

**OPTIMALISASI CAMPURAN SERBUK BATA MERAH DAN  
KAPUR DITINJAU DARI KUAT TEKAN MORTAR DENGAN  
METODE *TAGUCHI***

*The Optimization of Clay Brick Powder and Lime Mixture to The Compressive Strength  
of Mortar Using Taguchi Method*

Artikel Ilmiah

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



Oleh :

**NURDINA KAMALIA**

**F1A019146**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MATARAM**

**2023**

ARTIKEL ILMIAH  
**OPTIMALISASI CAMPURAN SERBUK BATA MERAH DAN  
KAPUR DITINJAU DARI KUAT TEKAN MORTAR DENGAN  
METODE *TAGUCHI***

Oleh:  
**Nurdina Kamalia**  
FIA 019 146

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

1. Pembimbing Utama



**Harivadi, ST., MSc(Eng)., Dr. Eng.**  
NIP. 19731027 199802 1 001

Tanggal: 18/10/2023

2. Pembimbing Pendamping



**Prof. Jauhar Fajrin, ST., MSc(Eng)., Ph. D.**  
NIP. 19740607 199802 1 001

Tanggal: 18/10/2023

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik  
Universitas Mataram



**Harivadi ST., MSc(Eng)., Dr. Eng.**  
NIP. 19731027 199802 1 001

## ARTIKEL ILMIAH

# OPTIMALISASI CAMPURAN SERBUK BATA MERAH DAN KAPUR DITINJAU DARI KUAT TEKAN MORTAR DENGAN METODE *TAGUCHI*

Oleh :

**Nurdina Kamalia**  
FIA 019 146

Telah diujikan di depan tim Penguji  
Pada tanggal 22 September 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat mencapai derajat Sarjana S-1  
Jurusan Teknik Sipil

### Susunan Tim Penguji

1. Penguji I



**I Nyoman Merdana, ST., MT.**  
NIP: 19680913 199703 1 001

Tanggal: 18/10/2023

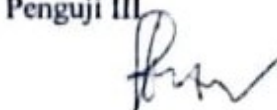
2. Penguji II



**Prof. Ni Nyoman Kencanawati, ST., MT., Ph.D.**  
NIP: 19760804 200003 2 001

Tanggal: 18/10/2023

3. Penguji III



**I Wayan Sugiarta, ST., MT.**  
NIP: 19690620 199702 1 001

Tanggal: 18/10/2023

Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Mataram



**Muhammad Syamsu Iqbal, ST., MT., Ph.D.**  
NIP: 19720222 199903 1 002

# OPTIMALISASI CAMPURAN SERBUK BATA MERAH DAN KAPUR DITINJAU DARI KUAT TEKAN MORTAR DENGAN METODE TAGUCHI

Nurdina Kamalia<sup>1</sup>, Hariyadi<sup>2</sup>, Jauhar Fajrin<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Mataram

<sup>2,3</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Mataram

Email: nurdinakamalia99@gmail.com

---

## INTISARI

Bangunan – bangunan bersejarah di Indonesia saat ini mengalami kerusakan, sehingga perlu dilakukan restorasi. Dalam melakukan restorasi diperlukan bahan perbaikan yang tepat sesuai dengan substrat bersejarah. Bangunan sejarah yang dibangun sejak zaman kolonial Belanda di Indonesia memiliki material pengikat khusus pada mortarnya berupa serbuk bata merah dan kapur. Dalam penggunaan mortar campuran serbuk bata merah dan kapur untuk restorasi bangunan bersejarah perlu dilakukan optimalisasi campuran untuk mendapatkan kuat tekan yang maksimal serta faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi nilai kuat tekan tersebut. Kuat tekan menjadi salah satu parameter penentu kualitas mortar.

Untuk memperoleh komposisi optimum dan mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh pada campuran mortar serbuk bata merah dan kapur dengan penambahan semen 15% masa pengikat, yang dapat memberikan hasil kuat tekan yang optimum digunakan suatu metode pengendalian kualitas terhadap desain yaitu robust design atau dikenal dengan metode Taguchi. Pelaksanaan penelitian dengan metode Taguchi menggunakan empat faktor dengan masing – masing faktor terdiri dari tiga *level* dengan karakteristik kualitas *larger is better*.

Hasil analisa data dengan metode Taguchi menunjukkan persentase komposisi optimum campuran serbuk bata merah dan kapur dengan penambahan semen 15% masa pengikat yaitu 8% semen, 59% pasir, 11% kapur dan 22% serbuk bata merah dengan nilai rata-rata kuat tekan mencapai 9.20 MPa yang memenuhi standar minimum nilai kuat tekan mortar tipe N (5.20 MPa) dan mortar tipe O (2.40 MPa). Faktor yang signifikan berpengaruh terhadap kuat tekan mortar adalah proporsi serbuk bata merah, sedangkan proporsi kapur, pasir dan semen tidak berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan mortar. Dari keempat bahan yang dicampur dalam mortar, serbuk bata merah memiliki persen kontribusi tertinggi dalam mempengaruhi nilai kuat tekan yaitu sebesar 56.49% disusul semen 5.66%, pasir 5.22% dan kapur 3.42%.

**Kata kunci:** Restorasi, Mortar, Serbuk Bata Merah, Kapur, Kuat Tekan, Metode Taguchi.

## ABSTRACT

*Historical buildings in Indonesia are currently damaged, so they need restoration. In carrying out the restoration required correct repair materials in accordance with the historic substrate. Historical buildings built since the Dutch colonial era in Indonesia had special binding material in the mortar in the form of clay brick powder and lime. In the use of mortar mixtures of clay brick powder and lime for the restoration of historic buildings, it is necessary to optimize the mixture to obtain the maximum compressive strength and what factors affect the compressive strength value. Compressive strength is one of the parameters that determine the quality of mortar.*

*To obtain the optimum composition and determine the factors that affect the mixture of clay brick powder mortar and lime with the addition of 15% cement as a binder, which can provide optimum compressive strength results, a quality control method for design is used, namely robust design or known as the Taguchi method. Implementation of research using the Taguchi method uses four factors with each factor consisting of three levels with the larger is better quality characteristics.*

The results of data analysis using the Taguchi method showed that the optimum composition percentage of a mixture of clay brick powder and lime with the addition of 15% cement binder mass was 8% cement, 59% sand, 11% lime and 22% clay brick powder with the average value of compressive strength reaches 9,20 MPa which meets the minimum standard compressive strength values of type N mortar (5.20 MPa) and type O mortar (2.40 MPa). A significant factor affected the compressive strength of mortar were the proportion of clay brick powder, while the proportion of lime, sand and cement had no significant effect on the compressive strength of mortar. Of the four materials mixed in the mortar, clay brick powder has the highest percentage contribution in influencing the compressive strength value, which is 56.49%, followed by cement at 5.66%, sand at 5.22% and lime at 3.42%.

**Keywords:** Restoration, Mortar, Clay Brick Powder, Lime, Compressive Strength, Taguchi Method.

## PENDAHULUAN

Indonesia memiliki banyak sekali bangunan bersejarah dengan cerita dan sejarah di baliknya. Tidak hanya memiliki nilai sejarah yang tinggi, bangunan-bangunan ini juga memiliki nilai arsitektur yang tinggi pula. Saat ini beberapa bangunan bersejarah tersebut mengalami kerusakan, sehingga perlu direstorasi. Dalam kasus bangunan tua yang monumental, pelestarian nilai historis dan estetika bangunan tersebut sangatlah penting. Untuk itu, restorasi warisan arsitektur bersejarah ini membutuhkan pilihan bahan perbaikan yang tepat (harus sesuai dengan substrat bersejarah), guna mencegah terjadinya degradasi daripada pengawetan.

Sebelum ditemukannya semen sebagai bahan pengikat yang umum digunakan saat ini, bahan pengikat yang digunakan terdahulu berupa campuran serbuk bata merah dan kapur. Berbagai bangunan-bangunan bersejarah telah dibangun menggunakan bahan pengikat ini dan terbukti memiliki ketahanan yang tinggi dan sampai saat ini masih berdiri kokoh. Penambahan semen dalam jumlah kecil (10% - 15% massa pengikat) untuk campuran mortar dibutuhkan untuk memenuhi permintaan modern akan tingkat kerja yang intens tanpa mengubah sifat mortar perbaikan secara signifikan (Stefanidou dkk, 2010).

Dalam penggunaan mortar campuran serbuk bata merah dan kapur untuk restorasi bangunan bersejarah perlu dilakukan optimalisasi campuran untuk mendapatkan kuat tekan yang maksimal. Dimana kuat tekan mortar merupakan salah satu parameter yang dapat menentukan kualitas mortar. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan percobaan dengan menggabungkan serbuk bata merah dan kapur sebagai pengganti semen pada satu campuran mortar dengan menambahkan semen portland 15% dari masa pengikatnya.

Untuk memperoleh komposisi optimum yang tepat dalam satu campuran mortar digunakan suatu metode pengendalian kualitas

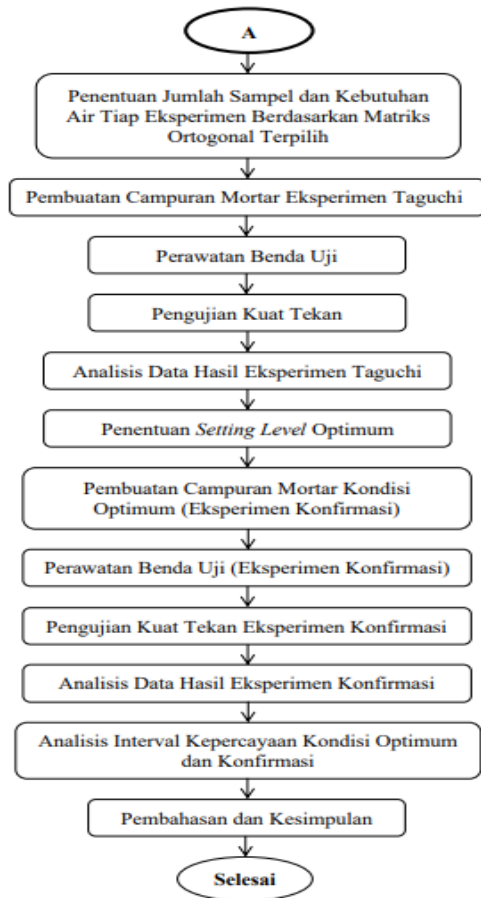
terhadap desain yaitu, *robust design* atau yang dikenal dengan nama metode Taguchi. Oleh karena itu, melalui tugas akhir ini dilakukanlah penelitian dengan judul “**Komposisi Optimum Campuran Serbuk Bata Merah dan Kapur ditinjau Dari Kuat Tekan Mortar Dengan Metode Taguchi**”.

## METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen Taguchi. Metode Taguchi dicetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1987 saat mendapatkan tugas untuk memperbaiki sistem telekomunikasi di Jepang. Metode ini merupakan metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dapat menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin.

### A. Diagram Alir Penelitian





## B. Variabel Penelitian

### 1. Variabel Bebas

- proporsi pasir
- proporsi semen
- proporsi serbuk bata merah (SBM)
- proporsi kapur.

### 2. Variabel Tak Bebas (Variabel Respon)

- Kuat tekan mortar dengan karakteristik kualitasnya adalah semakin besar nilai kuat tekan mortar maka kualitasnya semakin baik (*large the better*).

## C. Setting Level Faktor

Nilai setting level factor yang digunakan mengacu pada penelitian sebelumnya (Fajriana ddk, 2009) dimana dalam penelitian ini menggunakan perbandingan campuran 1:2 untuk kapur dan serbuk bata merah, sehingga pada penelitian ini untuk level 1 menggunakan perbandingan 1:2 untuk kapur dan serbuk bata merah, yang kemudian untuk level 2 dan 3 ditingkatkan untuk proporsi serbuk bata merahnya menjadi 1:3 dan 1:4. Adapun *setting level factor* yang digunakan sebagai berikut:

**Tabel 1.** Perencanaan Rasio Awal Campuran Mortar.

Faktor Kontrol	1	2	3
Semen	15%	15%	15%
Pasir	60%	45%	35%
Kapur : Serbuk Bata Merah	1:2	1:3	1:4

**Tabel 2.** Penetapan Nilai Level (*Setting level*) Faktor (gram)

Faktor Kontrol	Level 1	Level 2	Level 3
Semen	16.20	22.28	26.33
Pasir	162.00	121.50	94.50
Kapur	30.60	31.56	29.84
Serbuk Bata Merah	61.20	94.67	119.34

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Pemeriksaan Bahan Dasar Pembuatan Mortar

Sebelum melakukan eksperimen terlebih dahulu dilakukan pengujian terhadap komposisi atau bahan campuran mortar yang akan digunakan dalam penelitian. Diantaranya pengujian terhadap agregat halus (pasir), semen, serbuk bata merah, kapur dan kualitas air.

Hasil pengujian bahan yang dilakukan terhadap bahan dasar pembuatan mortar dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Bahan Dasar Penyusun Mortar

No.	Bahan	Pengujian	Hasil	Standar	
1	Agregat Halus (Pasir)	Berat Satuan Lepas	1.210 gr/cm <sup>3</sup>	1.2 - 1.6	Memenuhi Syarat Agregat Halus Menurut Standar SK SNI S-04-1989-F dalam (Tjokrodinuljo, 2007)
		Berat Satuan Padat	1.376 gr/cm <sup>3</sup>		
		Berat Jenis	2.544	2.5 - 2.7	
		Penyerapan	1.767%	Max 5 %	
		Kandungan Lumpur	3.706%	< 5 %	
		Gradasi	III	Pasir Halus	
		Modulus Halus Butir	2.987	1.5 - 3.8	
2	Ukuran (% Lolos Ayakan)	Dilakukan secara visual dan Uji konsistensi normal	No. 4 : 100 %	Memenuhi Syarat SNI 03-6820-2002 (Spesifikasi agregat halus)	
			No. 8 : 100 %		
			No. 16 : 99.86 %		
			No. 40 : 60.13 %		
			No. 60 : 31.90 %		
			No. 100 : 9.43 %		
3	Semen PCC Merek Tiga Roda	Dilakukan secara visual dan Uji konsistensi normal	Kondisi Baik	Memenuhi Syarat SNI 15-2094-2004 (Semen Portland)	
4	Kapur	Dilakukan secara visual, Kehalusan dengan ukuran ayakan No.100 dan Uji konsistensi normal	Kondisi Baik dan 100% Lolos Saringan No.100 dengan kehalusan butir mendekati semen.	Memenuhi Syarat SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Konstruksi Bagian A)	
5	Serbuk Bata Merah	Dilakukan secara visual, Kehalusan dengan ukuran ayakan No.100 dan Uji konsistensi normal	Kondisi Baik dan 100% Lolos Saringan No.100 dengan kehalusan butir mendekati semen.	Memenuhi Syarat SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Konstruksi Bagian A)	
6	Air	Dilakukan secara visual	Kondisi Baik (Jernih, Tidak Berwarna, Tidak Berbau dan Tidak Berasa).	Memenuhi Syarat SK SNI S-04-1989-F (Spesifikasi Bahan Bangunan Konstruksi Bagian A)	
7	Persentase Kadar Air Bahan Pengikat	Uji Konsistensi Normal	Konsistensi Air (37 % - 45%)	<i>Trial &amp; error</i> jarum vicat mencapai angka 10s1 mm dalam waktu 30 detik setelah pelepasan jarum.	
8	Persentase Kadar Air Yang Ideal pada mortar (FAS)	Uji Trial Mix Campuran Mortar	Air 55% masa pengikat (Pasta Mortar)	Memenuhi Syarat SNI 03-6882-2002 (Spesifikasi Mortar)	

## B. Hasil Dan Pembahasan Eksperimen Taguchi

### - Perhitungan Derajat Kebebasan ( $V_n$ )

Perhitungan derajat kebebasan diperlukan guna memperoleh jumlah minimum eksperimen yang perlu dilakukan untuk menyelidiki 4 faktor yang diamati. Perhitungan derajat kebebasan ini selanjutnya akan mempengaruhi pemilihan matriks orthogonal dengan syarat matriks orthogonal yang diambil memiliki derajat kebebasan lebih besar atau sama dengan derajat kebebasan total dalam penelitian ini.

$$\begin{aligned} V_n &= \text{Jumlah Vektor} \times (\text{Jumlah Level} - 1) \\ &= 4 \times (3 - 1) \\ &= 4 \times 2 \\ &= 8 \text{ derajat kebebasan} \end{aligned}$$

### - Perhitungan Matriks Orthogonal

Matriks orthogonal yang digunakan dalam penelitian ini adalah matriks orthogonal  $L_9(3^4)$  dengan 9 eksperimen yang terdiri dari 4 faktor dan 3 level dimana matriks orthogonal yang dipilih memiliki derajat kebebasan sama dengan derajat kebebasan total yang diperoleh sebelumnya yaitu 8 derajat kebebasan.

**Tabel 4.** Matriks Orthogonal  $L_9(3^4)$

Matriks Orthogonal ( $L_9(3^4)$ )		Kombinasi Bahan											
Eksp	Faktor				Dalam Satuan Gram				Dalam Satuan Persen Berat				
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
	1	1	1	1	1	16.20	162.00	30.60	61.20	6%	60%	11%	23%
2	1	2	2	2	16.20	121.50	31.56	94.67	6%	46%	12%	36%	
3	1	3	3	3	16.20	94.50	29.84	119.34	6%	36%	11%	46%	
4	2	1	2	3	22.28	162.00	31.56	119.34	7%	48%	9%	36%	
5	2	2	3	1	22.28	121.50	29.84	61.20	9%	52%	13%	26%	
6	2	3	1	2	22.28	94.50	30.60	94.67	9%	39%	13%	39%	
7	3	1	3	2	26.33	162.00	29.84	94.67	8%	52%	10%	30%	
8	3	2	1	3	26.33	121.50	30.60	119.34	9%	41%	10%	40%	
9	3	3	2	1	26.33	94.50	31.56	61.20	12%	44%	15%	29%	

Keterangan:

A = Semen, B = Pasir, C = Kapur, D = Serbuk Bata Merah

### - Penentuan Kebutuhan Air Campuran

Penentuan kebutuhan air dalam proses pencampuran (mortar) merupakan hal yang sangat penting dalam pembuatan benda uji (mortar). Pengujian kebutuhan air dilakukan dengan uji konsistensi normal dan uji binder untuk memastikan kebutuhan air yang digunakan. Jadi berdasarkan hasil pengujian diperoleh FAS sebesar 55% (0.55) dari masa pengikatnya. Perhitungan kebutuhan jumlah air campuran dilakukan dengan

mengalikan nilai FAS dengan jumlah dari bahan pengikat yang digunakan (semen, serbuk bata merah, dan kapur).

**Tabel 5.** Kebutuhan Air Campuran

Eksp	Matriks Orthogonal ( $L_9(3^4)$ )				Kombinasi Bahan				Kebutuhan Air
	Faktor				Dalam Satuan Gram				
	A	B	C	D	A	B	C	D	
1	1	1	1	1	16.20	162.00	30.60	61.20	59.40
2	1	2	2	2	16.20	121.50	31.56	94.67	78.33
3	1	3	3	3	16.20	94.50	29.84	119.34	90.96
4	2	1	2	3	22.28	162.00	31.56	119.34	95.24
5	2	2	3	1	22.28	121.50	29.84	61.20	62.32
6	2	3	1	2	22.28	94.50	30.60	94.67	81.15
7	3	1	3	2	26.33	162.00	29.84	94.67	82.96
8	3	2	1	3	26.33	121.50	30.60	119.34	96.95
9	3	3	2	1	26.33	94.50	31.56	61.20	65.49

Berdasarkan kombinasi campuran yang sudah didapatkan pada tabel diatas, maka sampel mortar yang dibuat sebanyak 27 sampel, dengan ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm, dengan perawatan tertutup karung goni kondisi lembab. Kemudian dilakukan pengujian kuat tekan setelah mortar berumur 28 hari.

### - Hasil Uji Kuat Tekan Eksperimen Taguchi

Dari pengujian kuat tekan, diperoleh hasil uji kuat tekan sebagai berikut:

**Tabel 6.** Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

Eksp	Matriks Orthogonal $L_9(3^4)$					Kuat Tekan (MPa)			Total	Mean	S/N Ratio
	Faktor					I	II	III			
	Semen	Pasir	Kapur	SBM							
1	1	1	1	1	1	6.796	8.782	7.600	23.178	7.726	17.617
2	1	2	2	2	2	5.587	6.782	5.203	17.572	5.857	15.194
3	1	3	3	3	3	5.550	6.340	6.761	18.651	6.217	15.783
4	2	1	2	3	3	5.567	7.600	6.734	19.901	6.634	16.220
5	2	2	3	1	1	8.400	8.235	7.843	24.478	8.159	18.222
6	2	3	1	2	2	6.542	6.403	6.865	19.810	6.603	16.384
7	3	1	3	2	2	7.349	7.180	7.196	21.725	7.242	17.195
8	3	2	1	3	3	5.995	5.568	6.051	17.613	5.871	15.356
9	3	3	2	1	1	7.232	9.232	8.315	24.780	8.260	18.209
Total									62.570	150.181	
Mean									6.952	16.687	

Keterangan:

I = Sampel 1, II = Sampel 2, III = Sampel 3

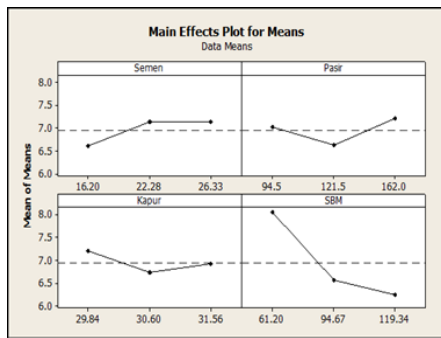
Setelah mendapatkan hasil uji kuat tekan mortar, selanjutnya dilakukan analisis data dengan *S/N Ratio*, *Mean* dan ANOVA. Sesuai dengan karakteristik kualitas yang ingin dicapai yaitu *larger the better*, sehingga pada analisis *S/N Ratio* dan *Mean* didapatkan hasil penentuan level faktor yang optimum. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8 serta *main effect plot* pada Gambar 1 dan Gambar 2.

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan Rata-Rata (*Mean*) Tiap Level Faktor.

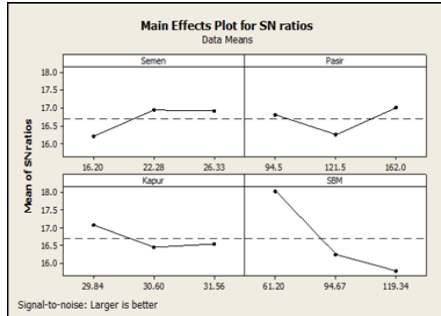
Tabel Respon Rata-rata ( <i>Mean</i> ) - Larger the Better				
Level	Semen	Pasir	Kapur	SBM
1	6.600	7.200	6.734	8.049
2	7.132	6.629	6.917	6.567
3	7.124	7.027	7.206	6.241
Selisih	0.532	0.571	0.473	1.808
Ranking	3	2	4	1

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan Rata-Rata *S/N Ratio* Tiap Level Faktor

Tabel Respon S/N Ratio - Larger the Better				
Level	Semen	Pasir	Kapur	SBM
1	16.198	17.011	16.452	18.016
2	16.942	16.258	16.541	16.258
3	16.920	16.792	17.067	15.786
Selisih	0.744	0.753	0.614	2.230
Ranking	3	2	4	1



**Gambar 1** Main Effect Plot for Means



**Gambar 2** Main Effect Plot For S/N Ratio

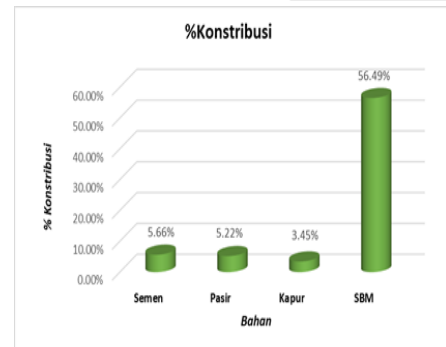
Sementara hasil analisis ANOVA menunjukkan persen kontribusi dari masing-masing faktor yang mempengaruhi kuat tekan mortar. Serta dengan analisa ANOVA dapat mengetahui faktor mana saja yang berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan yang dihasilkan. Dinilai berdasarkan F-ratio yang harus lebih besar dari pada F-tabel yaitu  $(F_{0.05; 2, 18}) = 3.355$ .

**Tabel 9** Hasil ANOVA Untuk Nilai Kuat Tekan Mortar

Faktor	DF	SS	MS	F	P	Status
Semen	2	1.673	0.836	1.745	0.2030	insignificant
Pasir	2	1.543	0.772	1.609	0.2275	insignificant
Kapur	2	1.022	0.511	1.066	0.3653	insignificant
SBM	2	16.707	8.354	17.425	0.0001	significant
Error	18	8.629	0.479			
Total	26	29.574				

**Tabel 10** Hasil Perhitungan ANOVA Dan Persen Kontribusi Dari Tiap Faktor Eksperimen

Faktor	DF	SS	MS	F	P	Contribution	%Contribution
Semen	2	1.673	0.836	1.745	0.2030	5.656	5.66%
Pasir	2	1.543	0.772	1.609	0.2275	5.218	5.22%
Kapur	2	1.022	0.511	1.066	0.3653	3.455	3.45%
SBM	2	16.707	8.354	17.425	0.0001	56.493	56.49%
Error	18	8.629	0.479			29.178	29.18%
Total	26	29.574				100	100%
						SST	29.57

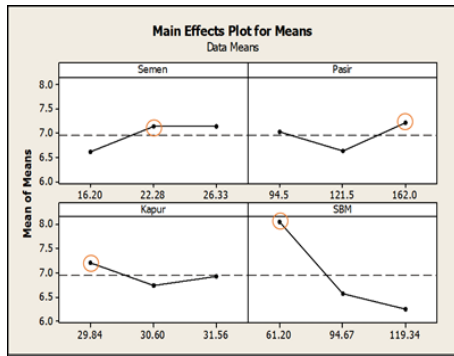


**Gambar 4** Grafik % Kontribusi Bahan

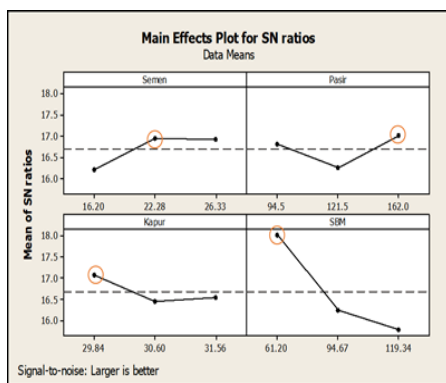
Dari Gambar 4, dapat diketahui bahwa persen kontribusi tiap faktor dalam penelitian ini adalah SBM (Serbuk Bata Merah) sebesar 56.49%, disusul semen sebesar 5.66%, Pasir sebesar 5.22%, dan kapur Sebesar 3.45%. Sedangkan nilai persen kontribusi error sebesar 29.178% < 50% yang dapat diartikan bahwa faktor yang signifikan mempengaruhi nilai kuat tekan telah dilibatkan dalam eksperimen (syarat metode taguchi untuk persen kontribusi  $error \leq 50\%$ ). Selanjutnya dilakukan *setting level optimum* untuk perencanaan eksperimen konfirmasi.

*Setting level optimum* ditentukan berdasarkan hasil analisa faktor terhadap nilai rata-rata (*mean*), *S/N Ratio*, dan ANOVA. Dalam penentuan setting level optimum pada setiap faktor, dipilih level yang menghasilkan respon nilai rata-rata (*mean*), dan respon nilai *S/N Ratio* tertinggi. Sehingga dapat dilihat dari *main effect plot* pada Gambar 5 dan Gambar 6 berikut ini.





**Gambar 5** Penentuan *Setting Level* Optimum Berdasarkan Nilai Rata-Rata (*Means*)



**Gambar 6** Penentuan *Setting Level* Optimum Berdasarkan Nilai *S/N Ratio*

Hasil *setting level* optimum untuk semua faktor pada eksperimen campuran mortar dapat dilihat pada Tabel 11

**Tabel 11.** *Setting Level* Optimum Eksperimen Taguchi

Faktor	Level	<i>Setting Composition</i>
Semen	2	22.28
Pasir	1	162.00
Kapur	3	29.84
SBM	1	61.20

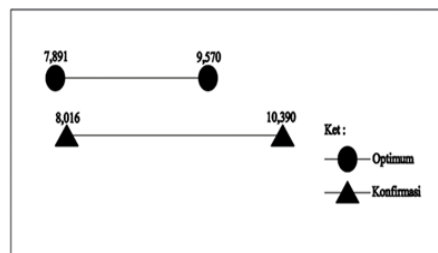
**Eksperimen Konfirmasi**

Eksperimen Konfirmasi merupakan tahap verifikasi hasil *setting level optimum* yang diperoleh dari hasil nalisa data sebelumnya menggunakan eksperimen Taguchi, yang bertujuan untuk memvalidasi hasil *setting level optimum* yang diperoleh apakah dapat digunakan atau tidak. Pada tahap eksperimen konfirmasi dibuat tiga sampel (replikasi) dengan komposisi bahan yang telah ditetapkan pada Tabel 11. Sampel mortar tersebut kemudian diuji kuat tekannya sehingga diperoleh hasil nilai kuat tekan mortar pada eksperimen konfirmasi dapat dilihat pada Tabel 12.

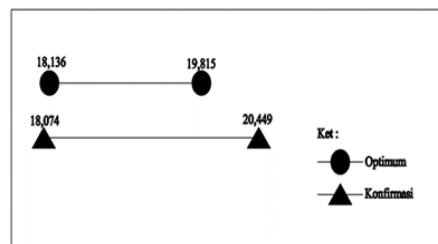
**Tabel 12.** Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Eksperimen Konfirmasi

Sampel	A (mm <sup>2</sup> )	P (KN)	P (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-Rata
A1	2500	22	22000	8.800	9.203
A2	2498	24	24000	9.608	
A3	2500	23	23000	9.200	

Berdasarkan perbandingan interval kepercayaan eksperimen konfirmasi dengan kondisi optimum eksperimen Taguchi untuk nilai rata-rata pada Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan bahwa hasil eksperimen konfirmasi untuk nilai rata-rata sudah dapat membuktikan performansi yang diramalkan, dengan interval kepercayaan kondisi optimum. Sehingga kondisi level faktor optimum hasil evaluasi sebelumnya dapat diterima dan dapat diterapkan dalam proses selanjutnya



**Gambar 7** Perbandingan Interval Kepercayaan Untuk Nilai Rata-Rata (*Mean*)



**Gambar 8** Perbandingan Interval Kepercayaan Untuk Nilai *S/N Ratio*

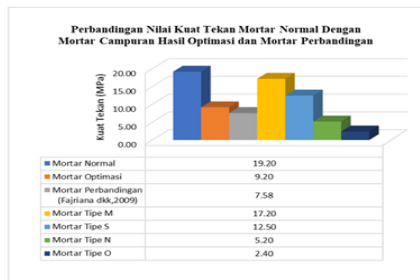
**Perbandingan Nilai Kuat Tekan Mortar Hasil Optimasi Dengan Mortar Normal**

Untuk dapat memastikan pengaruh serbuk bata merah dan kapur dengan penambahan semen 15% masa pengikat pada campuran mortar terhadap nilai kuat tekan, perlu dilakukan perbandingan nilai kuat tekan antara mortar normal dengan mortar campuran hasil optimasi (campuran antara serbuk bata merah dan kapur dengan penambahan semen 15% masa pengikat) dengan metode taguchi.

**Tabel 13.** Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Normal

Sampel	A (mm <sup>2</sup> )	P (KN)	P (N)	Kuat Tekan (Mpa)
1 : 2	2500	48	48000	19.20
1 : 3	2550	47	47000	18.43
1 : 4	2500	32	32000	12.80

Sedangkan perbandingan nilai kuat tekan rata-rata mortar normal dengan mortar campuran hasil optimasi dan mortar Perbandingan dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9.** Perbandingan Nilai Kuat Tekan Mortar Normal Dengan Mortar Campuran Hasil Optimasi dan Mortar Perbandingan.

Dari gambar 9 didapatkan bahwa nilai kuat tekan mortar serbuk bata merah dan kapur dengan penambahan semen 15% masa pengikat lebih rendah dibandingkan mortar normal (9.20 MPa < 19.20 MPa) akan tetapi nilai kuat tekan mortar yang diperoleh pada penelitian ini memiliki kuat tekan diatas mortar serbuk bata merah dan kapur pada penelitian sebelumnya. Hal ini dikarenakan adanya pengaruh semen, dimana penelitian sebelumnya tanpa semen (9.20MPa > 7.58 MPa) dan nilai kuat tekan pada penelitian ini telah memenuhi SNI 03-6882-2002 (Spesifikais mortar) tipe N dan tipe O (9.20 MPa > 5.20 MPa > 2.40 MPa).

## PENUTUP

### A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terhadap kuat tekan mortar campuran serbuk bata merah, kapur dan penambahan semen 15% masa pengikat, dengan metode eksperimen Taguchi di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Komposisi bahan yang dapat menghasilkan kuat tekan maksimal dengan metode Taguchi dengan volume  $125 \times 10^{-6} \text{ m}^3$  dan FAS 55% masa

pengikat adalah 22.28 gram semen (8%), 162.00 gram pasir (59%), 29.84 gram kapur (11%) dan 61.20 gram serbuk bata merah (22%) dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 9.20 MPa.

2. Tingkat signifikansi dan persentase kontribusi campuran terhadap kuat tekan mortar adalah sebagai berikut:
  - a.) Faktor yang paling signifikan berpengaruh terhadap adanya variasi, nilai rata-rata (*mean*) dan *S/N Ratio* kuat tekan mortar adalah serbuk bata merah disusul oleh semen, pasir, dan kapur.
  - b.) Kontribusi faktor terhadap variasi, nilai rata-rata (*mean*) dan *S/N Ratio* kuat tekan mortar yaitu serbuk bata merah 56.49%, semen 5.66%, pasir 5.22%, dan kapur 3.42% dengan persen kontribusi *error* sebesar  $29.178\% < 50\%$  yang menunjukkan bahwa serbuk bata merah (faktor yang signifikan mempengaruhi nilai kuat tekan) telah dilibatkan dalam eksperimen.

### B. Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Diperlukan perhatian khusus dalam menentukan nilai *level* faktor karena akan berpengaruh terhadap variabel respon dalam eksperimen, sehingga disarankan untuk melakukan uji pendahuluan dan studi literatur terlebih dahulu sebelum menentukan nilai *setting level factor* awal yang akan digunakan untuk mengetahui nilai *level* berapa saja variabel respon menghasilkan nilai yang diharapkan.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan variabel respon selain kuat tekan seperti kuat geser, penyerapan air, kandungan garam, dan sifat fisik maupun sifat mekanik lain dari campuran serbuk bata merah dan kapur.
3. Penelitian selanjutnya dapat melakukan penelitian lebih lanjut mengenai campuran mortar dengan bahan substitusi lain dengan menggunakan metode eksperimen Taguchi.
4. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian lebih lanjut mengenai campuran mortar dengan menambahkan air sebagai faktor (variabel bebas) dalam penelitian dengan menggunakan metode Taguchi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Böke, H., Akkurt, S., Ipekoğlu, B. & Uğurlu, E. (2006). Characteristics of brick used as aggregate in historic brick-lime mortars and plasters. *Cement and Concrete Research*, 36(6), 1115 – 1122.  
<https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2006.03.011>
- Efmi, A., Adiarto, H., & Zaini, E. 2015. *Usulan Perbaikan Kualitas Kuat Tekan Produk Bata Beton Paving Block Dengan Tambahan Trass Menggunakan Metode Taguchi di Balai Besar Keramik. Reka Integra*, Vol. 3 No. 4(Oktober), p. 13 - 24.
- Fajriana, M., Prihantono., & Nasution, N., (2009). *Perbandingan Mutu Antara Mortar Pasangan Bata Komposisi 1 Kapur : 2 Semen Merah : 3 Pasir Dengan Mortar Pasangan Bata Komposisi 1 Semen Portland : 4 Pasir*. Jurnal Menara Jurusan Teknik Sipil FT. UNJ. Vol. IV, Nomor 2.
- Hidayatunnisa, N. A. (2017). *Aplikasi Metode Desain Eksperimen Taguchi Untuk Mencari Komposisi Optimum Bata Non Bakar Ditinjau Dari Kuat Tekan*[Skripsi, Universitas Mataram]. Repositori Universitas Mataram.
- Krishnaiah, K., & Shahabudeen, P. 2012. *Applied Design of Experiments and Taguchi Methods*. PHI Learning Pvt. Ltd.
- Mosquera, M. J., Benítez, D. & Perry, S. H. (2002). Pore structure in mortars applied on restoration: Effect on properties relevant to decay of granite buildings. *Cement and Concrete Research*, 32(12), 1883–1888.[https://doi.org/10.1016/S0008-8846\(02\)00887-6](https://doi.org/10.1016/S0008-8846(02)00887-6)
- Mulyono, T. (2003). *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta.
- Nurlina, S., Hidayat, T., Suseno, H., & Kharisma, E. M., (2014). *Pengaruh Penggunaan Limbah Batu Bata Sebagai Semen Merah Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Mortar*. Jurnal Rekayasa Sipil, Vol. 8 Nomor 2.
- SK SNI S-04-1989-F, *Spesifikasi Bahan Bangunan Konstruksi Bagian A*, Standar Nasional Indonesia.
- SNI 03-6825-2002, *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland Untuk Pekerjaan Sipil*, Standar Nasional Indonesia.
- SNI 03-6882-2002, *Spesifikasi Mortar Untuk Pekerjaan Pasangan*, Standar Nasional Indonesia.
- Soejanto, I. (2009). *Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Stefanidou, M., Assael, M., Antoniadis, K. & Matziaroglou, G. (2010). Thermal conductivity of building materials employed in the preservation of traditional structures. *International Journal of Thermophysics*, 31(4–5), 844–851.  
<https://doi.org/10.1007/s10765-010-0750-8>
- Wardhani, N. K. (2022). *Aplikasi Metode Desain Eksperimen Taguchi untuk Mencari Komposisi Optimum Campuran Fly Ash dan Bottom Ash pada Mortar* [Skripsi, Universitas Mataram]. Repositori Universitas Mataram.
- Wenda, K., Zuridah, S., & Hastono, B. 2018. *Pengaruh Variasi Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan*. Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil, Vol. 1 No. 1, p. 8 – 13.
- Zuridah, S., & Hastono, B. (2017). *Serbuk Kapur Sebagai Cementitious Pada Mortar*. Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura, Vol.2, Nomor 1.