

**PENGARUH VARIASI PROPORSI KATALIS DAN AKTIVATOR
TERHADAP SIFAT FISIK DAN SIFAT MEKANIK BATA RINGAN
ULC (*ULTRA LIGHTWEIGHT CONCRETE*)**

*The Effect Of Variation Of Catalyst And Activator Proportion On The
Physical And Mechanical Properties Of ULC (Ultra Lightweight
Concrete)*

Artikel Ilmiah
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Jurusan Teknik Sipil



Oleh :

**RUSITA SANDRA DEVI
F1A 118 074**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM
2023**

ARTIKEL ILMIAH

PENGARUH VARIASI PROPORSI KATALIS DAN AKTIVATOR TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATA RINGAN ULC (ULTRA LIGHTWEIGHT CONCRETE)

Oleh :

Rusita Sandra Devi

F1A118074

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

1. Pembimbing Utama



Hariyadi, ST., M.Sc(Eng.), Dr.Eng.
NIP. 197310271998021001

Tanggal: 2 Juli 2023

2. Pembimbing Pendamping



Ir. Miko Eniarti, MT.
NIP. 196503151991032002

Tanggal:

Mataram, Juli 2023
Ketua Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Hariyadi, ST., M.Sc(Eng.), Dr.Eng.
NIP. 197310271998021001

ARTIKEL ILMIAH

PENGARUH VARIASI PROPORSI KATALIS DAN AKTIVATOR TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATA RINGAN ULC (*ULTRA LIGHTWEIGHT CONCRETE*)

Oleh :

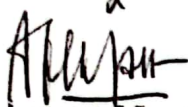
Rusita Sandra Devi

F1A118074

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji
pada tanggal 14 Juli 2023
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Tim Penguji

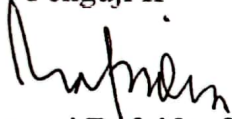
1. Penguji I



Ir. Suryawan Murtiadi, M.Eng., Ph.D.
NIP. 195807181993031001

Tanggal:

2. Penguji II



Aryani Rofaida, ST., MT.
NIP. 196607291994032001

Tanggal:

3. Penguji III



Dr. Ngudiyono, ST., MT.
NIP. 197405051999031003

Tanggal:

Mataram, Juli 2023

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Mataram



Muhamad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.
NIP. 197202221999031002

**“PENGARUH VARIASI PROPORSI KATALIS DAN AKTIVATOR
TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATA RINGAN ULC (*ULTRA
LIGHTWEIGHT CONCRETE*)”.**

Rusita Sandra Devi¹, Hariyadi², Miko Eniarti²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

ABSTRAK

Bata ringan merupakan material yang sudah digunakan pada pekerjaan konstruksi sebagai pengganti bata merah dan batako dikarenakan bata ringan memiliki berat yang lebih ringan daripada bata merah yakni 600-1800 kg/m³. Tujuan dari penelitian ini untuk mencari seberapa besar persentase Katalis dan Aktivator yang sesuai untuk bata ringan agar memenuhi persyaratan SNI 8640:2018, untuk mengetahui bagaimana variasi proporsi Katalis dan Aktivator terhadap sifat fisik bata ringan ULC meliputi bobot isi kering dan daya serap air, untuk mengetahui bagaimana variasi proporsi Katalis dan Aktivator terhadap sifat mekanik bata ringan ULC meliputi kuat tekan dan kuat tarik belah, untuk mengetahui *Strength-Weight-Ratio* dari bata ringan ULC. Metode penelitian ini melibatkan eksperimen yang didukung oleh studi literatur, pemeriksaan bahan, dan pengujian benda uji. Pada penelitian ini menggunakan metode ANOVA One Way. Variasi katalis yang digunakan adalah 0%, 2%, 3%, dan 4%, sementara variasi aktivator adalah 0,4%, 0,5%, dan 0,6% dari berat semen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan 2% katalis pada bata ringan memenuhi standar SNI 8640:2018 dengan kuat tekan sebesar 2,27 MPa. Selain itu, variasi aktivator terbaik adalah 0,4% dengan kuat tekan sebesar 2,87 MPa. Bobot isi kering bata ringan dengan variasi katalis 2% adalah 962,75 Kg/m³, sedangkan dengan variasi aktivator 0,4% adalah 933,83 Kg/m³. Daya serap air terbaik ditemukan pada variasi katalis 2% dengan nilai 18,5%, dan pada variasi aktivator 0,4% dengan nilai 18,69%. Untuk *strength-weight-ratio* tertinggi didapatkan pada variasi katalis 2% dan variasi aktivator 0,4%.

Kata kunci : Bata ringan, katalis, aktivator, bobot isi kering, kuat tekan.

I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi modern saat ini terus meningkat pesat, begitupun pada bidang konstruksi, contoh perkembangan teknologi pada bidang konstruksi yaitu ditemukannya bahan konstruksi baru diantaranya bata ringan. Bata ringan merupakan material yang sudah digunakan pada pekerjaan konstruksi sebagai pengganti bata merah dan batako dikarenakan bata ringan memiliki berat yang lebih ringan daripada bata merah yakni 600-1800 kg/m³. Bata merah memiliki berat yang cukup tinggi, sehingga berpengaruh terhadap dimensi struktur, bata ringan digunakan sebagai pengganti bata merah yang akan mengurangi beban struktur. Sebelum tahun 1995 masyarakat Indonesia hanya mengenal jenis bata merah yang dibuat dari tanah liat yang dibakar dan batako yang dibuat dari campuran pasir dan semen yang dicetak (Yuanita, 2015). Pada tahun 1995 bata ringan pertama di produksi oleh PT. Hebel Indonesia di Karawang, Jawa Barat, beberapa jenis bata ringan diantaranya : Aerated Lightweight Concrete (ALC) atau juga sering disebut Autoclaved Aerated Concrete (AAC), Cellular Lightweight Concrete (CLC), dan Ultra Lightweight Concrete (ULC).

Katalis dan Aktivator merupakan bahan kimia yang membantu proses pengembangan adonan pada bata ringan ULC Katalis adalah zat yang bereaksi dengan bahan aktivator dalam adonan yang akan membuat bata ringan mengembang dikarenakan terisi hidrogen sebagai rongga udara dalam bata ringan sehingga volume bata ringan akan bertambah, katalis dapat membuat bata ringan menjadi ringan dengan proses pengembangan. Aktivator adalah zat atau unsur yang menyebabkan zat atau unsur lain bereaksi. Dengan digunakannya katalis pada campuran bata ringan, maka berat bata menjadi ringan namun akan

berpengaruh pada kekuatan bata ringan seiring dengan penambahan katalis pada campuran bata ringan ULC. Kombinasi aktivator NaOH dan natrium silikat telah banyak digunakan dan memberikan hasil yang terbaik. Menurut Wang (1994) dosis aktivator memiliki pengaruh yang sangat penting pada kekuatan beton.

Proporsi yang tepat dari katalis dan aktivator dapat mempengaruhi sifat mekanik dan sifat fisik bata ringan. Pada penelitian sebelumnya, telah dilakukan studi mengenai pengaruh variasi proporsi katalis terhadap sifat bata ringan. Namun, penelitian mengenai bata ringan ULC masih terbatas, terutama dalam konteks pengaruh variasi proporsi katalis dan aktivator terhadap sifat mekanik dan sifat fisiknya.

Dengan variasi proporsi katalis dan aktivator sebagai campuran bata ringan diharapkan dapat menghasilkan kuat tekan yang maksimal. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian yang bersifat eksperimental terhadap “Pengaruh Variasi Proporsi Katalis Dan Aktivator Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Fisik Bata Ringan ULC (Ultra Lightweight Concrete)”.

I.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dikemukakan diatas, maka dapat dirumuskan masalah penelitian sebagai berikut :

1. Mencari seberapa besar persentase Katalis dan Aktivator yang sesuai untuk bata ringan agar memenuhi persyaratan SNI 8640:2018
2. Bagaimana variasi proporsi Katalis dan Aktivator terhadap sifat fisik pada bata ringan ULC meliputi bobot isi kering, dan daya serap air.
3. Bagaimana variasi proporsi Katalis dan Aktivator terhadap sifat mekanik pada bata ringan ULC meliputi kuat tekan, dan kuat tarik belah.
4. Mencari *Strength-Weight-Ratio* dari bata ringan ULC.

I.3. Batasan Masalah

Dalam penelitian yang dilakukan, ada beberapa lingkup masalah yang dibatasi untuk mencapai maksud dan tujuan yaitu :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Struktur Teknik Sipil Universitas Mataram.
2. Semen yang digunakan untuk penelitian ini adalah semen PCC (*Portland Composite Cement*) merk Tiga Roda.
3. Agregat halus yang digunakan memiliki ukuran butiran $< 4,75$ mm, serta memiliki kadar lumpur $< 5\%$
4. Agregat pasir yang digunakan ialah pasir lokal.
5. Bahan Katalis yang digunakan ialah merk Bataris.
6. Proses pembuatan bata ringan dilakukan secara manual dengan alat pengaduk bor tangan.
7. Sifat mekanik yang dimaksud adalah kuat tekan, dan tarik belah, sedangkan sifat fisik yang dimaksud adalah bobot isi kering dan daya serap air.
8. Analisa bahan kimia tidak dilakukan.
9. Variasi proporsi katalis yaitu 0%,2%,3%,4% dan variasi proporsi untuk aktivator yaitu 0.4%,0.5%,0.6% dari berat semen.
10. Analisa statistik menggunakan metode ANOVA One-Way.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk mencari seberapa besar persentase Katalis dan Aktivator yang sesuai untuk bata ringan agar memenuhi persyaratan SNI 8640:2018.
2. Untuk mengetahui bagaimana variasi proporsi Katalis dan Aktivator terhadap sifat fisik bata ringan ULC meliputi bobot isi kering, dan daya serap air.
3. Untuk mengetahui bagaimana variasi proporsi Katalis dan Aktivator terhadap

sifat fisik bata ringan ULC meliputi kuat tekan, dan kuat tarik belah.

4. Untuk mengetahui *Strength-Weight-Ratio* dari bata ringan ULC.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi mengenai persentase katalis dan aktivator pada bata ringan ULC serta perilaku fisik dan mekaniknya.

II. DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Hamidi, dkk (2019) merupakan sebuah studi yang menguji desain campuran pada bata ringan ULC. Penelitian ini juga menganalisis jumlah material yang dibutuhkan dengan menggunakan analisis sederhana. Penggunaan bahan tambahan berupa aktivator dan katalis diharapkan dapat mengurangi penggunaan material secara keseluruhan, karena kedua bahan tersebut dapat mengembangkan adukan benda uji ULC hingga 12,48% sebelum mengeras. Dengan penggunaan aktivator dan katalis ini, penghematan material mencapai hampir 15%. Penggunaan material yang lebih efisien memberikan keuntungan ekonomis pada pembuatan bata ringan ULC tanpa mengorbankan kekuatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menggunakan katalis sebagai bahan tambahan, kuat tekan rata-rata benda uji adalah 0,55 MPa, yang masih memenuhi kategori kuat tekan yang diizinkan untuk bata ringan.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Hamidi, dkk (2019), dilakukan pengujian terhadap bata ringan ULC yang terbuat dari material semen, pasir pasang, gypsum, dan air. Pengujian dilakukan dengan menggunakan tiga variasi persentase penggunaan katalis, yaitu 0,5%, 0,6%, dan 0,7% dari berat volume. Setiap persentase tersebut diuji menggunakan tiga benda uji dan diuji pada usia 28 hari. Hasil pengujian

menunjukkan bahwa kuat tekan rata-rata pada persentase katalis 0,5% adalah 0,64 MPa, persentase 0,6% adalah 0,36 MPa, dan persentase 0,7% adalah 0,54 MPa. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, persentase katalis yang paling optimal adalah 0,5% dengan kuat tekan sebesar 0,64 MPa.

Ekaputri, dkk (2013) menyajikan sebuah penelitian yang menunjukkan bahwa kuat tekan beton geopolimer sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat material pozolan dan larutan aktivator yang digunakan dalam campuran pastanya. Penelitian ini membahas beberapa metode untuk memanfaatkan Lumpur Sidoarjo (Lusi) dan trass sebagai substitusi fly ash dalam campuran pasta, dengan tujuan menganalisis sifat mekaniknya. Larutan NaOH yang dicampur dengan Na_2SiO_3 digunakan sebagai aktivator dengan variasi konsentrasi antara 8 M hingga 14 M. Selain itu, perbandingan berat antara Na_2SiO_3 dan larutan NaOH juga divariasikan antara 0,5 hingga 2,5. Pengujian kuat tekan, uji belah, dan uji porositas dilakukan untuk membandingkan benda uji dengan komposisi yang berbeda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton dipengaruhi oleh konsentrasi NaOH, perbandingan Na_2SiO_3 terhadap larutan NaOH, dan komposisi material dasar pembentuk binder.

Studi yang dilakukan oleh Setyowati (2019) menggunakan metode eksperimen untuk menginvestigasi pengaruh penambahan foam agent dalam pembuatan bata ringan dengan menggunakan batu kapur Pegunungan Kendeng Kabupaten Rembang. Studi ini menganalisis pengaruh tersebut terhadap kuat tekan, berat volume, dan daya serap air bata ringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan bata ringan dengan persentase penambahan foam agent antara 0 hingga 2,5% yang disimpan selama 28 hari berkisar antara 40,07 hingga 0,66 kg/m.

volume bata ringan pada usia 28 hari berkisar antara 1356,39 hingga 573,33 kg/cm^3 , sedangkan nilai daya serap air pada bata ringan pada usia 28 hari berkisar antara 26,79 hingga 37,86%. Dengan menggunakan persentase penambahan foam agent antara 0,3 hingga 1%, bata ringan memenuhi persyaratan untuk bata ringan CLC (cellular lightweight concrete) dari segi kuat tekan, berat volume, dan daya serap air.

Penelitian yang dilakukan oleh Utomo, dkk (2016) mengkaji material foam concrete dalam pembuatan beton ringan selular (cellular lightweight concrete). Tujuan dari penelitian ini adalah menemukan komposisi optimum dan menganalisis pengaruh penggunaan catalyst, monomer, dan fly ash sebagai material penyusun beton ringan selular. Komposisi semen dan pasir yang digunakan adalah 2 bagian pasir dan 1 bagian semen. Persentase penggunaan fly ash sebagai substitusi semen divariasikan antara 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Penggunaan monomer adalah 0,5% dari berat semen, sedangkan penggunaan catalyst adalah 1% dari berat semen. Benda uji dicetak dengan menggunakan cetakan berukuran $5 \times 5 \times 5 \text{ cm}^3$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi pada benda uji dengan penggunaan monomer pada usia pengeringan 56 hari tercapai pada persentase fly ash 15% dengan kuat tekan sebesar 5,21 MPa, berat 1,21 g/cm^3 , dan penyerapan air 17,73%. Pada benda uji tanpa monomer, kuat tekan tertinggi tercapai pada persentase fly ash 5% dengan kuat tekan 5,03 MPa, berat 1,19 g/cm^3 , dan penyerapan air 22,37%. Penggunaan monomer dan fly ash meningkatkan kuat tekan benda uji dan mengurangi penyerapan air. Hasil kuat tekan dan penyerapan air benda uji memenuhi persyaratan SNI 03-0349-1989 dan ASTM C 869, sehingga beton ringan selular yang dihasilkan dari penelitian ini dapat digunakan sebagai material

pembuatan bata ringan CLC (cellular lightweight concrete).

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Bata Ringan

Bata ringan menurut SNI 8640:2018 merupakan suatu jenis unsur bangunan blok bata dengan bentuk prisma siku dengan ukuran lebih besar dari bata merah yang memiliki isi lebih rendah dari bahan bangunan beton ataupun bata beton pada umumnya. Bobot isi bata ringan yang diatur adalah antara 400 Kg/m³ hingga 1.400 Kg/m³.

Pada umumnya berat bata ringan berkisar antara 600-1800 kg/m³, sehingga salah satu keunggulan dari bata ringan adalah beratnya yang lebih ringan dari bata normal (Tjokrodinuljo, 1996). Disisi lain kekuatan bata ini mempunyai kekuatan tekan antara 0.5 MPa sampai 15 MPa (Andres, dalam Arita 2017).

Menurut Oktavianita, dkk (2018) Kelebihan bata ringan dibandingkan dengan bata merah dan batako adalah hemat biaya, hemat waktu, mudah dikerjakan, tahan panas, tahan rembesan, kedap suara, serta ringan sehingga tidak terlalu membebani struktur di bawahnya. Oleh karena itu bata ringan sangat cocok digunakan pada bangunan tinggi (*high rise building*), dan pada daerah tanah lunak, karena dapat mengurangi beban pada pondasi. Menurut Andika (2019) bata ringan memiliki kelebihan dan kekurangan, yaitu sebagai berikut:

Kelebihan bata ringan

- a. Bata ringan memiliki bobot yang ringan sehingga mampu mengurangi atau memperkecil beban struktural.
- b. Bata ringan memiliki ukuran yang seragam sehingga menghasilkan dinding yang rapi dan kualitas yang baik.
- c. Memiliki siar yang tipis sehingga mampu meminimalisir penggunaan perekat.

- d. Memiliki efisiensi waktu pemasangan yang cepat.
- e. Bata ringan mampu mengurangi desibel suara, atau memiliki sifat kedap suara.
- f. Memiliki kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan bahan pengisi dinding yang lain.
- g. Memiliki ketahanan terhadap gempa.

1. Kekurangan bata ringan

- a. Bata ringan harus menggunakan perekat yang khusus.
- b. Harga bata ringan relatif lebih mahal dibandingkan bata merah maupun batako.
- c. Proses pemasangan memerlukan keahlian khusus.

2.2.2. Jenis Bata Ringan

Jenis bata ringan yang dibedakan menjadi 3 yaitu *Autoclaved Aerated concrete* (AAC), *Cellular Lightweight Concrete* (CLC) dan *Ultra Lightweight Concrete* (ULC). Perbedaan bata ringan AAC dengan CLC dari segi proses pengeringan yaitu AAC mengalami pengeringan dalam *oven autoclaved* bertekanan tinggi sedangkan jenis CLC yang mengalami proses pengeringan alami.

Walaupun AAC memiliki kuat tekan yang lebih baik dan *shrinkage* yang lebih rendah daripada CLC, namun dengan biaya yang lebih rendah dapat didesain CLC yang kuat tekannya menyamai AAC. Oleh karena itu penggunaan CLC lebih populer daripada AAC. (Suryanita, 2020). Bata Ringan ULC yang menggunakan bahan tambah yang dapat memberikan efek mengembang pada adukan saat proses produksi. Penggunaan ULC masih sangat terbatas karena masih kurangnya pemahaman tentang penggunaan bahan tambah. (Hamidi, dkk 2019).

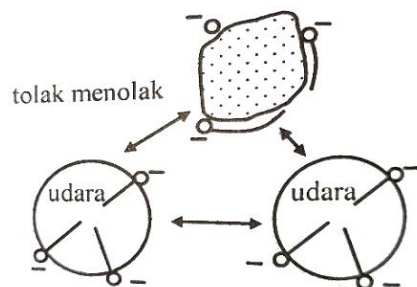
2.2.2.1. Katalis

Katalis memiliki fungsi yaitu sebagai bahan yang menambah volume

(gelembung udara) bata ringan tetapi tidak menambah berat jenis bata ringan secara signifikan. Cara kerja katalis ini hampir sama dengan bahan pada bata ringan Autoclaved Aerated Concrete (AAC) yang menggunakan Alumunium pasta sebagai bahan pengembangnya secara kimiawi tetapi bata ringan menggunakan alat autoclave sebagai proses pengeringan atau pematangan. Berbeda dengan bata ringan berbahan Alumunium pasta, bata ringan dengan menggunakan katalis dapat dikeringkan secara konvensional.

Menurut Wardana dan Veronika (2015), semakin banyak tahapan katalis maka hasil produksi, laju produksi dan efisiensi hidrogen semakin besar. Katalis ini akan bereaksi dengan bahan aktivator dalam adonan yang akan membuat bata ringan mengembang dikarenakan terisi hidrogen sebagai rongga udara dalam bata ringan sehingga volume bata ringan akan bertambah.

Pada dasarnya katalis termasuk material yang aktif di permukaan (surface active agent), yaitu material yang mempunyai ekor (polar tail) jika berada di air, ekor yang tidak bermuatan ini bersifat menolak air dan selalu berlari ke arah udara atau permukaan air di sekitar gelembung. Muatan ini saling tarik – menarik dengan butir semen dan pasir yang muatannya berlawanan dengan molekul tersebut sehingga menjadi satu. Muatan pada gelembung tersebut saling tolak – menolak sehingga membantu untuk menghasilkan distribusi yang seragam. (Nugraha, 2007).



Gambar 2.1 Reaksi tolak – menolak buih udara oleh katalis

Secara umum ada beberapa sifat dari katalis yaitu :

1. Katalis tidak mengalami perubahan yang kekal saat reaksi, namun mungkin saja terlibat pada mekanisme reaksi.
2. Katalis mempercepat laju reaksi tetapi tidak merubah jenis dan jumlah hasil reaksi.
3. Katalis menurunkan energi aktivasi reaksi namun tidak merubah perubahan entalpi reaksi.
4. Katalis merubah mekanisme reaksi dengan menyediakan tahapan reaksi yang mempunyai energi aktivasi lebih rendah.
5. Katalis mempunyai aksi spesifik artinya hanya dapat mengkatalis satu reaksi tertentu.
6. Katalis hanya diperlukan dalam jumlah terbatas.
7. Katalis dapat diracuni oleh zat tertentu sehingga menjadi tidak aktif sebagai katalis lagi.

2.2.2.2. Aktivator

Aktivator merupakan zat atau unsur yang menyebabkan zat atau unsur lain bereaksi. NaOH biasa digunakan sebagai aktivator karena murah, memiliki viskositas rendah, dan tersedia dalam jumlah banyak. Selain itu, ion OH⁻ di dalam NaOH merupakan elemen penting dalam prosesnya. Ion ini sangat penting dalam meningkatkan laju reaksi dari penguraian ikatan alumina dan silika (Arjunan dkk, 2001). Aktivator dapat mempengaruhi keefektifan katalis dalam bata ringan. Pada pembuatan bata ringan aktivator berfungsi untuk mengaktifkan reaksi gelembung dengan cara menguraikan katalis menjadi gelembung udara dengan sempurna.

2.2.3. Klasifikasi dan Persyaratan Bata Ringan

Menurut SNI 8640:2018 bata ringan yang digunakan sebagai pasangan dinding dapat mempunyai fungsi struktural (load bearing) maupun fungsi non struktural (non load bearing). Penggunaan bata ringan untuk pasangan dinding pada umumnya adalah untuk pasangan bata non struktural digunakan dalam sistem struktur rangka beton maupun baja. Pasangan bata ringan struktural hanya dapat digunakan pada bangunan hingga maksimum 2 lantai dengan memperhatikan daya dukung yang diizinkan. Penggunaan fungsi kolom dalam menahan beban bangunan, tetapi tetap ada balok pengikat pada bagian atasnya.

Bata ringan perlu diklasifikasikan berdasarkan lingkungan yang dihadapi yaitu yang berhubungan langsung dengan cuaca dan lingkungan maupun yang tidak langsung dengan cuaca dan lingkungan.

Tabel 2.1 Ukuran umum bata ringan menurut SNI 8640:2018

Ukuran (mm)			Toleransi (mm)
Panjang	Lebar	Tebal	
600+3	200+3	75	± 2
- 5	- 5	100	
		125	
		150	

Tabel 2.2 Kategori berat bata ringan menurut SNI 8640:2018

Kelas	Kategori berat	Bata struktural		Bata non struktural	
		IA	IB	IIA	IIB
Bobot isi kering oven	500			400-600	
	700			600-800	
	900	800-1.000	600-800	800-1.000	

(kg/m ³)	1.100	1.000-1.200	800-1.000	1.000-1.200
	1.300	1.200-1.400	1.200-1.400	1.200-1.400

Tabel 2.3 Syarat fisis bata ringan menurut SNI 8640:2018

Syarat Fisis	Satuan	Bata struktural		Bata nonstruktural	
		IA	IB	IIA	IIB
Kelas	-	IA	IB	IIA	IIB
Kuat tekan rata-rata, min.	MPa	6	4	2	
Kuat tekan individu, min.	MPa	5,4	3,6	1,8	
Penyerapan air, maks.	% vol	25	-	25	-
Tebal, min.	Mm	98		98	73
Susut pengeringan, maks	%	0,2			

2.2.4. Pengujian Bata Ringan

Untuk mengetahui sifat dan kemampuan suatu material, maka perlu dilakukan pengujian dan analisis. Jenis pengujian dan analisis yang dibahas untuk keperluan penelitian ini yaitu :

1. Bobot Isi Kering

Pengujian Bobot isi kering berdasarkan pada SNI 8640:2018 menggunakan benda uji dengan ukuran 200 mm x 200 mm x tebal bata yang digunakan. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui bobot isi kering pada bata ringan yang disyaratkan dalam SNI 8640:2018 dan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Bf_D = \frac{B_{KD}}{V} \times 10^6 \dots\dots\dots(2-1)$$

Dengan :

$$Bf_D = \text{Bobot isi kering (Kg/m}^3\text{)}$$

$$B_{KD} = \text{Berat kering oven (gram)}$$

$$V = \text{Volume benda uji (mm}^3\text{)}$$

2. Daya Serap Air

Pengujian penyerapan air berdasarkan pada SNI 8640:2018 menggunakan benda uji dengan ukuran 200 mm x 200 mm x tebal bata yang digunakan. Pengujian ini dilakukan guna mengetahui besarnya penyerapan air pada bata ringan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{Vol} = \frac{Bf_A - Bf_D}{Bf_D} \times 100\% \dots \dots \dots (2-2)$$

Dengan :

- % Vol = Penyerapan air (%)
- Bf_A = Bobot isi jenuh air (gram)
- Bf_D = Bobot isi kering oven (gram)

3. Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan bata ringan untuk menahan gaya tekan yang diberikan dalam setiap satu satuan luas dari permukaan bata ringan. Secara teoritis, kekuatan tekan bata ringan dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu pasta semen, agregat, volume rongga pori dan interface (hubungan antar muka) antara pasta semen dengan agregat (Suryanita, 2020).

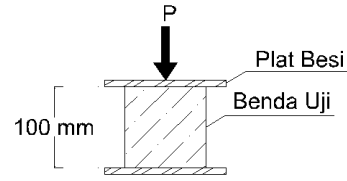
Pengujian kuat tekan dilakukan dengan membuat benda uji berbentuk kubus. Ukuran benda uji yang dibuat sesuai dengan ketebalan bata, misalnya jika tebal bata adalah 150 mm, maka dipotong menjadi kubus (150 x 150 x 150) mm, dan untuk tebal bata 100 mm maka dipotong menjadi kubus (100 x 100 x 100) mm.

Pengukuran kuat tekan (*Compressive Strength*) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (SNI 8640:2018) :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (2-3)$$

Keterangan :

- $f'c$ = kuat tekan bata ringan (MPa)
- P = beban hancur (N)
- A = luas bidang tekan (mm²)



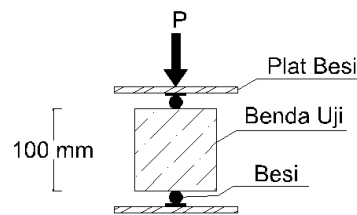
Gambar 2.2 Sketsa Pengujian Kuat Tekan

4. Kuat Tarik Belah

Nilai kuat Tarik belah langsung dari benda uji berbentuk kubus yang diperoleh dari hasil percobaan benda uji tersebut yang dimana beban diterapkan melalui potongan beban yang bertumpu pada kubus pada garis tengah dua sisi berlawanan. Uji kubus dicakup oleh BS 1881:117:1983 (terbaru BS EN 12390-6:2009) memberikan hasil yang sama dengan uji Tarik belah pada silinder (Neville, 2011).

Menurut Neville (2011) kekuatan tarik belah kubus dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$T = \frac{2P}{\pi a^2} \dots \dots \dots (2-4)$$



Gambar 2.3 Sketsa Pengujian Kuat Tarik Belah

2.2.5. Metode *Analysis of Variance* (ANOVA)

Statistika adalah ilmu atau seni yang berkaitan dengan tata cara (metode) pengumpulan data, analisis data, dan interpretasi hasil untuk mendapatkan informasi guna penarikan kesimpulan dan pengambilan keputusan. Metode statistik yang banyak digunakan untuk menganalisis data dari suatu percobaan yang terancang adalah teknik analisis ragam atau sering disebut dengan ANOVA. Analisis ragam adalah sebuah metode untuk memeriksa hubungan antara dua atau lebih set data. Dengan kata lain ada hubungan set data

dengan melakukan analisis varians. Analisis varian kadang-kadang disebut sebagai *F-test*. Suatu ciri analisis ragam adalah model ini terparameterisasikan secara berlebih, artinya model ini mengandung lebih banyak parameter dari pada yang dibutuhkan untuk mempresentasikan pengaruh-pengaruh yang diinginkan. Salah satu tipe dari analisis ragam adalah analisis varians satu jalur atau juga dikenal dengan istilah one-way ANOVA (Dalam Fajrin, 2016).

Analisis varians satu jalur adalah proses menganalisis data yang diperoleh dari percobaan dengan berbagai tingkat faktor, biasanya lebih dari dua tingkat faktor. Tujuan dari analisis ini adalah untuk mengidentifikasi variable bebas yang penting dan bagaimana variable tersebut dapat mempengaruhi respons (Wackerley, 2008 dalam Fajrin, 2011). Bila hanya salah satu faktor yang diselidiki, proses ini disebut satu arah atau analisis varians satu jalur.

$F(a; N - a)$: Nilai respon yang didapatkan dari tabel F distribusi.

N : Banyak sampel.

n : Banyak replikasi

a : Banyak perlakuan/variabel

H_0 : Tidak ada perbedaan rata-rata

H_1 : Ada perbedaan rata-rata

Jika hipotesis nol ditolak dan disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan diantara variabel penelitian jika:

$$F_{hitung} > F_{tabel}$$

Dimana penentuan F_{tabel} yaitu

$$F(a; N - a)$$

Dengan :

F : nilai tabel F distribution

a : Banyak perlakuan/variable

N : Banyak sampel

III. METODE PENELITIAN

3.1. Perencanaan Campuran Bata Ringan

3.1.1. Desain Eksperimen

Desain eksperimen dimaksudkan untuk memperoleh data atau informasi yang diperlukan dalam penelitian yang akan

dilakukan, salah satunya adalah proporsi bahan-bahan penyusun dari *bata ringan*. Dalam rangka mendapatkan semua informasi, hendaknya desain dibuat sesederhana mungkin.

3.1.2. Perencanaan Benda Uji

Dalam penelitian ini, benda uji bata ringan untuk pengujian bobot isi kering dan daya serap air dengan ukuran 200 mm x 200 mm x 100 mm sedangkan untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah menggunakan ukuran 100 mm x 100 mm x 100 mm. Masing-masing pengujian terdapat 4 variasi penggunaan katalis (0%, 1%, 2%, dan 3%) dan 3 variasi penggunaan aktivator (0.4%, 0.5%, dan 0.6%) dari berat semen.

3.2 Proses Pembuatan Benda Uji

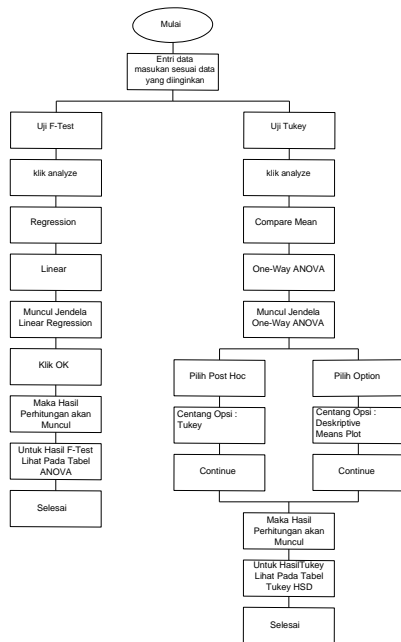
Adapun Langkah-langkah pembuatan benda uji (kubus) dalam penelitian ini sebagai berikut:

- Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan dengan proporsi yang telah ditentukan berdasarkan volumenya.
- Memasukan air dalam ember bervolume 25 liter.
- Setelah disiapkan, air, *superplasticizer* dan aktivator diaduk rata menggunakan pengaduk sesuai dengan variasi yang telah direncanakan selama 2 menit.
- Menambahkan semen dan pasir secara perlahan lalu diaduk kembali hingga rata selama selama 2 menit.
- Setelah tercampur rata, kemudian masukkan katalis dan aduk hingga rata selama 15 detik.
- Setelah semua bahan sudah tercampur rata, tuang ke dalam cetakan sesuai dengan cetakan benda uji.
- Tunggu hingga mengembang dan rapikan bagian atasnya (karena bagian atas sebagian besar berisi busa lebih baik di buang dengan mistar)
- Setelah 5 jam akan mengembang maksimal, rapikan lagi bagian atas bila adonan lebih tinggi dari cetakan.

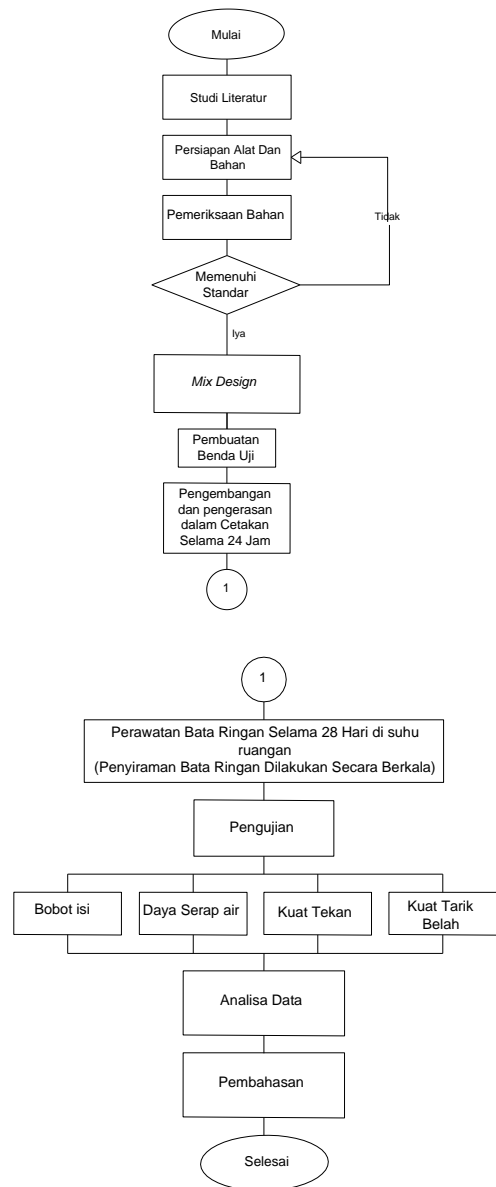
- i. Cetakan dapat dibuka setelah 24 jam.
- j. Kemudian dibiarkan untuk proses pengerasan (*ageing*). Metode yang digunakan pada proses pengerasan (*ageing*) adalah secara alami (*normal*), yaitu 28 hari.

3.3 Rancangan Penelitian

Pada Penelitian ini menggunakan data, selanjutnya data-data tersebut diuji dengan statistik. Uji statistik melewati uji hipotesis, uji hipotesis ini bertujuan untuk menentukan apakah nilai yang diklaim (dihipotesiskan) sebagai parameter populasi, rata-rata populasi dapat diterima dan dipercaya berdasarkan bukti-bukti dari sampel. Selanjutnya akan dibuat persamaan garis lurus untuk memprediksi kuat tekan bata ringan apabila persentase katalis dan aktivator diketahui. Uji statistik ini meliputi uji Anova menggunakan SPSS.



Gambar 3.1 Bagan Alir Pengujian Anova dengan SPSS



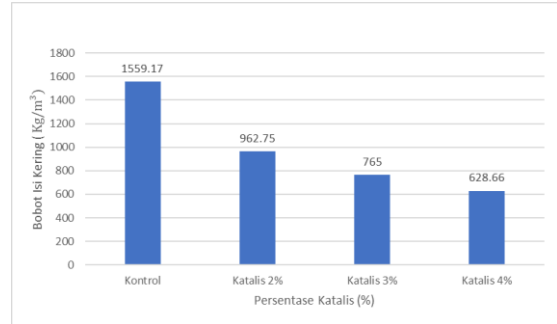
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pemeriksaan Bahan Penyusun Bata Ringan

Pemeriksaan atau pengujian terhadap agregat halus yang dilakukan di Laboratorium dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram ini meliputi pemeriksaan berat satuan halus, pemeriksaan gradasi, pemeriksaan berat jenis, dan pemeriksaan kandungan lumpur. Agregat halus ini berupa pasir Lokal.

Selain pemeriksaan agregat halus dilakukan juga pemeriksaan bahan kimia pada *katalis*, *aktivator*, dan *superplasticizer*, Pemeriksaan ini dilakukan secara visual.



Gambar 4.1 Grafik Nilai Bobot Isi Kering Bata Ringan Desain Eksperimen I

Berdasarkan penelitian, empat variasi proporsi katalis yang diuji yaitu 0%, 2%, 3%, dan 4%. Bata ringan tanpa penambahan katalis memiliki bobot isi kering rata-rata sebesar 1559,17 Kg/m³, yang menjadi nilai kontrol dalam penelitian ini. Ketika katalis ditambahkan pada variasi 2% katalis, terjadi penurunan bobot isi kering sebesar 38,25% dengan nilai bobot isi kering rata-rata sebesar 962,75 Kg/m³. Pada variasi 3% katalis, terjadi penurunan bobot isi kering sebesar 50,93% dengan nilai bobot isi kering rata-rata sebesar 765 Kg/m³. Ketika katalis ditambahkan pada variasi 4%, terjadi penurunan bobot isi kering yang lebih signifikan dalam bobot isi kering sebesar 59,67% dengan nilai bobot isi kering rata-rata sebesar 628,66 Kg/m³.

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Pasir

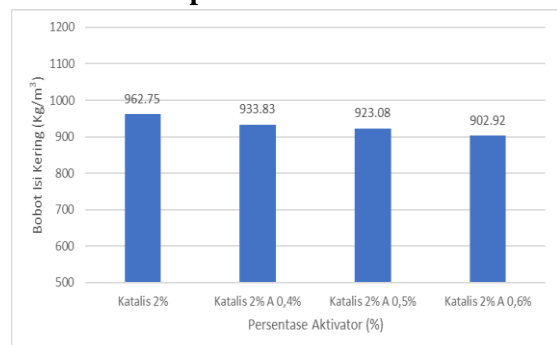
No	Pengujian Bahan	Satuan	Pasir			Rata - Rata
			1	2	3	
1	Berat satuan					
	Berat satuan lepas	gr /cm ³	1,08	1,10	1,13	1,10
	Berat satuan padat	gr /cm ³	1,30	1,32	1,34	1,32
2	Berat Jenis	-	2,61	2,39	2,27	2,42
3	Penyerapan Air	%	2,88	2,24	3,30	2,81%
4	Kandungan lumpur	%	3,09	4,38	3,73	3,37%
5	Gradasi :	-	Daerah II			
6	Ukuran (% Lolos ayakan)	%	96			
			90			
			74.9			
			39.7			
			16.9			
7	Modulus Halus Butiran (MHB)	-	3,7392			
			2.8			

4.2. Hasil Pengujian Benda Uji

4.2.1. Hasil Pengujian Bobot Isi

a. Desain Eksperimen I

b. Desain Eksperimen II



Gambar 4.2 Grafik Nilai Bobot Isi Kering

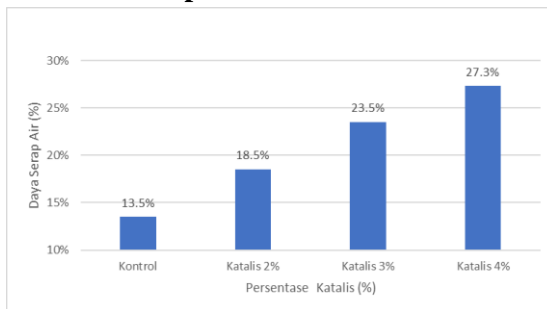
Bata Ringan Desain Eksperimen II

Berdasarkan penelitian dapat dilihat bahwa penambahan aktivator secara signifikan mempengaruhi bobot isi kering bata ringan. Sebagai nilai kontrol, bobot isi

kering bata ringan pada variasi dengan 2% katalis adalah 962,75 Kg/m³. Pada tiap variasi aktivator, terjadi penurunan bertahap. Variasi dengan 0,4% aktivator mengalami penurunan bobot isi kering sebesar 3,00%, dengan nilai rata-rata bobot isi kering sebesar 933,33 Kg/m. Pada variasi dengan 0,5% aktivator, terjadi penurunan bobot isi sebesar 4,12%, dengan nilai rata-rata bobot isi kering sebesar 923,08% sedangkan pada variasi dengan 0,6% aktivator, penurunan bobot isi mencapai 6,21%.

4.2.2. Hasil Pengujian Daya Serap Air

a. Desain Eksperimen I

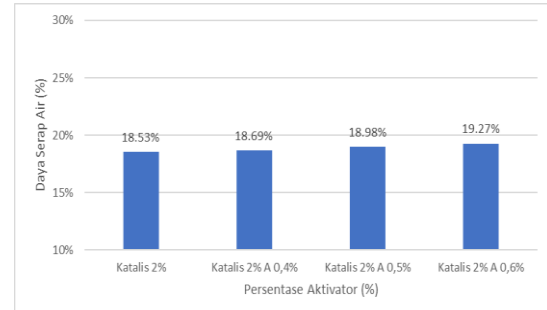


Gambar 4.3 Grafik Nilai Daya Serap Air

Bata Ringan Desain Eksperimen I Berdasarkan penelitian, penambahan katalis pada bata ringan memiliki pengaruh signifikan terhadap daya serap air. Dalam penelitian ini, empat variasi proporsi katalis yang diuji yaitu 0%, 2%, 3%, dan 4%. Dapat dilihat bahwa bata ringan tanpa penambahan katalis memiliki daya serap air sebesar 13,5% berfungsi sebagai kontrol. Ketika katalis ditambahkan pada variasi 2% katalis, terjadi peningkatan daya serap air sebesar 37,03% dengan nilai daya serap air rata-rata sebesar 18,5%. Pada variasi 3% katalis, terjadi peningkatan lebih lanjut dalam daya serap air menjadi sebesar 74,07% dengan nilai daya serap air rata-rata sebesar 23,5%. Namun, saat katalis

ditambahkan pada variasi 4%, terjadi peningkatan signifikan dalam daya serap air sebesar 102,2% dengan nilai daya serap air rata-rata sebesar 27,3%.

b. Desain Eksperimen II

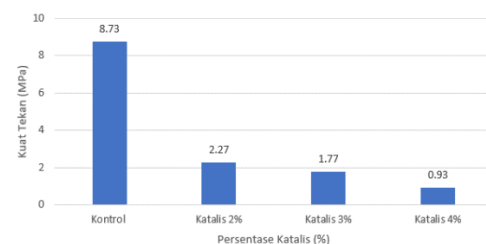


Gambar 4.4 Grafik Nilai Daya Serap Air Bata Ringan Desain Eksperimen II

Berdasarkan penelitian dapat dilihat bahwa nilai daya serap air bata ringan dengan variasi penambahan aktivator menunjukkan adanya perubahan nilai daya serap air. Untuk 2% Katalis sebagai kontrol dengan nilai daya serap rata-rata sebesar 18,530%. Pada masing – masing penambahan aktivator terjadi sedikit kenaikan daya serap air pada variasi 0,4% Aktivator mengalami kenaikan daya serap air sebesar 0,86% dengan nilai daya serap air rata-rata sebesar 18,69%, sementara variasi 0,5% Aktivator mengalami peningkatan sebesar 2,44% dengan nilai daya serap air rata-rata 19,63%, dan untuk variasi 0,6% Aktivator mengalami peningkatan sebesar 3,97% dengan nilai daya serap air rata-rata sebesar 19,27%.

4.2.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan

a. Desain Eksperimen I

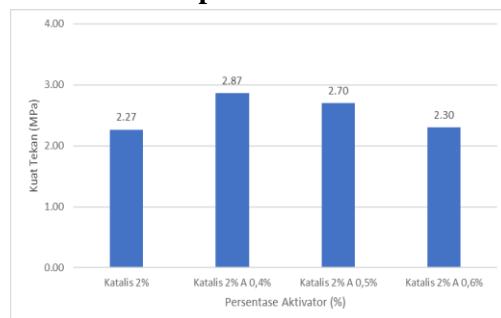


Gambar 4.5 Grafik Nilai Kuat Tekan

Bata Ringan Desain Eksperimen I

Berdasarkan penelitian proporsi 0% katalis memiliki nilai kuat tekan tertinggi. Pada bata ringan tanpa penambahan katalis 0% katalis, nilai kuat tekan rata-rata sebesar 8,73 MPa, yang digunakan sebagai kontrol dalam penelitian ini. Ketika katalis ditambahkan pada variasi 2% katalis, terjadi penurunan nilai kuat tekan sebesar 73,99% dengan nilai rata-rata kuat tekan sebesar 2,27 MPa. Pada variasi 3% katalis, terjadi penurunan nilai kuat tekan sebesar 79,72% dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 1,77 MPa. Ketika katalis ditambahkan pada variasi 4%, terjadi penurunan kuat tekan yang lebih signifikan sebesar 89,34% dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 0,93 MPa.

b. Desain Eksperimen II



Gambar 4.6 Grafik Nilai Kuat Tekan

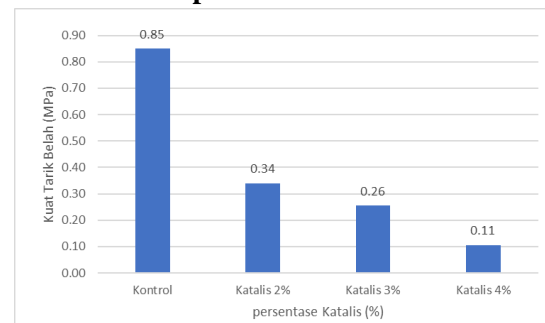
Bata Ringan Desain Eksperimen II

Berdasarkan penelitian dapat terlihat bahwa variasi proporsi 2% katalis dan variasi aktivator dalam jumlah tertentu dapat mempengaruhi nilai kuat tekan bata ringan. Sebagai kontrol, bata ringan dengan proporsi 2% katalis tanpa aktivator memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 2,27 MPa. Ketika variasi proporsi 0,4% Aktivator digunakan, terjadi peningkatan kuat tekan signifikan sebesar 26,47% dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 2,87 MPa. Pada variasi proporsi 0,5%

Aktivator, terjadi peningkatan kuat tekan sebesar 19,12% dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 2,70 MPa. Namun, pada variasi proporsi 0,6% Aktivator, terjadi sedikit peningkatan kuat tekan sebesar 1,47% dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 2,30 MPa.

4.2.4. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah

a. Desain Eksperimen I

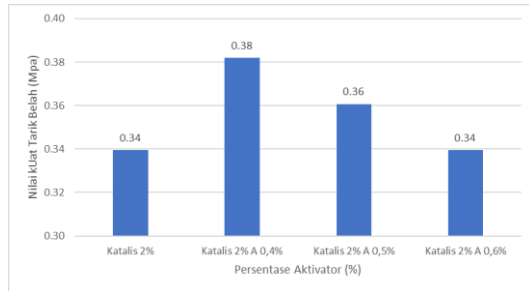


Gambar 4.7 Grafik Nilai Kuat Tarik Belah

Bata Ringan Desain Eksperimen I

Berdasarkan penelitian terdapat penurunan nilai kuat tarik belah pada bata ringan dengan penambahan katalis pada variasi proporsi 2%, 3%, dan 4%. Pada bata ringan tanpa penambahan katalis 0% katalis, nilai kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,85 MPa, yang digunakan sebagai kontrol dalam penelitian ini. Ketika katalis ditambahkan pada variasi 2% katalis, terjadi penurunan kuat tarik belah sebesar 60,0% dengan nilai kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,34 MPa. Pada variasi 3% katalis, terjadi penurunan kuat tarik belah sebesar 69,41% dengan nilai kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,26 MPa. Ketika katalis ditambahkan pada variasi 4%, terjadi penurunan kuat tarik belah yang lebih signifikan sebesar 87,05% dengan nilai kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,11 MPa.

b. Desain Eksperimen II



Gambar 4.8 Grafik Nilai Kuat Tarik Belah Bata Ringan Desain Eksperimen II

Berdasarkan penelitian dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik belah bata ringan 2% Katalis sebagai kontrol dengan nilai kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,34 MPa, pada variasi proporsi dengan 0,4% Aktivator, terjadi peningkatan kuat tarik belah sebesar 12,50%, dengan nilai kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,38 MPa. Sementara itu, pada variasi proporsi 0,5% Aktivator, mengalami sedikit peningkatan kuat tarik belah sebesar 6,25% dengan nilai kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,36 MPa. Untuk 0,6% Aktivator tidak mengalami perubahan kuat tarik belah dari nilai kuat tarik belah kontrol dengan nilai rata-rata sebesar 0,34 MPa.

4.3. Analisis Pengaruh Variasi Proporsi Katalis dengan Metode ANOVA

4.3.1. Desain Eksperimen I

4.3.1.1. Variasi Proporsi Katalis terhadap bobot isi kering

Tabel 4.2 Hasil Uji *One-Way ANOVA* menggunakan IBM SPSS Statistic 25

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	25.482	1	25.482	331.648	.000 ^b
	Residual	.768	10	.077		
	Total	26.250	11			

a. Dependent Variable: variasi katalis
b. Predictors: (Constant), bobot isi kering

Tabel 4.3 Hasil Uji Tukey HSD Bobot Isi Kering menggunakan IBM SPSS Statistic

25

bobot isi kering					
Tukey HSD ^a					
variasi katalis	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
Katalis 4%	3	628.6667			
Katalis 3%	3		765.0000		
Katalis 2%	3			962.7500	
Kontrol	3				1559.1667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.3.1.2. Variasi Proporsi Katalis terhadap daya serap air

Tabel 4.4 Hasil Uji *One-Way ANOVA* menggunakan IBM SPSS Statistic 25

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	24.117	1	24.117	113.083	.000 ^b
	Residual	2.133	10	.213		
	Total	26.250	11			

a. Dependent Variable: variasi katalis
b. Predictors: (Constant), daya serap air

Tabel 4.5 Hasil Uji Tukey HSD Daya Serap Air IBM SPSS Statistic 25

daya serap air				
Tukey HSD ^a				
variasi katalis	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Kontrol	3	.1351		
Katalis 2%	3		.1853	
Katalis 3%	3			.2354
Katalis 4%	3			.2732
Sig.		1.000	1.000	.079

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.3.1.3. Pengaruh Variasi Proporsi Katalis terhadap Kuat Tekan

Tabel 4.6 Hasil Uji *One-Way ANOVA* menggunakan IBM SPSS Statistic 25

ANOVA						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	23.073	1	23.073	72.619	.000 ^b
	Residual	3.177	10	.318		
	Total	26.250	11			

a. Dependent Variable: Variasi katalis
b. Predictors: (Constant), kuat tekan

Tabel 4.7 Hasil Uji Tukey HSD Kuat Tekan menggunakan IBM SPSS Statistic 25

kuat tekan				
Tukey HSD ^a				
variasi katalis	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Katalis 4%	3	.9333		
Katalis 3%	3		1.7667	
Katalis 2%	3		2.2667	
Kontrol	3			8.7333
Sig.		1.000	.263	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.201	1	.201	4.767	.054 ^b
	Residual	.422	10	.042		
	Total	.623	11			

a. Dependent Variable: variasi aktivator
b. Predictors: (Constant), bobot isi kering

4.3.1.4. Variasi Proporsi Katalis terhadap tarik belah

Tabel 4.8 Hasil Uji *One-Way ANOVA* menggunakan IBM SPSS Statistic 25

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	24.386	1	24.386	130.859	.000 ^b
	Residual	1.864	10	.186		
	Total	26.250	11			

a. Dependent Variable: variasi katalis
b. Predictors: (Constant), kuat tarik belah

Tabel 4.9 Hasil Uji Tukey HSD Kuat Tarik Belah menggunakan IBM SPSS Statistic 25

tarik belah			
Tukey HSD ^a			
Variasi Katalis	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
K 4%	3	.1697	
K 3%	3	.2970	
K 2%	3	.3393	
Kontrol	3		.9337
Sig.		.084	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.3.2. Desain Eksperimen 2

4.3.2.1. Pengaruh Variasi Proporsi Aktivator Terhadap Bobot Isi Kering

Tabel 4.10 Hasil Uji *One-Way ANOVA* menggunakan IBM SPSS Statistic 25

Tabel 4.11 Hasil Uji Tukey HSD Bobot Isi Kering menggunakan IBM SPSS Statistic 25

bobot isi kering		
Tukey HSD ^a		
variasi aktivator	N	Subset for alpha = 0.05
		1
aktivator 0.6%	3	902.9167
aktivator 0.5%	3	923.0833
aktivator 0.4%	3	933.8333
kontrol aktivator	3	962.7500
Sig.		.266

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

4.3.2.2. Pengaruh Variasi Proporsi Aktivator Terhadap Daya Serap Air

Tabel 4.12 Hasil Uji *One-Way ANOVA* menggunakan IBM SPSS Statistic 25

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.031	1	.031	.517	.488 ^b
	Residual	.592	10	.059		
	Total	.623	11			

a. Dependent Variable: variasi aktivator
b. Predictors: (Constant), daya serap air

Tabel 4.13 Hasil Uji Tukey HSD Daya Serap Air menggunakan IBM SPSS Statistic 25

daya serap air		
Tukey HSD ^a		
		Subset for alpha = 0.05
variasi aktivator	N	1
kontrol aktivator	3	,185302
aktivator 0.4%	3	,186890
aktivator 0.5%	3	,189818
aktivator 0.6%	3	,192652
Sig.		,902
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.		
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.		

Tabel 4.17 Hasil Uji Tukey HSD Kuat Tarik Belah menggunakan IBM SPSS Statistic 25

4.3.2.3. Pengaruh Variasi Proporsi Aktivator Terhadap Kuat Tekan

Tabel 4.14 Hasil Uji *One-Way ANOVA* menggunakan IBM SPSS Statistic 25

ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,039	1	,039	,663	,434 ^b
	Residual	,584	10	,058		
	Total	,623	11			

a. Dependent Variable: variasi aktivator
b. Predictors: (Constant), kuat tekan

Tabel 4.15 Hasil Uji Tukey HSD Kuat Tekan menggunakan IBM SPSS Statistic 25

kuat tekan		
Tukey HSD ^a		
		Subset for alpha = 0.05
variasi aktivator	N	1
kontrol aktivator	3	2,2667
aktivator 0.6%	3	2,3000
aktivator 0.5%	3	2,7000
aktivator 0.4%	3	2,8667
Sig.		,095
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.		
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.		

4.3.2.4. Pengaruh Variasi Proporsi Aktivator Terhadap Kuat Tarik Belah

Tabel 4.16 Hasil Uji *One-Way ANOVA* menggunakan IBM SPSS Statistic 25

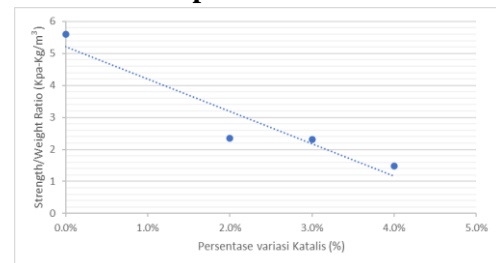
ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	,004	1	,004	,072	,794 ^b
	Residual	,618	10	,062		
	Total	,623	11			

a. Dependent Variable: variasi aktivator
b. Predictors: (Constant), kuat tarik belah

kuat tarik belah		
Tukey HSD ^a		
		Subset for alpha = 0.05
variasi aktivator	N	1
kontrol aktivator	3	,3395
aktivator 0.6%	3	,3395
aktivator 0.5%	3	,3608
aktivator 0.4%	3	,3820
Sig.		,784
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.		
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.		

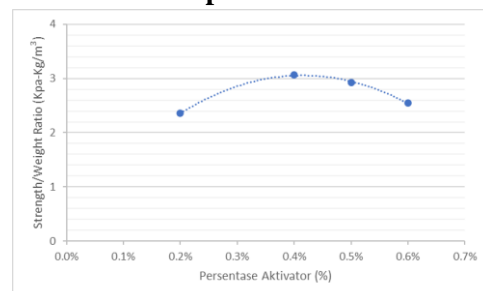
4.4. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Bobot Isi Kering

4.4.1. Desain Eksperimen I



Gambar 4.10 Hubungan Kuat Tekan dan Bobot Isi Kering Desain Eksperimen I

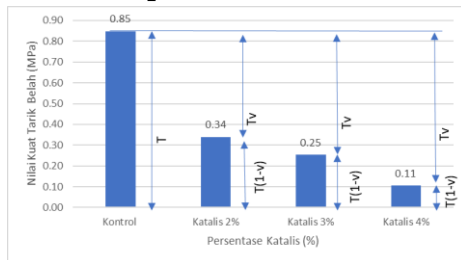
4.4.2. Desain Eksperimen II



Gambar 4.11 Hubungan Kuat Tekan dan Bobot Isi Kering Desain Eksperimen II

4.5. Hubungan Antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah

4.5.1. Desain Eksperimen I



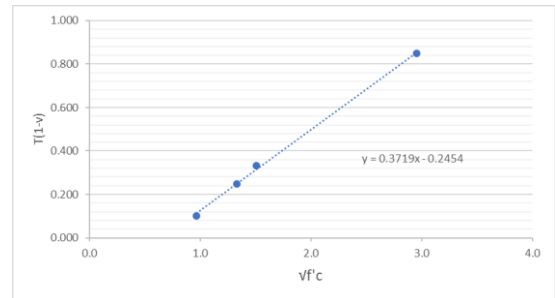
Gambar 4.12 Ilustrasi Matematis Kuat Tarik Belah Desain Eksperimen I

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai kuat Tarik belah bata ringan dengan penggunaan katalis 0% (bata ringan normal) diasumsikan sebagai T. Besar perbedaan nilai kuat Tarik belah bata ringan menurut (Akmaluddin dkk, 2013) dapat diasumsikan dengan persamaan sebagai berikut.

$$T = T - T\nu$$

$$T = T(1 - \nu)$$

Data hasil pengujian kemudian dibuat grafik yang menunjukkan hubungan antara T(1-ν) dan $\sqrt{f'c}$ seperti pada **Gambar 4.13** Dari grafik kemudian dibuat garis linier yang dapat mewakili semua data sehingga didapatkan model matematis mengenai hubungan antara kuat tarik belah dan kuat tekan.



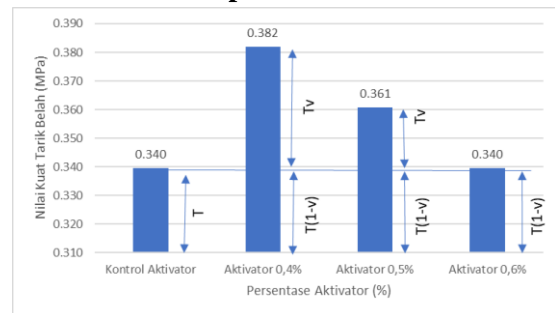
Gambar 4.13 Hubungan Antara T(1-ν) dan $\sqrt{f'c}$

Hubungan kuat tarik dan kuat tekan menurut SNI T-15-1991-03 pasal 3.2.5 menyatakan nilai kuat tarik belah (T) $= 0,7\sqrt{f'c}$. Hasil pengujian kuat tarik belah batako dengan menggunakan persamaan model matematis yang diajukan dapat dilihat pada tabel berikut:

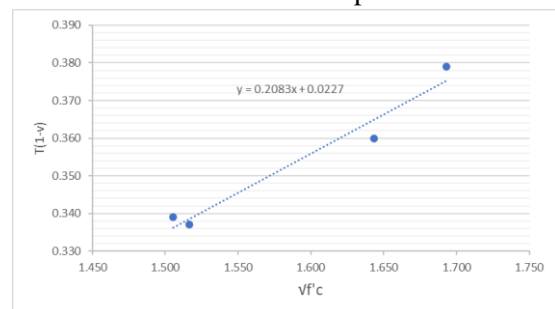
Tabel 4.18 Nilai Kuat Tarik Belah Model Matematis Eksperimen I

No.	Kode	% Katalis	Nilai Kuat Tekan Fc (MPa)	$\sqrt{f'c}$	Nilai Kuat Tarik Ekp T(1-ν) (MPa)	Nilai Kuat Tarik Mat T (MPa)	T/√f _c (SNI)	T/√f _c (Ekp)	T/√f _c (Mat)
1	K 0%	0	8,73	2,96	0,854	0,340	0,700	0,287	0,289
2	K 2%	2%	2,27	1,51	0,321	0,215	0,700	0,226	0,213
3	K 3%	3%	1,77	1,33	0,257	0,200	0,700	0,192	0,193
4	K 4%	4%	0,93	0,97	0,119	0,169	0,700	0,110	0,123

4.5.2. Desain Eksperimen II



Gambar 4.14 Ilustrasi Matematis Kuat Tarik Belah Desain Eksperimen II



Gambar 4.15 Hubungan Antara T(1-ν) dan $\sqrt{f'c}$

Tabel 4.19 Nilai Kuat Tarik Belah Model Matematis Eksperimen II

No.	Kode	% Aktivator	Nilai Kuat Tekan f_c (MPa)	$\sqrt{f_c}$	Nilai Kuat Tarik Ekp T(1-v) (MPa)	Nilai Kuat Tarik Mat T (MPa)	T/ $\sqrt{f_c}$ (SNI)	T/ $\sqrt{f_c}$ (Ekp)	T/ $\sqrt{f_c}$ (Mat)
1	K2%	0.2%	2,27	1,51	0,339	0,337	0,700	0,225	0,22
2	A0.4%	0.4%	2,87	1,69	0,379	0,377	0,700	0,224	0,22
3	A0.5%	0.5%	2,70	1,64	0,360	0,367	0,700	0,219	0,22
4	A0.6%	0.6%	2,30	1,52	0,337	0,341	0,700	0,222	0,22

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian bata ringan terhadap sifat fisik dan mekanik yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram, maka data diambil kesimpulan sebagai berikut:

Hasil pengujian bata ringan ditinjau dari kuat tekan, kuat tarik belah, bobot isi kering, dan daya serap air.

1. Berdasarkan hasil penelitian, persentase yang optimal untuk bata ringan untuk variasi Katalis terdapat pada persentase 2% dan variasi Aktivator terdapat pada persentase 0,4%. Kedua variasi ini, dapat memenuhi standar yang terdapat pada SNI 8640:2018 terhadap bobot isi kering, daya serap air, kuat tekan dan kuat tarik belah.
2. Berdasarkan hasil penelitian, variasi proporsi Katalis dan Aktivator terhadap sifat fisik pada bata ringan antara lain sebagai berikut:
 - a. Untuk pengujian bobot isi kering, pada variasi Katalis 2% masuk persyaratan SNI 8640:2018 untuk kategori 900 Kg/m³, untuk variasi 3% dan 4% masuk dalam kategori persyaratan 700 Kg/m³. Sedangkan untuk variasi Aktivator 0,4%, 0,5%, dan 0,6% sama-sama masuk dalam kategori persyaratan SNI 8640:2018 dengan berat 900 Kg/m³.
 - b. Untuk pengujian Daya Serap Air, pada variasi katalis 2% dan 3% memenuhi persyaratan SNI 8640:2018 sedangkan untuk

variasi 4% katalis tidak memenuhi persyaratan karena memiliki nilai lebih dari batas maksimal 25%. Sedangkan untuk semua variasi Aktivator 0,4%, 0,5%, dan 0,6% masuk dalam persyaratan karena memiliki nilai tidak lebih dari batas maksimal.

3. Berdasarkan hasil penelitian, variasi proporsi Katalis dan Aktivator terhadap sifat mekanik pada bata ringan antara lain sebagai berikut:
 - a. Untuk pengujian kuat tekan, pada bata ringan dengan variasi proporsi katalis 2% memenuhi persyaratan SNI 8640:2018 kategori bata nonstruktural kelas IIA dimana bata ringan ini dapat digunakan sebagai bata pengisi dinding terekspose maupun yang tidak terekspose. Adapun pada variasi 3% dan 4% tidak memenuhi persyaratan. Sementara untuk semua variasi proporsi Aktivator 0,4%, 0,5%, dan 0,6% masuk dalam persyaratan.
 - b. Untuk pengujian kuat tarik belah, nilai kuat tarik belah tertinggi diperoleh pada variasi proporsi Katalis yaitu 2% dengan nilai kuat tarik belah rata-rata sebesar 0,34 MPa, dan untuk variasi Aktivator 0,4% dengan nilai kuat tarik belah terendah rata-rata sebesar 0,38 MPa.
4. Berdasarkan hasil penelitian, *Strength-Weight-Ratio* tertinggi untuk variasi katalis terdapat pada variasi 2% dan untuk variasi aktivator terdapat pada variasi 0,4%.

5.2. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil serta pengalaman penelitian yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu:

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan alternatif aplikasi lain untuk melakukan pengujian *One-Way ANOVA* seperti Minitab.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 523.3R-14, 2014, *Guide For Cellular Concretes Above 50 lb/ft³(800 kg/m³)*, American Concrete Institute
- Akmaluddin, Murtiadi, S., Suparjo, Gazalba, S., 2013, *Properties Of Fibrous Lightweight Concrete Of Agave Sisalana*. UMS Surakarta.
- Andika, S.W, 2019. *Block Hebel (Bata Ringan)*.
http://eprints.unisnu.ac.id/id/eprint/2194/3/151230000080_BAB%20II.pdf
- Andreas, A., Christian, E., Antoni, A., dan Hardjito, D, 2018, *Pengaruh Penambahan Viscosity Modifying Admixture Terhadap Kuat Tekan Mortar Dan Beton Rendah Semen*, Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil.
- ASTM C.33-03, 2002. *Standard Spesification for Concrete Aggregates*. Annual_Books of ASTM Standards. USA
- ASTM C 494, 2006. *Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete*. Annual_Books of ASTM Standards. USA
- BS EN 12390-6:2009, 2009, *Testing hardened concrete*, England.
- Ekaputri, J. J. dan Triwulan, T, 2013, *Sodium sebagai aktivator fly ash, Trass dan Lumpur Sidoarjo dalam beton geopolimer*, Jurnal Teknik Sipil ITB, Vol. 20, No. 1, p.1-10.
- Hamidi, A. dan Sari, N. P., 2019, (1) *Analisis Persentase Efektif Penggunaan Katalis Pada Bata Ringan ULC Dan Pengaruh Terhadap Kuat Tekan*, Siklus : Jurnal Teknik Sipil, Vol. 5, No. 2 (Oktober), p. 106-113.
- Hamidi, A. dan Sari, N. P., 2019, (2) *Pengaruh Penggunaan Bahan Tambah Katalis Terhadap Kenaikan Permukaan Pada Bata Ringan ULC*, Konferensi Nasional Teknik Sipil 13, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Indonesia.
- McCormac, Jack. C. (2001), *Desain Beton Bertulang edisi kelima*, (Sumargo Terjemahan). Jakarta: Erlangga.
- Neville, Adam M., 2011, *Propeties Of Concrete – 5 th ed. p. cm*, England
- Nugraha, Paul, 2007, *Teknologi Beton, dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Yogyakarta : Andi.
- Rufiati, E. (2011). *Katalis, (99+) Katalis Etna Rufiati 10880 | Ika Sulistyaningtiyas - Academia.edu*
- Setyowati, M, 2019, *Analisis Penambahan Foam Agent Pada Bata Ringan Pegunungan Kendeng Kabupaten Rembang*, Universitas Negeri Semarang.
- Suryanita. R., 2020, *Perilaku Mekanik Bata Ringan Cellular Lightweight Concrete dengan Penambahan Silica Fume*, Riau : UR Press.
- SNI 8640:2018, 2018, *Spesifikasi bata ringan untuk pasangan dinding*.
- SNI 15-7064-2004, 2004, *Semen Portland Komposit*, Badan Standarisasi Nasional
- SNI 03-2491-2002, 2022, *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah*, Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 03-1974-1990, 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan*, Badan Standarisasi Nasional.
- Utami, R. I. A., Herbudiman, B. dan Irawan, R. R., 2017, *Efek tipe superplasticizer terhadap sifat beton segar dan beton keras pada beton geopolimer berbasis fly ash*, RekaRacana : Jurnal Teknil Sipil, Vol. 3, No. 1, p. 59.

- Utomo, G. S., 2016, *Studi Penggunaan Catalyst, Monomer, dan Fly Ash Sebagai Material Penyusun Beton Ringan Selular*, *Rekayasa Teknik Sipil*, 3(3/REKAT/16).
- Wackerley, D.D., Mendenhall, W., Scheafer, R.L., (2008), *Mathematical Statistics with applications*, Thompson Brooks/Cole, USA. Dalam: Fajrin, J., Zhuge, Y., Bullen, F., Wang, H., Flexural strength of sandwich panel with lignocellulose composites intermediate layer-a statistic approach, *International Journal of Protective Structures* 2 (2011), p. 452-464.