



Terbit online pada laman web jurnal : <http://jurnal.sttp-yds.ac.id>

SAINSTEK
(e-Journal)

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Simulasi Sifat Termal Bata Ringan *Celular Lightweight Concrete* Menggunakan LUSAS V.17

Abrar Rifqi Pratama^a, Reni Suryanita^b, Ismediyanto^c

^aJurusan Teknik Sipil Universitas Riau, Tampan, Pekanbaru 28292, Indonesia

^bJurusan Teknik Sipil Universitas Riau, Tampan, Pekanbaru 28292, Indonesia

^cJurusan Teknik Sipil Universitas Riau, Tampan, Pekanbaru 28292, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 22 Agustus 2019

Revisi Akhir: 03 Desember 2019

Diterbitkan Online: 28 Desember 2019

KATA KUNCI

Bata Ringan CLC

Bata Merah

LUSAS V17

Penjalaran Panas

Suhu

KORESPONDENSI

Telepon: +62 878-8286-2702

E-mail: abrar.rifqipratama@student.unri.ac.id

ABSTRACT

Perkembangan penduduk yang semakin pesat menyebabkan kebutuhan yang semakin tinggi terhadap pembangunan. Semakin meningkatnya pembangunan maka semakin meningkat pula kebutuhan terhadap bahan bangunan. Ini menyebabkan semakin banyak solusi alternatif yang ditawarkan untuk bahan bangunan salah satunya adalah bata ringan CLC. Bata ringan CLC mulai banyak digunakan sebagai pengganti bata merah karena memiliki *density* yang lebih kecil dari bata merah namun masih minim penelitian tentang bata ringan CLC ini. Pada penelitian ini dilakukan analisis perbandingan suhu yang diserap oleh bata ringan CLC dan bata merah dengan ukuran 60 cm x 10 cm x 20 cm dan variasi *density* bata ringan CLC 600 kg/m³, 700 kg/m³, 800 kg/m³, 900 kg/m³, 1000 kg/m³ dan bata merah 1700 kg/m³. Analisis penjaluran panas dilakukan menggunakan perangkat lunak LUSAS V17 dengan variasi suhu mulai dari suhu 30 °C hingga 1000 °C yang terpapar selama 2 jam. Hasil penelitian didapatkan bahwa bata ringan CLC dengan *density* 600 kg/m³ menghasilkan tahanan panas sekitar 45,59%, bata ringan CLC dengan *density* 700 kg/m³ menghasilkan tahanan panas sekitar 37,925 %, bata CLC dengan *density* 800 kg/m³ menghasilkan tahanan panas sekitar 32,78 %, bata CLC dengan *density* 900 kg/m³ menghasilkan tahanan panas sekitar 29,13 %, bata CLC dengan *density* 1000 kg/m³ menghasilkan tahanan panas sekitar 26,39 %, sedangkan bata merah tahanan panas sekitar 25,92 %. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa bata CLC lebih nyaman digunakan untuk dinding ruangan dibandingkan dengan bata merah.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan penduduk yang semakin pesat menyebabkan kebutuhan yang semakin tinggi terhadap pembangunan. Dengan semakin meningkatnya pembangunan maka semakin meningkat pula kebutuhan terhadap bahan bangunan. Ini menyebabkan semakin banyak solusi alternatif yang ditawarkan untuk bahan bangunan salah satunya adalah bata ringan.

Bata ringan terbuat dari bahan semen, pasir, air dan foam agent yang diaduk dalam mixer hingga rata. Bata ringan ini di cetak dengan berbagai variasi ukuran sesuai kebutuhan. Jika dibandingkan dengan bata merah yang bahan bakunya adalah tanah maka bata ringan lebih ramah lingkungan karena

mengurangi efek dan dampak dari penambangan serta pembuatan bata merah yang menggunakan tungku bakar juga mencemari udara.

Oleh karena banyak pembangunan yang sudah mulai menggunakan bata ringan maka semakin berkembang pula penelitian untuk menganalisis bata ringan ini. Salah satu yang menjadi pembanding antara bata ringan dan bata merah adalah penjaluran panas bata ringan lebih rendah dibandingkan bata merah.

Penjaluran panas bata ringan yang lebih rendah dari pada bata merah akan mengakibatkan suhu ruangan lebih nyaman dibandingkan ruangan yang menggunakan dinding bata merah. Selain untuk kenyamanan ruangan angka penjaluran panas bata

ringan juga dapat dianalisis dampaknya jika terjadi paparan suhu tinggi pada bata ringan dan berapa penyerapan panas yang dapat dilakukan oleh bata ringan.

Dalam artikel ini telah dilakukan analisis perhitungan lama penyebaran panas pada bata ringan dengan variasi suhu pemanasan dan *density* dibandingkan dengan bata merah.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Karakteristik Bata ringan

Bata ringan umumnya memiliki berat jenis (*density*) yang lebih rendah daripada bata lainnya. Bata ringan ini mempunyai bahan baku terdiri dari pasir silika, kapur, semen, air, ditambah dengan suatu bahan pengembang yang dirawat dengan tekanan uap air. Berbeda dari bata umumnya, berat bata ringan ini dapat diatur sesuai kebutuhan. Biasanya berat jenis bata ringan berkisar antara 600 hingga 1600 kg/m³. Keunggulan utama dari bata ringan adalah berat sendiri. Hal ini akan memberikan dampak yang signifikan apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) karena akan mengurangi berat yang dibebankan kepada pondasi.

2.2. Thermal Conductivity Bata ringan

Menurut [1] *thermal conductivity* atau konduktivitas termal adalah perpindahan panas melalui benda padat. Panas tersebut bergerak dari partikel yang lebih panas ke molekul yang lebih dingin tetapi perpindahan panas ini tidak menyebabkan perpindahan molekul benda.

Kecepatan aliran panas pada suatu benda padat ditunjukkan dari nilai konduktivitas termal material tersebut. Semakin besar nilai konduktivitas termal suatu material maka material tersebut semakin baik dalam memindahkan panas, dan sebaliknya.

Menurut Hukum Fourier Konduktivitas termal ini adalah penyaluran kalor tanpa disertai perpindahan bagian-bagian zat perantaranya. Penyaluran ini biasanya terjadi pada benda padat. Kalor yang mengalir dari sisi yang bersuhu tinggi ke sisi yang lebih rendah.

Oleh karena itu, pemanfaatan bahan bangunan dengan konduktivitas termal rendah sangat penting untuk mengurangi penyebaran panas gedung di negara beriklim tropis seperti Indonesia. Bata ringan telah diakui untuk kinerja yang unggul dalam isolasi termal dan karakteristik isolasi suara karena mikro selular. Konduktivitas termal bata ringan biasanya 5 – 30 % dari beton normal dan berkisar antara 0,1 W/ m⁰K sampai 0,7 W/ m⁰K. Tabel 1 menunjukkan nilai konduktivitas termal pada bata ringan.

Tabel 1. Nilai Konduktivitas Termal pada bata ringan

Density (Kg/m ³)	Thermal Conductivity (W/ m ⁰ K)
600	0,19
1000	0,43
1400	0,59
mortar	0,96

Sumber : (Mydin, 2012)

2.3. Spesific Heat Capacity Bata ringan

Specific heat capacity atau kapasitas kalor jenis adalah karakteristik yang menggambarkan jumlah input panas yang dibutuhkan untuk menaikkan satu satuan massa material satu satuan temperatur.

Berdasarkan hasil [2] tentang kalor jenis untuk bata ringan dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Nilai *Specific Heat* untuk bata ringan

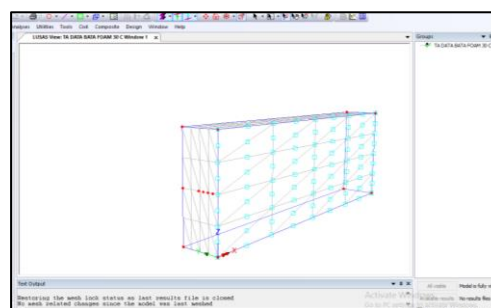
Density (Kg/m ³)	Spesific Heat (M.J/m ³ K)
600	0,54
1000	0,81
1400	0,98
Mortar	1,47

Sumber : (Mydin, 2012)

2.4. Perangkat Lunak LUSAS V17

Perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis balok beton bertulang adalah *London University Stress Analysis System (LUSAS)*. *LUSAS* merupakan salah satu perangkat lunak yang dapat digunakan untuk menganalisis studi kasus maupun perilaku pada struktur. Salah satu kelebihan software *LUSAS* yaitu mampu menganalisis secara detail baik analisis struktur maupun transfer suhu.

Perangkat lunak *LUSAS* dikembangkan oleh sekelompok peneliti di Universitas London yang dipimpin oleh Dr. Paul Lyons pada tahun 1982. Software *LUSAS* memiliki 4 produk utama yaitu *civil and struktural*, *bridge*, *analyst*, dan *composite*. Gambar 1 menunjukkan tampilan utama perangkat lunak *LUSAS*.



Gambar 1. Tampilan Perangkat Lunak LUSAS

[3] menyatakan bahwa dalam melakukan analisis pada *LUSAS* terbagi atas tiga tahapan utama yaitu permodelan (*modelling*), menjalankan permodelan (*running the analysis*), dan melihat hasil analisis (*viewing the result*).

2.4.1. Permodelan (*modelling*).

Permodelan merupakan salah satu tahapan awal yang perlu dilakukan dalam menganalisis suatu studi kasus maupun perilaku struktur. Permodelan dalam *LUSAS* memperhitungkan unsur geometrik maupun karakteristik struktur meliputi bahan, pembebanan, dan tumpuan. Pada permodelan terbagi menjadi beberapa garis besar, yaitu:

1. Geometri (*geometry*)

Geometri merupakan suatu gambaran yang akan dibuat dari beberapa koordinat membentuk suatu garis, luasan, dan volume yang menggambarkan suatu model. Model dalam *LUSAS* dapat

digambarkan baik dalam proyeksi dua dimensi (2D) maupun tiga dimensi (3D). Membuat geometri pada *LUSAS* dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu mengimput koordinat, menggambar dengan menggunakan kursor, maupun menyalin model yang telah ada.

2. Atribut (*attributes*)

Atribut merupakan sebuah perilaku yang diberikan pada model yang telah dibuat maupun faktor yang mempengaruhi suatu model. Adapun penggunaan atribut pada *LUSAS* meliputi jaringan, pembebanan, material, maupun tumpuan yang dimana dapat berbeda-beda.

Dalam setiap studi kasus yang hendak dimodelkan, hal yang pertama kali harus dibuat adalah atribut. Setelah atribut dibuat, kemudian dikenakan pada model yang telah dibuat. Proses ini disebut dengan proses pendefinisian. Pendefinisian dalam hal ini dapat berisi informasi tambahan seperti arah gaya, faktor skala, dan lainnya.

3. Pembebanan (*loadcases*)

Pembebanan merupakan istilah gaya yang bekerja pada suatu model. Setiap pembebanan dapat dianalisis secara terpisah dan hasil analisis juga tersedia secara terpisah. Pembebanan dalam *LUSAS* dapat dibedakan berdasarkan ketetapan analisis pada model yaitu pembebanan struktur dan pembebanan suhu. Pada perangkat lunak *LUSAS*, pembebanan struktur dan suhu dapat dilakukan analisis secara bersamaan.

Dalam analisis nonlinear, pembebanan setara dengan tahapan analisis dimana pada setiap pembebanan, perletakan, maupun jenis dari analisis dapat diubah.

4. Jaringan (*meshing*)

Jaringan merupakan pengaturan model / elemen dimana model / elemen yang telah dibuat harus dipecah menjadi node dan elemen yang lebih kecil. Jika jaringan pada model semakin rapat maka hasil analisis yang dihasilkan akan semakin akurat. Atribut jaringan dapat dibuat dan diterapkan pada geometri pada cara yang sama. Atribut jaringan menjabarkan mengenai jenis, jumlah node dan bentuk elemen yang akan digunakan dalam mewakili setiap bagian dari geometri. Mengubah kerapatan jaringan pada geometri tanpa mengganggu model serta geometri merupakan salah satu keuntungan pendekatan analisis menggunakan jaringan. Kerapatan pada geometri model dapat berubah bila data jaringan diganti.

Dalam *LUSAS* setiap mesh yang dibuat dan diubah akan secara otomatis diterapkan pada model dan akan terus diupdate. Namun mesh pada model tidak akan terupdate bila hasil analisis pada model telah ditampilkan. Selain itu, mesh pada model dapat dikunci sehingga tidak dapat diubah lagi.

5. Utilitas (*utilities*)

Utilitas merupakan jenis analisis yang memerlukan ataupun membuat data tambahan yang mirip dengan atribut namun tidak dapat diterapkan pada geometri. Utilitas juga dapat membuat jenis geometri serta material yang tidak tersedia *LUSAS*.

6. Kontrol (*control*)

Kontrol digunakan untuk mengontrol proses analisis pada model. Hal ini dilakukan karena pada dasarnya analisis statis linear lebih mudah daripada analisis non-linear.

2.4.2. Menjalankan permodelan (*running the analysis*)

Menjalankan permodelan merupakan tahap setelah permodelan telah selesai dengan sempurna. Model yang telah diselesaikan kemudian dianalisis menggunakan *LUSAS Solver* yang

menganalisis serta mengeluarkan hasil analisis pada tahap berikutnya. *LUSAS Solver* juga dapat mendeteksi kesalahan pada permodelan sebelum dilakukan analisis serta menawarkan beberapa opsi dalam perbaikan model yang telah dibuat.

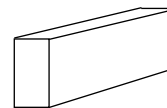
2.4.3. Hasil analisis (*viewing the result*)

Setelah *LUSAS Solver* telah menyelesaikan analisis pada model, maka hasil analisis dapat dilihat pada *LUSAS Modeller*. Hasil yang disediakan pada *LUSAS Modeller* dapat berupa perilaku deformasi, nilai, vektor, kontur, serta diagram pada model.

3. METODOLOGI

3.1. Spesifikasi Elemen Bata Ringan

Permodelan yang digunakan pada analisis adalah elemen bata ringan dengan spesifikasi sebagai berikut:



Panjang = 60 cm

Lebar = 7,5 cm

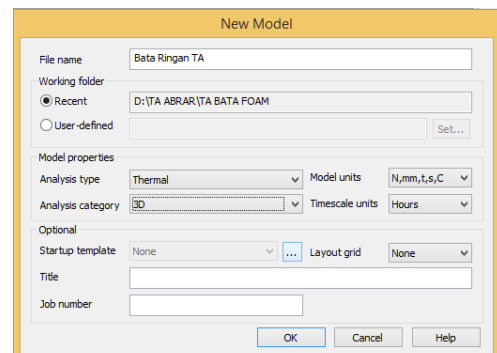
Tinggi = 20 cm

Penelitian bata ringan ini dilakukan dengan berbagai variasi *density* yaitu 600 kg/m³, 700 kg/m³, 800 kg/m³, 900 kg/m³ dan 1000 kg/m³.

3.2. Menentukan Distribusi Temperatur pada Penampang Bata Ringan menggunakan Perangkat Lunak *LUSAS V.17*

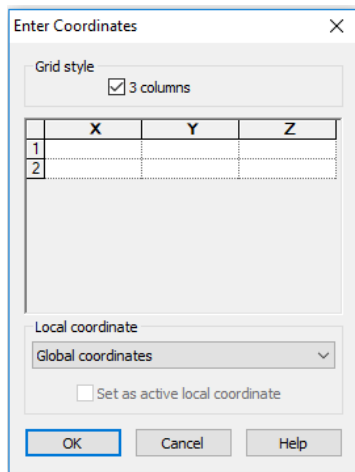
Berikut merupakan tahapan yang perlu dilakukan dalam menganalisis model elemen bata ringan, yaitu :

1. Membuka program perangkat lunak *LUSAS* dan memilih fitur *Civil & Structural Plus*. Kemudian memilih fitur *New Model* kemudian mengisi *File Name* dengan Bata Ringan TA. Pada *Analysis type* kemudian memilih *Thermal* dan *Analysis category* yang digunakan adalah 3D. Pada *Model units* N,mm,t,s,C dan *Timescale units* yang digunakan adalah *Hours*. Gambar 2. menunjukkan gambar *New Model* yang terdapat pada perangkat lunak *LUSAS*.



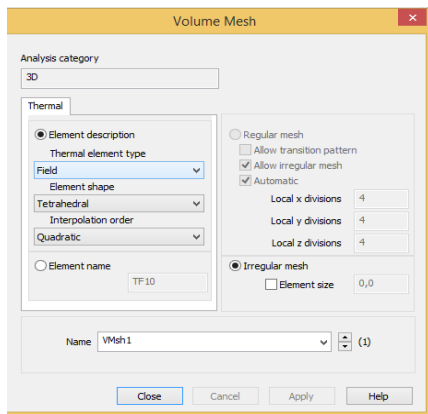
Gambar 2. Langkah 1 Permodelan

2. Kemudian membuat geometri bata ringan dengan memilih fitur *line*, dan memasukkan data koordinat x, kemudian mentranslasikan ke arah sumbu y dan sumbu z dengan memilih fitur *sweep geometry*. Gambar 3 menunjukkan gambaran data koordinat pada perangkat lunak LUSAS.



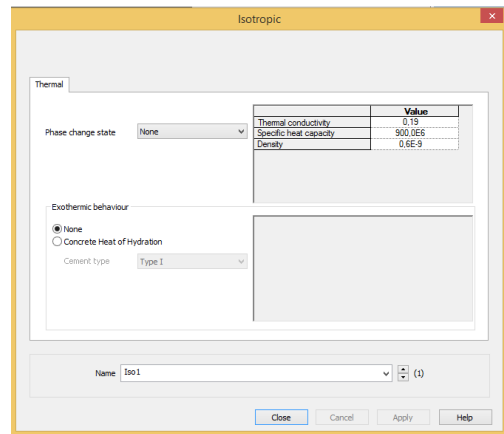
Gambar 3. Langkah 2 Geometri

3. Untuk *mesh* (jaringan) dibuat dengan mengklik menu *attributes* dan memilih *mesh*. Pada *mesh* kemudian memilih *volume* untuk beton dan *line* untuk tulangan. Pada beton, *Thermal element type* yang digunakan berupa *field* dan *element shape* yang digunakan berupa *Tetrahedral* serta *interpolation order* yang digunakan berupa *quadratic* karena hasil analisis yang ditampilkan mendekati perilaku asli. Gambar 4 menunjukkan data *mesh* pada bata ringan.



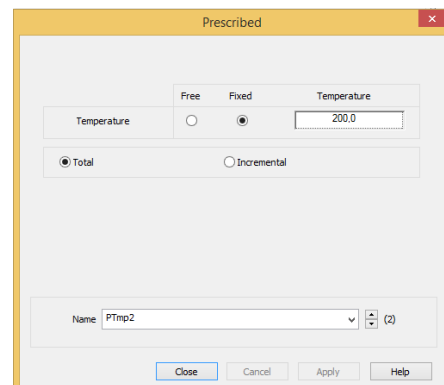
Gambar 4. Langkah 3 Permodelan Jaringan Bata Ringan

4. Untuk material dibuat dengan mengklik menu *attributes* dan memilih *material*. Pada *material* kemudian memilih *isotropic* karena mengasumsikan material yang digunakan memiliki sifat yang sama terhadap semua arah. Pada *isotropic*, mengisi data *thermal conductivity* untuk bata ringan, *specific heat capacity* untuk bata ringan dan *density* untuk bata ringan. Gambar 5 menunjukkan data material bata ringan.

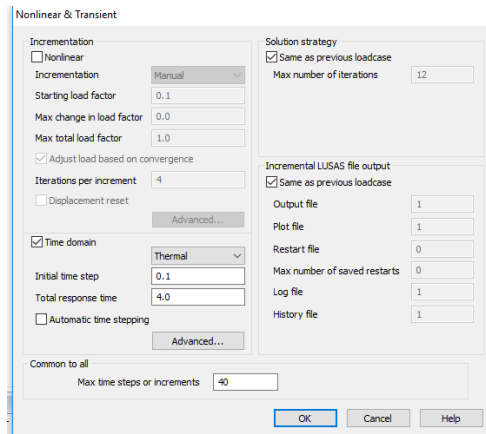


Gambar 5. Langkah 4 Permodelan Material Bata Ringan

5. Untuk pembebanan dibuat dengan mengklik menu *attributes* dan memilih *loading*. Pada *Loading* kemudian memilih *Prescribed*. Beban yang dimaksud pada kasus ini adalah *Thermal Loading* yang akan dipaparkan pada balok. *Prescribed Temperature* atau suhu tinggi pemanasan. Gambar 6 menunjukkan data *Thermal Loading*.

Gambar 6. Langkah 5 Permodelan *Loding Thermal* suhu tinggi

6. Menginput data mesh (jaringan), geometri, material dan pembebanan ke dalam model bata ringan. Menginput dilakukan dengan cara memblok bata ringan kemudian mendrag data ke dalam gambar.
7. Mengatur analisis pada bata ringan berupa analisis nonlinier. Analisis nonlinear yang diatur adalah durasi lamanya beban suhu bekerja pada permodelan. Adapun *time domain* yang di *setting* pada LUSAS adalah dengan menginput *initial time step* yaitu interval waktu hasil analisis dan *total response time* yaitu total waktu pembakaran. Sedangkan *max time steps or increment* adalah banyaknya tahapan waktu output dari analisis. Gambar 7. menunjukkan data analisis nonlinier



Gambar 7. Data analisis nonlinear

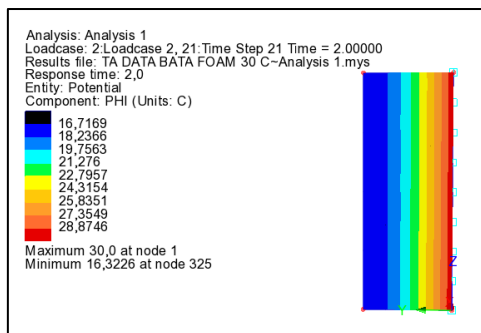
Menjalankan analisis thermal pada permodelan bata ringan tanpa sengkang, analisis dilakukan dengan mengklik *solve now*. Hasil analisis yang bisa didapatkan berupa kontur, vector, perubahan bentuk, diagram dan nilai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Distribusi Bata Ringan Menggunakan LUSAS V17

Pada analisis menggunakan program *LUSAS V17* menentukan pola kontur distribusi temperatur dilakukan permodelan analisis terlebih dahulu yaitu ukuran bata ringan yang akan kita tinjau. Selanjutnya, *input* atribut-atribut yang dibutuhkan dalam analisis, berupa *mesh*, *geometric* tulangan, material, dan suhu tinggi yang bekerja. Jika permodelan beserta atribut telah selesai, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *control setting* pada durasi pemanasan yang bekerja pada permodelan. Lalu, lakukan analisis pada permodelan sehingga akan didapatkan output yang diinginkan.

Output yang akan dianalisis ini adalah berupa pola kontur distribusi temperatur pada penampang tengah bata ringan. Pola kontur ini akan mempresentasikan distribusi temperatur pada penampang dengan lebih mendetail berdasarkan analisis elemen hingga program *LUSAS V 17*. Adapun sebagai contoh ditampilkan pola kontur tiap durasi waktu yang didapatkan dengan variasi suhu dari 30 °C hingga 1000 °C yang dipaparkan dari 1 sisi sehingga dapat diketahui efek tahanan panas yang dapat dilakukan oleh bata ringan terhadap suhu panas yang dipaparkan. Pada Gambar 8 adalah hasil kontur untuk jenis Bata Ringan dengan *Density* 600 kg/m³ dipaparkan suhu 30°C selama 2 jam.

Gambar 8 Distribusi Temperatur dengan paparan panas 30 °C selama 2 jam pada bata ringan *density* 600 kg/m³

Untuk hasil lengkapnya telah dirangkum dalam Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 3. Data Hasil *Running LUSAS V17* pada Bata Ringan *Density* 600 kg/m³ dan Tahanan Panas

Suhu Paparan (°C)	Hasil Suhu Minimum (°C)	Hasil Suhu Maksimum (°C)	% Tahanan Panas
30	16.3226	30	45.59
50	27.2043	50	45.59
100	54.4086	100	45.59
150	81.6129	150	45.59
200	108.8170	200	45.59
250	136.0210	250	45.59
300	163.2260	300	45.59
350	190.4300	350	45.59
400	217.6340	400	45.59
450	244.8390	450	45.59
500	272.0430	500	45.59
550	299.2470	550	45.59
600	326.4510	600	45.59
650	353.6560	650	45.59
700	380.8600	700	45.59
750	408.0640	750	45.59
800	435.2690	800	45.59
850	462.4730	850	45.59
900	489.6770	900	45.59
950	516.8810	950	45.59
1000	544.0860	1000	45.59

Tabel 4. Data Hasil *Running LUSAS V17* pada Bata Ringan *Density* 700 kg/m³ dan Tahanan Panas

Suhu Paparan (°C)	Hasil Suhu Minimum (°C)	Hasil Suhu Maksimum (°C)	% Tahanan Panas
30	18.6225	30	37.93
50	31.0375	50	37.93
100	62.0750	100	37.93
150	93.1126	150	37.92
200	124.1500	200	37.93
250	155.1880	250	37.92
300	186.2250	300	37.93
350	217.2630	350	37.92
400	248.3000	400	37.93
450	279.3380	450	37.92
500	310.3750	500	37.93
550	341.4130	550	37.92
600	372.4500	600	37.93
650	403.4880	650	37.92

700	434.5250	700	37.93
750	465.5630	750	37.92
800	496.6000	800	37.93
850	527.6380	850	37.92
900	558.6750	900	37.93
950	589.7130	950	37.92
1000	620.7500	1000	37.93

Tabel 5 Data Hasil *Running LUSAS V17* pada Bata Ringan
Density 800 kg/m³ dan Tahanan Panas

Suhu Paparan (°C)	Hasil Suhu Minimum (°C)	Hasil Suhu Maksimum (°C)	% Tahanan Panas
30	20.1667	30	32.78
50	33.6112	50	32.78
100	67.2223	100	32.78
150	100.834	150	32.78
200	134.445	200	32.78
250	168.056	250	32.78
300	201.667	300	32.78
350	235.278	350	32.78
400	268.889	400	32.78
450	302.501	450	32.78
500	336.112	500	32.78
550	369.723	550	32.78
600	403.334	600	32.78
650	436.945	650	32.78
700	470.556	700	32.78
750	504.168	750	32.78
800	537.779	800	32.78
850	571.39	850	32.78
900	605.001	900	32.78
950	638.612	950	32.78
1000	672.223	1000	32.78

Tabel 6 Data Hasil *Running LUSAS V17* pada Bata Ringan
Density 900 kg/m³ dan Tahanan Panas

Suhu Paparan (°C)	Hasil Suhu Minimum (°C)	Hasil Suhu Maksimum (°C)	% Tahanan Panas
30	21.2596	30	29.13
50	35.4326	50	29.13
100	70.8652	100	29.13
150	106.298	150	29.13
200	141.73	200	29.14
250	177.163	250	29.13
300	212.596	300	29.13
350	248.028	350	29.13
400	283.461	400	29.13

450	318.893	450	29.13
500	354.326	500	29.13
550	389.759	550	29.13
600	425.191	600	29.13
650	460.624	650	29.13
700	496.056	700	29.13
750	531.489	750	29.13
800	566.922	800	29.13
850	602.354	850	29.13
900	637.787	900	29.13
950	673.219	950	29.13
1000	708.652	1000	29.13

Tabel 7 Data Hasil *Running LUSAS V17* pada Bata Ringan
Density 1000 kg/m³ dan Tahanan Panas

Suhu Paparan (°C)	Hasil Suhu Minimum (°C)	Hasil Suhu Maksimum (°C)	% Tahanan Panas
30	22.0836	30	26.39
50	36.8061	50	26.39
100	73.6121	100	26.39
150	110.418	150	26.39
200	147.224	200	26.39
250	184.03	250	26.39
300	220.836	300	26.39
350	257.643	350	26.39
400	294.449	400	26.39
450	331.255	450	26.39
500	368.061	500	26.39
550	404.867	550	26.39
600	441.673	600	26.39
650	478.479	650	26.39
700	515.285	700	26.39
750	552.091	750	26.39
800	588.897	800	26.39
850	625.703	850	26.39
900	661.509	900	26.50
950	699.315	950	26.39
1000	736.121	1000	26.39

Berdasarkan Tabel 3, Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6 dan Tabel 7 dapat disimpulkan bahwa pada bata ringan dengan *density* 600 kg/m³ didapatkan nilai tahanan panas yaitu sekitar 45,59 %, pada *density* 700 kg/m³ didapatkan nilai tahanan panas yaitu sekitar 37,93 %, pada *density* 800 kg/m³ didapatkan nilai tahanan panas yaitu sekitar 32,78 %, pada *density* 900 kg/m³ didapatkan nilai tahanan panas yaitu sekitar 29,13 %, dan pada *density* 1000 kg/m³ didapatkan nilai tahanan panas yaitu sekitar 26,39 %. Hal ini membuktikan bahwa semakin besar nilai *density* bata ringan maka tahanan panas yang terjadi juga semakin kecil.

4.2. Hasil Distribusi Bata Merah Menggunakan LUSAS V17

Proses pengolahan data untuk bata merah tidak jauh berbeda dengan bata ringan pada Tabel 8 adalah hasil dari *running data*.

Tabel 8. Data Hasil *Running LUSAS V17* pada Bata Merah dan Tahanan Panas

Suhu (°C)	Hasil Suhu Minimum (°C)	Hasil Suhu Maksimum (°C)	% Tahanan Panas
30	22.2244	30	25.92
50	37.0406	50	25.92
100	74.0812	100	25.92
150	111.122	150	25.92
200	148.162	200	25.92
250	185.203	250	25.92
300	222.244	300	25.92
350	259.284	350	25.92
400	296.325	400	25.92
450	333.365	450	25.92
500	370.406	500	25.92
550	407.447	550	25.92
600	444.487	600	25.92
650	481.528	650	25.92
700	518.568	700	25.92
750	555.609	750	25.92
800	592.65	800	25.92
850	629.69	850	25.92
900	666.731	900	25.92
950	703.771	950	25.92
1000	740.812	1000	25.92

Berdasarkan Tabel 8 didapatkan hasil nilai tahanan panas bata merah adalah sebesar 25.92 %.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis *finite element LUSAS* sebagai berikut:

- Hasil Distribusi temperatur pada ringan menggunakan *LUSAS V17* pada *density* 600 kg/m³ didapatkan nilai tahanan panas yaitu sekitar 45,59 %, pada *density* 700 kg/m³ didapatkan nilai tahanan panas yaitu sekitar 37,93 %, pada *density* 800 kg/m³ didapatkan nilai tahanan panas yaitu sekitar 32,78 %, pada *density* 900 kg/m³ didapatkan nilai tahanan panas yaitu sekitar 29,13 %, dan pada *density* 1000 kg/m³ didapatkan nilai tahanan panas yaitu sekitar 26,39 %.
- Hasil dari perbandingan tahanan panas antara bata ringan dengan bata merah di dapatkan nilai tahanan panas bata ringan antara 26,39 % - 45, 59 % dan bata merah sekitar

25,92 %. Hal ini membuktikan bahwa bata ringan lebih mampu menahan panas dibandingkan dengan bata merah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada penelitian ini, kami ingin mengucapkan terima kasih kepada Kemenristekdikti atas pendanaan penelitian melalui Skema Penelitian Berbasis Kompetensi 2019. Semoga hasil penelitian yang didapatkan dapat memberikan kontribusi bagi riset dan teknologi Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- E.P. Susanto. "Studi Penggunaan Dinding *Foam Concrete* (FC) dalam Efisiensi Energi dan Biaya untuk Pendinginan Udara (*Air Conditioner*)". Thesis Magister. Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia, 2013.
- A.O. Mydin, et al. "Various Additives Determination of Lightweight Foamed Concrete Thermal Properties Integrating Various Additives". *Elixir Cement & Con. Com*, Volume 48, 2012, Pages 9286-9291.
- W.R.O Intansari, "Pemanfaatan Program Bantu Analisa Struktur LUSAS Untuk Mengevaluasi Ketahanan Api Elemen Struktur Beton Bertulang Pada Contoh Kasus ACI 216R-89," pp.1-26, 2012.
- Floris, "Analisis Numerik Pengaruh Suhu Tinggi terhadap Momen Kapasitas Penampang Elemen Balok Beton Bertulang. *Jom FTEKNIK*, Volume 5, 2018, Pages 3-8.
- Dr. Paul Lyons, "London University Stress Analysis System (LUSAS)." Universitas London, 1982.
- A.O. Mydin, " An Experimental Investigation on Thermal Conductivity of Lightweight Foamcrete for Thermal Insulation. *Jurnal Teknologi*, Volume 63:1, 2013, Pages 43-49