

ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS PADA BATAKO MIX AMPAS TEBU DENGAN STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC)

Totok Yulianto¹, Meriana Wahyu Nugroho², Titin Sundari³, A'izzatul Khiyana⁴,
I Kadek Dwi Nuryana⁵

^{1,2,3,4} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasyim Asy'ari, Jombang, Indonesia

⁵ Program Studi Teknik Informasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

E-mail : totokyulianto@unhasy.ac.id

Abstrak

Batako sama dengan beton dari segi pembuatannya. Sifat kimia dan mekanis membuatnya lebih tahan terhadap lingkungan dan memberikan daya tahan tinggi. Serat ampas tebu membuat batu bata berpori dan bernilai. Penelitian bertujuan untuk mengetahui hasil statistik uji tekan batako berbahan tambah ampas tebu dan mengetahui mutu atau kualitas dari batako berbahan tambah ampas tebu dengan menggunakan metode Statistical Process Control (SPC). Berdasarkan analisis didapatkan hasil Konstanta sebesar 1602 yang artinya konsistensi nilai variabel kuat tekan adalah 1602. Koefisien regresi X ialah 1572,3 bahwa penambahan 1% komposisi ampas tebu dapat menambah nilai koefisien absorpsi sebesar 1572,3. Sehingga pengaruh variabel X pada Y adalah positif. Pengambilan keputusan Uji Regresi Sederhana sesuai dengan nilai signifikan diperoleh nilai sebesar $0,185 > 0,05$. Batako dengan komposisi ampas tebu 5% dan 10% akan menurunkan nilai uji kuat tekan beton karena berada di bawah standar kuat tekan batu bata pada mutu VI, yaitu 21 kg/cm^2 SNI 03-0349-1989.

Kata kunci: Uji Kuat Tekan, Batako, Statistical Process Control (SPC)

Abstract

Concrete blocks are similar to concrete in terms of their manufacture. The chemical and mechanical properties make it more resistant to the environment and provide high durability. Bagasse fiber makes the brick porous and valuable. The study aims to determine the statistical results of the press test of bricks made from added bagasse and determine the quality or quality of bricks made from added bagasse using the Statistical Process Control (SPC) method. Based on the analysis obtained the results of the Constant of 1602 which means that the consistency of the compressive strength variable value is 1602. The regression coefficient X is 1572.3 that the addition of 1% bagasse composition can increase the value of the absorption coefficient by 1572.3. So that the effect of variable X on Y is positive. Simple Regression Test decision making according to the significant value obtained a value of $0.185 > 0.05$. Bricks with 5% and 10% bagasse composition will reduce the value of the concrete compressive strength test because it is below the standard compressive strength of bricks in quality VI, which is 21 kg / cm^2 SNI 03-0349-1989.

Keyword : Compressive Strength Test, Concrete Block

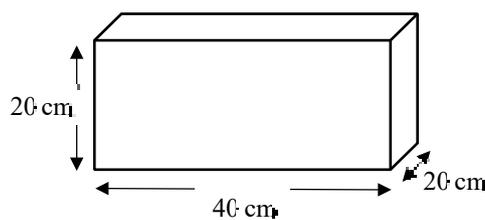
1. PENDAHULUAN

Tidak dapat disangkal bahwa limbah pertanian membutuhkan ruang yang cukup besar untuk disposisi atau pembuangan. Limbah pertanian menyumbang sekitar 9% dari total produksi energi. Berbagai kebijakan pengelolaan sampah yang ditetapkan secara global menganjurkan pengurangan, daur ulang, dan penggunaan kembali limbah padat, terutama yang berasal dari bahan organik berserat [1]. Batu bata adalah bahan bangunan yang sangat umum. Ada banyak jenis batu bata yang digunakan dalam konstruksi,

termasuk batu bata merah. Batu bata adalah pilihan yang sangat baik untuk bahan konstruksi yang berkelanjutan berkat sifatnya yang unik. Batu bata merah bukan satu-satunya bahan yang digunakan untuk membangun dinding ada juga batako. Batako pada dasarnya sama dengan beton dalam hal pembuatannya. Sifat kimia dan mekanisnya membuatnya lebih tahan terhadap lingkungan dan memberikan daya tahan yang tinggi [2]. Bahan limbah ini merupakan alternatif yang sangat baik dalam konstruksi. Bahan ini meningkatkan beton dalam hal kekuatan tekan, daya tahan, penyerapan air, dan elastisitas. Hal ini juga mengurangi dampak polusi, terutama pada kebisingan, terutama pada dinding. Serat ampas tebu membuat batu bata berpori dan bernilai. Ini adalah peluang bisnis yang dapat meningkatkan ekonomi masyarakat [3], [4]. Walaupun produk batako mulai ditinggalkan dan tergantikan oleh bata ringan/hebel sebagai bahan penyusun dinding, namun permintaan akan kebutuhan batako masih ada karena batako masih digunakan. Setiap perusahaan yang ingin memenangkan persaingan akan memberikan perhatian penuh pada kualitas di era globalisasi yang semakin kompetitif ini. Untuk menjaga kualitas produk dan layanan serta memenuhi permintaan pasar, kita harus mengontrol kualitas proses kita. Kita juga harus menciptakan sistem untuk mencegah masalah kualitas dan memastikan masalah tersebut tidak terulang kembali. Produk perusahaan memiliki kualitas tertentu, berdasarkan ukuran dan karakteristik tertentu. Sebuah produk dikatakan berkualitas baik jika memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen atau diterima oleh konsumen sesuai dengan spesifikasi dan melalui proses yang baik yang disediakan oleh produsen. Untuk menciptakan kualitas yang memenuhi standar, terapkan sistem kendali mutu yang kuat, tetapkan tujuan dan tahapan yang jelas, serta berinovasi untuk mencegah dan menyelesaikan masalah [5]. Pengendalian kualitas proses statistik adalah teknik pemecahan masalah yang digunakan sebagai pemantau, pengendali, penganalisis, pengelola, dan peningkat proses dengan menggunakan metode statistik. Dengan menggunakan pengendalian proses statistik ini, maka dapat menganalisis dan meminimalkan penyimpangan atau kesalahan, mengukur kemampuan proses, dan menggunakan pendekatan statistik untuk membuat hubungan antara konsep dan teknik yang ada untuk perbaikan proses. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil statistik uji tekan batako berbahan tambah ampas tebu dan mengetahui mutu atau kualitas dari batako berbahan tambah ampas tebu dengan menggunakan metode *Statistical Process Control (SPC)*.

2. METODE PENELITIAN

Balok beton atau yang biasa dikenal dengan batako, merupakan jenis material yang terbuat dari pasir, air, dan semen. Standar SNI 03-0349-1989 secara definitif menyatakan bahwa pembuatan batako pada dasarnya sama dengan pembuatan beton. Beton adalah material yang dibuat dengan menggunakan agregat halus seperti pasir, agregat kasar seperti kerikil, air, dan semen portland atau bahan pengikat dengan sifat hidrolis lainnya [6]. Berikut ini adalah gambar dari volume batako pejal [7]:



Gambar 1. Volume Batako Pejal

Syarat fisik dan ukuran batako atau sesuai dengan SNI 03-0349-1989 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Standar Mutu Batako

Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlobang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto* rata-rata min.	Kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat tekan bruto* masing-masing benda uji min.	Kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan air rata-rata,	%	25	35	-	-	25	35	-	-

maks.									
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Kekuatan tekan bruto adalah beban total yang diterapkan saat spesimen dihancurkan di bawah kompresi. Kekuatan ini dihitung dengan membagi beban dengan luas permukaan spesimen, termasuk lubang dan cekungan tepi.

2.1 Analisis Statistik

Persamaan Regresi Linear Sederhana dapat di deskripsikan :

$$Y = a + Bx \quad (1)$$

Yang mana :

Y = garis regresi/ *variable response*

a = konstanta (*intersep*), perpotongan dengan sumbu vertikal

b = konstanta regresi (*slope*)

X = variabel bebas/ *predictor*

Penentuan besarnya nilai a dan b menggunakan persamaan :

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (3)$$

n = jumlah data

Variabel :

X (variabel bebas/*predictor*) = Variasi komposisi ampas tebu (kg)

Y (variabel tak bebas/*response*) = Kuat tekan (kg/m²)

2.2 Statistical Process Control (SPC)

Tujuh alat *Statistical Process Control* (SPC) adalah cara yang paling efektif untuk memastikan kontrol kualitas. Alat-alat ini meliputi diagram alir, lembar pemeriksaan, diagram Pareto, diagram sebab akibat, histogram, diagram sebar, dan diagram kontrol. Siklus PDCA, yang juga dikenal sebagai siklus Deming, adalah model perbaikan berkesinambungan yang dikembangkan oleh perintis SPC[8]. Variabel yang digunakan seperti di bawah ini:

- Variabel bebas yang meliputi faktor dalam mengendalikan mutu batako (manusia, material, uang, mesin dan metode)
- Variabel terikat meliputi kualitas beton diantaranya lingkungan, *size* dan toleransi serta syarat fisik (kuat tekan dan penyerapan air).

Teknik pengumpulan data dengan menggunakan *Statistical Process Control* (SPC) adalah sebagai berikut:

- Observasi adalah metode pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung.
- Wawancara yaitu metode pengumpulan data dengan cara mengajukan pertanyaan.
- Dokumentasi yaitu metode pengumpulan data dengan menelusuri arsip-arsip.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada analisis dan pembahasan ini akan dibahas analisis statistik dari uji kuat tekan batako berbahan tambah ampas tebu dan pengendalian kualitas menggunakan *Statistical Process Control* (SPC).

3.1 Analisis Statistik

Kuat tekan adalah faktor terpenting pada uji kekuatan beton. Berikut adalah data kuat tekan ampas tebu sebagai bahan tambah dalam pembuatan batako :

Tabel 2. Data kuat tekan (Analisis Peneliti, 2024)

No. Sampel	Kuat tekan Komposisi Ampas tebu 5% (kg/cm ²)	Kuat tekan Komposisi Ampas tebu 10% (kg/cm ²)
------------	--	---

No. Sampel	Kuat tekan Komposisi Ampas tebu 5% (kg/cm ²)	Kuat tekan Komposisi Ampas tebu 10% (kg/cm ²)
1	10,22	20,34
2	15,37	5,94
3	6,12	13,92
4	12,52	16,90
5	5,25	2,73
6	8,16	4,23
7	9,97	1,71
8	13,79	1,86
9	18,00	2,78
10	17,00	2,42

Sesuai dengan tabel 2 diatas standar yang sesuai terutama pada batako memiliki tingkat kekuatan dengan nilai rata-rata 25 kg/cm² sampai dengan 100 kg/cm². Pengukuran biasa digunakan dengan menghitung beban aksial newton (N) dikali gaya (kgf) dan menghasilkan nilai massa (kg/cm²).

Tabel 3. Tabel perhitungan

No.	X	X ²	Y	Y ²	XY
1	0,12053	0,0145	10,22	104,50	1,2321
2	0,12053	0,0145	15,37	236,30	1,8528
3	0,12053	0,0145	6,12	37,43	0,7374
4	0,12053	0,0145	12,52	156,67	1,5087
5	0,12053	0,0145	5,25	27,58	0,6330
6	0,12053	0,0145	8,16	66,55	0,9832
7	0,12053	0,0145	9,97	99,35	2,1693
8	0,12053	0,0145	13,79	190,20	2,0494
9	0,12053	0,0145	18,00	323,92	4,9037
10	0,24105	0,0145	17,00	289,12	2,0494
11	0,24105	0,0581	20,34	413,84	4,9037
12	0,24105	0,0581	5,94	35,28	1,4318
13	0,24105	0,0581	13,92	193,74	3,3552
14	0,24105	0,0581	16,90	285,66	4,0741
15	0,24105	0,0581	2,73	7,44	0,6575
16	0,24105	0,0581	4,23	17,91	1,0201
17	0,24105	0,0581	1,71	2,92	0,4117
18	0,24105	0,0581	1,86	3,46	0,4486
19	0,24105	0,0581	2,78	7,72	0,6698
20	0,24105	0,0581	2,42	5,87	0,5838
Σ	3,6158	0,7263	189,23	2505,45	31,5857
\bar{X}	0,18079	0,0363	9,46	125,27	1,57929

Tabel 3. mendapati nilai-nilai yang telah didapat dengan mengacu pada pengujian yang telah dilaksanakan. Dengan tujuan komposisi jumlah ampas tebu 5% dan 10% apakah dapat mempengaruhi dan memiliki perbedaan.

Tabel 4. Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	Komposisi Ampas Tebu ^b	.	Enter

a. Dependent Variable: Kuat Tekan

b. All requested variables entered.

Tabel 4. variabel yang dimasukkan adalah komposisi ampas tebu (kg) sebagai variabel independent dan kuat tekan (kg/m²) sebagai variabel dependent dan juga menggunakan metode enter.

Tabel 5. Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.364 ^a	.133	.085	586.88264

a. Predictors: (Constant), Komposisi Ampas Tebu

Tabel diatas menunjukkan besarnya nilai korelasi R sebesar 0,364 dan nilai R Square didapat 0,133. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh nilai variabel bebas (komposisi ampas tebu) terhadap variabel terkait (kuat tekan) adalah 13,3%.

Tabel 6. ANOVA^a

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	949172.450	1	949172.450	2.756	.114 ^b
	Residual	6199762.100	18	344431.228		
	Total	7148934.550	19			

a. Dependent Variable: Kuat Tekan

b. Predictors: (Constant), Komposisi Ampas Tebu

Dari Tabel 6. diketahui nilai F hitung = 2,756 dengan nilai signifikan 0,000 < 0,05 maka nilai regresi dapat memprediksi variabel kuat tekan. atau dapat diartikan terdapat pengaruh komposisi ampas tebu (X) terhadap kuat tekan (Y).

Tabel 7. Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1599.736	415.009		3.855	.001
	Komposisi Ampas Tebu	-.036	.022	-.364	-1.660	.114

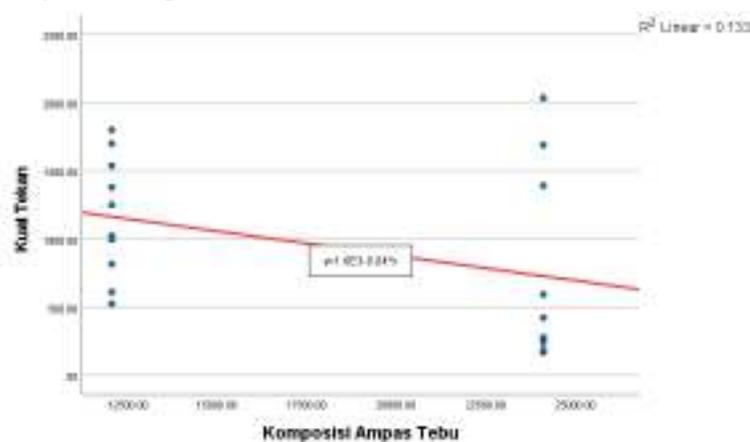
a. Dependent Variable: Kuat Tekan

Pada Tabel 7. nilai Constant (a) didapati sebesar 1599,736 sedangkan nilai komposisi ampas tebu (b / koefisien regresi) sebesar -0,036. dengan begitu persamaan dapat ditulis :

$$Y = a + bX$$

$$Y = 1599,736 + (-0,036)X$$

Pada Gambar 2. dapat dijabarkan seperti :



Gambar 2. Validasi model

- Konstanta sebesar 1599,736 yang artinya konsistensi nilai variabel kuat tekan adalah 1599,736
- Koefisien regresi X ialah $-0,036$ bahwa penambahan 1% komposisi ampas tebu dapat mengurangi nilai kuat tekan sebesar 0,036. Sehingga pengaruh variabel X pada Y adalah negatif.

Pengambilan keputusan Uji Regresi Sederhana

- Sesuai dengan nilai signifikan Tabel 4.11 diperoleh nilai sebesar $0,114 > 0,05$. Dan dapat disimpulkan komposisi ampas tebu (X) tidak berpengaruh terhadap kuat tekan (Y)

$$\begin{aligned}
 t_{\text{tabel}} &: \\
 &= (a/2 ; n-k-1) \\
 &= (0,05/2 ; \text{jumlah sampel } -k-1) \\
 &= (0,025 ; 20-1-1) \\
 &= (0,025 ; 18) \\
 &= 2,101
 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai t_{hitung} sebesar $-1,660 < t_{\text{tabel}} 2,101$ dan dapat disimpulkan komposisi ampas tebu (X) tidak berpengaruh terhadap kuat tekan (Y).

3.2 Statistical Process Control (SPC)

Peta kendali (*control chart*) merupakan alat bantu yang digunakan pada pengendalian proses statistik berupa bagan kendali rata-rata (*x chart*) dan kendali rentang (*R chart*). Tahapan – tahapan analisis kendali rata-rata (*x chart*) dan kendali rentang (*R chart*) adalah menentukan garis pusat CL (*control limit*) seperti pada tabel 8 dibawah ini:

Tabel 8. Kuat Tekan Benda Uji nilai x dan R

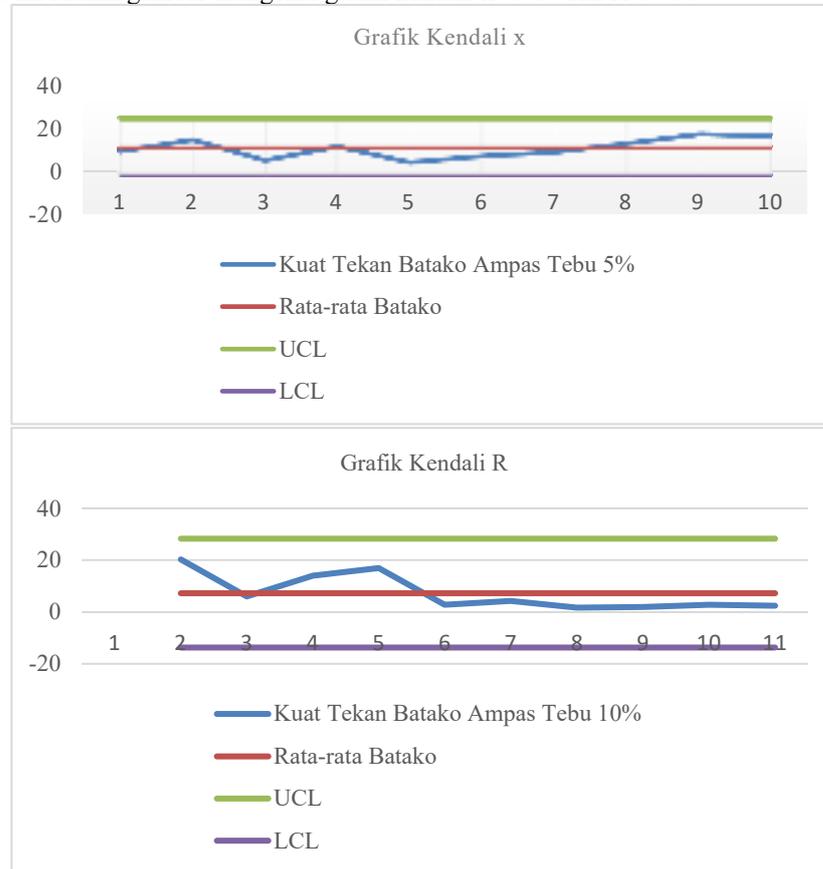
Nomor Sampel	Kuat Tekan Batako		Hasil Uji x	R
	Ampas Tebu 5%	Ampas Tebu 10%		
1	10,22	20,34	15,28	10,12
2	15,37	5,94	10,66	9,43
3	6,12	13,92	5,02	7,8
4	12,52	16,90	14,71	4,38
5	5,25	2,73	3,99	2,52
6	8,16	4,23	6,195	3,93
7	9,97	1,71	5,84	8,26
8	13,79	1,86	7,8	11,93
9	18,00	2,78	10,39	15,22
10	17,00	2,42	9,71	14,58
Rata - rata			8,96	8,8

Dari tabel 8 diketahui bahwa nilai $\bar{x} = 8,96$ dan $\bar{R} = 8,8$, sehingga batas pengendalian adalah:

- Untuk batas kendali x
 - Garis pusat CL (*Control Limit*) $= \bar{x}$
 $= 8,96$
 - Batas kendali atas UCL (*Upper Control Limit*) $= \bar{x} + A_2 \bar{R}$
 $= 8,96 + (0,3083 \cdot 8,8)$
 $= 11,67$
 - Batas kendali bawah LCL (*Lower Control Limit*) $= \bar{x} - A_2 \bar{R}$
 $= 8,96 - (0,3083 \cdot 8,8)$
 $= 6,26$
- Untuk batas kendali R
 - Garis pusat CL (*Control Limit*) $= \bar{R}$
 $= 8,8$
 - Batas kendali atas UCL (*Upper Control Limit*) $= D_4 \bar{R}$
 $= 1,7770 \cdot 8,8$

$$\begin{aligned}
 &= 15,64 \\
 \text{Batas kendali bawah LCL (Lower Control Limit)} &= D_3 \bar{R} \\
 &= 0,2230 \cdot 8,8 \\
 &= 1,96
 \end{aligned}$$

Berikut ini adalah gambar mengenai grafik kendali *x chart* dan *R chart*:



Gambar 3. Grafik Kendali *x* dan Kendali *R* Chart

Berdasarkan analisis bahwa batako dengan komposisi ampas tebu 5% dapat mengurangi kekuatan pada batako, akan tetapi pada sampel ke-9 kita dapat mengetahui bawasannya nilai dari sampel tersebut mendekati standar kuat tekan batako pada mutu VI yaitu 21 kg/cm² SNI 03-0349-1989. Kemudian batako dengan komposisi ampas tebu 10%. Penambahan ampas tebu 10% jauh dari kata standar kuat tekan pada batako walaupun pada sampel pertama mendapatkan nilai yang mendekati standar akan tetapi pada sampel selanjutnya mengalami penurunan nilai kuat tekannya. Dan dapat disimpulkan komposisi ampas tebu 10% pada batako mengurangi nilai pada uji kuat tekan.

4. SIMPULAN DAN SARAN

Berikut adalah kesimpulan dan saran berdasarkan hasil analisis penelitian mengenai batako berbahan tambah ampas tebu :

4.1 Simpulan

Konstanta sebesar 1602 yang artinya konsistensi nilai variabel kuat tekan adalah 1602. Koefisien regresi X ialah 1572,3 bahwa penambahan 1% komposisi ampas tebu dapat menambah nilai koefisien absorpsi sebesar 1572,3. Sehingga pengaruh variabel X pada Y adalah positif. Pengambilan keputusan Uji Regresi Sederhana sesuai dengan nilai signifikan diperoleh nilai sebesar $0,185 > 0,05$. Kemudian batako dengan penambahan komposisi ampas tebu 5% dan 10% dapat mengurangi nilai pada uji kuat tekan beton, karena hasil uji tekan mempunyai nilai di bawah standar kuat tekan batako pada mutu VI yaitu 21 kg/cm^2 SNI 03-0349-1989.

4.2 Saran

Pengembangan lebih lanjut bagi para peneliti di bidang infrastruktur karena batako dengan tambahan ampas tebu dapat membantu dalam penyerapan bahan sisa yang mempunyai nilai tambah.

5. DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. Micheal and R. R. Moussa, "Investigating the Economic and Environmental Effect of Integrating Sugarcane Bagasse (SCB) Fibers in Cement Bricks," *Ain Shams Eng. J.*, vol. 12, no. 3, pp. 3297–3303, 2021, doi: 10.1016/j.asej.2020.12.012.
- [2] W. A. Talavera-Pech, D. Montiel-Rodríguez, J. de los A. Paat-Estrella, R. López-Alcántara, J. T. Pérez-Quiroz, and T. Pérez-López, "Improvement in the carbonation resistance of construction mortar with cane Bagasse fiber added," *Materials (Basel)*, vol. 14, no. 8, 2021, doi: 10.3390/ma14082066.
- [3] P. Pratiwi and M. Perdana, "Pengaruh Variasi Urutan Lapisan terhadap Sifat Akustik dan Termal Komposit Ramah Lingkungan berpenguat Serat Ampas Tebu dan Getah Pinus," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 12, no. 2, pp. 273–284, 2023, doi: 10.24127/trb.v12i2.2804.
- [4] M. W. Nugroho and Susilowati, "Pengujian Statistik Kualitas Batako Bersubstitusi Bonggol Jagung," *Bul. Profesi Ins.*, vol. 6, no. 1, pp. 044–049, 2023, [Online]. Available: <https://buletinppi.ulm.ac.id/index.php/bpi/article/view/171/128>
- [5] I. Rustendi, "Aplikasi Statistical Process Control (SPC) Dalam Pengendalian Variabilitas Kuat Tekan Beton," *Teodolita*, vol. 14, no. 1, pp. 16–36, 2012.
- [6] SNI 03-1974, "Metode Pengujian Kuat Tekan Beton," 1990
- [7] J. Neil. A, *Pembuatan batako*. 1986.
- [8] Fitriani, "Persiapan Total Quality Management (TQM)," *ADAARA J. Manaj. Pendidik. Islam*, vol. 9, no. 2, pp. 908–919, 2019.