



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

PENGARUH SUSUNAN BANBU TERHADAP KEKUATAN KOMPOSIT BETON

SKRIPSI



**ALIMASKUR
07135078**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2011**

SKRIPSI
PENGARUH SUSUNAN BAMBU TERHADAP KEKUATAN KOMPOSIT
BETON

Yang disusun oleh :

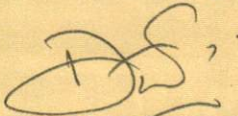
ALIMASKUR

07 135 078

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal 13 Juli 2011
Dan dinyatakan telah lulus memenuhi syarat

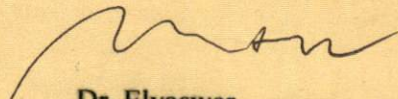
Susunan Tim Penguji

Pembimbing I



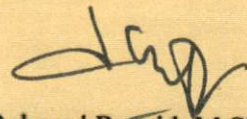
Dr. Dahyunir Dahlan, M.Si
NIP : 196811281995121002

Penguji I



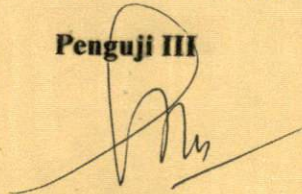
Dr. Elvaswer
NIP : 197005121998021001

Penguji II



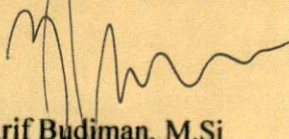
Rahmad Rasyid, M.Si
NIP : 196711031998021002

Penguji III



Aswir, M.S
NIP : 194609091973031001

Padang, 20 Juli 2011
Ketua Jurusan Fisika
FMIPA Universitas Andalas, Padang



Arif Budiman, M.Si
NIP:197311141999031004

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan Syukur yang sebesar-besarnya aku sampaikan kehadiran Allah SWT...

Yang telah memberikan nikmat kesehatan dan kemudahan dalam segala urusan ku, sehingga setiap kegiatan yang aku lakukan senantiasa menjadi amal bagi ku.

Shalawat serta Salam marilah kita kirimkan kepada Arwah junjungan alam nabi besar Muhammad SAW, yang telah berhasil merubah wajah dunia, membawa kedamaian diatas muka bumi serta menjadi contoh suri tauladan bagi seluruh umat manusia...

*Dengan Segala Kerendahan dan Ketulusan Hati
kupersembahkan karya kecil ku kepada*

Ayah dan Ibu

Ayah dan Ibu tercinta, Terimakasih atas pengorbanan kalian dari selama ini yang telah membesarkan dan mendidikku dari kecil hingga dewasa. Do'a dari kalian adalah kunci utama dari kesuksesan ku untuk hari ini dan masa yang akan datang. meskipun aku sering mengecawakan kalian bahkan membuat kalian marah namun rasa sayang kalian terhadap aku tidak akan pernah habis.

*Ayah dan Ibu tercinta, kalian adalah segala-galanya bagiku .
walau apapun yang aku perbuat untuk bisa menyenangkan kalian namun tidak akan bisa membalas semua jasa-jasa kalian...*

Kakak dan Adik ku

Terimakasih yang sebesar-besarnya buat (kak Arfah, kak Agus, kak Hawa dan Kak Fitri) atas semua dukungan kalian, aku sangat menyayangi kalian...

Buat adik ku si Aben, terus semangat untuk belajar, jangan lupa selalu kirim Do'a buat Alm Ayah... semoga kita menjadi orang sukses seperti kak-kak kita dan bisa membahagiakan ibu...

My Love

Terimakasih atas perhatian yang telah kau berikan dari selama ini, telah banyak kenangan indah yang telah kita lewati, semua itu akan menjadi suatu memori yang tak kan terlupakan dalam hidup ku...

Semoga engkau mendapatkan seseorang yang bisa membahagiakan mu dan semua harapan mu dari selama ini dapat terwujud dan selalu sukses...

Sahabat Seperjuangan Basic Science

Telah banyak cerita yang kita ukir, bersama-sama kita menggapai cita-cita. sejak dari awal kita bertemu banyak masa suka dan duka yang telah kita lewati namun nantinya kita semua akan berpisah...

Terimakasih atas segala bantuan dan kebaikan kalian Semoga kebaikan kalian akan dibalas oleh Allah SWT.

Semoga kalian akan menjadi lebih sukses lagi begitu juga diriku, Kebersamaan kita dari selama ini tak kan pernah hilang dari ingatan ku...

*Teman-teman Fisika Reguler , Semoga kalian bisa lebih sukses lagi.
Buat para bos-bos Fisika 07 (Acan, Ega, Izam, Nanda) Kenangan
bareng kalian tak kan terlupakan, kapan ne kita pergi jaga Duren
lagi ditempat Acan,,,??? He...*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. Yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul PENGARUH SUSUNAN BAMBU TERHADAP KEKKUATAN KOMPOSIT BETON. Shalawat serta Salam penulis kirimkan kepada seorang hamba sebagai pilihan Allah SWT. Yaitu Nabi Muhammad SAW, serta keluarga dan sahabat beliau. Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memenuhi dan memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) Program Studi Strata jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Andalas.

Terimakasih penulis ucapkan kepada keluarga tercinta yang telah berkorban, memberikan dorongan dan semangat kepada penulis merupakan peran yang tidak akan tergantikan dalam kehidupan penulis. Penulis juga mengucapkan Terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu mengarahkan penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

Terimakasih Penulis ucapkan Kepada :

1. Bapak Dr. Dahyunir Dahlan, M.Si selaku Dosen Pembimbing yang selalu membantu penulis dalam pembuatan skripsi.
2. Bapak Dr. Elvaswer. Bapak Drs. Aswir, Ms. Bapak Rahmat Rasyid, M.Si. selaku Dosen penguji.
3. Bapak Arif Budiman, M.Si selaku ketua Jurusan
4. Bapak Afdal, M.Si selaku koordinator Basic Science

5. Semua staf pengajar jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas. Yang telah membantu memberikan motivasi untuk terus memperdalam ilmu pengetahuan.
6. Buat teman-teman yang telah memberikan support dan membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Padang, Juli 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL

LEMBAR PENGESAHAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
ABSTRAK.....	vi
ABSTRACT.....	vii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
1.4 Batasan Masalah	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton	5
2.2 Sifat-sifat beton.....	6
2.3 Kuat tekan beton	6
2.4 Kemudahan pengerjaan	6
2.5 Rangkak dan susut	6
2.6 Kelebihan beton	7
2.7 Kekurangan beton.....	7
2.8 Tulangan bambu.....	7
2.9 Semen.....	9
2.10 Jenis-jenis semen.....	9

3.1 Kekuatan pasta semen dan faktor air semen (FAS).....	10
3.2 Air.....	11
3.3 Kuat tekan (compressive strength)	11
3.4 Kuat lentur (<i>bending test</i>)	12
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu	14
3.2 Alat dan Bahan	14
3.3 Prosedur Kerja	15
3.4 Pembentukan anyaman bambu.....	15
3.5 Pembentukan beton.....	17
3.6 Pengujian kuat tekan dan kuat lentur.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Kuat tekan.....	19
4.2 Kuat lentur.....	25
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran.....	34
DAFTAR KEPUSTAKAAN	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Tegangan – Regangan Bambu dan Baja.....	8
Gambar 2.2 Mesin Uji Kuat Tekan.....	11
Gambar 2.3 Mesin Kuat Lentur.....	13
Gambar 2.4 Bentuk Anyaman Bambu 1 Lapis.....	16
Gambar 2.5 Bentuk Anyaman Bambu 2 Lapis.....	16
Gambar 2.6 Bentuk Anyaman Bambu 3 Lapis.....	17
Gambar 4.1 Pengaruh susunan Bambu Satu Lapis Terhadap Kuat Tekan.....	19
Gambar 4.2 Pengaruh Susunan Bambu Dua Lapis Terhadap Kuat Tekan.....	21
Gambar 4.3 Pengaruh Susunan Bambu Tiga Lapis Terhadap Kuat Tekan.....	23
Gambar 5.1 Pengaruh Susunan Bambu Satu Lapis Terhadap Kuat Lentur.....	25
Gambar 5.2 Pengaruh Susunan Bambu Dua Lapis Terhadap Kuat Tekan.....	27
Gambar 5.3 Pengaruh Susunan Bambu Tiga Lapis Terhadap Kuat Tekan.....	28

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Kuat Tekan Dengan Menggunakan Bambu Satu Lapis.....	19
Tabel 4.2 Kuat Tekan Dengan Menggunakan Bambu Dua Lapis.....	21
Tabel 4.3 Kuat Tekan Dengan Menggunakan Bambu Tiga Lapis.....	23
Tabel 5.1 Kuat Lentur Dengan Menggunakan Bambu Satu Lapis.....	25
Tabel 5.2 Kuat Lentur Dengan Menggunakan Bambu Dua Lapis.....	26
Tabel 5.3 Kuat Lentur Dengan Menggunakan Bambu Tiga Lapis.....	28

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh susunan bambu terhadap kekuatan komposit beton. Variasi penyusunan bambu yang digunakan adalah satu lapis, dua lapis dan tiga lapis dan variasi umur antara 3 hari, 14 hari dan 28 hari. Analisis yang dilakukan adalah untuk menentukan besar kuat tekan dan kuat lentur yang dihasilkan dengan menggunakan beberapa variasi penyusunan bambu tersebut sebagai tulang beton. Dari penelitian ini didapatkan besar hasil pada kuat tekan dan kuat lentur yang maksimal dengan menggunakan bambu tiga lapis sebesar 257,04 dan kuat lentur sebesar 220,32.

Kata kunci: Variasi penyusunan bambu, kuat tekan, kuat lentur

ABSTRACT

Was done research about bamboo formation influence to try a fall komposit concrete. Bamboo collation variation that is utilized is one endue, two overlays and triplex and age variation among 3 days, 14 days and 28 days. analisis who is done is subject to be to big determine press strength and heavy duty flexible one is resulted by use of many bamboo collation variations most conceive of concrete bones. Of this research is gotten result big on strong pressing and strong flexible maximal one by use of triplex bamboo as big as 257,04 and strong flexible as big as 220,32.

On bamboos added process as bone as on concrete with memvariasikan bamboo collation and with variation same time, gotten big strong and strong flexible optimal one.

Key word: Bamboo collation variation, heavy duty press, heavy duty flexible

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemakaian beton semakin banyak dijumpai untuk berbagai macam konstruksi bangunan. Dalam perkembangan bidang perekayasaan material, saat ini terus diupayakan penelitian dan inovasi material termasuk material untuk bangunan atau komponen struktur (Sebayang dkk, 2008).

Berat jenis beton secara umum sekitar $2,00 - 2,40 \text{ g/cm}^3$ sehingga dalam pengerjaan konstruksi bangunan memiliki faktor kesulitan dalam pemasangan, untuk itu perlu dikembangkan jenis beton yang mudah dalam pemasangan sehingga membutuhkan waktu yang cepat untuk menyelesaikan suatu konstruksi. Pada kondisi sekarang mulai bermunculan jenis beton yang memiliki bobot yang lebih ringan, jenis beton ringan banyak sekali jenisnya mulai dari berbentuk beton monolitik, beton berpori, beton berkombinasi dengan bertulang bambu. Penambahan bambu pada pembuatan beton telah terbukti mampu memperbaiki sifat mekanis yang dimiliki, seperti meningkatkan kekuatan lentur dan mengurangi sifat regasnya (keretakan) (Randing 1995). Penggolongan kelas pada beton ringan berdasarkan berat jenis dan kuat tekan minimum yang harus dipenuhi telah dirumuskan oleh Dobrowolski, dikenal dengan standar Dobrowolski.

Penelitian ini mencoba mengaplikasikan konsep penggunaan bambu sebagai penguat pada beton. Untuk memperbaiki kuat lentur akan diteliti pengaruh susunan atau orientasi bambu pada campuran semen dan pasir untuk

nantinya akan membentuk beton. Sementara untuk memperbaiki kemampuan kuat tekan dengan massa yang ringan dapat dilakukan dengan mengevaluasi susunan bambu tersebut pada beton.

Bahan yang digunakan sebagai tulang beton dalam penelitian ini adalah bambu sebagai campuran beton, bambu dikenal mempunyai daya serap lebih tinggi dari serat kelapa. Penambahan bambu sebagai tulang beton akan dianalisis pengaruhnya terhadap kekuatan beton dengan komposisi yang lebih ringan. Bahan bangunan yang diperkuat bambu diharapkan dapat memberikan keunggulan pada beton dan dapat mengurangi biaya produksi serta mampu mendampingi baja-baja beton yang kuat dan mudah dibentuk.

1.2 Perumusan masalah

Adapun perumusan masalah berdasarkan uraian diatas adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya pengujian sifat mekanik beton, terutama parameter kuat tekan beton dan kuat lentur beton apabila dilakukan susunan bambu pada sebagai tulang beton.
2. Perlu adanya suatu analisis untuk mengetahui susunan bambu yang optimal pada pembuatan beton sehingga diperoleh kekuatan beton dengan massa yang lebih ringan.

1.3 Tujuan dan Mamfaat Penelitian

1. Untuk mengetahui pengaruh susunan bambu terhadap kekuatan beton. Kekuatan beton yang adalah kekuatan kuat tekan dan kuat lentur.
2. Mengetahui susunan yang paling optimal untuk mendapatkan kekuatan beton

3. dari beberapa susunan yang akan dilakukan sehingga didapatkan penguatan yang paling optimal.

1.4 Batasan Masalah

Untuk dapat merealisasikan pembuatan beton diperkuat bambu dengan massa yang lebih ringan, maka perlu perbatasan sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan dalam penguatan beton adalah bambu.
2. Pengujian sampel yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan dan kuat lentur pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari.
3. Pencampuran komposit pada pembuatan beton lebih menitik beratkan pada penyusunan orientasi bambu untuk mendapatkan massa beton yang lebih ringan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Beton merupakan hasil dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar yaitu pasir, batu, batu pecah atau bahan semacam lainnya. Dengan menambahkan semen secukupnya yang berfungsi sebagai perekat bahan susun beton, dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung. Agregat halus dan kasar, disebut sebagai bahan susun kasar campuran, merupakan komponen utama beton. Nilai kekuatan serta daya tahan (*durability*) beton merupakan dari banyak faktor, diantaranya nilai banding campuran dan mutu bahan susun, metode pelaksanaan pengecoran, pelaksanaan finishing, temperature dan kondisi perawatan pengerasannya.

Nilai kuat tekan beton relatif tinggi dibanding dengan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas (runtuh seketika). Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% dari kuat tekannya. Pada penggunaan sebagai komponen struktural bangunan, umumnya beton diperkuat dengan batang tulang baja sebagai bahan yang dapat bekerja sama dan dapat membantu kelemahannya, terutama pada bagian yang menahan gaya tarik. Dengan demikian tersusun pembagian tugas, dimana tulangan baja untuk memperkuat dan menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan (Dipohusodo, 1994)

2.1 Beton

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Bentuk paling umum dari beton adalah beton semen Portland, yang terdiri dari agregat mineral (biasanya kerikil dan pasir), semen dan air.

Pada proses pengerasan, pasta semen dan agregat halus (pasir) akan membentuk mortar yang akan menutup rongga-rongga antara agregat kasar (kerikil atau batu pecah), sedangkan pori-pori antara agregat halus diisi oleh pasta semen yang merupakan campuran antara semen dengan air sehingga butiran-butiran agregat saling terikat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak atau padat.

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah :

1. Jenis semen, kualitas, komposisi, kehalusan dari butiran mempengaruhi kekuatan rata-rata.
2. Agregat (mutu, gradasi, bentuk dan kekerasan permukaan agregat).
3. Perawatan (*curing*). Kehilangan kekuatan sampai sekitar 40% dapat terjadi bila pengeringan diadakan sebelum waktunya.
4. Suhu Umumnya kecepatan pengerasan beton bertambah dengan bertambahnya suhu.

5. Umur Pada keadaan yang normal kekuatan beton bertambah seiring dengan bertambahnya umurnya. Kecepatan bertambahnya kekuatan tergantung pada jenis semen. Pengerasan berlangsung secara lambat sampai beberapa tahun.

2.1.1 Sifat-sifat beton

2.1.1.1 Kuat tekan beton

Kuat beton merupakan sifat yang paling penting dalam beton keras, dan umumnya dipertimbangkan dalam perencanaan campuran beton. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara 10-65 MPa. Untuk struktur beton bertulang umumnya menggunakan beton dengan kekuatan berkisar 17-30 MPa, sedangkan untuk beton prategang berkisar berkisar 30-45 MPa. Untuk keadaan dan keperluan struktur khusus, untuk memproduksi beton kuat tinggi tersebut umumnya dilaksanakan dengan pengawasan ketat dalam laboratorium (Dipohusodo 1994). Beberapa faktor seperti ukuran dan bentuk agregat, jumlah pemakaian semen, jumlah pemakain air, proporsi campuran beton, perawatan beton (curing), usia beton ukuran dan bentuk sampel. Dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton.

2.1.1.2 Rangkak dan susut

Setelah beton mulai mengeras, beton akan mengalami pembebanan. Pada beton yang menahan beban akan terbentuk suatu hubungan tegangan dan regangan yang merupakan fungsi dari waktu pembebanan (Mulyono 2004).

Rangkak (*creep*) atau lateral material flow didefenisikan sebagai penambahan regangan terhadap waktu akibat adanya beban yang bekerja (Nawy

1985). Pada pembebanan awal disebut sebagai regangan elastic, sedangkan regangan tambahan akibat beban yang sama disebut regangan rangkak.

2.1.1.3 Kelebihan beton

Kelebihan beton dibanding dengan bahan bangunan lain adalah:

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
2. Mampu memikul beban yang berat
3. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
4. Biaya pemeliharaan yang kecil

2.1.1.4 Kekurangan beton

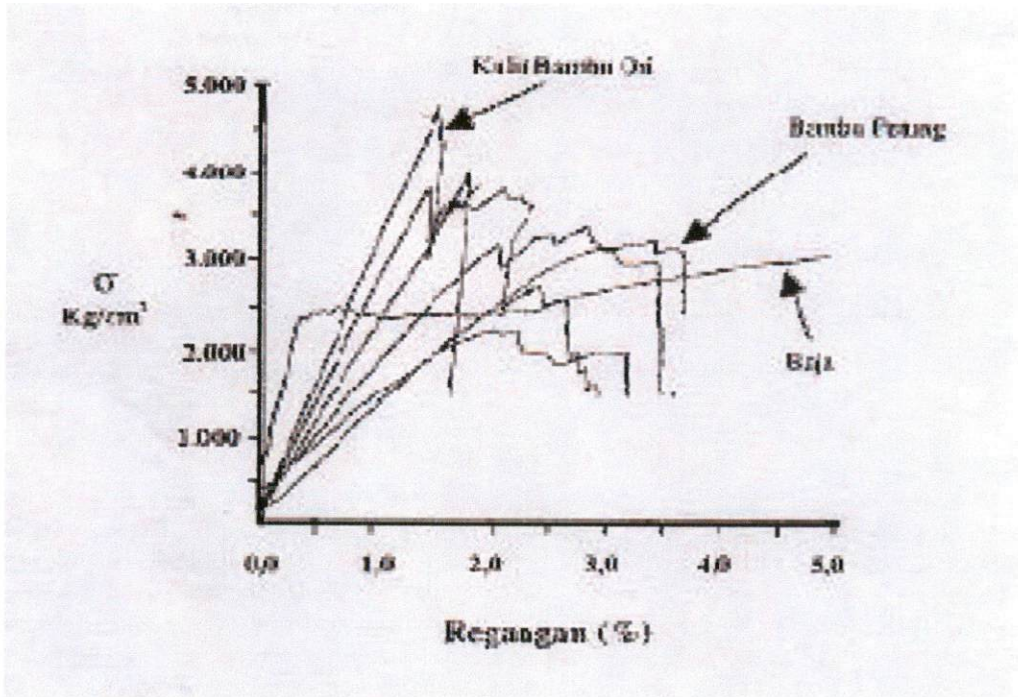
Kekurangan beton dibanding dengan bahan bangunan lain adalah:

1. Beton mempunyai kuat tekan yang rendah sehingga mudah retak
2. Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah
3. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
4. Berat

2.1 Tulangan bambu

Tulangan pada beton mempunyai fungsi untuk menahan gaya tarik yang bekerja pada penampang beton. Beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan saja, sebab beton lemah terhadap gaya tarik dan beton juga bersifat getas oleh karena itu dipasang tulangan untuk mengatasi kelemahan beton. Bambu dipilih sebagai tulangan beton, karena bambu memiliki kuat tarik cukup tinggi

yang mana setara dengan kuat tarik baja lunak. Kuat tarik bambu dapat mencapai 280kg/cm^2



Gambar 2.1 Diagram tegangan – regangan bambu dan baja

Para peneliti mengusulkan cara untuk mengatasi kelemahan diatas dengan menggunakan bambu yang sudah tua usianya sehingga daya serap dan kelembabannya kecil, melapisi batang bambu dengan bahan kedap air seperti vernis, cat dan cairan aspal. Tetapi harus dihindari licinnya permukaan bambu akibat pemakaian bahan-bahan tersebut, karena hal itu akan mengurangi daya lekat. Untuk memperbaiki lekatan antara bambu dan beton menggunakan bambu. Cara ini telah diaplikasikan pada perumahan prafabrikasi dikota Guayaquil. Dalam waktu 10 tahun bangunan tersebut tidak memperlihatkan keretakan. (Morisco, 1996)

2.1.1 Semen

Semen adalah suatu bahan yang mempunyai suatu sifat adhesif dan kohesif yang mampu melekatkan fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan massa yang padat. Semen yang digunakan untuk bahan beton adalah semen Portland atau semen Portland yang berupa semen hidrolik sebagai perekat bahan susun beton.

2.1.2 Jenis-jenis semen

1. semen non hidrolik

semen non hidrolik adalah contoh semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen hidrolik adalah kapur.

2. Semen hidrolik

Semen hidrolik adalah jenis semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras didalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozzolan dan semen Portland. Semen Portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Adapun sifat-sifat fisika dari semen Portland meliputi:

- a. Kehalusan butir yang sangat mempengaruhi proses hidrasi, semakin halus butiran semen, proses hidrasinya semakin cepat.
- b. Waktu pengikatan merupakan waktu yang diperlukan semen untuk mengeras yang dihitung mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen sehingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan.

- c. Kekekalan (perubahan volume) merupakan ukuran yang menyatakan kemampuan bahan untuk mempertahankan volume setelah pengikatan terjadi.
- d. Kekuatan tekan yaitu pengujian semen dengan cara membuat mortar yang kemudian ditekan sampai hancur.

Adapun yang dimaksud dengan *Portland composite cement* (PCC), merupakan jenis dari produk semen yang telah memenuhi persyaratan mutu *Portland composite cement* SNI 15-7064-2004. Dapat digunakan secara luas untuk konstruksi umum pada semua beton. Struktur bangunan bertingkat, struktur jembatan, struktur jalan beton bahan bangunan, beton pra tekan dan pra cetak, pasangan bata, plesteran dan acuan, panel beton, *paving block*, *hollow brick*, batako, genteng, potongan ubin, lebih mudah dikerjakan, suhu beton lebih rendah sehingga tidak mudah retak, lebih tahan terhadap sulfat, lebih kedap air dan permukaan lebih luas.

2.2.3 Kekuatan pasta semen dan faktor air semen (FAS)

Kekuatan semen sangat tergantung pada jumlah air yang digunakan waktu proses hidrasi berlangsung. Sebaiknya diusahakan jumlah air yang dipakai kecil agar kekuatan beton tidak rendah. Pada dasarnya jumlah air yang diperlukan untuk proses hidrasikira-kira 25% dari berta semen nya. Penambahan air akan mengurangi kekuatan beton setelah mengeras.

2.2 Air

Air diperlukan untuk pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya. Bila dipakai dalam campuran beton maka akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

2.3 Kuat tekan (compressive strength)

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui cara-cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton (diameter 10 cm, tinggi 20 cm) mesin kuat tekan tersebut dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.2 Mesin uji kuat tekan

Kuat tekan beton dilambangkan oleh tegangan tekan maksimum f_c . Pada saat beton telah mencapai umur 28 hari. Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar, menggunakan *Universal testing machine* (UTM). Beban yang diberikan akan dipikul rata oleh penampang sehingga tegangan yang dihasilkan dapat dilihat pada Persamaan 2.1.

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

Dimana : f_c = kuat tekan benda uji (silinder) beton (MPa)

F = berat beban maksimum (N)

A = luas penampang benda uji (m^2)

2.5 Kuat lentur balok beton (*bending test*)

Pengujian kuat tekan dan kuat lentur dengan menggunakan alat Hidraulik *Bending Strength*, tipe/model 30E/200 buatan Jerman. Dengan kapasitas 30 tf. Kuat lentur lebih memperlihatkan keretakan – keretakan yang terjadi akibat perubahan kadar air dan suhu yang terjadi pada balok beton. Mesin kuat lentur tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Mesin Kuat Lentur

Pembebanan diberikan terhadap benda uji sampai benda uji mengalami keruntuhan, yaitu beban maksimum yang dapat ditahanan oleh benda uji tersebut. Beban maksimum ini dicatat sebagai pembebanan dilakukan sampai benda uji ini runtuh yang akan menyebabkan keretakan dan lendutan.

Untuk menghitung kuat lentur balok beton dapat digunakan Persamaan 2.2.

$$f_r = \frac{3PL}{2BH^2} \quad (2.2)$$

Dengan : P = beban patah maksimum (kg/cm^2)

L = Jarak tumpuan (cm)

B = lebar rata-rata benda uji (cm)

H = tebal rata-rata benda uji (cm)

f_r = kuat lentur benda uji (kg/cm^2)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan di Laboratorium fisika material universitas andalas

1.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Timbangan untuk mengukur berat sampel
- b. Talam untuk mengeringkan contoh agregat
- c. Tongkat pemadat diameter 15 mm, panjang 60 cm, yang ujungnya bulat dan terbuat dari baja tahan karat
- d. Mistar perata
- e. Sekop
- f. Mesin kuat tekan
- g. Mesin uji kuat lentur

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- a. Semen

Semen yang digunakan adalah semen PCC produksi PT. Semen padang karena sesuai dengan standar nasional indonesia (SNI)

b. Air

Air yang digunakan adalah air yang terbebas dari kandungan minyak, garam, asam alkali, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton.

c. Bambu

Bambu di ambil dari kapalo koto, padang. Dengan ukuran panjang 15 cm, sesuai dengan ukuran mesin cetakan kuat tekan dilaboratorium teknik sipil.

d. Pasir yang digunakan adalah pasir sungai, sebelum digunakan dicuci terlebih dahulu agar bebas dari garam yang dapat merusak beton.

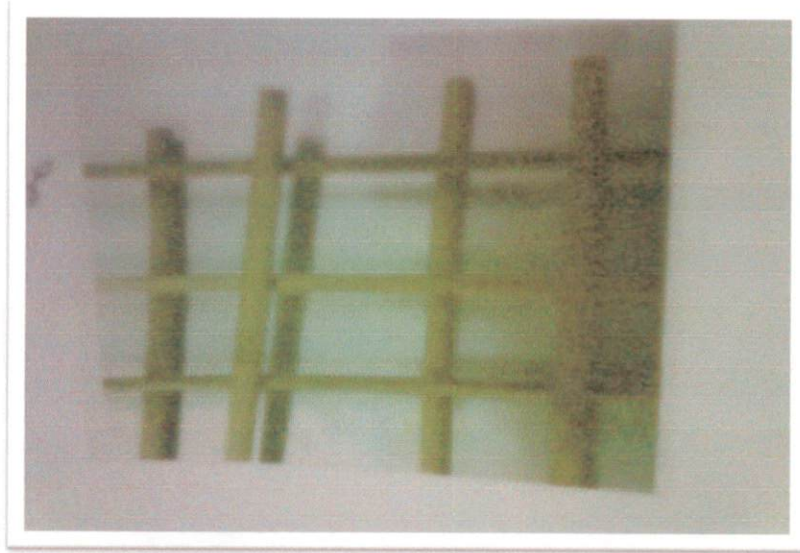
3.3 Prosedur kerja

1.2.1 Preparasi Bambu

Bambu diambil kemudian dikeringkan, setelah kering akan dihaluskan menjadi dua bentuk yaitu bulat dan tipis dengan masing-masing ukuran untuk tipis dengan ketebalan 0,5 cm dan ukuran lebarnya sekitar 1 cm dan panjang sekitar 15 cm. Dan untuk yang bulat dengan ketebalan sekitar 1 cm, lebar 0,5 cm, panjang 15 cm.

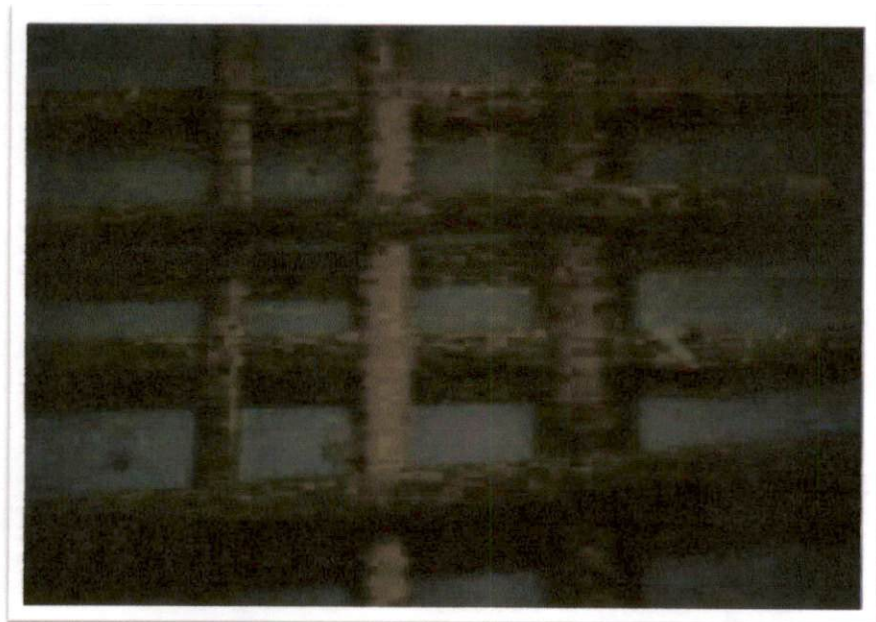
1.2.2 Pembentukan Penyusunan Bambu

Bambu yang telah disiapkan tadi dibentuk menjadi susunan dalam beberapa tipe seperti gambar dibawah ini.



Gambar. 2.4 Bentuk susunan bambu 1 lapis

Gambar diatas adalah gambar bentuk susunan bambu 1 lapis sebagai tulangan pada beton, dan akan dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari



Gambar 2.5 bentuk susunan bambu 2 lapis

Gambar 3.2 adalah gambar bentuk susunan bambu 2 lapis. Dan akan dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari. Dari hasil pengujian akan dilakukan perbandingan data.



Gambar. 2.6 Bentuk susunan bambu 3 lapis

Gambar 3.3 adalah gambar susunan bambu 3 lapis, dan akan dilakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari.

1.2.3 Pembentukan beton

Dari beberapa tipe susunan bambu seperti yang ditunjukkan pada gambar diatas, maka anyaman tersebut akan dilapisi semen yang telah dicampur air dan pasir maka akan dibiarkan mengering dalam waktu selama 28 hari, setelah itu akan dibawa ke laboratorium untuk dilakukan uji kuat tekan dan kuat lentur.

1.4 Pengujian kuat tekan dan kuat lentur

Sampel yang sudah cukup umurnya untuk diuji dikeluarkan dan dibiarkan kering. Untuk uji kuat tekan dilakukan proses *capping* lalu diuji dengan mesin kuat tekan dan mesin kuat lentur. Hasil kuat tekan dan kuat lentur inilah didapat beban yang mampu didukung oleh benda uji baik kuat tekan maupun kuat lentur. Kemudian untuk menghitung kuat tekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.1 dan untuk pengujian kuat lentur digunakan persamaan 2.2

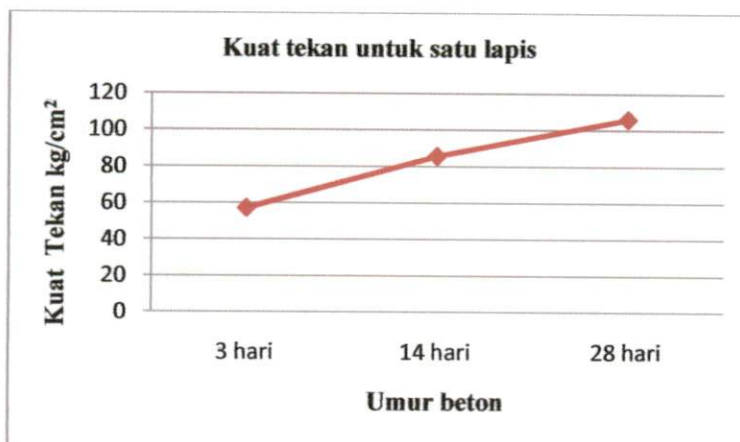
BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Kuat Tekan

Untuk mengetahui hasil kuat tekan pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari dengan variasi penyusunan bambu satu lapis dapat dilihat pada tabel 4.1

Kuat tekan beton (hari)	Komposisi (Bambu)	Luas (cm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (KN)	(kg/cm ²)
3 hari	1 lapis	25	1,0	14	57,12
14 hari	1 lapis	25	1,0	21	85,68
28 hari	1 lapis	25	1,0	26	106,08

Tabel 4.1 kuat tekan beton dengan menggunakan bambu 1 lapis



Gambar 4.1 Pengaruh susunan bambu satu lapis terhadap kuat tekan

Pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa setelah dilakukan pengujian kuat tekan dengan memvariasikan umur dan juga penyusunan bambu maka didapat data untuk umur 3 hari sebesar 57,12. 14 hari 85,68 dan 28 hari 106,68. Akan tetapi, dari data yang telah diperoleh belum sesuai dengan yang diharapkan hal ini disebabkan oleh beberapa pengaruh susunan bambu. Untuk gambar 4.1 variasi penyusunan bambunya hanya satu lapis sehingga data yang dihasilkan sangat rendah.

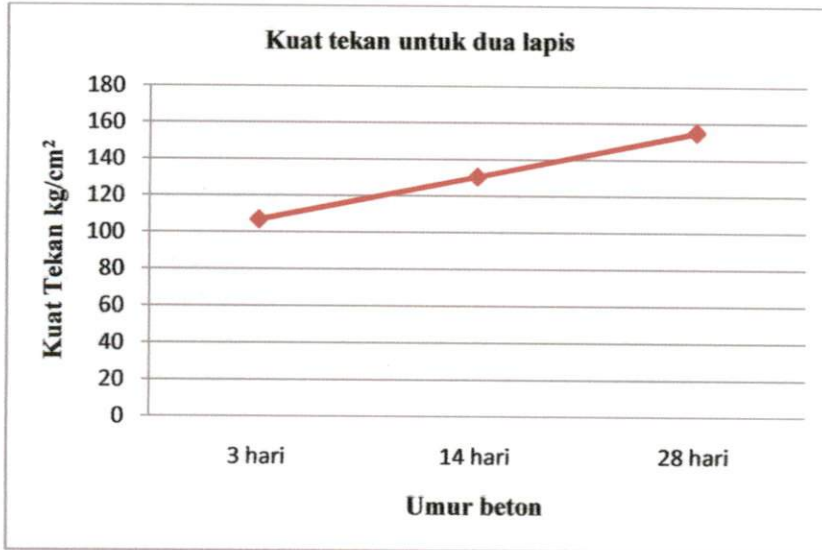
Pada umur 3 hari beton sudah mengalami kekuatan namun kekuatan tersebut belum begitu maksimal bila dibandingkan dengan umur 14 hari dan 28 hari. Untuk pengujian sampel yang pertama dengan menggunakan bambu satu lapis, angka maksimal yang diperoleh sebesar 106,08. Semakin lama, kekuatan pada beton semakin bertambah hal ini disebabkan oleh lekatan antara bahan-bahan pada beton semakin baik akan tetapi kekuatan pada beton bergantung juga pada banyak nya semen, pasir dan tulangan yang diberikan, semakin tebal tulangan yang diberikan semakin besar kekuatan pada beton.

Seperti yang kita lihat pada gambar diatas dan gambar berikutnya bahwa, kalau kita ambil suatu perbandingan data antara bambu yang satu lapis dengan dua dan tiga lapis, didapat data yang berbeda-beda. Dari ketiga variasi penyusunan yang telah dilakukan maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa, untuk bambu satu lapis didapat data sangat sedikit, sedangkan untuk penyusunan bambu 2 lapis dan tiga lapis hasil yang didapat semakin besar.

Untuk mengetahui besar nilai yang didapat pada penyusunan bambu dua lapis, dapat dilihat pada tabel 4.2

Kuat tekan beton (hari)	Komposisi (Bambu)	Luas (cm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (KN)	(kg/cm ²)
3 hari	2 lapis	25	1,0	26	106,8
14 hari	2 lapis	25	1,0	32	130,56
28 hari	2 lapis	25	1,0	38	155,04

Tabel 4.2 kuat tekan beton dengan menggunakan bambu dua lapis



Gambar 4.2 Pengaruh susunan bambu dua lapis terhadap kuat tekan

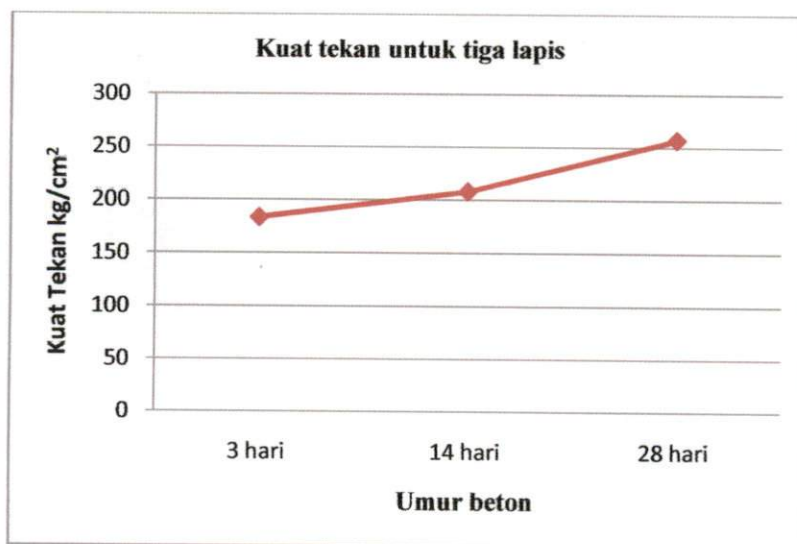
Pada gambar 4.2 adalah gambar variasi penyusunan bambu dua lapis, dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa, perbandingan antara umur beton dengan

menggunakan bambu dua lapis sangat berpengaruh terhadap kekuatan yang dihasilkan. Dengan menggunakan bambu dua lapis kekuatan pada beton semakin bertambah apabila dibandingkan dengan beton bertulang bambu satu lapis. Beton yang menggunakan variasi bambu dua lapis menghasilkan data maksimal sebesar 155,04. Nilai tersebut sangat berbeda bila dibandingkan dengan waktu maksimal yang dihasilkan oleh beton dengan variasi bambu satu lapis.

Persentase penyusunan bambu dua lapis terhadap kuat tekan beton merupakan hasil yang berbeda bila dibandingkan dengan penyusunan bambu antara satu lapis dengan tiga lapis. Variasi penyusunan bambu sebagai tulang pada beton dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan yang dihasilkan oleh beton dengan menggunakan beberapa variasi penyusunan bambu. Untuk variasi penyusunan bambu dua lapis hasil yang diperoleh belum optimal bila dibandingkan dengan variasi penyusunan bambu tiga lapis.

Kuat tekan beton (hari)	Komposisi (Bambu)	Luas (cm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (KN)	(kg/cm ²)
3 hari	3 lapis	25	1,0	45	183,6
14 hari	3 lapis	25	1,0	51	208,08
28 hari	3 lapis	25	1,0	63	257,04

Tabel 4.3 kuat tekan beton dengan menggunakan bambu tiga lapis



Gambar 4.3 Pengaruh susunan bambu tiga lapis terhadap kuat tekan

Pada gambar 4.3 adalah gambar variasi penyusunan bambu tiga lapis, setelah dilakukan uji kuat tekan pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari dengan

menggunakan bambu tiga lapis maka diperoleh data yang maksimal sebesar 257,04 data tersebut sangat berbeda dengan data yang menggunakan bambu yang satu lapis dan dua lapis.

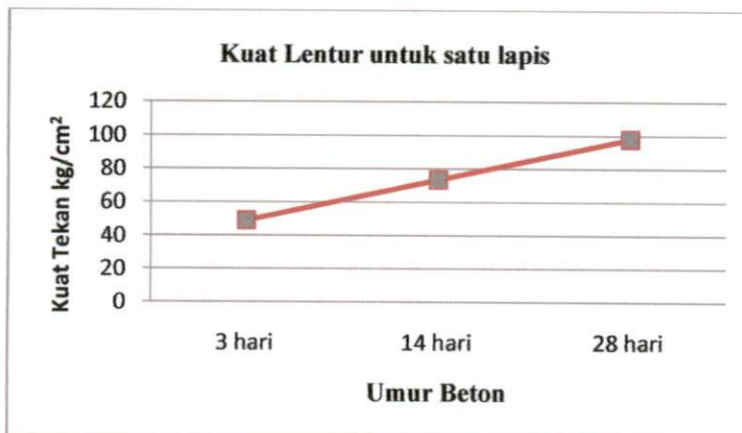
Dari data yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan, yang mempengaruhi kuat tekan dan kuat lentur beton, bukan saja dipengaruhi oleh umur akan tetapi kekuatan beton juga dipengaruhi oleh bentuk dan variasi penyusunan tulang bambu pada beton. Variasi penyusunan bambu sebagai tulang pada beton berbeda-beda, mulai dari satu lapis, dua lapis dan tiga lapis. Sehingga dari variasi penyusunan bambu tersebut akan didapat hasil yang optimal. Dari hasil pengujian kuat tekan yang telah dilakukan, maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa dari masing-masing sampel yang menggunakan bambu mulai dari penyusunan satu lapis, dua lapis sampai tiga lapis sebagai uji kuat tekan pada beton maka dari ketiga jenis variasi penyusunan tersebut didapat data yang paling besar pada kuat tekan yaitu pada penyusunan tiga lapis hal ini disebabkan karena penyusunan bambu tiga lapis dapat membantu menambah kekuatan pada komposit beton.

Tabel 5.1 Kuat lentur

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka untuk mengetahui besar kuat lentur yang dihasilkan dengan memvariasikan umur beton antara umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari dengan menggunakan bambu sebagai tulang pada beton yang terdiri dari satu lapis, dua lapis dan tiga lapis, maka didapat hasil kuat lentur yang tercantum dalam tabel 5.1

Kuat lentur beton (hari)	Komposisi (bambu)	H (cm ²)	L (cm)	Beban maks	(kg/cm ²)
3 hari	1 lapis	25	20	0,2	48,96
14 hari	1 lapis	25	20	0,3	73,44
28 hari	1 lapis	25	20	0,4	97,92

Tabel 5.1 kuat lentur beton dengan menggunakan bambu satu lapis



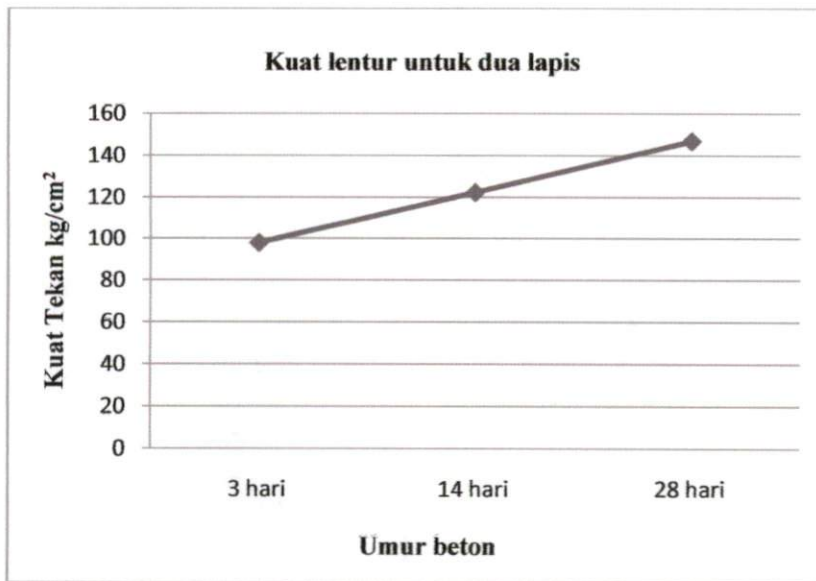
Gambar 5.1 Pengaruh susunan bambu satu lapis terhadap kuat lentur

Dari gambar 5.1 dapat dilihat bahwa, kuat lentur beton dengan menggunakan susunan bambu satu lapis hasil yang didapat sangat rendah bila dibandingkan dengan kuat tekan beton. Kuat lentur beton pada umur 3 hari hanya sebesar 48,96 umur 14 hari 73,44 dan umur 28 hari sebesar 97,92. Dari hasil kuat lentur tersebut sangatlah rendah hal ini disebabkan karena beton lemah terhadap kuat lentur sehingga bila dibandingkan dengan hasil dari kuat tekan sangat berbeda.

Dari gambar 5.1 terlihat bahwa, antara umur 3 hari, 14 hari dan 28 menunjukkan adanya perubahan atau kenaikan kekuatan pada kuat lentur. perubahan tersebut disebabkan oleh komposisi yang terkandung dalam beton sudah mulai menyatu sehingga disaat dilakukan uji kuat lentur antara umur 3 hari, 14 hari 28 hari didapat hasil yang berbeda, hasil maksimal yang diperoleh uji kuat lentur adalah pada umur 28 hari. namun perbedaan hasil dari uji kuat lentur tersebut tidak terlalu besar.

Kuat lentur beton (hari)	Komposisi (bambu)	H (cm ²)	L (cm)	Beban maks	(kg/cm ²)
3 hari	2 lapis	25	20	0,4	97,92
14 hari	2 lapis	25	20	0,5	122,4
28 hari	2 lapis	25	20	0,6	146,88

Tabel 5.2 kuat lentur beton dengan menggunakan bambu dua lapis



Gambar 5.2 Pengaruh susunan bambu dua lapis terhadap kuat lentur

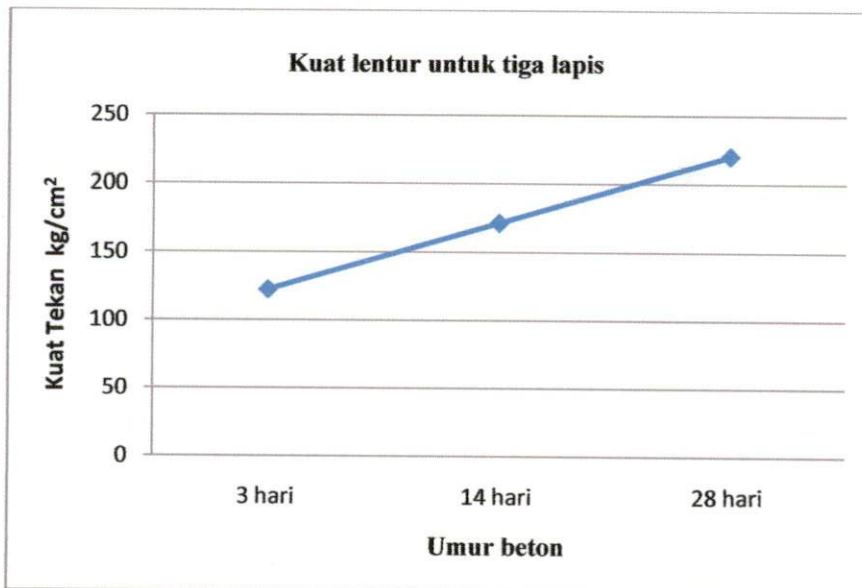
Gambar 5.2 adalah gambar yang menunjukkan besar kuat lentur yang dihasilkan dengan menggunakan penyusunan bambu dua lapis. Dari pengujian kuat lentur yang telah dilakukan menggunakan bambu dua lapis, maka diperoleh hasil yang maksimal sebesar 146,88 dari data tersebut jelas bahwa dengan memvariasikan bambu dua lapis sebagai uji kuat lentur sangat berbeda bila dibandingkan dengan beton yang menggunakan bambu satu lapis.

Kuat lentur beton sangat berpengaruh pada komposisi yang digunakan sehingga apabila komposisi pada beton divariasikan maka akan menghasilkan data yang berbeda pula. Menggunakan bambu dua lapis sebagai tulang beton data yang diperoleh pun semakin besar, bisa dilihat untuk uji kuat lentur pada umur tiga hari seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.2, dari gambar tersebut jelas bahwa pada umur tiga hari kuat lentur yang dihasilkan mengalami kenaikan, begitu juga

dengan umur 14 hari dan 28 hari data yang diperoleh lebih besar bila dibandingkan dengan variasi penyusunan bambu sebelumnya.

Kuat lentur beton (hari)	Komposisi (bambu)	H (cm ²)	L (cm)	Beban maks	(kg/cm ²)
3 hari	3 lapis	25	20	0,5	122,4
14 hari	3 lapis	25	20	0,7	171,36
28 hari	3 lapis	25	20	0,9	220,32

Tabel 5.3 kuat lentur beton dengan menggunakan bambu tiga lapis



Gambar 5.3 Pengaruh susunan bambu tiga lapis terhadap kuat lentur

Gambar 5.3 adalah gambar yang menunjukkan hasil dari kuat lentur yang berumur mulai dari tiga hari, 14 hari sampai 28 hari dengan menggunakan variasi penyusunan bambu tiga lapis. Dari pengujian kuat lentur yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa, menggunakan susunan bambu tiga lapis menunjukkan adanya perubahan data yang sangat besar mulai dari umur 3 hari sampai 28 hari. pada umur 3 hari hasil yang didapat dari pengujian kuat lentur sebesar 122,4 sedangkan untuk umur maksimal yaitu 28 hari didapat hasil sebesar 220,32.

Dari beberapa penyusunan bambu mulai dari satu lapis, dua lapis sampai tiga lapis, maka hasil kuat tekan dan kuat lentur yang paling optimal adalah beton yang menggunakan susunan bambu tiga lapis. Karena susunan bambu yang tiga lapis dapat membantu memberikan penguatan yang optimal baik pada kuat tekan maupun pada kuat lentur bila dibandingkan dengan susunan bambu satu lapis dan dua lapis.

Pada penelitian kali ini bambu yang digunakan adalah bambu yang sudah tua umurnya karena daya serapnya lebih tinggi, sehingga pengeringan pada suatu sampel akan berlangsung cepat dan akan menghasilkan kuat tekan dan kuat lentur yang tinggi. Akan tetapi Kuat lentur beton lebih rendah bila dibandingkan dengan kuat tekan walaupun komposisi yang digunakan sama hal ini disebabkan karena beton lemah terhadap kelenturan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan pengujian serta pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat diambil suatu kesimpulan sebagai berikut:

1. Dari pengujian kuat tekan dan kuat lentur dengan menggunakan beberapa variasi penyusunan bambu serta dengan waktu yang sama, diperoleh hasil yang maksimal yaitu pada umur 28 hari dengan penyusunan bambu tiga lapis sebesar 257,04 serta untuk kuat lentur maksimal diperoleh 220,32.
2. Hasil kuat tekan dengan menggunakan penyusunan bambu satu lapis pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Kuat tekan beton (hari)	Komposisi (Bambu)	Luas (cm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (KN)	(kg/cm ²)
3 hari	1 lapis	25	1,0	14	57,12
14 hari	1 lapis	25	1,0	21	85,68
28 hari	1 lapis	25	1,0	26	106,08

Hasil kuat tekan dengan menggunakan penyusunan bambu dua lapis pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Kuat tekan beton (hari)	Komposisi (Bambu)	Luas (cm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (KN)	(kg/cm ²)
3 hari	2 lapis	25	1,0	26	106,8
14 hari	2 lapis	25	1,0	32	130,56
28 hari	2 lapis	25	1,0	38	155,04

Hasil kuat tekan dengan menggunakan penyusunan bambu dua lapis pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Kuat tekan beton (hari)	Komposisi (Bambu)	Luas (cm ²)	Berat Beton (kg)	Beban (KN)	(kg/cm ²)
3 hari	3 lapis	25	1,0	45	183,6
14 hari	3 lapis	25	1,0	51	208,08
28 hari	3 lapis	25	1,0	63	257,04

3. Hasil kuat lentur dengan menggunakan penyusunan bambu satu lapis pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Kuat lentur beton (hari)	Komposisi (bambu)	H (cm ²)	L (cm)	Beban maks	(kg/cm ²)
3 hari	1 lapis	25	20	0,2	48,96
14 hari	1 lapis	25	20	0,3	73,44
28 hari	1 lapis	25	20	0,4	97,92

Hasil kuat lentur dengan menggunakan penyusunan bambu dua lapis pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Kuat lentur beton (hari)	Komposisi (bambu)	H (cm ²)	L (cm)	Beban maks	(kg/cm ²)
3 hari	2 lapis	25	20	0,4	97,92
14 hari	2 lapis	25	20	0,5	122,4
28 hari	2 lapis	25	20	0,6	146,88

Hasil kuat lentur dengan menggunakan penyusunan bambu dua lapis pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Kuat lentur beton (hari)	Komposisi (bambu)	H (cm ²)	L (cm)	Beban maks	(kg/cm ²)
3 hari	3 lapis	25	20	0,5	122,4
14 hari	3 lapis	25	20	0,7	171,36
28 hari	3 lapis	25	20	0,9	220,32

4. Besar kuat tekan dan kuat lentur yang dihasilkan tergantung dari variasi penyusunan bambu, setiap variasi penyusunan bambu akan berpengaruh terhadap kuat tekan dan kuat lentur.

5.2 Saran

Agar memperoleh hasil kuat tekan dan kuat lentur optimal, sebaiknya melakukan variasi penyusunan bambu tiga lapis sebagai tulang beton serta melakukan pengujian kuat tekan dan kuat lentur pada umur 3 hari, 14 hari dan 28 hari.

Untuk mendapatkan hasil uji kuat tekan dan kuat lentur yang optimal harus benar-benar teliti dalam pembuatan sampel dan komposisi yang digunakan sesuai dengan prosedur.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Sebayang, 2008, "Material Komponen Struktur" ITB. pp 44-45

Randing, 1995, "Struktur Material Komposite Alamiah" Jakarta. pp 2-3

Nawy, 1985, *Teknologi Beton*, Andi Offset, Yogyakarta.

Morisco, 1996, "Bambu Sebagai Bahan Rekayasa" Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta.

Dipohusodo, 1996. "Struktur beton bertulan". Penerbit PT. Gramedia pustaka utama. Jakarta.

LAMPIRAN 1

KUAT TEKAN

Hasil kuat tekan beton untuk umur 3 hari dengan menggunakan bambu 1 lapis

$$\begin{aligned}f_c &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{14 \times 102}{25} \\ &= 57,12 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Hasil kuat tekan beton untuk umur 14 hari dengan menggunakan bambu 1 lapis

$$\begin{aligned}f_c &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{21 \times 102}{25} \\ &= 85,68 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Hasil kuat tekan beton untuk umur 28 hari dengan menggunakan bambu 1 lapis

$$\begin{aligned}f_c &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{26 \times 102}{25} \\ &= 106,08 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Hasil kuat tekan beton untuk umur 3 hari dengan menggunakan bambu 2 lapis

$$\begin{aligned} f_c &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{26 \times 102}{25} \\ &= 106,08 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil kuat tekan beton untuk umur 14 hari dengan menggunakan bambu 2 lapis

$$\begin{aligned} f_c &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{32 \times 102}{25} \\ &= 130,56 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil kuat tekan beton untuk umur 28 hari dengan menggunakan bambu 2 lapis

$$\begin{aligned} f_c &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{38 \times 102}{25} \\ &= 155,04 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil kuat tekan beton untuk umur 3 hari dengan menggunakan bambu 3 lapis

$$\begin{aligned} f_c &= \frac{F}{A} \\ &= \frac{45 \times 102}{25} \\ &= 183,6 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil kuat tekan beton untuk umur 14 hari dengan menggunakan bambu 3 lapis

$$\begin{aligned}f_c &= \frac{F}{A} \\&= \frac{51 \times 102}{25} \\&= 208,08 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Hasil kuat tekan beton untuk umur 28 hari dengan menggunakan bambu 3 lapis

$$\begin{aligned}f_c &= \frac{F}{A} \\&= \frac{63 \times 102}{25} \\&= 257,04 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

LAMPIRAN 2

PERHITUNGAN KUAT LENTUR

Hasil kuat lentur beton untuk umur 3 hari dengan menggunakan bambu 1 lapis

$$\begin{aligned}f_r &= \frac{3PL}{2BH^2} \\ &= \frac{3 (0,2 \times 20) 102}{25} \\ &= 48,96 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Hasil kuat lentur beton untuk umur 14 hari dengan menggunakan bambu 1 lapis

$$\begin{aligned}f_r &= \frac{3PL}{2BH^2} \\ &= \frac{3 (0,3 \times 20) 102}{25} \\ &= 73,44 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Hasil kuat lentur beton untuk umur 28 hari dengan menggunakan bambu 1 lapis

$$\begin{aligned}f_r &= \frac{3PL}{2BH^2} \\ &= \frac{3 (0,4 \times 20) 102}{25} \\ &= 97,92 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Hasil kuat lentur beton untuk umur 3 hari dengan menggunakan bambu 2 lapis

$$\begin{aligned}f_r &= \frac{3PL}{2BH^2} \\ &= \frac{3 (0,4 \times 20) 102}{25} \\ &= 97,92 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Hasil kuat lentur beton untuk umur 14 hari dengan menggunakan bambu 2 lapis

$$\begin{aligned}f_r &= \frac{3PL}{2BH^2} \\ &= \frac{3 (0,5 \times 20) 102}{25} \\ &= 122,4 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Hasil kuat lentur beton untuk umur 28 hari dengan menggunakan bambu 2 lapis

$$\begin{aligned}f_r &= \frac{3PL}{2BH^2} \\ &= \frac{3 (0,6 \times 20) 102}{25} \\ &= 146,88 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

Hasil kuat lentur beton untuk umur 3 hari dengan menggunakan bambu 3 lapis

$$f_r = \frac{3PL}{2BH^2}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{3 (0,5 \times 20) 102}{25} \\ &= 122,4 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil kuat lentur beton untuk umur 14 hari dengan menggunakan bambu 3 lapis

$$\begin{aligned} f_r &= \frac{3PL}{2BH^2} \\ &= \frac{3 (0,7 \times 20) 102}{25} \\ &= 171,36 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

Hasil kuat lentur beton untuk umur 28 hari dengan menggunakan bambu 3 lapis

$$\begin{aligned} f_r &= \frac{3PL}{2BH^2} \\ &= \frac{3 (0,9 \times 20) 102}{25} \\ &= 220,32 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$