

PENERAPAN METODE TAGUCHI UNTUK ANALISIS KEKUATAN TEKAN BATAKO

SHINTA YULIANA, YUDIANTRI ASDI, FERRA YANUAR

*Program Studi Matematika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus UNAND Limau Manis Padang, Indonesia,
email : sshintayuliana@gmail.com*

Abstract. Pada zaman modern ini, pembangunan konstruksi gedung dan perumahan di kota-kota besar berkembang sangat pesat. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan bahan bangunan akan meningkat pula. Salah satu bahan bangunan yang sering digunakan dalam konstruksi gedung dan perumahan adalah batako. Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif pengganti batu bata yang tersusun dari komposisi antara semen, agregat (pasir dan kerikil) dan air. Dalam penelitian ini digunakan desain eksperimen metode Taguchi dengan rancangan *fractional factorial* 3^4 yaitu menggunakan empat faktor (agregat, semen, air dan lama pengeringan) dan tiga level (agregat : 10, 12, 14 Kg; semen : 0.4, 0.6, 0.8 Kg; air : 0.6, 0.8, 1 L dan lama pengeringan : 3, 5, 7 hari) dengan jenis karakteristik kualitas *larger is better* untuk mendapatkan komposisi bahan batako yang lebih kokoh (*robust*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi karakteristik kualitas kuat tekan pada batako yaitu semen dan agregat. Sedangkan komposisi bahan optimal yang diusulkan berdasarkan hasil penelitian untuk satu buah batako adalah dengan level faktor yang terpilih agregat = 10 Kg, semen = 0.8 Kg, air = 1 L dan lama pengeringan = 3 hari. Untuk kuat tekan batako optimal yang didapatkan dari penelitian ini yaitu sebesar 0.7259 MPa.

Kata Kunci: Batako, fractional factorial, kuat tekan, metode Taguchi, orthogonal array

1. PENDAHULUAN

Pada zaman modern ini, pembangunan konstruksi gedung dan perumahan di kota-kota besar berkembang sangat pesat. Hal ini mengakibatkan kebutuhan akan bahan bangunan akan meningkat pula. Peningkatan akan kebutuhan bahan bangunan juga diiringi dengan meningkatnya kualitas dari bahan bangunan tersebut. Salah satu bahan bangunan yang sering digunakan dalam konstruksi gedung dan perumahan adalah batako.

Batako merupakan bahan bangunan yang berupa bata cetak alternatif pengganti batu bata yang tersusun dari komposisi antara semen, agregat (pasir dan kerikil) dan air. Batako digunakan untuk dinding bangunan nonstruktural, yaitu sebagai dinding pengisi yang harus diperkuat oleh rangka. Apabila dinding tidak mampu menahan gaya, maka akan terjadi pergeseran yang akan mengakibatkan gangguan pada batako. Supaya tidak terjadi gangguan pada batako maka batako harus memiliki kuat tekan maksimum.

Pada umumnya, banyak masyarakat menggunakan batako sebagai bahan bangunan. Hal ini dapat menciptakan persaingan untuk mempertahankan kualitas

batako demi kepuasan konsumen. Untuk mempertahankan dan memperbaiki kualitas batako dapat dicapai dengan pengendalian kualitas yang tepat. Dalam penelitian ini digunakan pengendalian kualitas secara *Off-line Quality Control* yang dilakukan pada tahap awal dan bersifat preventif. Salah satu metode pengendalian kualitas secara *Off-line Quality Control* adalah metode yang diusulkan oleh Dr. Genichi Taguchi, yang dikenal sebagai metode Taguchi. Metode Taguchi digunakan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses, mengoptimalkan rancangan produk dan proses, serta dapat menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin [1].

Dalam acuan ini, untuk menghasilkan batako yang memiliki kuat tekan maksimum perlu diketahui faktor-faktor yang berpengaruh besar pada batako. Untuk itu digunakan metode Taguchi dengan rancangan *fractional factorial* 3^4 yaitu menggunakan 4 faktor dan 3 level dengan jenis karakteristik kualitas *larger is better*.

Tujuan dalam acuan ini adalah :

- (1) Untuk mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kuat tekan batako.
- (2) Untuk mengetahui kombinasi level untuk masing-masing faktor sehingga menghasilkan batako yang memiliki kuat tekan maksimum.

2. LANDASAN TEORI

2.1. Metode Taguchi

Metode Taguchi pertama kali dicetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1949 saat mendapat tugas untuk memperbaiki sistem komunikasi di Jepang. Metode Taguchi merupakan suatu metode pengendalian kualitas sebelum proses berlangsung atau sering disebut *off-line quality control* yang sangat efektif dalam peningkatan kualitas dan juga mengurangi biaya. Rekayasa kualitas yang diusulkan Taguchi bertujuan untuk performansi produk sehingga tidak sensitif terhadap faktor yang tidak dapat dikendalikan [2].

2.1.1. Orthogonal Array

Orthogonal array (OA) merupakan salah satu bagian *fractional factorial experiment (FPE)*. *FPE* merupakan percobaan yang menggunakan rancangan faktorial sebagian (tidak lengkap). Bagian ini mungkin hanya sepertiga, sepersembilan, atau seperdua puluh tujuh dan seterusnya disesuaikan dengan jumlah faktor dan jumlah level yang digunakan [1]. *Orthogonal array* dinotasikan dengan

$$L_n(l^f)$$

dimana L : simbol *orthogonal array*, n : jumlah baris, l : jumlah level, dan f : jumlah faktor.

2.1.2. Penggunaan Signal To Noise Ratio

Signal To Noise Ratio (SNR) merupakan logaritma dari suatu fungsi kerugian kuadrat dan digunakan untuk mengevaluasi kualitas suatu produk [1]. *SNR* juga

digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi suatu produk. Perhitungan *SNR* yang dilakukan tergantung dari karakteristik kualitas yang dituju. Secara umum, *SNR* diperoleh dari persamaan berikut [2]:

$$SNR = -10 \log_{10}(MSD),$$

dengan *MSD* (*Mean Squared Deviation*) yang berbeda pada masing-masing karakteristik *SNR*.

Menurut Taguchi ada tiga jenis karakteristik *SNR* [2], yaitu:

- (1) *Nominal is the best*, merupakan karakteristik kualitas yang menuju suatu nilai tertentu. Nilai *SNR* adalah:

$$SNR = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{r} \sum_{i=1}^r (y_i - y_0)^2 \right)$$

dimana *r*: banyak ulangan, *y₀*: nilai respon dan *y_i*: jumlah semua hasil percobaan pada *run* ke-*i*.

- (2) *Smaller is better*, merupakan karakteristik kualitas yang nilainya apabila semakin kecil (nol adalah nilai idealnya) semakin baik. Nilai *SNR* adalah:

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

- (3) *Larger is better*, merupakan karakteristik kualitas yang nilainya apabila semakin besar semakin baik (tak terhingga sebagai nilai idealnya). Nilai *SNR* adalah:

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

3. DATA DAN METODE PENELITIAN

3.1. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh secara langsung dengan melakukan percobaan. Percobaan dilakukan di tempat pembuatan batako yang bertempat di Kapalo Koto, Limau Manis, Padang, Sumatera Barat.

3.2. Identifikasi Variabel

Variabel yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari variabel tak bebas (kuat tekan batako) dan variabel bebas terdiri dari empat faktor yaitu semen, agregat, air dan lama pengeringan yang disimbolkan dengan A, B, C, dan D dengan masing-masing tiga level seperti pada Tabel 1.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, digunakan batako berbentuk kubus yang memiliki sisi 15 cm. Satuan dari nilai kuat tekan batako adalah Mega Pascal (MPa). Ada faktor noise dalam proses pembuatan batako yaitu cuaca (kelembaban dan suhu), perbandingan antara pasir dan kerikil pada agregat.

Tabel 1. Kode Level Nilai Variabel

Faktor	Kode Level	Level		
		1	2	3
Agregat (Kg)	A	10	12	14
Semen (Kg)	B	0.4	0.6	0.8
Air (L)	C	0.6	0.8	1.0
Lama Pengeringan (Hari)	D	3	5	7

4.1. Menentukan Othogonal Array

Pada kasus ini dipilih $f=4$, $l=3$, sehingga diperoleh:

$$db(l) = l - 1 = 3 - 1 = 2,$$

$$db(OA) = f \times db(l) = 4 \times 2 = 8,$$

$$n = db(OA) + 1 = 8 + 1 = 9.$$

Pada Tabel 2 diberikan matriks *orthogonal array* $L_9(3^4)$ yang digunakan dalam kasus ini.

Tabel 2. *Orthogonal Array* $L_9(3^4)$

Percobaan	Faktor			
	A	B	C	D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Hasil dari percobaan akan diuji dengan alat uji mesin press untuk mendapatkan nilai kuat tekan (MPa) dan diperoleh data hasil percobaan seperti pada Tabel 3.

4.2. Perhitungan Efek Rata-rata Dan SNR

Pada kasus ini perhitungan nilai rata-rata dan *SNR* digunakan *software* Minitab 16 sehingga diperoleh hasil pada Tabel 4.

Untuk mendapatkan nilai efek rata-rata dan *SNR* digunakan *software* Minitab 16 yang dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 3. Data Hasil Percobaan

Percobaan	Faktor				Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
	A	B	C	D			
1	10	0.4	0.6	3	0.3111	0.4000	0.3556
2	10	0.6	0.8	5	0.4444	0.5778	0.4889
3	10	0.8	1.0	7	0.5778	0.6222	0.7111
4	12	0.4	0.8	7	0.2222	0.3111	0.2667
5	12	0.6	1.0	3	0.4444	0.5333	0.7111
6	12	0.8	0.6	5	0.5333	0.8000	0.6222
7	14	0.4	1.0	5	0.3111	0.2667	0.2667
8	14	0.6	0.6	7	0.2222	0.2667	0.3111
9	14	0.8	0.8	3	0.6222	0.4444	0.4889

Tabel 4. Rata-rata Nilai Percobaan dan *SNR*

Percobaan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	\bar{y}	<i>SNR</i>
1	0.3111	0.4000	0.3556	0.3556	-9.1190
2	0.4444	0.5778	0.4889	0.5037	-6.1073
3	0.5778	0.6222	0.7111	0.6370	-4.0117
4	0.2222	0.3111	0.2667	0.2667	-11.7264
5	0.4444	0.5333	0.7111	0.5630	-5.4636
6	0.5333	0.8000	0.6222	0.6519	-4.0717
7	0.3111	0.2667	0.2667	0.2815	-11.0785
8	0.2222	0.2667	0.3111	0.2667	-11.7264
9	0.6222	0.4444	0.4889	0.5185	-59584

Tabel 5. Efek dari Rata-rata

Level	Faktor			
	A	B	C	D
1	0.4988	0.3012	0.4247	0.4790
2	0.4938	0.4444	0.4296	0.4790
3	0.3556	0.6025	0.4938	0.3901
Nilai Efek	0.1432	0.3013	0.0691	0.0889
Ranking	2	1	4	3

Berdasarkan hasil analisa nilai efek rata-rata dan *SNR* didapat rancangan usulan yang sama yaitu A_1, B_3, C_3, D_1 dan dapat diketahui bahwa faktor persentase semen dan agregat memiliki pengaruh yang cukup signifikan terhadap karakteristik kuat tekan batako.

Untuk perhitungan efek tiap faktor untuk tiap ulangan adalah dengan mencari

Tabel 6. Efek dari SNR

Level	Faktor			
	A	B	C	D
1	-6.413	-10.641	-8.306	-6.847
2	-7.088	-7.766	-7.931	-7.086
3	-9.588	-4.681	-6.851	-9.155
Nilai Efek	3.175	5.960	1.454	2.308
Ranking	2	1	4	3

nilai rata-rata respon dari tiap level faktor untuk tiap ulangan. Perhitungan efek faktor untuk tiap ulangan diberikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Efek Tiap Faktor Untuk Tiap Ulangan

Faktor	A	B	C	D
Ulangan 1	0.0593	0.2074	0.0889	0.1185
Ulangan 2	0.2222	0.2963	0.0444	0.1481
Ulangan 3	0.1778	0.3111	0.1481	0.0889
Ranking	2	1	4	3

Berdasarkan Tabel 7 dipilih nilai efek terbesar untuk disarankan sebagai rancangan usulan. Rancangan usulan yang didapat yaitu A_2, B_3, C_3, D_2 .

4.3. Perhitungan Analisis Variansi

Analisis variansi pada penelitian ini bertujuan untuk mencari atau mengetahui faktor-faktor yang signifikan berpengaruh terhadap kuat tekan batako. Untuk mengetahui faktor yang signifikan berpengaruh terhadap kuat tekan batako dilakukan perhitungan untuk analisis variansi sehingga diperoleh Tabel 8.

Tabel 8. Analisis Variansi

SK	db	JK	KT	F_{ratio}	JK'	ρ
Faktor A	2	0.1193	0.0597	8.7222	0.1056	14.5827
Faktor B	2	0.4084	0.2042	29.8587	0.3947	54.4971
Faktor C	2	0.0263	0.0132	1.9228	0.0126	1.7427
Faktor D	2	0.0470	0.0235	3.4362	0.0333	4.6006
Galat	18	0.1231	0.0068		0.1780	24.5770
Total	26	0.7243				100

Berdasarkan Tabel 8, dapat diketahui bahwa nilai F_{Hitung} faktor A dan B lebih besar dari nilai $F_{Tabel} F_{0.05(2,18)} = 3,55$ maka Tolak H_0 sehingga dapat dikatakan

bahwa faktor A dan B memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik kuat tekan batako.

Urutan rancangan usulan yang memberikan kontribusi terbesar hingga terkecil menurut analisis ragam adalah B, A, D dan C. Berdasarkan analisis-analisis yang telah dilakukan dapat diperoleh ranking untuk setiap faktor yang ditampilkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Ranking Pengaruh Tiap Faktor

Ranking	Efek Faktor	Efek <i>SNR</i>	Efek Tiap Faktor	Analisis Variansi
1	B	B	B	B
2	A	A	A	A
3	D	D	D	D
4	C	C	C	C

Berdasarkan Tabel 9 terdapat keseragaman rancangan usulan untuk karakteristik mutu kuat tekan batako yaitu jenis *larger is better*. Dari Tabel 9 dapat diketahui bahwa rancangan usulan untuk metode Taguchi adalah A_1, B_3, C_3 dan D_1 .

4.4. Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan sesuai dengan rancangan usulan yang didapat (A_1, B_3, C_3, D_1), yaitu agregat = 10 Kg, semen = 0.8 Kg, air = 1 L dan lama pengeringan = 3 hari. Besaran rata-rata rancangan adalah:

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \bar{A}_1 + \bar{B}_3 + \bar{C}_3 + \bar{D}_1 - (3 \times \bar{y}) \\ &= 0.4988 + 0.6025 + 0.4938 + 0.4790 - (3 \times 0,4494) \\ &= 0,7259\end{aligned}$$

Setelah diketahui nilai rata-rata rancangan, percobaan konfirmasi dilakukan untuk membuktikan apakah prediksi hasil percobaan tersebut bisa tercapai. Percobaan konfirmasi pada penelitian ini adalah hasil produksi pabrik. Hasil percobaan konfirmasi yang diperoleh dalam Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Produksi Pabrik

No	Hasil Uji Kuat Tekan
1	0.7111
2	0.6222
3	0.8000
Rata-rata	0.7111
Standar Deviasi	0.0079

Untuk membandingkan hasil produksi pabrik dengan hasil percobaan, dilakukan

uji hipotesis sebagai berikut:

$$H_0 : \mu = \mu_0$$

$$H_1 : \mu \neq \mu_0$$

dimana

H_0 : nilai rata-rata hasil percobaan sama dengan nilai rata-rata hasil produksi pabrik

H_1 : nilai rata-rata hasil percobaan tidak sama dengan nilai rata-rata hasil produksi pabrik

Pada percobaan ini digunakan taraf uji $\alpha = 0.05$ sehingga:

$$t_{hitung} = \left| \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}} \right| = \left| \frac{0.7259 - 0.7111}{0.0079/\sqrt{3}} \right| = 3.2448$$

$$t_{tabel} = t_{\frac{\alpha}{2}(r-1)} = t_{\frac{0.05}{2}(3-1)} = t_{0.025(2)} = 4.303$$

Berdasarkan hasil yang diperoleh, $t_{hitung} < t_{tabel}$ maka Tidak Tolak H_0 sehingga dapat dikatakan bahwa data hasil percobaan dan data hasil produksi pabrik tidak berbeda jauh. Ini berarti rancangan usulan cukup memadai.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor yang sangat mempengaruhi karakteristik kualitas kuat tekan (MPa) pada batako yaitu semen dan agregat. Rancangan optimal yang diusulkan berdasarkan hasil penelitian untuk satu buah batako adalah dengan level faktor yang terpilih A_1 (agregat = 10 Kg), B_3 (semen = 0.8 Kg), C_3 (air = 1 L) dan D_1 (lama pengeringan = 3 hari). Untuk kuat tekan batako optimal yang didapatkan dari penelitian ini yaitu sebesar 0,7259 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan metode Taguchi, diperoleh kualitas batako yang lebih baik daripada kualitas batako buatan pabrik.

Daftar Pustaka

- [1] Asmasari. 2015. *Aplikasi Metode Taguchi dan Penentuan Quality Loss Function Pada Karakteristik Mutu Larger is Better*. Makassar: Skripsi Universitas Hasanuddin.
- [2] Roy, Ranjit K. 1990. *A Primer On The Taguchi Method*. Van Nostrand Reinhold. New York.