

# ANALISIS PENGENDALIAN MUTU SAMPLE UJI BETON UNTUK LANTAI PONDASI DI PROYEK ONE TOWER BSD CITY DENGAN MENGGUNAKAN SPC (STATISTICAL PROCESS CONTROL)

Jeffrey Lucas<sup>1</sup>, Lolom Evalita Hutabarat<sup>2</sup>, Agnes SriMulyani<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia

*Email: jeffreylucaas19@gmail.com*

<sup>2</sup>Prodi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia

<sup>1</sup>*Email: lolom.hutabarat@uki.ac.id*

<sup>3</sup>Prodi Teknik Sipil, Universitas Kristen Indonesia

<sup>2</sup>*Email: agnes.mulyani@uki.ac.id*

Masuk:09-03-2022, revisi: 15-06-2022, diterima untuk diterbitkan: 28-06-2022

---

## ABSTRAK

Pengendalian mutu pada proyek konstruksi penting dilakukan untuk memastikan pekerjaan yang dilakukan telah memenuhi standar mutu dan dilaksanakan sesuai schedule tanpa terjadi keterlambatan penyelesaian proyek. Semakin besar skala suatu proyek berdampak pada kompleksitas pekerjaan konstruksi yang harus dikontrol sehingga diperlukan suatu cara untuk pengawasan mutu pekerjaan. Pada penelitian ini cara yang digunakan adalah metode Statistical Procces Control (SPC) dengan mengambil studi kasus pembangunan One Tower BSD City yang memiliki ketinggian 22 lantai dan 3 basement. Penelitian dilakukan terhadap pengendalian mutu *sample* uji beton menggunakan *Statistical Proses Control* (SPC). Hasil analisis mutu beton dilakukan pada pekerjaan lantai fondasi dengan sampel uji beton diambil dari data dokumen inspeksi proses produksi pihak kontraktor pelaksana. Metode penelitian ini menggunakan diskriptif kualitatif berupa analisis variabilitas kuat tekan dan uji slump pada sampel beton. Hasil penelitian memperlihatkan tidak ada penyimpangan pada kekuatan beton berdasarkan standar mutu yang ditetapkan yaitu  $f'c$  35 MPa. Penyimpangan terjadi pada hasil slump test sampel beton dengan adanya 5 hasil uji yang berada dibawah batas kendali bawah (Lower Control Limit), tanpa mempengaruhi standar mutu kuat tekan beton yang dihasilkan.

**Kata kunci:** Pengendalian mutu, Statistical Process Control (SPC), uji kuat tekan, uji slump

## ABSTRACT

*The quality control system in construction projects is critical to ensuring the established implementation schedule completes the work. The greater the project scope, the more complex the construction work must be managed, necessitating a method of controlling work quality. In this study, the Statistical Process Control (SPC) method is used to conduct a case study of the construction of One Tower BSD City, which has 22 floors and three basements. Statistical Process Control was used in the study to control the quality of the tested concrete samples (SPC). The analysis of the quality of the concrete performed on the foundation floor work with the concrete test sample taken from the inspection document data of the implementing contractor's production process. This research method employs descriptive qualitative analysis of compressive strength variability and slump tests on concrete samples. The results revealed that there was no deviation in the concrete's strength based on the specified quality standard, namely  $f'c$  35 MPa. There was a deviation in the slump test results of the concrete sample, with 5 test results falling below the lower control limit, but this did not affect the compressive strength of the concrete samples.*

**Keywords:** *Quality control, Statistical Process Control (SPC), compressive strength test, slump test*

## 1. PENDAHULUAN

Proses pelaksanaan pekerjaan konstruksi seringkali mengalami beberapa hambatan ataupun kendala. Keterlambatan pelaksanaan pekerjaan akibat berbagai kendala yang ada sangat berpengaruh pada pencapaian kinerja proyek. Pengulangan pekerjaan karena tidak sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan juga akan berdampak kepada peningkatan biaya

pelaksanaan konstruksi sehingga makin memperkecil margin yang didapat oleh para pelaku usaha konstruksi. Berbagai faktor penghambat tersebut bisa disebabkan oleh faktor internal maupun faktor eksternal. Dalam pelaksanaan proyek konstruksi dibutuhkan pengendalian mutu agar proyek yang dikerjakan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan perencanaan (Ahuja, 1994; Artha, 2013). Pelaksanaan proyek konstruksi merupakan rangkaian kegiatan yang saling bergantung antara satu pekerjaan dengan pekerjaan yang lainnya (PMBoK, 2013). Tingkat resiko yang dihadapi dalam bidang konstruksi akan berbanding lurus dengan kompleksitas pekerjaan proyek yang ditangani. Dengan demikian, pengendalian dalam suatu proyek memegang peranan yang sangat penting agar proyek bisa berjalan dengan baik, khususnya dari sisi kontraktor yang tentunya mengharapkan agar proyek dapat selesai pada waktunya dengan standar mutu pekerjaan yang diharapkan (Fitriani, 2008; Manabung, 2018; Wahyu, 2021). Hanya saja kenyataan di lapangan seringkali justru bertolak belakang. Banyak faktor penyebab timbulnya hal tak terduga yang bisa menghambat kelancaran suatu proyek yang sedang dikerjakan.

Tujuan pengendalian mutu bagi perusahaan konstruksi adalah untuk menghindari pengulangan pekerjaan karena tidak tercapainya standar mutu pekerjaan sesuai kontrak (Manurung, 2020). Selain itu juga dengan pengendalian mutu yang baik dapat mencegah terjadinya pengeluaran biaya yang tidak perlu karena spesifikasi pekerjaan yang dilakukan melebihi mutu yang tercantum dalam kontrak. Studi kasus dilakukan pada proyek *One Tower BSD City* yang berlokasi di Lengkong Karya, Kecamatan Serpong Utara, Kota Tangerang Selatan, Banten (Gambar 1). Penelitian dilakukan terhadap pengendalian mutu *sample* uji beton menggunakan *Statistical Proses Control* (SPC). Pada penelitian ini hasil analisis mutu beton dilakukan pada pekerjaan lantai fondasi.



Gambar 2. Denah Proyek Konstruksi One Tower BSD City

Berdasarkan data yang lapangan, hasil produksi beton readymix yang digunakan pada proyek konstruksi umumnya bervariasi baik dalam segi kadar air, slump beton, kuat tekan, ataupun nilai mutu lainnya (Sear, 2003; Usman, 2011). Faktor penyebab utama adalah proses transportasi dari batching plant ke lokasi proyek konstruksi. Kondisi lalu lintas yang tidak dapat dikendalikan akan sangat mempengaruhi hasil produksi beton readymix yang sampai ke lokasi proyek. Untuk menghindari penyimpangan hasil yang didapatkan maka diperlukan suatu pengendalian mutu beton di lapangan menggunakan SPC (Ariyanti, 2017). Kriteria mutu beton ready mix yang baik adalah jika rata-rata nilai kuat tekan beton memenuhi syarat dengan simpangan yang kecil (Rahman, 2015).

Pengendalian mutu pekerjaan menggunakan analisis statistik dari data produksi beton readymix akan sangat memudahkan untuk melihat kecenderungan yang terjadi setiap waktu (Gardjito, 2017). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variabilitas mutu beton

readymix yang digunakan pada proyek One Tower BSD City. Variabilitas mutu beton readymix dinyatakan dengan seberapa besar nilai-nilai data pengujian sampel beton bervariasi terhadap nilai rata-rata (*mean*). Besarnya penyimpangan hasil data pengujian dengan nilai rata-rata menunjukkan tingkat variabilitas mutu beton readymix tersebut (Schmidhammer, 2012). Jika tingkat variasi minim berarti tidak ada indikasi terjadi penyimpangan mutu beton karena mendekati seragam. Kecenderungan mutu beton readymix yang diproduksi *batching plant* saat pengecoran diamati dari waktu ke waktu sesuai SNI 03-4433-1997. Dengan demikian analisis penyimpangan yang terjadi dapat segera teridentifikasi berdasarkan kecenderungan tersebut. Hal ini akan sangat membantu pengawas lapangan untuk mengambil tindakan koreksi terhadap penyimpangan tersebut dengan resiko minimal terjadinya pengulangan atau pembongkaran setelah proses pengecoran selesai.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan diskriptif kualitatif berupa analisis variabilitas kuat tekan dan uji slump pada sampel beton di lokasi konstruksi. Data yang digunakan adalah sampel uji beton dari pekerjaan lantai fondasi sesuai dokumen inspeksi proses produksi pihak kontraktor pelaksana. Data lapangan yang digunakan adalah data *slump* sesuai dengan SNI 1972-2008 (Metode Uji *Slump* Beton) dan data pengujian kuat tekan sesuai SNI 03-2847-2002 (Evaluasi dan Penerimaan Beton) sebagai variabel mutu beton yang digunakan. Simulasi dilakukan menggunakan IBM SPSS untuk menganalisis kualitas dan proses produksi beton pada proyek tersebut. Pembangunan proyek tersebut dilakukan pada lahan seluas  $\pm 6.000 \text{ m}^2$  dengan luas seluruh lantai bangunan sebesar  $\pm 48.389 \text{ m}^2$ , terdiri dari 22 lantai bangunan dan 3 lantai *basement*.

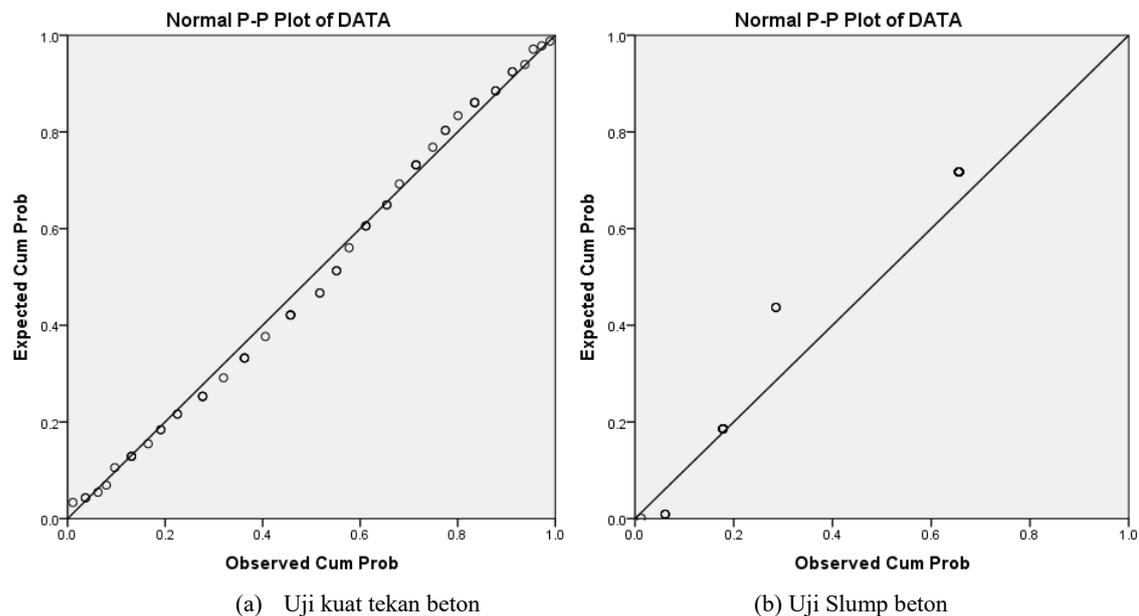
Data penelitian menggunakan hasil pengujian kuat tekan beton dan slump test yang menjadi variabel kualitas beton. Kuat tekan yang dimaksud adalah hasil pengujian sampel beton keras dari lapangan dan dilakukan uji kuat tekan di laboratorium sesuai ketentuan. Mengacu pada SNI 03-2847-2002 maka kriteria penerimaan kuat tekan beton di lapangan adalah kuat tekan rata-rata yang ditargetkan sesuai data hasil uji di laboratorium. Sedangkan untuk pengujian slump beton dilakukan terhadap beton segar di lapangan sebelum beton diterima untuk proses pengecoran selanjutnya. *Slump test* dilakukan menggunakan kerucut Abrams dengan mengukur penurunan beton segar yang dimasukkan dan dipadatkan ke dalam kerucut Abrams saat alat tersebut diangkat. Nilai slump beton digunakan untuk mengetahui apakah beton segar masih dalam kondisi yang baik untuk kemudahan proses pengecoran (*workability*) dan belum terjadi pengerasan (*setting time*) pada mortar beton *readymix* tersebut. Jumlah data lapangan yang digunakan sebanyak 58 sampel beton untuk uji kuat tekan dan 51 sampel untuk uji slump. Benda uji yang digunakan di lapangan berbentuk silinder berukuran  $15 \times 30 \text{ cm}$  dengan kuat tekan yang disyaratkan sebesar 35 MPa. Sedangkan nilai slump yang disyaratkan adalah sebesar  $10 \pm 2 \text{ cm}$ .

Produksi readymix beton sangat ditentukan oleh kinerja produksi secara keseluruhan serta perubahan yang terjadi selama pengangkutan. Oleh karena itu untuk setiap data kuat tekan sampel beton yang diuji perlu dibuat tabel frekuensi yang menggambarkan jumlah sampel sesuai kelas interval dari kuat tekan yang tercapai. Kemudian dibuat grafik histogram untuk memudahkan dalam melihat nilai rata-rata, bentuk sebaran data, dan perilaku deviasi dari kelas interval kuat tekan tersebut. Perubahan atau penyimpangan data uji kuat tekan dan uji slump juga perlu diamati dengan menggunakan uji normalitas.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisis Uji Normalitas Data Uji Slump dan Kuat Tekan Beton

Uji normalitas distribusi data perlu dilakukan sebelum melakukan analisis variabilitas terhadap data uji tekan dan uji slump beton. Hal ini karena analisa uji variabilitas pada pengujian beton hanya dapat digunakan pada data yang berdistribusi normal. Uji normalitas dilakukan menggunakan *software* IBM SPSS dengan hasil distribusi data uji slump dan kuat tekan beton seperti terlihat pada Gambar 1



Gambar 2. Grafik data uji normalitas data (a) kuat tekan beton (b) slump beton

Berdasarkan hasil uji normalitas diketahui bahwa data terdistribusi secara normal, dengan nilai mean sebesar 11,61 cm dan standar deviasi 0,68 dari data hasil uji 51 sampel beton. Karena data berdistribusi normal, maka dapat dilakukan analisis lebih lanjut dengan menggunakan data slump yang telah dikumpulkan. Sedangkan pada kuat tekan beton, hasil pengujian juga menunjukkan bahwa data terdistribusi secara normal, dengan nilai mean sebesar 40,66 kg/cm<sup>2</sup> dan standar deviasi 2.42 dari data hasil uji 58 sampel beton

### 3.2. Analisis Variabilitas Pengujian Tekan Beton

Jumlah 58 data hasil pengujian kuat tekan beton dibuat interval kelas sebanyak 7 kelas menggunakan formula berikut:

$$K = 1 + 3,3 \log n = 1 + 3,3 \log 58 = 6,81 \quad (1)$$

Berdasarkan data pengujian kuat tekan tertinggi sebesar 46,12 kg/cm<sup>2</sup> dan data terendah sebesar 36,22 kg/cm<sup>2</sup> sehingga didapatkan range (R) data adalah 9,9 kg/cm<sup>2</sup> digunakan untuk menentukan interval (H) setiap kelas sebagai berikut:

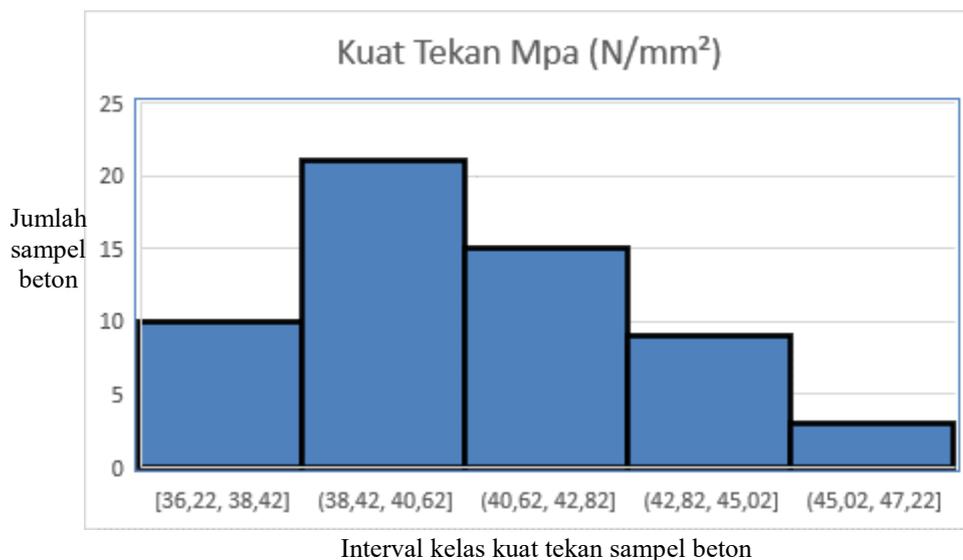
$$H = \frac{R}{K} = \frac{9,9}{7} = 1,41 \quad (2)$$

Sehingga setiap kelas akan memiliki interval seperti terlihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Interval Kelas Kuat Tekan Beton

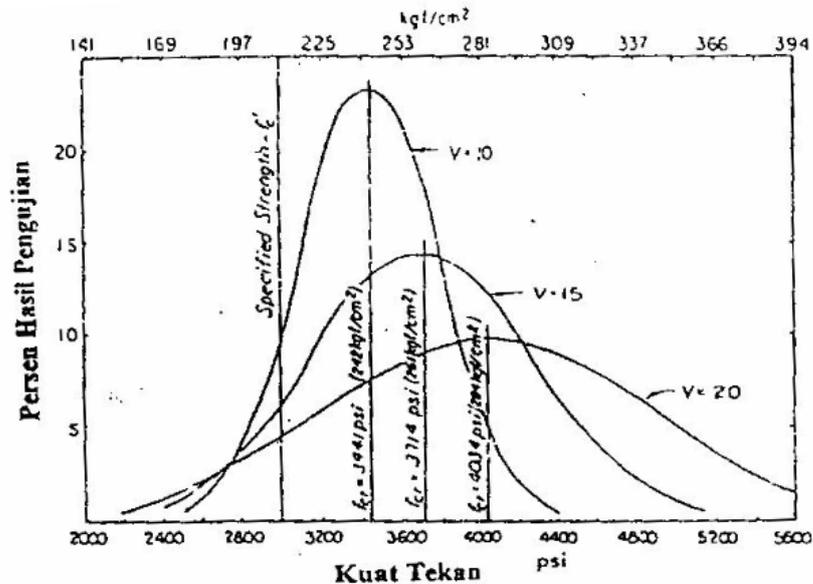
Kelas	Kelas kuat tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Frekuensi	%
1	35 – 37	9	15.52
2	38 – 40	24	41.38
3	41 – 43	19	32.76
4	44 – 46	6	10.34
Total Data		58	

Berdasarkan data pada Tabel 1 terlihat frekuensi untuk masing-masing interval kelas kuat tekan yang kemudian digambarkan dalam bentuk grafik histogram untuk memudahkan pengendalian mutu beton yang dilakukan. Sumbu horizontal dari grafik histogram menunjukkan ukuran pengukuran sesuai interval kelas kuat tekan sedangkan sumbu vertikal adalah banyaknya data hasil uji kuat tekan di setiap interval kelas.



Gambar 3. Hasil Data Kuat Tekan Beton

Perhitungan variabilitas dari hasil uji kuat tekan beton dikontrol berdasarkan pola yang mendekati kurva distribusi frekuensi normal. Jika pengendalian dilakukan dengan yang baik maka kurva cenderung akan menjadi tinggi dan sempit yang berarti kekuatan beton akan menyatu mendekati nilai rata-rata. Sedangkan nilai penyebaran (*spreader*) kekuatan beton menjadi rendah dan melebar ketika variasi kekuatan beton meningkat maka seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Kurva Frekuensi Normal (Sumber: SNI 03-6815-2002)

Mengacu kepada SNI 03-6815-2002, prosentase koefisien variasi pada uji kuat tekan beton dapat ditentukan sebagai berikut:

- Mean ( $\bar{x}$ ) data hasil uji kuat tekan = 40,66 kg/cm<sup>2</sup>
- Simpangan baku menggunakan persamaan

$$\text{Simpangan baku } (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} = 2,42 \quad (3)$$

- Koefisien variasi menggunakan persamaan:

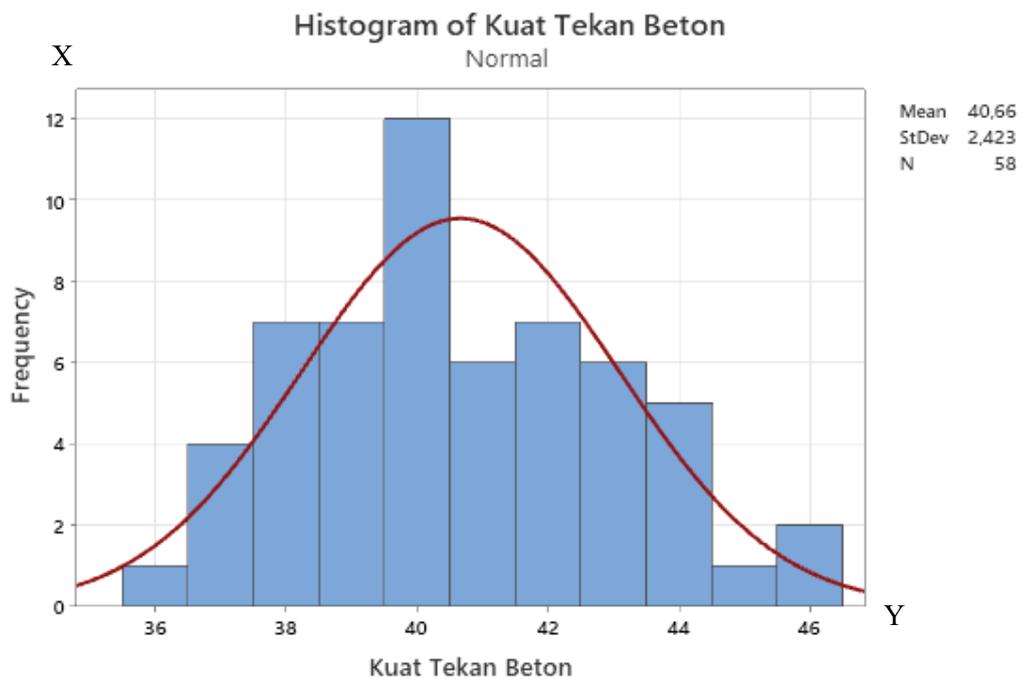
$$\text{Koefisien variasi } (v) = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100\% = 5,95\% \quad (4)$$

Dari Tabel 2 dapat disimpulkan dengan koefisien variasi sebesar 5,95% menunjukkan bahwa kontrol beton berada pada kategori terbaik karena berada dibawah 14,3% untuk percobaan laboratorium.

Tabel 2. Standar Kontrol Beton

Kelas Operasi	Variasi Keseluruhan				
	Terbaik	Sangat Baik	Baik	Cukup	Kurang
Pengujian konstruksi	dibawah 28.1	28.1 – 35.2	35.2 – 42.2	42.2 – 49.2	diatas 49.2
Percobaan laboratorium	dibawah 14.1	14.1 – 17.6	17.6 – 21.1	21.1 – 24.6	diatas 24.6

Selanjutnya dibuat bentuk histogram data kuat tekan dengan menggunakan software Minitab seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Histogram Kuat Tekan Beton

Berdasarkan Gambar 5 terlihat bahwa kuat tekan beton dengan rata-rata sebesar 40,66 kg/cm<sup>2</sup> dan standar deviasi 2,42 terdistribusi normal dengan puncak di tengah, yang berarti harga histogram rata-rata berada di tengah rentang data. Rentang frekuensi data uji kuat tekan tertinggi berada di tengah dan menurun secara bertahap di kedua sisi.

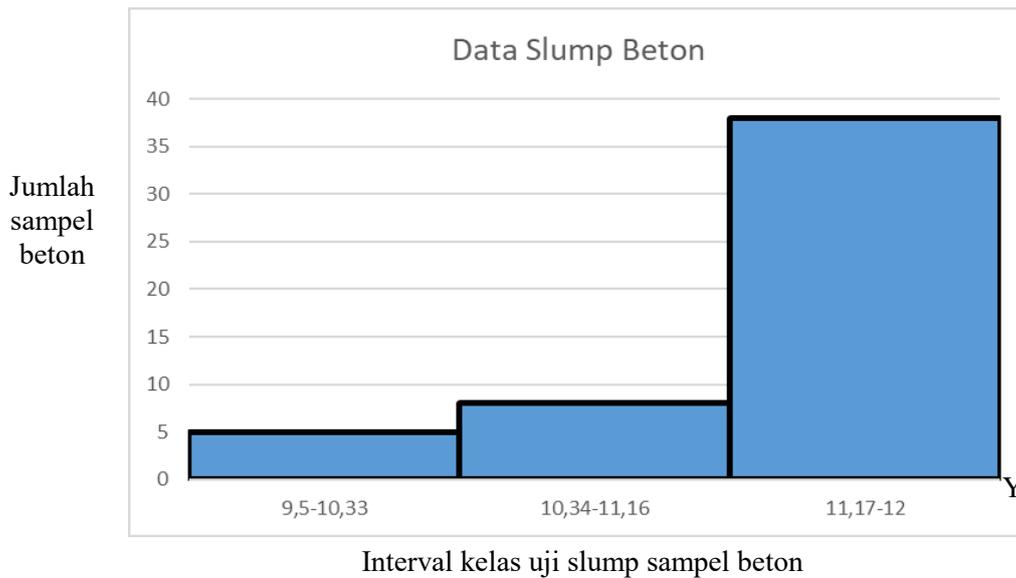
### 3.3. Analisis Variabilitas Pengujian Slump Beton

Pada uji slump beton, untuk menghilangkan gap yang terjadi antar interval karena memiliki sedikit variasi saja dengan rentang pengukuran yang kecil dalam skala cm sesuai nilai slump yang ditetapkan yaitu  $10 \pm 2$  cm, maka banyaknya kelas ditentukan menjadi 3 interval seperti terlihat pada Tabel 3

Tabel 3. Interval Kelas Slump Beton

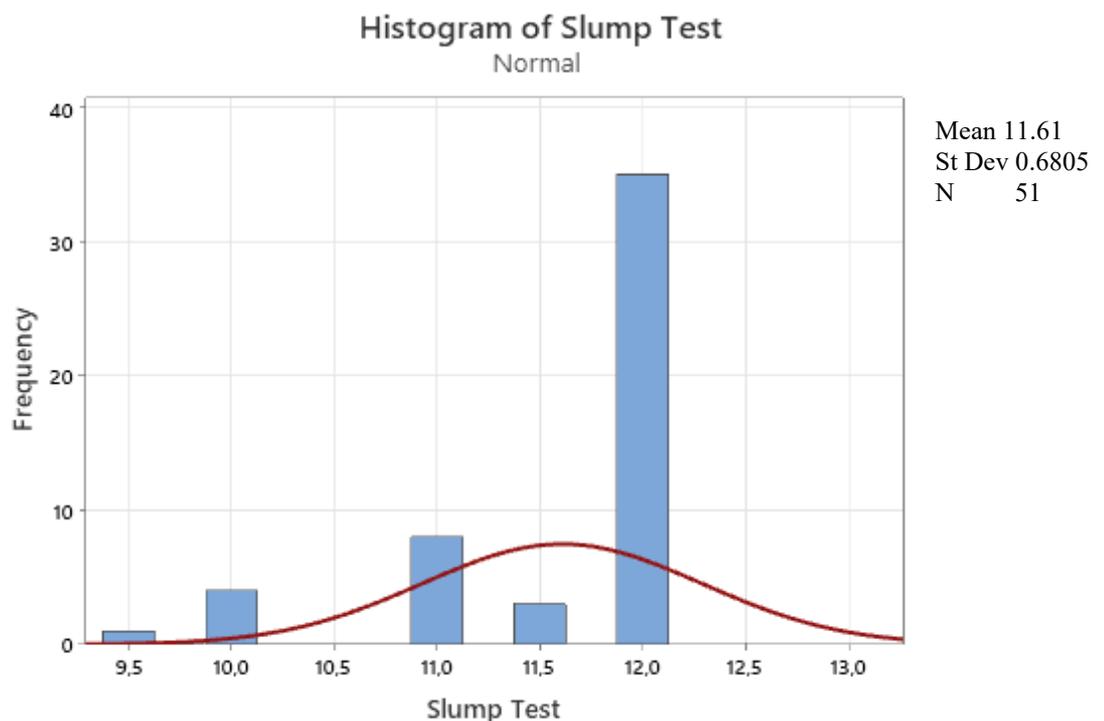
Kelas	Kelas slump beton (cm)	Frekuensi	%
1	9.5-10.33	5	9.9
2	10.34-11.16	8	15.6
3	11.17-12	38	74.5
Total Data		51	

Sehingga data hasil uji slump dapat terlihat dalam grafik histogram pada Gambar 6



Gambar 6. Hasil Data Slump Beton Terhadap Frekuensi dan Interval

Berdasarkan Gambar 6 terlihat bahwa hasil uji slump memiliki sebaran data terbanyak pada interval 11,17-12,00 cm seperti terlihat pada grafik histogram (Gambar 7)



Gambar 7. Data Histogram Uji Slump

Hal ini menunjukkan bahwa data kuat tekan berupa distribusi normal yang memiliki puncak di tengah, yang berarti harga histogram rata-rata berada di tengah rentang data

### 3.4. Analisis Kontrol Proses Statistik Kuat Tekan Beton

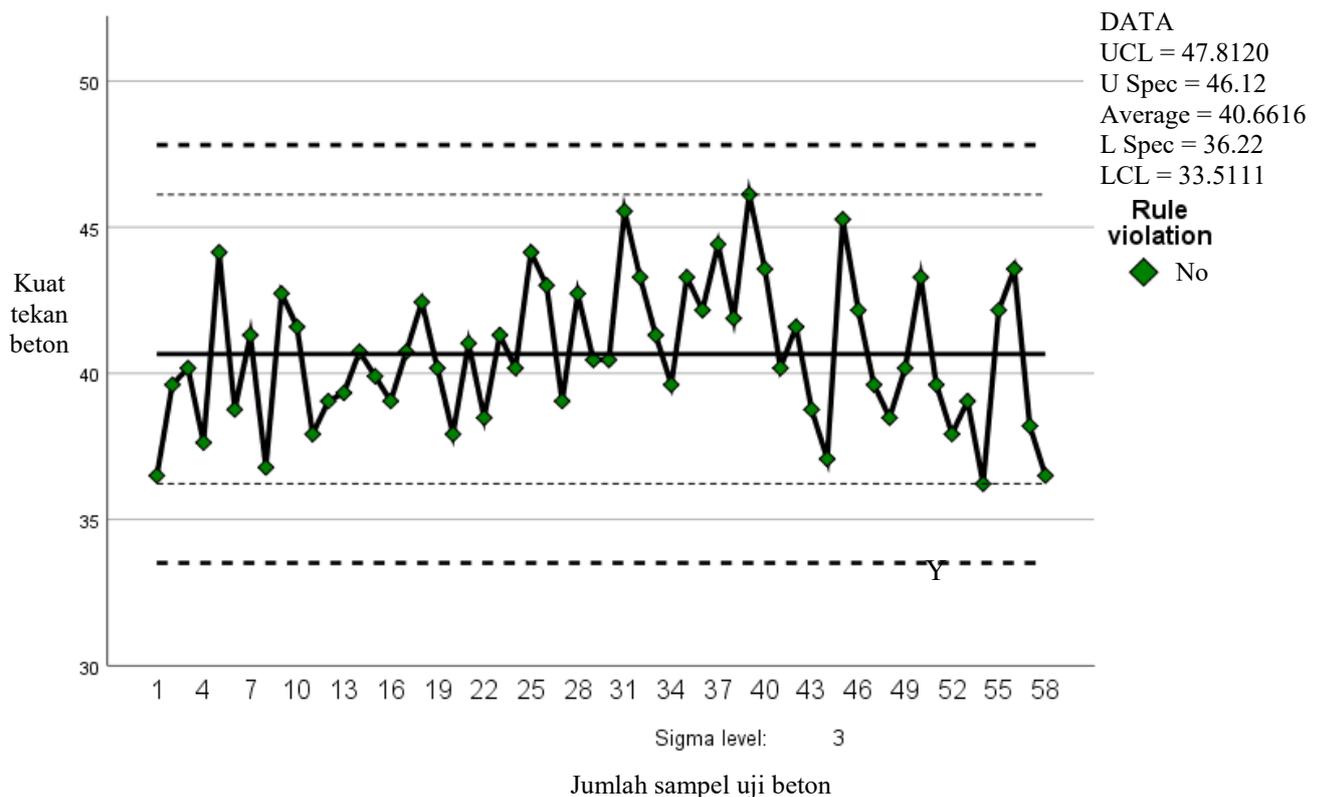
SPC merupakan alat kendali secara statistik menggunakan bantuan diagram kendali rata-rata (*x-chart*). Peta kendali rata-rata dan kendali rentang atas dan rentang bawah digunakan untuk memantau proses pengendalian mutu dari variabel yang ditinjau. Untuk melakukan analisis kendali rata-rata maka perlu ditentukan garis tengah CL (*control line*) seperti terlihat Untuk dapat melakukan pada Gambar 8 dengan langkah sebagai berikut:

- a. Garis tengah CL (*Control Line*)  

$$CL = \bar{x} = 40.66 \text{ kg/cm}^2$$
- b. Batas Kontrol atas – UCL (Batas Kontrol Atas) (4)  

$$UCL = \bar{x} + 3(\sigma) = 40,66 + (3 \times 2,42) = 47,81$$
- c. Batas kontrol bawah – LCL (Batas Kontrol Bawah) (5)  

$$LCL = \bar{x} - 3(\sigma) = 40,66 - (3 \times 2,42) = 33,51$$



Gambar 8. Control Chart Data Kuat Tekan Beton

Sesuai SNI 03-2847-2002 beton memenuhi persyaratan jika setiap nilai rata-rata pengujian kuat tekan beton memiliki nilai yang sama atau lebih besar dari  $f_c$  35 MPa. Terlihat pada Gambar 8 bahwa kuat tekan readymix beton pada pekerjaan pengecoran lantai fondasi di Proyek One Tower BSD berada pada rentang CL, sehingga dapat dinyatakan bahwa pekerjaan beton pada proyek One Tower BSD terkendali atau tidak ada penyimpangan (selalu konsisten) sesuai standar mutu yang ditetapkan selama pelaksanaan pekerjaan.

### 3.5. Analisis Kontrol Proses Statistik Uji Slump Beton

Penggunaan SPC pada data slump sama seperti pengendalian pada data kuat tekan beton. Peta kendali rata-rata dan kendali rentang atas dan rentang bawah digunakan untuk memantau proses pengendalian mutu dari variabel yang ditinjau. Untuk dapat melakukan analisis kendali

rata-rata maka perlu ditentukan garis tengah CL (*control line*) seperti terlihat pada Gambar 9 dengan langkah sebagai berikut

- a. Garis tengah CL (*Control Line*)

$$CL = \bar{x} = 11.6078$$

- b. Batas Kontrol atas – UCL (Batas Kontrol Atas)

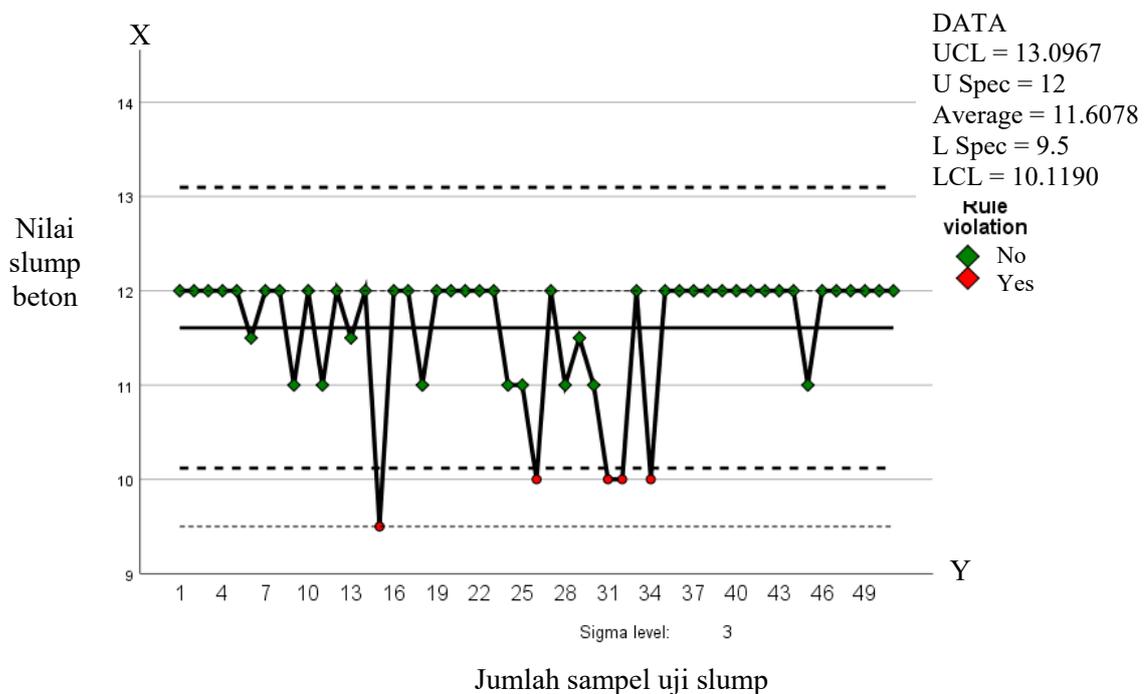
$$UCL = \bar{x} + 3(\sigma) = 11,6078 + (3 \times 0,68) = 13,0967$$

(6)

- c. Batas kontrol bawah LCL (Batas Kontrol Bawah)

$$LCL = \bar{x} - 3(\sigma) = 11,6708 - (3 \times 0,68) = 10,1190$$

(7)



Gambar 9. Control Chart Data Uji Slump Beton

Berdasarkan Gambar 9 terlihat bahwa ada 5 data yang menyimpang dari aturan kontrol sehingga perlu mendapatkan perhatian khusus sekalipun tidak mempengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan SPC pada pekerjaan sampel uji beton pada proyek One Tower BSD dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil analisis variabilitas kuat tekan beton maka didapatkan nilai mean sebesar 40,66 kg/cm<sup>2</sup> dengan standar deviasi 2,42. Hasil ini dikategorikan sangat baik baik karena menghasilkan kekuatan beton yang relatif seragam.
- Sesuai SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung maka mutu beton pada Proyek One Tower BSD di BSD City memenuhi persyaratan dan diterima sebagai beton dengan mutu kuat tekan  $f'_c$  35 MPa.
- Hasil analisis dengan menggunakan IBM SPSS untuk hasil slump test menunjukkan bahwa terdapat 5 sampel uji yang hasilnya dibawah batas kendali bawah. Hal ini menyatakan bahwa hasil uji slump masuk dalam kategori tidak terkendali karena ada

beberapa data yang berada diluar dari peta kendali, sehingga dikategorikan kurang baik dalam pengendalian mutu.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, H. N., Dozzi, S., & Abourizk, S. (1994). *Project management: techniques in planning and controlling construction projects*. John Wiley & Sons.
- Ariyanti, S. (2017). Penerapan Statistical Process Control Untuk Pengendalian Mutu Beton Ready Mix Di Pt. Merak Jaya Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 3(3/REKAT/17).
- Artha, P. G. B., Adnyana, I. R., & Widhiawati, I. R. (2013). Implementasi Sistem Manajemen Mutu Iso 9001: 2008 pada Proyek Alaya Resort Ubud. *Jurnal Ilmiah Elektronik Infrastruktur Teknik Sipil*, 2(1), 1-8.
- Fitriani, H. (2008). Analisis Prosedur Mutu Inspeksi dan Pengujian Pekerjaan Beton sebagai Implementasi Syarat Standarisasi ISO 9001: 2000 pada Kontraktor. *Jurnal Rekayasa Sriwijaya*, 15(1).
- Gardjito, E., Limantara, A., Subiyanto, B., & Mudjanarko, S. (2017). Pengendalian Mutu Beton dengan Metode Control Chart (SPC) dan Process Capability (SIX-SIGMA) Pada Pekerjaan Konstruksi. *U KaRsT*, 1(2), 80-105.
- Manabung, N., Dundu, A. K., & Walangitan, D. R. (2018). Sistem Pengawasan Manajemen Mutu Dalam Pelaksanaan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Pembangunan Gedung Laboratorium Fakultas Teknik Unsrat). *Jurnal Sipil Statik*, 6(12).
- Manurung, B. R., & Wacono, S. (2020). Pengendalian Mutu Struktur Pada Proyek Rumah Susun Stasiun Pondok Cina. *Construction and Material Journal*, 2(3), 195-200
- PMBoK, A. (2013). Panduan untuk badan pengetahuan manajemen proyek (panduan PMBOK). Institut Manajemen Proyek, Inc., 3-48.
- Rahman, F., & Mashur, M. (2015). Diagram Kontrol Short-Run untuk Memantau Mean dan Variabilitas Proses. *Jurnal Statistika Universitas Muhammadiyah Semarang*, 3(1).
- Sear, L. (2003). Quality control. *Advanced Concrete Technology*, 1-24.
- Schmidhammer, J. (2012). Statistical Process Control (SPC). *Encyclopedia of Health Care Management*, 14(1), 16–36. <https://doi.org/10.4135/9781412950602.n749>
- Usman, K., & Widyawati, R. (2011). Pengendalian Mutu Beton Ready Mix Pada Batching Plant Dengan Menggunakan Statistical Quality Control. *Rekayasa: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Lampung*, 15(3), 205-216.
- Wahyu, A., Suryani, F., & Dinariana, D. (2021). Kemampuan Pengelolaan Manajemen Mutu Terhadap Hasil Kerja Diukur dari Standar QPASS (Studi Kasus: Proyek Arandra Residence). *IKRA-ITH TEKNOLOGI: Jurnal Sains & Teknologi*, 5(2), 48-57.