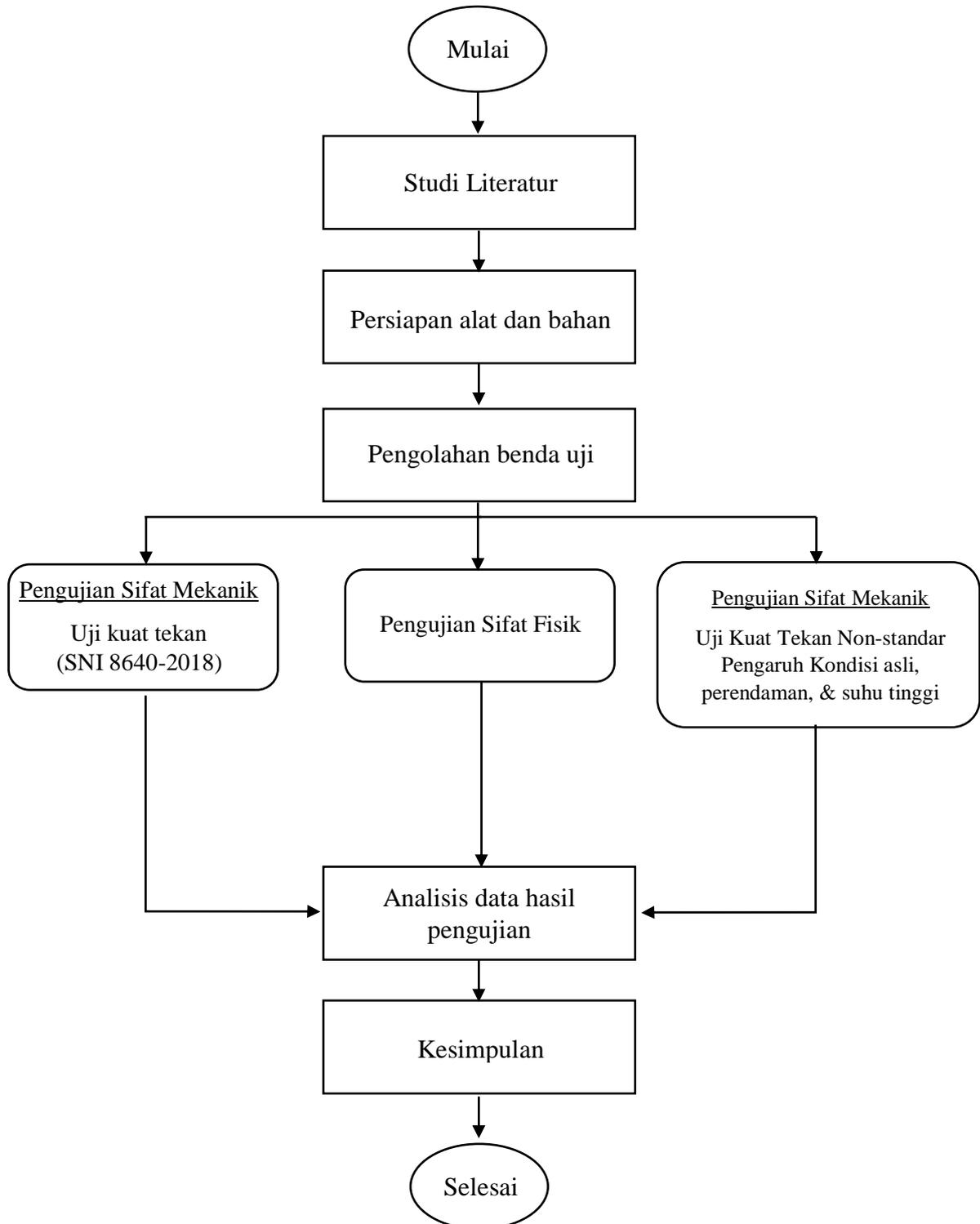


BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Bagan Alir Penelitian

Adapun alur yang menunjukkan proses pada penelitian ini dapat di lihat pada bagan alir di dibawah ini.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini di bagi beberapa tahapan yaitu:

1. Tahap pertama adalah mencari sumber literature dan referensi yang serupa dengan pembahasan penelitian.
2. Tahap kedua adalah mempersiapkan alat-alat dan bahan yang akan di gunakan pada saat penelitian nanti, termasuk pengambilan benda uji bata ringan ini pada salah satu distributor bata ringan di Kota Samarinda, tepatnya di Jalan Lambung Mangkurat, Kecamatan Sungai Pinang Dalam, Kota Samarinda.
3. Tahap ketiga adalah pengolahan benda uji berupa potongan – potongan sampel yang sesuai dengan ukuran pada ketentuan penelitian.
4. Tahap keempat adalah pengujian sifat mekanik dan sifat fisik terhadap benda uji. Pengujian sifat mekanik ini akan di bagi menjadi 2 pengujian meliputi pengujian kuat tekan dengan standar acuan SNI 8640-2018 dan pengujian kuat tekan dengan menggunakan non-standar (eksperimen) dengan beberapa variasi bentuk dan metode perlakuan yaitu kuat tekan uji langsung (normal), kuat tekan dengan metode perendaman, kuat tekan dengan metode perendaman dan oven suhu 110 °C, kuat tekan dengan metode oven suhu 200°C. Untuk pengujian sifat fisik terdiri dari pengujian susut pengeringan, bobot isi, dan penyerapan air. Dimana pengujian sifat fisik ini mengikuti prosedur dan syarat yang tertuang dalam SNI 8640-2018.
5. Tahap kelima adalah mengolah semua data hasil pengujian yang telah di dapat dengan menggunakan rumus perhitungan yang sesuai pada SNI 8640-2018, serta menganalisis korelasi antara pengujian satu dengan yang lainnya.
6. Tahap terakhir adalah memberikan kesimpulan terkait pengaruh dan korelasi dari seluruh pengujian yang telah di lakukan di Laboratorium.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Alat dan Bahan

Penelitian ini memerlukan bantuan alat – alat yang akan mempermudah proses penelitian. Adapun alat – alat yang digunakan ialah sebagai berikut:

A. Alat

1. *Meteran*
Meteran digunakan untuk mengukur panjang, lebar, dan tinggi benda uji.
2. *Timbangan Digital*
Timbangan digital untuk mengetahui berat dari masing-masing benda uji.
3. *Cutting Wull*
Cutting Wull atau alat pemotong ini digunakan untuk memotong bata ringan sesuai dengan ukuran yang ditentukan.
4. *Digital Compression Machine*
Alat ini digunakan untuk mengetahui beban tekan maksimum pada bata ringan yang diuji.
5. *Dry Oven*
Dry oven digunakan untuk memanaskan atau mengeringkan benda uji yang telah dipotong.
6. *Kamera Handphone*
Kamera Handphone digunakan untuk mengambil dokumentasi pada saat penelitian berlangsung.
7. *Tempat Perendaman*
Tempat perendaman sendiri berfungsi untuk menjadi wadah perendaman benda uji yang akan dilakukan pengujian

B. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah

1. Bata Ringan

Bata ringan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bata ringan AAC dengan merk bricon dengan ketebalan 10 cm yang diambil dari distributor bata ringan di Kota Samarinda.

2. Air

Air dalam penelitian ini akan digunakan sebagai bahan perendaman dan juga penyiraman untuk bata ringan yang akan diuji.

2.2.2 Prosedur Analisa

Penelitian ini dapat dilakukan secara sistematis dan terstruktur. Adapun Prosedur penelitian dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan antara lain:

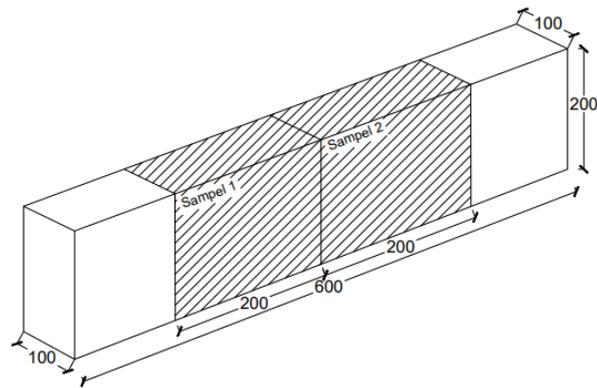
A. Pengelompokkan benda uji

Dalam penelitian ini, dilakukan 2 jenis pengujian pada bata ringan. Pertama, pengujian sifat fisik dan mekanik mengikuti standar pengujian SNI 8640-2018. Kedua, pengujian sifat mekanik secara non-standar melalui uji eksperimental dengan 7 variasi pengujian yang berbeda. Benda uji yang digunakan dipotong dari beberapa bata utuh ukuran 600 x 200 x 100 mm sesuai dengan ketentuan pengujian. Untuk pengujian sifat fisik bata ringan dilakukan pada benda uji berukuran 200 x 200 x 100 mm, dan untuk pengujian sifat mekanik uji kuat tekan dilakukan pada 3 bentuk benda uji yaitu kubus berukuran 100 x 100 x 100 mm, prisma balok berukuran 100 x 200 x 100 mm, serta bata ringan utuh ukuran 600 x 200 x 100 mm. Jumlah seluruh sampel yang akan di uji sebanyak 92 sampel. Adapun ukuran dan variasi metode pengujian dapat dilihat pada Tabel 1. untuk pengujian sifat fisik, Tabel 2. untuk pengujian kuat tekan dengan metode SNI 8640-2018, dan Tabel 3. untuk pengujian kuat tekan dengan metode non-standar (eksperimen) sebagai berikut:

Tabel 1. Ukuran dan Variasi Metode Pengujian Sifat Fisik

No.	Variasi Pengujian Sifat Fisik Bata Ringan	Bentuk dan Ukuran Sampel	
		Prisma	
		200 x 200 x 100 (mm)	
1	Bobot Isi		
2	Susut Pengeringan		4
3	Penyerapan Air		
	Jumlah		4

Pengujian sifat fisik dalam penelitian ini mengikuti ketentuan yang telah ditetapkan dalam SNI 8640:2018 terkait bentuk, ukuran, jumlah sampel, dan variasi pengujian. Standar tersebut mewajibkan penggunaan 4 sampel dengan ukuran 20x10x20 cm agar dapat memberikan representasi yang memadai tentang karakteristik umum bata ringan yang diuji. Prosedur pengujian sifat fisik ini merupakan tahapan yang berkesinambungan, seperti pengujian penyerapan air pada bata ringan akan melewati rangkaian proses pengujian susut pengeringan dan bobot isi terlebih dahulu. Prosedur pengujian sifat fisik ini melibatkan serangkaian tahapan, seperti pengujian penyerapan air yang memerlukan pengujian susut pengeringan dan bobot isi sebagai langkah awal. Dalam pengujian ini, hanya 4 sampel yang digunakan untuk 3 variasi pengujian sifat fisik, guna memastikan bahwa komposisi dan karakteristik bahan yang digunakan dasarnya tetap sama, sehingga hasil pengujian menjadi lebih akurat dan representatif. Dalam penelitian ini, digunakan 2 bata ringan utuh karena setiap bata ringan utuh dapat dipotong menjadi 2 buah sampel, sehingga 2 bata ringan utuh digunakan untuk memenuhi jumlah 4 sampel yang dibutuhkan. Ilustrasi pemotongan sampel dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 2. Sketsa Pemotongan Benda Uji Sifat Fisik Bata Ringan

Tabel 2. Ukuran dan Variasi Metode Pengujian Sifat Mekanik SNI 8640-2018

No	Variasi Metode Pengujian Kuat Tekan (SNI 8640:2018)	Bentuk dan Ukuran Sampel
		Kubus 100x100x100 (mm)
1	Perendaman	10
	Jumlah	10

Pengujian sifat mekanik bata ringan ini juga menggunakan aturan yang telah ditetapkan di dalam SNI 8640:2018 baik bentuk, ukuran, jumlah sampel, dan prosedur pengujian. SNI 8640:2018 mensyaratkan jumlah sampel pada pengujian sifat mekanik bata ringan berupa uji kuat tekan sebanyak 10 sampel. Hal ini juga dilakukan untuk meningkatkan akurasi hasil pengujian. Semakin banyak sampel yang digunakan, semakin akurat hasil rata-rata kuat tekan yang diperoleh, sehingga dapat mengukur konsistensi bata ringan dalam kekuatan tekan yang diberikan.

Tabel 3. Ukuran dan Variasi Metode Pengujian Kuat Tekan Eksperimen

No	Variasi Metode Pengujian Kuat Tekan	Kode Variasi Pengujian	Bentuk dan Ukuran Sampel		
			Bata Utuh Sebagian Permukaan	Kubus	Prisma Balok
			600 x 200 x 100 (mm)	100 x 100 x 100 (mm)	100 x 100 x 200 (mm)
1	Uji Langsung (Normal)	Ns.1	10	10	10
2	Perendaman	Ns.2	10	-	10
3	Perendaman + Suhu Ruang + Oven 110°C	Ns.3	-	10	10
4	Oven 200°C	Ns.4	-	3	-
5	Oven 200°C dan Suhu Ruang	Ns.5	-	3	-
6	Oven 200°C + Air 220 ml	Ns.6	-	3	-
7	Oven 200°C + Air 220 ml + Suhu Ruang	Ns.7	-	3	-
	Jumlah			82	

Pengujian kuat tekan eksperimen ini menggunakan jumlah sampel dan bentuk benda uji yang berbeda. Berbedanya bentuk benda uji ini agar mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif tentang kemampuan bata ringan dalam menahan tekanan di berbagai situasi dan kondisi. Bentuk

benda uji yang berbeda dapat memberikan variasi dalam besaran beban yang diterapkan. Sehingga pengujian dapat mencakup variasi beban yang mungkin dihadapi bata ringan dalam situasi nyata, seperti beban atap, dinding, atau lantai. Hasil pengujian dengan berbagai bentuk benda uji juga dapat digunakan untuk mengembangkan standar pengujian yang lebih komprehensif dan relevan untuk bata ringan, yang selanjutnya akan memandu konstruksi industry dalam penggunaan bata ringan dengan lebih baik dan sederhana.

Jumlah sampel pada pengujian uji langsung (normal), pengujian dengan perendaman, pengujian dengan perendaman, suhu ruang dan oven 110 C menggunakan 10 buah sampel untuk masing-masing bentuk sampel. Hal ini dikarenakan untuk menghasilkan hasil yang lebih representative dan dapat dipercaya. Dengan banyaknya jumlah sampel, hasil akan lebih kuat dalam mengukur variabilitas karakteristik bata ringan dan dapat mengurangi potensi kesalahan hasil yang dipengaruhi oleh kesalahan pada satu sampel tertentu. Sehingga hasil yang diperoleh dapat membantu dalam proses pengambilan keputusan perencanaan dan perancangan yang lebih optimal.

Sedangkan pada pengujian eksperimen menggunakan oven suhu tinggi, masing-masing sampel ini berasal dari 2 bata ringan berbeda yang di potong menjadi 6 buah sampel berbentuk kubus setiap bata ringan. 3 Sampel pengujian kuat tekan menggunakan oven suhu 200°C berasal dari 1 bata ringan yang sama dengan 3 sampel untuk pengujian kuat tekan menggunakan oven 200°C dan Suhu Ruang. Dan 3 Sampel pengujian kuat tekan menggunakan oven 200°C dan Air 220 ml berasal dari 1 bata ringan yang sama dengan 3 sampel untuk pengujian kuat tekan menggunakan oven 200°C, Air 220 ml dan Suhu Ruang. Hal ini dilakukan karena untuk memvalidasi bahwa komposisi dan karakteristik bahan yang digunakan dasarnya tetap sama, sehingga hasil dari masing-masing keempat variasi pengujian ini dapat menjadi perbandingan kekuatan pada kondisi yang berbeda. Membandingkan sampel yang diuji pada suhu tinggi dengan yang di uji pada suhu ruang serta sampel yang di uji dalam kondisi lembab dengan yang di uji pada kondisi ruang setelah mengalami kelembaban, memberikan pemahaman tentang perilaku sifat mekanik bata ringan seiring dengan perubahan suhu serta mendeteksi potensial kerusakan atau penurunan kekuatan setelah terpapar suhu tinggi ataupun dalam kondisi lembab. Adanya prosedur pengujian eksperimen ini merupakan idealisasi atau permodelan bata ringan dalam kondisi lingkungan.

B. Prosedur Pengujian Sifat Fisik Bata Ringan

1. Bobot Isi

Bobot isi merupakan berat dari bata ringan pada kondisi suhu ruang dan siap pakai. Bobot isi ini diukur dengan cara menimbang berat bata ringan dibagi dengan volume bata yang diukur dengan jangka sorong ataupun alat pengukur dengan ketelitian 1 mm dan dihitung dalam satuan kg/m^3 . Bobot bata ringan dapat dikelompokkan kedalam berbagai kategori, sebagaimana yang diisyaratkan dalam SNI 8640:2018 dibawah ini:

Tabel 4. Syarat Fisik Bobot Isi Bata Ringan

	Kategori berat	Bata struktural		Bata nonstruktural	
		Terekspos lingkungan (<i>outdoor</i>)	Tidak terekspos lingkungan (<i>indoor</i>)	Terekspos lingkungan (<i>outdoor</i>)	Tidak terekspos lingkungan (<i>indoor</i>)
Kelas		IA	IB	IIA	IIB
Bobot isi kering oven (kg/m^3)	500			400 – 600	
	700		600 - 800	600 – 800	
	900	800 – 1.000	800 – 1.000	800 – 1.000	
	1.100	1.000 – 1.200	1.000 – 1.200	1.000 – 1.200	
	1.300	1.200 – 1.400	1.200 – 1.400	1.200 – 1.400	

Sumber: SNI 8640:2018

Untuk menganalisis hasil data pengujian ini, maka diperlukan perhitungan bobot isi dengan persamaan yang sesuai dengan kriteria yang tercantum pada SNI 8640-2018, sebagai berikut:

$$BI_o = (B_{KO}/V) \times 10^6 \quad (1)$$

$$V = \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Tinggi} \quad (2)$$

Keterangan:

B_{IO} = Bobot isi kering oven (kg/m^3)

B_{KO} = Berat kering oven bata ringan (g)

V = Volume benda uji (mm^3)

2. Susut Pengeringan

Susut pengeringan merupakan pengukuran sisa bata ringan setelah melalui tahap pengeringan didalam oven selama 24 jam dengan temperatur 110 °C. Pengujian susut pengeringan ini bertujuan untuk mengetahui berapa persen benda uji akan mengalami penyusutan bentuk dan ukuran jika di panaskan dengan suhu tertentu. Hasil pengujian ini harus memenuhi syarat pada SNI 8640-2018 sebagaimana yang tertera pada tabel 5. Dibawah ini:

Tabel 5. Syarat Fisik Susut Pengeringan Bata Ringan

Syarat fisis	Satuan	Bata struktural		Bata nonstruktural	
		Terekspos lingkungan (<i>outdoor</i>)	Tidak terekspos lingkungan (<i>indoor</i>)	Terekspos lingkungan (<i>outdoor</i>)	Tidak terekspos lingkungan (<i>indoor</i>)
Kelas	-	IA	IB	IIA	IIB
Kuat tekan rata-rata, min. ¹	MPa	6	4	2	
Kuat tekan individu, min.	MPa	5,4	3,6	1,8	
Penyerapan air, maks. ²	% vol	25	-	25	-
Tebal, min.	mm	98		98	73
Susut pengeringan, maks. ³	%	0,2			

Sumber: SNI 8640:2018

Untuk menganalisis hasil data pengujian ini, maka diperlukan perhitungan susut pengeringan dengan persamaan yang sesuai dengan kriteria yang tercantum pada SNI 8640-2018, berikut:

$$S = (L_1 - L_0)/L \times 100\% \text{ (mm)} \quad (3)$$

Keterangan:

S = Susut pengeringan pada kondisi normal (mm)

L_0 = Panjang awal dari bacaan DEMEC (mm)

L_1 = Panjang setelah di oven (mm)

L = Panjang jarak alat DEMEC yang di gunakan (200 mm atau 250 mm)

3. Penyerapan Air

Bata ringan adalah bahan yang cenderung memiliki sifat higroskopis, yang berarti kemampuannya dalam menyerap air dan udara sangat mudah. Bata kualitas tinggi biasanya memiliki kemampuan penyerapan air dan kelembaban yang rendah, sedangkan bata kualitas rendah cenderung memiliki kemampuan menyerap air dan kelembaban yang tinggi (Pramono, et al., 2014). Kemampuan penyerapan air yang tinggi akan berdampak pada proses pemasangan bata ringan dan campuran mortar, karena air dalam campuran akan di serap oleh bata. Hal ini menyebabkan pengerasan campuran menjadi tidak efektif dan dapat mengakibatkan kekuatan campuran menjadi kurang optimal. Kemampuan penyerapan air yang tinggi biasanya berkaitan dengan jumlah pori-pori yang signifikan pada bata ringan, yang berarti bahwa bata ringan tersebut tidak memiliki struktur yang padat (Ardi, 2016). Oleh karena itu, pengujian penyerapan air ini penting, mengingat karakteristik dari bata ringan sendiri memiliki banyak pori-pori yang berfungsi untuk mengurangi massa dari bata itu sendiri. Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui seberapa besar kemampuan bata ringan dalam menyerap air, apakah dengan banyaknya pori-pori yang terkandung dalam bata ringan dapat mempengaruhi kualitasnya. Masing – masing benda uji akan melewati proses oven

selama 24 jam dengan suhu 110°C serta melewati proses perendaman selama 24 jam. Adapun syarat yang harus di penuhi dalam SNI 8640-2018 untuk hasil penyerapan air dapat dilihat pada tabel 6. dibawah ini:

Tabel 6. Syarat Fisik Penyerapan Air Bata Ringan

Syarat fisik	Satuan	Bata struktural		Bata nonstruktural	
		Terekspos lingkungan (<i>outdoor</i>)	Tidak terekspos lingkungan (<i>indoor</i>)	Terekspos lingkungan (<i>outdoor</i>)	Tidak terekspos lingkungan (<i>indoor</i>)
Kelas	-	IA	IB	IIA	IIB
Kuat tekan rata-rata, min. ¹	MPa	6	4	2	
Kuat tekan individu, min.	MPa	5,4	3,6	1,8	
Penyerapan air, maks. ²	% vol	25	-	25	-
Tebal, min.	mm	98		98	73
Susut pengeringan, maks. ³	%	0,2			

Sumber: SNI 8640:2018

Untuk menganalisis hasil data pengujian ini, maka diperlukan perhitungan penyerapan air dengan persamaan yang sesuai dengan kriteria yang tercantum pada SNI 8640-2018, sebagai berikut:

$$B_{I0} = (B_{KO}/V) \times 10^6 \quad (4)$$

$$B_{IA} = (B_{SSD}/V) \times 10^6 \quad (5)$$

$$\text{Penyerapan air} = (\text{Berat air teresap}/\text{Volume}) = \frac{B_{IA} - B_{I0}}{V} \times 100\% \text{ vol} \quad (6)$$

Keterangan:

B_{I0} = Bobot isi pasca oven (kg/m^3)

B_{KO} = Berat benda uji dalam keadaan kering oven (g)

B_{IA} = Bobot isi jenuh air (kg/m^3)

B_{SSD} = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan setelah perendaman (g)

V = Volume benda uji (mm^3)

C. Prosedur Pengujian Sifat Mekanik Bata Ringan

Pengujian sifat mekanik bata ringan pada penelitian ini meliputi pengujian kuat tekan. Pengujian kuat tekan adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur kemampuan suatu material atau objek dalam menahan tekanan atau beban (Ardi, et al., 2016). Nilai kuat tekan bata sangat penting untuk menentukan batas maksimum dari suatu benda dalam menahan tekanan atau beban sebelum mengalami keretakan atau kerusakan. Biasanya karakteristik kualitas bata ditunjukkan dalam tingkat kekuatan tekan yang dimilikinya. Namun, nilai dari kekuatan ini sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti suhu atau tingkat pembakaran, tingkat porositas, dan jenis bahan dasar yang digunakan dalam pembuatannya (Prarono, et al., 2014). Dalam peraturan SNI 8640-2018, besarnya nilai kuat tekan rata – rata dan kuat tekan individu yang di izinkan dapat dilihat pada tabel 7. berikut:

Tabel 7. Syarat Mekanik Kuat Tekan Bata Ringan

Syarat fisik	Satuan	Bata struktural		Bata nonstruktural	
		Terekspos lingkungan (<i>outdoor</i>)	Tidak terekspos lingkungan (<i>indoor</i>)	Terekspos lingkungan (<i>outdoor</i>)	Tidak terekspos lingkungan (<i>indoor</i>)
Kelas	-	IA	IB	IIA	IIB
Kuat tekan rata-rata, min. ¹	MPa	6	4	2	
Kuat tekan individu, min.	MPa	5,4	3,6	1,8	
Penyerapan air, maks. ²	% vol	25	-	25	-
Tebal, min.	mm	98		98	73
Susut pengeringan, maks. ³	%	0,2			

Sumber: SNI 8640:2018

Besarnya nilai kuat tekan diperoleh dengan persamaan rumus yang telah umum dan ditetapkan secara standar untuk pengujian kuat tekan seperti dibawah ini.

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (7)$$

Keterangan:

f_c' = Kuat tekan (N/mm² atau MPa)

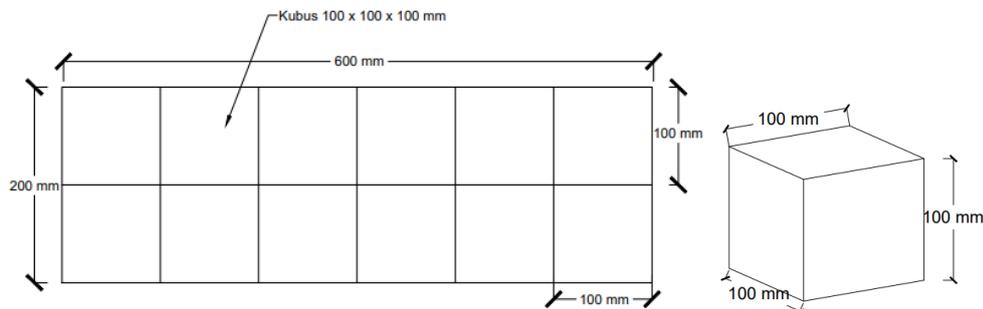
P = Beban hancur (N)

A = Luas bidang tekan (mm²)

Adapun penjelasan terkait prosedur pengujian pada masing-masing variasi perlakuan pengujian kuat tekan dapat di lihat di bawah ini.

1. Pengujian kuat tekan SNI 8640-2018

Pada pengujian ini, prosedur pelaksanaan dan ukuran dimensi benda uji mengikuti SNI 8640-2018. Yaitu hanya benda uji kubus ukuran 100 x 100 x 100 mm. Berikut merupakan Sketsa benda uji kubus.



Gambar 3. Sketsa Luas Bidang Tekan Benda Uji Kubus

Benda uji akan di rendam ke dalam bak perendaman selama 24 jam kemudian di lakukan uji tekan dalam kondisi jenuh air, guna mendapatkan kelembaban yang tepat agar bata ringan menjadi kuat dan tidak mudah retak. Sehingga hasil pengujian kuat tekan memberikan gambaran yang lebih akurat tentang kemampuan bata ringan untuk menahan tekanan, termasuk efek perendaman serta menjadi simulasi kondisi nyata dimana bata ringan sering digunakan dalam aplikasi konstruksi yang mungkin terpapar udara, seperti dinding eksternal yang harus tahan terhadap hujan. Untuk mencari besarnya nilai kuat tekan pada benda uji kubus ini, menggunakan persamaan rumus ke-7 dan persamaan rumus luas bidang tekan (A) sebagaimana berikut:

$$A = \text{sisi} \times \text{sisi} \quad (8)$$

Keterangan:

A = Luas bidang tekan (mm²)

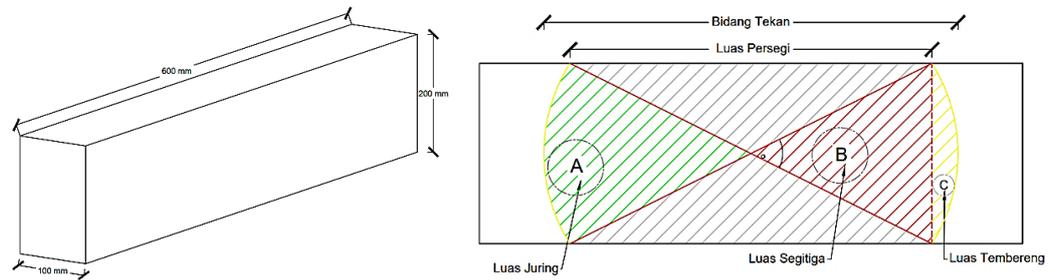
2. Pengujian kuat tekan kondisi asli (Eksperimen)

Prosedur pelaksanaan dan ukuran dimensi benda uji ini termasuk dalam pengujian non-standar (eksperimen). Pada variasi ini, benda uji langsung diuji tekan dalam kondisi asli dari distributor tanpa adanya perlakuan khusus tambahan. Besarnya nilai kuat tekan dari masing-masing pengujian benda uji ini didapat dengan menggunakan rumus persamaan 7 dengan luas bidang tekan masing-masing menggunakan rumus persamaan sebagai berikut:

a. Rumus perhitungan luas bidang tekan benda uji bata utuh sebagian permukaan

Gambar ilustrasi dibawah merupakan luas bidang tekan benda uji bata utuh. Untuk menghitung luas bidang tekan pada benda uji bata utuh memerlukan perhitungan dari beberapa bagian potongan terlebih dahulu, seperti perhitungan luas persegi bata ringan, luas tembereng yang notasikan dengan arsiran kuning (titik C), dan luas segitiga yang

dinotasikan dengan arsiran merah (titik B), serta luas juring yang dinotasikan dengan arsiran hijau (titik A), dimana luas juring merupakan gabungan dari luas segitiga dan luas tembereng.



Gambar 4. Sketsa Luas Bidang Tekan Benda Uji Bata Utuh

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{t}{D} \right) \quad (9)$$

$$L_{\square} = t \sqrt{D^2 - t^2} \quad (10)$$

$$L_j = \frac{2\alpha}{360} \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 \quad (11)$$

$$= \frac{\alpha}{720} \pi D^2 \quad (12)$$

$$L_{\Delta} = \frac{1}{2} t \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - t^2} \quad (13)$$

$$= \frac{1}{4} t \sqrt{D^2 - t^2}$$

$$L_D = L_j - L_{\Delta} \quad (14)$$

$$= \left(\frac{\alpha}{720} \pi D^2 \right) - \left(\frac{1}{4} t \sqrt{D^2 - t^2} \right)$$

Untuk $t < D$

$$A = L_{\square} + 2L_D$$

$$= t\sqrt{D^2 - t^2} + 2 \left[\left(\frac{\alpha}{720} \pi D^2 \right) - \left(\frac{1}{4} t \sqrt{D^2 - t^2} \right) \right]$$

$$= t\sqrt{D^2 - t^2} + \left(\frac{\alpha}{360} \pi D^2 \right) - \left(\frac{1}{2} t \sqrt{D^2 - t^2} \right)$$

$$= \left(\frac{1}{2} t \sqrt{D^2 - t^2} \right) + \left(\frac{\alpha}{360} \pi D^2 \right)$$

$$= \left(\frac{1}{2} t \sqrt{D^2 - t^2} \right) + \left(\frac{\pi D^2}{360} \sin^{-1} \left(\frac{t}{D} \right) \right) \quad (15)$$

Untuk $t > D$

$$A = \frac{\pi D^2}{360} \sin^{-1} \left(\frac{t}{D} \right)$$

$$= \frac{\pi D^2}{4} \quad (16)$$

Keterangan :

L_{\square} = Luas persegi (mm^2)

L_j = Luas juring (mm^2)

L_{Δ} = Luas Segitiga (mm^2)

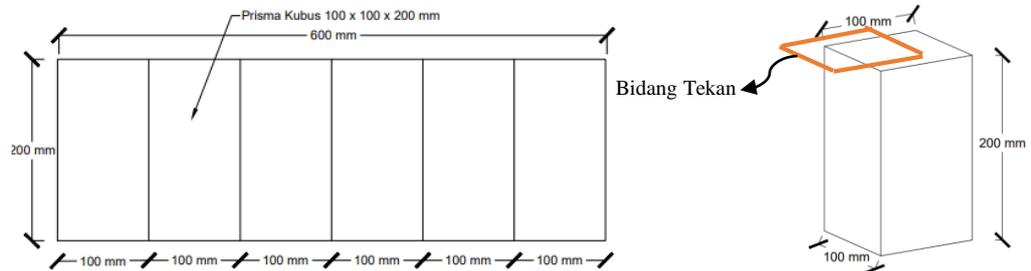
L_D = Luas Tembereng (mm^2)

t = Tebal bata ringan (mm)

D = Diameter pelat tekan pada mesin (mm)

- α = Sudut antara garis diameter dengan garis batas batu ($^{\circ}$)
- P = Beban hancur (N)
- A = Luas bidang tekan pada bata (mm^2)

b. Rumus perhitungan luas bidang tekan benda uji prisma balok



Gambar 5. Sketsa Luas Bidang Tekan Benda Uji Prisma Balok

Luas bidang tekan pada benda uji prisma balok sama dengan luas bidang tekan pada benda uji kubus, sebagaimana rumus persamaan berikut:

$$A = \text{sisi} \times \text{sisi} \tag{17}$$

Keterangan:

$$A = \text{Luas bidang tekan} (\text{mm}^2)$$

c. Rumus perhitungan luas bidang tekan benda uji kubus

Adapun rumus perhitungan luas bidang tekan pada benda uji kubus pengujian eksperimen ini mengikuti rumus perhitungan ke-8.

3. Pengujian kuat tekan dengan perendaman (Eksperimen)

Pada pengujian ini, bentuk benda uji yang digunakan hanya benda uji bata utuh dan benda uji kubus. Benda uji akan direndam ke dalam bak perendaman selama 24 jam kemudian langsung di uji dalam kondisi jenur air. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kelembaban yang tinggi agar bata ringan menjadi kuat dan tidak mudah retak guna mencapai kekuatan bata ringan yang diisyaratkan. Sehingga hasil pengujian kuat tekan memberikan gambaran yang lebih akurat tentang kemampuan bata ringan untuk menahan tekanan, termasuk efek perendaman serta menjadi simulasi kondisi nyata dimana bata ringan sering digunakan dalam aplikasi konstruksi yang mungkin terpapar udara, seperti dinding eksternal yang harus tahan terhadap hujan. Adapun rumus perhitungan kuat tekan yang di pakai sama dengan pengujian kuat tekan langsung (normal) untuk benda uji bata utuh dan kubus yang dapat dilihat pada persamaan rumus ke-7, 8 dan 15.

4. Pengujian kuat tekan dengan perendaman, suhu ruang dan oven 110°C (Eksperimen)

Pada pengujian ini, hanya ada 2 bentuk benda uji yang di gunakan yaitu benda uji prisma balok dengan ukuran panjang 10 cm, Lebar 10 cm, tinggi 20 cm dan benda uji kubus dengan ukuran panjang 10 cm, lebar 10 cm, tinggi 10 cm. Dimana masing-masing benda uji akan melalui proses perendaman selama 24 jam guna mengetahui apakah bata ringan akan mempertahankan integritas strukturalnya setelah terkena kelembaban atau udara. Kemudian benda uji akan di diamkan selama 24 jam dalam suhu ruang untuk memastikan bahwa semua sampel bata ringan mencapai kondisi yang sama sebelum pengujian. Proses ini membantu dalam menjaga reproduktibilitas hasil pengujian dan membuat hasil lebih konsisten dan relevan. Setelah itu akan melewati proses pengeringan oven dengan suhu 110 °C selama 24 jam sebelum di uji untuk memastikan bahwa efek dari kelembaban eksternal pada proses sebelumnya dapat diminimalkan, sehingga hasil pengujian menunjukkan kemampuan bata ringan yang lebih baik untuk menahan tekanan dalam kondisi kering oven. Rumus perhitungan untuk mencari nilai kuat tekan masing-masing pengujian benda uji ini dapat dilihat pada persamaan rumus ke-7, 8 dan 17.

5. Pengujian kuat tekan benda uji dengan oven 200 °C.
Prosedur pelaksanaan benda uji ini termasuk dalam pengujian non-standar (eksperimen). Adanya prosedur pengujian dengan penambahan panas menggunakan oven pada penelitian ini merupakan salah satu idealisasi peristiwa kebakaran, dimana pada saat kebakaran terjadi bata ringan tidak langsung terkena api, tetapi hanya menerima panas melalui plesteran dinding. Pada pengujian ini, benda uji yang di gunakan ialah 3 buah benda uji berbentuk kubus dengan ukuran panjang 10 cm, lebar 10 cm, tinggi 10 cm. Dimana masing – masing benda uji akan melawati proses oven selama 3 jam dengan suhu 200 °C sebelum di uji. Hal ini dilakukan sebagai proses pengeringan bata ringan untuk menghilangkan kelembaban yang ada didalamnya. Dengan mengeringkan sampel bata pada suhu tinggi, udara yang tertangkap dalam pori-pori sampel akan menguap dan dikeluarkan, sehingga meninggalkan bata ringan dalam keadaan kering dan stabil. Serta menjadi stabilitas suhu untuk mencapai kondisi yang stabil dan seragam pada seluruh sampel, yang merupakan faktor penting dalam memastikan hasil pengujian yang konsisten. Adapun rumus perhitungan untuk mencari nilai kuat tekan pada pengujian ini sama dilihat pada persamaan rumus ke-7 dan 8.
6. Pengujian kuat tekan benda uji dengan oven dan air.
Pada pengujian ini, benda uji dan rumus perhitungan untuk pengujian kuat tekan yang di gunakan sama dengan rumus pengujian oven suhu 200 °C sebelumnya, yang membedakan hanya perlakuan pengujian yang di gunakan yaitu benda uji akan melawati proses oven selama 3 jam dengan suhu 200 °C Setelah itu dilakukan proses penyiraman air sebanyak 220 ml pada seluruh permukaan benda uji. Fungsi oven suhu tinggi pada pengujian ini adalah untuk menghilangkan udara yang masih terperangkap dalam pori-pori bata. Sehingga ketika air disiram, dapat meresap dan mengisi pori-pori bata secara optimal. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kerapuhan akibat paparan suhu tinggi dan meningkatkan kekuatan bata ringan secara merata. Adapun rumus perhitungan untuk mencari nilai kuat tekan pada pengujian ini sama dilihat pada persamaan rumus ke-7 dan 8.
7. Pengujian kuat tekan benda uji dengan oven 200 °C dan suhu ruang.
Pada pengujian ini, benda uji dan rumus perhitungan untuk pengujian kuat tekan yang di gunakan sama dengan pengujian – pengujian oven suhu 200 °C sebelumnya, yang membedakan hanya perlakuan pengujian yang di gunakan yaitu benda uji akan melawati proses oven selama 3 jam dengan suhu 200 °C setelah itu benda uji akan di diamkan selama 2 jam untuk mencapai kondisi suhu ruang. Hal in bertujuan untuk menstabilkan suhu bata ringan dengan seragam sehingga akan mengurangi potensi kerapuhan pada bata ringan yang telah terpapar suhu tinggi. Adapun rumus perhitungan untuk mencari nilai kuat tekan pada pengujian ini sama dilihat pada persamaan rumus ke-7 dan 8.
8. Pengujian kuat tekan benda uji dengan oven dan air, serta suhu ruang.
Pada pengujian ini, benda uji dan rumus perhitungan untuk pengujian kuat tekan yang di gunakan sama dengan pengujian – pengujian oven suhu 200 °C sebelumnya, yang membedakan hanya perlakuan pengujian yang di gunakan yaitu pada variasi pengujian ini menggunakan proses oven selama 3 jam dengan suhu 200 °C, kemudian di siram dengan air sebanyak 220 ml pada seluruh bagian benda uji. Hal ini dilakukan guna membantu mengoptimalkan proses penyerapan atau pengisian air ke dalam pori-pori bata yang telah kosong oleh udara pada saat proses oven, sehingga air dapat distribusikan secara merata dan mengurangi potensi kerapuhan bata akibat terpapar suhu tinggi. Setelah itu bata ringan di diamkan pada suhu ruang selama 2 jam guna mengurangi air dan kelembaban yang berlebih pada bata ringan. Proses ini sebagai proses penutup yang akan menjadi stabilitas suhu sebelum sampel bata di uji, yang mana untuk memastikan bahwa sampel diuji dalam kondisi yang sama,

dan menghasilkan hasil pengujian yang konsisten. Adapun rumus perhitungan untuk mencari nilai kuat tekan pada pengujian ini sama dilihat pada persamaan rumus ke-7 dan 8.

9. Rumus Konversi Kuat Tekan Eksperimen Terhadap Kuat Tekan Standar

Dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia tahun 1971 (PBI 1971), besaran faktor konversi kuat tekan beton pada umur dan bentuk benda uji tertentu telah ditetapkan dan disajikan seperti pada Tabel 8 dan 9 dibawah ini.

Tabel 8. Faktor konversi beton pada berbagai benda uji

Benda Uji	Perbandingan Kekuatan Tekan
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Silinder 15 x 30 cm	0,83

Sumber: PBI 1971

Tabel 9. Faktor konversi beton pada berbagai umur

Umur Beton (Hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland Biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen Portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

Sumber: PBI 1971

Berbeda dengan pengujian kuat tekan pada bata ringan, bahwa faktor konversi dari pengujian non-standar belum ditetapkan. Sehingga dengan adanya perbandingan hasil uji tekan standar SNI dan pengujian non-standar pada penelitian ini, maka angka konversi pada pengujian kuat tekan non-standar (eksperimen) didapat dengan membandingkan nilai kuat tekan (f_c') pada metode pengujian berdasarkan SNI 8640-2018, dengan nilai kuat tekan (f_c') metode pengujian non-standar yaitu dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut, sebagaimana pada rumus perhitungan faktor konversi pada *paving block* dalam penelitian (Yanita & Andreas, 2017):

$$K = \frac{\text{Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Standar}}{\text{Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Non-standar}} \quad (18)$$

Keterangan:

K = Angka konversi