



PAPER – OPEN ACCESS

Pengendalian Kualitas Berdasarkan Uji Kuat Tekan Produk Beton dan Penentuan Failure Mode and Effect Analysis di PT Sumber Wijaya Sakti

Author : Ayusika Yumna Agil Nabillah, dan Lobes Herdiman
DOI : 10.32734/ee.v8i1.2646
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 8 Issue 1 – 2025 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).
Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Pengendalian Kualitas Berdasarkan Uji Kuat Tekan Produk Beton dan Penentuan *Failure Mode and Effect Analysis* di PT Sumber Wijaya Sakti

Ayusika Yumna Agil Nabillah¹, Lobes Herdiman²

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah
ayusikayumnaaa@student.uns.ac.id¹, lobesherdiman@staff.uns.ac.id²

Abstrak

Pesatnya pembangunan infrastruktur telah mendorong peningkatan permintaan terhadap beton ready mix yang berkualitas dan konsisten. Penelitian ini menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) dengan pendekatan $\bar{X}$ -Chart dan R-Chart, serta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) untuk melakukan analisis risiko. Berdasarkan hasil analisis SQC, diketahui bahwa meskipun variasi antar sampel masih berada dalam batas kendali, lebih dari setengah nilai rata-rata kuat tekan justru melebihi batas kendali yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, proses produksi dinyatakan tidak stabil secara statistik. Evaluasi terhadap mutu rencana sebesar 200 kg/cm² menunjukkan bahwa hanya 44,44% batch beton yang memenuhi standar. FMEA mengidentifikasi tiga kegagalan utama dengan RPN tertinggi, yaitu komposisi air tidak sesuai, kesalahan penimbangan material, dan keterlambatan pengiriman. Temuan ini menegaskan perlunya peningkatan pengawasan proses produksi dan penerapan sistem kontrol mutu yang lebih ketat untuk menjamin kualitas beton yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Beton Ready Mix; Kuat Tekan; SQC; $\bar{X}$ -Chart; FMEA; Pengendalian Mutu

Abstract

The rapid development of infrastructure has driven an increase in demand for quality and consistent ready-mixed concrete. This study conducts risk analysis using *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) and the *Statistical Quality Control* (SQC) method with $\bar{X}$ -Chart and R-Chart methodologies. According to the SQC analysis's findings, over half of the average compressive strength values were higher than the predefined control limits, even if the variation between samples was within them. Therefore, the production process was declared statistically unstable. Evaluation of the planned quality of 200 kg/cm² showed that only 44.44% of the concrete batches met the standard. The FMEA identified three main failures with the highest RPN, namely incorrect water composition, material weighing error, and late delivery. These findings emphasize the need for increased supervision of the production process and the implementation of a stricter quality control system to ensure sustainable concrete quality.

Keywords: Ready-Mix Concrete; Compressive Strength; SQC; $\bar{X}$ -Chart; FMEA; Quality Control

1. Introduction

Pesatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia turut meningkatkan permintaan terhadap material konstruksi seperti beton. Salah satu solusi yang banyak digunakan dalam proyek konstruksi adalah beton siap pakai (*ready mix*),

yang diproduksi di fasilitas *Concrete Batching Plant*. Beton *ready mix* merupakan beton yang proses pencampurannya dilakukan secara terpusat menggunakan mesin otomatis, lalu dikirim ke lokasi proyek dengan truk mixer. Kualitas beton ini sangat ditentukan oleh kontrol mutu pada proses pencampurannya di batching plant [1].

PT Sumber Wijaya Sakti merupakan perusahaan yang bergerak di sektor konstruksi sekaligus penyedia beton *ready mix*. Dalam proses produksinya, perusahaan menggunakan batching plant untuk menghasilkan beton sesuai spesifikasi yang dibutuhkan proyek. Untuk memastikan mutu beton, dilakukan pengujian nilai slump dan kuat tekan. Slump digunakan untuk mengevaluasi kemudahan pengerjaan beton segar, sedangkan uji kuat tekan menunjukkan sejauh mana beton mampu menahan beban setelah mengeras. Oleh karena itu, pengawasan kualitas secara konsisten menjadi hal penting guna memastikan kesesuaian antara hasil uji dengan mutu beton yang dirancang [2].

Kualitas produk didefinisikan sebagai kemampuan suatu barang atau jasa dalam memenuhi harapan pengguna secara konsisten. Proses pengendalian mutu (*quality control*) merupakan upaya sistematis untuk memantau, mengevaluasi, dan mengendalikan kualitas produk berdasarkan standar yang telah ditentukan. Dalam produksi beton *ready mix*, pengendalian mutu dilakukan melalui serangkaian uji laboratorium serta analisis data hasil pengujian menggunakan metode statistik [3], [4].

Metode Statistical Quality Control (SQC) merupakan pendekatan yang mengandalkan data untuk memantau dan menganalisis variasi yang muncul selama proses produksi berlangsung. Salah satu alat utama dalam SQC adalah *control chart*, yang berfungsi untuk mengevaluasi apakah suatu proses berjalan secara stabil dari waktu ke waktu. Di samping itu, metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mendeteksi potensi kegagalan yang bisa terjadi selama proses produksi, serta mengevaluasi tingkat risikonya berdasarkan tingkat keparahan dampak, peluang terjadinya, dan kemampuan sistem dalam mendeteksi kegagalan tersebut. [5].

Dalam mendukung proses pengendalian mutu yang terstruktur dan terpercaya, PT Sumber Wijaya Sakti mengacu pada standar ISO 9001. ISO 9001 merupakan bagian dari keluarga standar ISO 9000 yang mengatur sistem manajemen mutu dan memberikan kerangka kerja bagi organisasi untuk menjamin konsistensi produk sesuai persyaratan pelanggan dan regulasi. Penerapan standar ini sejalan dengan komitmen perusahaan dalam menyediakan beton berkualitas untuk mendukung keberhasilan proyek konstruksi nasional [6]. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dan mengevaluasi kestabilan mutu beton melalui metode SQC, serta mengidentifikasi potensi kegagalan dalam proses produksinya menggunakan pendekatan FMEA.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT Sumber Wijaya Sakti, perusahaan yang bergerak di sektor konstruksi dan memproduksi beton *ready mix*. Penelitian ini berfokus pada pengendalian mutu beton berdasarkan hasil uji kuat tekan yang dilakukan pada usia 7 dan 28 hari. Ini juga bertujuan untuk menemukan kemungkinan risiko kegagalan dalam proses produksi dengan menggunakan metode Statistical Quality Control (SQC) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA).

Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus pada industri manufaktur. Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis secara statistik dan sistematis guna menilai kestabilan mutu beton serta mengevaluasi potensi risiko dalam proses produksinya.

Pada tahap pengumpulan, peneliti melakukan diskusi dan wawancara langsung dengan bagian produksi dan pengendalian mutu untuk memperoleh informasi mengenai alur proses, jenis pengujian, serta titik-titik kritis dalam pencampuran beton. Selain itu, peneliti juga melakukan observasi terhadap aktivitas batching dan pengambilan sampel untuk uji kuat tekan pada umur 7 dan 28 hari, yang menjadi acuan utama dalam penilaian mutu beton.

Tahap pengolahan data dilakukan melalui dua metode utama:

2.1 Statistical Quality Control (SQC)

Analisis dilakukan dengan menggunakan $\bar{X}$ -Chart untuk memantau nilai rata-rata kuat tekan dalam setiap subgroup, serta R-Chart untuk mengevaluasi variasi antar sampel dalam subgroup yang sama.

Peta kendali $\bar{X}$ dan R digunakan untuk menilai apakah suatu proses berada dalam kondisi statistik yang stabil. Perhitungan batas kendali dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$UCL_x = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LCL_x = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$UCL_R = D_4 \bar{R}$$

$$LCL_R = D_3 \bar{R}$$

Dengan:

- $\bar{\bar{X}}$ = rata-rata nilai rata-rata subgroup
- $\bar{R}$ = rata-rata *range* antar sampel
- A_2 = 1,023
- D_3 = 0
- D_4 = 2,57

2.2 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Setelah kestabilan mutu beton dianalisis menggunakan metode SQC, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis potensi kegagalan dalam proses produksi dengan menggunakan metode FMEA yang bertujuan untuk mengidentifikasi jenis kegagalan yang mungkin terjadi, penyebabnya, serta dampaknya terhadap kualitas beton, sehingga prioritas perbaikan dapat ditetapkan secara tepat.

Setiap jenis potensi kegagalan dinilai menggunakan tiga parameter:

- *Severity* (S) = mengacu pada seberapa parah dampak kegagalan terhadap mutu beton
- *Occurrence* (O) = mengacu pada seberapa sering suatu kegagalan berpotensi terjadi dalam proses produksi.
- *Detection* (D) = merujuk pada seberapa besar kemungkinan kegagalan tersebut dapat terdeteksi sebelum menimbulkan dampak terhadap kualitas produk atau proses.

Ketiga nilai ini dikalikan untuk menghasilkan *Risk Priority Number* (RPN), yang diformulasikan sebagai:

$$RPN = S \times O \times D$$

Nilai RPN yang semakin meningkat akan menjadi prioritas utama dalam penanganan yang harus dilakukan. Kegagalan dengan nilai RPN tertinggi akan menjadi fokus dalam perbaikan proses.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Kuat Tekan Beton

Data tekan beton PT Sumber Wijaya Sakti pada 7 dan 28 hari ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

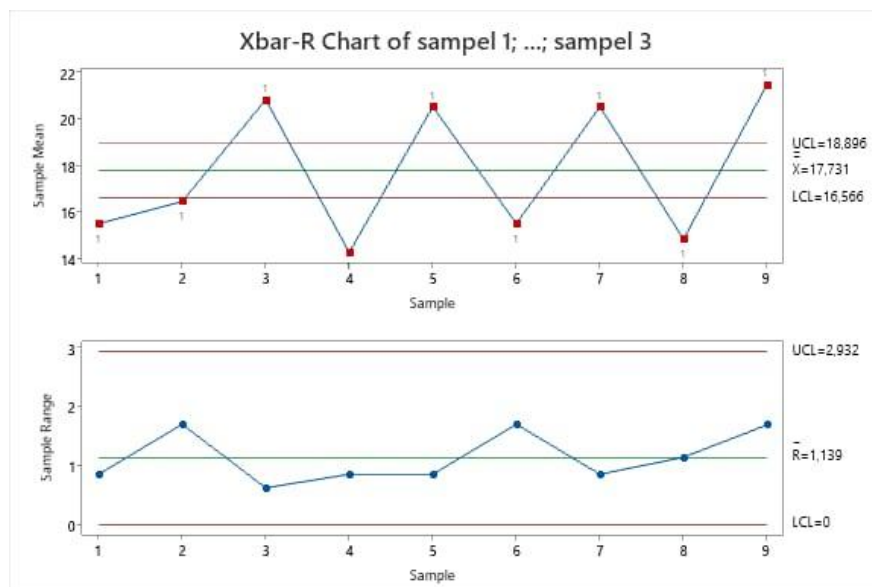
Tabel 3.1 Hasil Kuat Tekan Beton

Umur	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata
7 hari (13)	15,57	15,85	15,00	15,48
7 hari (14)	16,42	17,27	15,57	16,42
28 hari (14)	20,38	20,95	201,00	20,48
7 hari (15)	14,72	14,15	13,87	14,25
28 hari (15)	20,10	20,95	20,38	20,48
7 hari (16)	14,72	15,29	16,42	15,48

Umur	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata
28 hari (16)	20,95	20,10	20,38	20,48
7 hari (17)	15,29	15,00	14,15	14,81
28 hari (17)	21,23	22,36	20,67	21,42

3.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian disajikan dalam bentuk grafik $\bar{X}$ -Chart dan R-Chart.



Gambar 3.1 $\bar{X}$ -Chart dan R-Chart

3.3 Interpretasi $\bar{X}$ -Chart dan R-Chart

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Pada $\bar{X}$ -Chart, dari sembilan titik terdapat lima berada di luar batas kendali bawah (LCL), dan empat berada di luar batas kendali atas (UCL).
- Titik-titik pada $\bar{X}$ -Chart menunjukkan adanya penyimpangan signifikan dari nilai rata-rata proses, yang mengindikasikan adanya ketidakstabilan proses produksi
- Keberadaan titik-titik diluar batas kendali pada $\bar{X}$ -Chart menunjukkan bahwa variasi dalam nilai kuat tekan tidak hanya disebabkan oleh faktor acak, namun juga dipengaruhi oleh faktor khusus seperti ketidaksesuaian bahan, kesalahan pencampuran, atau variabel proses lain yang tidak terkendali.
- Pada R-Chart, seluruh nilai range dari setiap *subgroup* berada di dalam batas kendali, yang menunjukkan bahwa variasi antar sampel dalam satu *batch* masih wajar dan terkendali.
- Hal tersebut mengindikasikan bahwa pelaksanaan pengambilan dan pengujian sampel dilakukan secara konsisten dari satu *batch* ke *batch* lainnya.

3.4 Identifikasi Potensi Kegagalan (FMEA)

Berdasarkan observasi lapangan dan wawancara dengan pihak produksi, beberapa titik rawan kegagalan yang dapat berdampak pada mutu kuat tekan beton meliputi:

Tabel 3.2 Identifikasi Potensi Kegagalan

Potensi Kegagalan	Penyebab Kemungkinan	Dampak
Ketidaktepatan komposisi air	Kesalahan operator / kalibrasi alat	Beton terlalu encer / lemah
Waktu pengadukan terlalu singkat	Beban kerja batching tinggi	Beton tidak homogen
Penundaan waktu pengiriman	Antrean truk / jarak proyek jauh	Terjadi setting awal di truk
Bahan baku tidak seragam	Variasi kualitas agregat	Variasi kekuatan beton

3.5 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Tabel 3.3 FMEA

Failure Mode	Potential Effect	Severity (S)	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN
Komposisi air tidak sesuai	Kuat tekan menurun / beton terlalu encer	8	6	5	240
Kesalahan penimbangan material	Perbandingan campuran tidak sesuai desain	8	5	6	240
Penundaan pengiriman beton	Beton mulai mengeras sebelum dicor	9	4	6	216
Bahan baku agregat tidak seragam	Variasi kekuatan antar batch	6	7	5	210
Waktu pengadukan terlalu singkat	Campuran tidak homogen, kekuatan tidak merata	7	5	4	140

3.6 Alternatif Usulan

- Melakukan Standarisasi SOP pencampuran dan penimbangan bahan secara konsisten
- Memastikan kalibrasi alat ukur dan timbangan secara rutin
- Menetapkan sistem kontrol kualitas bahan baku
- Menyediakan pelatihan teknis berkala bagi operator produksi

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini menunjukkan bahwa proses produksi beton di PT Sumber Wijaya Sakti belum sepenuhnya stabil secara statistik, ditunjukkan oleh lebih dari separuh nilai rata-rata kuat tekan beton yang berada di luar batas kendali pada $\bar{X}$ -Chart, meskipun variasi antar sampel tetap terkendali pada R-Chart. Hanya 44,44% batch beton yang memenuhi mutu rencana sebesar 200 kg/cm², sementara sisanya berada di bawah standar. Analisis FMEA mengidentifikasi tiga mode kegagalan dengan risiko tertinggi, yaitu komposisi air tidak sesuai, kesalahan

penimbangan material, dan penundaan pengiriman beton. Oleh karena itu, pengendalian mutu perlu ditingkatkan melalui perbaikan sistem produksi dan pengawasan preventif untuk menjamin konsistensi mutu beton.

Referenes

- [1] R. Sutanto, *"Teknologi Beton Mutu Tinggi"*. Jakarta: Penerbit Konstruksi Indonesia, 2019.
- [2] A. Sugiarto, *"Manajemen Kualitas Beton Ready Mix"*. Bandung: CV Rekayasa Sipil, 2021.
- [3] Y. Wah, T. Hasan, and S. Mulyadi, "Statistical Quality Control dalam Produksi," **Jurnal Teknik Industri**, vol. 6, no. 2, pp. 45–52, 1994.
- [4] D. Ariani, "Pengendalian Mutu Produk Beton: Studi Kasus Industri Batching Plant," **Jurnal Teknik Sipil**, vol. 3, no. 1, pp. 21–28, 2004.
- [5] S. Sumiati, *"Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dalam Industri Beton"*. Yogyakarta: Penerbit Teknik Sipil Nusantara, 2023.
- [6] International Organization for Standardization, *"ISO 9001:2015 Quality Management Systems – Requirements"*, ISO, 2015.
- [7] D. C. Montgomery, *"Introduction to Statistical Quality Control"*, 6th ed. New York: John Wiley & Sons, 2009.
- [8] J. Heizer and B. Render, *"Operations Management"*, 10th ed. Pearson Education, 2011.
- [9] D. Kusnadi and A. Wibowo, "Analisis Pengendalian Mutu Beton Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) pada Proyek Pembangunan Gedung," **Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan**, vol. 19, no. 1, pp. 55–63, 2017.
- [10] H. Susanto and A. Lestari, "Penerapan FMEA dalam Identifikasi Potensi Kegagalan Proses Produksi Beton Precast," **Jurnal Ilmiah Teknik Industri**, vol. 18, no. 2, pp. 45–53, 2020.
- [11] D. Priyambodo and S. Utomo, "Penerapan Statistical Quality Control (SQC) dalam Pengendalian Kualitas Beton Ready Mix," **Jurnal Teknik Sipil**, vol. 9, no. 2, pp. 134–141, 2022.
- [12] A. Nurhakim and T. K. Putra, "Analisis Kegagalan Proses Produksi Menggunakan Metode FMEA pada PT XYZ," **Jurnal Rekayasa Sistem Industri**, vol. 11, no. 1, pp. 23–31, 2022.
- [13] I. K. Sutrisna, "Evaluasi Mutu Beton Berdasarkan Uji Kuat Tekan dan Pengaruhnya Terhadap Stabilitas Struktur," **Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil**, vol. 3, no. 1, pp. 45–52, 2021.
- [14] M. Ramadhan and R. Irawan, "Pengendalian Kualitas Beton Ready Mix Menggunakan Metode Six Sigma dan SQC," **Jurnal Teknik Industri**, vol. 16, no. 1, pp. 88–95, 2020.
- [15] A. B. Prayoga and Y. H. Widodo, "Penerapan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) untuk Menurunkan Produk Cacat pada Proses Produksi Beton Precast," **Jurnal Ilmiah Teknik Industri**, vol. 13, no. 2, pp. 112–120, 2021.
- [16] D. Santoso and H. Wibisono, "Penerapan ISO 9001 dalam Sistem Manajemen Mutu Proyek Konstruksi," **Jurnal Manajemen Proyek**, vol. 5, no. 1, pp. 55–62, 2022.