	6.0265	44.2846
6.00	.00	-158.9333*	9.43202	.000	-178.0624	-139.8043
	2.00	-64.6222*	9.43202	.000	-83.7512	-45.4932
	4.00	-25.1556*	9.43202	.011	-44.2846	-6.0265

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai tengah. * Signifikan pada tingkat .05

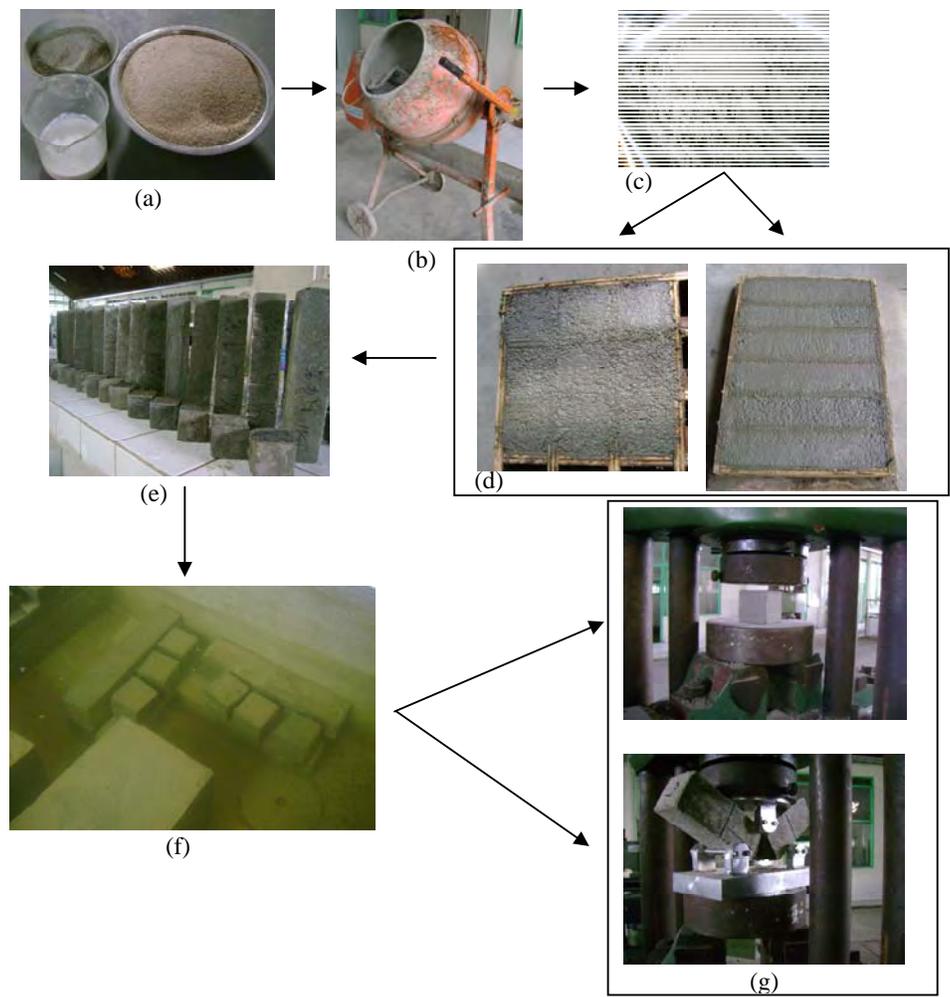
Lampiran 5.l. Hasil uji lanjut umur mortar terhadap kuat tekan

Variabel Tidak bebas : Kuat Tekan Uji : LSD

(I) UMUR	(J) UMUR	Mean Difference (I-J)	Std. Galat	Sig.	95% Tingkat Kepercayaan	
					Batas Bawah	Batas Atas
7	14	-17.3333*	8.16837	.041	-33.8995	-.7671
	28	-39.5000*	8.16837	.000	-56.0662	-22.9338
14	7	17.3333*	8.16837	.041	.7671	33.8995
	28	-22.1667*	8.16837	.010	-38.7329	-5.6005
28	7	39.5000*	8.16837	.000	22.9338	56.0662
	14	22.1667*	8.16837	.010	5.6005	38.7329

Berdasarkan pengamatan terhadap nilai tengah. * Signifikan pada tingkat .05

Lampiran 6. Prosedur pembuatan dan pengujian mortar



- Keterangan:**
- (a). bahan-bahan penelitian (semen, pasir, dan lateks)
 - (b). alat pengaduk semen (*molen*)
 - (c). hasil pengadukan
 - (d). pencetakan mortar untuk bahan uji kuat tekan (kiri) dan kuat lentur (kanan)
 - (e). hasil pencetakan mortar untuk bahan uji
 - (f). proses *curing* selama 7, 14, dan 28 hari
 - (g). pengujian kuat tekan (atas) dan kuat lentur (bawah) mortar