

STUDI PENYEMPURNAAN MODEL BATA RINGAN BERKAIT DAN PENGUJIAN STRUKTUR DINDING AKIBAT GESER BIDANG

Yangyang Aditya¹, Taufiq Rochman^{2,*}, Agus Sugiarto³,

Mahasiswa Program Studi Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

Koresponden*, Email: yangyang.aditya@gmail.com¹; taufiq.rochman@polinema.ac.id²; agus.sugiarto@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Dalam beberapa tahun ini banyak dilakukan penelitian tentang material dinding dan model sambungan pasangan bata yang lebih mudah dan cepat dalam pengerjaan. Dalam penelitian ini dilakukan analisis *specific strength* dengan metode Taguchi untuk menentukan komposisi yang tepat untuk produksi bata ringan berkait. Sampel awal dalam penelitian ini adalah 16 buah benda uji kubus dengan dimensi 15x15x15 cm. Berdasarkan analisis data menggunakan metode Taguchi dengan menghitung Rata-Rata, menghitung *Signal to Noise Ratio (SNR)*, menghitung Efek Faktor dari Rata-Rata, dan menghitung Efek Faktor dari *SNR* dapat disimpulkan bahwa semua analisis memperlihatkan hasil yang sama yaitu *specific strength* akan optimal jika menggunakan rancangan usulan A3, B1, dan C1 yaitu FAS 0,6, konsentrasi *foam agent* 1:10, dan *fiberglass* 1% dari berat semen. Berdasarkan hasil perhitungan *specific strength*, dan hasil perhitungan metode taguchi maka trial yang akan dipilih untuk pembuatan bata ringan berkait adalah Run-12 karena mempunyai *specific strength* paling tinggi, serta memiliki kesamaan komposisi paling mendekati dengan rancangan usulan yaitu FAS 0,6, konsentrasi *foam* 1:10, dan *fiberglass* 2%.

Kata kunci : bata ringan; metode taguchi; *fiberglass*; *specific strength*.

ABSTRACT

In recent years, a lot of research has been carried out on wall materials and masonry joint models which are easier and faster to work on. In this research, a specific strength analysis was carried out using the Taguchi method to determine the appropriate composition for the production of interlocking lightweight bricks. The sample in this research was 16 cube specimens with dimensions of 15x15x15 cm. Based on data analysis using the Taguchi method by calculating the average, calculating the Signal to Noise Ratio (SNR), calculating the Factor Effect from the Average, and calculating the Factor Effect of the SNR can prove that all analysis results are the same, namely the specific strength will be optimal if using the A3, B1, and C1 proposal, namely FAS 0.6, foam agent concentration 1:10, and fiberglass 1% by weight of cement. Based on the results of the calculation of specific strengths, and the results of the calculation of the Taguchi method, the trial that will be selected for the manufacture of interlocking lightweight bricks is Run-12 because it has the highest specific strength, and has the closest composition to the proposed design, namely FAS 0.6, foam concentration of 1:10, and fiberglass 2%.

Keywords : lightweight brick; the taguchi method; *fiberglass*; *specific strength*.

1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun ini banyak dilakukan penelitian tentang material dinding dan model sambungan pasangan bata yang lebih mudah dan cepat dalam pengerjaan. Salah satunya adalah Interlocking Masonry Bricks, yaitu pasangan dinding yang memanfaatkan ikatan kait antar bata yang saling mengunci sebagai pengganti spesi pengikat. Hampir seluruh penelitian terdahulu hanya dilakukan pada sistem interlocking batu bata press dan bata beton, namun

kurangnya penelitian tentang sistem interlocking pada bata ringan. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa percobaan komposisi benda uji dan dilakukan analisis *specific strength* dengan metode Taguchi untuk menentukan komposisi yang tepat untuk produksi bata ringan berkait.

2. METODE

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa percobaan komposisi bata ringan dan dilakukan analisis *specific*

strength dengan metode Taguchi untuk menentukan komposisi yang tepat untuk produksi bata ringan berkit. Sampel awal dalam penelitian ini adalah 16 buah benda uji kubus dengan dimensi 15x15x15 cm. Material dan peralatan yang akan digunakan untuk pembuatan bata ringan adalah air bersih, semen putih, *fiberglass*, *foam agent*.



Gambar 1. *Foam Agent*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Prosedur pencetakan bata ringan yaitu memasukkan air dan semen secara berturut-turut ke dalam ember dan diaduk dengan bor listrik, membuat busa atau foam menggunakan mesin produksi busa atau *foam generator*, memasukkan busa ke dalam adonan ember, memasukkan fiberglass pada adonan, dan dilanjutkan mengaduk sampai tercampur rata, memeriksa berat jenis basah campuran adukan bata ringan, kemudian memasukkan campuran adukan bata ringan ke dalam cetakan. Buka cetakan lalu memasukkan ke dalam kolam perawatan (*curing*). Setelah 28 hari maka dilakukan pengujian kuat tekan berdasarkan SNI 03-1974-1990 [1].



Gambar 2. *Foam Generator*

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Berikut adalah hasil pencetakan bata ringan berkit yang komposisinya sudah ditentukan setelah proses perhitungan dengan metode Taguchi.



Gambar 3. Hasil Pencetakan Bata Ringan Berkit

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pada penelitian ini akan dikaji penggunaan metode Taguchi untuk optimalisasi *specific strength* bata ringan. Percobaan dilakukan dengan melibatkan tiga faktor yaitu faktor air semen, penambahan prosentase *fiberglass* terhadap berat semen, dan konsentrasi *foam agent* terhadap air dengan respon *specific strength* bata ringan. *specific strength* adalah rasio kekuatan terhadap berat jenis material. *specific strength* dari suatu bahan didapatkan dari kekuatan dibagi dengan berat jenis bahan [2]. Pada penelitian ini berat jenis bata ringan direncanakan kurang dari 1000 kg/m³ sehingga bata ringan akan mengapung saat dimasukkan ke dalam bak perendaman saat proses *curing*.



Gambar 4. Bata ringan berkit mengapung saat dimasukkan ke dalam bak air *curing*.

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Metode Taguchi diusulkan oleh Dr. Genichi Taguchi. Metode ini merupakan suatu metode pengendalian kualitas sebelum proses berlangsung atau sering juga dinamakan off-line quality control. Metode ini sangat efektif dalam peningkatan kualitas dan juga mengurangi biaya. Rekayasa kualitas yang diusulkan Taguchi bertujuan agar performansi produk/prosesnya tidak sensitif atau tangguh terhadap factor yang sulit dikendalikan. Dalam metode Taguchi digunakan matriks orthogonal array untuk menentukan jumlah run percobaan minimal yang dapat memberi informasi sebanyak mungkin tentang semua faktor yang mempengaruhi hasil percobaan. Array disebut orthogonal karena setiap level dari masing-masing faktor adalah seimbang dan dapat dipisah dari pengaruh faktor yang lain dalam percobaan. Orthogonal array adalah matriks faktor dan level yang disusun sehingga pengaruh suatu faktor dan level tidak berbaur dengan faktor dan level lainnya. Bagian terpenting dari orthogonal array terletak pada pemilihan kombinasi level dari variabel-variabel input untuk masing-masing percobaan. Notasi Orthogonal Array adalah $L_n(I^f)$ dimana f adalah banyak

faktor, 1 adalah banyak level, n adalah banyaknya run percobaan dan L lambang orthogonal array[3].

Faktor dan level yang digunakan pada percobaan ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Faktor dan Level Percobaan

kode	Faktor dan Level Percobaan	Level			
		1	2	3	4
A	Faktor Air Semen	0,50	0,55	0,60	0,65
B	Konsentrasi Foam	1:10	1:12,5	1:15	1:20
C	Persentase fiberglass	1%	1,5%	2%	2,5%

Berdasarkan jumlah faktor dan level dapat diketahui bahwa rancangan percobaan pada Taguchi menggunakan matriks *orthogonal array* $L_{16}(4^3)$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan percobaan dilakukan sesuai dengan perencanaan percobaan. Pada tabel 2 diberikan hasil percobaan yaitu *specific strength* bata ringan kubus 15 x 15 x 15 cm, dengan satu kali pengulangan pada setiap run.

Tabel 2. Hasil Percobaan

Run	Faktor			<i>Specific Strength</i> (Nm/kg)
	A	B	C	
1	1	4	1	3051,02
2	1	3	2	3481,86
3	1	2	3	3544,03
4	1	1	4	4155,87
5	2	4	3	3150,25
6	2	3	4	3182,40
7	2	2	1	3567,66
8	2	1	2	4081,01
9	3	4	4	2893,09
10	3	3	1	5030,24
11	3	2	2	3339,94
12	3	1	3	6885,55
13	4	4	2	2362,69
14	4	3	3	2835,23
15	4	2	4	2835,23
16	4	1	1	6361,08

Setelah mendapatkan data *specific strength*, maka dilakukan tahap analisis data. Tahap analisis data meliputi menghitung Rata-Rata, menghitung *Signal to Noise Ratio* (SNR), menghitung Efek Faktor dari Rata-Rata, dan menghitung Efek Faktor dari *Signal to Noise Ratio* (SNR).

a. Menghitung rata-rata (\bar{y})

Untuk mencari nilai rata-rata data kita dapat menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^r y_i}{r}$$

maka \bar{y} run 1 = $\frac{3051,02}{1} = 3051,02$

Dari contoh perhitungan yang dilakukan maka diperoleh data rata-rata (\bar{y}) seperti pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Nilai Rata-rata

Run	<i>Specific Strength</i> (Nm/kg)	Rata-rata (\bar{y})
1	3051,02	3051,02
2	3481,86	3481,86
3	3544,03	3544,03
4	4155,87	4155,87
5	3150,25	3150,25
6	3182,40	3182,40
7	3567,66	3567,66
8	4081,01	4081,01
9	2893,09	2893,09
10	5030,24	5030,24
11	3339,94	3339,94
12	6885,55	6885,55
13	2362,69	2362,69
14	2835,23	2835,23
15	2835,23	2835,23
16	6361,08	6361,08

b. Menghitung *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Signal to Noise Ratio (SNR) digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi variasi suatu respon. Rancangan produk atau proses operasi konsisten dengan nilai SNR yang besar selalu menghasilkan produksi dengan kualitas optimum dan minimum varian [3]. SNR dapat dicari menggunakan rumus berikut.

$$SNR = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{r} \sum_{i=1}^r y_i^2 \right]$$

Maka nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR) dari data dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Nilai Nilai *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Run	<i>Specific Strength</i> (Nm/kg)	<i>Signal to Noise Ratio</i> (SNR)
1	3051,02	-69,689
2	3481,86	-70,836
3	3544,03	-70,990
4	4155,87	-72,373
5	3150,25	-69,967
6	3182,40	-70,055
7	3567,66	-71,048
8	4081,01	-72,215
9	2893,09	-69,227
10	5030,24	-74,032
11	3339,94	-70,475
12	6885,55	-76,759

13	2362,69	-67,468
14	2835,23	-69,052
15	2835,23	-69,052
16	6361,08	-76,071

c. Menghitung efek faktor dari rata-rata (\bar{y})

Jumlah untuk faktor A :

$$A_1 = y_1 + y_2 + y_3 + y_4$$

$$A_2 = y_5 + y_6 + y_7 + y_8$$

$$A_3 = y_9 + y_{10} + y_{11} + y_{12}$$

$$A_4 = y_{13} + y_{14} + y_{15} + y_{16}$$

Jumlah untuk faktor B, C, dan D dapat digunakan rumus yang sama dengan memperhatikan letak level masing-masing faktor pada unsur matriks orthogonal array. Perhitungan nilai efek faktor dari rata-rata (\bar{y}) dilakukan dengan mengurangi rata-rata terbesar dengan rata-rata terkecil, sehingga diperoleh Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Efek Faktor dari rata-rata (\bar{y})

Faktor	Level	Jumlah	Rata-Rata	Efek Faktor	Peringkat
A	1	14232,774	3558,194	1041,875	3
	2	13981,313	3495,328		
	3	18148,811	4537,203		
	4	14394,223	3598,556		
B	1	21483,506	5370,877	2506,616	1
	2	13286,853	3321,713		
	3	14529,717	3632,429		
	4	11457,044	2864,261		
C	1	18009,999	4502,500	1235,855	2
	2	13265,487	3316,372		
	3	16415,057	4103,764		
	4	13066,578	3266,644		

Dari rata-rata tiap faktor dipilih nilai paling besar untuk disarankan sebagai rancangan usulan karena karakteristik mutu pada kasus ini adalah bigger is better sehingga dari semua analisis diatas didapatkan rancangan usulan A3, B1, dan C1 yaitu FAS 0,6, konsentrasi foam 1:10, dan fiber 1% dari berat semen.

d. Menghitung Efek Faktor dari SNR

Jumlah untuk faktor A adalah :

$$A_1 = SNR_1 + SNR_2 + SNR_3 + SNR_4$$

$$A_2 = SNR_5 + SNR_6 + SNR_7 + SNR_8$$

$$A_3 = SNR_9 + SNR_{10} + SNR_{11} + SNR_{12}$$

$$A_4 = SNR_{13} + SNR_{14} + SNR_{15} + SNR_{16}$$

Menurut Taguchi, terdapat tiga jenis karakteristik *Signal to Noise Ratio (SNR)* yaitu *Nominal is the best*, *Smaller is better*, dan *Higher is better*. *Smaller is better* merupakan karakteristik terukur non negatif dengan nilai ideal nol. Nilai

yang dituju adalah suatu nilai terkecil [3]. Perhitungan nilai efek faktor dari *Signal to Noise Ratio (SNR)* dilakukan dengan mengurangi rata-rata terbesar dengan rata-rata terkecil, sehingga diperoleh Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Efek Faktor dari *Signal to Noise Ratio (SNR)*

Faktor	Level	Jumlah	Rata-Rata	Efek Faktor	Peringkat
A	1	-283,888	-70,972	2,213	3
	2	-283,285	-70,821		
	3	-290,493	-72,623		
	4	-281,642	-70,411		
B	1	-297,418	-74,354	5,267	1
	2	-281,564	-70,391		
	3	-283,975	-70,994		
	4	-276,351	-69,088		
C	1	-290,839	-72,710	2,533	2
	2	-280,994	-70,249		
	3	-286,767	-71,692		
	4	-280,707	-70,177		

Dapat disimpulkan bahwa faktor B (Konsentrasi foam) memiliki pengaruh terbesar pada *specific strength*. Dari rata-rata tiap faktor dipilih nilai paling kecil untuk disarankan sebagai rancangan usulan sehingga dari semua analisis diatas didapatkan rancangan usulan A3, B1, dan C1 yaitu FAS 0,6, konsentrasi foam 1:10, dan fiber 1% dari berat semen.

Berdasarkan analisis data menggunakan metode Taguchi dengan menghitung Rata-Rata, menghitung SNR, menghitung Efek Faktor dari Rata-Rata, dan menghitung Efek Faktor dari SNR dapat disimpulkan bahwa semua analisis memperlihatkan hasil yang sama yaitu *specific strength* akan optimal jika menggunakan rancangan usulan A3, B1, dan C1 yaitu FAS 0,6, konsentrasi foam agent 1:10, dan fiber 1% dari berat semen.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan *specific strength*, dan hasil perhitungan metode taguchi di atas, maka *trial* yang akan dipilih untuk pembuatan bata ringan berkait adalah Run-12 karena mempunyai *specific strength* paling tinggi, serta memiliki kesamaan komposisi paling mendekati dengan rancangan usulan yaitu faktor air semen 0,6, konsentrasi foam agent 1:10, dan fiberglass 2%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton," *Badan Stand. Nas. Indones.*, 1990.

[2] B. Peirson, "Comparison of specific properties of engineering materials," *EGR 250 – Mater. Sci. Eng.*, vol. 1, pp. 1–18, 2015, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

[3] R. K. Roy, "Design of Experiments using the Taguchi Approach," 2004.