

ANALISIS SISTEM PENGENDALIAN KUALITAS BETON *READY MIX* PT SCG PADA PROYEK KONSTRUKSI PT NSJ MENGGUNAKAN METODE *STATISTICAL PROCESS CONTROL* (SPC)

Kerin Br Hutagaol¹⁾. Fina Zaimah Maznah^{2)*}

^{1,2)}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Esa Unggul Jakarta

Corresponding author : fina.zaimah@esaunggul.ac.id,
kerinhutagaol1@student.esaunggul.ac.id,

ABSTRAK

Beton *ready mix* merupakan material utama dalam pekerjaan konstruksi yang menjadi penentu kekuatan dan ketahanan struktur. Dalam praktiknya, mutu beton *ready mix* sering mengalami variasi akibat pengaruh proses produksi, material, lingkungan, serta distribusi dari batching plant ke lokasi proyek. Variasi mutu yang tidak terkendali dapat menyebabkan hasil pekerjaan tidak memenuhi spesifikasi teknis dan berdampak pada peningkatan biaya serta keterlambatan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sistem pengendalian kualitas beton *ready mix* yang dipasok oleh PT SCG pada proyek konstruksi PT Nikita Sari Jaya menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC). Data yang digunakan berupa hasil pengujian kuat tekan beton silinder mutu K250 dan K350, termasuk beton tipe *fast development* (FD). Metode penelitian meliputi pengumpulan data, pengolahan data statistik, serta analisis peta kendali dan alat bantu *Seven Tools* untuk mengidentifikasi variasi dan penyimpangan mutu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar mutu beton telah memenuhi standar yang ditetapkan, namun masih ditemukan variasi dan beberapa sampel berada diluar batas kendali, terutama pada beton tipe *fast development*. Faktor utama penyebab penyimpangan mutu antara lain, kondisi transportasi, pengaruh lingkungan, dan pelaksanaan *curing* di lapangan. Penerapan metode SPC secara konsisten dapat membantu perusahaan dalam memantau kestabilan proses, mengidentifikasi penyimpangan secara dini, serta meningkatkan efektivitas sistem pengendalian kualitas beton *ready mix* pada proyek konstruksi.

Kata Kunci: *Beton Ready-mix, Kuat Tekan Beton, Pengendalian Kualitas, Seven Tools, Statistical Process Control.*

1. PENDAHULUAN

Beton *ready mix* merupakan material utama dalam pekerjaan konstruksi yang sangat menentukan kekuatan dan kualitas struktur. Dalam pelaksanaannya, mutu beton *ready mix* sering mengalami variasi akibat pengaruh proses produksi, material, transportasi, serta kondisi lingkungan di lapangan. Variasi mutu yang tidak terkendali dapat menyebabkan hasil pekerjaan tidak memenuhi spesifikasi teknis dan berpotensi menimbulkan pengulangan pekerjaan, keterlambatan proyek, serta peningkatan biaya konstruksi. Oleh karena itu, diperlukan suatu metode pengendalian kualitas yang mampu memantau kestabilan proses secara sistematis dan berbasis data. *Statistical Process Control* (SPC) merupakan salah satu metode statistik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi variasi dan penyimpangan mutu beton secara dini. Untuk

menjaga konsistensi kualitas produk dan jasa yang dihasilkan dan sesuai dengan tuntutan kebutuhan pasar, perlu dilakukan pengendalian (*quality control*) atas aktivitas proses yang dijalani kemudian diperlukan pemikiran untuk menciptakan sistem yang dapat mencegah timbulnya masalah mengenai kualitas agar kesalahan yang pernah terjadi tidak terulang lagi (Ariani, 2003:2). Tujuan pengendalian mutu bagi perusahaan konstruksi adalah untuk menghindari pengulangan pekerjaan karena tidak tercapainya standar mutu pekerjaan sesuai kontrak (Manurung, 2020). 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 *ready mix* 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). Tujuan pelaksanaan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dan meningkatkan kualitas mutu beton *ready mix* yang dipasok ke proyek konstruksi PT. NSJ. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat konsistensi dan kesesuaian mutu beton yang diterima di lokasi proyek, serta menganalisis kestabilan proses produksinya menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi sumber-sumber variasi yang dapat mempengaruhi kualitas beton mulai dari tahap produksi hingga distribusi dan penerimaan di lokasi proyek. Berdasarkan hasil analisis tersebut, penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi perbaikan yang aplikatif guna meningkatkan efektivitas sistem pengendalian mutu beton dalam lingkup proyek konstruksi.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan deskriptif dan kuantitatif. Metode *Statistical Process Control* (SPC) dengan pendekatan analisis statistik untuk mengevaluasi pengendalian kualitas beton *ready mix* pada proyek konstruksi. Metode yang digunakan bertujuan untuk menganalisis kestabilan proses produksi beton serta mengidentifikasi variasi mutu yang terjadi selama proses produksi hingga pelaksanaan di lapangan. Data yang dianalisis merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil pengujian kuat tekan beton silinder pada proyek yang diteliti.

Pecegahan yang dilakukan diharapkan menghindari meningkatnya biaya produksi tinggi atau kerugian. Adapun metode yang digunakan yaitu SPC dan *Seven Tools*. SPC merupakan sebuah teknik statistik yang digunakan secara luas untuk memastikan bahwa proses memenuhi standar. Dengan kata lain SPC merupakan sebuah proses yang digunakan untuk mengawasi standar, membuat pengukuran dan mengambil tindakan perbaikan selagi sebuah produk atau jasa sedang diproduksi (Render dan Heizer, 2009). Sedangkan *Seven Tools* merupakan alat bantu yang digunakan dalam eksplorasi kualitatif, Metode *Seven Tools* umumnya diterapkan dalam pendekatan siklus perbaikan berkelanjutan, di mana data dikumpulkan, masalah diidentifikasi, dan solusi diimplementasikan secara berulang untuk meningkatkan kinerja dan kualitas (Ari, Ihsanudin dkk., 2023).

Menurut Dr. Kaoru Ishikawa (1986) melalui bukunya yang berjudul "*Gemba No QC Shuho*" yang membahas teknik-teknik dan aplikasi untuk mengatur kualitas perusahaan-perusahaan di Jepang. *Seven Tools* ini terdiri dari Lembar Pengecekan (*Checkseet*), Diagram Tebar (*Scatter Diagram*), Histogram, Pareto Diagram (*Pareto Chart*), Diagram Sebab Akibat, Diagram Alur (*Flow Chart*) dan Peta Kendali (*Control*

Chart). Metode *Seven Tools* umumnya diterapkan dalam pendekatan siklus perbaikan berkelanjutan, di mana data dikumpulkan, masalah diidentifikasi, dan solusi diimplementasikan secara berulang untuk meningkatkan kinerja dan kualitas (Ari, Ihsanudin dkk, 2023).

Lembar Pengecekan (*Check Sheet*) adalah lembar/form dengan format tertentu yang dapat membantu dalam mencatat data secara sistematis. Menurut (Wahyu dkk.,2023), lembar pengamatan ini digunakan untuk mempermudah dan menyederhanakan dalam melakukan pencatatan data terhadap informasi yang diperlukan untuk penelitian.

Diagram pencar merupakan suatu alat yang bermanfaat untuk menggambarkan distribusi suatu data dalam dua dimensi, yang membantu pengguna untuk membantu pengguna untuk mendeteksi dan menganalisa pola hubungan antara variabel independen dan variabel dependen.

Pembuatan *scatter diagram* atau diagram yang menunjukkan korelasi (hubungan) dari suatu penyebab/faktor terhadap penyebab/faktor lain atau terhadap karakteristik kualitas (Radianza & Mashabai, 2020).

Histogram adalah salah satu metode statistik untuk mengatur data sehingga dapat dianalisa dan diketahui distribusinya (K. Damayant dkk.,2022). Histogram sebagai perangkat grafis *seven tools* memudahkan nilai data yang diambil pengamat dapat dibaca dan nilai data tersebut diubah kedalam bentuk distribusi, sebaran dan bentuk pola data dari suatu proses (Rahayu, 2020).

Diagram Pareto (*Pareto Chart*) merupakan grafik batang yang menunjukkan distribusi frekuensi dari data atribut yang disusun berdasarkan kategori atau sering dikatakan menunjukkan masalah berdasarkan urutan banyaknya kejadian. Diagram Pareto adalah pengurutan data frekuensi terbesar hingga terkecil dengan menghitung (Evan dan Lindsay, 2007:87-89).

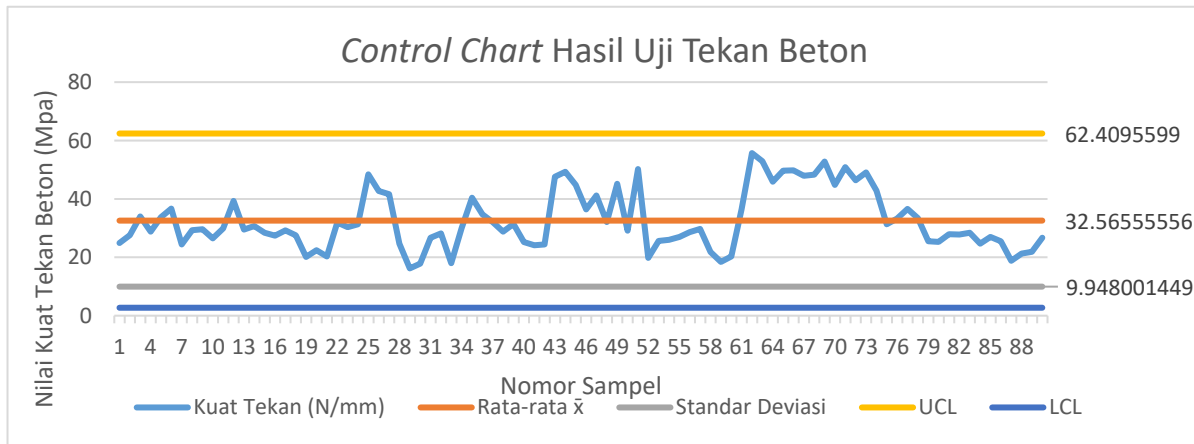
Fishbone Diagram (Cause-And-Effect Diagram) atau sering disebut juga diagram Ishikawa adalah sebuah alat (*Tools*) dalam meningkatkan kualitas yang sistematis, metode ini awalnya banyak digunakan untuk manajemen kualitas yang menggunakan data verbal (*non-numerik*) atau data kualitatif. Diagram ini merupakan suatu diagram yang digunakan untuk mencari unsur penyebab yang diduga dapat menimbulkan masalah tersebut (Bonar dkk, 2018)

Peta kendali adalah teknik pengendali proses pada jalur yang digunakan secara luas untuk menyelidiki secara cepat terjadinya sebab-sebab terduga atau proses sedemikian sehingga penyelidikan terhadap proses itu dan tindakan pembetulan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai diproduksi (K. Damayant dkk., 2022)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

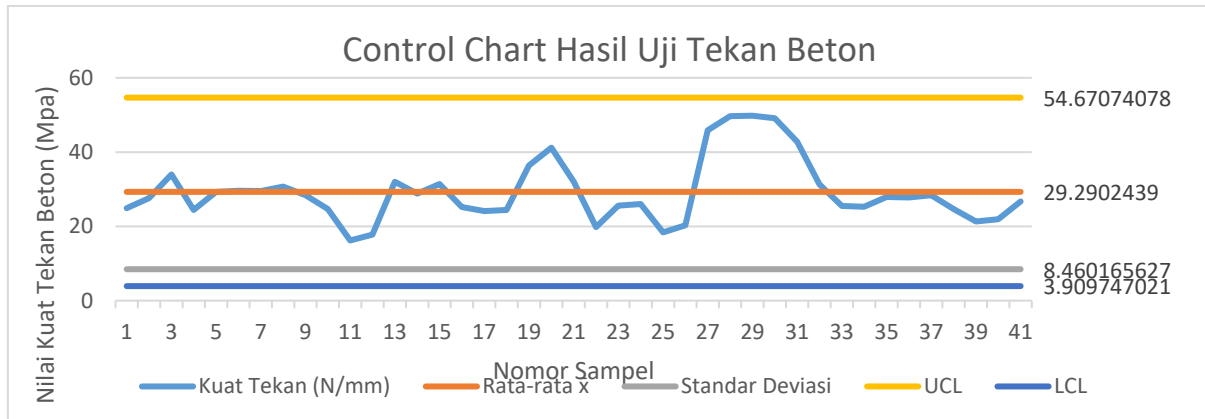
Data penelitian menggunakan hasil pengujian kuat tekan beton dan *slump test* yang menjadi variabel kualitas beton. Kuat tekan yang dimaksud adalah hasil pengujian sampel beton keras dari lapangan dan dilakukan uji kuat tekan di laboratorium sesuai ketentuan. Mengacu pada SNI 03-2847-2002 maka kriteria penerimaan kuat tekan beton di lapangan adalah kuat tekan rata-rata yang ditargetkan sesuai data hasil uji di laboratorium. Jumlah data lapangan yang digunakan sebanyak 90 sampel beton untuk uji kuat tekan. Benda uji yang digunakan di lapangan berbentuk silinder berukuran 15×30 cm dengan kuat tekan yang disyaratkan sebesar 35 Mpa untuk Jenis Beton K350 dan kuat tekan yang disyaratkan sebesar 25 Mpa untuk Jenis Beton K250.

Grafik *control chart* hasil uji kuat tekan beton K250, K250 FD, K350 dan K350 FD digunakan untuk mengevaluasi kestabilan proses produksi beton secara statistik serta untuk mengidentifikasi adanya variasi yang dapat mempengaruhi mutu produk. Grafik ini menampilkan nilai kuat tekan beton setiap sampel, nilai rata-rata ($\bar{x}$), standar deviasi (σ), batas kendali atas (*UCL*), dan batas kendali bawah (*LCL*).



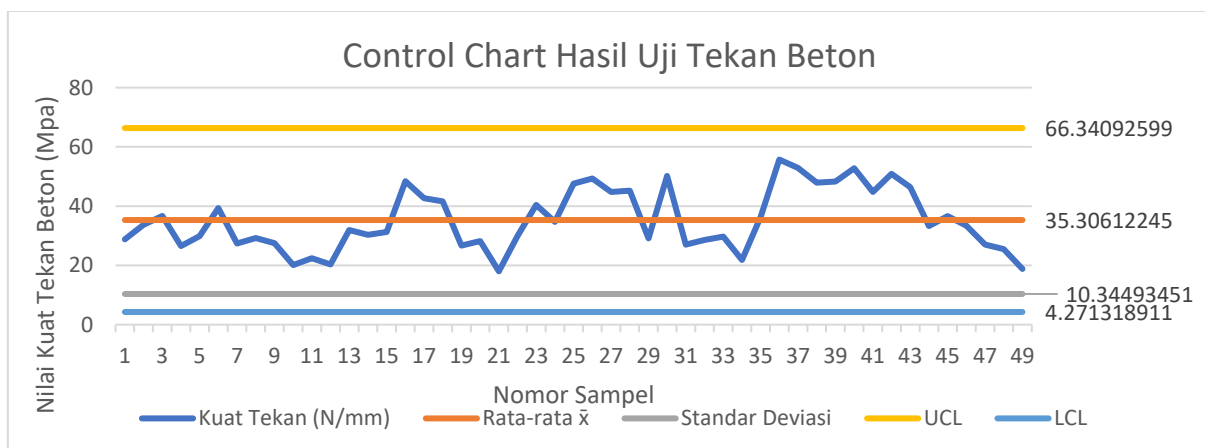
Gambar 1. Grafik *Control Chart* Uji Tekan Beton

Berdasarkan Gambar 1. Dapat diketahui hasil analisis *control chart* mutu beton K250, K350, K250 FD, dan K350 FD menggunakan analisis statistik dan metode SPC, dapat disimpulkan bahwa seluruh jenis beton secara umum telah memenuhi spesifikasi mutu akhir yang dipersyaratkan, namun menunjukkan tingkat variasi dan konsistensi yang berbeda. Beton K250 memiliki kestabilan dan konsistensi mutu terbaik dengan variasi rendah dan proses produksi yang terkendali secara statistik. Beton K350 menunjukkan variasi mutu yang lebih besar dengan konsistensi yang masih perlu ditingkatkan meskipun prosesnya masih tergolong stabil. Beton K250 FD mampu memenuhi mutu akhir yang disyaratkan, namun memperlihatkan variasi kekuatan yang kuat tekan beton sehingga keandalan fungsi *fast development* belum sepenuhnya konsisten. Beton K350 FD memiliki tingkat variasi tertinggi dengan fluktuasi kuat tekan yang besar terutama pada umur awal, meskipun secara statistik masih berada dalam batas kendali, sehingga memerlukan pengendalian proses yang paling ketat. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa semakin tinggi mutu beton dan semakin kompleks tuntutan performanya, maka semakin besar sensitivitas terhadap variasi proses produksi, transportasi, dan *curing*, sehingga pengendalian mutu yang lebih terintegrasi dan konsisten sangat diperlukan untuk menjamin keandalan mutu beton di lapangan.



Gambar 2. Grafik *Control Chart* Uji Tekan Beton K250 dan Beton K250 FD

Berdasarkan Gambar 2. Dapat diketahui hasil analisis perilaku proses secara menyeluruh, beton K250 menunjukkan mutu yang stabil dan konsisten dengan variasi kuat tekan yang relatif rendah, distribusi data yang mendekati normal, serta seluruh nilai pengujian berada dalam batas kendali statistik, sehingga proses produksinya dapat dikategorikan terkendali dan memenuhi spesifikasi teknis dengan risiko mutu yang rendah. Sementara itu, beton K250 FD secara umum telah memenuhi mutu akhir yang dipersyaratkan, namun menunjukkan variasi yang lebih besar terutama pada umur awal, yang tercermin dari standar deviasi yang lebih tinggi dan sebaran data yang lebih melebar. Meskipun proses produksi beton K250 FD masih berada dalam batas kendali statistik, fluktuasi antar sampel mengindikasikan bahwa konsistensi perkembangan kekuatan awal belum sepenuhnya seragam, sehingga diperlukan pengendalian yang lebih ketat pada aspek pencampuran, transportasi, dan curing agar fungsi fast development dapat tercapai secara optimal dan konsisten.



Gambar 3. Grafik *Control Chart* Uji Tekan Beton K350 dan Beton 3250 FD

Berdasarkan gambar 3. Dapat diketahui hasil analisis perilaku proses, beton K350 menunjukkan mutu yang secara umum telah memenuhi spesifikasi teknis, namun memiliki rentang kuat tekan dan standar deviasi yang relatif lebih besar dibanding beton K250, sehingga konsistensi mutu masih perlu ditingkatkan meskipun proses produksi berada dalam kondisi terkendali secara statistik. Sementara itu, beton K350 FD menunjukkan tingkat variasi mutu paling tinggi, terutama pada umur awal, dengan sebaran data yang sangat lebar dan fluktuasi antar sampel yang cukup tajam, meskipun sebagian besar data masih berada dalam batas kendali. Beton K350 FD

secara teknis telah memenuhi mutu akhir yang dipersyaratkan, namun keandalan perkembangan kekuatan awal belum sepenuhnya konsisten, sehingga memerlukan pengendalian proses yang lebih ketat dibanding beton K350 normal, khususnya pada pengaturan rasio air dan semen, akurasi penimbangan material, serta pengendalian waktu transportasi dan metode *curing* untuk meminimalkan potensi terjadinya penyimpangan mutu. Dalam pengendalian kualitas adalah membuat lembar kontrol atau *check sheet*, berguna untuk penyederhanaan proses pengumpulan data.

Tabel 1. Data *Defect*

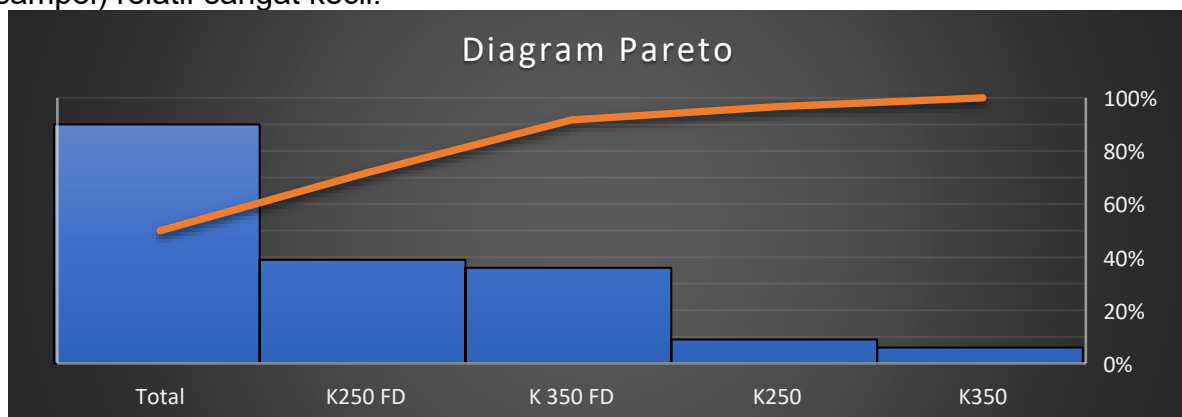
Jenis Beton	Jumlah Sampel	Jumlah Defect	Jumlah OK	Persentase Defect
K250	9	1	8	11,1%
K250 FD	39	12	27	30,8%
K350	6	2	4	33,3%
K 350 FD	36	18	18	50,0%
Total	90	33	57	36,7%

Berdasarkan Tabel 1. Menunjukkan jumlah sampel beton yang diuji, jumlah yang defect, jumlah yang OK (produk sesuai standar), serta persentase *defect* untuk tiap jenis beton. Dari total 90 sampel, terdapat 33 sampel yang *defect* sehingga tingkat cacat keseluruhan sebesar 36,7%. Tingkat *defect* tertinggi terdapat pada K350 FD (50%), diikuti K350 (33,3%), K250 FD (30,8%), dan terendah pada K250 (11,1%).

Tabel 2. Hasil lembar kerja (*Checksheets*)

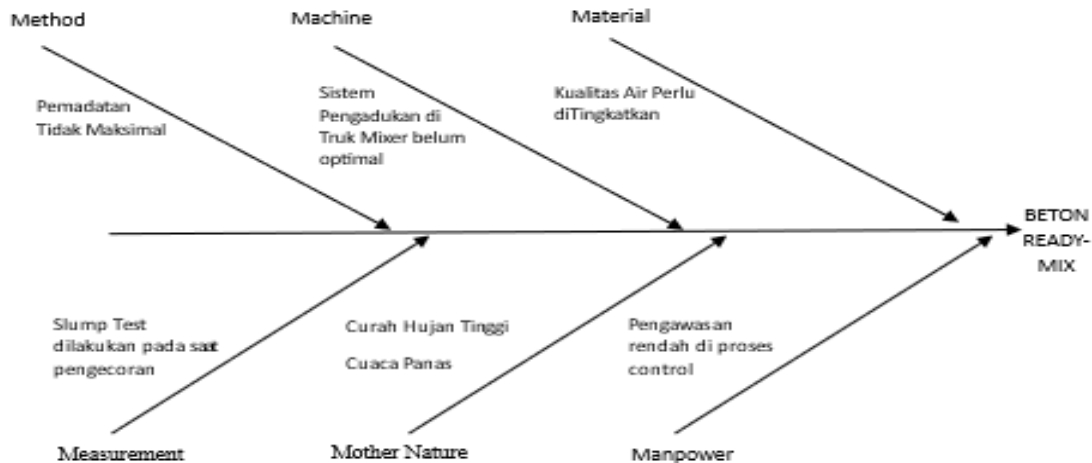
Periode Uji	K250	K350	K250FD	K350FD	Total
Minggu 1	√	√	√√	√√√√	9
Minggu 2		√	√√√√	√√√√√	10
Minggu 3			√√√√	√√√√√√	11
Minggu 4			√√	√√√	6
Total	1	2	12	18	33

Berdasarkan Tabel 2. Menunjukkan distribusi jumlah produk *defect* berdasarkan jenis beton dan periode uji (mingguan). Total *defect* selama empat minggu adalah 33 sampel, dengan jumlah terbesar berasal dari K350 FD (17 sampel) dan K250 FD (13 sampel), sedangkan *defect* pada K250 (1 sampel) dan K350 (2 sampel) relatif sangat kecil.



Gambar 4. Diagram Pareto

Berdasarkan Gambar 4. Diagram Pareto adalah alat visual yang digunakan untuk menganalisis data kualitatif dan kuantitatif dengan tujuan mengidentifikasi dan memprioritaskan faktor-faktor yang paling signifikan atau berdampak tinggi dalam suatu situasi atau masalah. Diagram ini didasarkan pada prinsip 80/20, yang mengatakan bahwa sekitar 80% hasil atau efek berasal dari 20% penyebab atau usaha.



Gambar 5. Diagram *Fishbone*

Berdasarkan Gambar 5. Diagram *fishbone* menunjukkan bahwa mutu beton *ready mix* dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu metode kerja yang kurang optimal (pemadatan tidak maksimal), kondisi mesin pengaduk yang belum optimal, kualitas material terutama air, rendahnya pengawasan tenaga kerja, ketidaktepatan waktu pengujian slump, serta faktor lingkungan seperti hujan dan cuaca panas. Kombinasi faktor-faktor tersebut menyebabkan terjadinya variasi mutu beton dan berpotensi menurunkan kualitas beton di lapangan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pengendalian kualitas beton *ready mix* pada Proyek Pembangunan/Peningkatan Trotoar dan Bangunan Pelengkap Jalan di Provinsi DKI Jakarta yang dilaksanakan oleh PT. Nikita Sari Jaya dengan pemasok beton dari PT. SCG, dapat disimpulkan bahwa secara umum mutu beton yang digunakan pada proyek telah memenuhi persyaratan teknis minimum sesuai spesifikasi mutu beton yang ditetapkan, yaitu mutu K250 dan K350, baik pada beton normal maupun beton *fast development* (FD). Hal ini ditunjukkan oleh sebagian besar hasil uji kuat tekan beton silinder yang berada di atas batas minimum kuat tekan yang dipersyaratkan, yaitu ≥ 25 MPa untuk mutu K250 dan ≥ 35 MPa untuk mutu K350. Dari total 90 sampel beton yang dianalisis, masih ditemukan produk yang tergolong sebagai *defect product*, yaitu beton yang tidak memenuhi kuat tekan minimum, memiliki variasi kekuatan yang terlalu besar, atau tidak memenuhi target kekuatan pada umur uji tertentu. Hasil *checksheet* menunjukkan bahwa persentase *defect* terbesar terdapat pada beton K350 FD, diikuti oleh beton K250 FD. Hal ini mengindikasikan bahwa beton dengan tuntutan performa lebih tinggi dan kecepatan perkembangan kekuatan lebih cepat memiliki tingkat sensitivitas yang lebih besar terhadap variasi proses produksi, transportasi, dan pelaksanaan di lapangan.

Hasil analisis SPC menggunakan *control chart* menunjukkan bahwa proses produksi beton berada dalam kondisi terkendali secara statistik (*in control*), karena seluruh data kuat tekan berada di dalam batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL), serta tidak ditemukan pola penyimpangan yang menunjukkan adanya *special cause variation* seperti tren naik atau turun secara terus-menerus maupun titik ekstrem yang melewati batas kendali. Hal ini menunjukkan bahwa variasi yang terjadi masih termasuk dalam variasi alami proses (*common cause variation*). Meskipun proses secara statistik berada dalam kondisi terkendali, nilai standar deviasi yang relatif tinggi, terutama pada beton K350 FD dan K250 FD, menunjukkan bahwa tingkat variasi mutu antar sampel masih cukup besar. Variasi ini dapat berdampak pada ketidak pastian mutu di lapangan, khususnya pada beton yang membutuhkan kekuatan awal tinggi untuk mendukung percepatan pekerjaan konstruksi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa sistem produksi beton sudah stabil, namun tingkat konsistensi mutu masih perlu ditingkatkan agar kualitas beton lebih seragam dan dapat diandalkan.

Analisis menggunakan *Seven Tools of Quality* memberikan gambaran yang lebih komprehensif terhadap sumber permasalahan mutu. Histogram menunjukkan penyebaran data kuat tekan yang cukup lebar, khususnya pada beton FD. Diagram Pareto menunjukkan bahwa sebagian besar defect berasal dari jenis beton K350 FD dan K250 FD. *Scatter diagram* memperlihatkan bahwa *defect* terjadi pada seluruh jenis beton, namun dengan intensitas tertinggi pada beton mutu tinggi. Diagram *fishbone* mengidentifikasi bahwa penyebab utama terjadinya *defect* berasal dari kombinasi faktor manusia (kurang teliti, *human error*), material (kualitas agregat dan variasi kadar air), metode (pada saat prosedur pencampuran dan curing), mesin (kalibrasi alat yang kurang optimal dan kondisi peralatan), lingkungan (suhu) serta pengukuran (akurasi alat uji dan pencatatan data).

Secara keseluruhan, dapat disimpulkan bahwa mutu beton *ready mix* pada proyek ini secara umum memenuhi spesifikasi teknis, proses produksi berada dalam kondisi stabil, namun masih terdapat tingkat variasi yang cukup tinggi terutama pada beton mutu tinggi dan beton *fast development*. Oleh karena itu, peningkatan kualitas ke depan perlu difokuskan tidak hanya pada hasil akhir kuat tekan, tetapi juga pada pengendalian setiap tahapan proses produksi dan pelaksanaan di lapangan secara lebih ketat dan terintegrasi. Upaya perbaikan yang dapat dilakukan untuk meningkatkan sistem pengendalian kualitas beton *ready mix* meliputi penerapan pengendalian kadar air agregat yang lebih ketat sebelum proses pencampuran, pelaksanaan kalibrasi berkala pada peralatan batching plant dan alat uji kuat tekan, serta standarisasi prosedur *mixing* dan *curing* terutama untuk beton *Fast Development*. Selain itu, peningkatan kompetensi operator melalui pelatihan dan pengawasan operasional yang lebih sistematis perlu dilakukan guna meminimalkan potensi *human error*, serta pengendalian kondisi transportasi dan lingkungan yang lebih optimal agar variasi mutu beton dapat ditekan dan konsistensi kualitas beton di lapangan semakin terjamin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Nikita Sari Jaya dan PT SCG atas kesempatan, data, dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Universitas Esa Unggul, khususnya dosen pembimbing, atas bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, H. N., Dozzi, S., & Abourizk, S. (1994). *Project management: Techniques in planning and controlling construction projects*. New York: 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), 1–10.
- 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), 1–10.
- 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), 1–10.
- Manurung, B. R., & Wacono, S. (2020). Pengendalian mutu struktur pada proyek rumah susun Stasiun Pondok Cina. *Construction and Material Journal*, 2(3), 195–200.
- Sear, L. (2003). Quality control. In *Advanced Concrete Technology* (pp. 1–24). Oxford: Butterworth-Heinemann.
- 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 dan Teknologi*, 5(2), 48–57.
- Abdurrahman, M., Rizqi, A. W., & Jufriyanto, M. (2023). Pengendalian kualitas kayu kering pada mesin kiln dryer untuk mengurangi produk cacat dengan metode Seven Tools dan Failure Mode Effect Analysis. *Jurnal Teknik Industri*, 8(4), 7065–7077.
- Handayani, R. E. W. (2020). Statistical Process Control (SPC) untuk pengendalian kualitas produk mebel di UD Ihtiar Jaya. *Jurnal Teknik Industri*, 6(1), 50–58.