
PENGARUH DIMENSI KOMPONEN TERHADAP PERFORMA MOBIL MAINAN PENGGERAK BALON DENGAN METODE TAGUCHI

Nabila Putri N¹, Herlambang, Moh K², Muslimah, Tsaqofi B³, Prasetyo, Rendy⁴, Ardiansyah, Fikri⁵
Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Gresik
Jl. Sumatera 101 GKB, Gresik 61121, Indonesia
e-mail : putrinnabila26@gmail.com

ABSTRAK

Untuk mengetahui perbedaan laju mobil mainan dengan faktor yang berbeda serta faktor apa saja yang mempengaruhi laju mobil. Metode Taguchi merupakan suatu metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Metode Taguchi berupaya mencapai sasaran itu dengan menjadikan produk atau proses "tidak sensitif" terhadap berbagai faktor seperti misalnya material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, kondisi-kondisi operasional. Metode Taguchi menjadikan produk atau proses bersifat kokoh (robust) terhadap faktor gangguan (noise), karenanya metode ini disebut juga perancangan kokoh (robust design). Penentuan level dilakukan atas pertimbangan nilai masing-masing level masih dalam batas range yang ditetapkan perusahaan. Berdasarkan indikasi faktor maka faktor-faktor yang berpengaruh terhadap jarak yang ditempuh mobil mainan adalah Ketinggian (A), diameter roda (B), panjang penyangga roda (C), panjang sedotan (D) dan diameter balon (E). Dan Berdasarkan perbandingan antara F-rasio dan F-tabel pada strategi pooling up menunjukkan bahwa faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kuat laju mobil adalah faktor B (diameter roda), faktor C (panjang penyangga roda) dan faktor E (diameter balon).

Kata kunci : Taguchi, mobil, faktor, level

ABSTRACT

To find out the difference in the speed of a toy car with different factors and what factors influence the speed of the car. The Taguchi method is a new methodology in the field of engineering which aims to improve product and process quality while at the same time reducing costs and resources to a minimum. The Taguchi method attempts to achieve this goal by making the product or process "insensitive" to various factors such as materials, manufacturing equipment, human labor, operational conditions. The Taguchi method makes a product or process robust against noise factors, therefore this method is also called robust design. Determination of levels is carried out based on the consideration that the value of each level is still within the range limits set by the company. Based on the factor indications, the factors that influence the distance traveled by the toy car are height (A), wheel diameter (B), wheel support length (C), straw length (D) and balloon diameter (E). And based on the comparison between the F-ratio and the F-table in the pooling up strategy, it shows that the factors that have a significant influence on the car's speed are factor B (wheel diameter), factor C (wheel support length) and factor E (balloon diameter).

Keywords : Taguchi, car, factor, level

Jejak Artikel

Upload artikel : 12 Oktober 2025

Revisi : 15 Oktober 2025

Publish : 29 Oktober 2025

1. PENDAHULUAN

Mobil mainan dengan menggunakan penggerak balon merupakan salah satu media pembelajaran yang digunakan untuk mengajarkan prinsip dasar fisika dan teknik. Memiliki prinsip kerja yang sederhana, balon ditiup dan kemudian dilepaskan sehingga udara yang keluar dari balon mendorong mobil ke depan. Meskipun memiliki konsep dasar yang sederhana dan mudah dipahami tentunya mobil mainan dengan menggunakan penggerak balon

terdapat tantangan yang muncul mengenai kinerja dan kualitas dari mobil tersebut. Seperti jarak tempuh yang tidak konsisten, kecepatan mobil yang tidak stabil, dan terdapat kerusakan komponen mekanis.

Rekayasa kualitas merupakan pendekatan sistematis untuk meningkatkan produk atau proses melalui identifikasi dan pemecahan masalah kualitas. Dalam konteks mobil mainan dengan penggerak balon, rekayasa kualitas bertujuan untuk memastikan bahwa mobil dapat

beroperasi dengan optimal, memiliki umur pakai yang panjang, dan memberikan pengalaman belajar yang positif bagi pengguna. Oleh karena itu, kelompok kami melakukan eksperimen dengan melakukan rekayasa kualitas sehingga dapat mengatasi tantangan yang timbul terkait kinerja dan kualitas pada mobil mainan dengan penggerak balon.

Metode Taguchi berupaya mencapai sasaran itu dengan menjadikan produk atau proses “tidak sensitif” terhadap berbagai faktor seperti misalnya material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, kondisi-kondisi operasional. Metode Taguchi menjadikan produk atau proses bersifat kokoh (robust) terhadap faktor gangguan (noise), karenanya metode ini disebut juga perancangan kokoh (robust design).

Karakteristik kualitas yang terukur menurut Taguchi dapat dibagi menjadi 3 kategori :

1. *Nominal is the best*

Karakteristik kualitas yang menuju suatu nilai target yang tepat pada suatu nilai tertentu. Yang termasuk kategori ini adalah :

Berat	Panjang	Lebar	Kerapatan
Ketebalan	Diameter	Luas	Kecepatan
Volume	Jarak	Tekanan	Waktu

2. *Smaller the Better*

Pencapaian karakteristik dimana apabila semakin kecil (mendekati nol; nol adalah nilai ideal dalam hal ini) semakin baik. Contoh yang termasuk kategori ini adalah:

Pemborosan	Persen	Hambatan
Panas	Kontaminasi	
Penyimpangan	Kebisingan	Produk Gagal
Waktu Proses	Waktu Respon	Kerusakan

3. *Larger the Better*

Pencapaian karakteristik kualitas semakin besar semakin baik (tak terhingga sebagai nilai idealnya). Contoh dari karakteristik ini adalah :

Kekuatan	Kekuatan Tarik	Efisiensi
Waktu Antar	Ketahanan Terhadap	Korosi

Desain eksperimen Taguchi dibagi menjadi tiga tahap utama yang mencakup semua pendekatan eksperimen. Tiga tahap tersebut adalah :

1. Tahap Perencanaan Eksperimen

Tahap eksperimen merupakan tahap perumusan masalah, penetapan tujuan

eksperimen, penentuan variabel tak bebas, identifikasi faktor-faktor (variabel bebas), pemisahan faktor kontrol dan faktor gangguan, penentuan jumlah level dan nilai level faktor, letak dalam kolom interaksi, perhitungan derajat kebebasan, dan pemilihan matriks ortogonal.

a) Perumusan Masalah

Langkah pertama adalah merumuskan masalah/mendefinisikan masalah atau fokus yang akan diselidiki dalam eksperimen.

b) Tujuan Eksperimen

Tujuan yang melandasi eksperimen harus dapat menjawab apa yang telah dinyatakan pada perumusan masalah, yaitu mencari sebab yang menjadi akibat masalah yang kita amati.

c) Penentuan Variabel Tak Bebas

Dalam merencanakan suatu eksperimen harus dipilih dan ditentukan dengan jelas variabel tak bebas mana yang akan diselidiki. Dalam eksperimen taguchi variabel tak bebas adalah karakteristik kualitas yang terdiri dari tiga kategori, yaitu karakteristik yang dapat diukur contohnya temperatur, berat, tekanan, dan lain-lain. Karakteristik atribut contohnya retak, jelek, baik dan lain-lain. Karakteristik dinamik merupakan fungsi representasi dari proses yang diamati. Proses yang diamati digambarkan sebagai signal dan output digambarkan sebagai hasil dari signal. Sebagai contoh adalah sistem transmisi otomatis dengan input putaran mesin dan output adalah perubahan getar.

d) Identifikasi Faktor-Faktor (Variabel Bebas)

Identifikasi Variabel bebas (faktor) adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih faktor mana saja yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan.

e) Pemisahan Faktor Kontrol dan Faktor Gangguan
Faktor – faktor yang diamati terbagi atas faktor kontrol dan faktor gangguan. Dalam metode Taguchi keduanya perlu diidentifikasi dengan jelas sebab pengaruh antar kedua tersebut berbeda. Faktor kontrol adalah faktor yang nilainya dapat di atur atau dikendalikan. Sedangkan faktor gangguan adalah faktor yang tidak bisa diatur atau bila di atur akan membutuhkan biaya yang tinggi.

f) Penentuan Jumlah Level dan Nilai Level Faktor
Pemilihan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil eksperimen dan ongkos pelaksanaan eksperimen. Makin banyak level yang diteliti maka hasil eksperimen akan lebih teliti karena data yang diperoleh lebih banyak. Tetapi banyaknya level akan meningkatkan jumlah pengamatan sehingga menaikkan ongkos eksperimen.

g) Perhitungan Derajat Kebebasan
Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum eksperimen yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati. Bentuk umum persamaan umum dari derajat kebebasan matriks ortogonal (Orthogonal Array), (Voa), dalam menentukan jumlah eksperimen yang akan diamati adalah sebagai berikut :

$$V_{oa} = \text{banyaknya eksperimen} - 1$$

Dimana : V_{oa} = Derajat kebebasan matriks ortogonal

Derajat kebebasan faktor dan level (Vlf) untuk menghitung jumlah level yang harus di uji atau diadakan pengamatan pada sebuah faktor, bentuk persamaannya adalah sebagai berikut :

$$V_{lf} = \text{banyaknya eksperimen} - 1$$

Dimana : V_{lf} = Derajat kebebasan matriks ortogonal

Untuk mengetahui derajat kebebasan dari sebuah matriks eksperimen atau total derajat kebebasan adalah :

$$\text{Total Vlf} = (\text{banyaknya faktor}) \times \text{Vlf}$$

h) Pemilihan Matriks Orthogonal

Pemilihan matriks ortogonal yang sesuai tergantung dari nilai faktor dan interaksi yang diharapkan dan nilai level dari tiap-tiap faktor. Penentuan ini akan mempengaruhi total jumlah derajat kebebasan yang berguna untuk menentukan jenis matriks ortogonal yang dipilih. Bentuk umum dari model matriks ortogonal adalah:

$$L_a(b)^c$$

Dimana :

CCCC Rancangan Bujur Sangkar Latin

A Banyak Baris/Eksperimen

B Banyak Level

C Banyak Kolom atau Faktor

Untuk memilih matriks ortogonal yang cocok atau sesuai dengan eksperimen dilakukan perhitungan derajat kebebasan untuk eksperimen yang akan dilakukan dan terhadap matriks ortogonal pada level tertentu dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

Derajat Kebebasan

$$= (\text{banyaknya faktor}) (\text{banyaknya level} - 1)$$

2. Tahap Pelaksanaan Eksperimen

Pelaksanaan eksperimen meliputi penentuan jumlah replikasi eksperimen dan randomisasi pelaksanaan eksperimen.

a) Jumlah Replikasi

Replikasi adalah perulangan kembali perlakuan yang sama dalam suatu percobaan dengan kondisi yang sama untuk memperoleh ketelitian yang lebih tinggi. Replikasi dilakukan untuk tujuan :

- Menambah ketelitian data eksperimen
- Mengurangi tingkat kesalahan pada eksperimen
- Memperoleh harga taksiran kesalahan eksperimen sehingga memungkinkan diadakannya uji signifikan hasil eksperimen.

b) Randomisasi

Secara umum randomisasi dimaksudkan untuk :

- Meratakan pengaruh dari faktor- faktor yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit eksperimen.
- Memberikan kesempatan yang sama pada semua unit eksperimen untuk menerima suatu perlakuan sehingga diharapkan ada kehomogenan pengaruh dari perlakuan yang sama
- Mendapatkan hasil pengamatan yang bebas satu sama lain
Jika replikasi dengan tuuan untuk memungkinkan dilakukan uji signifikan, maka randomisasi bertujuan menjadikan uji tersebut valid dengan menghilangkan sifat bias.

3. Tahap Analisa

Pada analisa dilakukan perhitungan dan pengujian data dengan statistik seperti analisa variansi, tes hipotesa dan penarapan data hasil eksperimen.

- Analisis Varians Taguchi
Analisis varians adalah teknik yang digunakan untuk menganalisis data yang telah disusun dalam perencanaan eksperimen secara statistika. Analisis ini merupakan teknik menganalisis dengan menguraikan seluruh (total) variansi atas bagian-bagian yang diteliti. Analisis varians untuk suatu matriks ortogonal dilakukan berdasarkan perhitungan jumlah kuadrat untuk masing-masing kolom. Untuk analisis varians dua arah adalah data eksperimen yang terdiri dari dua faktor atau lebih dan dua level atau lebih
- Uji F

Hasil analisis varians tidak membuktikan adanya perbedaan perlakuan dan pengaruh faktor dalam percobaan, pembuktian ini dilakukan uji hipotesa F. Uji hipotesa F dilakukan dengan cara membandingkan variansi yang disebabkan masing-masing faktor dan variansi error. Variansi error adalah variansi setiap individu dalam pengamatan yang timbul karena faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan. Apabila nilai F test lebih kecil dari nilai Ftabel ($F_{hitung} < F_{tabel}$), maka hipotesa (H_0) diterima atau berarti tidak ada perlakuan.

- Rasio S/N

Rasio S/N (Signal-To-Noise) digunakan untuk memilih faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variasi suatu respon. Rasio S/N merupakan rancangan untuk transformasi pengulangan data kedalam suatu nilai yang merupakan ukursn variasi yang timbul. Rasio S/N terdiri dari beberapa tipe karakteristik kualitas , yaitu :

- *Smaller the Better*

Adalah karakteristik kualitas dengan batas nilai 0 dan non negative. Nilai semakin kecil (mendekati nol adalah yang diinginkan).

$$S/N = 10 \log \left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^r Y_i^2 \right)$$

- *Nominal is The Best*

Karakteristik kualitas dengan nilai atau target tidak nol dan terbatas. Atau dengan kata lain nilai yang mendekati suatu nilai ditentukan adalah yang terbaik.

$$SN = -\log V_e$$
$$SN = -\log 10 \left(\frac{VmVe}{nVe} \right)$$

- *Larger the Better*
Karakteristik kualitas dengan rentang nilai tak terbatas dan non negative. Nilai semakin besar adalah semakin diinginkan

$$S/N = 10 \log 10 \left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^r \frac{1}{y_i^2} \right)$$

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Sistem Manufaktur dan Ergonomi Kerja Universitas Muhammadiyah Gresik pada tanggal 12 Juli 2024.

Jenis penelitian yang digunakan adalah jenis penelitian desain eksperimen. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi rangka terbaik untuk menghasilkan mobil mainan dengan kecepatan optimum dan melakukan perbaikan. Dimana faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan genteng beton adalah Jumlah Semen, Pasir, Tepung Mill, dan Air. Komposisi yang terbaik dapat digunakan sebagai komposisi Genteng Beton sehingga meningkatkan kualitas kekuatan.

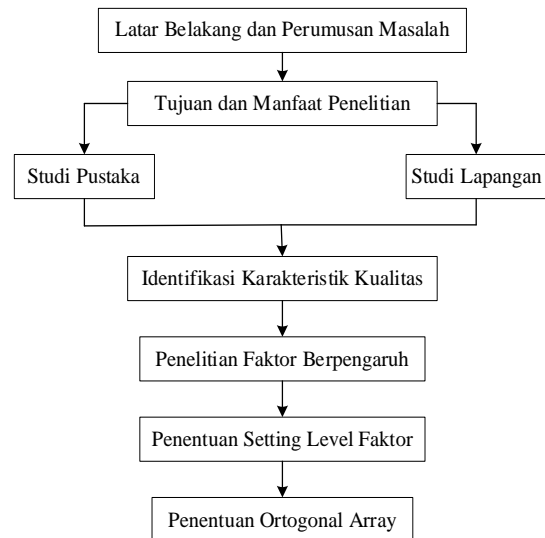
Objek penelitian yang diteliti adalah produk mobil mainan dengan penggerak balon yang ditinjau dari kekuatan produk. Objek ini diamati secara langsung di lantai produksi. Menurut hubungan antara satu variabel dengan variabel yang lain, variabel-variabel penelitian dibagi atas :

1. Variabel Independen (predictor variabel)

Variabel bebas merupakan variabel penelitian yang mempengaruhi dan menjadi sebab perubahan atau timbulnya variabel akibat. Variabel bebas pada penelitian ini adalah jumlah semen, jumlah pasir, jumlah tepung mill, dan jumlah air

2. Variabel Dependen (Variabel tergantung, terpengaruh)

Variabel terikat merupakan variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat dari variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah kekuatan tekan dari produk Genteng Beton. Dan karakteristik kualitasnya adalah semakin kuat, semakin baik (*larger the-better*).



Gambar 1. Jumlah penjualan mobil (tulisan gambar di pertebal)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan penentuan faktor-faktor yang dapat dikendalikan terhadap faktor gangguan, maka hasil faktor yang dapat dikendalikan tersebut dapat dilihat pada tabel

No	Faktor
1	Ketinggian Botol
2	Diameter Roda
3	Panjang Penyangga Roda
4	Panjang Sedotan
5	Diameter Balon

Faktor gangguan yang ada dalam penelitian ini adalah lingkungan luar (suhu udara) dan faktor mesin tidak dimasukkan dalam matriks, sehingga percobaan hanya dilakukan terhadap faktor-faktor terkendali dengan melakukan pengulangan (replikasi) untuk setiap eksperimen.

Dilakukan pengkodean untuk faktor kontrol. Faktor kontrol adalah faktor yang nilainya dapat diatur. Pengkodean faktor kontrol tersebut dapat dilihat pada tabel

Kode	Faktor
A	Ketinggian Botol
B	Diameter Roda
C	Panjang Penyangga Roda
D	Panjang Sedotan
E	Diameter Balon

Semakin bertambahnya pesaing dalam hal ini membuat pihak Kedai Kopi Sang Esoen untuk lebih meningkatkan kualitas pelayanan, serta melakukan pengembangan usaha dan upaya memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan supaya jumlah pengunjung meningkat. Data hasil penetapan level ini dapat dilihat pada tabel

Kode	Faktor Kontrol	Level 1	Level 2
A	Ketinggian Botol	14 cm	22,5 cm
B	Diameter Roda	3 cm	5 cm
C	Panjang Penyangga Roda	10 cm	18 cm
D	Panjang Sedotan	12 cm	19 cm
E	Diameter Balon	9 cm	13 cm

Terdapat empat faktor dan dua level dalam penelitian ini :

1. Faktor A adalah botol = 2 Level
2. Faktor B adalah roda = 2 Level
3. Faktor C adalah penyangga roda = 2 Level
4. Faktor D adalah sedotan = 2 Level
5. Faktor E adalah balon = 2 Level

Dengan adanya faktor (A, B, C, D, E) maka derajat kebebasan adalah sebagai berikut :

Dimana

$$\text{Dof untuk faktor A} = N_a - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$\text{Dof untuk faktor B} = N_b - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$\text{Dof untuk faktor C} = N_c - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$\text{Dof untuk faktor D} = N_d - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$\text{Dof untuk faktor E} = N_e - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$\text{Jumlah Dof} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5$$

Berdasarkan nilai Dof tersebut, pemilihan matriks OA harus memenuhi persamaan :

$$FLN \geq f$$

Maka,

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Trial} - 1 &\geq \text{Jumlah Dof} \\ 8 - 1 &= 7 \geq 5 \end{aligned}$$

Untuk pemilihan jenis OA yang digunakan, harus berdasarkan pada ketentuan yang sudah ditetapkan berdasarkan pada tabel

Jumlah Dof	Orthogonal Array
2 – 3	$L_4(2^3)$
4 – 7	$L_8(2^7)$
8 – 11	$L_{12}(2^{11})$

12 – 15

$L_{16}(2^{15})$

Dari tabel di atas maka dapat disimpulkan bahwa pada penelitian kali ini menggunakan $L_8(2^7)$.

Berdasarkan hasil perhitungan derajat kebebasan matriks ortogonal maka dipilihlah matriks ortogonal $L_8(2^7)$ nilai derajat kebebasan 7. Tabel matriks ortogonal $L_8(2^7)$ dapat dilihat pada Tabel

Matriks Ortogonal $L_8(2^7)$							
Eksperimen	Kolom/Faktor						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

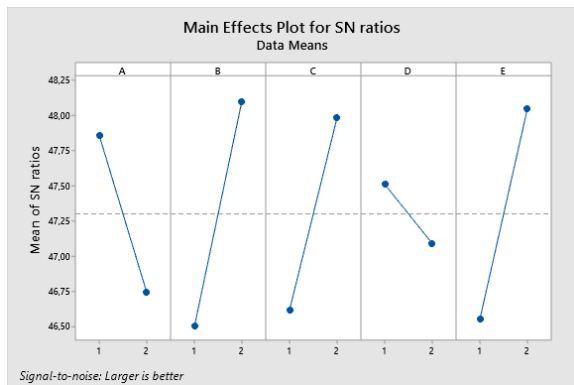
Perhitungan nilai rata-rata jarak tempuh mobil mainan melalui kombinasi level dari masing-masing faktor adalah sebagai berikut :

Response Table for Means

Level	A	B	C	D	E
1	258,6	221,7	220,7	249,7	225,8
2	226,3	263,3	264,3	235,3	259,1
Delta	32,3	41,6	43,6	14,4	33,3
Rank	4	2	1	5	3

	A	B	C	D	E
Level 1	258,6	221,7	220,7	249,7	225,8
Level 2	226,3	263,3	264,3	235,3	259,1
Selisih	32,3	41,6	43,6	14,4	33,3
Rank	4	2	1	5	3

Dapat dilihat melalui tabel respon diatas bahwa kombinasi level faktor optimum agar menghasilkan jarak tempuh mbil mainan yang paling besar adalah pada faktor A (Ketinggian Botol) = 14 cm, pada faktor B (Diameter Roda) = 5 cm, pada faktor C (Panjang Penyangga Roda) = 18 cm, pada faktor D (Panjang Sedotan) = 12 cm dan pada faktor E (Diameter Balon) = 13 cm



Karena matriks ortogonal $L_8(2^7)$ mempunyai 7 derajat kebebasan, maka diambil kira-kira setengah derajat kebebasan, maka diambil kira-kira setengah derajat kebebasan sebagai pengaruh penting. Namun dalam penelitian ini yang digunakan hanya 5 kolom saja, maka yang di ambil adalah 3 sebagai pengaruh penting. Dari tabel respon, kombinasi level faktor optimum dicapai pada nilai rata-rata respon kuat tekan genteng beton dengan nilai yang paling besar dari tiap faktor, yaitu faktor C2 dengan ukuran 18 cm, B2 dengan ukuran 5 cm dan E2 dengan ukuran 13 cm.

Berikut ini adalah perhitungan anova pada keseluruhan faktor:

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
A	1	2,4942	6,19%	2,4942	2,4942	0,21	0,694
B	1	5,1301	12,74%	5,1301	5,1301	0,43	0,581
C	1	3,7173	9,23%	3,7173	3,7173	0,31	0,635
D	1	0,3524	0,88%	0,3524	0,3524	0,03	0,880
E	1	4,4640	11,09%	4,4640	4,4640	0,37	0,605
Error	2	24,1120	59,88%	24,1120	12,0560		
Total	7	40,2699	100,00%				

Berikut ini adalah hasil perhitungan ANOVA pada 3 faktor terpeting yaitu pada faktor B, C dan E:

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
B	1	5,130	12,74%	5,130	5,130	0,76	0,432
C	1	3,717	9,23%	3,717	3,717	0,55	0,499
E	1	4,464	11,09%	4,464	4,464	0,66	0,461
Error	4	26,959	66,94%	26,959	6,740		
Total	7	40,270	100,00%				

Pooling up menggunakan perhitungan dan tabel ANOVA dengan dibagi dua tahap yaitu pooling parsial I ($MS_{hitung} \leq MS_{error}$) dan pooling parsial II ($F_{hitung} \leq F_{tabel}$).

A. Pooling Parsial I

Pada pooling parsial I dilakukan untuk faktor dengan ketentuan nilai ($MS_{hitung} \leq$

MS_{error}). dan faktor yang di pooled adalah faktor A dan D

a) Pooled Faktor D

$$V_{pooled} = V_e + V_d$$

$$= 2 + 1 = 3$$

$$SS_{pooled} = SS_e + SS_d$$

$$= 24,11 + 0,35 = 24,46$$

$$MS_{pooled} = 24,46/3 = 8,1533$$

b) Pooled Faktor A

$$V_{pooled} = V_e + V_d$$

$$= 2 + 1 = 3$$

$$SS_{pooled} = SS_e + SS_a$$

$$= 24,11 + 2,49 = 26,6$$

$$MS_{pooled} = 26,6/3 = 8,87$$

Sumber	Pooled	Df	SS	MS	F-Ratio
A	Y	1	-	-	-
B	-	1	5,13	5,13	0,43
C	-	1	3,71	3,71	0,31
D	-	1	0,35	0,35	0,03
E	-	1	4,46	4,46	0,37
Error	-	3	24,11	24,11	=
Total		8			

Berdasarkan pooling parsial, dapat diketahui bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap kuat tekan genteng beton adalah faktor B, C dan E.

persen kontribusi masing-masing faktor dihitung dengan rumus :

Analysis of Variance

Source	DF	Seq SS	Contribution	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
B	1	5,130	12,74%	5,130	5,130	0,76	0,432
C	1	3,717	9,23%	3,717	3,717	0,55	0,499
E	1	4,464	11,09%	4,464	4,464	0,66	0,461
Error	4	26,959	66,94%	26,959	6,740		
Total	7	40,270	100,00%				

Untuk konfirmasi diambil 6 sampel dengan level pada kondisi optimum.

Eksperimen	Hasil Eksperimen	Eksperimen	Hasil Eksperimen
1	375	6	362
2	382	7	368
3	379	8	370
4	369	9	359
5	354	10	371

Interval kepercayaan rata-rata untuk eksperimen konfirmasi adalah sebagai berikut :

$$n_{eff} = \frac{\text{jumlah total eksperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan perkiraan rata-rata}}$$

$$N_{eff} = 24/3 = 8$$

$$\begin{aligned} CI \text{ Konfirmasi} &= \pm \sqrt{F_{0,10}(1,10) \times Vel \times \left[\frac{1}{neff} + \frac{1}{r} \right]} \\ CI \text{ Konfirmasi} &= \pm \sqrt{3,29 \times 4,11 \times \left[\frac{1}{8} + \frac{1}{10} \right]} = \pm 1,744 \end{aligned}$$

4. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh berbagai faktor desain terhadap kinerja mobil mainan yang digerakkan oleh balon dengan menggunakan metode Taguchi. Berdasarkan hasil analisis, diketahui bahwa faktor-faktor utama yang memengaruhi jarak tempuh mobil mainan adalah ketinggian botol, diameter roda, panjang penyangga roda, panjang sedotan, dan diameter balon. Dari hasil uji variansi (ANOVA) dan perbandingan rasio F, diperoleh bahwa faktor diameter roda (B), panjang penyangga roda (C), dan diameter balon (E) memiliki pengaruh signifikan terhadap kecepatan dan jarak tempuh mobil. Kombinasi level optimum untuk menghasilkan jarak tempuh terbaik diperoleh pada ketinggian botol 14 cm, diameter roda 5 cm, panjang penyangga roda 18 cm, panjang sedotan 12 cm, dan diameter balon 13 cm. Dengan demikian, penerapan metode Taguchi terbukti efektif dalam mengidentifikasi faktor dominan serta menentukan kombinasi desain yang optimal guna meningkatkan kinerja mobil mainan berbasis penggerak balon.

DAFTAR PUSTAKA

- Kualitas, M., & Genteng Beton, P. (n.d.). *DESAIN EKSPERIMEN MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI UNTUK*.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and Analysis of Experiments* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Ross, P. J. (1996). *Taguchi Techniques for Quality Engineering*. McGraw-Hill.
- Phadke, M. S. (1989). *Quality Engineering Using Robust Design*. Prentice-Hall.
- Roy, R. K. (2010). *A Primer on the Taguchi Method* (2nd ed.). Society of Manufacturing Engineers.
- Antony, J. (2014). *Design of Experiments for Engineers and Scientists* (2nd ed.). Elsevier.

- Gaspersz, V. (2002). *Metode Analisis untuk Peningkatan Kualitas: Penerapan Taguchi dan Six Sigma*. Gramedia Pustaka Utama.
- Dwi, P., & Setiawan, A. (2020). Penerapan Metode Taguchi dalam Optimasi Proses Produksi. *Jurnal Teknologi dan Industri*, 8(2), 115–124.
- Sari, D., & Hidayat, M. (2021). Analisis Pengaruh Variasi Faktor terhadap Kinerja Produk Menggunakan Metode Taguchi. *Jurnal Rekayasa Sistem dan Industri*, 5(1), 44–53.
- Purnomo, R., & Wibowo, A. (2019). Penerapan Eksperimen Taguchi untuk Menentukan Faktor Dominan dalam Desain Produk Mekanik. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 21(3), 211–220.
- Nofriansyah, D., & Ramadhan, Y. (2022). Optimalisasi Desain Produk dengan Metode Taguchi. *Jurnal Sains dan Teknologi Terapan*, 4(1), 77–85.