



# PERILAKU MEKANIK DAN FISIK BATA RINGAN AKIBAT TERPAPAR SUHU TINGGI

AHMAD RIADI<sup>1</sup>, HARNEDI MAIZIR<sup>2</sup>, RENI SURYANITA<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Pekanbaru, Riau, Indonesia

\*Corresponding author: ✉ [reni.suryanita@eng.unri.ac.id](mailto:reni.suryanita@eng.unri.ac.id)

Naskah diterima : 25 Oktober 2020. Disetujui: 16 Maret 2021

---

## ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk Indonesia berkembang dengan pesat sehingga menyebabkan kebutuhan rumah tempat tinggal dan gedung lainnya akan semakin meningkat sesuai dengan keinginan dan kebutuhan manusia. Untuk mengurangi ketergantungan akibat keterbatasan material bangunan telah mendorong dunia konstruksi untuk melakukan peningkatan teknologi baru tentang bahan bangunan, seperti pengembangan teknologi material bangunan seperti bata ringan Cellular Lightweight Concrete (CLC) sebagai salah satu alternatif untuk menggantikan bata merah. Keuntungannya adalah bata ini lebih untuk dinding. Pengujian pemaparan suhu tinggi telah dilakukan pada beton namun penelitian bata ringan terpapar suhu tinggi belum banyak dilakukan oleh peneliti. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis dan membandingkan sifat mekanik dan fisik CLC serta kuat tekan pada saat sebelum dan sesudah terpapar suhu tinggi dengan ukuran bata ringan tinggi 20 cm lebar 10 cm dan panjang 60 cm serta komposisi campuran semen berbanding pasir sebesar 1:1, 1:2 dan 2:3 dengan usia sampel 28 hari. Analisis rambatan panas dilakukan menggunakan perangkat lunak LUSAS V19 dengan suhu paparan 100° C dan 200° C selama 30 dan 60 menit. Berdasarkan pengujian bata ringan setelah pemaparan suhu tinggi selama 60 menit, kuat tekan bata ringan ukuran kubus pada campuran semen berbanding pasir 1:1 mengalami penurunan kuat tekan sebesar 58,09% dibandingkan sebelum terpapar sedangkan bata ringan ukuran balok mengalami penurunan kuat tekan sebesar 37,77% dibandingkan sebelum terpapar. Selain penurunan kuat tekan, hasil penelitian ini juga menyimpulkan bahwa pemaparan suhu tinggi telah menyebabkan perubahan pada bata ringan seperti perubahan warna, perubahan ukuran lobang pori serta perubahan kuat tekan. Dengan demikian hasil penelitian ini dapat dijadikan referensi bagi praktisi terkait perbedaan sifat mekanik dan fisik bata ringan CLC pada saat sebelum dan sesudah terpapar suhu tinggi.

**Kata kunci :** *Bata Ringan; Berat Volume; Kuat Tekan; LUSAS V19; Paparan Suhu Tinggi*

---

## 1. PENDAHULUAN

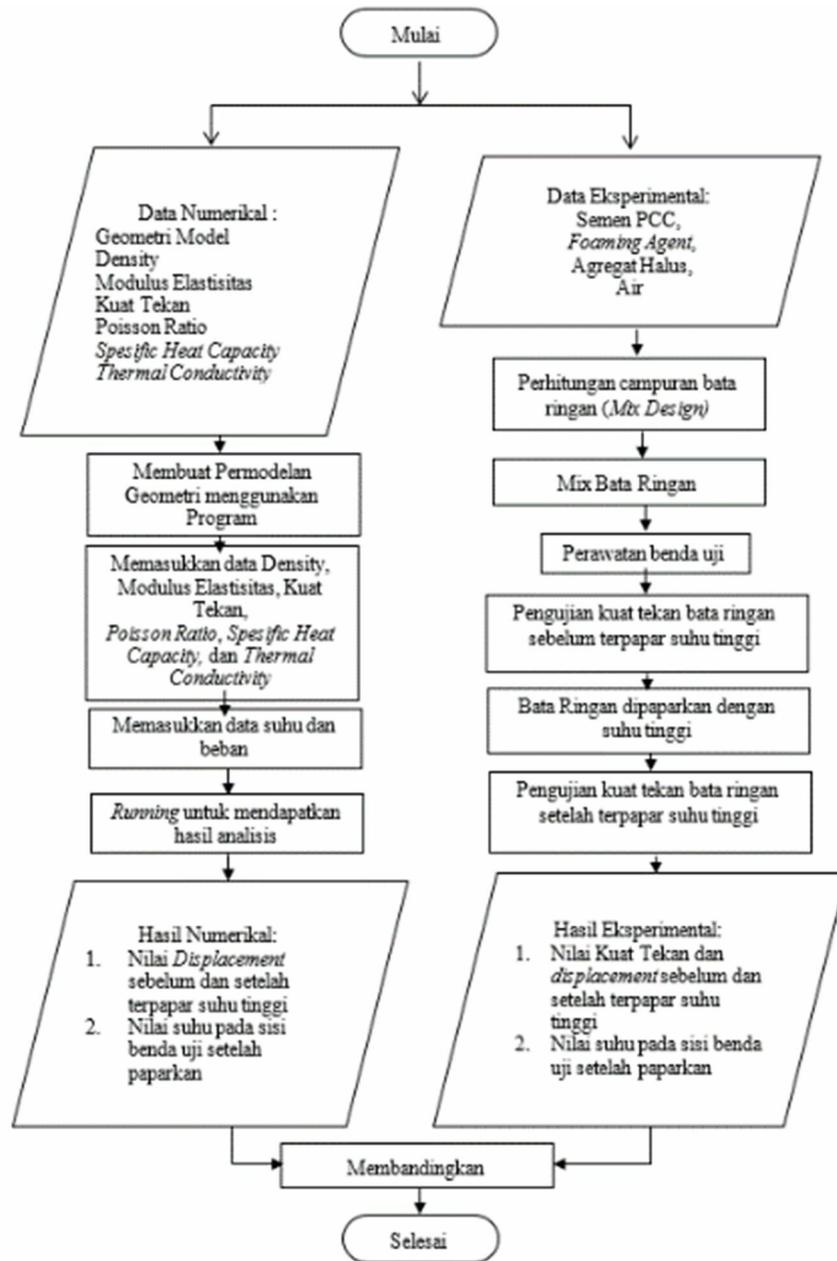
Pertumbuhan penduduk Indonesia berkembang dengan pesat sehingga menyebabkan kebutuhan rumah tempat tinggal dan gedung lainnya akan semakin meningkat sesuai dengan keinginan dan kebutuhan manusia. Untuk memenuhi ketergantungan akan

keterbatasan material bangunan telah mendorong dunia konstruksi untuk membuat temuan baru terkait bahan bangunan, yaitu melakukan pengembangan teknologi material bangunan seperti bata ringan dengan tipe *Cellular Lightweight Concrete* (CLC). CLC merupakan salah satu alternatif untuk menggantikan bata merah. Komposisi bata ringan CLC terbuat dari bahan dasar semen, pasir dan kapur, dengan berbagai bahan tambah lainnya seperti foaming agent. Foaming Agent merupakan bahan pembuat butiran gelembung udara pada campuran mortar bata, dimana butiran udara tersebut mampu mempertahankan struktur gelembung selama periode pengerasan (*curing*) tanpa menyebabkan reaksi kimia (Husin & Agustiningtyas, 2008). Foaming Agent digunakan sebagai pengembang karena ketika dicampurkan dengan campuran yang lainnya menjadi bata ringan, foaming agent bereaksi dengan kalsium hidrosida ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) atau kapur non aktif dengan air dan membentuk hidrogen (ASTM C 869/C 969M-11(2016), 2016). Gas hidrogen mengembang dan melipatkan volume campuran untuk bata ringan dengan menciptakan gelembung hingga diameter lebih dari 1/8 inchi (Taufik et al., 2017). Oleh karena itu berat bangunan akan lebih ringan jika menggunakan bata ringan sebagai material terutama pada bangunan tinggi sehingga beban yang dipikul pondasi akan lebih berkurang. Adapun pembahasan penelitian bata ringan mengenai suhu tinggi belum banyak dilakukan. Penelitian terdahulu yang mengkaji paparan panas terhadap suhu telah dibahas dalam penelitian terdahulu (Pratama et al., 2019). Penelitian suhu tinggi ini umumnya banyak dilakukan pada beton bertulang (Prasetya et al., 2017), (Setyo, 2016). Menurut Wahyuni & Anggraini (2010) terjadinya perubahan temperatur yang cukup tinggi seperti yang pada peristiwa kebakaran akan membawa dampak pada struktur beton. Secara umum perubahan akan terlihat pada bagian luar struktur seperti retak, terjadinya kerusakan/keruntuhan dan perubahan warna pada struktur beton. Hal tersebut akan mempengaruhi kualitas/kekuatan struktur beton sehingga menyebabkan kekuatan beton menurun dan penggunaan struktur bangunan tersebut menjadi tidak maksimal (Cornelis et al., 2014). Sedangkan penelitian terkait bata ringan lebih banyak membahas tentang komposisi campuran (Bella et al., 2017), penelitian terkait kuat tekan bata ringan (Eban et al., 2018), (Hunggurami et al., 2014) dan (Pah et al., 2020). Oleh karena masih minimnya penelitian tentang kajian bata ringan terhadap suhu tinggi maka pada penelitian ini dilakukan studi eksperimental dan analisis perilaku mekanik dan fisik bata ringan akibat terpapar suhu tinggi. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan sifat mekanik dan sifat fisik bata ringan CLC pada saat sebelum dan sesudah terpapar suhu tinggi melalui hasil eksperimental dan numerikal.

## 2. METODA PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan 2 studi yaitu studi eksperimental dan studi analisis. Studi eksperimental dan studi analisis ini dilakukan pada 2 jenis sampel yaitu sampel berukuran kubus 10x10x10 cm dan ukuran balok 10x20x60 cm dengan variasi perbandingan campuran semen berbanding pasir adalah 1:1, 2:3, 1:2. Untuk studi eksperimental dilakukan pengujian beban pada bata ringan pada umur 28 hari sebelum dan setelah terpapar suhu tinggi. Pada sampel ukuran kubus dipaparkan menggunakan oven dengan suhu 100 °C dan 200 °C selama 30 menit dan 60 menit, sedangkan sampel ukuran balok dipaparkan suhu tinggi menggunakan tungku yang dipaparkan dari 1 sisi bata ringan CLC selama 30 menit dan 60 menit.

Untuk studi analisis dilakukan menggunakan program metode elemen hingga *LUSAS v 19* dengan asumsi keadaan yang sama dengan yang dilakukan pada studi eksperimental. Untuk ringkasan metodologi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1** bagan alir penelitian.



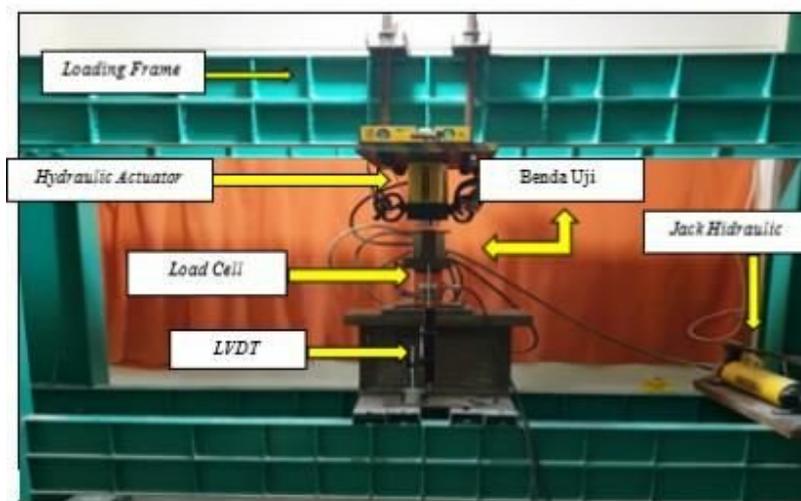
Gambar 1. Bagan alir penelitian

## 2.1. Studi Eksperimental

Pada studi eksperimental yang pertama dilakukan adalah pembuatan sampel, kemudian curing, pengujian sampel baik yang belum dipaparkan suhu tinggi maupun yang telah dipaparkan suhu tinggi. Tahapan pembuatan sampel dimulai dengan persiapan alat dan bahan seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Alat dan Bahan Penelitian



Gambar 3. Setup pengujian kuat tekan

Tahap selanjutnya material yang disiapkan ditimbang sesuai dengan perhitungan dan campuran yang direncanakan sesuai perbandingan pasir dan semen. Setelah ditimbang material dicampur dan diaduk menggunakan pengaduk semen. Selanjutnya material

dicampurkan dengan *foam agent* dan diaduk kembali. Setelah diaduk dengan *foam agent* maka campuran siap dimasukkan ke dalam cetakan. Setelah pembuatan sampel maka dilakukan perawatan (*curing*) sampel hingga umur 28 hari dan dilakukan uji tekan. *Setup* pengujian tekan dengan pembebanan *load cell* dapat dilihat pada **Gambar 3**.

Sampel dengan umur 28 hari juga dipaparkan suhu tinggi dan selanjutnya dilakukan pengujian kuat tekan kembali setelah terpapar suhu tinggi untuk dibandingkan dengan sebelum keadaan bata ringan sebelum terpapar suhu tinggi.

## 2.2. Studi Analisis Numerik

Studi analisis pada penelitian ini menggunakan program perangkat lunak metoda elemen hingga yaitu *LUSAS v 19*. Pada proses analisis dibutuhkan data *density*, modulus elastisitas, kuat tekan, *poisson ratio*, *specific heat capacity*, dan *thermal conductivity*. Data-data di atas sebagaimana didapatkan dari hasil eksperimental. Data *specific heat capacity* dan *thermal conductivity* didapatkan dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mydin, Awang, & Roslan (2012).

**Tabel 1.** Nilai Konduktivitas Termal Bata Ringan (Mydin et al., 2012)

Density (Kg/m <sup>3</sup> )	Thermal Conductivity (W/ m <sup>0</sup> K)	Spesific Heat (M.J/m <sup>3</sup> K)
600	0,19	0,54
1000	0,43	0,81
1400	0,59	0,98
mortar	0,96	1,47

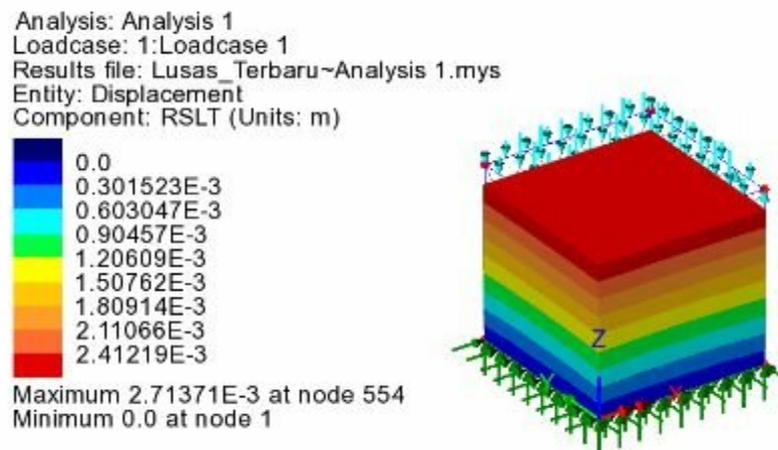
Tahapan analisis untuk mekanik menggunakan *LUSAS v 19* dimulai dengan membuat geometri sesuai dengan sampel, menginput data *density*, *poisson ratio* dan modulus elastisitas. Selanjutnya memasukkan data pembebanan berdasarkan kuat tekan eksperimental dan menjalankan program *LUSAS*. Sedangkan tahapan analisis untuk pemaparan suhu menggunakan *LUSAS v 19* dimulai dengan membuat geometri sesuai dengan sampel dan menginput data *density*, *specific heat capacity*, dan *thermal conductivity*. Selanjutnya memasukkan nilai suhu lingkungan dan nilai suhu pemaparan panas. Tahap berikutnya merunning program dan memasukan data suhu untuk keadaan bata ringan CLC terpapar panas selama 30 dan 60 menit.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

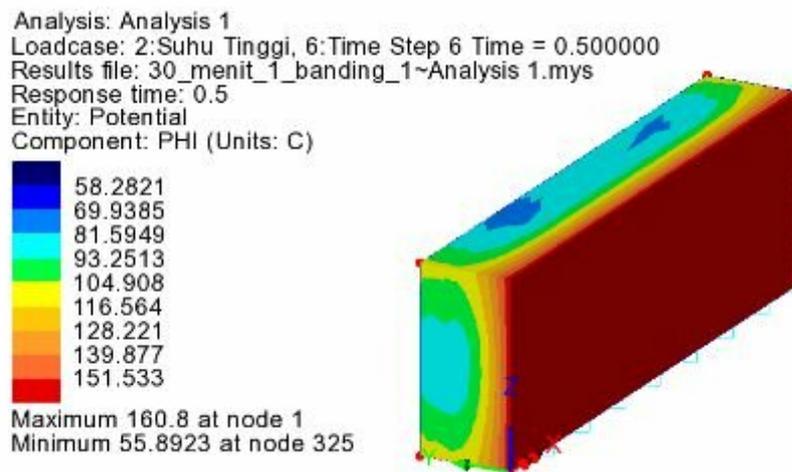
Hasil pembahasan dari penelitian ini dibagi dalam 2 hasil, yaitu hasil simulasi numerik menggunakan *LUSAS V19* dan hasil pengujian di laboratorium.

### 3.1. Hasil Numerik *LUSAS V19*

Hasil perpendekan dari bata ringan berdasarkan hasil *LUSAS V19* seperti pada **Gambar 4** untuk selanjutnya dibandingkan dengan hasil pengujian di laboratorium . Pada **Gambar 4** terlihat bagian atas kubus tertekan sebesar 0.24 cm sedangkan kontur sebaran panas pada bata ringan dapat dilihat pada **Gambar 5**.



**Gambar 4.** Hasil *Running* mekanik pada sampel kubus menggunakan *LUSAS V19*



**Gambar 5.** Hasil *Running* Bata Ringan dipaparkan suhu tinggi

### 3.2. Hasil Studi Ekperimental Kubus 10x10x10 cm dan Balok 10x20x60 cm sebelum dan setelah di paparkan suhu tinggi.

Keadaan bata ringan berupa ukuran kubus dan balok secara visual dan fisik dapat dibandingkan melalui Tabel 2. Perbandingan hasil berdasarkan untuk 3 jenis campuran material pembentuk bata ringan yaitu campuran 1:1, campuran 2:3 dan campuran 1:2. Sedangkan kriteria suhu terbagi 3 yaitu sebelum terpapar yaitu suhu normal ruangan, setelah terpapar dengan suhu 100 derajat celsius dan 200 derajat celsius selama 30 menit dan 60 menit.

Berdasarkan **Tabel 2** dapat disimpulkan bahwa paparan suhu tinggi dapat mempengaruhi kuat tekan bata ringan dimana dapat terlihat bahwa sebelum terpapar dan setelah terpapar mengalami penurunan. Pada campuran 1:1 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 58.09 %. Campuran 2:3 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 51.72 %. Sedangkan pada campuran 1:2 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 46.67 %. Melalui **Tabel 2** juga didapatkan bahwa selisih *displacement* sebelum dipaparkan dan setelah terpapar suhu

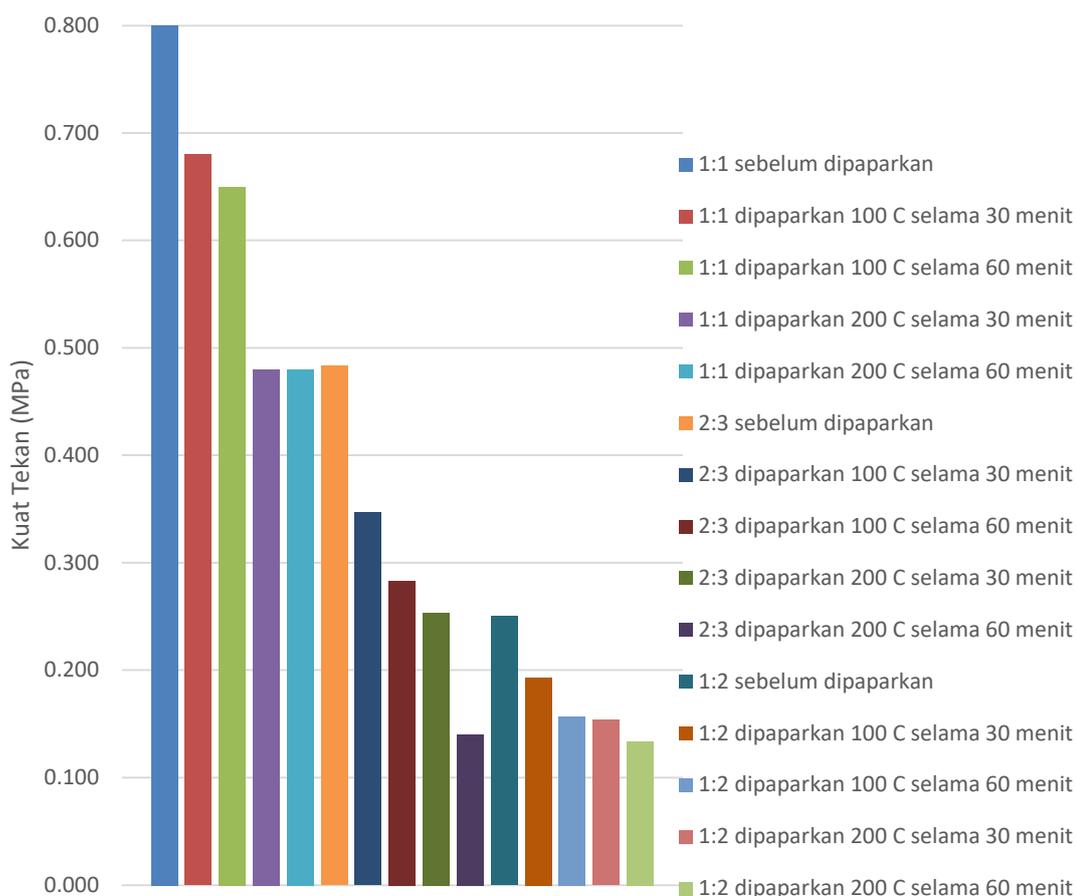
tinggi. Untuk selisih *displacement* terkecil adalah pada campuran 2:3 untuk waktu paparan 60 menit suhu 200 °C dengan nilai 0.309 mm.

**Tabel 2.** Perbandingan Kuat Tekan Bata Ringan 10x10x10 cm sebelum dan setelah dipaparkan

Campuran	Suhu Pemaparan (°C)	Lama Pemaparan (menit)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Displacement Rata-Rata (mm)	Selisih dari nilai kuat tekan tertinggi ke terendah (MPa)	Selisih dari nilai kuat tekan tertinggi ke terendah (%)	Selisih displacement Sebelum dan Setelah pemaparan (mm)
1:1	Sebelum dipaparkan	-	0.803	1.973	0.467	58.09	-
	100	30	0.680	5.120			3.147
		60	0.630	4.667			2.693
	200	30	0.500	4.511			2.537
		60	0.337	4.023			2.050
	2:3	Sebelum dipaparkan	-	0.483			3.773
100		30	0.347	4.670	0.897		
		60	0.283	2.800	0.973		
200		30	0.253	3.453	0.320		
		60	0.233	3.465	0.309		
1:2		Sebelum dipaparkan	-	0.250	1.460	0.117	46.67
	100	30	0.193	3.467	2.007		
		60	0.157	2.500	1.040		
	200	30	0.153	5.144	3.684		
		60	0.133	3.059	1.599		

**Gambar 6** menunjukkan perbandingan kuat tekan sampel kubus sebelum dan setelah terpapar suhu dengan 3 jenis campuran material selama 30 menit dan 60 menit. Analog dengan **Tabel 2**, bahwa paparan suhu tinggi dapat menurunkan kekuatan bata ringan hingga 40%.

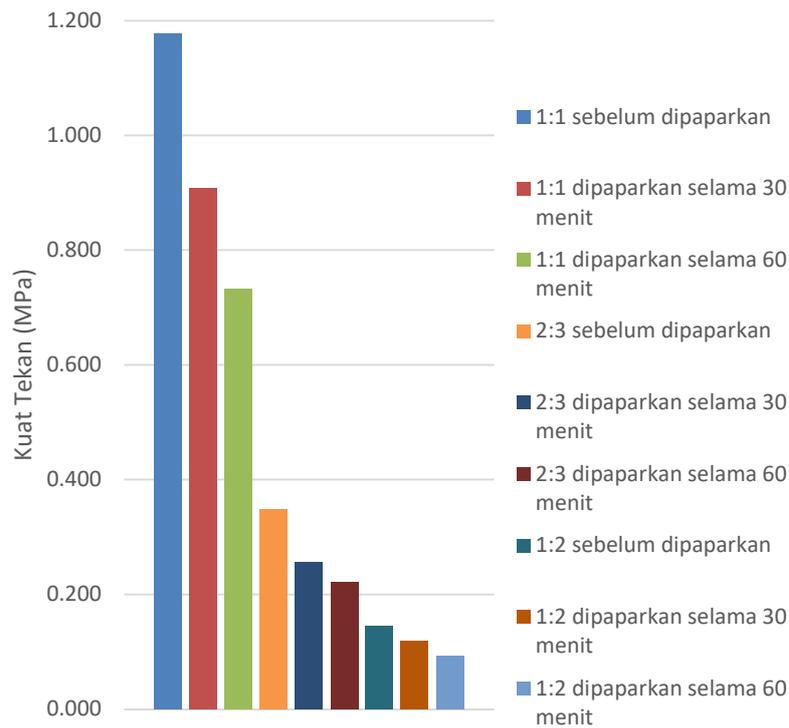
Berdasarkan **Tabel 3** dan **Gambar 7** dapat disimpulkan bahwa paparan suhu tinggi dapat mempengaruhi kuat tekan bata ringan bahwa bata ringan sebelum terpapar dan setelah terpapar mengalami penurunan. Kuat tekan pada campuran 1:1 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 37,771 % dan campuran 2:3 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 36.683 %. Sedangkan campuran 1:2 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 36.293 %. Melalui **Tabel 3** juga didapatkan selisih *displacement* sebelum dan setelah dipaparkan dimana selisih terkecil adalah campuran 1:1 yang telah dipaparkan selama 60 menit dengan nilai 0.390 mm.



**Gambar 6.** Perbandingan kuat tekan sampel kubus sebelum dan setelah dipaparkan suhu tinggi

**Tabel 3.** Perbandingan Kuat Tekan Bata Ringan Balok sebelum dan setelah dipaparkan

Campuran	Kondisi Pemaparan	Lama Pemaparan (menit)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)	Displacement Rata-Rata (mm)	Selisih kuat tekan (Mpa)	Selisih kuat tekan (%)	Selisih displacement Sebelum dan Setelah dipaparkan (mm)
1:1	sebelum dipaparkan	-	1.177	7.573	0.444	37.771	-
	setelah dipaparkan	30	0.908	6.530			1.043
	setelah dipaparkan	60	0.732	7.963			0.390
2:3	sebelum dipaparkan	-	0.348	7.007	0.128	36.683	-
	setelah dipaparkan	30	0.256	3.340			3.667
	setelah dipaparkan	60	0.221	6.367			0.640
1:2	sebelum dipaparkan	-	0.144	5.973	0.052	36.293	-
	setelah dipaparkan	30	0.119	2.933			3.040
	setelah dipaparkan	60	0.092	4.073			1.900



Gambar 7. Perbandingan kuat tekan balok bata ringan sebelum dan setelah dipaparkan suhu tinggi

### 3.3. Hasil Studi Analisis Bata Ringan Model Kubus 10x10x10 cm dan Model Balok 10x20x60 cm sebelum dan setelah di paparkan suhu tinggi.

Hasil *running* Lusas v19 untuk dua buah model bata ringan, sebelum dan sesudah dipaparkan pada suhu tinggi, ditampilkan pada tabel-tabel berikut.

Tabel 4. Hasil *Running LUSAS v 19* ukuran 10x10x10 cm sebelum dipaparkan suhu tinggi

Campuran	Data Input					Output
	Umur (Hari)	Besar Gaya Tekan Rata-Rata (kN)	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Young's Modulus (Mpa)	Poisson's Ratio	Displacement Rata-Rata (mm)
1:1	7	5.93	853	21.91	0.1	2.707
	14	6.33	843	24.99	0.1	2.533
	28	8.03	835	40.69	0.1	1.973
2:3	7	3.60	840	9.05	0.1	3.980
	14	4.10	828	32.20	0.1	1.273
	28	4.83	818	12.80	0.1	3.773
1:2	7	1.77	828	11.16	0.1	1.587
	14	2.03	813	4.17	0.1	4.873
	28	2.50	788	17.12	0.1	1.460

**Tabel 5.** Hasil *Running LUSAS v 19* ukuran 10x20x60 cm sebelum dipaparkan suhu tinggi

Campuran	Umur (Hari)	Data Input				Output
		Besar Gaya Tekan Rata-Rata (kN)	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Young's Modulus (Mpa)	Poisson's Ratio	Displacement Rata-Rata (mm)
1:1	7	46.60	950	25.83	0.1	6.013
	14	53.50	931	26.54	0.1	6.720
	28	70.60	918	31.07	0.1	7.573
2:3	7	13.50	839	10.45	0.1	4.307
	14	17.60	795	12.26	0.1	4.787
	28	20.90	781	9.94	0.1	7.007
1:2	7	5.80	831	3.66	0.1	5.287
	14	7.27	804	3.70	0.1	6.553
	28	8.63	789	4.82	0.1	5.973

**Tabel 6.** Hasil *Running LUSAS v 19* 10x10x10 cm setelah dipaparkan suhu tinggi

Campuran	Suhu Paparan (°C)	Lama Paparan (menit)	Data Input				Output
			Besar Gaya Tekan (kN)	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Young's Modulus (Mpa)	Poisson's Ratio	Displacement (mm)
1:1	100	30	6.80	800	13.28	0.1	5.13
		60	6.30	779	13.50	0.1	4.68
	200	30	5.00	790	11.08	0.1	4.52
		60	3.37	655	8.37	0.1	4.07
2:3	100	30	3.47	795	7.42	0.1	4.73
		60	2.83	780	10.12	0.1	2.77
	200	30	2.53	805	7.34	0.1	4.42
		60	2.33	665	6.73	0.1	3.43
1:2	100	30	1.93	765	5.58	0.1	3.09
		60	1.57	760	6.27	0.1	2.25
	200	30	1.53	802	2.98	0.1	5.05
		60	1.33	610	4.36	0.1	2.99

**Tabel 7.** Hasil *Running LUSAS v 19* 10x20x60 cm setelah dipaparkan suhu tinggi

Campuran	Suhu Tungku (°C)	Lama Paparan (menit)	Data Input				Output
			Besar Gaya Tekan (kN)	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Young's Modulus (Mpa)	Poisson's Ratio	Displacement (mm)
1:1	375.0	30	54.48	905.42	27.81	0.1	6.78
	439.0	60	43.93	74.78	18.39	0.1	8.27
2:3	364.0	30	15.33	62.15	15.30	0.1	3.47
	485.0	60	13.23	61.73	6.93	0.1	6.61

Campuran	Suhu Tungku (°C)	Lama Paparan (menit)	Data Input				Output
			Besar Gaya Tekan (kN)	Density (kg/m <sup>3</sup> )	Young's Modulus (Mpa)	Poisson's Ratio	Displacement (mm)
1:2	344.0	30	7.13	66.81	8.11	0.1	3.04
	449.0	60	5.50	62.63	4.50	0.1	4.23

### 3.4. Hasil Analisa Fisik Bata Ringan Terpapar Suhu Tinggi

Berdasarkan analisis fisik pengujian bata ringan akibat terpapar suhu tinggi didapatkan kesimpulan bahwa paparan suhu tinggi pada bata ringan dapat menyebabkan perubahan pada bata ringan tersebut, yaitu perubahan warna, perubahan ukuran pori bata ringan dan terdapat retak-retak rambut pada bata ringan seperti terlihat pada **Gambar 8** dan **Gambar 9**. **Gambar 8** memperlihatkan permukaan balok bata ringan sebelum terpapar suhu dengan ukuran pori yang lebih rapat dan halus. Sedangkan pada **Gambar 9** memperlihatkan bentuk permukaan bata ringan setelah terpapar dengan ukuran pori yang lebih besar dan kasar dibandingkan dengan sebelum terpapar.



**Gambar 8.** Ukuran Pori Sebelum Terpapar Suhu Tinggi



**Gambar 9.** Ukuran Pori Setelah Terpapar Suhu Tinggi

## 4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa kuat tekan tertinggi pada bata ringan ukuran kubus 10x10x10 cm pada campuran 1:1 dengan kuat tekan pada umur 28 hari adalah 0.803 MPa dan perpendekan (*displacement*) yang didapatkan adalah 1.97 mm. Nilai kuat tekan tertinggi pada bata ringan ukuran balok 10x20x60 cm pada campuran 1:1 dengan kuat tekan pada umur 28 hari adalah 1.177 MPa dan perpendekan

(*displacement*) yang didapatkan adalah 7.57 mm. Dengan demikian campuran dengan kuat tekan tertinggi adalah pada perbandingan campuran semen berbanding pasir sebesar 1:1.

Dari penelitian juga disimpulkan bahwa paparan suhu tinggi dapat mempengaruhi kuat tekan bata ringan kubus 10x10x10 cm dimana dapat terlihat bahwa sebelum terpapar dan setelah terpapar mengalami penurunan. Pada campuran semen berbanding pasir sebesar 1:1 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 58.09 %. Campuran semen berbanding pasir 2:3 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 51.72 %. Sedangkan pada campuran semen berbanding pasir 1:2 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 46.67 %.

Paparan suhu tinggi juga mempengaruhi kuat tekan bata ringan ukuran balok 10x20x60 cm dimana dapat terlihat bahwa sebelum terpapar dan setelah terpapar mengalami penurunan. Pada campuran semen berbanding pasir 1:1 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 37,771 %. Campuran semen berbanding pasir 2:3 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 36.683 %. Sedangkan pada campuran semen berbanding pasir 1:2 mengalami penurunan kuat tekan sekitar 36.293 %.

Analisis mekanik menggunakan program *LUSAS V19* didapatkan nilai perpendekan (*displacement*), dimana perbandingan nilai *displacement* antara eksperimental dengan *LUSAS v 19* tidak berbeda jauh. Bata ringan ukuran kubus 10x10x10 cm nilai selisih *displacement* tertinggi adalah 0.010 mm untuk campuran semen berbanding pasir 2:3 umur 28 hari. Untuk bata ringan ukuran balok 10x20x60 cm nilai selisih *displacement* tertinggi adalah 0.290 mm pada campuran semen berbanding pasir 1:1 umur 28 hari.

Berdasarkan analisis fisik pengujian bata ringan akibat terpapar suhu tinggi didapatkan kesimpulan bahwa paparan suhu tinggi pada bata ringan dapat menyebabkan perubahan pada bata ringan tersebut, yaitu perubahan warna, perubahan ukuran pori bata ringan dan terdapat retak-retak rambut pada bata ringan.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 869/C 969M-11(2016). (2016). Standard Specification for Foaming Agents Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete. *American Society for Testing and Material*, 91(Reapproved), 1–2. <https://doi.org/10.1520/C0869>
- Bella, R. A., Pah, J. J. S., & Ratu, A. G. (2017). Perbandingan Presentase Penambahan Fly Ash terhadap Kuat Tekan Bata Ringan Jenis CLC. *Jurnal Teknik Sipil*, VI(2), 199–204.
- Cornelis, R., Hunggurami, E., & Tokang, N. Y. (2014). Kajian Kuat Tekan Beton Pasca Bakar Dengan Dan Tanpa Perendaman Berdasarkan Variasi Mutu Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, III(2), 161–172.
- Eban, K. K., Utomo, S., & Simatupang, P. H. (2018). Perbandingan Kuat Tekan Bata Ringan CLC Menggunakan Pasir Gunung Boleng Dan Pasir Takari. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 163–170.
- Hunggurami, E., Bunganaen, W., & Muskanan, R. Y. (2014). Studi Eksperimental Kuat Tekan dan Serapan Air Bata Ringan Cellular Light Weight Concrete dengan Tanah Putih Sebagai Agregat. *Jurusan Teknik Sipil, FST Undana*, 3(2), 125–136.
- Husin, A. A., & Agustiningtyas, R. S. (2008). Pengaruh Penambahan Foam Agent Terhadap Kualitas Bata Beton. *Jurnal Permukiman*, 3(3), 196. <https://doi.org/10.31815/jp.2008.3.196-207>
- Mydin, A. O., Awang, H., & Roslan, A. F. (2012). Determination of lightweight foamed concrete thermal properties integrating various additives. *Elixir Cement & Con. Com.*, 48(January 2012), 9286–9291.
- Pah, J. J. S., Uly, P. S. B. M., & Widodo, T. (2020). Pengaruh Bahan Tambahan Terhadap Kuat Tekan, Berat, Dan Serapan Air Bata Ringan Clc. *Jurnal Teknik Sipil*, 9(1), 81–92.
- Prasetya, R., Wahyuni, E., & Wisnumurti, W. (2017). Eksperimen Dan Analisis Lebar Retak Pada Balok Beton Bertulang Pasca Paparan Suhu Tinggi. *Rekayasa Sipil*, 11(2), 84–90. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil/2017.011.02.1>
- Pratama, A. R., Suryanita, R., & Ismeddiyanto. (2019). Simulasi Sifat Termal Bata Ringan Celular Lightweight Concrete Menggunakan LUSAS V. 17. *Jurnal Sainstek STT Pekanbaru*, 7(2).

- Setyo, E. W. (2016). Pengaruh Perubahan Microstruktur Beton Akibat Suhu Tinggi Terhadap Lebar Retak Balok Beton Bertulang. *Rekayasa Sipil, 10*(2), 106–113.
- Taufik, H., Kurniawandy, A., & Arita, D. (2017). Tinjauan Kuat Tekan Bata Ringan Menggunakan Bahan Tambah Foaming Foaming Agent. *Jurnal Saintis, 17*(1), 52–62.
- Wahyuni, E., & Anggraini, R. (2010). Pengaruh Perbedaan Proses Pendinginan Terhadap Perubahan Fisik dan Kuat Tekan Beton Pasca Bakar. *Jurnal Rekayasa Sipil, 4*(1), 1–9.