

Quality Control Analysis of Flat Roof Tile Products Using the Taguchi Method

Analisis Pengendalian Kualitas Produk Genteng Flat Menggunakan Metode Taguchi

Tsabit Aunil Aziz¹⁾, Indah Apriliana Sari Wulandari^{*,2)}

¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

²⁾ Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: indahapriliana@umsida.ac.id

Abstract. PT. Varia Usaha Beton is a company engaged in concrete production and construction, providing various concrete products such as ready-mix concrete, precast concrete, masonry concrete (tiles, paving), as well as construction services and equipment rental. Based on the company's internal data, the defect rate of flat roof tile products was recorded to show a fairly high number of defects with a value reaching 3% in June, July and 4% in August, this number exceeds the defect standard of 1% per month. This study aims to determine the factors that have a significant influence and the optimal combination of settings by applying taguchi. From the results of the study, the factors that have a significant influence are water (L) and curing time (D). The optimal settings obtained are A1 (water 0.36 L), B3 (mixed composition S: P of 1: 3.5), C3 (compaction pressure 22 Mpa) D3 (48 hours).

Keywords – Anova; Taguchi; Quality Control

Abstrak. PT. Varia Usaha Beton merupakan perusahaan yang bergerak di bidang produksi beton dan konstruksi, menyediakan berbagai produk beton seperti beton siap pakai, beton pracetak, beton masonry(genteng, paving), serta jasa konstruksi dan sewa peralatan. Berdasarkan data internal perusahaan, tingkat kecacatan produk genteng flat tercatat menunjukkan jumlah kecacatan yang cukup tinggi dengan nilai mencapai 3% pada bulan juni, juli dan 4% pada bulan agustus, jumlah tersebut melebihi standar kecacatan sebesar 1% per bulan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor yang berpengaruh signifikan dan kombinasi setting yang optimal dengan menerapkan taguchi. Dari hasil penelitian didapatkan faktor yang berpengaruh signifikan adalah air (L) dan lama curing (D). didapatkan settingan optimal yaitu A1 (air 0,36 L), B3 (komposisi campuran S:P sebesar 1:3,5), C3(tekanan pemadatan 22 Mpa) D3(48jam).

Kata Kunci - Anova; Taguchi; Pengendalian Kualitas

I. PENDAHULUAN

PT. Varia Usaha Beton (VUB), adalah perusahaan beton dan konstruksi. Sejak didirikan pada tahun 1991, VUB telah memasok produk ke sejumlah proyek besar di seluruh Indonesia. Jawa Timur, Jawa Tengah, Sulawesi Selatan, Sulawesi Utara, Nusa Tenggara Barat, dan Kalimantan Timur kini menjadi lokasi di mana VUB telah mengembangkan operasinya. Selain itu, bisnis ini menawarkan berbagai produk beton, termasuk beton siap pakai, beton pasangan bata (paving, genteng), beton pracetak, jasa konstruksi, dan penyewaan peralatan.

Saat ini vub dalam data internal Perusahaan menunjukkan bahwa tingkat kecacatan pada genteng flat masih melebihi standar perusahaan yang ditetapkan 1 % tiap bulan. Sedangkan data menunjukkan tingkat kecacatan genteng flat bulan juni,juli 3 %, dan pada bulan agustus 4% cenderung *fluktuatif*. Upaya pengendalian jumlah kecacatan sendiri sudah dilakukan dengan pemilihan bahan baku yang baik dan pemeliharaan mesin secara rutin. Namun jumlah cacat masih cukup banyak, akibat dari jumlah cacat yang banyak yaitu penurunan kualitas produk, tidak laku dijual. Tingginya bentuk genteng flat yang tidak sesuai spesifikasi seperti : tidak halus, retak , pecah, dengan rata – rata produksi sebanyak 60.000 genteng perbulan. Tingginya kecacatan ini menunjukkan perlunya langkah perbaikan untuk mencapai standar kualitas yang diinginkan [1]. Oleh karena itu dilakukannya analisis menggunakan metode taguchi untuk mengetahui parameter optimal dalam proses produksi dan Solusi yang efektif untuk mengurangi atau bahkan menghilangkan produk cacat di masa mendatang.

Penelitian terdahulu yang mengulas tentang perbaikan kualitas produk antara lain, Putri, yang menggunakan metode Taguchi untuk analisis cacat produk *rubber seal* didapatkan penurunan presentase cacat dari 26,1% menjadi 11,75% [2]. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Yusuf , dengan menggunakan metode *taguchi* untuk Analisa peningkatan kualitas produk genteng dari presentase kecacatan 35% menjadi 22% [3]. Sedangkan penelitian yang dilakukan Anggi juga menggunakan metode *Taguchi* untuk meningkatkan kualitas produk kecacatan pada batu bata

dari presentase kecacatan 6% - 7,32 % menjadi 2,5% - 3% [4]. Metode dari beberapa penelitian tersebut memberikan gambaran bahwa metode *Taguchi* dapat digunakan untuk menurunkan variasi produk genteng flat. Maka tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor yang signifikan terhadap kualitas produk genteng flat dan menentukan kombinasi setting yang optimal

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Varia Usaha Beton yang berlokasi di The Royal Business Park, Tambakoso, Jl H, Anwar Hamzah Blok F02-F03, Kp. Baru, Tambakoso, Kec. Waru, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur 61256. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2024 – Oktober 2024.

B. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data untuk menyelesaikan studi kasus yang dilakukan di VUB. Jenis data yang digunakan yaitu data primer dan data skunder, berikut penjelasannya.

1. Data Primer

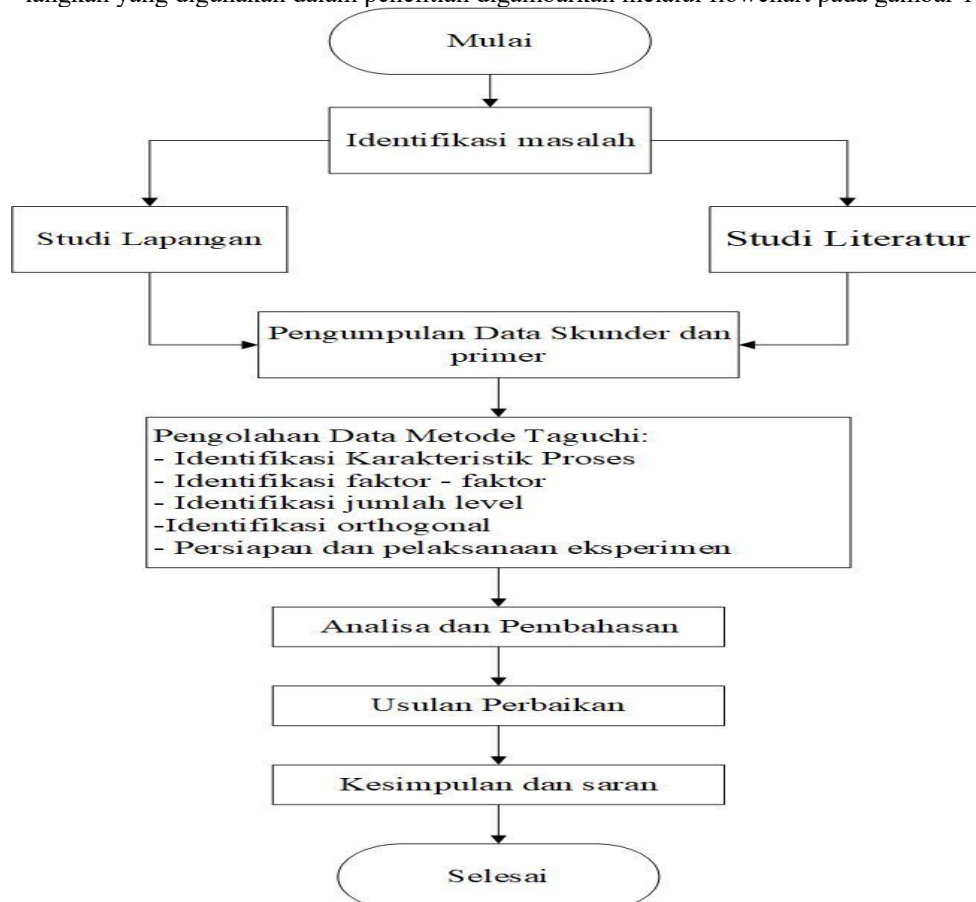
Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumber aslinya. Berikut merupakan data primer yang dibutuhkan untuk mendapatkan informasi yang menjadi permasalahan dalam penelitian ini. Wawancara dilaksanakan dengan melibatkan karyawan 3 staff produksi dan 2 staff kontrol kualitas. dan informasi yang didapat dari wawancara sebagai data yang relevan. Data yang didapat dari wawancara mencakup informasi mengenai, jenis cacat, proses produksi dan upaya pencegahan yang sudah dilakukan.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah dikumpulkan, diolah dan dipublikasikan oleh pihak lain. Berikut data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data jumlah produksi, jumlah cacat, dan komposisi bahan.

C. Alur Penelitian

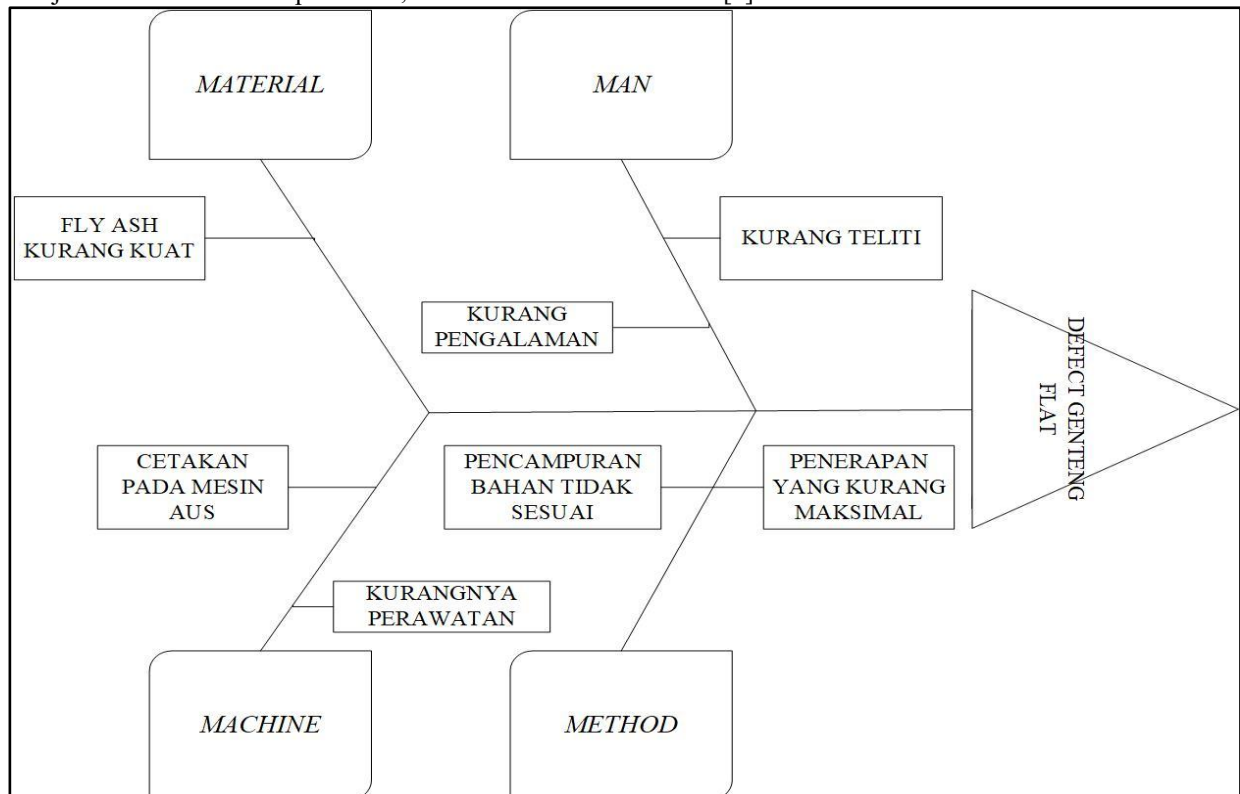
Langkah – langkah yang digunakan dalam penelitian digambarkan melalui flowchart pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Tahapan – tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Identifikasi Masalah
Mengidentifikasi masalah yang ada di VUB dan melibatkan setiap tindakan yang dilakukan dalam bagian produksi dan *quality control*, mencatat data dari pengamatan tersebut,
2. Observasi Lapangan dan Studi literatur
Observasi lapangan dilakukan untuk mengetahui proses produksi serta mesin yang terlibat didalamnya. Sedangkan studi literatur dilakukan berupa mengkaji jurnal terdahulu maupun buku untuk menentukan topik.
3. Pengumpulan data
Melakukan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari wawancara yakni jenis cacat, proses produksi dan upaya pencegahan dan, Sedangkan data sekunder didapatkan dari sumber yang sudah ada seperti jumlah produksi, jumlah cacat.
4. Pengolahan Data
Pengolahan data menggunakan Metode *Taguchi* berguna untuk menetapkan kombinasi faktor terbaik di bawah kondisi percobaan yang diinginkan [5] Dimana Metode *Taguchi* adalah pendekatan baru dalam teknik yang berupaya mengurangi biaya dan sumber daya sekaligus meningkatkan kualitas proses dan produk. [6].
 - a) Penentuan Variabel Tak Bebas
Variabel tak bebas adalah variabel yang perubahannya dipengaruhi atau bergantung dari variabel lain [7]. Variabel tak bebas yang dipakai dalam penelitian ini adalah Variabel terikat jumlah produksi dan jumlah cacat.
 - b) Identifikasi Faktor – Faktor
Proses ini dimulai dengan menentukan komponen yang berdampak pada kualitas produk. Kemudian, untuk menjamin keakuratan data penelitian, ditentukan nilai level faktor. [8].



Gambar 2. Fishbone Diagram

c) Perhitungan derajat Kebebasan

Perhitungan derajat kebebasan dilakukan Untuk menentukan minimal penelitian yang diperlukan untuk memeriksa faktor yang diamati, perhitungan derajat kebebasan dilakukan. Nantinya, pemilihan akan dipengaruhi oleh tingkat perhitungan kebebasan dan kombinasi yang disarankan dalam table *matriks orthogonal* [9].

d) Penentuan *orthogonal Array*

Selanjutnya menentukan *matriks orthogonal array* dengan menghitung *degree of freedom*. Berikut merupakan tabel perhitungan *degree of freedom* untuk faktor kontrol [10]. Berikut perhitungan untuk perhitungan *degree of freedom*:

- Degree of Freedom

$$D_f \text{ faktor A} - n_A - 1 = 3 - 1 = 2$$

D_f faktor B – $n_{B-1} = 3 - 1 = 2$

D_f faktor C – $n_{C-1} = 3 - 1 = 2$

D_f faktor D – $n_{D-1} = 3 - 1 = 2$

Berikut persamaan rumus deegree of freedom:

$$V_A = (\text{jumlah level}-1) \dots \dots \dots (1)$$

D. Analisa dan Pembahasan

Tahap analisa dan pembahasan menggunakan perhitungan Analisis of Varians (ANOVA) dan Perhitungan Analisa varian *Signal to Noise* (SNR).

a. Analisis of Varians (ANOVA)

Analisis varian digunakan untuk mengetahui pengaruh level dari faktor sampai akurasi perkiraan model dapat dilakukan berdasarkan nilai rata- rata [4].

1. Menghitung nilai rata – rata seluruh percobaan menggunakan rumus [11]:

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} \dots \dots \dots (2)$$

2. Menghitung Nilai *Total Sum Of Squares* menggunakan rumus [11]:

$$ST = \sum y^2 \dots \dots \dots (3)$$

3. Menghitung nilai *Total Sum of Squares Mean* menggunakan rumus [11]:

$$SM = n\bar{y}^2 \dots \dots \dots (4)$$

4. Menghitung *Sum of Squares due to factors* menggunakan rumus [12]:

$$SSA = \left[\frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} \right] - sm \dots \dots \dots (5)$$

5. Menghitung *Sum of Squares due to error* menggunakan rumus [11]:

$$SSe = ST - SM - SSA - SSB - SSC - SSD \dots \dots \dots (6)$$

6. Menghitung *Mean Sum of Squares* Menggunakan rumus [11]:

$$MS = \frac{SA}{V_A} \dots \dots \dots (7)$$

b. Analisis *Signal to Noise* (SNR)

Analisis SNR adalah Kualitas produk dinilai menggunakan logaritma fungsi kerugian kuadrat. SNR menilai stabilitas kinerja fitur kualitas keluaran serta tingkat kinerja dan dampak faktor kebisingan [13]. Karakteristik yang digunakan yaitu *larger the better* berikut rumus yang digunakan [14]:

$$S/N_L = -10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right) \dots \dots \dots (8)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan data

Data yang didapatkan pada peneilitian ini adalah data proses produksi dan data faktor penyebab cacat. Berdasarkan wawancara dan observasi penelitian, didapatkan kontrol faktor dan level faktor yang mempunyai kontribusi terhadap kecacatan produk dan yang akan dipakai pada eksperimen pada tabel berikut:

Tabel 1. Kombinasi faktor dan level faktor

kode	Faktor kontrol	Level faktor		
		1	2	3
A	Air (L)	0,36	0,40	0,45
B	Komposisi campuran (Semen:Pasir)	1:2,5	1:3	1:3,5
C	Tekanan pemadatan (Mpa)	18	20	22
D	lama curing (jam)	24	36	48

Berdasarkan kontrol faktor dan level faktor yang diperoleh pada tabel 1 tersebut akan disatukan sebagai percobaan dengan *orthogonal array* yang dipilih.

Pemilihan Orthogonal Array

Jenis tabel *orthogonal array* yang digunakan adalah 3 level faktor sehingga diperoleh tabel *orthogonal array* sebagai berikut:

Tabel.2 Orthogonal array

ortoghonal array L9				
experiment number	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

Orthogonal array pada tabel 2 tersebut digunakan untuk menentukan tatanan percobaan yang disesuaikan pada kontrol faktor dan level faktor yang didapatkan sebelumnya.

Penentuan Jumlah Eksperimen dan Replikasi

Penelitian ini menggunakan 4 kontrol faktor yang dimana setiap faktor terdiri dari 3 level faktor dengan eksperimen 9 kali dan 3 kali pengulangan. Berikut tabel rancangan percobaan:

Tabel.3 rancangan eksperimen

Experimen number	Faktor			
	A	B	C	D
1	0.36	1:2,5	18MPa	24
2	0.36	1:3	20 Mpa	36
3	0.36	1:3,5	22 MPa	48
4	0.40	1:2,5	20 MPa	48
5	0.40	1:3	22 MPa	24
6	0.40	1:3,5	18 MPa	36
7	0.45	1:2,5	22 MPa	36
8	0.45	1:3	18 MPa	48
9	0.45	1:3,5	20 MPa	24

Tabel 3 tersebut adalah yang akan maenjadi acuan untuk melakukan eksperimen yang telah ditentukan dengan *orthogonal array*

B. Hasil experimen

Setelah pelaksanaan experimen sesuai apa yang di susun percobaan tiap perlakuan, data nilai hasil uji eksperimen taguchi berikutt adalah hasil experimen tersebut.

Tabel 4. Hasil experimen

Percobaan	A (L)	B (s:p)	C (MPa)	D (jam)	Rep 1	Rep 2	Rep 3	Jumlah	rata- rata
1	0.36	01:02.5	18	24	19.5	19	20	58.5	19.50
2	0.36	01:03	20	36	20	20.5	20.5	61	20.33
3	0.36	01:03.5	22	48	22	21.5	20	63.5	21.17
4	0.40	01:02.5	20	48	20	19.5	19.5	59	19.67
5	0.40	01:03	22	24	18	18	18.5	54.5	18.17
6	0.40	01:03.5	18	36	18.5	19	20.5	58	19.33
7	0.45	01:02.5	22	36	19.5	20	19.5	59	19.67
8	0.45	01:03	18	48	20	18.5	19	57.5	19.17
9	0.45	01:03.5	20	24	18.5	19	19	56.5	18.83
jumlah								527.5	175.83
Rata rata								58.6	19.54

Berdasarkan tabel 4 diatas didapatkan data 9 eksperimen dengan 3 kali replikasi dan diperoleh data nilai rata -rata 19.54 dan data diatas akan dipakai untuk menghitung dan nilai rasio S/N dengan karakteristik large is better

Perhitungan Nilai Rasio S/N

Hasil uji dan replikasi eksperimen dihitung nilai respon rasio S/N Sehingga didapatkan sebagai berikut:

Response Table for Signal to Noise Ratios				
Larger is better				
	Level air (L)	campuran(semen:pasir)	Tekanan (Mpa)	Lama Curing (jam)
1	26,15	25,85	25,71	25,49
2	25,59	25,66	25,84	25,91
3	25,67	25,90	25,85	26,00
Delta	0,56	0,24	0,14	0,51
Rank	1	3	4	2

Gambar 1. Perhitungan Nilai Rasio S/N

Berdasarkan gambar 1 didapatkan respon nilai *signal to ratio* dari setiap faktor yaitu A,B,C dan D, setiap faktor memiliki tiga level yang diuji, nilai nilai didalam gambar adalah rasio S/N setiap level, sedangkan nilai delta dihitung dari selisih antara nilai S/N tertinggi dan terendah untuk setiap faktor, nilai delta yang lebih besar menunjukkan bahwa faktor tersebut memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap hasil percobaan, rangking menunjukkan urutan pengaruh tiap faktor terhadap hasil/respon dalam eksperimen dan didapatkan kondisi optimal yang sesuai dengan karakteristik kualitas *larger the better* yaitu untuk semakin tinggi nilai S/N ratio semakin kecil dan stabil nilai outputnya, faktor A (air) level 1 (0,36 L), faktor B (Komposisi Campuran) level 3 (1:3,5), faktor C (tekanan pemadatan) level 3 (22 Mpa) dan faktor D (lama curing) level 3 (48 jam).

Perhitungan Analysis of Variance (ANOVA)

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
air (L)	2	8,6852	4,3426	11,44	0,001
komposisi campuran(semen:pasir)	2	1,4630	0,7315	1,93	0,174
Tekanan pemadatan (Mpa)	2	0,5741	0,2870	0,76	0,484
Lama Curing (jam)	2	6,9074	3,4537	9,10	0,002
Error	18	6,8333	0,3796		
Total	26	24,4630			

Gambar 2. Analisa Varian

Pada gambar 2 didapatkan faktor-faktor mana yang memiliki pengaruh signifikan secara statistik terhadap hasil percobaan, P-Value nilai ini menunjukkan probabilitas bahwa pengaruh suatu faktor terjadi secara kebetulan, jika P-Value lebih kecil dari level signifikansi yang ditetapkan (0.05/5%), maka faktor tersebut dianggap signifikan secara statistik dan memiliki pengaruh nyata pada hasil dan jika P-Value lebih besar dari 0.05, maka faktor tersebut tidak memiliki pengaruh yang signifikan. Sesuai hasil uji ANOVA yang dilakukan oleh peneliti bahwa P-Value faktor A $0,001 < 0,05$ berarti signifikan, faktor B $0,174 > 0,05$ tidak signifikan, faktor C $0,484 > 0,05$ tidak signifikan, sedangkan faktor D $0,002 < 0,05$ berarti signifikan.

Strategi pooling up

Strategi pooling up dilakukan untuk menentukan faktor yang paling berpengaruh secara signifikan pada kualitas produk [15]. Didapatkan faktor yang tidak signifikan yaitu faktor B (komposisi campuran) $0,174 > 0,05$ dan faktor C (Tekanan pemadatan) $0,484 > 0,05$, maka diperoleh hasil pooling seperti gambar 3 berikut.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
air (L)	2	8,685	4,3426	10,77	0,001
Lama Curing (jam)	2	6,907	3,4537	8,57	0,002
Error	22	8,870	0,4032		
Lack-of-Fit	4	2,037	0,5093	1,34	0,293
Pure Error	18	6,833	0,3796		
Total	26	24,463			

Gambar 3. Hasil Pooling

Pengujian hipotesa yang didapatkan dari tabel anova setelah pooling faktor B dan C adalah sebagai berikut:

Faktor B : H_0 : Tidak ada pengaruh signifikan faktor B terhadap uji tekan genteng

H_1 : Ada pengaruh signifikan faktor B terhadap uji tekan genteng

Kesimpulan : P-Value $0,174 > 0,05$; H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh signifikan faktor B terhadap uji tekan genteng

Faktor C : H_0 : Tidak ada pengaruh signifikan faktor C terhadap uji tekan genteng

H_1 : Ada pengaruh signifikan faktor C terhadap uji tekan genteng

Kesimpulan : P-Value $0,484 > 0,05$; H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh signifikan faktor C terhadap uji tekan genteng

C. Usulan perbaikan

Usulan perbaikan dalam penelitian ini berdasarkan pengolahan data diatas diperoleh bahwa faktor yang berpengaruh terhadap kualitas genteng beton adalah air (A) dan lama curing (D). Karakteristik yang digunakan *larger the better* maka pemilihan level faktor berdasarkan nilai S/N ratio paling tinggi adalah faktor A level 1. Sehingga menghasilkan kombinasi settingan yang optimal A1,B3,C3,D3.

Tabel 4. Hasil Kombinasi Terpilih

Faktor	Level
Air (A1)	0,36 L
Komposisi campuran (B3)	1:3,5
Tekanan Pemadatan (C3)	22 Mpa
Lama curing (D3)	48 jam

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diteliti maka dapat diambil kesimpulan adalah faktor- faktor yang berpengaruh signifikan adalah air (A) dan lama curing (D) sedangkan faktor yang tidak berpengaruh signifikan yaitu komposisi campuran(B) dan tekanan pemadatan (C).

kombinasi setting yang optimal adalah A3, (air 0,36 L) B2 (komposisi campuran S:P sebesar 1:3,5), C1 (Tekanan pemadatan 22 Mpa), D3 (Lama curing 48 jam).

UCAPAN TERIMA KASIH

Bagian Terima kasih kepada universitas muhammadiyah sidoarjo dan perusahaan atas izin waktu, serta wawasan berharga yang mendukung kelancaran penelitian ini. Dukungan semua pihak sangat membantu dalam pengumpulan data, semoga penelitian inni bermanfaat bagi ssemua

REFERENSI

- [1] A. Ubaidillah and I. A. Sari, "QUALITY ANALYSIS OF GOODS DELIVERY SERVICE USING SIX SIGMA APPROACH IN PT. KAMADJAJA LOGISTICS SURABAYA," *Journal of applied Industrial Engineering-University of PGRI Adi Buana*, vol. 3, no. 1, pp. 58-71, 2020.
- [2] P. R. Maulidia, N. Budiharti and E. Adriantantri, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI PADA UMKM RUBBER SEAL RM PRODUCTS GENUINE PARTS SUKUN, MALANG," *Industri Inovatif - Jurnal Teknik Industri ITN malang*, pp. 83-91, 2020.
- [3] M. Yusuf, A. Purwanti, E. Sulistyaningsih and S. E. Lestari, "ANALISIS PENINGKATAN KUALITAS PRODUK GENTENG DENGAN METODE TAGUCHI," *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST)*, pp. 140-149, 2022.
- [4] Anggi, Eddy and F. Ariani, "PENINGKATAN KUALITAS BATU BATA DENGGA MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI PADA UKM BATU BATA XYZ," *JITEKH*, vol. 9, no. 1, pp. 14-19, 2021.
- [5] E. S. Pradana and W. Sulistiyowati, "Literature Review: Penggunaan Metode Taguchi untuk PeningkatanKualitas," *Prozima*, vol. 6, no. 2, pp. 85-96, 2020.
- [6] M. A. Saputra, J. Sagala and H. Susiyanto, "DESAIN EKSPERIMEN DALAM PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK WING KING DOOR ECO DENGAN METODE TAGUCHI PADA PT WADJA KARYA DUNIA," *Jurnal IndustriKrisna*, vol. 12, no. 2, pp. 55-67, 2023.
- [7] A. Muid, S. S. Dahda and E. Ismiyah, "PENERAPAN METODE TAGUCHI UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS PRODUK UKM MAKANAN KHAS SIDAYU BONGGOLAN," *JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri)*, vol. 1, no. 2, pp. 304-321, 2021.
- [8] R. Ferdiansyah, I. Bachtiar and Selamat, "Pengendalian Kualitas dengan Metode Taguchi pada Produk Cat Tembok di Pt XYZ," *Jurnal Riset Teknik Industri (JRTI)*, vol. 3, no. 2, pp. 129-138, 2023.
- [9] Janles, "Pengendalian Kualitas Pada Proses Produksi Cetak Dengan Menggunakan Metode Taguchi Di PT. SOEN PERMATA," *Scientifict Journal of Industrial Engineering*, vol. 3, no. 1, pp. 62-66, 2022.
- [10] D. L. Trenggonowati, M. Ulfah, F. Arina and A. M. Wardhani, "Pengendalian kualitas continuous tandem cold mill (CTCM) menggunakan metode Taguchi pada divisi cold rolling mill di PT. XYZ," *TEKNIKA: JURNAL SAINS DAN TEKNOLOGI*, vol. 16, no. 2, pp. 293-307, 2020.
- [11] A. Haslindah, Andrie, A. Asis and C. F. Ariyana, "Pengendalian Kualitas Bahan Baku Pada Produk Kerajinan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Dengan Menggunakan Metode Taguchi," *JOURNAL INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT*, vol. 1, no. 2, pp. 25-30, 2020.
- [12] F. R. Wilujeng and D. Christiyandi, "ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK BUMBUTABUR DENGAN MENGGUNAKAN METODE FAULT TREE ANALYSIS DAN TAGUCHI," *Jurnal of Industrial Engineering and Management System*, vol. 15, no. 2, pp. 90-103, 2022.
- [13] A. Haslindah, R. Syarifuddin, Sainal and R. Ma'ruf, "ANALISIS TINGKAT KECACATAN (DEFFECT) PADA PRODUK HOLOW DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI Studi Kasus (PT.SERMANI STEEL) MAKASSAR," *JOURNAL INDUSTRIAL ENGINEERING AND MANAGEMENT*, vol. 2, no. 1, pp. 16-23, 2021.
- [14] M. Asfar, Y. S. Tjahjaningsih and Haryono, "Pengendalian Kualitas Produk Bata Ringan AAC dengan Metode Taguchi di PT AFU 28," *Energy: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, vol. 8, no. 2, pp. 49-58, 2018.
- [15] D. Irwansyah and S. E. Samosir, "ANALISA PENGENDALIAN KUALITAS RBDPO DENGAN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI PADA PT. MULTIMAS NABATI ASAHAN," *Industrial Engineering Journal*, vol. 9, no. 2, pp. 01-06, 2020.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.