



UNIVERSITAS MERDEKA MALANG

FAKULTAS TEKNIK

Status : Program Studi Teknik Sipil - Terakreditasi Program Studi Teknik Industri - Terakreditasi
 Program Studi Teknik Mesin - Terakreditasi Program Studi Teknik Elektro - Terakreditasi
 Program Studi Arsitektur - Terakreditasi

Jl. Taman Agung No.1 Malang, 65146 Telp./Fax : (0341) 560836 / 568395 Pes. 658

<https://ft.unmer.ac.id> ft@unmer.ac.id

SURAT KETERANGAN PEMERIKSAAN KEMIRIPAN

No. 022 / PSTS / FT / UM / / 2024

Tim pemeriksa kemiripan Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Merdeka Malang menerangkan bahwa telah selesai melakukan pemeriksaan kemiripan dengan membandingkan dari berbagai sumber menggunakan perangkat lunak Turnitin, terhadap karya ilmiah :

Nama : TRI WIJAYANTO
 NIM : 16041000025
 Jenis Karya Ilmiah : Naskah Tugas Akhir
 Judul : STUDI PENELITIAN PENGARUH TEGANGAN LELEH TULANGAN TRANSVERSAL SEBAGAI PENGEKANG PADA KUAT TEKAN BETON TERKEKANG YANG MEMAKAI TULANGAN MEMANJANG BAMBU
 Hasil cek kemiripan : 15%

NO	PRIMARY SOURCE	PERCENTAGE
1	Submitted to Universitas Merdeka Malang Student Paper	14%
2	repository.its.ac.id Internet Source	1%
3		
4		
5		

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana semestinya.

Mengetahui;
 A.n. Dekan
 Ka. Prodi

Malang,
 Petugas,

Dr. Ninik Catur E. Y., S.T., M.T.
 NIP. 197009042005012001

Syahdhia Cahyadi, ST
 NIP. 1121/YPTM

*) Dilampiri hasil cek similarity Turnitin



TA_1604100025_rev.250223

by Tri Wijayanto

Submission date: 25-Feb-2023 07:39PM (UTC+0700)

Submission ID: 2022722705

File name: SKRIPSI_TRI_WIJAYANTO_rev.250223.docx (9.7M)

Word count: 14773

Character count: 82755

**STUDI PENELITIAN PENGARUH TEGANGAN LELEH TULANGAN
TRANSVERSAL SEBAGAI PENGEKANG PADA KUAT TEKAN BETON
TERKEKANG YANG MEMAKAI TULANGAN MEMANJANG BAMBU**

TRI WIJAYANTO – 1604100025

ABSTRAK

Wijayanto, Tri 16041000025, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Merdeka Malang, menulis skripsi tentang “**Studi Penelitian Pengaruh Tegangan Leleh Tulangan Transversal Sebagai Pengekang Pada Kuat Tekan Beton Terkekang Yang Memakai Tulangan Memanjang Bambu**”
Pembimbing: Ir. Dionisius T.A.B., MT dan Ninik Catur E.Y., ST, MT.

Mengingat baja adalah bahan galian yang tidak bisa diperbarui dan pada akhirnya nantinya habis, maka penggunaannya semakin meningkat. Alhasil, dikembangkan pengganti baru untuk baja, dan salah satu kandidatnya adalah bambu. Sebaiknya tulangan sengkang diganti dengan bambu. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui bagaimana kuat tekan aksial beton bertulang bambu dipengaruhi oleh tegangan leleh tulangan melintang.

Pemilihan tiga variasi tegangan hasil yang berasal dari berbagai batang bambu diperiksa dalam penelitian ini. Ada total sembilan benda uji, masing-masing berukuran kurang dari 11 kali 30 sentimeter. Ada tiga benda uji untuk setiap variasi: Fy1, Fy1a, B, dan C; Fy2, Fy2a, B, dan C; dan Fy3, Fy3 a, B, dan C. Mutu desain beton 20,75 MPa Kuat tekan aksial diukur memanfaatkan alat uji UTM (Universal Testing Machine) sesuai standar (ASTM C-192), diuji pada bambu benda uji beton bertulang memanjang melintang bertulang.

Hasil uji menunjukkan bahwa ketika Fy1 dimanfaatkan sebagai tulangan, kuat tekan aksialnya meningkat dibandingkan dengan Fy2 dan Fy3. kuat tekan aksial beton bertulang bambu meningkat dari fy2 menjadi fy1 sebesar 15,16 persen, sedangkan kuat tekan aksial beton fy2 sebesar 143,80 kN, sedangkan fy3 sebesar 143,60 kN, dan fy1 sebesar 165,60 kN. Dan peningkatan 15,32 persen antara FY3 dan FY1.

Kata Kunci: tegangan leleh, tulangan transversal bambu, beton terkekang tulangan bambu, kuat tekan aksial.

ABSTRACT

Wijayanto, Tri 16041000025, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, The University of Merdeka Malang, write a thesis about **“Research Study Of The Effect Of Resulting Resistance Of Transversal Reinforcement As A Control On The Compression Strength Of Constrained Concrete Using Bamboo Elongated Reinforcement”**

Thesis Supervisor : Ir. Dionisius T.A.B., MT and Ninik Catur E.Y., ST, MT

Considering that steel is a mineral that is not renewable and will eventually run out, its use is on the rise. As a result, a new substitute for steel was developed, and one of the candidates is bamboo. It is recommended that stirrup reinforcement be replaced with bamboo. The purpose of this research was to ascertain how the axial compressive strength of bamboo reinforced concrete was affected by the yield stress of the transverse reinforcement.

The selection of three yield stress variations derived from various bamboo culms was examined in this study. There are a total of nine test objects, each measuring less than 11 by 30 centimeters. There are three test objects for each variation: Fy1, Fy1a, B, and C; Fy2, Fy2a, B, and C; and Fy3, Fy3 a, B, and C. Concrete design quality of 20.75 MPa The axial compressive strength, measured using the UTM (Universal Testing Machine) test tool in accordance with the standard (ASTM C-192), was tested on the bamboo transversely reinforced longitudinal reinforced concrete specimens.

The results of the tests indicate that when Fy1 is used as a reinforcement, its axial compressive strength increases in comparison to that of Fy2 and Fy3. the axial compressive strength of bamboo-reinforced concrete increased from fy2 to fy1 by 15.16 percent, while the axial compressive strength of concrete fy2 was 143.80 kN, while fy3 was 143.60 kN, and fy1 was 165.60 kN. And a 15.32 percent increase between FY3 and FY1.

Keywords: yield stress, transverse bamboo reinforcement, reinforced concrete with bamboo reinforcement, axial compressive strength.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton ialah bahan komponen bangunan yang universal dikala ini sebab banyak keunggulannya, tercantum kekuatan tekan yang besar serta ketahanan terhadap air serta api. Namun, karena kekuatan tariknya yang rendah, baja dimanfaatkan sebagai tulangan beton. Baja semakin banyak dimanfaatkan sebagai bahan penguat. Akibat permintaan baja yang konstan, pasokan bijih besi, bahan mentah yang diperlukan untuk pembuatan baja, berkurang, sehingga diperlukan penggunaan alternatif seperti bambu. Bagi Morisco(1996), bambu bisa dimanfaatkan selaku pengganti tulangan baja. Ada sekitar 1.250 spesies bambu di seluruh dunia, tetapi hanya 140, atau 11%, yang asli Indonesia. Ini menunjukkan seberapa luas ketersediaan bambu.

Bambu mempunyai kokoh tarik yang lumayan besar antara 100 hingga 500 MPa yang setara dengan 12 hingga 14 kali tegangan ultimate besi(Widjaja, 2001), sehingga butuh dicoba riset pemakaian bambu selaku pengganti tulangan beton. Namun, salah satu kelemahan bambu adalah sifat susutnya yang relatif tinggi, yang bisa berdampak pada kualitas dan fungsi tulangan.

Beberapa peneliti terdahulu telah melaksanakan beberapa penelitian mengenai tegangan leleh tulangan bambu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan leleh berpengaruh terhadap kuat tekan beton aksial. Menurut penelitian Tika Retno Handayani dkk tahun 2014, kolom beton bertulang bambu Petung polos dengan penampang 10 x 5,03 mm dan tulangan baja 8 mm dan 5 mm memiliki luas penampang rata-rata 105,84 mm², dan mereka bisa menahan gaya aksial maksimum 1,6 ton. Gaya aksial kolom yang terbuat dari bambu Petung polos yang diberi tulangan lebih besar 39,13 persen dibandingkan dengan kolom yang tidak diberi tulangan.

Rizky Pandalu melaksanakan riset kokoh tekan aksial beton bertulang bambu dalam hubungannya dengan tegangan leleh tulangan bambu longitudinal (2019). Sebagai tulangan longitudinal, benda uji berbentuk kolom berukuran kurang dari 11 x 30 cm dipasang tulangan bambu dimensi 1 centimeter x 1 centimeter, dengan kualitas beton 20, 75 MPa. Hasil uji menampilkan kalau kokoh tekan aksial kolom meningkat dengan tegangan luluh tulangan bambu. Beberapa variasi benda uji kolom, masing-masing dengan nilai tegangan leleh 25,50% dan beban tekan maksimum (P_{max}) 114,70 kN.

Berdasarkan penelitian terdahulu terdapat perbedaan dengan penelitian ini diantaranya tulangan transversal dan tulangan sengkang pada penelitian ini memanfaatkan tulangan bambu berbeda dengan penelitian terdahulu yang memanfaatkan baja tulangan sebagai tulangan sengkang. Bersumber pada perbandingan riset dikala ini dengan riset lebih dahulu, hingga pada riset kali ini dicoba pengkajian tentang “Studi Penelitian Pengaruh Tegangan Leleh Tulangan Transversal Sebagai Pengekang Pada Kuat Tekan Beton Terkekang Yang Memakai Tulangan Memanjang Bambu”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar latar belakang di atas, rumusan masalah yang diperoleh ialah:

1. Bagaimana pengaruh tegangan leleh tulangan transversal bambu pada beton terkekang dengan tulangan memanjang bambu?
2. Berapa kuat tekan maksimum aksial beton perbedaan tegangan leleh tulangan lateral pada beton terkekang dengan tulangan bambu?
3. Bagaimana perbandingan hasil eksperimental dan teori transversal bambu terhadap kuat tekan beton aksial?

1.3 Batasan Masalah

Upaya untuk mencegah agar masalah penelitian tidak meluas, maka perlu dilaksanakan pembatasan masalah. Berikut ini adalah batasan masalah:

1. Mutu beton rencana adalah 20,75 MPa.
2. Metode SNI 03-2834-2000 (Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal) dimanfaatkan dalam perencanaan campuran beton (Mix Design).
3. Memanfaatkan standar ASTM C-192 untuk uji penentuan kuat tekan beton bertulang bambu.
4. Jenis bambu petung yang dimanfaatkan untuk tulangan ialah bambu melintang 2 x (1,5 mm x 5 mm) dan bambu memanjang 10 mm x 10 mm.
5. Benda uji dari jenis berikut:
 - Benda uji terbuat dari tulangan bambu dan berukuran 10 mm x 10 mm untuk tulangan memanjang dan 2 x (1,5 mm x 5 mm) untuk tulangan melintang. Memanfaatkan Universal Testing Machine (UTM) untuk menguji tegangan leleh tulangan.
 - Dengan memakai perlengkapan uji UTM(Umum) Testing Machine buat memperoleh nilai kokoh tekan beton, dipasang barang uji beton dengan ukuran 110 mm x 300 (t) mm dengan tulangan bambu ukuran 2 x (1,5 mm x 5 mm) sebagai tulangan transversal dan 10 mm x 10 mm sebagai tulangan longitudinal selama tekan.

1.4 Tujuan

Tujuan dari riset ini ialah selaku berikut:

1. Mengenal pengaruh tegangan leleh tulangan transversal bambu pada beton terkekang dengan tulangan memanjang bambu terhadap kuat tekan beton aksial.
2. Menghitung kokoh tekan maksimum aksial beton terhadap tegangan leleh pada beton terkekang dengan tulangan bambu.
3. Mengenal perbandingan hasil eksperimental serta teori kokoh tekan beton bertulang bambu terhadap kuat tekan.

1.5 Manfaat

Khasiat dari riset ini bisa jadi pertumbuhan konstruksi serta meliputi dunia metode sipil, menaikkan pengetahuan tentang pemakaian bambu selaku pengganti tulangan baja ialah bambu yang mempunyai kekuatan tarik antara 200- 500 Mpa, dan bisa memperoleh referensi buat menguasai tentang pengaruh tegangan leleh tulangan transversal selaku pengekang pada kokoh tekan beton terkekang yang mengenakan tulangan memanjang bambu. Bisa mejadi referensi buat mendukung ekonomi rakyat paling utama para petani bambu. Pemanfaatan batang Bambu Petung buat bahan konstruksi. Pemberdayaan bambu yang diketahui“ bernilai rendah” jadi lebih bernilai. Dan dengan terbisanya penelitian yang terbisanya warga bisa menguasai suatu bahan alternatif dalam konstruksi bangunan yang ramah area, murah, gampang dibisakan sehingga tidak ketergantungan dengan baja saja.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian sebelumnya yang terkait

2.1.1 ANALISIS KUAT LEKAT TULANGAN BAMBU ORI

BERTAKIKAN TIPE “U” JARAK TAKIKAN 10 CM TERHADAP TULANGAN BAJA.

Tujuan kajian kekuatan rekat tulangan bambu Ori dengan takik “U” dan jarak takikan sepuluh sentimeter dari tulangan baja adalah untuk mengetahui nilai daya rekat tulangan bambu sebagai pengganti tulangan baja pada beton standar. Penelitian ini memanfaatkan pendekatan laboratorium-eksperimental. Sebuah silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm berfungsi sebagai benda uji. Penanaman tulangan sepanjang 25 cm ditanam di tengah benda uji. Baja dan bambu Ori memperkuat strukturnya. Ada empat jenis tulangan bambu yang dimanfaatkan, antara lain bambu Ori dengan takik sejajar tipe “U” berjarak 1 cm dan 2 cm dengan jarak tanam 10 cm dan bambu Ori dengan takik tak sejajar tipe “U” 1 cm dan 2 cm terpisah dengan jarak 10 cm. Kemudian, evaluasi hasilnya terhadap tulangan baja polos berdiameter 8 mm. Hasil uji menunjukkan tulangan baja polos memiliki kekuatan rekat rata-rata sebesar 0,548 MPa. Dengan takikan 1 cm dan 2 cm sejajar dengan jarak 10 cm, tulangan bambu Ori memiliki kekuatan rekat rata-rata 0,055 MPa dan 0,083 MPa. Tulangan bambu ori memiliki kekuatan rekat rata-rata sebesar 0,166 MPa dan 0,050 MPa pada jarak takikan masing-masing berjarak 1 cm dan tidak sejajar dan 10 cm. Tulangan bambu ori dengan takik memiliki kekuatan rekat rata-rata 0,303 kali lebih rendah dibandingkan dengan tulangan baja polos dengan diameter 8 mm.

2.1.2 KAPASITAS LENTUR KOLOM BETON BERTULANGAN BAMBU PETUNG POLOS.

(Tika Retno Handayani et al., 2014) Tujuh butir soal dimanfaatkan dalam penelitian ini dengan pendekatan eksperimen. Kolom beton berukuran 150 x 150 x 1500 mm berfungsi sebagai benda uji. Tulangan baja dimanfaatkan dalam dua kolom, dan tulangan bambu Petung polos dimanfaatkan dalam tiga kolom. Pada umur 28 hari dilaksanakan uji lentur.

sebesar 110,33 metrik ton. Kolom bertulang bambu Petung Plain memiliki kapasitas tekuk dan runtuh maksimal 359,68 mm ton. Pada kolom tanpa perkuatan, gaya aksial maksimum dan gaya aksial runtuh sebesar 1,15 ton. Style aksial maksimum kolom Petung Polos bertulang bambu ialah 1,6 ton, yang menyebabkan keruntuhan aksial. Kolom bertulang bambu Petung polos mengungguli kolom tanpa tulangan sebesar 39,13% dalam style aksial serta keruntuhan maksimum. Di antara 1/3 bentang tengah ada pola keruntuhan pada kolom beton dengan tulangan baja serta kolom beton dengan tulangan bambu Petung polos. Jenis keruntuhan ini ialah bagian dari keruntuhan lentur.

2.1.3 “PENGARUH TEGANGAN LELEH TULANGAN MEMANJANG BAMBU TERHADAP KUAT TEKAN AKSIAL KOLOM BETON BERTULANG BAMBU”

Menurut perhitungan variabel tegangan leleh (Risky Pandulu, 2019), kokoh tekan aksial serta lendutan kolom beton bertulang bambu mempengaruhi signifikan terhadap kapasitas beton terhadap kokoh tekan pada tiap-tiap variabel. Lendutan kolom beton Fy1 adalah 3,60 milimeter, dan kuat tekan aksialnya adalah 176,46 kN. Kolom beton Fy2 memiliki kuat tekan aksial sebesar 160,92 kN, tetapi lendutannya sebesar 4,20 mm. Selanjutnya, kuat tekan hub penampang substansial Fy3 adalah 140,61 kN, redirection adalah 2,3 mm. Kuat tekan aksial dan defleksi kolom beton bertulang bambu dipengaruhi oleh tegangan leleh tulangan bambu longitudinal. Pemilihan tiang bambu bagian bawah untuk penopang secara signifikan mempengaruhi kekuatan tekan hub yang lebih penting daripada bambu yang membangun bagian-bagian besar dengan batang tengah dan atas. Hal ini membuktikan bahwa kuat tekan aksial kolom dipengaruhi oleh pemilihan batang tulangan bambu. Berdasarkan hasil temuan, kuat tekan aksial dan lendutan kolom beton bertulang bambu baik secara teoritis maupun eksperimental berbeda satu sama lain. Kolom percobaan beton bertulang bambu memiliki kuat tekan aksial yang lebih rendah dibanding kolom teoritis. Bambu tidak mempunyai bidang rekat yang lurus karena kemampuannya

menyerap air dengan cepat sehingga mempengaruhi stabilitas tulangan. Sementara itu, bidang perekat baja lurus sempurna.

2.2 Teori Beton Bertulang

Menurut Tjokrodinuljo (1992), beton adalah campuran berbagai limbah non-kimia, semen Portland, agregat kasar, agregat halus, air, serta kadang-kadang bahan lain seperti bahan kimia dan serat. Beton bertulang ialah beton yang memiliki banyak tulangan, serta jumlah tulangan direncanakan sedemikian rupa sehingga memiliki penampang dimana kedua bahan saling mendukung dan menahan gaya. Menurut Tjokrodinuljo (2007), kerapatan beton yang khas untuk struktur adalah antara 2300 dan 2400 kg/m³.

2.2.1 Material Beton Bertulang

1. Semen (PC)

Menurut Bonardo Pangaribuan dan Holcim, semen ialah bahan perekat yang mampu menyatukan material padat secara kompak.

Komponen utama campuran beton, semen berfungsi untuk mengisi celah udara di antara butiran agregat dan mengikatnya menjadi satu untuk membentuk massa yang padat. Kualitas beton itu sendiri didasarkan pada kualitas semennya. Saat menyimpan semen, faktor-faktor berikut harus diperhitungkan:

- a. PC yang sebanding dengan NI-18 telah dimanfaatkan, masih dalam kemasan baru, dan memenuhi SNI 03-2847-2013.
- b. Jika sudah lama disimpan, laboratorium bereputasi harus mengujinya terlebih dahulu.
- c. Semen harus ditempatkan di lokasi yang kering dan tetap kering selama pengangkutan ke lokasi konstruksi.
- d. Menyapu harus dihindari jika membuat.

2. Agregat Halus (Pasir)

Agregat halus ialah bahan pengisi berbahan dasar pasir yang bisa dimanfaatkan pada mortar atau beton sebagai campuran bahan pengisi. Ukuran agregat halus berkisar dari no. 4 ke no. 100 filter standar Amerika. Bahan organik, tanah liat, partikel lebih kecil dari filter No. 100, dan bahan lain yang bisa membuat campuran beton rusak, tidak boleh ada pada agregat

halus yang baik. sesuai dengan persyaratan SNI 03-2847-2013. Keadaan pasir ialah:

- a. Biji-bijian harus tajam dan keras, serta tidak boleh hancur oleh cuaca atau jari.
- b. Jumlah lumpur yang diperbolehkan kurang dari 5%.
- c. Butiran yang tersisa di atas 4 mm, diayak dari butiran dengan berbagai ukuran memanfaatkan saringan 150, terhitung setidaknya 10% dari berat pada saringan 0,25 mm, mulai dari 80% hingga 90% dari berat.

3. Agregat Kasar (Batu Pecah)

Agregat Agresif, pula diketahui selaku kerikil, dibuat oleh penguraian natural batuan jadi batu rusak, yang diperoleh dari industri pemecah batu. Butir dalam agregat kasar berkisar dari ukuran 4,76 mm hingga 150 mm. Istilah “batu pecah” dan “kerikil” sebagaimana dimanfaatkan dalam SNI 03-2847-2013 harus diikuti dalam penggunaan agregat kasar sebagai bahan pengisi beton.

- a. Butirannya keras, bersih dan tidak permeabel.
- b. Tidak terpengaruh oleh cuaca, dan hanya mengandung lumpur kurang dari satu persen.
- c. Warna harus abu-abu hitam mengkilat

4. Air

Air sangat berarti dalam pembuatan beton sebab dibutuhkan buat mengawali proses kimiawi semen, membasahi agregat, serta mempermudah pengerjaan beton.

Pakai air yang tidak memiliki minyak, asam sulfat, asam basa, garam, organik, ataupun bahan lain yang bisa merusak bangunan selama proses berlangsung. Air yang dimanfaatkan harus memenuhi SNI 03-2847-2013 dan disertai dengan hasil uji dari laboratorium. Air tawar dari sungai, danau, kolam, serta tubuh air yang lain bisa dimanfaatkan.

2.2.2 Sifat Mekanis Beton Bertulang

1. Sifat Kemudahan dikerjakan (*Workability*)

Kemudahan campuran beton bisa dicampur, diangkut, dituangkan, dan dipadatkan diukur dengan sifat ini. Sifat workability beton segar dipengaruhi oleh:

- a. Jumlah air yang dimanfaatkan buat mengaduk beton. Beton fresh lebih gampang dikerjakan dengan lebih banyak air yang dimanfaatkan, tetapi memanfaatkan terlalu banyak air bisa mempengaruhi kekuatan tekan beton.
- b. Termasuk semen dalam campuran. Beton segar lebih mudah dikerjakan dengan semakin banyak semen yang ada.
- c. transisi antara agregat kasar dan halus. Jika total yang dimanfaatkan memiliki tingkat yang diharapkan, campuran tinggi tidak akan sulit untuk dikerjakan.
- d. Bentuk butiran agregat. Bentuk butiran agregat yang membulat akan memudahkan pengerjaan beton.
- e. Penggunaan aditif dan campuran seperti mineral.

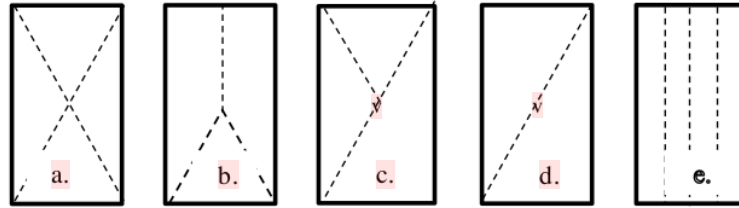
Workability beton berhubungan dengan derajat workability. Uji slump dilaksanakan pada beton untuk menentukan workabilitasnya. Campuran beton menjadi lebih tipis dengan nilai slump yang lebih tinggi, sehingga lebih mudah dikerjakan. Nilai slump berkisar antara 5 sampai 120 cm. Dalam beton baru, isolasi dan inkoherensi campuran harus dihindari. Beton kekurangan butiran halus, butiran semen kasar, serta mortar yang sangat encer, yang semuanya berkontribusi pada segregasi.

Beton akan menjadi tidak kohesif jika semen, pasir, atau air tidak cukup, serta jika butiran agregat terlalu kecil. Komposisi campuran beton bisa diperbaiki untuk mencegah segregasi dan inkoherensitas dengan menambahkan: memperbaiki ukuran maksimum agregat, jumlah bahan halus dan bahan pengisi, jumlah air, dan jumlah pasir.

1. Pola Retak

Benda uji akan menjalani uji kuat tekan, yang akan menghasilkan pola retakan yang kemudian diamati. Dengan asumsi dalam varietas yang sama, pola patahan serupa terjadi, ini bukti bahwa campuran substansial itu

homogen. Pola retakan benda uji diamati, yang dikategorikan berdasarkan bentuk pola retakan. Bisa dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Tipe Pola Retak Kuat Tekan Beton

Berdasarkan ASTM C39-03, terdapat lima macam pola retak yang bisa diuji kuat tekannya pada beton, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.3.

- Kerucut adalah pola retakan yang memiliki dua ujung yang berbentuk kerucut.
- Kerucut dan belah, dimana salah satu ujung retakan berbentuk kerucut dan ujung lainnya berbentuk retakan vertikal.
- Kerucut dan geser, khususnya pola retakan berbentuk kerucut dan geser pada salah satu ujungnya.
- Geser adalah pola retakan geser yang berbentuk diagonal dari ujung ke ujung.
- Columnar adalah pola retakan yang berjalan secara vertikal dari ujung ke ujung.

Satu campuran dari lima pola retakan yang disebutkan di atas adalah mungkin. Faktor-faktor berikut bertanggung jawab untuk ini:

- Karena agregat kasar tidak seragam, benda uji memiliki distribusi kekuatan yang tidak merata, menyebabkan retakan mengikuti titik lemahnya.
- Selama pembuatan benda uji, material beton dipisahkan (segregated), sehingga menghasilkan beton berpori. Bahan yang lebih berat hendak terletak di dasar serta yang lebih ringan hendak terletak di atas. Keahlian dalam pembuatan soal tes memiliki pengaruh yang besar dalam hal ini.

2. Kuat Tekan Aksial Beton Bertulang Baja

Kokoh tekan aksial beton bertulang baja ialah kokoh tekan maksimum yang bisa dipikul oleh beton per satuan luas. Beban maksimum setelah itu dipecah dengan luas permukaan silinder beton buat memastikan kokoh tekan aksial beton bertulang baja.

Kuat tekan aksial beton bertulang baja dihitung dengan rumus:

$$\phi P_n = 0,8 \cdot \phi \{0,85 \cdot f'_c (A_g - A_s) + (A_s \cdot f_y)\} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

Dimana :

ϕP_n = Kuat tekan aksial rencana

P_u = Kuat tekan axial ultimit

P_n = Kuat tekan aksial nominal

ϕ = Faktor reduksi kekuatan = 0,65

A_s = Luas baja tulangan

A_g = Luas penampang

f_y = Tegangan leleh baja tulangan

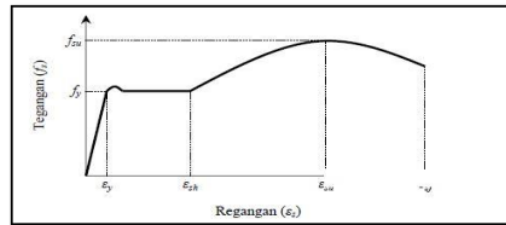
f'_c = Mutu beton

3. Kuat Tarik Baja Tulangan

Material yang umumnya dimanfaatkan dalam ranah pembangunan umum adalah baja karena baja memiliki kekakuan yang tinggi. Baja tidak hanya memiliki kekuatan tarik yang tinggi, tetapi juga ulet. Karena kekuatan tariknya yang tinggi, baja bisa menahan deformasi yang signifikan tanpa pecah atau hancur. Perihal ini sangat menguntungkan sebab watak ulet baja bisa menghindari keruntuhan bangunan secara seketika akibat guncangan gempa, sehingga menjamin keselamatan penunggu bangunan.

Pilihan tulangan polos atau ulir untuk tulangan baja untuk beton bisa dibedakan. Batang baja dengan permukaan luar yang tidak rata (diukir) disebut tulangan polos, sedangkan batang baja dengan permukaan luar yang tidak rata (diukir) disebut tulangan berulir.

Tulangan baja dan tulangan beton harus dibiarkan mengalami deformasi bersama dalam struktur beton bertulang. Tulangan baja dan beton seharusnya diikat menjadi satu.



Gambar 2.2 Diagram tegangan-regangan baja (Nawi, E.G., 1996)

Dari Gambar 2.2 terlihat hubungan tegangan serta regangan baja, ada 4 daerah antara lain :

- a. Daerah elastis linier ($0 < \epsilon_s < \epsilon_y$), dimana tegangan baja meningkat secara linier terhadap regangan baja dengan $E_s = 200000$ MPa.
- b. Daerah leleh ($\epsilon_y < \epsilon_s < \epsilon_{sh}$), dimana tidak ada peningkatan tegangan baja.
- c. Daerah strain hardening ($\epsilon_{sh} < \epsilon_s < \epsilon_{su}$), dimana tegangan meningkat secara non linier.
- d. Daerah penurunan tegangan ($\epsilon_{su} < \epsilon_s < \epsilon_{sf}$), dimana terjadi penurunan tegangan sampai baja mengalami putus.

2.3 Tulangan Transversal

2.3.1 Daktilitas dan Tulangan Transversal

Tulangan transversal melaksanakan tiga fungsi utama: berfungsi sebagai tulangan geser, mencegah tulangan longitudinal dari tekuk saat ditekan, dan membatasi inti beton.

Pada saat beton bertulang menahan gaya horizontal, maka diantisipasi bahwa gaya vertikal inti beton tidak akan hancur sehingga fungsi tulangan transversal tetap bisa terpenuhi. Luas penampang, jarak tulangan, serta orientasi tulangan lateral ialah pertimbangan berarti. Terbisa korelasi antara daktilitas beton bertulang serta style penahan yang diberikan oleh tulangan melintang.

2.3.2 Gaya Pengekangan Pada Tulangan Transversal

Mander dkk. melaksanakan penelitian tentang mekanisme pengurangan yang disediakan oleh tulangan. (1988). Tujuan awal penelitian ini adalah mengembangkan model teori tegangan-regangan pada beton bertulang. Beton

yang hadapi beban tekan uniaksial serta dikekang oleh tulangan melintang di luar model pengekangan(penahan spiral, pengekangan persegi dengan serta tanpa bonus pengikat silang) dimodelkan memanfaatkan metode ini. Berdasarkan neraca energi, model perhitungan yang diusulkan mengasumsikan bahwa kapasitas energi regangan tulangan transversal sama dengan energi regangan akibat kekangan dalam beton. Beban siklik dan efek regangan bisa diakomodasi oleh model yang diusulkan juga. Konsep perhitungan pengarsipan. Kekuatan pengekangan ditentukan oleh sejumlah faktor signifikan yang diturunkan dari perhitungan teoretis ini.

Eksperimen Mander et al. mengungkapkan (1998) sampai pada kesimpulan bahwa luas penampang yang dikelilingi tulangan melintang ataupun A_e Ach, dimana A_e ialah luas efisien beton terkekang serta Ach ialah luas beton yang dikelilingi tulangan melintang, lebih besar dari luas efektif beton terkekang. Kesimpulan lain adalah bahwa jarak, konfigurasi, dan distribusi tulangan longitudinal juga berdampak pada tingkat keefektifan kekangan. Karena pentingnya faktor-faktor tulangan longitudinal ini, efek ini perlu diperhitungkan sebelum merumuskan tekanan lateral efektif dari kekangan f_l' sebagai berikut:

$$f_l' = f_l k_e \quad (1)$$

Dimana:

k_e = koefisien tingkat keefektifan pengekangan

f_l' = tekanan lateral efektif

f_l = tekanan lateral

Nilai k_e memiliki formulasi :

$$k_e = \frac{A_c}{A_{cc}} \quad (2)$$

Dimana: A_{cc} didefinisikan sebagai selisih antara luas tulangan longitudinal dan bagian inti kolom yang dilingkupi oleh garis tengah tulangan spiral atau sengkang, yang bisa dinyatakan:

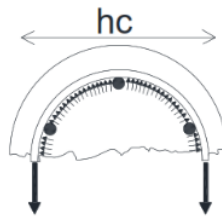
$$A_{cc} = A_c (1 - \rho_{cc}) \quad (3)$$

Dimana:

ρ_{cc} = rasio tulangan longitudinal terhadap luas penampang inti kolom

A_c = area kolom

Konfigurasi tulangan transfer untuk parameter f_l , ialah tekanan lateral tulangan transversal, bisa dihitung seperti pada Gambar 2.3 berikut:



$$f_l = \frac{2A_b f_{yh}}{sh_c}$$

Gambar 2.3 Tegangan pengeangan untuk tipe tulangan transversal cincin

Dimana:

A_b = luas tulangan transversal

f_{yh} = kuat leleh tulangan transversal

s = spasi tulangan transversal

h_c = dimensi inti kolom

Pastinya tiap tipe kekangan mempunyai formulasinya sendiri-sendiri, tercantum buat koefisien tingkatan keefektifan kekangan (k_e), seperti yang terlihat pada formulasi sebelumnya. Rumus untuk nilai lingkaran adalah sebagai berikut:

$$k_e = \frac{\left(1 - \frac{s'}{2d_s}\right)^2}{1 - \rho_{cc}} \quad (4)$$

Sedangkan tipe kekangan spiral memanfaatkan formulasi berikut:

$$k_e = \frac{\left(1 - \frac{s'}{2d_s}\right)}{\rho_{cc}}$$

$$\frac{1}{1 - \rho_{cc}} \quad (5)$$

Dimana:

s' = jarak bersih antar sengkang

d_s = dimensi inti kolom diukur dari tepi luar tulangan sengkang

Karena separuh badan inti kolom terkekang dengan tulangan lateral diasumsikan mengalami tegangan pengekanan lateral, keseimbangan gaya untuk kolom bulat adalah sebagai berikut:

$$f_l = \frac{2A_b f_{yh}}{sh_c} \quad (6)$$

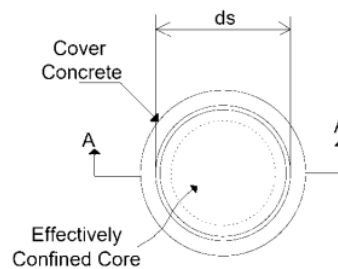
Persamaan (1) dan (6) bisa dimanfaatkan untuk menghitung tegangan efektif lateral sebagai berikut:

$$f_l' = \frac{1}{2} \rho_s k_e f_{yh} \quad (7)$$

Dimana:

ρ_s = rasio volumetric tulangan transversal

sesuai dengan persamaan (4) dan (5). Gambar 2.4 menunjukkan variabel dari formulasi sebelumnya secara lebih rinci:



Gambar 2.4 Pengekangan efektif inti beton dari tulangan transversal pada kolom bulat (Watson et al. 1994)

2.4 Bambu

Keluarga rumput yang dikenal sebagai Poaceae termasuk tanaman bambu. Di kebun masyarakat pedesaan, bambu ialah salah satu hasil hutan bukan kayu yang banyak tumbuh. Menurut Murtodo dan Dwi (2015),

masyarakat yang memanfaatkan bambu secara konsisten berdampak signifikan terhadap jumlah bambu yang ada di habitatnya buat keperluan tiap hari semacam bahan bangunan, perlengkapan pertanian, jembatan, sayur-mayur, serta kerajinan.

2.4.1 Jenis Bambu

Menurut Sipongco et al. (1987), terdapat sekitar 12 spesies bambu regional yang sering dimanfaatkan untuk struktur bangunan. Menurut Frick (2004), ada empat jenis bambu yang paling banyak dijual di Indonesia: bambu petung, bambu tali, bambu duri, dan bambu wulung. Mengingat Indonesia ialah wilayah yang rawan gempa, maka penggunaan bambu sebagai material struktur lebih diutamakan sebab strukturnya yang ringan serta mempunyai ketahanan yang lebih besar terhadap getaran gempa.

2.4.2 Bambu Petung/betung (*Dendrocalamus asper*).

Di Indonesia, bambu petung tumbuh subur. Dari dataran rendah hingga pegunungan hingga ketinggian 2000 meter di atas permukaan laut, bambu petung bisa ditanam. Apalagi di tanah yang tidak terlalu kering, pertumbuhan bambu ini cukup memuaskan. Bambu ini memiliki dinding batang yang kuat dan diameter yang bisa melebihi 20 sentimeter. Dalam pembangunan suatu bangunan, bambu petung sering dimanfaatkan sebagai struktur atau pondasi bangunan. Dalam hal ini, bambu dimasukkan ke dalam struktur, diberi tulangan tambahan, dan beton dituangkan di atasnya.

2.4.3 Sifat Bambu

1. Sifat Mekanik Bambu

Karena mempengaruhi sifat produk yang dihasilkan, faktor-faktor seperti sifat mekanik dan fisik bambu harus dipertimbangkan selama proses berlangsung. Berikut adalah beberapa faktor yang mempengaruhi watak mekanik serta raga bambu: usia, diameter, tebal daging, besar, posisi beban (pada ruas ataupun ruas), posisi radial dari lebar ke dalam, serta kandungan air bambu adalah semua faktor yang perlu diperhatikan. Brown (1952) menegaskan bahwa sifat fisik kayu pada dasarnya menentukan unsur-unsur yang melekat pada struktur kayu. Beberapa faktor tersebut adalah:

- a. Jumlah zat dinding sel dalam sepotong kayu.

b. Susunan dan arah mikrofibril dalam sel dan jaringan.

c. Komposisi kimia dari zat dinding sel.

Selain itu, Liesse (1980) menyatakan bahwa bambu dan kayu hampir identik secara anatomis dan kimiawi; demikian, faktor-faktor yang mempengaruhi kayu pula mempengaruhi sifat-sifat bambu. Berat tipe serta kandungan air adalah faktor-faktor ini.

Pada kondisi tidak berangin, kadar air serbuk bambu berkisar antara 11,07% sampai 15,47%. Umur bambu dan posisi tegak batang bambu tidak berpengaruh terhadap kadar airnya. Artinya, posisi vertikal batang serta usia bambu mempengaruhi kecil terhadap kandungan air serbuk bambu pada keadaan angin kering (Suranto, 1994). Berat jenis bambu ialah salah satu faktor yang mempengaruhi kekuatannya.

2. Sifat Fisika Bambu

Usia, diameter, tebal daging bambu, posisi besar, posisi beban(pada ruas ataupun ruas), kandungan air, serta posisi radial dari bidang ke bagian ialah beberapa faktor yang mempengaruhi sifat fisik bambu Ginoga (1997). di dalam bambu

Selain itu, Liesse (1980) menyatakan bahwa bambu dan kayu hampir identik secara kimiawi dan anatomis; dengan demikian, kadar air dan berat jenis bambu juga berdampak pada sifat-sifatnya.

2.4.4 Perawatan Bambu

Karena keamanan ialah pertimbangan yang paling utama, maka bambu sebagai struktur bangunan perlu dijaga. Plus, butuh waktu dan uang untuk mengganti suku cadang yang rusak karena tidak dirawat. Dalam jangka panjang, akan lebih bermanfaat untuk memelihara bambu seiring bertambahnya usia. Hartiyono Widyaiswara Tengah

Belah bambu yang telah dicelupkan ke dalam larutan kapur (CaOH_2) berubah menjadi kalsium karbonat, yang bisa mencegah bambu dari serangan organisme jamur dengan mencegah penyerapan air. Seluruh bambu dikeluarkan dari perendaman air kapur setelah sekitar dua minggu (Teman Bambu Hakim, Yogja). Langkah selanjutnya adalah menganginkan bambu,

yang dilihat dari teksturnya hanya membutuhkan waktu singkat dan mengurangi jumlah air yang tersisa di bambu setelah direndam.

Tahap oven ialah langkah selanjutnya setelah bambu cukup kering. Selain mengatur waktu pemotongan dan penyiraman, biasanya bambu juga sesekali dipanaskan (dikeringkan) untuk menambah kekuatannya.

Pengecatan (coating) ialah prosedur terakhir. biopolymer sehingga tidak meninggalkan efek kuas atau gumpalan serta mudah diaplikasikan secara merata. Oleskan bahan ke seluruh bagian bambu secara merata memanfaatkan kuas setelah semuanya siap. Nanti proses menjemurnya di bawah sinar matahari setelah menyelesaikan semuanya agar lukisannya sempurna.

2.4.5 Kuat Tarik Bambu

Bambu mempunyai kekuatan tarik yang sebanding dengan baja. Menurut Pathurahman (1998), kekuatan tarik bambu adalah ukuran ketahanannya terhadap gaya-gaya yang biasanya mengakibatkan bambu terpisah satu sama lain.

Kurang tahan lama dibandingkan batang stainless steel. Rumus untuk menentukan kekuatan tarik bambu adalah sebagai berikut:

$$fub = \frac{Pmax}{A} \dots\dots\dots(2.3)$$

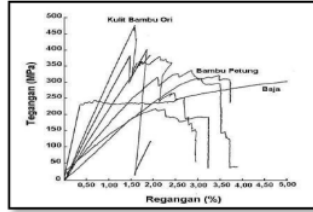
Dimana:

fub = tegangan tarik ultimit

$Pmax$ = beban tarik maksimum

A = luas penampang tulangan bambu

Selain itu, dilaksanakan uji kuat tarik oleh Morisco (1999) terhadap 4 tipe bambu ialah bambu ori(bambusa bambos becke), bambu petung(dendracalamus asper schult), bambu wulung(gigantochloa vercillata munro), serta bambu totol(bambusa vulgaris). schrad). Dalam uji, bambu yang diikat dan tidak diikat dimanfaatkan.



1

Gambar 2.5 Tegangan-regangan bambu dan baja Morisco

Bambu petung memiliki kekuatan yang cukup tinggi, seperti terlihat pada Gambar 2.6, seperti terlihat pada perbandingan tegangan-regangan antara bambu dan baja pada Gambar 2.5:



Gambar 2.6 Diagram Tegangan Regangan Bambu

Keterangan:

a. Deformasi plastis

Ialah pergantian wujud yang tidak kembali ke kondisi semula. Dengan kata lain, jika material mencapai area pendaratan setelah ditarik melebihi batas proporsional pada Gambar 2.4.

b. Tegangan luluh atas σ_y

Tegangan maksimum saat sebelum material merambah fase pendaratan sepanjang transisi dari deformasi elastis ke plastis diucap selaku tegangan luluh atas.

1

c. Tegangan luluh bawah σ_l

Tegangan rata-rata wilayah pendaratan saat sebelum merambah fase deformasi plastis. Jika stres hasil adalah satu-satunya yang disebutkan, maka stres inilah yang dimaksud.

d. Regangan luluh ϵ_y

Saat material nantinya masuk fase deformasi plastis, terjadi regangan konstan.

e. Regangan elastis ϵ_e

Regangan yang disebabkan oleh perubahan elastisitas bahan. Strain ini akan bergerak kembali ke tempatnya sebelum beban diterapkan.

f. Regangan plastis ϵ_p

Regangan dari perubahan plastik. Strain ini tetap sebagai perubahan permanen pada material bahkan setelah beban dihilangkan..

g. Regangan total

Ialah gabungan regangan plastis serta regangan elastis, $\epsilon_T = \epsilon_e + \epsilon_p$. Perhatikan beban dengan arah OABE. Regangan total ialah regangan yang ada di titik B. Posisi regangan berada di titik E saat beban dilepaskan, dan regangan plastis adalah regangan yang tersisa (OE).

2.5 Kuat Tekan Aksial Bertulang Bambu

Kokoh tekan maksimum yang bisa dipikul oleh beton per satuan luas diketahui dengan kokoh tekan aksial beton bertulang bambu. Tidak hanya itu, beban maksimum dipecah dengan luas permukaan beton buat memastikan kokoh tekan aksial beton bertulang bambu. Keadaan pembebanan sentrifugal tanpa eksentrisitas yang menimbulkan tekukan, dengan statment berikut kekuatan beban sentrifugal maksimum ataupun kekuatan tekan beban aksial nominal (P_n):

$$\phi P_n = 0,8 \cdot \phi \{0,85 \cdot f'_c (A_g - A_{sb}) + (A_s \cdot f_{yb})\} \dots\dots\dots(2.4)$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

Dimana :

- A_g = luas kotor penampang.
- A_{sb} = luas penampang tulangan bambu.
- P_u = kuat tekan aksial ultimit.
- P_n = Kuat tekan aksial nominal.
- ϕ = Faktor reduksi kekuatan = 0,65
- f'_c = Mutu beton.
- f_{yb} = Mutu tulangan bambu.
- ϕP_n = kuat tekan aksial rencana.

Tanpa eksentrisitas, beban aksial P_n nantinya sama dengan P_o . Karena tidak ada yang dimuat tanpa eksentrisitas dalam praktiknya, eksentrisitas minimum diperhitungkan dengan faktor reduksi kekuatan tambahan.

Rumus kekuatan beban aksial minimum adalah sebagai berikut, dengan pengurangan kekuatan nominal sebesar 20% untuk ikatan pengikat:

$$P_n(maks) = 0.8 \{0.85 f'_c (A_g - A_{sb}) + f_y b A_{sb}\} \dots\dots\dots(2.5)$$

Rumus kekuatan beban aksial maksimum menjadi hasil perkalian kekuatan nominal untuk perencanaan dengan faktor reduksi kekuatan, yang diberikan sebagai $\phi = 0.65$ untuk ikatan pengikat:

$$P_n(maks) = 0.8 \phi \{0.85 f'_c (A_g - A_{sb}) + f_y b A_{sb}\} \dots\dots\dots(2.6)$$

Rumus tidak bisa dimanfaatkan karena hanya ada satu variabel di atas; sebaliknya, ia memanfaatkan rasio penguatan $p_{min} = 1\%$ dan $p_{max} = 8\%$.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Program Penelitian

Di laboratorium, penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental. Kuat tekan beton terkekang tulangan longitudinal bambu diuji untuk melihat bagaimana tegangan leleh tulangan transversal berperan sebagai penahan. Beton diperkuat dengan bambu petung. Benda uji beton 110 mm x 300 mm untuk uji kuat tekan. panjang tulangan bambu petung yang dimanfaatkan (300 x 10 x 10 mm untuk tulangan memanjang dan 1,5 mm x 5 mm untuk tulangan melintang).

Desain campuran (SNI 03-2834-2000) dilaksanakan untuk memastikan proporsi air, agregat kasar, agregat halus, dan semen sebelum uji. Uji tekan dengan alat uji CTM untuk mengetahui nilai tegangan leleh optimal untuk kokoh tekan aksial beton bertulang bambu pada tiap alterasi tegangan leleh.

3.2 Bahan dan Peralatan yang Dimanfaatkan

3.2.1 Bahan

1. Bambu

- a) Bambu petung yang dimanfaatkan berumur sekitar empat tahun dan diambil dari kawasan Desa Gombing Kabupaten Malang. Dipotong di bagian bawah ruas, minimal berjarak 5 sampai 10 sentimeter dari ruas bambu yang lebih tua, dan potongan diambil dari bawah bambu dengan jarak satu meter. dimanfaatkan dalam penelitian ini. Agar bambu tidak mengalami pelapukan, maka harus melalui proses perawatan terlebih dahulu sebelum dimanfaatkan sebagai tulangan. Tahapan pembuatan bambu bekas adalah sebagai berikut:
 - a) Memanen bambu dari habitat aslinya ialah rumpun bambu di Desa Kambing Kabupaten Malang. Bambu tersebut kemudian dibagi menjadi beberapa bagian untuk memudahkan pengangkutan.
 - b) Membagi bambu menjadi beberapa bagian agar mudah dibentuk menjadi 10 mm x 10 mm x 30 mm sebagai tulangan longitudinal beton dan 1,5 mm x 5 mm dua kali sebagai tulangan melintang.

- c) Setelah dibentuk menjadi potongan 10 mm x 10 mm x 300 mm untuk tulangan beton dan 2 buah rangkap 1,5 mm x 5 mm 2 buah untuk tulangan melintang, bambu direndam dalam bahan kimia NaOH selama enam jam kemudian diangin-anginkan sampai kering. kandungan air berkurang.
- d) Setelah itu, bambu dipanggang dalam oven hingga kering, tidak meninggalkan kelembapan.
- e) Proses pelapisan berikutnya, dan memanfaatkan bahan kimia. Lapisan bambu sekarang bisa dibuat menjadi tulangan setelah dikeringkan.



Gambar 3. 1 Proses Perawatan Bambu

2. Agregat Kasar

Pada penelitian ini, 1/1 cm batu pecah dari wilayah Pasuruan Paserpan dijadikan sebagai agregat kasar. Penyerapan, kadar air, berat jenis, serta analisis saringan agregat kasar yang dimanfaatkan pertama kali diselidiki. Batu pecah (split stone) dimanfaatkan sebagai agregat kasar.



Gambar 3.2 Agregat Kasar

3. Agregat Halus

Agregat halus yang dimanfaatkan berasal dari wilayah Lumajang Jawa Timur. Pengayakan, kadar air, berat satuan, kandungan lumpur, kandungan bahan organik, berat tipe, serta penyerapan air dari agregat halus yang dimanfaatkan awal kali ditilik.



Gambar 3.3 Agregat Halus

4. Semen

Semen ialah material yang dimanfaatkan untuk membuat beton. Ini bertindak selaku pengikat butiran agregat serta mengisi ruang di antara agregat buat membuat massa padat. Dalam riset ini dimanfaatkan semen PPC Jenis I Gresik sebanyak 40 kg dengan kondisi baik. Itu dibeli dari toko bahan bangunan.



Gambar 3.4 Semen

5. Bahan Pengawet

NaOH adalah sejenis basa logam yang bersifat asam. Basa natrium oksida yang dilarutkan dalam air menciptakan natrium hidroksida. Kala dilarutkan dalam air, natrium hidroksida membentuk larutan alkali yang kokoh. Itu tiba dalam pelet, serpih, butiran, serta larutan jenuh 50% yang biasa diucap selaku larutan Sorensen. Ini ialah padatan putih. Secara otomatis meresap karbon dioksida dari hawa bebas dan cair dengan kelembaban. Karena bereaksi secara eksotermis saat dilarutkan dalam air, sangat larut dan nantinya menghasilkan panas saat dilarutkan. Ini juga ialah pelarut dalam etanol dan metanol.



Gambar 3. 5 NoAH

Biopolytore adalah bahan yang dimanfaatkan untuk melapisi lapisan kayu atau bambu untuk mencegah tumbuhnya jamur yang melemahkan bambu.



Gambar 3. 6 Biopolytore

3.2.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang dimanfaatkan pada penelitian meliputi:

1. *Compression Testing Machine (CTM)*

Dengan kapasitas pemuatan maksimal 150 ton dan akurasi pembacaan 0,01 ton, mesin uji kompresi yang dimanfaatkan Wykeham Farrance

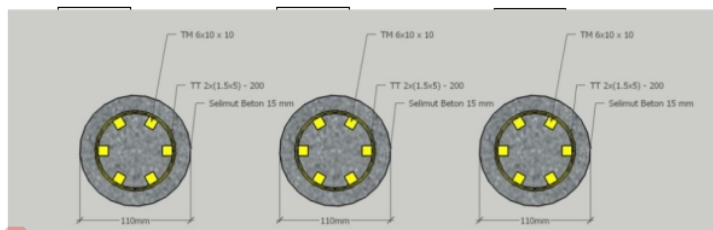
Engineering dibuat di Slough, Inggris. Kekuatan tekan beton silinder bisa dievaluasi dengan instrumen ini.



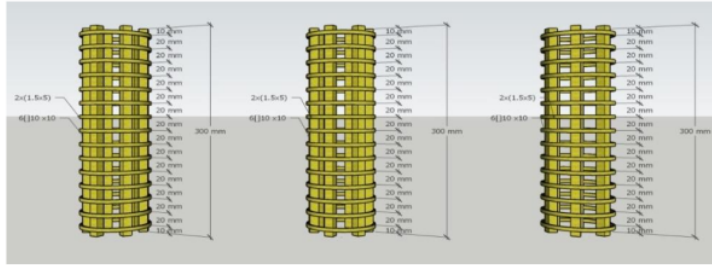
Gambar 3.7 Alat CTM

3.3 Benda Uji Beton Bertulang Bambu

Enam benda uji dengan tulangan bambu melintang dengan diameter total 11 cm dan tinggi 30 cm dimanfaatkan dalam penelitian ini. Beton berikut dengan tulangan bambu ditunjukkan pada Gambar 3.9: panjang = 300 mm, dimensi = 1 x 1 cm, dan tegangan leleh F_{y1} , F_{y2} , dan F_{y3} bervariasi. Lihat Tabel 3.1 dan 3.2 untuk informasi tambahan.



Gambar 3.8 Detail Benda Uji Beton Terkekang Dengan Tulangan Bambu



Gambar 3. 9 Tampak Benda Uji Beton Terkekang Dengan Tulangan Bambu

Tabel 3. 1 Detail Benda Uji

No	Kode	Benda Uji	Type Tulangan				Jumlah Sample Benda Uji
			Tulangan Memanjang	Jumlah	Tulangan Transversal	Spacing	
1	BTTB	Ø110 x 300 mm	Tulangan Bambu 10 x 10 mm	6	-	-	3
2	BTTB.Fy1	Ø110 x 300 mm	Tulangan Bambu 10 x 10 mm	6	Tulangan Bambu 2x (1,5 x 5 mm)	20	3
3	BTTB.Fy2	Ø110 x 300 mm	Tulangan Bambu 10 x 10 mm	6	Tulangan Bambu 2x (1,5 x 5 mm)	20	3
4	BTTB.Fy3	Ø110 x 300 mm	Tulangan Bambu 10 x 10 mm	6	Tulangan Bambu 2 x (1,5 x 5 mm)	20	3
Total Benda Uji							12

Keterangan

BTTB.Fy1 : Beton Tulangan Transversal Bambu Tegangan Leleh 1

BTTB.Fy2 : Beton Tulangan Transversal Bambu Tegangan Leleh 2

BTTB.Fy3 : Beton Tulangan Transversal Bambu Tegangan Leleh 3

Tabel 3. 2 Parameter Uji

Benda Uji	Variable Terikat	Variable Bebas	Notasi
Beton Terkekang Ø 110 x 300 mm	Kuat Tekan Beton Terkekang		F'c
		Beton Tanpa Tulangan Transversal Bambu	BTT
		Beton Tulangan Transversal bambu (20) mm	Fy 1
		Beton Tulangan Transversal bambu (20) mm	Fy2
		Beton Tulangan Transversal bambu (20) mm	Fy3

3.4 Pembuatan Benda Uji

3.4.1 Tahapan Persiapan

Tujuan dari tahap persiapan adalah untuk memudahkan dalam melaksanakan kegiatan penelitian berbasis laboratorium. Perolehan bahan dan alat untuk proses penelitian dilaksanakan pada tahap persiapan ini.

3.4.2 Tahap Uji Pendahuluan

Untuk menentukan apakah suatu bahan cocok untuk penelitian, dilaksanakan uji pendahuluan untuk memastikan sifat dan karakteristiknya.

Tes yang diselesaikan meliputi:

1. Uji Karakteristik Bambu

Kekuatan tarik bambu ditentukan melalui uji karakteristiknya. Bagian bambu yang dimanfaatkan untuk uji diambil dari bagian tengah dan pangkal.

Tes-tes ini dilaksanakan:

a. Kuat Tarik Sejajar Serat (ISO 3346-1975)

Benda uji kuat tarik berbentuk seperti huruf I dan memiliki panjang 230 milimeter dan diameter 6 milimeter sejajar serat. Di tengah penampang, ia memiliki diameter 3 milimeter. Setelah menjepit benda uji di kedua ujungnya, benda uji ditarik hingga beban maksimum diterapkan. Memanfaatkan Universal Testing Machine (UTM), mengukur kuat tarik sejajar dengan serat.



Gambar 3. 10 Uji Kuat Tarik Bambu

b. Uji Bahan Dasar Beton

Semen tidak diuji saat menguji bahan dasar beton; sebagai gantinya, agregat halus dan kasar diuji.

➤ Agregat Halus

Pengecekan agregat halus bertujuan buat membenarkan kalau agregat yang dimanfaatkan penuh persyaratan dan memenuhi ketentuan SNI 03-2847-2013. Yang harus dilaksanakan adalah pemeriksaan agregat halus. Hal-hal yang diperiksa pada agregat halus adalah: pengecekan gradasi agregat halus, uji berat volume agregat halus, serta uji berat tipe serta penyerapan agregat halus. Pengecekan agregat halus cocok dengan standar ASTM, semacam yang ditunjukkan pada tabel (3.3).

Tabel 3.3 Jenis –Jenis Pemeriksaan Agregat halus

Uji	Standar
Berat Isi	ASTM C129/29M-93
Berat Jenis SSD	ASTM C128-93
Gradasi Agregat	ASTM C136-95a

➤ **Agregat Kasar**

Pengecekan agregat agresif ini bertujuan buat membenarkan kalau agregat agresif yang dimanfaatkan penuh standar SNI 03- 2847- 2013. Berikut hasil pengecekan agregat agresif: pemeriksaan gradasi agregat kasar, uji berat jenis, daya serap agregat kasar, dan uji berat volume agregat kasar. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel (3.4), pemeriksaan agregat kasar memanfaatkan standar ASTM.

Tabel 3. 4 Jenis –Jenis Pemeriksaan Agregat Kasar

Uji	Standar
Berat Isi	ASTM C129/29M-93
Berat Jenis SSD	ASTM C128-88R.38
Gradasi Agregat	ASTM C136-95a

3.4.3 Rencana Campuran Beton (Mix Design)

Agar beton memiliki kekuatan yang Anda inginkan, rencana pencampuran semen, air, dan agregat menjadi sangat penting. Meskipun berbagai pendekatan bisa diambil untuk merancang komposisi campuran beton, tidak semuanya akan menghasilkan proporsi yang ideal. Sebagian besar metode desain campuran beton didasarkan pada perkiraan. Rencana

campuran beton pada penelitian ini dibuat dengan memanfaatkan metode SNI (SNI 03-2834-2000) dan memiliki kekuatan rencana sebesar 20,75 MPa.

3.4.4 Uji Kuat Tekan Beton

Barang uji beton dengan diameter 150 milimeter serta besar 300 milimeter yang berusia 28 hari dimanfaatkan buat uji kokoh tekan. Dengan memakai perlengkapan uji kokoh tekan CTM (Compression Testing Machine), tujuan uji ini adalah untuk menentukan beban maksimum (P), atau beban, yang diterapkan pada beton saat dihancurkan. Standar ASTM 39 adalah metode uji yang paling sering dimanfaatkan.

Beban (P) dimanfaatkan untuk menguji kuat tekan beton sampai beton hancur. Berikut langkah-langkah uji kuat tekan beton:

- a. Membuat benda uji untuk silinder beton yang nantinya diuji.
- b. Menempatkan benda uji silinder beton pada peralatan CTM untuk uji kuat tekan.
- c. Posisikan jarum CTM tepat di nol.
- d. Setelah CTM dihidupkan, baca penunjuk beban hingga silinder beton hancur.
- e. Pantau beban tekan maksimum, yang akan dimanfaatkan sebagai informasi kekuatan tekan silinder beton.

3.4.5 Tahap Pembuatan Benda Uji

Gambar 3.8 menggambarkan konstruksi benda uji beton terkekang untuk penelitian ini. dan 3.9. yang memanfaatkan tulangan memanjang dari bambu petung dan memvariasikan jarak antar tulangan melintang dari bambu, seperti yang digambarkan pada Gambar 3.8, dengan besaran yang tercantum pada Tabel 3.1.

a. Fabrikasi Tulangan Bambu

Pembuatan tulangan bambu melibatkan langkah-langkah berikut:

1. Bambu yang telah dipotong dipecah menjadi beberapa bagian.
2. Dengan memanfaatkan pisau dan parang, bambu dikerok atau dirapikan menjadi 10 x 10 mm untuk tulangan memanjang dan 1,5 x 5 mm untuk tulangan melintang.

3. Setelah itu, bambu direndam selama enam jam dalam NaOH yang telah dicampur air dan dibentuk menjadi 10 x 10 mm untuk tulangan memanjang dan 1,5 x 5 mm untuk tulangan melintang.
4. Setelah enam jam, bambu yang telah direndam dikeluarkan dan dilaksanakan proses aerasi yang mengurangi jumlah air dalam tanaman.
5. Oven dimanfaatkan untuk membuang kandungan air pada tahap selanjutnya, sehingga bambu kering bisa dikeringkan dengan oven tanpa kadar air.
6. Memanfaatkan bahan kimia untuk mengecat (melapisi). Lapisan bambu sekarang bisa dibuat menjadi tulangan setelah dikeringkan.
7. Tulangan melintang dibuat dengan cara membengkokkan bambu menjadi bentuk cincin setelah pelapisan. Kemudian diikat dengan kawat bendrat.
8. Selain itu tulangan transversal yang sudah berupa cincin dimasukkan tulangan longitudinal ke dalamnya. Lalu mereka

b. Pembuatan Benda Uji Beton Terkekang Dengan Tulangan Bambu

Benda uji mempunyai ukuran penampang diameter 110 mm dengan tinggi 300 mm. Prosedur membuat benda uji dari beton bertulang bambu adalah:

1. Tulangan bambu dimasukkan ke dalam begesting berikut fabrikasinya. Bagian awal terbuat dari pipa PVC berdiameter 110 mm.
2. Pembersihan agregat kasar dan pengayakan agregat halus sebelum pembuatan beton
3. Dengan memanfaatkan hasil mix design sebagai pedoman, timbang berat air, semen, pasir, dan batu pecah.
4. Isi mixer dengan air secukupnya setelah dinyalakan.
5. Aduk rata setelah menambahkan semua batu yang dihancurkan dan satu setengah cangkir air.
6. Aduk rata setelah menambahkan semua semen.

7. Biarkan selama tiga hingga lima menit untuk menggabungkan sisa air dan pasir secara menyeluruh.
8. Untuk membuat spesimen silinder, tuangkan semua beton dari mixer ke dalam bak.
9. Untuk memastikan tingkat workability, lakukan uji slump sesuai dengan ASTM C143-78.
10. Isi silinder dengan 1/3 beton. Setelah itu besi dimanfaatkan untuk memadatkan tanah. Beton dipadatkan agar tidak keropos. Isi sepertiga bagian yang tersisa dengan silinder, padatkan sekali lagi, lalu lakukan dari awal lagi.
11. Pada bekisting silinder, ratakan permukaan beton.
12. Pada suhu ruang, biarkan campuran beton cetakan silinder mengeras selama satu hari.
13. Setelah beton mengeras, buka cetakan dan rawat benda uji dengan perlakuan yang sesuai, ialah merendamnya selama tujuh hari, mengeluarkannya dari air, dan menyimpannya pada suhu ruangan 25 derajat atau kurang sampai beton mengeras. mencapai kuat tekan 28 hari.
14. Menutup bagian paling atas dari bahan dengan adukan beton sampai permukaannya rata.

3.4.6 Uji Kuat Tekan Beton Terkekang

Permukaan tekan spesimen harus rata sebelum uji untuk memastikan bahwa tegangan didistribusikan secara merata di seluruh penampang melintangnya. Pada permukaan benda uji silindris yang dikompresi, perlu untuk menutupi benda uji dengan ketebalan 1,5 mm hingga 3 mm dalam hal ini. Pasta semen juga bisa dimanfaatkan dengan cara yang berbeda. Berikut adalah alat ujinya:

(a) ***CTM (Compressing Testing Machine)***

Prosedur uji standar ASTM C-192 dimanfaatkan untuk menentukan kuat tekan beton. Alat CTM dimanfaatkan dalam melaksanakan uji kuat tekan beton, yang melibatkan penempatan benda uji beton terkekang (diameter 110 mm, tinggi 300 mm) secara tegak

lurus serta menerapkan beban tekan bertingkat dengan kecepatan 0,15 hingga 0,34 MPa/detik hingga spesimen dihancurkan. Beban maksimum yang terjadi kemudian dicatat. Kondisi objek uji saat uji juga dicatat selama inspeksi.

Uji ini membuktikan jika beban maksimum yang bisa tertahan oleh benda uji beton terbatas hingga benda uji hancur. Selain itu, kuat tekan beton terkekang ditentukan dengan membagi beban maksimum dengan luas permukaan benda uji, seperti yang ditunjukkan pada langkah-langkah uji berikut:

- a. Memanfaatkan pelat baja setebal 5 mm sebagai penopang benda uji pada mesin CTM untuk membuat alat.
- b. Memasang benda uji kuat tekan pada mesin CTM.
- c. Memuat benda uji.
- d. Cara membaca beban dengan melihat angka pada manometer.
- e. Pemuatan berhenti saat mencapai pemuatan maksimum, yang ditunjukkan pada grafik sebagai penurunan dan kemungkinan penurunan pemuatan di masa mendatang.

3.5 Analisa Data

Uji kuat tekan beton terkekang dengan tulangan bambu memanjang dalam mengetahui nilai kuat tekan beton terkekang dengan tulangan bambu memanjang dan variasi tulangan melintang untuk setiap variabel.

Ada tiga objek uji yang termasuk dalam setiap variabel. Nilai rata-rata tiap variabel nantinya dimanfaatkan sebagai menghitung hasil uji kuat tekan tiap benda uji. Variabel dengan nilai kuat tekan tertinggi akan diidentifikasi berdasarkan nilai rata-rata setiap variabel jarak tulangan melintang bambu.

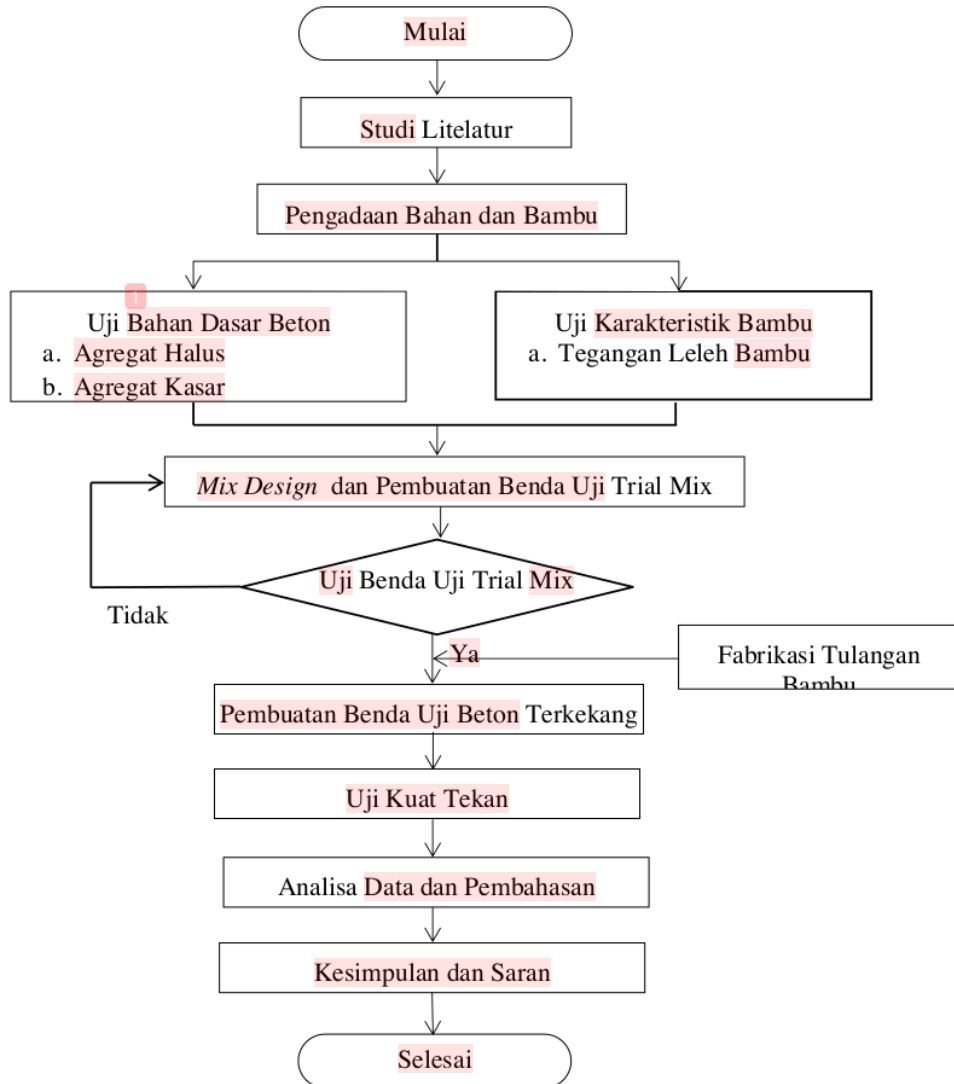
3.6 Validasi Hasil Penelitian

Temuan penelitian ini nantinya dibandingkan penelitian lain yang relevan.

3.7 Tempat Penelitian

Laboratorium Teknologi Beton Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Merdeka Malang menjadi tempat penelitian ini.

3.8 ¹ Diagram Alir Penelitian



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Umum

Penelitian ini bersifat eksperimental, dengan beberapa benda uji diuji di laboratorium. Penelitian ini memanfaatkan tulangan bambu terkekang melintang, beton bertulang memanjang. Tujuan tulangan melintang sebagai penahan adalah untuk mengetahui tegangan leleh bambu sebagai tulangan beton dan kuat tekan aksial beton terkekang. Uji tulangan bambu, perhitungan keperluan material, pemeriksaan material beton, pembuatan benda uji, dan uji benda uji ialah langkah awal dalam program penelitian. Hasil uji menunjukkan bahwa hubungan gaya-perpindahan, kuat tekan aksial, dan pola retak untuk masing-masing variabel semuanya ada. Selanjutnya nilai kuat tekan aksial hasil eksperimen dibandingkan dengan nilai kuat tekan aksial teoritis berdasar variabel bebas berupa pengaruh tegangan leleh pada beton terkekang tulangan bambu.

4.2 Hasil Uji Material

Tujuan uji material ialah buat membenarkan ciri ataupun sifat-sifat material yang dimanfaatkan dalam penciptaan kombinasi beton. Uji material pula ialah parameter berarti buat mutu beton supaya memenuhi standar ASTM untuk desain campuran beton.

Agregat halus (batu pecah) dan agregat kasar (pasir) diuji untuk berbagai faktor, termasuk berat jenis, daya serap, berat jenis, kadar air, analisis pengayakan, dan uji tarik tulangan bambu.

4.2.1 Hasil Uji Material

Pasir alam yang telah lolos saringan No.1 ialah agregat halus (pasir) yang dimanfaatkan pada penelitian ini. 4 (4,75 mm). Data yang dibisa dari hasil uji ditunjukkan tabel (4.1).

Tabel 4. 1 Hasil Uji Material Agregat Halus

No	Jenis Pemeriksaan	Standar	Hasil	Syarat ASTM
1	Berat Jenis Bulk	ASTM C128-93	2,508 gram/cm ³	≥ 2,50gram/cm ³
2	Berat jenis SSD	ASTM C128-93	2,535 gram/cm ³	≥ 2,50gram/cm ³
3	Berat Jenis Semu	ASTM C128-93	2,607 gram/cm ³	≥ 2,50gram/cm ³
4	Absorpsi Air	ASTM C128-93	1,092 %	≤ 2,30%

5	Kadar Air	ASTM C128-93	1,080 %	≤ 1,50%
6	Berat Isi	ASTM C29-78	1,553 gram/cm ³	≥ 1,50gram/cm ³
7	Zone Gradasi	ASTM C136-95 ^a	ZONE 2	ZONE 2
8	Modulus Kahalusan	ASTM C136-95 ^a	4,523	≥ 2,10-3,00

Data hasil uji agregat halus pada tabel 4.1 bisa dimanfaatkan sebagai Perhitungan *Mix Design* jika persyaratan telah terpenuhi.

4.2.2 Hasil Uji Material

Batu pecah yang dimanfaatkan dalam penelitian ini ialah batu pecah sisa dari saringan No. 4 (4,75 mm). Data berikut diperoleh dari uji batu pecah (Tabel 4.2).

Tabel 4. 2 Hasil Uji Material Agregat Kasar

No	Jenis Pemeriksaan	Standar	Hasil	Syarat ASTM
1	Berat Jenis Bulk	ASTM C128-88R.38	2,465 gram/cm ³	
2	Berat jenis SSD	ASTM C128-88R.38	2,500 gram/cm ³	≥ 2,50gram/cm ³
3	Berat Jenis Semu	ASTM C128-88R.38	2,555 gram/cm ³	≥ 2,50gram/cm ³
4	Absorpsi Air	ASTM C128-88R.38	1,440 %	≤ 1,50%
5	Kadar Air	ASTM C128-88R.38	1,420 %	≤ 1,50%
6	Berat Isi	ASTM C29/C29M-9 1a	1,605 gram/cm ³	≥ 1,50gram/cm ³
7	Zone Gradasi	ASTM C136-9	ZONE 3/2" - 3/16"	ZONE 3/2" - 3/16"
8	Modulus Kahalusan	ASTM C136-95	8,7682	≥ 6,30 – 7,00

Persyaratan telah terpenuhi, dan data hasil uji agregat kasar pada tabel 4.2 bisa dimanfaatkan untuk Perhitungan *Mix Design*.

4.2.3 Uji Tulangan Tarik Bambu

Universal Testing Machine (UTM) dimanfaatkan dalam uji bambu di Laboratorium Teknik Mesin Unmer Malang. Benda uji kuat tarik bambu berukuran 30 cm x 1 cm x 1 cm. Penampang telah dikurangi menjadi 0,35 cm x 0,35 cm di tengah. Sesudah menjepit ujung bambu ke UTM dan memberikan beban, uji dilaksanakan. Setelah benda uji pecah, uji dihentikan. Hasil uji tarik pada bambu disajikan pada Gambar 4.1 dan Tabel 4.3.



Gambar 4. 1 Uji tarik Tulangan Bambu

Tabel 4. 3 Hasil Uji Tarik Tulangan Bambu

Nama	D (mm)	Do (mm)	L (mm)	Lo (mm)	A (mm)	Tegangan Leleh (Mpa)
Fy 1	10	3	300	27	7,071	548,51
Fy 2	10	3	300	25	7,071	506,21
Fy 3	10	3	300	27	7,071	382,09

4.3 Hasil Uji Material

4.3.1 Uji Tulangan Tarik Bambu

Perencanaan campuran beton (concrete mix design) berdasarkan tata cara perencanaan campuran beton bertulang SNI-03-2834-1992 dimanfaatkan untuk menghitung keperluan bahan kajian. Mutu beton rencana ialah K-250 atau f_c 20,75 MPa dimanfaatkan sebagai dasar perencanaan campuran beton (mix design).

Persyaratan material untuk 1 m³ beton diturunkan seperti Tabel (4.4) dari perhitungan desain campuran.

Tabel 4. 4 Perhitungan Rencana Campuran Beton (Mix Design)

NO	PARAMETER	REFERENSI PERHITUNGAN	NILAI	SATUAN
1	Kuat Tekan yang disyaratkan	Ditetapkan pada umur 28 hari dengan 5% cacat	20,75	Mpa
2	Standar Deviasi (Sd)	Tabel 1 (SNI 03-2843-2002)	-	Mpa
3	Faktor modifikasi (k)	Tabel 1 dg perubahan sesuai SNI-03-xxx-2001 (jumlah benda uji >15)	1,64	
4	Nilai Tambah (Margin)	$m = k * Sd$ atau jika tidak ada data lapangan untuk menentukan sd pada langkah 2 maka harus sesuai tabel 5.3.2 SNI-03-2001	7	Mpa

5	Kuat Tekan target (f _{cr})	$f'_{cr} = f'_c + k * S_d = (1) + (4) / f'_{cr} = f'_c + m$ SNI-03-2834-1992	27,75	Mpa
6	Jenis semen yang dimanfaatkan	Ditetapkan (tipe I,II,III,IV,V)	Tipe I	
7	Jenis Agregat kasar	Ditetapkan (pecah/tidak)	Batu pecah	
8	Jenis Agregat halus	Ditetapkan	Pasir Lumajang	
9	Faktor Air-Semen bebas	Tabel 2 & grafik 1	0,61	
10	Faktor Air-Semen Maksimum	Ditetapkan dari tabel 3 (beton di luar ruangan => tidak terlindungi dari hujan dan terik matahari)	0,60	
11	Faktor Air-Semen yang dipakai	Terkecil antara (9) dan (10)	0,60	
12	Slump Rencana	Ditetapkan dari tabel 4	60-180	mm
13	Ukuran Agregat Maksimum	Ditetapkan dari analisa ayakan	10	mm
14	Kadar Air bebas	Ditetapkan dari tabel 5	250	kg/m ³
15	Jumlah Semen	(14) / (11)	500	kg/m ³
16	Jumlah Semen minimum	Ditetapkan dari tabel 3 (beton dlm ruangan => keadaan keliling non korosif)	325	kg/m ³
17	Jumlah Semen yang dipakai	Terbesar antara (15) & (16)	500	kg/m ³
18	Susunan butir Agregat halus	Ditentukan dari grading zone analisa ayakan	Zona 2	
19	% Agregat halus terhadap agregat gabungan	Ditentukan dari grafik 10	48	%
20	% Agregat kasar terhadap agregat gabungan	100% - (19)	52	%
21	Berat Isi agregat Halus	Ditetapkan dari hasil uji/pemeriksaan	2,508	kg/m ³
22	Berat Isi Agregat Kasar	Ditetapkan dari hasil uji/pemeriksaan	2,500	kg/m ³
23	Berat Jenis Agregat Halus (SSD)	Ditetapkan dari hasil uji/pemeriksaan	2,508	kg/m ³
24	Berat Jenis Agregat Kasar (SSD)	Ditetapkan dari hasil uji/pemeriksaan	2,500	kg/m ³
25	Berat Jenis Agregat Gabungan	$[(19 * (23) + (20) * (24))]$	2,503	kg/m ³
26	Berat Jenis Beton Basah	Ditentukan dari grafik 13	2238	kg/m ³
27	Total Jumlah Agregat	(26)-(14)-(17)	1488	kg/m ³
28	Jumlah Agregat Halus	(19)*(27)	714,24	kg/m ³
29	Jumlah Agregat Kasar	(20)*(27)	773,76	kg/m ³

Persyaratan material untuk 1 m³ beton bisa dilihat pada tabel (4.5) berdasarkan perhitungan mix design.

Tabel 4. 5 Keperluan Material Untuk 1m 3

KETERANGAN	SEMEN (kg)	PASIR (kg)	BATU PECAH (kg)	AIR (kg)
Berat Material	500	714,24	773,76	250
Perbandingan Berat	1	1,428	1,548	0,50

4.3.2 Keperluan Material Silinder dan Beton Transversal Tulangan memanjang Bambu

Tabel 4.6 dan 4.7 menggambarkan persyaratan material untuk satu benda uji bentuknya silinder masing-masing ukuran 150 mm x 300 mm dan satu benda uji berukuran 110 mm x 30 mm.

Tabel 4.6 Keperluan Material untuk 1 Silinder

Keterangan	Perhitungan	Nilai	Satuan
Vol. 1 silinder	$(1 \times 1/4 \times \pi \times D^2 \times t)$	0,0053	m ³
Berat Semen	$(0,0053 \times 500) + (15\% \times 0,0053 \times 500)$	3,0496	kg
Berat Pasir	$(0,0053 \times 714,24) + (15\% \times 0,0053 \times 714,24)$	4,3562	kg
Berat Kerikil	$(0,0053 \times 773,76) + (15\% \times 0,0053 \times 773,76)$	4,7192	kg
Berat Air	$(0,0053 \times 250) + (15\% \times 0,0053 \times 250)$	1,5248	kg

Tabel 4.7 Keperluan Material untuk 1 Beton Terkekang

Keterangan	Perhitungan	Nilai	Satuan
Diameter		0,11	m
Tinggi		0,30	m
Vol. 1 silinder	$(1 \times 1/4 \times \pi \times D^2 \times t)$	0,0028	m ³
Berat Semen	$(0,0028 \times 500) + (15\% \times 0,0028 \times 500)$	1,6399	kg
Berat Pasir	$(0,0028 \times 714,24) + (15\% \times 0,0028 \times 714,24)$	2,3427	kg
Berat Kerikil	$(0,0028 \times 773,76) + (15\% \times 0,0028 \times 773,76)$	2,5379	kg
Berat Air	$(0,0028 \times 250) + (15\% \times 0,0028 \times 250)$	0,8199	kg

4.4 Proses Pembuatan Benda Uji Silinder dan Beton Terkekang dengan Tulangan Bambu

4.4.1 Pembuatan Benda Uji Silinder

Langkah-langkah berikut diperlukan untuk menghasilkan spesimen silinder 150 x 300 mm:

1. Dengan memanfaatkan hasil mix design sebagai pedoman, timbang berat air, semen, pasir, dan batu pecah.



Gambar 4. 2 Penimbangan Material Benda Uji

2. Isi mixer dengan air secukupnya setelah dinyalakan.
3. Aduk rata sebelum menambahkan semua batu yang dihancurkan dan 12 bagian air.
4. Aduk rata setelah menambahkan semua semen.
5. Biarkan tiga hingga lima menit agar pasir dan sisa air tercampur rata.



Gambar 4. 3 Memasukan Material Campuran Beton Ke Molen

6. Untuk membuat spesimen silinder, tuangkan semua beton dari mixer ke dalam bak.



Gambar 4. 4 Campuran Beton yang dituang ke Bak

7. Untuk memastikan tingkat workability, lakukan slump test sesuai dengan ASTM C143-78.



Gambar 4. 5 Uji Slump

8. Isi silinder dengan 1/3 beton. Setelah itu besi dimanfaatkan untuk memadatkan tanah. Beton dipadatkan agar tidak keropos. Isi sepertiga bagian yang tersisa dengan silinder, padatkan sekali lagi, lalu lakukan dari awal lagi.



Gambar 4. 6 Pemadatan bagian beton pada silinder

9. Pada bekisting silinder, ratakan permukaan beton.
10. Pada suhu ruang, biarkan campuran beton cetakan silinder mengeras selama satu hari.
11. Setelah beton mengeras, buka cetakan dan obati benda uji dengan perlakuan yang sesuai, ialah merendamnya selama tujuh hari, mengeluarkannya dari air, dan menyimpannya pada suhu ruangan 25 derajat atau kurang sampai beton mengeras dan telah mencapai kuat tekan 28 hari.



Gambar 4.7 Perendaman Benda Uji Trial Mix

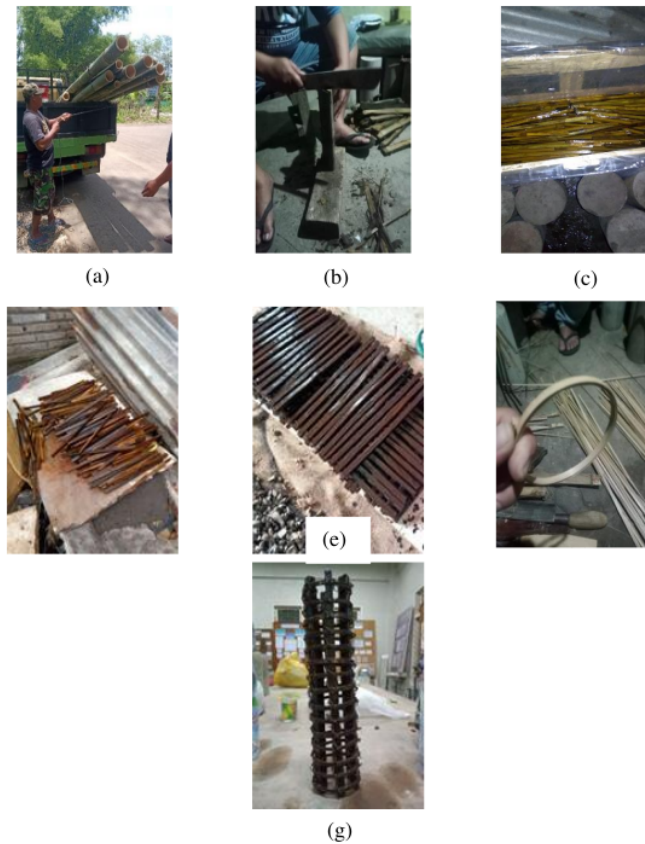
12. Menutupi titik tertinggi bahan dengan belerang sampai pengaturan kuat tekan ideal merata.

4.4.2 Fabrikasi Tulangan Bambu

Berikut tahapan pembuatan tulangan bambu:

- a) Memindahkan pohon bambu dari habitat aslinya, khususnya hutan bambu. membagi bambu menjadi beberapa bagian agar lebih mudah dibawa
- b) Memecah ruas-ruas bambu menjadi beberapa bagian sehingga mudah dibentuk menjadi potongan berukuran 10 x 10 mm dan 1,5 x 5 mm untuk tulangan melintang.
- c) Selanjutnya bambu direndam selama enam jam dalam NaOH yang telah dicampur air dan dibentuk menjadi 10 x 10 mm untuk tulangan memanjang dan 1,5 x 5 mm untuk tulangan melintang.
- d) Bambu yang telah direndam diangkat setelah enam jam dan melalui tahap selanjutnya ialah diangin-anginkan untuk menghilangkan air.
- e) Oven dimanfaatkan untuk membuang kandungan air pada tahap selanjutnya. sehingga bambu kering bisa dikeringkan dengan oven tanpa kadar air.
- f) Pengecatan kimiawi (coating). Lapisan bambu sekarang bisa dibuat menjadi tulangan setelah dikeringkan.
- g) Tulangan melintang dibuat dengan membengkokkan bambu menjadi bentuk cincin setelah dilapisi. Kemudian diikat dengan kawat bendrat.
- h) Selain itu, tulangan transversal yang sudah berupa cincin dimasukkan tulangan longitudinal ke dalamnya. Kemudian mereka dihubungkan dengan kawat bendrat.

Gambar (4.8) berisi gambar fabrikasi tulangan bambu.



Gambar 4. 8 Fabrikasi Tulangan Bambu

4.4.3 Pembuatan Benda Uji Beton Bertulang Bambu

Proses penggunaan tulangan longitudinal bambu untuk membuat benda uji pengaruh tegangan leleh pada tulangan transversal sebagai pembatas kuat tekan beton terkekang. Benda uji yang dimanfaatkan pada penelitian ini jumlahnya 12 buah ialah beton terkekang berdiameter 110 milimeter dan tinggi 300 milimeter. Di antaranya tiga benda uji beton bertulang transversal sebagai penahan kuat tekan beton terkekang memanfaatkan tulangan longitudinal bambu dengan jarak tanam melintang 20 milimeter, tiga benda uji beton bertulang longitudinal tanpa tulangan melintang (BTTT), dan sembilan buah benda uji beton bertulang longitudinal bambu. benda uji

dengan tiga variasi ialah BTTB.Fy1 3 buah benda uji, BTTB.Fy2 3 benda uji dan BTTB.Fy3 3benda uji

Prosedur yang dilaksanakan untuk membuat benda uji beton bertulang bambu adalah:

1. Tulangan bambu dipasang pada bekisting yang tersedia berikut fabrikasinya. Untuk mengamankan tulangan bambu yang telah disiapkan ke spesimen di masa mendatang, kait bendrat diikatkan ke bekisting.



Gambar 4.9 Setting Tulangan Pada Bekisting

2. Memanfaatkan hasil perhitungan mix design, timbang berat air, semen, pasir, serta batu pecah.



Gambar 4.10 Takar/timbangan Material Campuran Beton

3. Isi mixer dengan air yang cukup setelah dinyalakan.



Gambar 4.11 Basahi Molen Secukupnya Dengan Air

4. Seluruh batu pecah dimasukkan dan $\frac{1}{2}$ bagian air lalu biarkan tercampur rata.
5. Aduk rata setelah menambahkan semua semen.

6. Biarkan selama tiga hingga lima menit untuk menggabungkan sisa air dan pasir secara menyeluruh.



Gambar 4.12 Masukan Material Kedalam Molen

7. Tuangkan semua campuran beton dari mixer dalam bak siap pakai sehingga bisa dimasukkan ke dalam bekisting benda uji setelah tercampur rata dan bisa dikerjakan.



Gambar 4.11 Campuran Beton Dituang Pada Bak

8. Uji kerosotan memanfaatkan ASTM C143-78 untuk mengerti seberapa bisa diterapkan material tersebut.



Gambar 4. 13 Uji Slump

9. Campuran beton dari bak kemudian dipindahkan ke bekisting, dipadatkan dengan besi sampai semua cetakan terisi penuh. Saat bekisting diisi sampai penuh, permukaan beton di atasnya diratakan.



Gambar 4. 14 Pemasangan Campuran Beton Pada Bekisting

10. Setelah itu beton dibiarkan mengeras selama 24 jam.



Gambar 4. 15 Beton Mengeras 24 Jam

11. Buka cetakan beton setelah beton mengeras.
12. Spesimen diperlakukan dengan cara diangin-anginkan selama 28 hari setelah direndam selama tujuh hari.



Gambar 4. 16 Benda Uji Direndam Selama 7 Hari

4.5 Uji Kuat Tekan Silinder

Tujuan dari uji kuat tekan beton adalah dalam penentuan kuat tekan beton dengan memanfaatkan benda uji silinder dibuat serta dirawat di laboratorium dengan tinggi antara 15 dan 30 sentimeter. Uji sesuai dengan SNI 03-1974-1990 dan ASTM C39M-01 memanfaatkan CTM (Compressing Testing Machine). Persamaan tersebut bisa dimanfaatkan sebagai penentu kuat tekan beton. Persamaan berikut bisa dimanfaatkan sebagai penentu kuat tekan beton $f'c = \frac{P}{A}$. Gambar Perletakan benda uji silinder pada CTM (Gambar 4.14).



**Gambar 4. 17 Uji Benda Uji Silinder Pada
Alat Uji Tekan Silinder (CTM)**

4.5.1 Hasil Uji Kuat Tekan Silinder Trial mix Design

Benda uji beton berbentuk silinder enam dimensi; diameter 150 mm x 300 mm untuk mengetahui pengaruh trial mix terhadap kuat tekan aksial beton. 20,75 MPa atau 250 Kg/cm² adalah mutu beton yang direncanakan selama 28 hari ($f'c$).

Contoh perhitungan kuat tekan beton mutu normal umur 28 hari sebagai berikut:

- Tekanan Hancur (P) = 510000 N
- Luas silinder = $1/4 \times \pi \times d^2 = 1/4 \times 3,14 \times 150^2 = 17662,5 \text{ cm}^2$
- Faktor Umur (m) 7 hari = 0,65
- Faktor Umur (m) 28 hari = 1
- Kuat tekan ($f'c$) B1,14 Hari = $(P/A) = (510000/17662,5) / 0,65 = 44,42 \text{ N/cm}^2$
- Kuat tekan ($f'c$) B5, 28 Hari = $(P/A) = (700000/17662,5) / 1 = 39,63 \text{ N/cm}^2$

Tabel (4.8) menampilkan temuan kuat tekan benda uji beton pada tinggi 15 cm dan 30 cm.

Tabel 4.8 Hasil Uji Kuat Tekan Benda Uji Trial Mix Silinder 15 x 30 cm (Mix Design)

Kode Benda Uji	Umur Benda Uji Saat Uji (Hari)	Berat (Kg)	P (N)	Kuat Tekan (Mpa)
B-1	7	12,62	510000	44,42
B-2	7	12,73	500000	43,55
B-3	7	12,67	490000	42,68
B-4	28	12,67	700000	39,63
B-5	28	12,73	760000	43,02
B-6	28	12,70	600000	33,97
Rata - Rata				41,21

Hasil uji kuat tekan pada enam buah benda uji berbentuk silinder berkisar antara 33,97 MPa sampai dengan 44,32 MPa, seperti terlihat pada tabel 4.8. Beton tersebut memenuhi persyaratan karena rata-rata rendemen enam benda uji silinder lebih tinggi 41,21 MPa dari $f'c$ desain 20,75 MPa.

4.5.2 Hasil Uji Kuat Tekan Benda Uji Beton Bertulang Memanjang Bambu Tidak Terkekang Tulangan Transversal Bambu

Sebuah benda uji silinder 150 mm x 300 mm dengan hasil rata-rata 41,21 Mpa berfungsi sebagai campuran percobaan, dan benda uji kontrol 110 mm x 300 mm dibangun memanfaatkan desain campuran yang sama dengan campuran percobaan dan tulangan longitudinal bambu dengan tulangan longitudinal. dimensi 10 mm x 10 mm x 300 mm yang tidak dibatasi oleh tiga

tulangan bambu melintang. benda uji yang akan diuji selama 43 hari dan akan memiliki kuat tekan aksial yang bisa dibandingkan dengan benda uji beton bertulang melintang bambu. Jika pola retakan pada benda uji yang sama adalah sama, hal itu menandakan bahwa campuran beton tersebut homogen. Pada saat dicoba uji kokoh tekan pada barang uji hendak menciptakan pola retak. Pola retak yang terjadi pada benda uji beton bertulang longitudinal berupa bambu yang tidak terkekang oleh tulangan melintang bambu diamati dan diambil sebagai yang paling ekstrim. Pola retakan benda uji diamati, yang dikategorikan berdasarkan bentuk pola retakan. Gambar 4.18 menggambarkan pola retak tulangan melintang bambu bebas pada benda uji beton bertulang memanjang:



Gambar 4. 18 Pola Retak Pada Benda Uji BTT

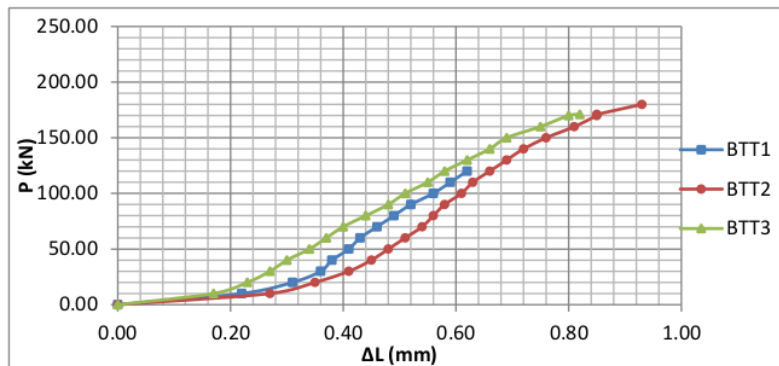
Berdasarkan hasil uji kuat tekan aksial benda uji beton bertulang memanjang bambu tidak terkekang tulangan transversal bambu. Diperoleh data-data perpindahan benda uji yang bisa dibuat grafik hubungan beban tekan (P) dan perpindahan (Δ). Data data perpindahan dan grafik bisa dilihat seperti pada tabel (4.9) gambar (4.17).

Tabel 4. 9 Kuat Tekan Benda Uji Beton Bertulang Memanjang Bambu Tidak Terkekang Tulangan Transversal Bambu 11 x 30 cm

No	BTT1		No	BTT 2		No	BTT 3	
	Beban tekan P (Kn)	ΔL		Beban tekan P (Kn)	ΔL		Beban tekan P (Kn)	ΔL
1	0	0,00	1	0	0,00	1	0	0,00
2	10,00	0,22	2	10,00	0,27	2	10	0,17
3	20,00	0,31	3	20,00	0,35	3	20	0,23
4	30,00	0,36	4	30,00	0,41	4	30	0,27
5	40,00	0,38	5	40,00	0,45	5	40	0,30
6	50,00	0,41	6	50,00	0,48	6	50	0,34
7	60,00	0,43	7	60,00	0,51	7	60	0,37
8	70,00	0,46	8	70,00	0,54	8	70	0,40
9	80,00	0,49	9	80,00	0,56	9	80	0,44

10	90,00	0,52	10	90,00	0,58	10	90	0,48
11	100,00	0,56	11	100,00	0,61	11	100	0,51
12	110,00	0,59	12	110,00	0,63	12	110	0,55
13	120,00	0,62	13	120,00	0,66	13	120	0,58
			14	130,00	0,69	14	130	0,62
			15	140,00	0,72	15	140	0,66
			16	150,00	0,76	16	150	0,69
			17	160,00	0,81	17	160	0,75
			18	170,00	0,85	18	170	0,8
			19	180,00	0,93	19	171	0,82

Berdasarkan tabel (4.9) bisa dibuat grafik hubungan beban tekan (P) dan perpendekan (Δ) seperti pada gambar (4.17).



Gambar 4.19 Grafik Hubungan P- Δ

Tiga benda uji beton bertulang longitudinal tidak dibatasi oleh tulangan melintang bambu sesuai dengan temuan uji kuat tekan aksial. Selain itu, ketiga benda uji tersebut akan dijadikan acuan saat menghitung rata-rata. Uji kekuatan tekan aksial eksperimental menghasilkan hasil sebagai berikut:

Berikut ini adalah ilustrasi bagaimana kuat tekan bambu bebas tulangan melintang spesimen bambu berumur 48 hari bisa dihitung:

- Tekanan Hancur (P) = 120000 N = 120 kN
 - Luas silinder = $1/4 \times \pi \times d^2 = 1/4 \times 3,14 \times 110^2 = 9498,5 \text{ mm}^2$
= 94,985 cm²
 - Faktor Umur (m) 43 hari = 1,048
 - Faktor konversi = 0,83
 - Berat benda uji = 6,60 kg
- Kuat tekan (f'_c) 20,75, 43 Hari konversi 28 hari = (P/A) =
 $(165,6 \times 100 / 9498,5) \times 0,83 = 145,240 \text{ kg/cm}^2 = (145,240 \text{ kg/cm}^2 / 10) \times 0,83 = 11,86 \text{ N/mm}^2$

Tabel (4.10) menampilkan hasil kuat tekan benda uji beton berdiameter 11 cm dan tinggi 30 cm.

Tabel 4. 10 Kuat Tekan Benda Uji Beton Bertulang Memanjang Bambu Tidak Terkekang Tulangan Transversal Bambu 11 x 30 cm.

keterangan	Kode	p	A	F'c ₀	F'c ₀
	Benda uji	(N)	(mm ²)	(N/mm ²)	Rata-rata
Campuran	BTTT 1	120000	94,985	12,05	15,77
	BTTT 2	180000	94,985	18,08	
	BTTT 3	171000	94,985	17,18	

Hasil uji kuat tekan pada tiga buah benda uji berukuran 110 mm x 300 mm seperti terlihat pada tabel 4.10 berkisar antara 12,05 MPa hingga 18,08 MPa. Tiga benda uji dengan tulangan bambu memanjang yang tidak dibatasi oleh tulangan bambu melintang memiliki hasil rata-rata f'c 15,77Mpa.

4.5.3 Hasil Uji Kuat Tekan Benda Uji Beton Bertulang Memanjang Bambu Terkekang Tulangan Transversal Bambu

Sembilan benda uji dimanfaatkan untuk penelitian ini untuk uji kuat tekan aksial. Untuk mengetahui kuat tekan aksial benda uji beton bertulang bambu memanjang yang dikekang tulangan melintang bambu berdasarkan nilai beban percobaan yang dibaca tiap kenaikan beban pada alat UTM, dilaksanakan uji kuat tekan aksial untuk mengetahui kuat tekan longitudinal beton bertulang. kapasitas spesimen untuk menerima beban. terhubung langsung ke komputer.

Alat uji UTM (Universal Testing Machine) (ASTM C-192) dengan pembebanan satu titik dimanfaatkan untuk uji kuat tekan aksial beton, seperti digambarkan pada gambar 4.18.



Gambar 4. 20 Alat Uji Kuat Tekan Aksial UTM (Universal Testing Machine)(ASTM C192)

4.5.3.1 Mekanisme Pola Retak Beton Terkekang Dengan Tulangan Memanjang Bambu Berdasarkan Variasi Tegangan Leleh Tulangan Transversal Bambu

Berdasarkan tiga variasi variabel independen tegangan leleh tulangan bambu, BTTB.Fy1, BTTB.Fy2, dan BTTB.Fy3—dimanfaatkan spesimen beton bertulang dengan bambu melintang yang diperkuat bambu memanjang. Salah satu pola retak ekstrim dengan beban aksial terbesar akan dipilih untuk setiap variasi.

Spesimen menjalani uji kuat tekan, yang menghasilkan pembentukan pola retak. Pola retakan yang muncul pada setiap variasi dianggap paling ekstrim; jika pola retakan muncul dalam variasi yang sama, hal ini menandakan campuran beton bersifat homogen. Pola retakan benda uji diamati, yang dikategorikan berdasarkan bentuk pola retakan. Gambar 4.22 sampai 4.26 menggambarkan pola retak dari masing-masing benda uji beton terkekang:



Gambar 4. 21 Pola Retak pada BTTB.Fy1(tegangan leleh Fy1)



Gambar 4. 22 Pola Retak pada BTTB.Fy2 (tegangan leleh Fy2)



Gambar 4. 23 Pola Retak pada BTTB.Fy3 (tegangan leleh Fy3)

Muncul pola retakan geser pada benda uji BTTB.Fy1, khususnya retakan garis diagonal ekstrim pada benda uji BTTB.fy1c. Ketika beban dinaikkan menjadi 165,6 kN, retakan runtuh atau pecah, dan benda uji beton bertulang longitudinal yang terkekang pada tulangan melintang bambu mengalami beban tekan maksimum. Retakan pertama terjadi ketika beton diberi beban 80 kN. Gambar 4.21 menggambarkan pola retak benda uji BTTB.Fy1c.

Pola retak kolom, atau pola retak vertikal yang berjalan dari ujung ke ujung pada benda uji BTTB.Fy2b bisa dilihat pada benda uji BTTB.Fy2. Ketika beban dinaikkan menjadi 143 kN, retakan runtuh atau pecah, dan benda uji beton bertulang longitudinal yang terkekang pada tulangan melintang bambu mengalami beban tekan maksimum. Retak pertama terjadi ketika spesimen transversal dikenai beban 125 kN. Gambar 4.22 menggambarkan pola retak benda uji BTTB.Fy2b.

Pola retak kolom, atau pola retak vertikal yang berjalan dari ujung ke ujung pada benda uji BTTB.Fy3b bisa dilihat pada benda uji BTTB.Fy3. Ketika beban dinaikkan menjadi 110 kN, retakan runtuh atau pecah, dan benda uji beton bertulang longitudinal yang terkekang pada tulangan melintang bambu mengalami beban tekan maksimum. Retak pertama terjadi ketika benda uji dikenai beban 60 kN. Gambar 4.23 menggambarkan pola retak benda uji BTTB.Fy3b.

Kesimpulannya, untuk masing-masing dari tiga variasi benda uji BTTB.Fy, retak ekstrim yang disebabkan oleh tegangan aksial harus dialami dengan pola retak yang berbeda, seperti Gambar 4.21 hingga 4.23, dan

retakan yang menyebar ke bawah saat beban meningkat. yang disediakan. Pada setiap ruas tulangan bambu, spesimen BTTB.Fy memiliki nilai beban maksimum yang berbeda untuk setiap variasi tegangan luluh.

Tabel (4.11) menampilkan beban retak terbaik atau ekstrim hingga beban patahan pada variasi pertama benda uji BTTB.Fy.

Tabel 4. 11 Tabel Beban Retak Putus Pada Benda Uji Beton Terkekang Dengan Tulangan Memanjang Bambu

No	Benda Uji	Retak Pada Benda Uji	Beban (Retak Pertama) (kN)	Beban (Retak Putus)/extrem (kN)	Beban (Putus/ Max Rerata) (kN)
1	BTTB.Fy1	<i>shear</i>	80	165,6	
2	BTTB.Fy2	<i>columnar</i>	125	143,8	
3	BTTB.Fy3	<i>columnar</i>	60	110	

4.5.3.2 Hubungan Gaya Tekan Aksial dan Perpindahan Benda Uji Beton Bertulang Memanjang Bambu terkekang tulangan transversal bambu Berdasarkan Variasi Tegangan Leleh Tulangan Transversal Bambu

Untuk mengetahui gaya tekan aksial beton bertulang bambu berdasarkan nilai beban tekan dan data pengaruh tegangan luluh yang diperoleh, dilaksanakan uji kuat tekan aksial benda uji beton bertulang bambu yang dibatasi batang bambu. tulangan melintang dilaksanakan. setiap variasi menonjolkan tulangan bambu melintang.

Kuat tekan maksimum yang bisa dipikul oleh beton per satuan luas dikenal dengan kuat tekan aksial beton terkekang dengan tulangan bambu. Beban maksimum kemudian dibagi dengan luas permukaan beton terkekang untuk menentukan kuat tekan aksialnya dengan tulangan bambu. Kekuatan beban sentrifugal maksimum atau kekuatan tekan beban aksial nominal dicapai dalam kondisi pembebanan sentrifugal tanpa adanya eksentrisitas yang akan mengakibatkan pembengkokan.

Benda uji beton bertulang longitudinal dibatasi tulangan bambu melintang, dan kuat tekan aksial ditentukan BTTB Fy1, 2, dan 3. Tegangan leleh untuk setiap variasi dipecah menjadi tiga bagian berdasarkan hasil uji tekan aksial uji kekuatan. Selain itu, ini akan menjadi acuan ketiga objek uji

saat menghitung rata-rata untuk setiap varian. Uji kuat tekan aksial eksperimental menghasilkan hasil sebagai berikut:

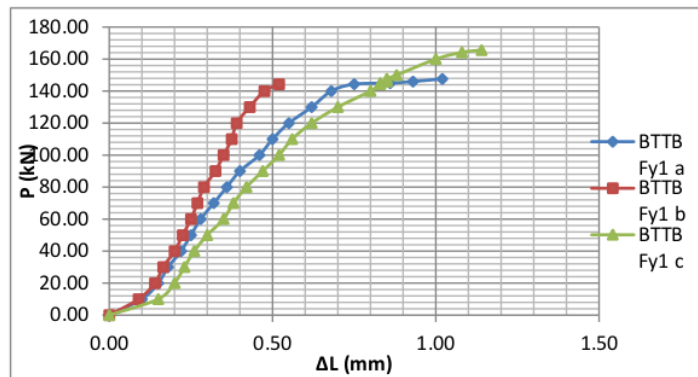
1. Variasi Tegangan Leleh Tulangan transversal Bambu BTTB Fy1

Benda uji BTTB.Fy1 terdiri dari enam buah tulangan bambu polos masing-masing berukuran 10 milimeter kali 10 milimeter dan dua buah tulangan masing-masing berukuran 1,5 milimeter kali 5 milimeter sebagai penahan. Pada umur beton 74 hari dilaksanakan uji. Dengan beban tekan maksimum 165,60 Kn, BTTB.Fy1.c ialah spesimen terbaik dari ketiganya. Tabel (4.12) dan Gambar (4.26) menampilkan hasil uji hubungan antara gaya tekan aksial dengan pengurangan variasi tegangan luluh pada tulangan melintang bambu.

Tabel 4. 12 Hubungan Gaya Tekan Aksial dan Perpendekan BTTB Fy1

No	BTTB> Fy1 a		No	BTTB> Fy1 b		No	BTTBFy1 c	
	Beban tekan	ΔL		Beban tekan	ΔL		Beban tekan	ΔL
	P (Kn)			P (Kn)			P (Kn)	
1	0	0,00	1	0	0,00	1	0	0,00
2	10,00	0,10	2	10,00	0,09	2	10,00	0,11
3	20,00	0,15	3	20,00	0,14	3	20,00	0,18
4	30,00	0,18	4	30,00	0,165	4	30,00	0,22
5	40,00	0,22	5	40,00	0,2	5	40,00	0,26
6	50,00	0,25	6	50,00	0,225	6	50,00	0,3
7	60,00	0,28	7	60,00	0,25	7	60,00	0,32
8	70,00	0,32	8	70,00	0,27	8	70,00	0,35
9	80,00	0,36	9	80,00	0,29	9	80,00	0,39
10	90,00	0,40	10	90,00	0,325	10	90,00	0,47
11	100,00	0,46	11	100,00	0,35	11	100,00	0,52
12	110,00	0,50	12	110,00	0,375	12	110,00	0,56
13	120,00	0,55	13	120,00	0,39	13	120,00	0,62
14	130,00	0,62	14	130,00	0,43	14	130,00	0,7
15	140,00	0,68	15	140,00	0,475	15	140,00	0,8
16	145,00	0,86	16	144,30	0,52	16	150,00	0,88
17	146,00	0,93				17	160,00	1
18	147,60	1,02				18	164,20	1,08
						19	165,60	1,14

Berdasarkan tabel (4.12) bisa dibuat grafik hubungan beban tekan (P) dan perpendekan (Δ) seperti pada gambar (4.22).



Gambar 4. 24 Hubungan P- Δl BTTB Fy1

Dari tabel (4.11) dan kurva P-delta pada gambar 4.22 terlihat bahwa benda uji mengalami perpendekan sebelum runtuh pada sekitar Pmax BTTB fy.1a 147,60 kN, BTTB fy.1 b 144,30 kN, BTTB fy.1c 165,60 kN dan perpendekan (ΔL) BTTB fy.1a 1,02 mm, BTTB fy.1b 0,415 mm, BTTB fy.1c 1,14 mm.

2. Variasi Tegangan Leleh Tulangan transversal Bambu BTTB.Fy2

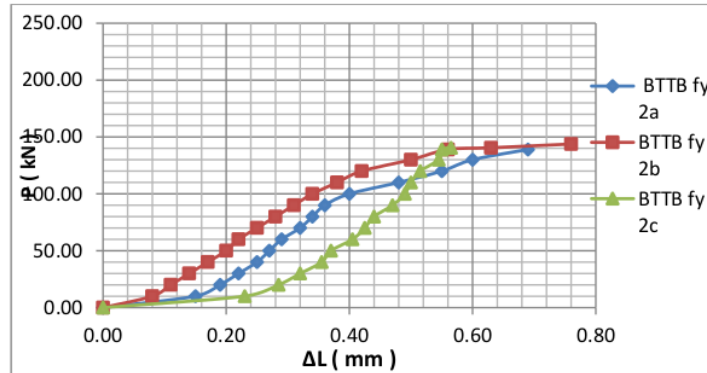
Benda uji BTTB.Fy2 terdiri dari tiga buah tulangan bambu polos berukuran kurang dari 11 sentimeter dengan tinggi 30 sentimeter dan dua buah penahan berukuran 1,5 milimeter kali 5 milimeter. Pada umur beton 74 hari dilaksanakan uji. Tabel (4.13) dan Gambar (4.25) menunjukkan hasil uji hubungan antara gaya tekan aksial dan pemendekan variasi tegangan leleh tulangan melintang bambu. Spesimen terbaik dari ketiganya adalah BTTB.Fy2 b yang memiliki beban tekan maksimum 143,80 kN.

Tabel 4. 13 Hubungan Gaya Tekan Aksial dan Perpendekan BTTB.Fy2

BTTB> Fy2 a			BTTB> Fy2 b			BTTB> Fy2 c		
No	Beban tekan P (Kn)	ΔL	No	Beban tekan P (Kn)	ΔL	No	Beban tekan P (Kn)	ΔL
1	0	0,00	1	0	0,00	1	0	0,00
2	10,00	0,15	2	10,00	0,08	2	10,00	0,23
3	20,00	0,19	3	20,00	0,11	3	20,00	0,285
4	30,00	0,22	4	30,00	0,14	4	30,00	0,32
5	40,00	0,25	5	40,00	0,17	5	40,00	0,355
6	50,00	0,27	6	50,00	0,20	6	50,00	0,37
7	60,00	0,29	7	60,00	0,22	7	60,00	0,405
8	70,00	0,32	8	70,00	0,25	8	70,00	0,425
9	80,00	0,34	9	80,00	0,28	9	80,00	0,44
10	90,00	0,36	10	90,00	0,31	10	90,00	0,47
11	100,00	0,40	11	100,00	0,34	11	100,00	0,49
12	110,00	0,48	12	110,00	0,38	12	110,00	0,5
13	120,00	0,55	13	120,00	0,42	13	120,00	0,515
14	130,00	0,60	14	130,00	0,50	14	130,00	0,545

15	139,00	0,96	15	140,00	0,63	15	140,50	0,565
	16		16	143,80	0,76			

Berdasarkan tabel (4.13) bisa dibuat grafik hubungan beban tekan (P) dan perpendekan (ΔL) seperti pada gambar (4.25).



Gambar 4. 25 Hubungan P- Δl BTTB.Fy2

Spesimen memendek sebelum runtuh di sekitar Pmax BTTB fy.2a 139.0 kN, BTTB fy.2b 143.80 kN, dan BTTB fy.3c 140.50 kN, seperti ditunjukkan pada Tabel 4.13 dan kurva P-delta pada Gambar 4.22 dan perpendekan (ΔL) BTTB fy.2a 0,96 mm, BTTB fy.2b 0,76 mm, BTTB fy.2c 0,565 mm.

3. Variasi Tegangan Leleh Tulangan transversal Bambu BTTB.Fy3

Benda uji BTTB.Fy3 terdiri dari enam buah tulangan bambu polos masing-masing berukuran satu sentimeter kali satu sentimeter dan dua buah tulangan masing-masing berukuran dua milimeter kali lima milimeter sebagai penahan (1,5 milimeter kali lima milimeter). Pada umur beton 74 hari dilaksanakan uji. Tabel (4.14) dan Gambar (4.26) menunjukkan hasil uji hubungan antara gaya tekan aksial dan pemendekan variasi tegangan leleh tulangan melintang bambu. Spesimen terbaik dari ketiganya adalah BTTB.Fy3.b yang memiliki beban tekan maksimum 110,00 kN.

Tabel 4. 14 Hubungan Gaya Tekan Aksial dan Perpendekan.BTTB Fy3

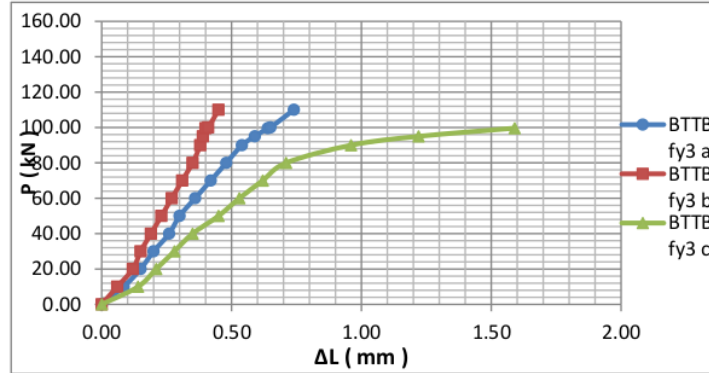
No	BTTB> Fy3a		No	BTTB> Fy3b		No	BTTB> Fy3c	
	Beban tekan P (Kn)	ΔL		Beban tekan P (Kn)	ΔL		Beban tekan P (Kn)	ΔL
1	0	0,00	1	0	0	1	0	0,00
2	10,00	0,09	2	10,00	0,06	2	10,00	0,14
3	20,00	0,15	3	20,00	0,12	3	20,00	0,21
4	30,00	0,20	4	30,00	0,15	4	30,00	0,28

5	40,00	0,26
6	50,00	0,30
7	60,00	0,36
8	70,00	0,42
9	80,00	0,48
10	90,00	0,54
11	100,00	0,65
12	110,00	0,74

5	40,00	0,19
6	50,00	0,23
7	60,00	0,27
8	70,00	0,31
9	80,00	0,35
10	90,00	0,38
11	100,00	0,41
12	110,00	0,45

5	40,00	0,35
6	50,00	0,45
7	60,00	0,53
8	70,00	0,62
9	80,00	0,71
10	90,00	0,96
11	95,00	1,22
12	99,60	1,59

Berdasarkan tabel (4.12) bisa dibuat grafik hubungan beban tekan (P) dan perpindahan (Δ) seperti pada gambar (4.26).



Gambar 4. 26 Grafik Hubungan P-Δ BTTB.Fy3

Spesimen memendek sebelum runtuh di sekitar Pmax BTTB fy.3a 110.00 kN, BTTB fy.3b 110.00 kN, dan BTTB fy.3c 99.60 kN, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.12 dan kurva P-delta pada Gambar 4.22 dan perpindahan (Δ) BTTB fy.3a 1,2 mm, BTTB fy.3b 0,83mm, BTTB fy.3c 1,59 mm.

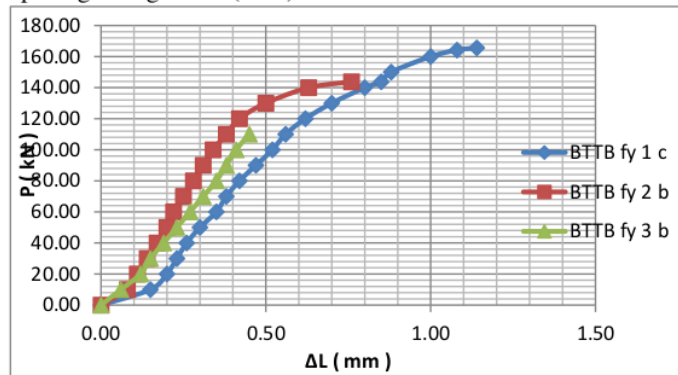
Berdasarkan temuan uji penelitian ini mengenai hubungan antara gaya tekan aksial dan pemendekan variasi tegangan leleh tulangan bambu melintang, salah satu dari ketiganya memiliki nilai beban maksimum tertinggi, seperti yang ditunjukkan Tabel 15 serta Gambar 4.27 dan 4.15.

Tabel 4. 15 Gaya Kuat Tekan Aksial BTTB.Fy1c, 2b, dan 3b

No	BTTB> Fy1 c		No	BTTB> Fy2 b		No	BTTB> Fy3b	
	Beban tekan P (Kn)	Δ L		Beban tekan P (Kn)	Δ L		Beban tekan P (Kn)	Δ L
1	0	0,00	1	0	0,00	1	0	0
2	10,00	0,11	2	10,00	0,08	2	10,00	0,06
3	20,00	0,18	3	20,00	0,11	3	20,00	0,12
4	30,00	0,22	4	30,00	0,14	4	30,00	0,15
5	40,00	0,26	5	40,00	0,17	5	40,00	0,19
6	50,00	0,3	6	50,00	0,20	6	50,00	0,23
7	60,00	0,32	7	60,00	0,22	7	60,00	0,27
8	70,00	0,35	8	70,00	0,25	8	70,00	0,31
9	80,00	0,39	9	80,00	0,28	9	80,00	0,35
10	90,00	0,47	10	90,00	0,31	10	90,00	0,38

11	100,00	0,52	11	100,00	0,34	11	100,00	0,41
12	110,00	0,56	12	110,00	0,38	12	110,00	0,45
13	120,00	0,62	13	120,00	0,42			
14	130,00	0,7	14	130,00	0,50			
15	140,00	0,8	15	140,00	0,63			
16	150,00	0,88	16	143,80	0,76			
17	160,00	1	17					
18	164,20	1,08						
19	165,60	1,14						

Hubungan gaya tekan aksial dan perpendekan variasi tegangan leleh tulangan transversal bambu tertinggi serta terekstrem tiap variasi bisa diamati pada grafik gambar (4.27).



Gambar 4.27 Grafik Hubungan P-ΔL Tertinggi Pada Setiap Variasi

Pengaruh berbagai batang bambu tergambar pada grafik hubungan P-L terbaik. Spesimen BTTB.Fy1 memiliki beban tekan maksimum (Pmax) sebesar 165,60 KN dan shortening (L) sebesar 1,14 mm. Beban tekan maksimum (Pmax) pada spesimen BTTB.Fy2 adalah 143,80 kN, dan pemendekan (L) adalah 0,76 mm. Nilai beban maksimum (Pmax) pada spesimen BTTB.Fy3 adalah 110 kN, dan pemendekan (L) adalah 0,45 mm.

4.5.3.3 Kuat Tekan Aksial Benda Uji Beton Bertulang Memanjang Bambu terkekang tulangan transversal bambu Berdasarkan Variasi Tegangan Leleh Tulangan Transversal Bambu

Tulangan melintang bambu dimanfaatkan untuk menguji kuat tekan aksial benda uji beton bertulang longitudinal untuk mengetahui kapasitas beton bertulang bambu dalam menahan beban aksial dan menentukan beban maksimum yang bisa ditopang oleh benda uji beton sebelum runtuh. Beban maksimum kemudian dibagi dengan luas permukaan beton terkekang untuk menentukan kuat tekan aksialnya dengan tulangan bambu. Kekuatan beban sentrifugal maksimum atau kekuatan tekan beban aksial nominal dicapai

dalam kondisi pembebanan sentrifugal tanpa adanya eksentrisitas yang akan mengakibatkan pembengkokan.

Benda uji beton bertulang longitudinal dibatasi sebanyak sembilan benda uji tulangan melintang bambu dengan tiga variasi BTTB.Fy1, BTTB.Fy2, dan BTTB.Fy3. Hal ini berdasarkan hasil uji kuat tekan aksial. Selain itu, akan dihitung rata-rata dari ketiga variasi tersebut agar hasil teoritis dan eksperimen bisa dibandingkan. Uji kekuatan tekan aksial eksperimental menghasilkan hasil sebagai berikut:

Berikut adalah gambaran bagaimana kuat tekan benda uji berumur 74 hari dengan tulangan bambu memanjang dan tulangan bambu melintang bisa dihitung:

- Tekanan Hancur (P) = 165600 N = 165,6 kN
 - Luas silinder = $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 110^2 = 9498,5 \text{ mm}^2$
= 94,985 cm²
 - Faktor Umur (m) 74 hari = 1,148
 - Faktor konversi = 0,83
 - Berat benda uji = 6,50 kg
- Kuat tekan (f'c) 20,75, 74 Hari konversi 28 hari =
- $(P/A) = (165,6 \times 100 / 9498,5) \times 0,83 = 182,97 \text{ kg/cm}^2$
- $(182,97 \text{ kg/cm}^2 / 10) \times 0,83 = 15,19 \text{ N/mm}^2$

Nilai beban aksial rata-rata benda uji beton bertulang longitudinal adalah bambu yang dikekang oleh tulangan melintang bambu, seperti yang ditunjukkan pada contoh perhitungan sebelumnya, dengan tegangan leleh tulangan melintang bambu bervariasi sebagai berikut: BTTB.Fy1, Fy2, dan Fy3.

1. **Beban Aksial Rata Rata Benda Uji Beton Bertulang Memanjang Bambu Terkekang Tulangan Transversal Bambu Variasi BTTB.Fy1**

Nilai kuat tekan rata-rata bisa dihitung dengan memanfaatkan nilai (f'c) dari perhitungan sebelumnya. Setiap variasi tegangan leleh melintang tulangan bambu menghasilkan nilai rata-rata varian BTTB.fy1 dengan nilai rata-rata 13,99.

Tabel 4. 16 Beban Rata-Rata Tekan Aksial BTTB.Fy1

NO	kode benda uji	p	A	F'cc	F'cc Rata-rata
		(N)	(mm ²)	(N/mm ²)	
1	BTTB.Fy1 a	163080	9498,5	13,54	13,99
2	BTTB.Fy1 b	159440	9498,5	13,23	
3	BTTB.Fy1 c	182970	9498,5	15,19	

Berdasarkan tabel 4.12, benda uji terbaik untuk variasi BTTB.Fy1 adalah BTTB.Fy1.c, dengan beban aksial ekuivalen f_c 13,54 n/mm² dan beban tekan maksimum (Pmax) 159,44 kN.

2. Beban Aksial Rata Rata Benda Uji Beton Bertulang Memanjang Bambu Terkekang Tulangan Transversal Bambu Variasi BTTB.Fy2

Berdasarkan tabel (4.17), setiap variasi tegangan leleh melintang tulangan bambu menghasilkan nilai rata-rata varian BTTB.fy2 dengan nilai rata-rata 12,96 MPa untuk kuat tekan benda uji beton setinggi 11 cm dan 30 cm tinggi.

Tabel 4. 17 Beban Rata-Rata Tekan Aksial BTTB.Fy2

NO	kode benda uji	p	A	F'cc	F'cc Rata-rata
		(N)	(mm ²)	(N/mm ²)	
1	BTTB.Fy2 a	154240	9498,5	12,80	12,96
2	BTTB.Fy2 b	158890	9498,5	13,19	
3	BTTB.Fy2 c	155240	9498,5	12,88	

Berdasarkan tabel 4.17, BTTB.Fy2.b ialah benda uji terbaik untuk variasi BTTB.Fy2, dengan beban tekan maksimum (Pmax) sebesar 158,89 kN dikonversi menjadi 28 hari dan beban aksial ekuivalen sebesar 13,19 Mpa.

3. Beban Aksial Rata Rata Benda Uji Beton Bertulang Memanjang Bambu Terkekang Tulangan Transversal Bambu Variasi BTTB.Fy3

Setiap variasi tegangan leleh melintang tulangan bambu menghasilkan nilai rata-rata varian BTTB.fy2 dengan nilai rata-rata 12,96 MPa untuk kuat tekan benda uji beton dengan tinggi 11 cm dan tinggi 30 cm, seperti terlihat pada tabel (4.18).

Tabel 4. 18 Beban Rata-Rata Tekan Aksial BTTB.Fy3

NO	kode benda uji	p	A	F'cc	F'cc Rata-rata
		(N)	(mm ²)	(N/mm ²)	
1	BTTB.Fy3 a	121540	94,985	10,09	9,77
2	BTTB.Fy3 b	121540	94,985	10,09	
3	BTTB.Fy3 c	110050	94,985	9,13	

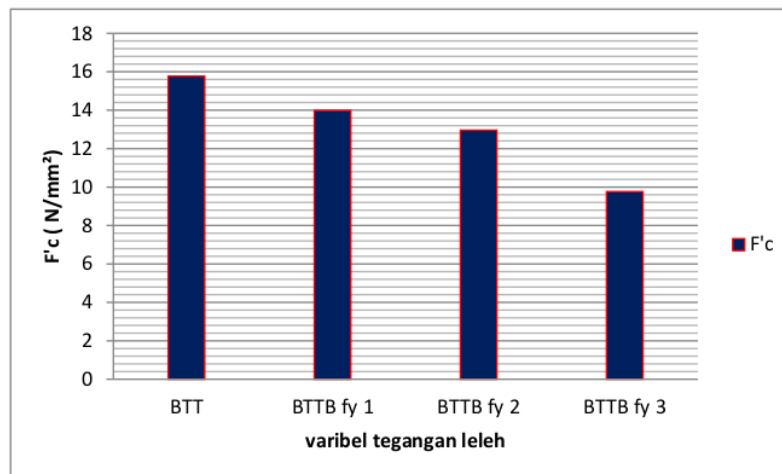
Berdasarkan tabel 4.18, benda uji terbaik untuk variasi BTTB.Fy2 adalah BTTB.Fy2.b yang memiliki beban aksial $f'c$ 10,08 Mpa dan nilai beban tekan maksimum (P_{max}) sebesar 121540 N setelah 28 hari.

Kuat tekan aksial rata-rata ($F'c$) ditentukan berdasarkan hasil tiga variasi benda uji beton bertulang longitudinal dengan tulangan melintang bambu. Pengaruh masing-masing variasi ialah BTTB.Fy1, 2, dan 3 terhadap tegangan leleh tulangan melintang bambu dibandingkan dengan benda uji beton bertulang bambu memanjang yang tidak dibatasi oleh tulangan melintang bambu, seperti terlihat pada tabel (4.19).

Tabel 4. 19 Perbandingan Kuat Tekan Aksial Rata-rata Benda Uji Beton Bertulang BTTB.Fy1, Fy2, Fy3 Dan BTT

No.	Benda Uji	Variabel	Kuat Tekan Aksial rata-rata ($F'c$)	Keterangan
1	Beton Bertulang = 11 x 30 cm	BTT	15,77	-
2		BTTB.Fy1	13,99	Fy1
4		BTTB.Fy2	12,96	Fy2
4		BTTB.Fy3	9,77	Fy3

Grafik berikut berdasarkan tabel 4.19 menggambarkan kuat tekan aksial beton bertulang bambu melintang seperti yang digambarkan pada gambar 4.28:



Gambar 4. 28 Grafik Rata-rata Kuat Tekan Aksial Beton

Pada foto(4. 28) nilai perbandingan rata- rata kokoh tekan aksial barang uji beton bertulang bambu terkekang tulangan transversal bambu serta barang uji beton bertulang tidak terkekang tulangan transversal bambu ialah barang uji BTTB fy1 mempunyai nilai kokoh tekan aksial dengan nilai rata- rata 13, 99 N/ mm² dengan perbandingan 11, 28% lebih rendah dari rata- rata barang uji BTT, sebaliknya nilai perbandingan sangat rendah di bisa pada barang uji BTTB. Fy3 dengan nilai rata- rata 9, 77 N/ mm² dengan perbandingan 38, 04% lebih kecil dibanding dengan barang uji BTT dengan nilai rata- rata 13, 24 N/ mm².

4.6 Kuat Tekan Aksial Teoritis Berdasarkan Variabel Benda Uji Beton Bertulang Memanjang Bambu Terkekang Tulangan Transversal Bambu BTTB.Fy1, BTTB.Fy2, BTTB.Fy3

Berdasarkan hasil penelitian, berikut akan dimanfaatkan rumus teoritis untuk menghitung secara teoritis nilai kuat tekan aksial rata-rata dan nilai kuat tekan beban maksimum (P-Max) untuk mengetahui selisih dan nilai tegangan luluh pada setiap variasi tulangan longitudinal. benda uji beton yang dikekang tulangan melintang bambu:

Ilustrasi perhitungan teoritis pengaruh tegangan leleh terhadap tulangan bambu melintang adalah sebagai berikut;

$$f'_{c_c} = f'_{c_0} + k_e * f_l = f'_{c_0} + f_l$$

Data :

$$f'_{c_0} = 15,77 \text{ N/mm}^2$$

$$s' = 15 \text{ mm}$$

$$d_s = D_c - 2(t) \\ = 110 - 2(10) = 90 \text{ mm}$$

$$A_{st} = A_b = 2 \times p_t \times l_t \\ = 2 \times 1,5 \times 5 = 15 \text{ mm}$$

$$p = 300 \text{ mm}$$

$$l = 110 \text{ mm}$$

$$s = 20 \text{ mm}$$

$$f_{yh} = 548,51$$

$$h_c = 110 \text{ mm}$$

$$\rho_{cc} = \frac{A_{st} \cdot 2 \cdot (p+l)}{p \cdot l \cdot s} = \frac{15 \cdot 2 \cdot (300+110)}{300 \cdot 110 \cdot 20} = 0,0186$$

$$k_e = \frac{\left(1 - \frac{s'}{2d_s}\right)^2}{1 - \rho_{cc}} = \frac{\left[1 - \frac{(20-5)}{2 \cdot 90}\right]^2}{1 - 0,0186} = 0,856$$

$$f_l = \frac{2A_b f_{yh}}{sh_c} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 548,51}{20 \cdot 110} = 7,479$$

$$f'_{l'} = k_e \cdot f_l = 0,856 \cdot 7,479 = 6,404 \text{ kN}$$

$$f'_{cc} = f'_{c0} + k_e \cdot f_l$$

$$= 15,77 + 6,404 = 22,174 \text{ kN}$$

Dimana :

f'_{cc} = kuat tekan beton terkekang

f'_{c0} = kuat tekan beton tidak terkekang

k_e = indeks kekangan relatif

s' = jarak bersih antar sengkang

d_s = dimensi inti kolom diukur dari tepi luar tulangan sengkang

$A_{st} = A_b$ = luas tulangan sengkang

p = panjang penampang inti beton terkekang

l = lebar penampang inti beton

s = jarak vertikal antar sengkang dihitung dari as ke as

h_c = dimensi inti kolom

f_{yh} = kuat leleh tulangan transversal

k_e = koefisien tingkat keefektifan pengeangan

f_l = gaya lateral

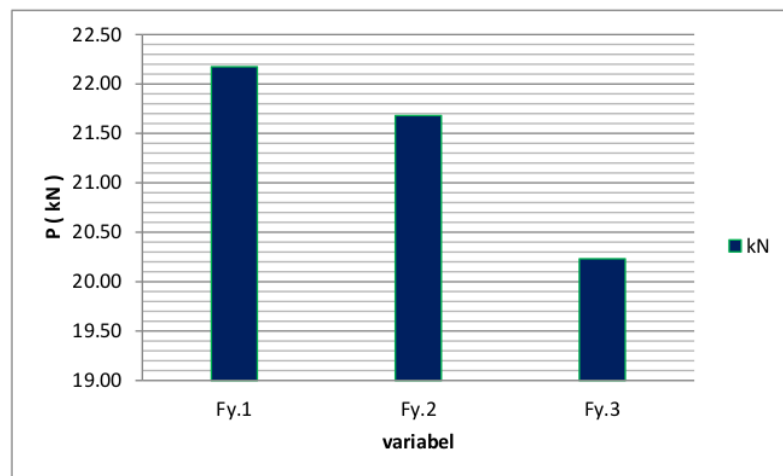
$f'_{l'}$ = gaya lateral; tulangan pengeang (tulangan transversal)

Tabel (4.20) menampilkan kuat tekan aksial teoritis beton bertulang melintang dengan bambu seperti yang digambarkan pada gambar (4.29) berdasarkan nilai kuat tekan untuk tegangan leleh yang diperoleh untuk setiap variasi benda uji beton bertulang memanjang.

Tabel 4. 20 Kuat Tekan Aksial Teoritis Fy1,2 dan 3

Nomor	Benda Uji	Variabel	Kuat Tekan Aksial Terekang F'_{cc} (N/mm ²)
1	BTTB Fy 1	Fy 1	22,17
2	BTTB Fy 2	Fy 2	21,68
3	BTTB Fy 3	Fy 3	20,23

1 Berdasarkan tabel (4.20) berikut grafik nilai kuat tekan aksial teoritis beton transversal bertulang bambu benda uji pada gambar (4.29).



Gambar 4. 29 Perbandingan Nilai teoritis fy1,2 dan 3

Berdasarkan tabel 4.20 dan gambar 4.29, secara teoritis diperoleh kuat tekan aksial BTTB.Fy2 dan BTTB.Fy3 beton bertulang bambu longitudinal dengan tulangan melintang bambu meningkat masing-masing sebesar 2,26 persen dan 9,58 persen.

4.6.1 Kuat Tekan Aksial Teoritis dan Eksperimental Berdasarkan Variabel Tegangan Leleh Tulangan Bambu

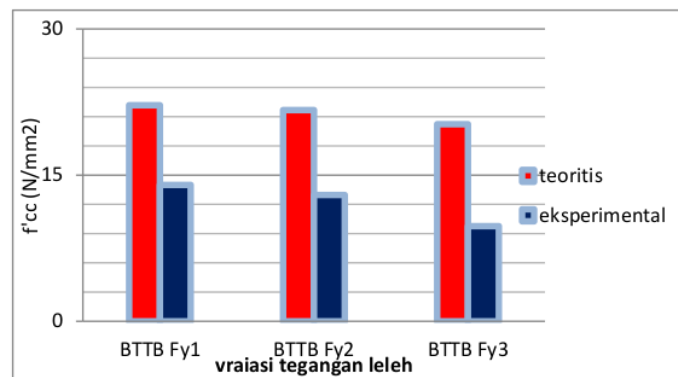
Hasil uji tekan aksial teoritis dan eksperimental pada beton bertulang bambu melintang disajikan pada tabel (4.21).

Tabel 4. 21 Kuat Tekan Aksial Eksperimental dan Teoritis Benda Uji

			Kuat Tekan Aksial (kN)

No.	Benda Uji	Variabel	Eksperimental	Teoritis
1	Beton Bertulang \varnothing 11 x 30 cm	BTTB Fy 1	13,99	22,17
2		BTTB Fy2	12,96	21,68
3		BTTB Fy3	9,77	20,23

Kuat tekan aksial eksperimental dan teoritis beton bertulang bambu bisa dibandingkan pada gambar (4.30) dengan memanfaatkan tabel (4.21).



Gambar 4. 30 Perbandingan Kuat Tekan Aksial Beton ekperimental dan teoritis

Perbandingan kuat tekan aksial teoritis dan eksperimental beton melintang, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.30 dan Tabel 4.16. Dengan kuat tekan aksial teoritis f'_{cc} 22,17 N/mm² dan kuat tekan aksial eksperimental f'_{cc} 13,99 N/mm², terdapat perbedaan sebesar 36,89 persen antara keduanya, menurut BTTB.Fy1. Kuat tekan aksial teoritis Fy2 adalah 21,68 N/mm² sedangkan kuat tekan aksial eksperimental adalah 12,96 N/mm², selisih 40,22 persen antara keduanya. Dengan kuat tekan aksial teoritis f'_{cc} 20,23 N/mm² dan kuat tekan aksial eksperimen f'_{cc} 9,77 N/mm², hasil teoritis dan eksperimen berbeda sebesar 51,70 persen.

4.7 Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil perhitungan benda uji variabel, beton bertulang dengan bambu memanjang yang dikekang tulangan melintang bambu memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas kuat tekan masing-masing variabel. Sampel beton Fy1 biasanya memiliki kuat tekan aksial

sebesar 13,99 Mpa. sedangkan sampel beton Fy2 memiliki kuat tekan aksial rata-rata sebesar 12,96 MPa. Selain itu, sampel beton Fy3 memiliki kuat tekan aksial rata-rata sebesar 9,77 MPa. Spesimen beton bertulang bambu longitudinal yang terbatas pada kuat tekan aksial dan defleksi tulangan melintang bambu dipengaruhi oleh tegangan luluh melintang dari tulangan bambu. Kuat tekan aksial benda uji beton bisa dipengaruhi dengan memanfaatkan batang bambu yang berumur lebih dari empat tahun sebagai tulangan. Pangkal bambu, hingga satu meter dari pangkal, harus dimanfaatkan sebagai tulangan.

Temuan menunjukkan bahwa kekuatan tekan aksial teoritis dan eksperimental dari spesimen beton bertulang bambu dengan tulangan melintang bambu berbeda. Beton transversal bambu eksperimental memiliki kuat tekan aksial yang lebih rendah daripada versi teoritis. Bambu tidak mempunyai bidang rekat yang lurus, sedangkan baja mempunyai bidang rekat yang sempurna serta lurus karena ialah bahan organik dan mudah menyerap air. Hal ini mempengaruhi stabilitas tulangan bambu.

4.7.1 Perbandingan Dengan Hasil Penelitian Terdahulu

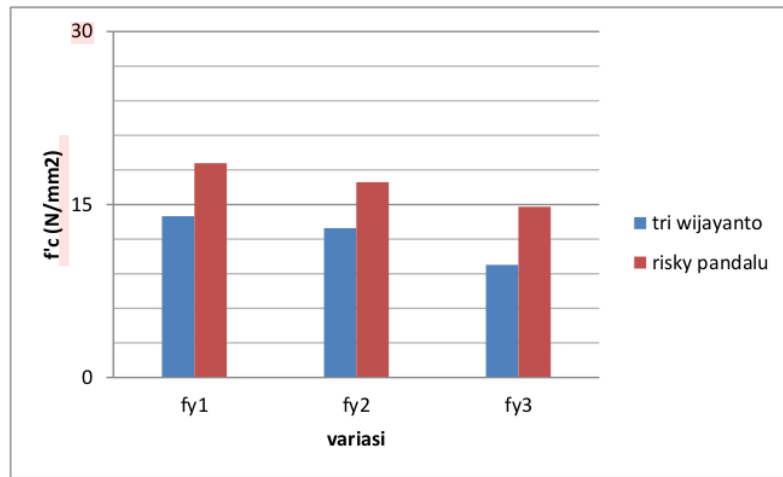
Banyak peneliti yang sebelumnya telah melaksanakan penelitian tentang beton bertulang bambu. Perbandingan histogram pada Gambar (4.30) dan Tabel (4.22) menggambarkan hasil penelitian kuat tekan dengan penelitian ini.

Tabel 4. 22 Perbandingan Hasil Penelitian Kuat Tekan Dengan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Variabel	Perbedaan variabel	Hasil (Mpa)
1	Tri wijayanto , 2021	<p>Pengaruh Tegangan Leleh Tulangan Transversal Sebagai Pengekang Pada Kuat Tekan Beton</p> <p>Terkekang Yang Memakai Tulangan Memanjang Bambu dari batang bawah, batang tengah dan batang atas dari pangkal bambu sampai 1 meter</p>	<p>Bambu petung</p> <hr/> <p>tulangan memanjang dan cicin/pengekang dari bambu petung</p> <hr/> <p>Benda uji Ø 11x30 cm dan mutu beton F'c 20,75 Mpa</p>	

				fy 1
				13,99
				fy 2
				12,96
				fy 3
				9,77
1	Risky Pandalu, 2019	Penelitian Pengaruh Tegangan Leleh Tulangan Memanjang Bambu Terhadap Kuat Tekan Aksial Kolom Beton Bertulang Bambu	Bambu petung kolom Ø 11x30 mutu beton F'c 20,77 Mpa	
				fy 1
				18,58
				fy 2
				16,94
				fy 3
				14,8

¹ Berdasarkan tabel (4.22) berikut bisa dibuat grafik seperti gambar (4.31).



Gambar 4. 31 Grafik Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Terdahulu

Penambahan ring, yang mungkin termasuk bahan organik yang menyerap air sebagai sengkang melintang untuk menggantikan penahan, adalah yang membuat perbedaan, karena agregat dalam beton tidak bisa masuk di antara sengkang, sehingga hanya mortar atau pasta. Tidak menutup

kemungkinan perbedaan material juga berpengaruh, seperti bambu yang diperoleh untuk perlakuan sehingga bisa dijadikan sebagai bahan percobaan antara keduanya. Penelitian kuat tekan yang dilaksanakan oleh Tri Wijayanto (2021) menghasilkan bahwa Tri Wijayanto (2021) memanfaatkan pengekangan bambu (1,5 mm x 5 mm) atau silinder dengan dimensi kurang dari 11 cm x 30 cm. Sedangkan Risky Pandalu (2019) memanfaatkan benda uji kolom tak terbatas dengan dimensi kurang dari 11 cm x 30 cm.

Spesimen beton melintang diuji dengan pembacaan dial gauge manual memanfaatkan alat uji UTM (Universal Testing Machine) (ASTM C-192).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan berikut bisa ditarik dari temuan penelitian:

1. Benda uji BTTB kode fy1 menampilkan nilai kuat tekan rata-rata tertinggi pada variasi tegangan luluh ini, 13,99 Mpa, dan nilai rata-rata terendah pada variasi tegangan leleh, aaabTTB Fy3, dengan nilai 9,77 Mpa. Penggunaan tulangan kekangan melintang bambu pada benda uji beton bertulang bambu berpengaruh terhadap kuat tekan aksial beton. Pemilihan bambu juga memiliki dampak yang signifikan terhadap tegangan luluh tulangan bambu,
2. Kuat tekan beton bertulang bambu dengan tulangan melintang bambu terkekang BTTB fy 1c sebesar 165,60 kN, dengan pemendekan 1,14 mm. Shortening adalah 0,76 mm, tetapi beton terkekang BTTB Fy2 b memiliki kekuatan aksial sebesar 143,80 Kn. Selain itu, beton terkekang BTTB Fy3 b memiliki kuat tekan aksial 110,00 kN dan ketebalan pemendekan 0,45 mm.
3. Temuan menunjukkan bahwa tulangan bambu melintang membatasi kekuatan tekan aksial teoritis dan eksperimental benda uji beton bertulang pada bambu. Nilai kuat tekan eksperimental lebih rendah dari nilai teoritis. 74,50% lebih banyak perbandingan teoritis dan eksperimental telah dibuat. Pengikatan juga dibandingkan antara berbagai sampel teoritis dan eksperimental, termasuk BTTB fy 1 (peningkatan 58,47 persen), BTTB fy 2 (peningkatan 67,28 persen), dan BTTB fy 3 (peningkatan 107,06 persen) dari eksperimen untuk sampel teoritis.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa rekomendasi untuk penelitian mendatang berdasarkan penelitian ini:

1. Menambahkan dimensi skala yang lebih besar untuk memenuhi persyaratan penutup beton dan memudahkan agregat beton masuk ke dalam cetakan yang tersedia.
2. Memanfaatkan bambu jenis lain sebagai penguat beton yang telah diperkuat dengan bambu.

DAFTAR PUSTAKA

- Handayani, Tika Retno; Budi, Agus Setiya; Santosa, Bambang. (2014). Kapasitas Lentur Kolom Beton Bertulang Bambu Petung Polos. e-Jurnal Matriks Teknik Sipil Vol. 2 No. 1, 1.*
- Sutarja, I Nyoman; Sudarsana, I Ketut. (2015, Januari). Interaksi Antara Gaya Aksial Dan Momen Pada Kolom Beton Dengan Tulangan Bambu. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 9, 1.*
- Agus Setiya Budi I, Sugiyarto;(2013) Kuat Lekat Tulangan Bambu Wulung Dan petung Takikan Pada Beton Normal(208S),Universitas Sebelas Maret, Jurusan Teknik Sipil.*
- Surya Sefgan I, Farlin Rosyad ;(Variasi Rajutan Bambu Petung Sebagai Pengganti Tulangan Baja Ditinjau Dari Kuat Lentur Beton F_s 4,7 Mpa, Fakultas Teknik Universitas Bina Darma.*
- Morisco (1999) Uji Kuat Tarik Bambu Ori (Bambusa Blumeana), Bambu Petung (Dendrocalamus Asper Back.), Nafiri Offset, Yogyakarta.*
- Asep Kurnia Hidayat, Yusef Ramdani ;(2017) Analisis Efektivitas Beton Bertulang Bambu Dengan Strand Bamboo Woven (Sbw) Pada Bangunan Air; Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi.*
- Ria Fahrina; (2014) Pemanfaatan Bambu Betung Bangka Sebagai Pengganti Tulangan Balok Beton Bertulangan Bambu, Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung.*

ORIGINALITY REPORT

15%

SIMILARITY INDEX

4%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

15%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

Submitted to Universitas Merdeka Malang

Student Paper

14%

2

repository.its.ac.id

Internet Source

1%

Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11

PAGE 12

PAGE 13

PAGE 14

PAGE 15

PAGE 16

PAGE 17

PAGE 18

PAGE 19

PAGE 20

PAGE 21

PAGE 22

PAGE 23

PAGE 24

PAGE 25

PAGE 26

PAGE 27

PAGE 28

PAGE 29

PAGE 30

PAGE 31

PAGE 32

PAGE 33

PAGE 34

PAGE 35

PAGE 36

PAGE 37

PAGE 38

PAGE 39

PAGE 40

PAGE 41

PAGE 42

PAGE 43

PAGE 44

PAGE 45

PAGE 46

PAGE 47

PAGE 48

PAGE 49

PAGE 50

PAGE 51

PAGE 52

PAGE 53

PAGE 54

PAGE 55

PAGE 56

PAGE 57

PAGE 58

PAGE 59

PAGE 60

PAGE 61

PAGE 62

PAGE 63

PAGE 64

PAGE 65

PAGE 66

PAGE 67

PAGE 68

PAGE 69

PAGE 70

PAGE 71

PAGE 72

PAGE 73

PAGE 74

PAGE 75
