

---

## Penerapan Pengendalian Kualitas menggunakan Statistical Process Control (SPC) dalam Upaya Meningkatkan Manajemen Mutu

Putri Suci Mawariza<sup>1</sup>

Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Semolowaru Surabaya

E-mail: [pmawariza@untag-sby.ac.id](mailto:pmawariza@untag-sby.ac.id)

Prasetya Pandu Hutomo<sup>2</sup>

Fakultas Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopembere, Surabaya

E-mail: [prasetyaph@gmail.com](mailto:prasetyaph@gmail.com)

### Abstrak

*Pengecoran beton tidak mungkin dilakukan hanya sekali dalam konstruksi bangunan karena volume beton yang sangat besar. Oleh karena itu, pengawasan dan pengendalian yang ketat diperlukan untuk menjamin kualitas proses pengecoran yang berulang. Biaya non-performance dan waktu pelaksanaan dalam proyek konstruksi dapat sangat dipengaruhi oleh penyimpangan kualitas beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variabilitas dan tren mutu beton sewaktu pembangunan proyek. Statistical Process Control atau SPC merupakan metode yang penelitian ini terapkan untuk pengendalian kualitas produksi beton. Penelitian ini menggunakan data yang didapatkan dari dokumen inspeksi proses produksi yang dimiliki oleh bagian teknik dan mutu kontraktor. Hasil analisis menunjukkan bahwa kekuatan beton yang dihasilkan relatif seragam sehingga variabilitas kuat tekan sesuai dengan mutu yang telah ditetapkan. Evaluasi mutu beton sesuai dengan standar SNI 03-2847-2019 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung menunjukkan bahwasanya mutu beton pada Proyek pembangunan apartement X di Kota Surabaya masuk dalam kategori sebagai beton  $f_c$  24.06 MPa atau setingkat dengan kelas K 300. Dengan penerapan metode SPC, pengendalian kualitas produksi beton dapat lebih terjamin, dan proyek pembangunan dapat berjalan dengan efisien dan sesuai standar mutu yang ditetapkan.*

**Kata kunci:** Beton, Kualitas, Peta Kendali, SPC

### Abstract

*It is not feasible to cast concrete just once in the building industry because of the enormous volume of concrete required. Therefore, strict supervision and management are required to guarantee the quality of the repetitive casting process. The cost of non-performance and implementation time in a construction project can be greatly impacted by variations in the quality of the concrete. This research aims to analyze the variability and trends in concrete quality during the construction of the project. The Statistical Process Control or SPC is the method that this research applies to quality control of concrete production. This research data is extracted from production process inspection documents owned by the technical and quality departments of the contractor. The outcome of the analysis found that the strength of the concrete produced is relatively uniform so that the variability of the compressive strength can be considered good. The concrete quality evaluation, in reference to the SNI 03-2847-2019 standard on the Procedure for Calculation of Concrete Structures for Building, shows that the concrete quality in the construction project of Apartment X in Surabaya can be categorised as meeting the requirements for concrete with a compressive strength of  $f_c$  24.06 MPa or equivalent to concrete quality K 300. Through the application of the SPC method, quality*

*control of concrete production can be better guaranteed, so that construction projects can run efficiently and comply with predetermined standards of quality.*

**Keywords:** Concrete, Quality, Control Map, SPC

## 1. PENDAHULUAN

Secara prinsip, variasi selalu terjadi dalam setiap proses. Varian dapat diidentifikasi sebagai variasi normal atau variasi yang tidak normal. Manajemen kualitas bertujuan untuk meminimalkan atau bahkan menghilangkan variasi yang menyimpang dengan memisahkan variasi yang ditimbulkan oleh penyebab khusus dari variasi yang ditimbulkan oleh penyebab umum. Untuk memastikan bahwa variasi dalam proses semata-mata disebabkan oleh faktor yang umum, manajemen harus bisa melangsungkan pengendalian proses dengan meniadakan variasi yang disebabkan oleh faktor yang khusus.

Mutu merupakan hal yang penting dalam pembangunan proyek konstruksi. Selain Biaya, waktu, safety dan kemudahan pelaksanaan mutu merupakan hal yang harus diperhatikan dalam keberlangsungan siklus hidup proyek [Mawariza,2023]. Penerapan sistem manajemen mutu pada pekerjaan konstruksi di pengaruhi oleh faktor manusia, material, dan prosedur kerja sebanyak 92% [Isya,2016]. Oleh karena itu, kita perlu memahami bahwa mutu bukan hanya hasil akhir dari pembangunan, melainkan harus diawasi secara cermat untuk mencegah terjadinya kesalahan mutu atau hal-hal tidak diinginkan lainnya. Walaupun proses produksi telah dijalankan sesuai rencana perusahaan, nyatanya masih banyak ketidaksesuaian antara produk yang dihasilkan dengan harapan. Misalnya, barang cacat masih sering ditemukan di akhir proses produksi, meskipun produk tersebut telah melewati beberapa tahap pengawasan mutu mulai dari bahan baku hingga proses produksi [Andespa,2022]. Pengawasan ini penting untuk mengurangi biaya yang muncul akibat kinerja yang kurang optimal dalam suatu proyek. Biaya ini akan dikeluarkan saat kita melakukan perbaikan mutu. Penerapan kontrol mutu yang efektif dapat menghindari pengeluaran biaya yang tidak perlu karena pekerjaan yang dilakukan sesuai dengan spesifikasi yang tercantum dalam kontrak [Lucas dkk, 2022]. Selain berdampak pada biaya, masalah mutu juga dapat menyebabkan penambahan waktu karena langkah-langkah perbaikan yang diperlukan.

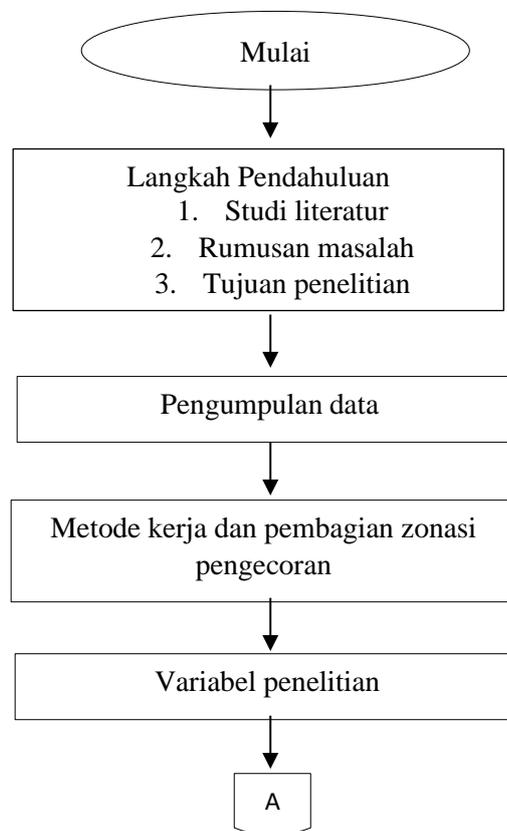
Pelaksanaan di lapangan memiliki dampak signifikan pada kegiatan konstruksi. Untuk mengevaluasi kesesuaian proses pelaksanaan di lapangan dengan standar mutu yang telah ditetapkan, diperlukan analisis proses kontrol. Analisis ini dilakukan sepanjang proyek berlangsung. Saat melakukan pengecoran di lokasi, kita bisa menilai apakah kualitas pekerjaan beton yang sedang berlangsung memenuhi ketentuan yang telah ditetapkan. Langkah ini diperlukan sebagai evaluasi awal untuk memastikan apakah mutu beton di lapangan sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan. Jika terdapat penyimpangan mutu, akan dapat terdeteksi lebih awal, dan diharapkan dapat diambil tindakan korektif. Belum membudayanya penerapan sistem manajemen mutu pada

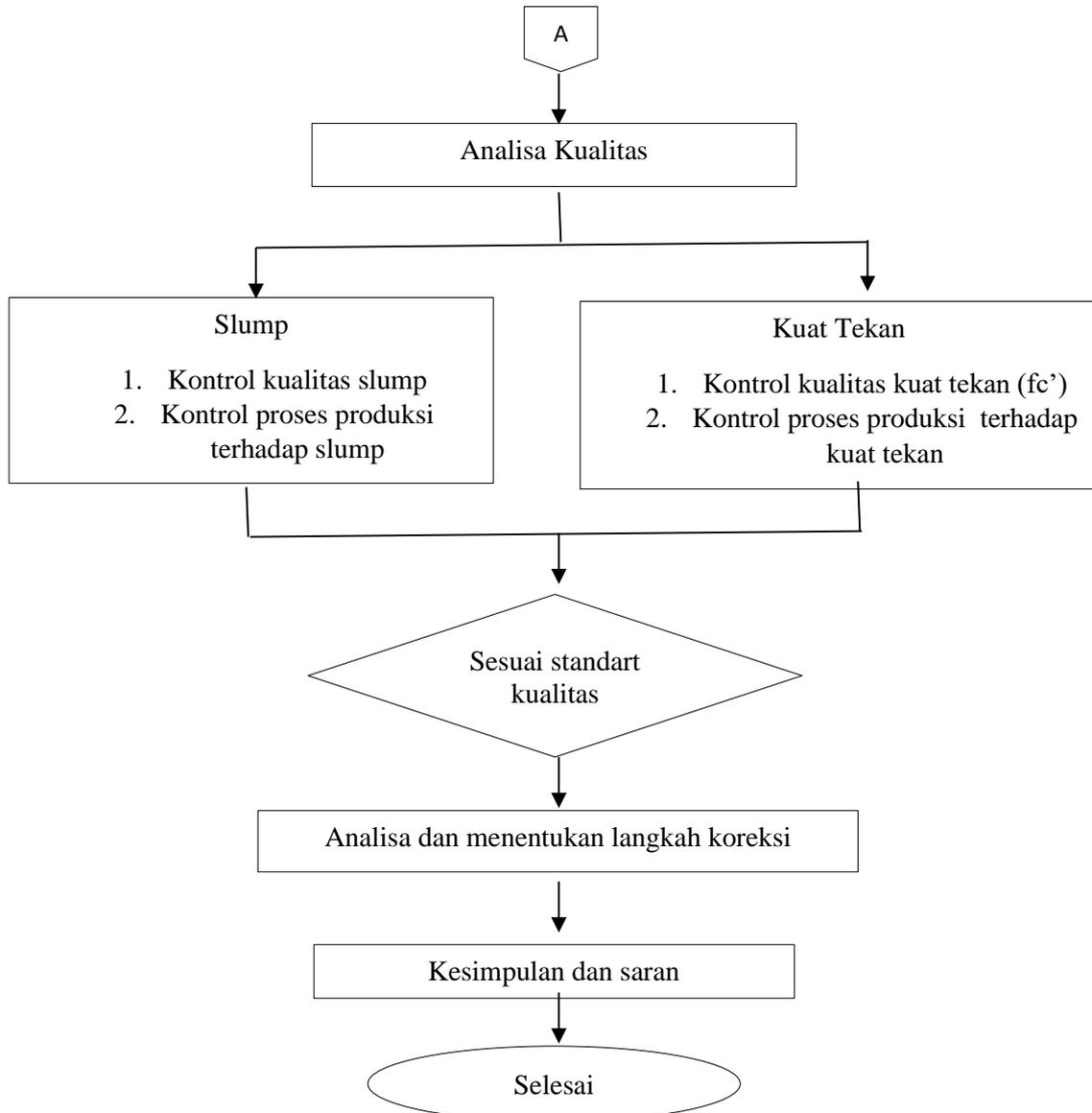
proses/tahapan siklus proyek menyebabkan mutu pada konstruksi kita masih jauh dari harapan [Bria dkk,2017].

Dalam pengkajian terkait mutu beton ini, penulis melakukan analisis dengan didasarkan studi kasus pada sebuah Apartement X yang merupakan gedung bertingkat. Gedung bertingkat ini menghadapi masalah kompleks karena membutuhkan volume beton yang sangat besar. Salah satu cara untuk menjaga dan meningkatkan mutu produk agar sesuai dengan standar yang telah ditetapkan serta memastikan kepuasan konsumen adalah dengan menerapkan analisis pengendalian kualitas secara statistik [Rustendi, 2012]. Salah satu strategi pengawasan kualitas yang dapat diterapkan dalam suatu sektor industri adalah menggunakan metode SPC (statistical process control), yang merujuk pada pendekatan pengawasan yang mengandalkan pengumpulan dan analisis data kuantitatif selama proses produksi berlangsung [Aini,2017]. Oleh karena itu, kontrol yang ketat atas proses pengecoran diperlukan untuk proyek bangunan ini. Penulis menggunakan metode SPC atau *Statistical Process Control* dalam pengontrolan proses, di mana variabilitas dan tren kualitas mutu beton akan digambarkan menggunakan *tools* yang disediakan oleh metode SPC tersebut. *Tools* yang digunakan pada penelitian ini adalah histogram, dan peta kendali (X dan R) yang diharapkan dapat menggambarkan variasi data kuat tekan yang ada.

## 2. METODE PENELITIAN

Langkah-langkah yang dijalankan dalam menyelesaikan pengkajian ini tergambar dengan jelas dalam diagram alur yang tercantum pada Gambar 1 berikut ini :





Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Critical to Quality pada Output Produk Beton

Karakteristik kualitas utama, yang dikenal sebagai *Critical to Quality* (CTQ), menjadi fokus inti untuk pengendalian kualitas. Ketika melaksanakan pengukuran setiap karakteristik kualitas, atau CTQ, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan diantaranya (Putri dan Alfareza,2019):

1. Penting untuk memastikan bahwa biaya yang dikeluarkan tidak melebihi hasil atau manfaat yang didapatkan.
2. Pengukuran mestinya bisa diterima dan dipercaya oleh seluruh pihak terkait.
3. Pengukuran mestinya dilakukan lebih dengan tujuan untuk peningkatan dan tindakan korektif dibandingkan dengan pemantauan dan peninjauan.
4. Pengukuran mestinya sederhana dan mudah untuk dilakukan

Karakteristik kualitas yang penelitian ini tetapkan dengan melihat empat prinsip diatas yaitu:

CTQ : Kuat tekan pada 28 hari  
Target :300 kg/cm<sup>2</sup> atau  $f_c' = 24.06 \text{ Mpa}$

Dengan cara (SNI 2487-2019):  
K300 yaitu 300 Kg/cm<sup>2</sup>

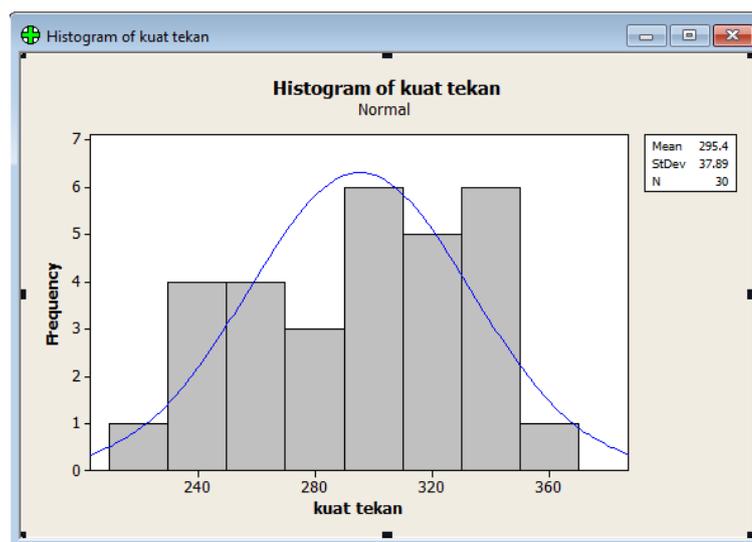
$$\begin{aligned} F_{cK} &= 300 \times 0.098 &&= 29.4 \text{ Mpa} \\ F_{c'} &= (0.76 + 0.20 \times \log(K/15)) \times K \\ F_{c'} &= (0.76 + 0.20 \times \log(29.4/15)) \times 29.4 \\ F_{c'} &= 24.06 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

CTQ : Slump  
target :  $10 \pm 2 \text{ cm}$

### 3.2 Hasil Analisa Variabilitas Kuat Tekan Beton

Bentuk simetris yang menjadi indikasi bahwasanya variasi data terdistribusi secara proporsional melampaui dan dibawah nilai rerata, merupakan ciri histogram yang biasanya dianggap normal atau baik. Distribusi normal adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan jenis pola distribusi ini dalam statistik. Namun, histogram tidak selamanya menampilkan pola distribusi data yang teratur. Terkadang, histogram mungkin memiliki tepi yang bergerigi, puncak ganda, atau bahkan miring ke satu arah.

Histogram yang dibuat dengan menggunakan data kekuatan tekan dapat diklasifikasikan sebagai karakteristik distribusi normal [Widodo dan Harjoko,2015]. Data distribusi berbentuk lonceng dihasilkan ketika banyak peristiwa terjadi secara acak (random) dalam distribusi normal. Bentuk histogram yang diperoleh dari penggunaan perangkat lunak Minitab bisa diperhatikan pada gambar berikut ini:

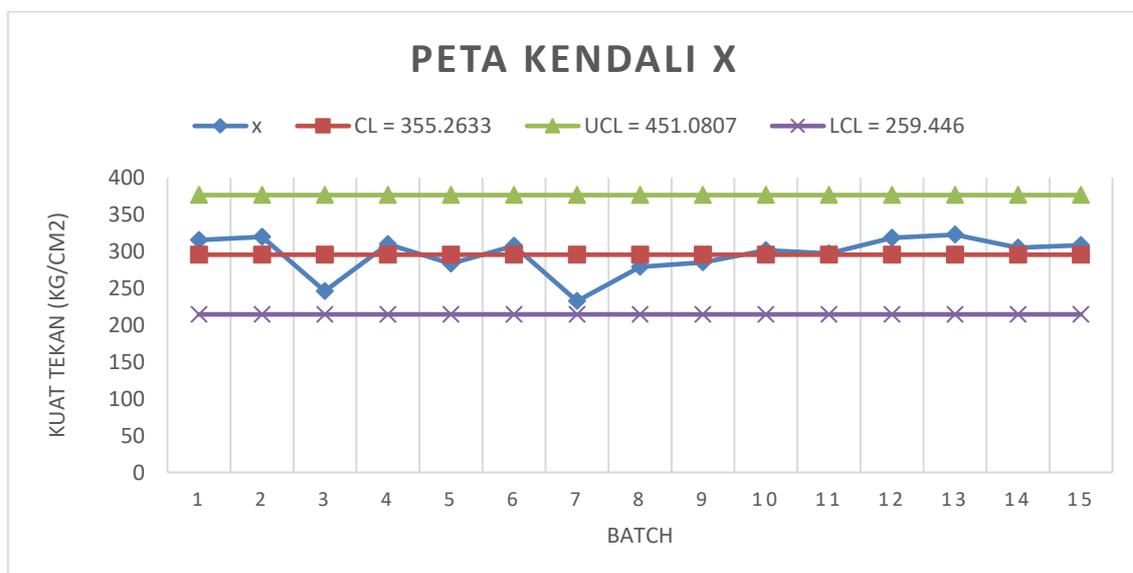


**Gambar 2** Histogram Kuat Tekan Beton  
(Sumber : Penulis,2024)

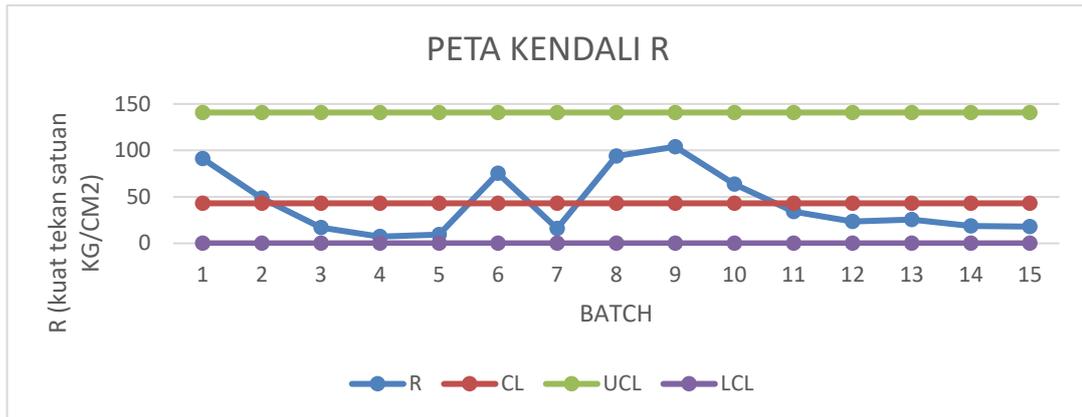
Dengan memperhatikan temuan analisis terhadap 30 data kekuatan tekan, ditemukan bahwa nilai tengah atau mean ialah sekitar 295.4, dengan standar deviasi sekitar 37.89. Hal tersebut menunjukkan bahwasanya distribusi data kekuatan tekan berbentuk normal, dengan puncak histogram terletak di tengah-tengah, menunjukkan bahwa nilai rata-rata berada di tengah-tengah rentang data. Frekuensi data tertinggi terjadi di pusat dan secara bertahap menurun ke kedua sisinya.

### 3.3 Hasil Analisa Penyimpangan Proses Kuat Tekan

Peta kendali X Bar dan R adalah bagan kendali yang banyak digunakan untuk data variabel guna memeriksa stabilitas proses di banyak industri. Grafik X bar R digunakan untuk memantau kinerja proses data berkelanjutan. Titik-titik tertentu pada peta kendali x dan R analisis kontrol digabungkan untuk membuat berbagai grafik berbentuk yang menunjukkan kapan suatu proses berada di luar kendali dan perlu diperbaiki. Perlu disebutkan bahwa titik-titik ini dapat berfungsi sebagai katalisator untuk berbagai penyimpangan dalam proses selanjutnya. Dalam konteks kekuatan beton, grafik kendali digunakan untuk memantau fluktuasi atau stabilitas hasil uji kekuatan tekan pada setiap sampel yang diamati. Dengan kata lain, grafik kendali dapat menggambarkan variasi data, memungkinkan untuk dengan cepat mendeteksi jika ada sampel yang menyimpang dari batas kendali yang telah ditetapkan [Garjito, 2017].



**Gambar 3** Peta kendali X Untuk Hasil Uji Kuat Tekan  
(Sumber : Penulis,2024)



**Gambar 4** Peta Kendali R Untuk Hasil Uji Kuat Tekan  
(Sumber : Penulis,2024)

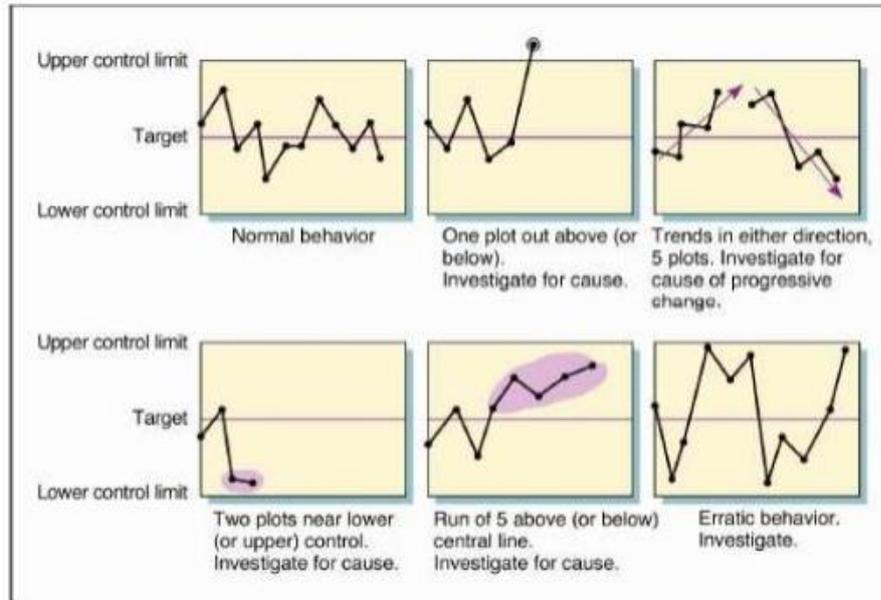
Peta kendali x-bar dan R atau kerap dianggap juga peta kontrol untuk data variabel digunakan untuk memonitor proses dengan karakteristik dimensi kontinu. Peta kontrol x-bar tersebut menggambarkan variasi nilai kuat tekan beton dari sejumlah *batch* yang terukur dalam *central tendency* atau rerata proses. Peralatan yang digunakan, variasi suhu yang ditimbulkan oleh lingkungan sekitar, variasi dalam metode shift awal dan berikutnya, variasi dalam kelompok kerja yang terlibat dalam melangsungkan pengecoran dari percobaan pertama ke percobaan kedua, dan faktor yang lain, semuanya dapat berkontribusi pada variasi ini.

Peta kendali x-bar tersebut menunjukkan bahwa batas kendali tindak dilampaui oleh satupun data. Hal tersebut mengindikasikan bahwasanya proses pengecoran di Apartemen X masih bisa dikendalikan, yang dibuktikan dengan tidak adanya data yang melampaui batas kendali baik batas bawah (LCL) maupun batas atas (UCL).

Indikasi terjadinya penyimpangan pada proses bisa diperhatikan melalui pola tren pada peta kendali, yang mempunyai karakteristik seperti [Putra dan Cahyana, 2023]:

- Deret atau tergambar ketika tujuh titik berturut-turut dalam satu deret secara konstan ada di bawah atau atas garis tengah pada peta kendali.
- Keecenderungan atau apabila tujuh titik berbaris ke atas atau ke bawah untuk mewujudkan kelompok yang menciptakan garis naik atau turun, ada kecenderungan titik-titik tersebut mengarah ke arah garis tengah.
- Perulangan ketika sekelompok titik yang memperlihatkan pola yang sangat mirip dalam rentang masa yang serupa, maka akan terjadi pengulangan.
- Terjepit dalam batas kendali apabila sekumpulan titik pada peta kendali menunjukkan kecenderungan untuk tetap berada dekat dengan batas kendali atas atau bawah atau garis tengah.

- e. Pelompatan adalah ketika sejumlah titik yang dekat dengan satu batas kendali dengan seketika bergerak ke arah yang lain, hal tersebut dikenal sebagai pelompatan.



**Gambar 5** Pelompatan  
(Sumber : Sari dan Singgih,2021)

Dengan memperhatikan evaluasi tren yang terlihat pada peta kendali, bisa disimpulkan bahwasanya proses pengecoran beton yang dilangsungkan dalam proyek Biz Square saat ini bisa dikendalikan dan tidak menunjukkan tanda-tanda penyimpangan seperti yang dijelaskan di atas. Untuk menjaga kualitas proses tersebut, beberapa tindakan yang perlu dilakukan selama pelaksanaan pengecoran adalah sebagai berikut:

1. Melaksanakan curing secara intensif terhadap beton yang telah dicor hingga mencapai kekerasan yang diinginkan. Curing bertujuan untuk mempertahankan suhu sekitar beton supaya tidak mengalami penurunan mutu akibat tegangan kapasitas yang tidak mampu menahan regangan akibat perubahan suhu. Salah satu dari banyak metode untuk curing beton adalah dengan menyemprotkan air ke atasnya atau menutupinya dengan pasir atau styrofoam.
2. Menjalankan proses pengecoran mengikuti Standar Operasional Prosedur (SOP) yang sudah disusun. Dalam rangka mencegah terjadinya penyimpangan dalam proses pengecoran seperti penambahan air ke dalam campuran beton, pengawas lapangan harus mengawasi semuanya. Karena rasio air semen telah ditetapkan dalam mix design untuk mencapai kualitas yang diinginkan, penambahan air ke dalam campuran beton dapat menghasilkan kualitas beton yang lebih rendah. Karena hal tersebut, penambahan air pada pelaksanaan pengecoran harus diperhatikan secara cermat.

### 3.4 Evaluasi Kuat Tekan Beton

Karakteristik kuat tekan beton yang direncanakan untuk pekerjaan pengecoran kolom dan pelat lantai di Proyek Apartemen X sesuai dengan spesifikasi teknis ialah K 300 atau  $f_c$  24.06 MPa. Hasil rerata dari tiga pengujian kuat tekan beton berturut-turut adalah 24,06 MPa atau lebih tinggi pada setiap pengujian. Tidak ditemukan nilai uji kuat tekan di bawah 20,56 MPa yang diperhitungkan ketika menghitung nilai rerata dari dua hasil uji sampel silinder.

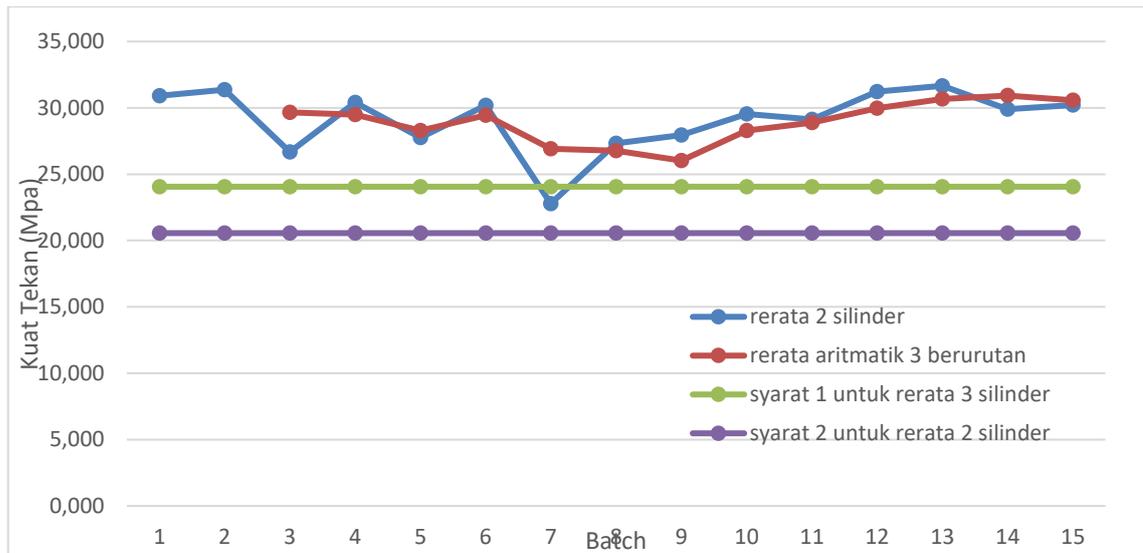
Berikut ini disajikan tabel perhitungan evaluasi supaya bisa memudahkan dan menelaah hasil evaluasi kuat tekan beton tersebut:

**Tabel 1** Hasil Evaluasi Kuat Tekan Beton

Kuat tekan (Mpa)		Rerata 2 silinder (Mpa)	Rerata aritmatik 3 berurutan (Mpa)	Syarat 1	Syarat 2	Keterangan
35.393	26.431	30.912	-	-	10.352	Ok
33.784	28.942	31.363	-	-	10.803	Ok
28.419	24.944	26.682	29.652	5.592	6.122	Ok
30.769	30.038	30.403	29.483	5.423	9.843	Ok
28.261	27.261	27.761	28.282	4.222	7.201	Ok
30.769	26.506	30.181	29.448	5.388	9.843	Ok
28.261	23.579	22.790	26.910	2.850	2.230	Ok
33.855	31.929	27.331	26.767	2.707	6.771	Ok
22.000	22.871	22.790	26.026	1.966	7.397	Ok
22.714	31.929	27.331	26.767	2.707	6.771	Ok
33.043	22.871	27.331	26.026	1.966	7.397	Ok
32.653	26.433	29.543	28.277	4.217	8.983	Ok
27.499	30.778	29.138	28.879	4.819	8.578	Ok
32.333	30.111	31.222	29.968	5.908	10.662	Ok
32.921	30.400	31.661	30.674	6.614	11.101	Ok
29.000	30.778	29.889	30.924	6.864	9.329	Ok
31.101	29.312	30.207	30.585	6.525	9.647	Ok

(Sumber : Penulis,2024)

Secara keseluruhan, dapat ditarik kesimpulan bahwa seluruh pengecoran yang dilangsungkan dalam proyek Apartemen X memiliki mutu sejalan dengan standar K-300 atau mencapai 24.06 Mpa. Seperti yang tergambar pada gambar 6.



**Gambar 6** Peta Kendali Evaluasi Kuat Tekan Beton  
(Sumber : Penulis,2024)

#### 4. KESIMPULAN

Analisis Statistical Process Control (SPC) dalam proses pengecoran dalam proyek pembangunan Apartemen X menunjukkan bahwa hasil analisis variasi kekuatan tekan menunjukkan hasil yang baik. Hal tersebut diindikasikan keseragaman hasil pengukuran kekuatan beton. Dengan didasarkan evaluasi kualitas beton yang mengikuti standar SNI 03-2847-2019 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung, mutu beton pada Proyek tersebut masuk kategori memenuhi syarat atau dapat dinyatakan sebagai beton dengan kuat tekan 24.06 MPa atau setara dengan kelas K 300.

Saran yang bisa penulis berikan supaya penelitian selanjutnya bisa mendapatkan hasil yang lebih sempurna yaitu untuk menjalankan pengukuran lebih cermat terhadap slump beton. Input data dalam satuan cm masih digunakan untuk pengukuran slump beton selama pelaksanaan proyek pembangunan apartemen X. Penggunaan satuan milimeter pada saat pelaksanaan input data di lapangan lebih baik karena memungkinkan pengukuran yang lebih tepat. Selain itu, karena pembangunan ini ditangani oleh perusahaan kontraktor yang belum menerapkan manajemen mutu proses produksi, maka perlu diterapkan manajemen mutu proses pembuatan beton ini pada pelaksanaan di lapangan. Diharapkan hasil manajemen mutu ini dapat menjadi langkah awal peringatan jika terjadi penyimpangan mutu beton, sehingga pelaksana dapat menyiapkan langkah korektif maupun preventif untuk menghindari kerugian yang diakibatkan oleh masalah mutu.

#### 5. REFERENSI

Andespa, I. (2020). Analisis Pengendalian Mutu Dengan Menggunakan Statistical Quality Control (Sqc) Pada Pt. Pratama Abadi Industri (Jx) Sukabumi. *E-Jurnal Ekon. dan Bisnis Univ. Udayana*, 2, 129

- Aini, N. (2017). Pengendalian mutu produk precast dengan menggunakan metode spc (statistical process control) di pt. Waskita precast plant sidoarjo. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2).
- Bria, M., Muda, A. H., & Lay, Y. E. (2017). Kajian Penerapan Sistem Manajemen Mutu pada Proyek Konstruksi. *JUTEKS (Jurnal Teknik Sipil)*, 1(2), 114-121.
- Garjito, Edy (2017). Pengendalian mutu beton dengan metode Control chart (spc) dan process capability (sixsigma) pada pekerjaan konstruksi. *UkaRsT (VOL.1, NO.2 hlmn 110-119).Kadiri*
- Isya, M. (2016). Evaluasi penerapan sistem manajemen mutu pada pelaksanaan konstruksi jalan di provinsi aceh. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 2(4).
- Lucas, J., Hutabarat, L. E., & Mulyani, A. S. (2022). Analisis Pengendalian Mutu Sample Uji Beton Untuk Lantai Pondasi Di Proyek One Tower Bsd City Dengan Menggunakan Spc (Statistical Process Control). *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil dan Lingkungan-CENTECH*, 3(1), 46-56.
- Mawariza, P. S., Simamora, Y., & Nababan, A.(2023). Penggunaan Metode Fuzzy Analytical Hierarchy Process (AHP) dalam Analisa Pemilihan Metode Erection PCI Girder. *Jurnal EXTRAPOLASI P-ISSN, 1698, 8259*.
- Putra, M. N. F. P., & Cahyana, A. S. (2023). Frozen Food Quality Control Using Statistical Process Control Methods and Failure Mode and Effect Analysis. *Procedia of Engineering and Life Science*, 4. <https://doi.org/10.21070/pels.v4i0.1410>
- Putri, T. A., & Alfareza, M. N. (2019). Pengendalian Kualitas Produk Kaos Menggunakan Metode Six Sigma (Studi Kasus pada Konveksi X di Yogyakarta). In *Jurnal Seminar Dan Konferensi Nasional IDEC (Vol. 1, No. 03, p. 2019)*.
- Rustendi,Iwan (2012). Aplikasi statistical process control (spc) dalam pengendalian variabilitas kuat tekan beton. *Teodolita (Vol.14 No.1 hlmn 16-36)*. Purwokerto
- Sari, Tri & Singgih, Moses. (2021). Quality Control of Ink Bottles in Efforts to Control Defect Products in Candi Plastik Home Industry. *IPTEK Journal of Proceedings Series*. 300. 10.12962/j23546026.y2020i1.10860.
- Widodo, A. W., & Harjoko, A. (2015). Sistem Verifikasi Tanda Tangan Off-Line Berdasar Ciri Histogram Of Oriented Gradient (HOG) Dan Histogram Of Curvature (HoC). *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(1), 1-10.