



## **Analisis Pengaruh Pengujian Tekan Terhadap Suhu, Pengerinan Awal, dan lama Penahanan Waktu Pemanasan Bata Merah Dengan Metode RSM**

**Yuliyanto<sup>1\*</sup>, Eko Yudo<sup>2</sup>, Ramli<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

\*Email : belzanyuliyanto@yahoo.com

*Received: 10 Mei 2021; Received in revised form: 10 Juni 2023; Accepted: 18 Juni 2023*

### **Abstract**

*Red brick is a very important building material in building construction. Red brick has a rectangular physical shape with a distinctive color, namely red. Red bricks are made of clay mixed with sand and water, then mixed evenly and molded as desired. According to the quality standards, red brick is said to be of good quality and quality if it has several criteria including having the required size, compressive strength, and water absorption capacity. This research was conducted to see the effect of the length of drying time after printing, the effect of heating time, heating temperature, and the surface topography of red brick. The data processing method uses the Response Surface (RSM) method using Design Expert 09 software. The results show the smallest compressive test value of 131.4 kg/cm<sup>2</sup>. The biggest value is 148 kg/cm<sup>2</sup>. The most significant influence on the red brick making process is the drying time. The longer the drying process will cause the water content in the red brick to decrease. The SEM results show that the effect of drying red bricks that experience longer drying will coalesce and crystallize more easily. Based on the analysis of the results of the study that a longer drying time will cause an increase in compressive strength.*

**Keywords:** Red brick, press test, drying time, temperature, heating process

### **Abstrak**

Bata merah merupakan bahan bangunan yang sangat penting dalam pembuatan konstruksi gedung. Bata merah memiliki bentuk fisik persegi panjang dengan warna khas yaitu merah. Bata merah terbuat dari tanah liat yang dicampur dengan pasir dan air, kemudian dicampur secara merata dan dicetak sesuai keinginan. Menurut standar mutu Bata merah dikatakan bermutu dan berkualitas baik apabila memiliki beberapa kriteria diantaranya mempunyai ukuran, kuat tekan, dan daya serap air yang dipersyaratkan. Penelitian ini dilakukan untuk melihat Pengaruh lama waktu pengeringan setelah dicetak, pengaruh waktu pemanasan, temperatur pemanasan, dan topografi permukaan Bata Merah. Metode pengolahan data menggunakan metode Permukaan Respon (RSM) menggunakan perangkat lunak Design Expert 09. Hasilnya menunjukkan nilai uji tekan terkecil yaitu 131,4 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai yang terbesar sebesar 148 kg/cm<sup>2</sup>. Pengaruh yang paling signifikan pada proses pembuatan bata merah ini adalah lama proses pengeringan. Semakin lama proses pengeringan akan menyebabkan kadar air didalam bata merah berkurang. Hasil SEM menunjukkan bahwa pengaruh pengeringan bata merah yang mengalami pengeringan lebih lama akan lebih mudah menyatu dan mengkristal. Berdasarkan analisis hasil penelitian bahwa waktu pengeringan yang lebih lama akan menyebabkan kekuatan tekan meningkat.

**Kata kunci:** batu bata, uji tekan, pengeringan, temperatur, waktu pemanasan

## 1. PENDAHULUAN

Di Propinsi Kepulauan Bangka Belitung secara umum proses pembuatan bata merah masih dilakukan secara manual dan hanya diproduksi oleh pabrik lokal. Pembuatan bata merah tersebut dilakukan masyarakat dengan sistim upah sebesar lima ratus rupiah (Rp.500). Bahan bata merah umumnya adalah tanah liat yang dicampur dengan pasir dan air. Kemudian di campur secara merata dengan cara di pijak menggunakan kaki sampai kalis atau merata. Selanjutnya tanah yang sudah dicampur dicetak sesuai keinginan Umumnya ukuran bata merah adalah panjang 200 mm, lebar 9 dan tinggi 10 mm. setelah dicetak bata merah diangin-anginkan sampai mengeras selama kurang lebih 30 hari. Kemudian dilakukan proses pembakaran selama kurang lebih 7 hari. Beberapa pengusaha di bangka Belitung melakukan proses pembuatan dengan tehnik yang sama tetapi hasil pengujian tekan sangat jauh berbeda.

Menurut Herlina [1] bahwa proses pembuatan bata merah di propinsi Bengkulu terdiri dari tahapan persiapan adukan tanah, pencetakan, dan pengeringan bata merah. Batu merah merupakan bahan bangunan yang sering digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding perumahan. batu bata memiliki keunggulan yaitu, bahan utama batu bata yang merupakan tanah liat mudah didapat, sehingga menyebabkan harga batu bata cukup murah. Selain karena bahan baku yang mudah didapat, batu bata juga mudah dibuat karena tidak membutuhkan alat-alat canggih dan modal yang kecil [2]. Pada umumnya bata merah berwarna oranye. kontruksi tanah setiap daerah berbeda-beda, Sehingga kualitas bata merah berbeda-beda. Contohnya retak pada permukaan bata merah. Pencampuran material limbah abu serat sabut kelapa dan abu serbuk gergaji pada pembuatan bata merah dengan persentase rasio campuran eksperimen yang digunakan yaitu 2,5 %, 5%, dan 10% dari berat tanah liat yang digunakan, dari persentase tersebut juga dapat menurunkan biaya produksi [3][4].

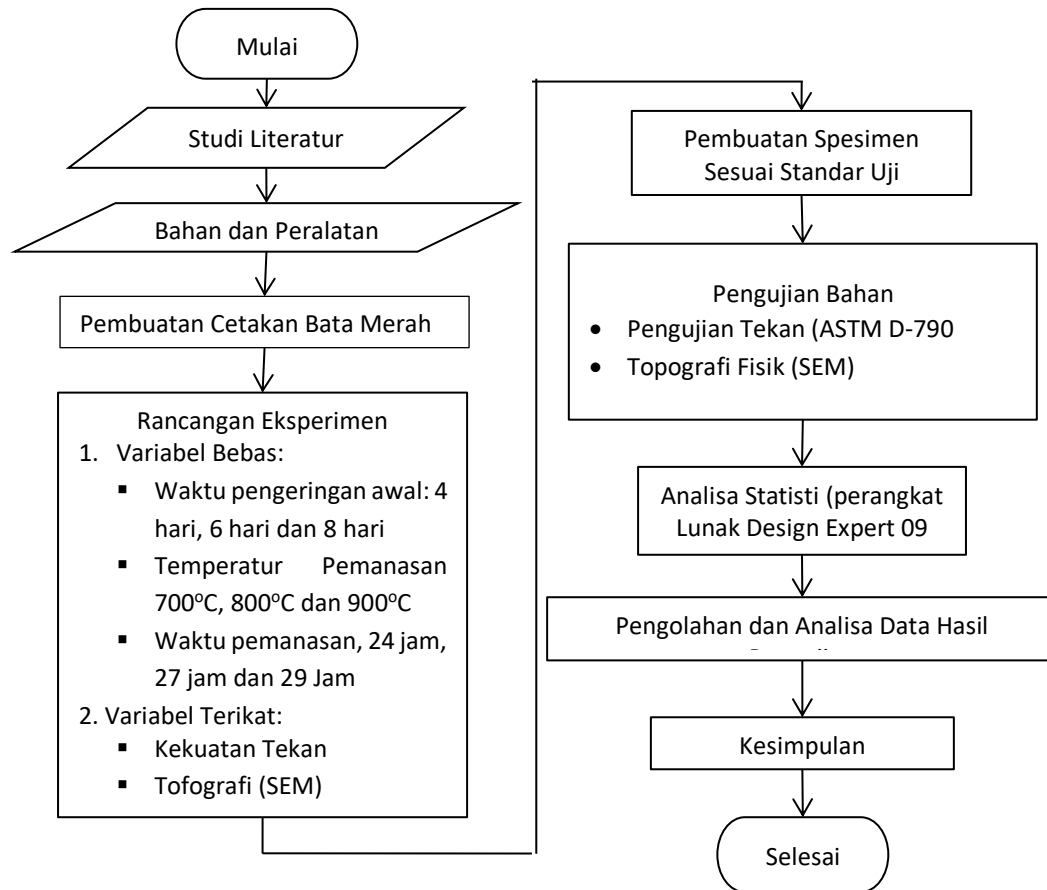
Batamerah berbahan tambah serbuk gergaji dengan rasio berat antara serbuk gergaji, tanah liat, dan kaolin 20:70:90, 40:70:90 dan 60:70:90 gram, semuanya berdaya serap > 20%, belum memenuhi standar kualitas berdasarkan SNI 15-2094-2000, walaupun kualitas fisik batu-bata tersebut secara keseluruhan mempunyai struktur yang sangat ringan [5]. Menurut Elhusna dan Agustin. R, [6] bahwa Penyimpanan adukan tanah liat 2 hingga 4 hari menghasilkan bata dengan kuat tekan lebih baik. Menurut Yuliyanto dkk [7] pengujian dampak maksimum sebesar 164 kJ/m<sup>2</sup> didapat dari parameter suhu pemanasan 836.36°C, waktu 36 Jam dan persentase pasir 10 %. Pengaruh temperatur pemanasan sangat besar sekali.

Proses pembuatan bata merah bukan hanya mencetak, mengeringkan dan membakar, akan tetapi diperlukan campuran agar menjadi batu bata yang kualitas sesuai dengan yang diinginkan [8]. menurut standar Batu merah dikatakan bermutu dan berkualitas baik apabila [9]: Batu bata harus bebas dari retak atau cacat, dan dari batu dan benjolan apapun, Batu bata harus seragam dalam ukuran, dengan sudut tajam dan tepi yang rata, Permukaan harus benar dalam bentuk persegi satu sama lain untuk menjamin kerapian pekerjaan, Mempunyai ukuran, kuat tekan dan daya serap air yang dipersyaratkan. Berdasarkan kriteria kuat tekan, bata merah dibedakan atas tiga tingkatan (NI ± 10). Tingkat I dengan kuat tekan rata-rata dari sepuluh benda uji adalah 100 kg/cm<sup>2</sup> atau lebih tanpa adanya penyimpangan hasil uji kuat tekan. Tingkat II dengan kuat tekan rata-rata 80 sampai 100 kg / cm<sup>2</sup>dengan penyimpangan 1 dari 10 benda uji sedangkan untuk bata Tingkat III adalah dengan kuat tekan rata-rata 60 sampai 80 kg/cm<sup>2</sup> dengan penyimpangan 2 dari 10 benda uji. Sifat yang harus diperhatikan dalam pembuatan bata merah adalah kekuatan menahan beban tekan, tidak terdapat cacat atau retak-retak pada permukaannya, kandungan garamnya kecil atau tidak mengandung garam, tepinya tajam dan penyerapan airnya memenuhi persyaratan [10].

Berdasarkan uraian di atas, maka akan dilakukan penelitian tentang Pengaruh lama waktu proses pengerasan setelah dicetak, pengaruh waktu, temperatur pemanasan dan topografi permukaan bata merah dengan metode RSM. Bahan dasar bata merah (tanah liat) diambil dari kawasan Sungailiat Bangka. Dalam proses pembuatan bata merah jenis ini dilakukan beberapa tahapan setelah pencetakan yaitu pengeringan dan pembakaran. Setelah pembakaran dilakukan pengujian Tekan untuk mengetahui kekuatan bata merah. Setelah itu dilakukan topografi permukaan bata merah. Diharapkan penelitian yang dilakukan dapat menghasilkan bata merah yang baik kualitasnya sehingga hasil yang di dapat dari penelitian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Bangka Belitung pada khususnya dan rakyat Indonesia pada umumnya.

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam empat tahapan yaitu pembuatan bata merah, proses pengeringan bata merah dengan udara terbuka, proses pemanasan bata merah dan pengujian bata merah. Pembuatan bata merah dilakukan pada salah satu pabrik bata merah di Jl. Tarumanegara, Air Ruai, Kabupaten Bangka. Proses pemanasan dan pengujian dilakukan di Laboratorium Material Polman Negeri Bangka Belitung. Uraian langkah-langkah tersebut tertuang pada diagram alir Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

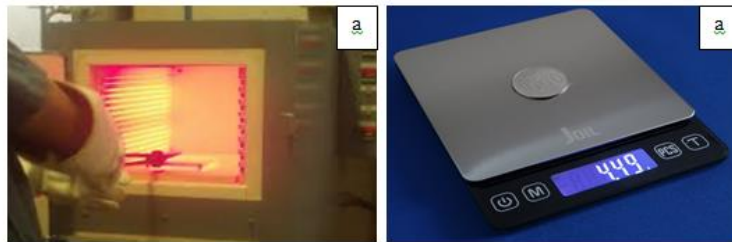
### 2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan tanah Liat atau kaolin, Pasir sebagai pencampur dan pemisah agar tidak lengket, dan cetakan sebagai alat cetak batu bata. Gambar 2 menunjukkan tanah yang digunakan dan proses cetak bata merah.



Gambar 2. (a) Tanah Liat/kaulin, (b) Pasir (C) Proses Pembentukan Bata Merah

Adapun peralatan yang digunakan dalam proses penelitian ini adalah oven listrik dengan kemampuan suhu 1300 °C, timbangan untuk melihat berat awal dan berat setelah dilakukan pemanasan. Gambar 3 menunjukkan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3(a) Oven Listrik, (b) Timbangan Digital

## 2.2 Peralatan Pengujian

Alat uji yang digunakan adalah Mesin Uji tekan. Kegunaan mesin ini untuk mendapatkan sifat mekanik yaitu kekuatan tekan dari batu merah yang telah dilakukan proses pembakaran. Alat uji yang digunakan seperti Gambar 4. Setelah proses pengujian tekan, patahan hasil pengujian tekan tersebut di dilakukan pengujian *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Fungsinya untuk mengetahui bentuk permukaan yang terjadi pada bata merah.



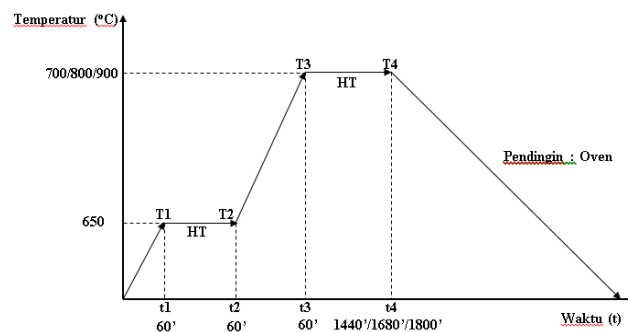
Gambar 4. Mesin Uji Tekan

## 2.3 Parameter Proses

Parameter proses diolah menggunakan Metode Permukaan Respon (RSM) dengan bantuan perangkat lunak *Design Expert 09*. Parameter proses yang digunakan adalah pengaruh variabel bebas yaitu waktu pengeringan (4 hari, 6 hari dan 8 hari), suhu pemanasan (700 °C, 800 °C, 900 °C) dan waktu pembakaran (24 jam, 28 Jam dan 30 jam). Dari perbandingan ketiga variable bebas tersebut akan dilihat berapa nilai minimum dan maximum dari pengujian tekan dan bagaimana bentuk permukaan dari patahan bata merah menggunakan *Scanning Elektron Mikroskop (SEM)*.

## 2.3 Proses Pemanasan

Proses pemanasan dilakukan di oven listrik dengan temperatur yang telah ditetapkan. Diagram proses Pemanasan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Proses Pemanasan Bata Merah

1. Pemanasan awal. Proses pemanasan ini dilakukan pada temperatur 650°C dengan waktu tahan 60 menit. Kemudian penahanan waktu pada suhu yang sama selama 60 menit. Pemanasan awal untuk menghindari terjadinya keretakan pada sampel akibat adanya pemanasan secara langsung.
2. Pemanasan Akhir, pemanasan akhir sampai temperatur austenisasi 900°C dengan waktu tahan 60 menit. Kemudian penahanan waktu pada suhu yang sama 1800 menit.
3. Pendinginan, Pendinginan dilakukan setelah mencapai temperatur 900°C yang dilakukan dengan udara terbuka sampai suhu ruangan.

### 3. Hasil dan pembahasan

#### 3.1 Hasil Pengujian Tekan

Hasil pengujian tekan didapat dari lama proses pengeringan, lama waktu pemanasan, dan pengaruh temperatur Hasil pengujian tersebut akan diolah dengan Metode Permukaan Respon melalui perangkat lunak *design expert* 9.0. berdasarkan ketiga parameter bebas tersebut menghasilkan 20 sample pengujian. Berikut Hasil Pengujian tekan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Tekan

No	Run	Waktu pengerasan	Temperatur pemanasan	Waktu Pemanasan	Hasil Pengujian Tekan
		Hari	°C	%	kg/cm <sup>2</sup>
1	5	4	700	24	132.1
2	20	8	700	24	140.9
3	6	4	900	24	132.4
4	7	8	900	24	142.21
5	14	4	700	30	135.6
6	13	8	700	30	139.8
7	8	4	900	30	132.4
8	19	8	900	30	145.42
9	4	2.64	800	27	131.4
10	1	9.36	800	27	148.96
11	17	6	631.82	27	133.2
12	2	6	968.18	27	138.7
13	10	6	800	21.95	134.9
14	18	6	800	32.05	133.4
15	15	6	800	27	134.2
16	3	6	800	27	138
17	11	6	800	27	138.9
18	9	6	800	27	138.6
19	12	6	800	27	138.2
20	16	6	800	27	138.4

Berdasarkan hasil pengujian tekan dengan menggunakan design Experd 9.0, didapat 20 kali percobaan dengan pengulangan 6 kali di tengah. Hasil menunjukkan bahwa nilai uji tekan terkecil yaitu sebesar 131,4 kg/cm<sup>2</sup> dengan parameter waktu pengerasan 2,64 hari, suhu pemanasan 800°C dan waktu pemanasan 27 Jam. nilai yang terbesar sebesar 148 kg/cm<sup>2</sup> dengan parameter waktu pengerasan 9.36 hari, suhu pemanasan 800°C dan waktu pemanasan 27 Jam.

### 3.2 Analisis Variansi Kekuatan Tekan ( $\text{Kg/cm}^2$ )

Hasil Pengujian tekan tersebut selanjutnya dilakukan Analisis Varian (ANOVA) untuk menyelidiki hubungan antara parameter Respon dengan 1 (satu) atau beberapa Variabel. Tabel 2 merupakan hasil Analisis Varian pada pengujian Impak.

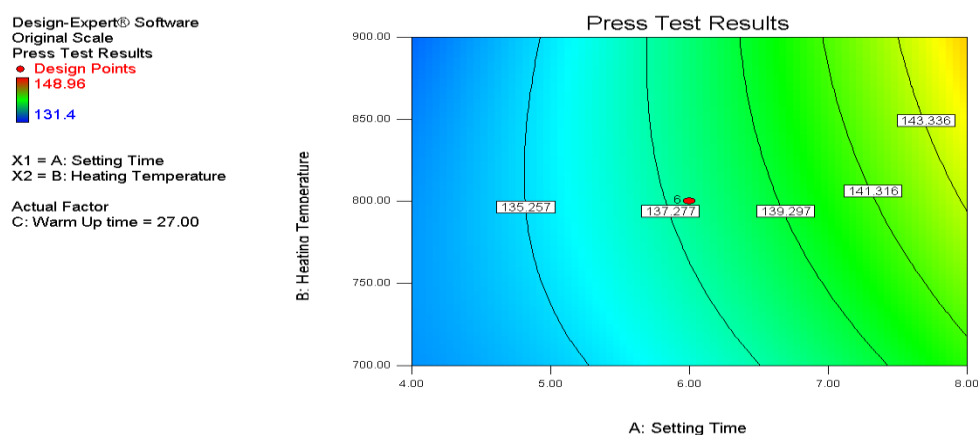
Tabel 2. ANOVA untuk Respon Kekuatan Tekan

Anova for Response Surface Quadratic Model						
Analysis of variance table (Partial sum of square)						
Source	sum of squares	df	mean Square	F Value	P-value Prob>F	
model	0.019	9	2,132E-003	11.12	0.0004	<i>significant</i>
<i>A-Pengeringan</i>	<i>0.016</i>	<i>1</i>	<i>0.016</i>	<i>83.21</i>	<i>&lt; 0.0001</i>	
<i>B-Temperatur</i>	<i>6.007E-004</i>	<i>1</i>	<i>6.007E-004</i>	<i>3.13</i>	<i>0.1071</i>	
<i>C-Waktu Proses</i>	<i>2.191E-005</i>	<i>1</i>	<i>2.191E-005</i>	<i>0.11</i>	<i>0.7423</i>	
<i>AB</i>	<i>6.996E-004</i>	<i>1</i>	<i>6.996E-004</i>	<i>3.65</i>	<i>0.0851</i>	
<i>AC</i>	<i>6.363E-006</i>	<i>1</i>	<i>6.363E-006</i>	<i>0.033</i>	<i>0.8591</i>	
<i>BC</i>	<i>9.117E-006</i>	<i>1</i>	<i>9.117E-006</i>	<i>0.048</i>	<i>0.8317</i>	
<i>A<sup>2</sup></i>	<i>7.419E-004</i>	<i>1</i>	<i>7.419E-004</i>	<i>3.87</i>	<i>0.0775</i>	
<i>B<sup>2</sup></i>	<i>1.328E-004</i>	<i>1</i>	<i>1.328E-004</i>	<i>0.69</i>	<i>0.4246</i>	
<i>C<sup>2</sup></i>	<i>8.503E-004</i>	<i>1</i>	<i>8.503E-004</i>	<i>4.44</i>	<i>0.0614</i>	
<i>Residual</i>	<i>1.917E-003</i>	<i>10</i>	<i>1.917E-003</i>			
<i>Lack of Fit</i>	<i>1.092E-003</i>	<i>5</i>	<i>2,19E-01</i>	<i>1.33</i>	<i>0.3824</i>	<i>not significant</i>
<i>Pure Error</i>	<i>8.242E-004</i>	<i>5</i>	<i>1,65E-01</i>			
<i>cor Total</i>	<i>0.021</i>	<i>19</i>				

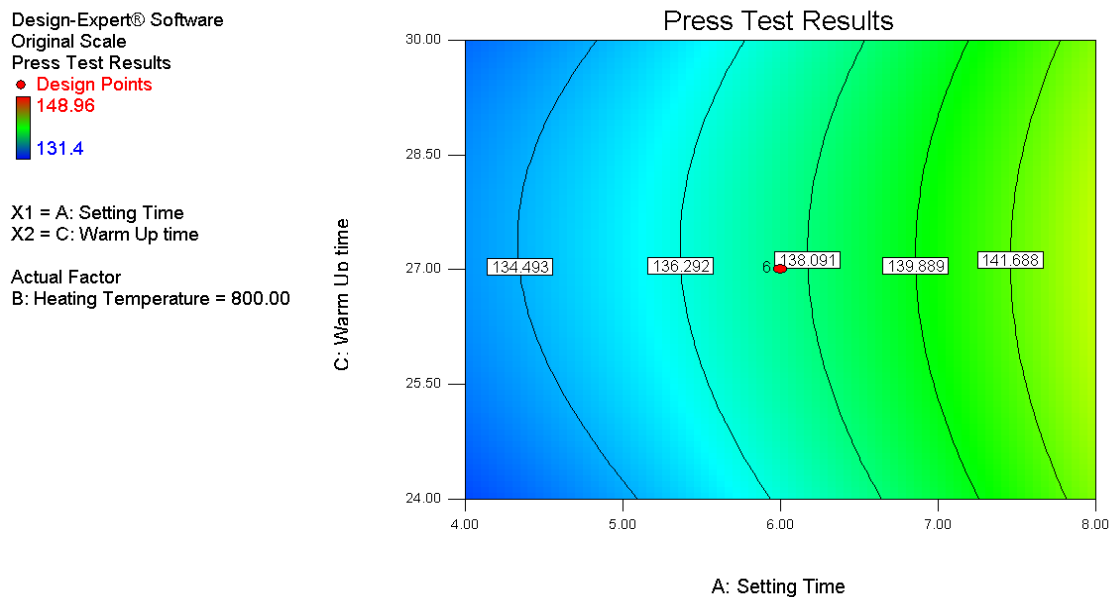
Berdasarkan Tabel 2 terlihat nilai F hitung  $F_{Model} = 11,12$  yang didapat pada tingkat signifikan sebesar 0,01 atau 1% dan nilai p (0,0004) memberikan nilai signifikan terhadap model yang ada. Sedangkan *Lack of Fit* yang terjadi sebesar 1,33 dan tidak memberikan pengaruh (*not signifikan*) sehingga persamaan regresi mode matematika dengan bentuk Quadratic model yang digunakan dapat diterima.

### 3.3 Permukaan Respon kekuatan Tekan

Grafik 3D untuk respon Kekuatan tekan yang didapat dengan menggunakan bantuan perangkat lunak Design Expert 9.0 dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Permukaan Respon Model Quadratic Kekuatan Tekan Vs Temperatur Dan Lama Pemanasan

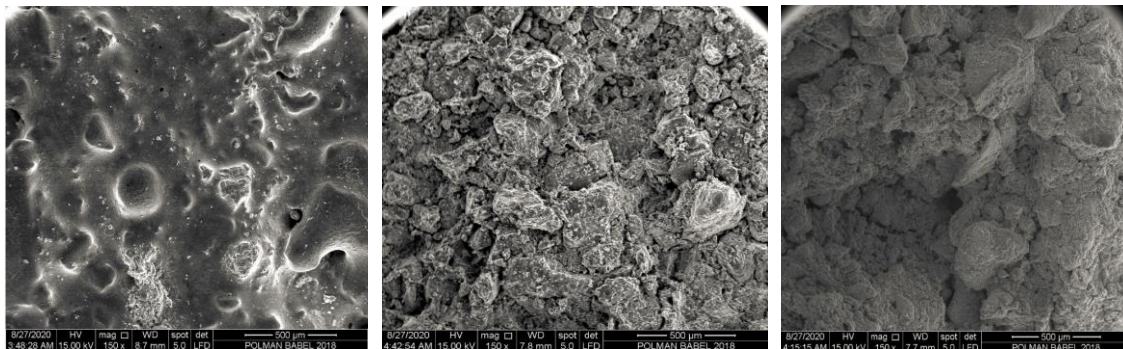


Gambar 7. Permukaan Respon Model Kuadratik Kekuatan Tekan vs Pengeringan dan Waktu Proses

Berdasarkan Gambar 6 dan Gambar 7 bahwa pengeringan, suhu pemanasan dan waktu proses sangat besar pengaruhnya terhadap kekuatan tekan. Dimana pada Gambar 7 Semakin lama proses pengeringan maka hasil pengujian tekan semakin tinggi. Sedangkan semakin tinggi temperatur pemanasan, maka nilai uji tekan terjadi penurunan walaupun tidak terlalu besar.

### 3.4 Pengujian *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Pengujian SEM menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)* Inspect S50. Pada pengujian SEM dilakukan pembesaran 1000x dengan melihat perbedaan nilai pengujian tekan tertinggi, nilai pengujian tekan menengah dan nilai pengujian tekan terendah. Hasil SEM disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8(a). Hasil SEM Dengan Nilai Uji Itekan Tertinggi dan (b). Hasil SEM Dengan Nilai Uji Tekan Menengah dan (c). Hasil SEM Terendah

Berdasarkan hasil SEM di atas untuk Gambar 6(a) menunjukkan bahwa permukaan bata merah telah membentuk kristal dengan penyatuan yang sempurna walaupun ada beberapa bagian yang retak. Pada Gambar 6 (b) menunjukkan telah terbentuk Kristal kurang lebih 60 % sedangkan di beberapa bagian terdapat porositas atau lobang yang menandakan penyatuan belum sempurna. Sedangkan Gambar 6(c) belum ada penyatuan tanah yang sempurna yang menyebabkan kekuatan tekan lebih rendah. Artinya bata merah yang mengalami pengeringan lebih lama akan lebih mudah menyatu dan mengkristal.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian tekan dengan menggunakan design Experd 9.0, didapat 20 kali percobaan dengan pengulangan 6 kali di tengah. Hasil menunjukkan bahwa nilai uji tekan terkecil yaitu sebesar 131,4 kg/cm<sup>2</sup> dengan parameter waktu pengeringan 2,64 hari, suhu pemanasan 800°C dan waktu pemanasan 27 Jam. nilai yang terbesar 148 kg/cm<sup>2</sup> dengan parameter waktu pengeringan 9,36 hari, suhu pemanasan 800°C dan waktu pemanasan 27 Jam. Pengaruh parameter pengeringan, suhu pemanasan dan waktu proses sangat besar terhadap kekuatan tekan. Pengaruh yang paling signifikan pada proses pembuatan bata merah ini adalah lama proses pengeringan. Semakin lama proses pengeringan akan menyebabkan kadar air didalam bata merah berkurang. Hasil SEM menunjukkan bahwa pengaruh pengeringan bata merah yang mengalami pengeringan lebih lama akan lebih mudah menyatu dan mengkristal. Berdasarkan analisis hasil penelitian bahwa waktu pengeringan yang lebih lama akan menyebabkan kekuatan tekan meningkat.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Herlina, F., Elhusna., Islam, M, "Pengaruh Penambahan Pasir Sungai Pada Bata Merah Terhadap Kuat Tekan Dan Penyusutan Di Talang Kering Kota Bengkulu", Jurnal Inersia, Vol.7, No.1, pp.15-22, 2015
- [2]. Indra, A, "Kuat Tekan (Compression Strength) Komposit Lempung/Pasir pada Aplikasi Bata Merah Daerah Payakumbuh Sumbar". Jurnal Teknik Mesin, Vol.1, No. 2, pp. 189-197, 2012
- [3]. Khoufi F,A,S., Novareza, O dan Santoso,p.,B, "peningkatan kualitas produk batu bata merah dengan memanfaatkan limbah abu serat sabut kelapa dan abu serbuk gergaji" *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu Unisbank ke -3*, pp. 175–181, 2017
- [4]. Mulyati S.S, Pujiono, Prijanto T.P, Fikri F, "Analisis Kualitas Batu-bata Bersumber Bahan Tambahan Sampah Serbuk Gergaji dalam Berbagai Variasi Berat," Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia (JKLI), vol. 16, no. 2, pp. 46–50, 2017
- [5]. Yuliyanto, Yudo E, Suzen Z.S," Analisis Sifat Mekanik dan Tofografi Permukaan Bata Merah di Kabupaten Bangka dengan Menggunakan Metode RSM" Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur ,Vol. 1 No. 1, pp 36-45, 2019
- [6]. Elhusna dan Agustin, R, "Kuat Tekan Bata Merah Dengan Variasi Usia Dan Kadar Air Adukan Tanah Liat, Jurnal Inersia, Vol.8 No.2, PP.49-53, 2017
- [7]. Azmeri, Devi Sundary, Diana Sapha, "Kajian Kualitas Batu Bata Merah Melalui Pemanfaatan Bahan Sedimentasi", Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala, Vol. 6, No.2, pp. 115-122, 2017
- [8]. Standar Nasional Indonesia, "SNI 15-2094-2000: Mutu dan Cara Uji Bata Merah Pejal" *Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah. Bandung*, 2000.
- [9]. Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, "Bata Merah sebagai Bahan Bangunan NI10.Cetakan ke IV", Yayasan Lembaga Pendidikan masalah Bangunan. Bandung,1984
- [10]. Prayuda, H, "Gaya Lateral InPlane Struktur Dinding Pasangan Bata ½ Batu Melalui Beban Statik",Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta, 2016.