

Desain Eksperimen Taguchi pada Proses Produksi Roster dengan Penambahan Abu Sekam Padi: Analisis Kualitas Produk dan Efisiensi Biaya Produksi

Taguchi Experimental Design in the Production Process of Roster with Rice Husk Ash Additive: Analysis of Product Quality and Production Cost Efficiency

Nidya Wisudawati^{1)*}, Fadlan Minallah²⁾, Anindita Rahmalia Putri³⁾, Rurry Patradhiani⁴⁾, Rafiqa Fijra⁵⁾

^{1,2,3,4,5)} Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Palembang, Indonesia
email: ¹⁾nidya_wisudawati@um-palembang.ac.id, ²⁾fadlanminalla78@mail.com,

³⁾anindita_rahmaliaputri@um-palembang.ac.id, ⁴⁾urry_patradhiani@um-palembang.ac.id,

⁵⁾rafiqa_fijra@um-palembang.ac.id

Informasi Artikel

Diterima:

Submitted:

22/04/2025

Diperbaiki:

Revised:

10/05/2025

Disetujui:

Accepted:

14/05/2025

*) Nidya Wisudawati
nidya_wisudawati@um-
palembang.ac.id

DOI:

<https://doi.org/10.32502/integrasi.v10i1.618>

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan mutu produk roster serta menekan biaya produksi melalui pemanfaatan abu sekam padi yang masih kurang dimanfaatkan secara optimal sebagai bahan baku alternatif. Peningkatan mutu dilakukan dengan menggunakan desain eksperimen Taguchi untuk mendapatkan kombinasi komposisi yang optimal. Notasi *orthogonal array* yang digunakan adalah L9 serta pengolahan data dilakukan dengan melakukan perhitungan ANOVA terhadap nilai rata-rata dan SNR dengan klasifikasi *larger the better*. Komposisi optimum yang diperoleh yaitu 20% abu sekam padi, 40% semen, 30% pasir, dan 10% air, yang menghasilkan kuat tekan sebesar 22,67 kg/cm². Nilai ini menunjukkan peningkatan sebesar 9,92 kg/cm² dibandingkan dengan komposisi tanpa abu sekam padi (40% semen, 55% pasir, 5% air) yang hanya menghasilkan kuat tekan 12,75 kg/cm². Selain peningkatan kualitas, penggunaan abu sekam padi juga mampu menurunkan biaya produksi hingga 28,35%, mengingat harga abu sekam padi lebih ekonomis dibandingkan dengan semen. Hasil penelitian ini menunjukkan potensi besar dalam pemanfaatan limbah sekam padi sebagai solusi efisien dan berkelanjutan dalam proses produksi material bangunan.

Kata kunci: Abu Sekam, Desain eksperimen, Roster, Taguchi.

Abstract:

This study aims to improve the quality of roster products and reduce production costs by utilizing rice husk ash, a waste material that remains underutilized, as an alternative raw material. Quality enhancement was achieved using the Taguchi experimental design to determine the optimal composition. The orthogonal array notation used was L9, and data analysis was conducted through ANOVA calculations on the mean values and signal-to-noise ratio (SNR), classified under the "larger-the-better" criterion. The optimal composition obtained consisted of 20% rice husk ash, 40% cement, 30% sand, and 10% water, resulting in a compressive strength of 22.67 kg/cm². This represents an improvement of 9.92 kg/cm² compared to the composition without rice husk ash (40% cement, 55% sand, 5% water), which only achieved a compressive strength of 12.75 kg/cm². In addition to quality improvement, the use of rice husk ash also reduced production costs by up to 28.35%, due to its more economical price compared to cement. The findings of this study highlight the significant potential of rice husk ash as an efficient and sustainable solution in the production of construction materials.

Keywords: Husk ash, Experimental design, Roster, Taguchi.

Pendahuluan

Seiring dengan laju pertumbuhan penduduk maka kebutuhan akan tempat tinggal juga semakin meningkat. Peningkatan kebutuhan tempat tinggal atau gedung secara otomatis akan meningkatkan permintaan bahan bangunan. Kebutuhan akan bahan bangunan harus disikapi dengan pemanfaatan alternatif bahan bangunan yang kualitasnya lebih baik dari sebelumnya tanpa mengenyampingkan nilai estetika [1]. Salah satu cara untuk meningkatkan nilai estetika bangunan adalah dengan menambahkan roster sebagai elemen dekoratif [2]. Roster tidak hanya berfungsi sebagai bahan bangunan tetapi juga dapat dimanfaatkan untuk mempercantik interior, misalnya menciptakan ruangan dengan konsep industrial atau modern [3]. Selain itu, roster dapat dipasang secara vertikal dan digunakan sebagai pembatas ruangan atau penyekat antara bagian dalam dan luar rumah [4].

Roster pada awalnya digunakan sebagai lubang ventilasi yang menjadi akses udara masuk dan keluar sebuah ruangan [3] [5]. Dalam bahasa Indonesia, istilah "loster/roster" telah umum digunakan di kalangan pedagang dan pembeli, meskipun asal-usul istilah ini tidak jelas. Jika dibandingkan, "roster" dalam bahasa Inggris berarti "daftar," sementara "raster" mengacu pada "kisi," tanpa relevansi dengan produk ventilasi ini. Istilah yang lebih tepat dalam bahasa Inggris untuk menyebut produk ini adalah "screen block" atau "kerawangan" [5].

Roster tersedia dalam berbagai bentuk dan bahan, seperti beton, batu bata, keramik, kayu, dan aluminium, masing-masing dengan proses produksi yang berbeda [3]. Dari jenis-jenis tersebut, roster beton paling sering ditemukan dan proses pembuatannya relatif sederhana, menggunakan bahan utama berupa semen, pasir, dan air [6]. Untuk meningkatkan kualitas roster beton, dapat ditambahkan bahan tambahan seperti abu sekam padi [7]. Sekam padi, yang umumnya dianggap sebagai limbah, mengandung lignoselulosa dengan kadar silika yang tinggi. Kandungan kimia sekam padi terdiri dari 50% selulosa, 25–30% lignin, dan 15–20% silika [8]. Abu sekam padi memiliki aktivitas

pozzolanik yang lebih unggul dibandingkan fly ash, slag, dan silica fume. Limbah industri dan pertanian, termasuk slag, fly ash, dan abu sekam padi, diketahui berpotensi menjadi bahan pengganti atau tambahan dalam campuran semen [9].

Penelitian mengenai pengembangan roster dengan penambahan bahan alternatif masih terbatas jumlahnya. Dalam penelitiannya, [10] membuat roster tahan korosi dan rayap dengan memanfaatkan limbah plastik, meskipun harga produksinya lebih tinggi sekitar 9,6% dibandingkan roster berbahan beton. Penelitian lain memanfaatkan abu sekam padi sebagai bahan campuran batu bata telah dilakukan oleh [11]. Sedangkan penelitian yang juga memanfaatkan abu sekam padi dalam campuran beton dan batako menunjukkan bahwa penambahan abu sekam padi dalam persentase yang pas mampu menggantikan semen dalam meningkatkan kekuatan tekan [7][12][13][14].

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu yang telah dilakukan, berbagai metode digunakan seperti *Quality Function Deployment* (QFD) yang diterapkan oleh [10] dalam inovasi pembuatan roster berbahan limbah plastik tahan korosi dan rayap. Metode lain adalah Taguchi dalam penelitian [15] untuk meningkatkan kualitas bata ringan. Selain itu, metode Taguchi juga telah diterapkan oleh [16] dalam penelitian optimalisasi *fly ash* sebagai bahan campuran batako untuk meningkatkan kekuatan tekan. [17] menerapkan Six Sigma untuk memperbaiki kualitas produk batako melalui pendekatan *Design of Experiment* dengan *Response Surface Methodology* (RSM) dan kontrol SOP. Dalam berbagai studi, metode Taguchi terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi produk, termasuk pada produk konstruksi seperti roster [18][6][19][20][21][22].

Penelitian ini bertujuan untuk merancang eksperimen menggunakan metode Taguchi dalam proses pembuatan roster berbahan baku abu sekam padi serta meminimalkan biaya produksi. Tujuan utama adalah mengidentifikasi faktor-faktor yang memengaruhi kekuatan tekan roster,

mengoptimalkan proses produksi, dan menentukan komposisi abu sekam padi yang paling sesuai untuk menghasilkan roster berkualitas tinggi dengan biaya produksi yang lebih efisien. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi berupa wawasan baru dan solusi praktis dalam pemanfaatan abu sekam padi sebagai bahan baku, sehingga limbah tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal sekaligus menekan biaya produksi.

Dalam pelaksanaannya, penelitian ini memiliki batasan tertentu, yaitu fokus pada pengujian kualitas dan efisiensi biaya roster. Jumlah eksperimen yang dilakukan juga dibatasi sesuai dengan rancangan metode Taguchi. Dengan demikian, penelitian ini memberikan perhatian khusus pada optimasi komposisi bahan dan proses pembuatan untuk menghasilkan roster yang tidak hanya memenuhi standar kualitas tetapi juga lebih ekonomis dalam hal produksi.

Metode

Tahapan Perencanaan Eksperimen

Tahapan perencanaan eksperimen ini diawali dengan penetapan variabel respon, yaitu uji kualitas terhadap roster yang dibuat dengan campuran abu sekam padi. Fungsi objektif dalam penelitian ini adalah *larger the better*, yang berarti semakin tinggi nilai yang diperoleh, semakin baik hasilnya. Selanjutnya, faktor-faktor yang memengaruhi variabel tak bebas ditentukan, disertai dengan pemilihan level dan nilai faktor. Pemilihan level menjadi krusial karena semakin banyak level yang digunakan, biaya eksperimen juga meningkat akibat bertambahnya jumlah pengamatan. Dalam penelitian ini, faktor yang digunakan meliputi abu sekam, semen, pasir, dan air, dengan level dan satuan tertentu yang telah ditentukan.

Derajat kebebasan kemudian dihitung untuk menentukan matriks *orthogonal* yang digunakan. Perhitungan ini menghasilkan total derajat kebebasan sebanyak delapan. Berdasarkan hasil tersebut, dipilih tabel *orthogonal array* yang sesuai, yaitu Matriks L9, yang dirancang untuk mengatur nilai faktor dan interaksi yang diharapkan. Penelitian ini juga memperhitungkan jumlah replika, yaitu pengulangan eksperimen dengan perlakuan dan kondisi yang sama,

untuk meningkatkan akurasi hasil. Semua tahapan ini dilakukan untuk memastikan eksperimen dirancang secara sistematis dan menghasilkan data yang valid.

Pelaksanaan Eksperimen

Pelaksanaan eksperimen dilakukan sesuai dengan desain yang telah direncanakan sebelumnya, di mana hasilnya akan diolah dan dianalisis lebih lanjut. Proses pembuatan roster melibatkan serangkaian tahapan, dimulai dari pengolahan abu sekam padi yang diayak untuk memastikan kualitasnya, serta pengolahan pasir yang dicuci menggunakan air aquades guna mengurangi kadar lumpur. Bahan baku seperti abu sekam padi, semen, pasir, dan air dipersiapkan sesuai perencanaan, kemudian dicampur menggunakan alat pengaduk untuk memastikan homogenitas. Setelah campuran siap, air ditambahkan secara bertahap, dan adonan dimasukkan ke dalam cetakan roster yang telah disiapkan dalam kondisi bersih dan kering, dilanjutkan dengan proses pengeringan di tempat terlindung untuk mencegah retakan.

Uji normalitas dilakukan menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov untuk mengevaluasi distribusi data. Pengujian ini melibatkan perhitungan nilai Z, probabilitas kumulatif normal, dan perbedaan nilai empiris serta teoritis untuk memastikan data memenuhi asumsi statistik parametrik. Selain itu, uji homogenitas dengan metode Bartlett diterapkan untuk memastikan keseragaman varians antar kelompok data, yang dihitung melalui nilai Chi-Kuadrat dan dibandingkan dengan tabel Chi-Kuadrat sebagai acuan homogenitas.

Analisis varians (ANOVA) digunakan dalam metode Taguchi untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang signifikan terhadap daya tekan roster dan menentukan level optimal guna meminimalkan variansi. Dengan karakteristik *larger-the-better* (LTB), rasio *signal-to-noise* dihitung untuk mengukur kinerja optimal. Uji kuat tekan roster dilakukan sesuai standar SNI di laboratorium PT Prekas Beton Inovasi untuk memastikan kualitas fisik sesuai spesifikasi. Selain itu, efisiensi biaya produksi dianalisis dengan membandingkan harga roster tanpa campuran

abu sekam padi dengan roster yang menggunakan bahan ini, guna menekan biaya dan meningkatkan hasil produksi.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Tahap pertama dalam desain eksperimen Taguchi yaitu perencanaan yang berkaitan dengan kebutuhan informasi dalam pelaksanaan eksperimen. Perencanaan eksperimen dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan karakteristik kualitas produk (semen, pasir, air dan abu sekam). Variabel responnya adalah kuat tekan roster.
2. Identifikasi dan pemilihan faktor.
3. Pemilihan level.

Faktor-faktor yang diduga mempengaruhi karakteristik kualitas roster dapat di tabulasikan sebagai berikut:

Tabel 1. Faktor Kendali

Faktor	Level			Satuan
	1	2	3	
Abu sekam	30	20	40	%

Semen	20	40	30	%
Pasir	40	30	20	%
Air	10	10	10	%

Adapun campuran yang digunakan dalam pembuatan roster dapat dilihat pada tabel 2:

Tabel 2. Kombinasi Eksperimen $L_9 (3^4)$

Eksperimen	Faktor Kendali			
	Abu sekam	Semen	Pasir	Air
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	2
6	2	3	3	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Data uji kuat tekan roster dengan menggunakan standar test SNI 03-0349-1989 yang dilakukan pengujian kuat tekan di PT Prekas Beton Inovasi dan didapatkan hasil eksperimen ditunjukkan pada tabel 3 dibawah ini:

Tabel 3. Hasil Eksperimen

Eksperimen	Faktor				Replika Kuat Tekan			Rata-rata
	Abu sekam	Semen	Pasir	Air	1	2	3	
1	30	20	40	10	17,00	14,17	11,33	14,17
2	30	40	30	10	19,83	14,17	14,17	16,06
3	30	30	20	10	19,83	17,00	14,17	17,00
4	20	20	30	10	22,67	19,83	19,83	20,78
5	20	40	20	10	22,67	22,67	22,67	22,67
6	20	30	20	10	22,67	19,83	17,00	19,83
7	40	20	20	10	19,83	17,00	14,17	17,00
8	30	40	40	10	14,17	17,00	14,17	15,11
9	40	30	30	10	11,33	14,17	11,33	12,28

Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov

Setelah uji daya tekan dilakukan, uji normalitas menggunakan metode Kolmogorov-Smirnov dilakukan untuk memastikan data terdistribusi normal, sehingga bisa digunakan dalam statistik parametrik. Perhitungan nilai z dimulai

dengan menghitung standar deviasi dan rata-rata, kemudian dihitung menggunakan rumus z.

$$Z = \frac{xi - \tilde{x}}{SD}$$

$$Z1 = \frac{11,33 - 17,21}{3,7628} = -1,56$$

Tabel 4. Uji Normalitas Kolmogorov Smirnov

No	Xi	Z	F(Zi)	S(Zi)	F(Zi) - S(Zi)
1	11,33	-1,56	0,0594	0,037	0,0224
2	11,33	-1,56	0,0594	0,074	0,0147
3	11,33	-1,56	0,0594	0,111	0,0517
4	14,17	-0,81	0,209	0,148	0,0609
5	14,17	-0,81	0,209	0,185	0,0238
6	14,17	-0,81	0,209	0,222	0,0132
7	14,17	-0,81	0,209	0,259	0,0503
8	14,17	-0,81	0,209	0,296	0,0873
9	14,17	-0,81	0,209	0,333	0,1243
10	14,17	-0,81	0,209	0,370	0,1614
11	14,17	-0,81	0,209	0,407	0,1984
12	17	-0,06	0,5239	0,444	0,0795
13	17	-0,06	0,5239	0,481	0,0424
14	17	-0,06	0,5239	0,519	0,0054
15	17	-0,06	0,5239	0,556	0,0317
16	17	-0,06	0,5239	0,593	0,0687
17	19,83	0,70	0,758	0,630	0,1284
18	19,83	0,70	0,758	0,667	0,0913
19	19,83	0,70	0,758	0,704	0,0543
20	19,83	0,70	0,758	0,741	0,0173
21	19,83	0,70	0,758	0,778	0,0198
22	19,83	0,70	0,758	0,815	0,0568
23	22,67	1,45	0,9265	0,852	0,0746
24	22,67	1,45	0,9265	0,889	0,0376
25	22,67	1,45	0,9265	0,926	0,0006
26	22,67	1,45	0,9265	0,963	0,0365
27	22,67	1,45	0,9265	1,000	0,0735
Jumlah Xi					0,496
Standar Deviasi Xi (SD)					3,7628
Rata-Rata ($\tilde{x}$)					17,21
D Maksimum					0,1979
D Minimum					0,0521
D Tabel n=27, a = 0,05					0,254

Berdasarkan hasil uji normalitas dengan metode Kolmogorov-Smirnov yang ditunjukkan pada tabel 4, diperoleh Dmaks

sebesar 0,1979 yang lebih kecil dari Dtabel 0,254, sehingga H diterima. Ini menunjukkan

bahwa data hasil eksperimen kuat tekan terdistribusi normal.

Uji Homogenitas

Tabel 5. Data Percobaan Uji Homogenitas Kuat Tekan

No	Hasil Percobaan		
	U1	U2	U3
1	17,00	14,17	11,33
2	19,83	14,17	14,17
3	19,83	17	14,17

No	Hasil Percobaan		
	U1	U2	U3
4	22,67	19,83	19,83
5	22,67	22,67	22,67
6	22,67	19,83	17
7	19,83	17	14,17
8	14,17	17	14,17
9	11,33	14,17	11,33
SD	4,008118	2,985323	3,778439
Rata-rata	18,89	17,32	15,43
N	9	9	9

Hasil uji homogenitas Bartlett menunjukkan $X^2_{\text{Hitung}} 0,7330 < X^2_{\text{tabel}} 5,9915$, sehingga H_0 diterima, yang berarti data kuat tekan roster bersifat homogen.

ANOVA

Tabel 6. Analisis Varian

Sumber Variansi	Derajat Bebas	SS	MS	F Hitung	F Tabel	SS'	%P
Faktor A	2	207,5588	103,7794	25,4550	3,55	199,4049	56,383
Faktor B	2	11,3327	5,6663	1,3898	3,55	3,178717	3,079
Faktor C	2	38,0856	19,0428	4,6708	3,55	29,93165	10,346
Faktor D	2	37,7582	18,8791	4,6307	3,55	29,60424	10,257
Residual	18	73,3856	4,0770				
Total	26	368,120896					

Berdasarkan hasil uji, faktor A, C, dan D menunjukkan $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$, sehingga H_0 ditolak, yang berarti ada pengaruh signifikan terhadap kuat tekan roster. Faktor B tidak signifikan dengan $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$. Kontribusi terbesar diberikan oleh faktor A (Abu Sekam) sebesar 56,383%, diikuti faktor C (Pasir) 10,346%, faktor D (Air) 10,257%, dan faktor B (Semen) 3,079%.

Signal to Noise Ratio (SNR)

Perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) untuk menentukan level faktor optimal dilakukan dengan memilih nilai SNR tertinggi. SNR dihitung berdasarkan fungsi objektif *Larger the Better* (LTB).

$$SNR : -10 * \log \left(\frac{17,00^2 + 17,17^2 + 11,33^2}{3} \right) = 23,14$$

Tabel 7. Nilai SNR

Data Hasil Percobaan				
Trial	(Mpa)			SNR
	Replika			
	1	2	3	
1	17,00	14,17	11,33	23,14
2	19,83	14,17	14,17	24,23
3	19,83	17,00	14,17	24,69
4	22,67	19,83	19,83	26,37
5	22,67	22,67	22,67	27,11
6	22,67	19,83	17,00	26,01
7	19,83	17,00	14,17	24,69
8	14,17	17,00	14,17	23,62
9	11,33	14,17	11,33	21,83

Berdasarkan perhitungan *Signal to Noise Ratio* (SNR) dengan metode *Larger the Better* (LTB) yang terdapat dalam tabel 7, nilai SNR tertinggi diperoleh pada percobaan ke-5 dengan hasil 27,11. Nilai SNR untuk percobaan lainnya adalah sebagai berikut:

percobaan 1 (23,14), percobaan 2 (24,23), percobaan 3 (24,69), percobaan 4 (26,37), percobaan 6 (26,01), percobaan 7 (24,69), percobaan 8 (23,62), dan percobaan 9 (21,83). Selanjutnya, perhitungan efek setiap

faktor dilakukan untuk menentukan kombinasi level faktor terbaik yang menghasilkan kuat tekan optimal, yang disajikan dalam tabel 8 berikut:

Tabel 8. Efek Tiap Faktor Kuat

Level	Faktor Kendali			
	Abu sekam	Semen	Pasir	Air
Level 1	15,741	17,314	16,371	16,371
Level 2	21,093	17,947	17,944	17,630
Level 3	14,797	16,370	18,890	17,630
Maksimum	21,093	17,947	18,890	17,630
Minimum	14,797	16,370	16,371	16,371
Selisih	6,297	1,577	2,519	1,259
Rank	1	2	3	4
Optimal	A2	B2	C3	D2

Berdasarkan analisis variansi, semua faktor kendali menunjukkan pengaruh signifikan terhadap variabel respon kuat tekan. Kombinasi level faktor terbaik diperoleh pada A2 dengan nilai 21,093, B2 dengan nilai 17,947, C3 dengan nilai 18,890, dan D2 dengan nilai 17,630.

Efisiensi Biaya Produksi

Biaya bahan baku pembuatan Roster terdiri dari pasir dan semen. Pasir dibeli per mobil pick up (1.500 kg) seharga Rp330.000,- setara dengan 30 gerobak arco, sehingga harga per gerobak arco adalah Rp11.000,- atau Rp220,- per kilo.

Tabel 9. Biaya Bahan Baku

Biaya Bahan baku	Kebutuhan per-hari	Harga satuan (Rp)	Total biaya (Rp)
Pasir (kg)	1.000kg (20 arco)	Rp220,-	Rp220.000,-
Semen	10 sak	Rp62.000,-	Rp620.000,-
Jumlah			Rp840.000,-

Berdasarkan data biaya bahan baku diatas, perhitungan biaya bahan baku per unit adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya bahan baku} = (\text{Rp}840.000,-) / 350 \\ = \text{Rp}2.400,- \text{ per unit.}$$

Terdapat 2 orang tenaga kerja dengan perhitungan biaya tenaga kerja untuk pembuatan roster per unit dalam satu hari adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya tenaga kerja} = (\text{Rp}1.050.000,-) / 350 \\ = \text{Rp}3.000,- \text{ per unit.}$$

Tabel 1. Biaya Overhead

Jenis Biaya	Biaya / Bulan (Rp)	Jumlah Hari	Jumlah Biaya / Hari (Rp)
Air	Rp90.000,-	30	Rp3.000,-
Listrik	Rp150.000,-	30	Rp5.000,-
Jumlah			Rp8.000,-

Perhitungan biaya overhead untuk pembuatan roster per unit dalam satu hari adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya Overhead} = \frac{\text{Rp}8.000,-}{350}$$

$$= \text{Rp}23,- \text{ per unit}$$

Dengan demikian, total biaya produksi per unit roster yang dikeluarkan oleh adalah Rp5.423,-. Perhitungan biaya produksi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Perhitungan Biaya Produksi Roster Per Unit

Keterangan	Jumlah Biaya (Rp)
Biaya bahan baku	Rp2.400,-
Biaya tenaga kerja	Rp3.000,-
Biaya Overhead	Rp23,-
Jumlah	Rp5.423,-

Efisiensi Biaya Produksi dengan Campuran Abu Sekam Padi

Biaya bahan baku untuk pembuatan roster meliputi pasir, semen, dan abu sekam padi. Harga 1 karung abu sekam padi seberat 30 kg adalah Rp10.000,-. Penggunaan bahan

baku dapat dilihat pada tabel berikut. Berdasarkan data tersebut, perhitungan biaya bahan baku per unit adalah sebagai berikut:

Tabel 3. Biaya Bahan Baku

Biaya Bahan baku	Kebutuhan per-hari	Harga satuan (Rp)	Total biaya (Rp)
Pasir	200kg	Rp220,-	Rp44.000,-
Semen	4 Sak	Rp62.000,-	Rp248.000,-
Abu sekam	1 Karung	Rp10.000,-	Rp10.000,-
Jumlah			Rp302.000,-

$$\text{Biaya bahan baku} = \frac{\text{Rp302.000,-}}{350} = \text{Rp863,- per unit}$$

Perhitungan upah tenaga kerja untuk pembuatan roster per unit dalam satu hari adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya tenaga kerja} = (\text{Rp1.050.000,-}) / 350 = \text{Rp3.000,- per unit.}$$

Perhitungan biaya overhead untuk pembuatan roster per unit dalam satu hari adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya overhead} = (\text{Rp8.000,-}) / 350 = \text{Rp23,- per unit.}$$

Dengan demikian, total biaya produksi roster per unit yang dikeluarkan adalah Rp7.937,-.

Tabel 13. Perhitungan Biaya Produksi Roster Per Unit

Keterangan	Jumlah Biaya (Rp)
Biaya bahan baku	Rp863,-
Biaya tenaga kerja	Rp3.000,-
Biaya Overhead	Rp23,-
Jumlah	Rp3.886,-

Berdasarkan perhitungan efisiensi biaya, biaya produksi tanpa menggunakan abu sekam padi adalah Rp5.423,- per unit, sedangkan biaya produksi dengan campuran abu sekam padi sebesar Rp3.886,- per unit. Dengan demikian, biaya produksi menggunakan abu sekam padi lebih murah sebesar 28,35%.

Pembahasan

Limbah di lingkungan masyarakat sering dianggap sebagai barang sisa tanpa nilai ekonomi. Namun, dengan inovasi dan kreativitas, limbah dapat dimanfaatkan untuk

menghasilkan produk baru. Sebagaimana yang dikemukakan dalam penelitian [10] limbah plastik dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam pembuatan roster. Proses ini melibatkan penggunaan komposisi yang terdiri dari plastik sebanyak 2 kg, oli 1,4 kg, lapisan semen 0,3 kg, besi 0,05 kg, dan lapisan cat setebal 0,5 milimeter, menjadikannya bahan konstruksi alternatif yang berpotensi.

Penelitian [14] menunjukkan bahwa limbah abu sekam padi dapat digunakan sebagai campuran beton, menggantikan sebagian semen dengan proporsi 0%, 10%, 15%, dan 20%. Pada umur 28 hari, kuat tekan beton bervariasi, dengan nilai 262,046 kg/cm² untuk abu sekam 0%, 220,23 kg/cm² untuk 10%, 186,338 kg/cm² untuk 15%, dan 167,72 kg/cm² untuk 20%. Hasil terbaik diperoleh pada campuran 10%, menghasilkan kuat tekan optimum sebesar 220,23 kg/cm² dibandingkan variasi lainnya.

Penelitian pembuatan roster dengan campuran abu sekam padi menunjukkan bahwa semua faktor yang diuji berpengaruh terhadap peningkatan kuat tekan roster, dengan kombinasi optimal A2-B2-C3-D2 yang menghasilkan kuat tekan 22,67 kg/cm². Penambahan abu sekam padi tidak menurunkan kualitas roster secara signifikan, bahkan pada beberapa proporsi dapat meningkatkan kuat tekan dan daya tahan roster. Analisis biaya menunjukkan penggunaan abu sekam padi mengurangi biaya produksi hingga 28,35% karena harga abu sekam padi lebih murah daripada semen. Kelebihan dan kekurangan pada input, proses, dan output dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 14. Kelebihan dan Kekurangan Roster dengan campuran abu sekam padi

Model	Kelebihan	Kekurangan
Input	Memanfaatkan limbah Dan mengurangi penumpukan limbah	Terjadinya pencemaran lingkungan pada saat pembakaran
Proses	Mengurangi biaya produksi	Sering terjadi kendala pada saat membuka cetakan roster
Output	Kuat tekan pada roster meningkat	Sering terdapat permukaan roster tidak rata

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa semua faktor yang digunakan dalam penelitian ini, yakni abu sekam padi, semen, pasir, dan air, memiliki pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon kuat tekan. Dari keempat faktor tersebut, semen (B) memiliki pengaruh terbesar, diikuti oleh abu sekam padi (A), pasir (C), dan air (D). Kombinasi level faktor optimal yang diperoleh dalam eksperimen ini adalah A2-B2-C3-D2, yang terdiri dari 20% abu sekam padi, 40% semen, 30% pasir, dan 10% air, dengan nilai kuat tekan mencapai 22,67 kg/cm². Peningkatan ini cukup signifikan, mengingat kuat tekan pada komposisi tanpa abu sekam padi hanya mencapai 12,75 kg/cm², dengan peningkatan sebesar 9,92 kg/cm².

Selain peningkatan kuat tekan, eksperimen juga menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi dapat mengurangi biaya produksi secara signifikan. Pada kombinasi level A2-B2-C3-D2, penggunaan abu sekam padi 20% menggantikan sebagian besar pasir yang sebelumnya digunakan 55%. Dengan demikian, perbandingan pasir pada komposisi tersebut berkurang sebesar 25%. Hasil efisiensi biaya produksi menunjukkan bahwa penggunaan abu sekam padi dapat mengurangi biaya produksi hingga 28,35%, karena harga abu sekam padi yang lebih terjangkau dibandingkan dengan semen.

Daftar Pustaka

- [1] Nurmiah, I. Umar, E. Muslimin, and Urfan, "Peningkatan Kualitas Produksi Home Industri Ria Mandiri Melalui Pengembangan Model Roster dan Paving Block," *LOSARI J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 6, no. 1, pp. 25–31, 2024, doi: 10.53860/losari.v6i1.203.
- [2] A. F. Mustofa and I. Y. Fauziah, "Pengaruh Pola Roster Terhadap Efektivitas Pencahayaan Alami Dan Kenyamanan Visual Bangunan (Studi Kasus: Masjid Asy Syams Kulon Progo)," pp. 334–344, 2022, [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/43212>
- [3] A. P. Pratama, "Kinerja Roster sebagai ventilasi Alami Pada Masjid Al Ikhlas Di Sidoarjo," Universitas Brawijaya, 2020.
- [4] D. Suryono, "Eksplorasi Roster," *Bisnis Indonesia Weekend*, Jakarta, p. 14, 2019. [Online]. Available: <https://interior.binus.ac.id/2019/06/28/eksplorasi-roster/>
- [5] A. Muhsin, A. Nabila, and A. Purnama, "Pengaruh Desain dan Pola Roster terhadap Simulasi Penghawaan Alami pada Fasad Bangunan," *J. Reka Karsa*, vol. X, no. 3, pp. 1–7, 2022.
- [6] A. Mail, Ebang, N. Fauf, and M. Fachry Hafid, "Composition Analysis of Perforated Concrete Roster Raw Materials To Improve Product Compressive Strength Using Experimental Design Approach," *J. Ind. Syst. Eng. Manag.*, vol. 1, no. 1, pp. 27–35, 2022, doi: 10.56882/jisem.v1i1.5.
- [7] M. Farhan, M. Nuklirullah, and F. F. Bahar, "Pengaruh Penggunaan Abu-Sekam Padi sebagai Bahan Tambahan Terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Tek.*, vol. 21, no. 1, pp. 58–67, 2023, doi: 10.37031/jt.v21i1.351.
- [8] Bakri, "Komponen Kimia Dan Fisik Abu Sekam Padi Sebagai Scm Untuk Pembuatan Komposit Semen," *Perennial*, vol. 5, no. 1, p. 9, 2009, doi: 10.24259/perennial.v5i1.184.
- [9] T. A. Styawan, D. Andrio, and M. Reza, "Studi Pemanfaatan Abu Sekam Padi (ASP) Sebagai Campuran Batako," *Jom FTEKNIK*, vol. 8, no. 1, 2021.
- [10] A. Abadi, "Inovasi Pembuatan Produk Kontruksi Roster Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Tahan Korosi Dan Rayap Dengan Menggunakan Metode QFD (Quality Function Deployment)," Universitas Islam Sultan Agung, 2023.
- [11] D. Zebua and K. Sinulingga, "Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Terhadap Kekuatan Batu Bata," *J. Einstein*, vol. 6, no. 2, pp. 8–13, 2018.
- [12] W. Basry and M. Y. Amir, "Peningkatan Kualitas Batako dengan Penambahan Abu Sekam Pado," *Siimo Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 11–16, 2019.
- [13] S. Samsudin and S. D. Hartantyo, "Studi Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Beton," *J. Tek.*,

- vol. 9, no. 2, p. 8, 2017, doi: 10.30736/teknika.v9i2.58.
- [14] E. Samudra, Sangiru, and C. Cristalisana, "Studi Perencanaan Jalan Beton di UNMA (Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi)," *Teknotika*, vol. 3, no. 1, 2023.
- [15] P. Halimah and Y. Ekawati, "Penerapan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Bata Ringan pada UD. XY Malang," *Jiems (Journal Ind. Eng. Manag. Syst.)*, vol. 13, no. 1, pp. 13–26, 2020, doi: 10.30813/jiems.v13i1.1694.
- [16] M. A. R. Hafizar, "Desain Optimal Pemanfaatan Fly Ash Sebagai Campuran Batako Untuk Meningkatkan Daya Tekan Menggunakan Metode Taguchi," Universitas Muhammadiyah Palembang, 2023.
- [17] D. Nasrun, F. Achmadi, and J. Hutabarat, "Penerapan Six Sigma pada Perbaikan Kualitas Produk Batako Menggunakan Design of Experiment Response Surface Methodology (RSM) dengan Control SOP," *J. Teknol. Dan Manaj. Ind.*, vol. 7, no. 1, 2021, doi: <https://doi.org/10.36040/jtmi.v7i1.3357>.
- [18] B. Wahyudi, "Desain Optimal Produk Tiwul Instan Ubi Kayu Pahit Untuk Meningkatkan Kandungan Protein Dan Rasa Dengan Metode Taguchi," Universitas Islam Indonesia, 2021. [Online]. Available: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/36276>
- [19] Y. Mahendra, "Penerapan Metode Taguchi Untuk Optimalisasi Kualitas Kopi Robusta dan Kopi Arabika Application of the Taguchi Method for Optimizing the Quality of Robusta and Arabica Coffee," pp. 8–12.
- [20] N. Fitria, "Analisis metode desain eksperimen Taguchi dalam optimasi karakteristik mutu," Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2017.
- [21] A. Lolytha, "Desain Eksperimen Menggunakan Metode Taguchi untuk Meningkatkan Kualitas Produk Genteng Beton di UKM Gunung Jati Medan," Universitas Medan Area, 2017.
- [22] A. Ridwan, R. Ekawati, and A. Novitasari, "Quality Control of the Steel Wire Rod Product by Integration Lean Six Sigma and Taguchi Method," in *The 1st International Conference on Industrial, Electrical and Electronics (ICIEE 2018)*, 2018, pp. 1–7.