

Penerapan Desain Eksperimen Taguchi Untuk Optimasi Kuat Tekan Batako

(Studi Kasus TB. Intan Jaya)

Dwi Indrawati^{*1)}, Akhmad Sutoni²⁾, Bramantiyo Eko Putro²⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Suryakencana, Jl. Pasir Gede Raya, Cianjur, 43216, Indonesia

Email: dwindra2999@gmail.com, tbungsu13@gmail.com, bramantiyoep@gmail.com

ABSTRAK

TB. Intan Jaya adalah salah satu perusahaan di Cianjur yang memproduksi batako. Untuk dapat bersaing dengan perusahaan lainnya, TB. Intan Jaya perlu merancang strategi untuk menarik konsumen, salah satunya dengan meningkatkan kualitas produk batako mengingat seringnya ditemukan kecacatan dalam produk, serta belum diterapkannya komposisi baku untuk pembuatan batako. Metode Taguchi akan diterapkan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi terhadap faktor yang mempunyai kontribusi atau pengaruh terhadap kualitas daya tekan batako di mana merupakan karakteristik yang sangat kritis dalam pembuatan batako serta menentukan komposisi optimal dari faktor-faktor tersebut. Rancangan parameter dalam penelitian ini adalah Orthogonal Array dengan 4 faktor dan 3 level. Penelitian menghasilkan informasi bahwa faktor yang berpengaruh pada karakteristik kualitas kuat tekan pada batako adalah komposisi bahan pasir-kapur dan lama tekanan, sedangkan jumlah air dan lama pengadukan tidak berpengaruh. Komposisi optimal dalam pembuatan batako adalah A2B2C2D3.

Kata kunci: Batako, Kualitas, *Orthogonal Array*, Taguchi

1. Pendahuluan

Persaingan bisnis di era globalisasi semakin dinamis, kompleks, dan tidak pasti. Oleh karena itu, perusahaan harus kompetitif untuk mendapatkan pangsa pasar dan memimpin di sektor tertentu. Mereka berlomba-lomba untuk menciptakan inovasi serta meningkatkan kreatifitas agar selalu memberikan diferensiasi, serta keunggulan bagi perusahaannya dibandingkan dengan para pesaingnya.

Kualitas menjadi ukuran untuk menyatakan baik buruknya suatu produk atau jasa. Oleh karena itu, penentuan suatu perusahaan dan bertahan dan eksis dalam ketatnya persaingan industri salah satunya dilihat dari bagaimana mereka menerapkan kualitas pada produk dan pelayanannya. *American society for Quality Control* dalam Kotler & Keller (2016) menyatakan bahwa kualitas merupakan sifat dari suatu produk atau jasa yang mampu memenuhi kebutuhan-kebutuhan yang telah ditentukan atau bersifat tersembunyi. Definisi ini memusatkan pada konsumen, yang artinya bahwa ketika perusahaan telah memenuhi atau melebihi harapan konsumen setiap memberikan produk atau pelayanan maka perusahaan tersebut telah memberikan kualitas.

TB. Intan Jaya adalah salah satu perusahaan yang menyediakan alat dan bahan-bahan untuk konstruksi yang terletak di Kabupaten Cianjur dan sudah beroperasi selama 1,5 tahun. Salah satu produksi yang dihasilkan adalah batako. Batako adalah jenis unsur bangunan berbentuk bata yang terdiri dari komponen utama air, semen *Portland*, dan agregat yang dipergunakan untuk pelapis dinding. Berdasarkan bentuknya batako dapat dibedakan menjadi 2 jenis: batako berlubang (*hollow block*) dan batako tidak berlubang (*solid block*) (SNI 03-0349-1989).

Meningkatnya permintaan masyarakat terhadap perumahan berpengaruh pada peningkatan permintaan bahan-bahan bangunan, termasuk permintaan akan batako. Batako adalah salah satu alternatif bahan pelapis dinding dengan harga murah dan relatif kuat serta tahan lama. Untuk pekerjaan-pekerjaan di bidang konstruksi, seperti pembangunan gedung, rumah, stadion, hotel, jembatan, maupun jalan, batako sangat bisa digunakan sebagai bahan utama atau tambahannya

(Nasrudin, 2014) dalam (Murniati, 2015). Frick dan Koesmartadi (1999) menyatakan bahwa penggunaan batako sebagai bahan pengganti memiliki beberapa keuntungan dan beberapa aspek penghematan (Siregar dkk., 2013). Karena keuntungan-keuntungan tersebut kebutuhan masyarakat terhadap batako tinggi dan mendorong para wirausahawan untuk terjun dalam usaha ini, terlihat dari banyaknya usaha yang memproduksi batako di Cianjur. Oleh karena itu, TB. Intan Jaya perlu membuat strategi yang dapat membantu meningkatkan minat masyarakat terhadap produknya dan tidak kalah bersaing yaitu salah satunya dengan membuat batako yang berkualitas, yang kokoh atau memiliki daya tekan yang tinggi. Namun, dalam pembuatan batako di TB. Intan Jaya masih sering ditemukan batako yang tidak sesuai hasilnya dengan kualitas yang diinginkan seperti retak, patah, tidak simetris, dan permukaan yang tidak halus serta terlihat seperti keropos. TB. Intan Jaya juga tidak pernah melakukan pengujian terhadap batako-batako yang dihasilkannya.

Metode Taguchi merupakan metode yang secara bersamaan dapat meningkatkan kualitas produk dan proses, mengurangi biaya dan sumber daya. Disini Taguchi menekankan bahwa penting untuk membuat rencana produk yang kokoh (*robust*) agar dapat berfungsi dengan baik dalam hal pembuatan dan pengoperasian produk. (Soejanto, 2009) dalam (Gina dkk., 2019). Pada penelitian sebelumnya yang mendesain optimasi parameter menggunakan Desain Eksperimental Taguchi, menghasilkan penyesuaian tingkat faktor kontrol yang dibuat yaitu lama pengadukan, tekanan, air, pengeringan, serta komposisi air dan kapur memiliki pengaruh terhadap kuat tekan batu bata yang dihasilkan. Setelah melakukan *setting level* pada faktor-faktor tersebut dan menghasilkan *set* yang optimum, kualitas batako meningkat sebesar 51,91% dan *loss function* menurun sebesar 78,5% (Sutoni, 2018). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas batako di TB. Intan Jaya dengan metode Taguchi dengan judul Penerapan Desain Eksperimen Taguchi Untuk Optimasi Kuat Tekan Batako (Studi Kasus TB. Intan Jaya).

2. Metode

Metode dalam penelitian ini terbagi dalam 3 tahap di antaranya tahapan persiapan, eksperimen, dan pengolahan data.

Tahap pertama yaitu tahap persiapan, adapun langkah yang harus dilakukan yaitu:

- (1) Melakukan identifikasi karakteristik kualitas batako yang akan diteliti. Berdasarkan SNI 03 0349-1989 tentang Bata Beton untuk Pasangan Dinding, syarat-syarat fisis batako harus memenuhi kriteria standar berikut:

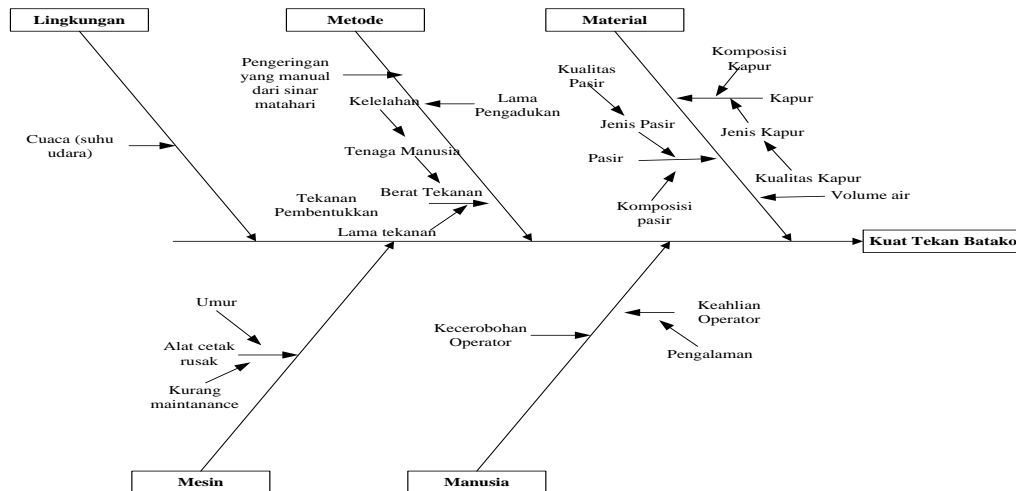
Tabel 1. Syarat-Syarat Fisis Bata Beton

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal			
		I	II	III	IV
Kuat tekan bruto rata-rata min	Kg/cm ²	100	70	40	25
Kuat tekan bruto satuan benda uji minimal	Kg/cm ²	90	65	35	21
Penyerapan air rata-rata maksimal	%	25	35	-	-

Selain itu, persyaratan yang harus dipenuhi batako antara lain tidak boleh ada cacat pada permukaannya, desain pada permukaan lain diperbolehkan, rusuk harus siku satu sama lain, dan sudut rusuknya tidak dapat dengan mudah dirapikan dengan kekuatan jari. Berdasarkan syarat-syarat mutu batako di atas, karakteristik kualitas batako yang memungkinkan bisa diukur adalah kuat tekan dan daya penyerapan air karena sudah memiliki nilai standar minimum yang jelas dibandingkan dengan syarat yang lainnya. Dalam penelitian ini,

peneliti akan mengukur karakteristik kualitas batako berdasarkan nilai kuat tekan saja karena keterbatasan alat pengujian.

- (2) Mengidentifikasi faktor kontrol dan faktor *noise* yang mempengaruhi kualitas batako. Faktor kontrol merupakan parameter yang bisa disesuaikan sedangkan sebaliknya faktor *noise* merupakan faktor yang sulit disesuaikan (Aprilyanti & Suryani, 2020). Dalam menentukan faktor kontrol dan *noise* dilakukan dengan menggunakan *brainstorming* terlebih dahulu, yaitu dengan menanyakan kepada pegawai mengenai faktor-faktor apa sajakah yang mungkin mempengaruhi karakteristik kualitas kuat tekan dari batako. Setelah itu, faktor-faktor dapat diidentifikasi dengan menggunakan diagram *fishbone*.



Gambar 1. Fishbone Kuat Tekan Batako di TB. Intan Jaya

Berdasarkan hasil diskusi dengan pihak produsen dan seperti yang terlihat dari gambar 1 mengenai faktor penyebab yang mempengaruhi kuat tekan batako di TB. Intan Jaya, faktor kontrol dan *noise*-nya adalah:

Tabel 2. Faktor Kontrol dan *Noise* Kuat Tekan Batako TB. Intan Jaya

Faktor Kontrol	Faktor <i>Noise</i>
Komposisi Pasir; Kapur	Cuaca
Jumlah Air	Alat cetak yang rusak
Tekanan Pembentukan	Kecerobohan Operator
Lama Pengadukan	Jenis Pasir
Lama Pengerinan	Jenis Kapur

- (3) Menentukan *setting level* untuk masing-masing faktor. Berdasarkan pertimbangan ekonomi dan diskusi dengan produsen, jumlah dan level/tingkat faktor adalah sebagai berikut:

Tabel 3. *Setting Level* Faktor

Kode	Faktor Kontrol	Level Faktor		
		1	2	3
A	Komposisi Pasir; Kapur	1:0,17	1:0,28	1:0,36
B	Jumlah Air	0,5 Liter	1,5 Liter	2 Liter
C	Lama Pengadukan	1 menit	4 menit	7 menit
D	Lama Tekanan Pembentukan	30 detik	2 menit	5 menit

Faktor kontrol lama pengeringan tidak diikuti dalam penelitian dikarenakan waktu yang terbatas, semua batako hasil kombinasi eksperimen akan dikeringkan dalam waktu 5 hari. Sedangkan faktor *noise* atau faktor seperti cuaca, jenis pasir dan jenis kapur yang mana nilainya tidak bisa disesuaikan atau dikontrol, atau meskipun dapat disesuaikan akan mahal biaya yang harus dikeluarkan ataupun membutuhkan penelitian yang lebih lama. Oleh karena itu, faktor *noise* akan diabaikan dalam penelitian ini.

- (4) Menentukan fungsi objektif (*SN Ratio*). Rasio *signal-to-noise* (*SN ratio*) digunakan untuk memilih faktor-faktor yang membantu mengurangi disperse respon (Hartono, 2010). *Smaller is better*, *Nominal is the best*, dan *Higher is better* adalah tiga karakteristik *SN ratio* menurut Taguchi (Zayendra & Yozza, 2016). Kualitas kuat tekan dilihat berdasarkan tingginya nilai kuat tekan itu sendiri. Semakin tinggi nilai kuat tekan menghasilkan kualitas batako yang semakin baik pula. Oleh karena itu, fungsi objektif yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu *larger is better*.
- (5) Pemilihan matriks *orthogonal array*. *Orthogonal array* adalah desain eksperimen khusus yang merupakan desain faktorial. *Orthogonal* artinya pengaruh setiap faktor diperkirakan secara matematis dan independen dari pengaruh faktor lainnya. Jumlah baris pada tabel *orthogonal array* menentukan jumlah eksperimen yang harus dilaksanakan sedangkan jumlah kolom menentukan faktor-faktor pembuatnya (Harahap dkk., 2018). Dengan bantuan *Minitab* ada 2 pilihan matriks *orthogonal array* yang bisa digunakan yaitu $L_9 (3^4)$ dan $L_{27} (3^4)$. Keduanya memiliki nilai derajat kebebasan yang sama yaitu $V_{total} = 4 \times (3-1) = 4 \times 2 = 8$, namun pada $L_9 (3^4)$ percobaan dilakukan sebanyak 9 kali, sedangkan pada $L_{27} (3^4)$ percobaan dilakukan sebanyak 27 kali. Oleh karena itu, peneliti memilih matriks *orthogonal array* $L_9 (3^4)$ karena telah sesuai, mencukupi, dan lebih efisien karena pengeluaran biaya untuk percobaan menjadi lebih minimum.

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

Percobaan ke-	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

- (6) Menentukan alat&bahan

Alat : Gelas ukur, timbangan, cetakan batako, cangkul, *stopwatch*

Bahan : Pasir, kapur, air

Tahap kedua adalah tahap eksperimen, atau tahap percobaan dilakukan atas dasar informasi yang diperoleh dari langkah sebelumnya (langkah persiapan). Tugas-tugas dalam tahap ini di antaranya adalah menyiapkan alat & bahan; menimbang berat pasir, kapur, dan air sesuai dengan yang telah ditentukan; mencampurkan semua adonan sesuai dengan komposisi pertiap kali percobaan; menghitung waktu pengadukan; memasukkan adonan ke cetakan; menghitung lama waktu penekanan; mengeluarkan batako hasil cetak; diamkan dan jemur batako hingga kering; ukur karakteristik kualitas batako. Eksperimen dilakukan langsung di TB. Intan Jaya dan

dilakukan langsung oleh pegawainya. Dari setiap percobaan, peneliti membuat 3 replikasi dan hasil uji kuat tekan.

Tahap ketiga adalah tahap pengolahan data. Selama tahap pengolahan data, pengaruh level/tingkat faktor pada nilai rata-rata serta variasi karakteristik kualitas batako dihitung secara berurutan. Langkah-langkah kerja dalam hal ini adalah :

- (1) Melakukan perhitungan rata-rata karakteristik kualitas batako/SN *ratio*.
- (2) Melakukan perhitungan pengaruh faktor respon rata-rata/SN *ratio* terhadap karakteristik kualitas batako.
- (3) Menghitung *Analysis of Varians* (ANOVA).

3. Hasil dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari hasil percobaan sampel batako dengan lama pengeringan selama 5 hari dapat dilihat pada tabel 5.

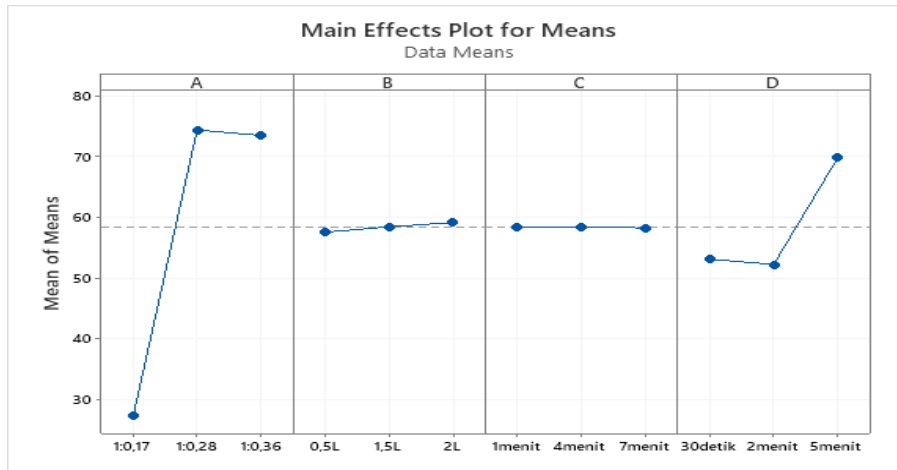
Tabel 5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako dengan 3 Kali Replikasi

Percobaan ke-	Faktor Kontrol				Hasil Uji Kuat Tekan (kg/cm ²)			Rata-rata
	A	B	C	D	1	2	3	
1	1	1	1	1	23,90	15,93	23,90	21,24
2	1	2	2	2	23,90	15,93	23,90	21,24
3	1	3	3	3	39,83	39,83	38,24	39,30
4	2	1	2	3	63,73	111,53	79,67	84,98
5	2	2	3	1	79,67	63,73	63,73	69,04
6	2	3	1	2	63,73	71,70	71,70	69,04
7	3	1	3	2	63,73	71,70	63,73	66,39
8	3	2	1	3	87,63	87,63	79,67	84,98
9	3	3	2	1	63,73	63,73	79,67	69,04

Dari data tersebut maka dihitung faktor-faktor yang optimum dengan karakteristik respon kuat tekan batako semakin besar semakin baik (*the larger is the better*) seperti pada tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Faktor Terhadap Rata-Rata Respon

Level	Faktor Kontrol			
	A	B	C	D
1	27,26	57,54	58,42	53,11
2	74,35	58,42	58,42	52,23
3	73,47	59,13	58,24	69,75
Delta	47,09	1,59	0,18	17,53
Ranking	1	3	4	2



Gambar 2. Pengaruh Level terhadap Rata-Rata Respon Kuat Tekan Batako

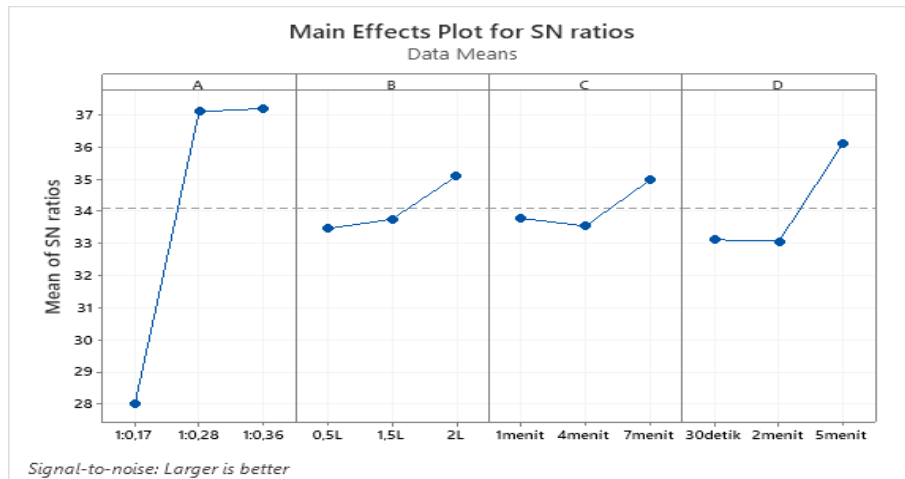
Berdasarkan perhitungan rata-rata respon dapat diketahui bahwa kombinasi optimal untuk meningkatkan kuat tekan batako adalah A2B3C2D3. Untuk memilah faktor-faktor yang berkontribusi terhadap pengurangan variansi respon maka digunakan SN *ratio* (Hartono, 2010). SN *ratio* dipakai untuk mengidentifikasi faktor yang mempengaruhi variabilitas respon. Rasio S/N juga dipakai untuk mengetahui faktor mempengaruhi hasil eksperimen (Harahap dkk., 2018). Hasil SN *ratio* pada penelitian ini tertera pada tabel 7 dan 8.

Tabel 7. Hasil Perhitungan SN *Ratio*

Percobaan ke-	Faktor Kontrol				Hasil Uji Kuat Tekan			SN <i>Ratio</i>
	A	B	C	D	1	2	3	
1	1	1	1	1	23,90	15,93	23,90	26,05
2	1	2	2	2	23,90	15,93	23,90	26,05
3	1	3	3	3	39,83	39,83	38,24	31,88
4	2	1	2	3	63,73	111,53	79,67	37,92
5	2	2	3	1	79,67	63,73	63,73	36,64
6	2	3	1	2	63,73	71,70	71,70	36,74
7	3	1	3	2	63,73	71,70	63,73	36,40
8	3	2	1	3	87,63	87,63	79,67	38,56
9	3	3	2	1	63,73	63,73	79,67	36,64
Rata-rata								34,10

Tabel 8. Hasil Perhitungan SN *Ratio*

Level	Faktor Kontrol			
	A	B	C	D
1	28,00	33,46	33,79	33,11
2	37,10	33,75	33,54	33,07
3	37,20	35,09	34,98	36,12
Delta	9,20	1,63	1,44	3,06
Ranking	1	3	4	2



Gambar 3. Pengaruh Level dan Faktor terhadap SN Ratio Larger is Better

Urutan *ranking* faktor dilihat pada delta yaitu selisih SN *ratio* antar faktor. Semakin tinggi selisih SN *ratio* maka semakin besar pula pengaruh faktor tersebut terhadap respon. Berdasarkan perhitungan SN *ratio* dapat diketahui bahwa kombinasi optimal untuk meningkatkan kuat tekan batako adalah A3B2C3D3.

Untuk mengetahui lebih jelas faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kuat tekan batako maka perlu dilakukan analisis varian (ANOVA). Dengan menggunakan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha: 0,05$), hasil perhitungan ANOVA dengan Minitab19 disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. ANOVA

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
A	2	167,70	86,37%	167,70	83,852	19,00	0,003
Error	6	26,48	13,63%	26,48	4,413		
Total	8	194,18	100,00%				

Tabel ANOVA di atas memperlihatkan faktor yang dengan signifikan berkontribusi pada kuat tekan batako yaitu faktor A atau komposisi pasir dan kapur yang ditunjukkan oleh nilai *P-value* $0,03 < \alpha 0,05$ dengan persen kontribusi hingga 86,37%. Hal ini sesuai dengan peringkat pada rata-rata respon dan SNR yang menunjukkan faktor A pada peringkat pertama. Sedangkan 3 faktor lainnya tidak signifikan pengaruhnya terhadap kuat tekan batako.

Berdasarkan hasil pengolahan data, terdapat perbedaan antara *setting level* optimal dari rata-rata kuat tekan dan SN *Ratio*. Oleh karena itu untuk melakukan percobaan konfirmasi bisa menggunakan kedua kombinasi tersebut. Namun, untuk mendapat kualitas yang baik tetapi tetap menekan biaya, serta menggunakan waktu yang efisien, maka dari 2 kombinasi tersebut bisa digabung kembali menjadi A2B2C2D3. Pemilihan *setting level* di atas dikarenakan pada faktor A, baik level 2 maupun level 3 sama-sama menghasilkan nilai terbesar dan selisihnya sangat kecil, terutama pada nilai SN *Ratio* yang hanya berselisih 0,1 saja. Sedangkan untuk faktor B dan C, karena tidak berpengaruh maka dipilih yang nilainya lebih kecil. Terutama untuk faktor C, pada level 2 waktu pengadukannya 4 menit dan level 3 waktu pengadukannya 7 menit. Maka, dipilih waktu yang terkecil, selain untuk menghemat waktu ini juga bisa meminimalisir sakit akibat kerja, karena proses pengadukan masih manual oleh manusia. Sedangkan untuk faktor D tetap level 3.

4. Simpulan

Pembuatan keputusan mengenai faktor kontrol yang harus diikutsertakan dalam eksperimen serta pemilihan *setting level* sangat penting untuk diperhatikan karena berpengaruh pada hasil eksperimen. Kemudian memastikan bahwa hasil eksperimen homogen juga sangat penting karena akan mempengaruhi kualitas hasil pengolahan data. Pada penelitian ini hanya faktor A atau komposisi bahan pasir dan kapur saja yang memiliki pengaruh signifikan terhadap kuat tekan batako, sedangkan faktor B (jumlah air), faktor C (lama pengadukan), dan faktor D (lama tekan) tidak berpengaruh signifikan terhadap kuat tekan batako. Adapun komposisi optimal untuk pembuatan batako pada penelitian ini adalah A2B3C2D3, A3B2C3D3, dan peneliti menambahkan usulan kombinasi A2B2C2D3 untuk efisiensi waktu dan biaya. Pada penelitian selanjutnya dianjurkan untuk melakukan eksperimen konfirmasi untuk melihat kembali kombinasi mana yang lebih baik serta menghitung *loss function*.

Daftar Pustaka

- Aprilyanti, S., & Suryani, F. (2020). Penerapan Desain Eksperimen Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Produksi Batu Bata Dari Sekam Padi. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*.
- Frick, H & Koesmartadi, Ch. (1999). Ilmu Bahan Bangunan Eksploitasi, Pembuatan, Penggunaan dan Pembuangan. Semarang: Kanisius.
- Gina, R., Lailatul, F., & Yulistiyari, E. I. (2019). Usulan Peningkatan Kualitas Batu Merah Dengan. *XIII*(1), 9–16.
- Harahap, dkk (2018). Analisa Mutu Minyak Kelapa Sawit dengan Metode Taguchi (Studi Kasus Di PT . Sumber Sawit Makmur). *Buletin Utama Teknik*, 3814, 81–91.
- Hartono, M. (2010). Quality By Design dengan Metode Taguchi, Konsep dan Perkembangannya. *Jurnal Teknik Industri*, 2(2), 96. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol2.no2.96-108>
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2016). Marketing Management. In S. Wall (Ed.), *Marketing Management* (15th ed). Pearson Education, Inc. <https://doi.org/10.4324/9780203357262>
- Murniati, T. (2015). Optimasi Taguchi Multirespon Melalui Pendekatan Fungsi Desirability Dengan Regresi Fuzzy pada Kasus Kuat Tekan dan Daya Serap Air Produk Batako. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(1), 2337-3520.
- Nasrudin, M. (2014). Analisis Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Batako dengan Campuran Abu Terbang Batubara. Yogyakarta: Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- SNI 03-0349-1989. (1989). Bata beton untuk pasangan dinding., Badan Standarisasi Nasional
- Siregar, N. N., Sembiring, K., & Utara, U. S. (n.d.). *Menggunakan Batu Apung Dan Limbah Padat*. 1–6.
- Soejanto, I. (2009). Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sutoni, A. (2018). Uji Kuat Tekan dan Daya Serap pada Batako dengan Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Sistem Dan Manajemen Industri*, 2(2), 93. <https://doi.org/10.30656/jsmi.v2i2.711>
- Zayendra, S., & Yozza, H. (2016). Optimalisasi Hasil Produksi Roti Di Usaha Roti Meyza. *Jurnal Matematika UNAND*, 5(3), 113–121.