

ANALISIS PENGARUH PERENDAMAN BENDA UJI TERHADAP MUTU BETON MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL QUALITY CONTROL DI PT CAW

ANALYSIS EFFECT OF SPECIMEN IMMERSION ON CONCRETE QUALITY USING THE STATISTICAL QUALITY CONTROL METHOD AT PT CAW

¹ Anak Agung Gede Weda Baweswara*, ² I Gusti Ngurah Priambadi, ³Alam Satria

^{1,2} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

³Kabag Produksi PT CAW

¹wedabaweswara19@gmail.com, ²priambadi.ngurah@unud.ac.id, ³alamsatria589@gmail.com

INFO ARTIKEL

Kata Kunci:
Pengendalian mutu, Perawatan,
SQC, Beton, Benda Uji, Kuat
Tekan

ABSTRAK

Terdapat berbagai faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan beton, metode perawatan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhinya. Perawatan ini bertujuan untuk mempertahankan kelembaban pada permukaan beton agar proses hidrasi dapat berjalan optimal. Umumnya, hidrasi berlangsung selama 28 hari agar beton dapat mencapai kekuatan yang sesuai dengan standar mutu yang telah ditentukan. Namun berbagai kondisi dilapangan menjadi salah satu faktor perawatan tidak dapat dilakukan dengan sempurna. Pada penelitian kali ini peneliti ingin memperlihatkan bagaimana pengaruh proses perawatan terhadap kekuatan beton yang dihasilkan. Pengujian menggunakan sampel beton dengan umur perawatan selama 7, 14, dan 28 hari dengan benda uji berbentuk silinder. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan beton meningkat seiring bertambahnya umur perawatan: 24,11 MPa (7 hari), 28,42 MPa (14 hari), dan 32,56 MPa (28 hari), dengan mutu rencana sebesar 30 MPa. Analisis SQC dilakukan menggunakan *I*-chart dan *MR*-chart untuk masing-masing kelompok umur benda uji. Hasilnya menunjukkan bahwa seluruh proses pengujian berada dalam batas kendali mutu, sehingga proses perawatan dinilai stabil. Penelitian ini menegaskan pentingnya pelaksanaan perawatan beton yang optimal hingga 28 hari agar kekuatan tekan maksimal dapat tercapai.

ABSTRACT

*Among the various factors that can impact the strength of concrete, the curing method is a key factor. This treatment aims to maintain moisture on the concrete surface, allowing the hydration process to run optimally. Generally, hydration lasts for 28 days, allowing the concrete to reach a strength that meets the established quality standards. However, various conditions in the field are one of the factors that prevent curing from being carried out perfectly. In this study, the researcher wanted to show how the curing process affects the strength of the resulting concrete. The test used concrete samples with curing ages of 7, 14, and 28 days, along with cylindrical test objects. The test results showed that the compressive strength of the concrete increased with increasing curing age, namely 24.11 MPa (7 days), 28.42 MPa (14 days), and 32.56 MPa (28 days), meeting the design quality of 30 MPa. SQC analysis was carried out using the *I* diagram and *MR* diagram for each age group of test objects. The results showed that the entire testing process fell within the quality control limits, indicating that the curing process was considered stable. This study confirms the importance of optimal concrete curing for up to 28 days to achieve maximum compressive strength*

Keywords:
Quality Control, Concrete
Curing, SQC, Concrete
Specimen, Compressive
Strength

*Corresponding author: wedabaweswara19@gmail.com

I. PENDAHULUAN

Di era perkembangan dunia industri saat ini, dari segi manufaktur dapat dikatakan berkembang dengan pesat, sehingga menyebabkan tingginya persaingan antar perusahaan manufaktur. Perkembangan ini harus selalu dilakukan dan ditingkatkan oleh setiap perusahaan manufaktur agar produk yang dihasilkan terjaga kualitasnya sehingga tidak kalah saing dengan perusahaan kompetitornya. Upaya ini mendorong setiap perusahaan untuk selalu memperhatikan dan melakukan perbaikan terhadap produk yang dihasilkan agar terjaga kualitasnya.

PT CAW merupakan perusahaan yang bergerak di sektor manufaktur, khususnya dalam produksi beton siap pakai (*ready mix concrete*) yang digunakan untuk kebutuhan konstruksi. Beton yang dihasilkan perusahaan tersebut diproduksi menggunakan *batching plant*, *batching plant* merupakan fasilitas yang dirancang untuk mencampur berbagai bahan bangunan seperti kerikil, pasir, air, serta semen dengan proporsi yang tepat sehingga menghasilkan mutu yang diinginkan sesuai kebutuhan proyek konstruksi[1]. Sama seperti perusahaan manufaktur lainnya, kualitas produk menjadi perhatian utama bagi perusahaan ini, dikarenakan kualitas dapat mempengaruhi tingkat kemajuan dan pertumbuhan perusahaan itu sendiri[2]. Agar



This is an open access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ANALISIS PENGARUH PERENDAMAN BENDA UJI TERHADAP MUTU BETON MENGGUNAKAN METODE *STATISTICAL QUALITY CONTROL* DI PT CAW

kualitas suatu produk terjaga diperlukan pengendalian mutu untuk mencegah kemungkinan terjadinya kegagalan atau cacat produksi[3].

Pengendalian mutu tersebut dilakukan dengan mengambil sampel beton yang dicetak berbentuk silinder, dan diuji dengan menggunakan *compression testing machine* yang bertujuan untuk melihat apakah kualitas atau mutu beton sudah sesuai dengan mutu yang direncakan. Guna mencapai dan mendekati kualitas atau mutu yang telah direncanakan, perlu dilakukan suatu perawatan pada beton pasca-pembukaan bekisting[4].

Perawatan ini memiliki tujuan untuk mempertahankan kadar air di dalam beton agar proses hidrasi dapat berlangsung optimal tanpa gangguan akibat penguapan yang berlebihan[5]. Perawatan dilakukan dengan cara menjaga permukaan beton agar tetap lembab, terjadinya kelembaban pada permukaan beton akan membantu beton untuk mencegah terjadinya penguapan, sehingga proses hidrasi tidak terganggu/terhenti. Proses hidrasi berlangsung kurang lebih selama 28 hari agar mencapai kuat tekan yang direncanakan[6]. Berbagai kondisi di lapangan sering menjadi penyebab kurang optimalnya proses perawatan, dengan berbagai faktor seperti keterbatasan waktu, ketersediaan air, lokasi proyek, jenis kontruksi, dan alasan lainnya. Akibatnya proses perawatan ini seringkali terabaikan, terutama target perawatan selama 28 hari tidak tercapai. Ketidaksempurnaan dalam proses perawatan beton nantinya dapat berpengaruh terhadap hasil uji tekannya, mengingat kekuatan tekan beton akan terus meningkat seiring waktu selama proses hidrasi berlangsung. Oleh karena itu, pemahaman mengenai tren perkembangan kekuatan ini sangat krusial, untuk memastikan bahwa perawatan yang dilakukan efektif sesuai dengan mutu yang direncanakan.

Sejalan dengan masalah yang terjadi, pada penelitian ini peneliti ingin mengetahui dan memperlihatkan bagaimana pengaruh perawatan terutama pada proses perendaman benda uji terhadap mutu beton. Benda uji yang digunakan merupakan benda uji yang telah dirawat secara maksimal selama 28 hari, dan sebagai pembanding akan dilihat benda uji yang perawatannya belum maksimal yaitu selama 7 hari dan 14 hari, untuk melihat perbandingan tersebut diperlukan suatu metode analisis yang tepat. Metode yang dipilih adalah metode *Statistical Quality Control* (SQC).

Statistical Quality Control (SQC) adalah pendekatan berbasis statistik yang digunakan untuk mengontrol dan mengelola proses produksi dalam industri manufaktur. Metode ini berfungsi untuk memantau kinerja proses, mengidentifikasi penyimpangan, serta meningkatkan kualitas produk secara berkelanjutan [2]. Pada laporan ini, metode SQC diterapkan untuk menganalisis bagaimana pengaruh proses perawatan beton yaitu perendaman benda uji terhadap mutu beton yang sudah direncanakan.

II. TINJAUAN LITERATUR

Penelitian oleh [7] menunjukkan bahwa penerapan metode *Statistical Quality Control* efektif dalam mengidentifikasi adanya kecacatan produk. Dibantu dengan alat pengendalian kualitas lainnya, peneliti menemukan adanya cacat sebanyak 343 pcs dari 25.785 pcs yang

dominan disebabkan oleh kemasukan benda asing, dan tingkat kematangan produk.

Sementara penelitian yang dilakukan oleh [8] membuktikan bahwa metode *Statistical Quality Control* dapat membantu perusahaan untuk memonitor bila terdapat proses produksi yang tidak terkendali. Pada penelitian tersebut peneliti menemukan 3 jenis kecacatan pada produk *Base Plate R-54*. Dilihat dari jumlah produksi sebanyak 7409 dan jumlah kecacatan sebanyak 2611, peneliti menyatakan bahwa proses produksi *Base Plate R-54* masih berada di luar kendali atau belum stabil.

A. Pengendalian Kualitas

Definisi kualitas menurut ISO 8402 adalah sebagai kumpulan dari karakteristik produk untuk memenuhi suatu kebutuhan yang ditetapkan dengan menunjang kemampuannya, dengan kata lain kualitas diartikan dengan suatu kepuasan pelanggan dalam pemenuhan kebutuhannya.

Kualitas dapat diartikan sebagai kondisi fisik, fungsi, dan karakteristik sebuah produk yang mampu memenuhi kebutuhan serta keinginan pelanggan sebanding dengan nilai yang dikeluarkan, sehingga dapat memberikan kepuasan bagi setiap individu[9]. Sementara itu, Berdasarkan definisi dari *American Society for Quality Control* (ASQ), "kualitas mencakup seluruh fitur dan karakteristik yang dimiliki oleh suatu produk atau jasa, yang menentukan kemampuannya dalam memenuhi kebutuhan, baik yang dinyatakan secara langsung maupun yang tersirat oleh pengguna"[10].

Pengendalian kualitas atau mutu merupakan serangkaian teknik dan langkah yang telah direncanakan guna menjamin kualitas Produk dan layanan yang memenuhi ketentuan standar yang telah ditetapkan serta mampu memenuhi harapan dan kepuasan pelanggan, diperlukan upaya untuk mencapainya, menjaganya, dan terus meningkatkannya secara berkelanjutan[11]. Ketidaksesuaian antara produk yang diproduksi dengan standar mutu yang berlaku menjadi alasan utama diterapkannya sistem pengendalian mutu ini. Oleh karena itu, pengendalian mutu menjadi penting untuk memastikan bahwa setiap produk memenuhi standar kualitas dan ekspektasi konsumen.

Standar yang ditetapkan oleh perusahaan sudah harus sesuai dengan keinginan pelanggan serta memiliki standar mutu yang baik. Menurut Assauri[12], pengendalian kualitas memiliki beberapa tujuan yaitu sebagai berikut :

1. Perusahaan mampu mencapai kualitas produk sesuai dengan standar yang telah ditentukan.
2. Meminimalkan biasa pemeriksaan.
3. Mengoptimalkan efisiensi agar seluruh biaya proses produksi dapat ditekan serendah mungkin.
4. Menekan pengeluaran dalam proses perancangan dan produksi yang menggunakan standar tertentu.

B. Beton

Beton umumnya merupakan Kombinasi antara air, semen, dan material agregat. Penggunaannya tidak terbatas pada elemen struktural saja, tetapi juga dapat diterapkan pada bagian non-struktural [13]. Berdasarkan SNI 2847:2013, "beton adalah hasil pencampuran antara semen portland atau jenis semen hidrolik lainnya dengan agregat halus, agregat kasar, dan air, serta dapat disertai bahan



tambahan, yang secara keseluruhan membentuk suatu massa padat". Setelah mengalami proses pengerasan, campuran ini akan memiliki berbagai karakteristik tergantung pada metode pembuatan, proporsi campuran, teknik pencampuran, metode pengangkutan, pencetakan, pemasatan, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi sifat beton.[14].

Berdasarkan SNI 03-2847-2002, beton diklasifikasikan sesuai dengan berat jenisnya menjadi tiga jenis, yakni beton ringan (kurang dari 1900 kg/m³), beton normal (antara 2200–2500 kg/m³), dan beton berat (lebih dari 2500 kg/m³).

Untuk memperoleh beton segar dengan kualitas baik serta memastikan beton yang telah mengeras memiliki mutu yang tinggi, diperlukan pemilihan dan pencampuran bahan yang tepat. Beton yang berkualitas ditandai oleh kekuatan yang tinggi, ketahanan terhadap kondisi lingkungan, serta kemampuan menahan penetrasi air. Adapun beberapa karakteristik dari beton yang bermutu baik antara lain sebagai berikut[15] :

1. Struktur dan kepadatan beton yang dimiliki optimal sehingga dapat menopang beban bangunan agar tidak mudah retak.
2. Kekuatan menjadi standarisasi beton untuk bangunan kontruksi.
3. Tekstur yang dimiliki juga menentukan kualitasnya.
4. Salah satu hal yang harus diperhatikan adalah parameter beton, karena hal tersebut dapat mempengaruhi kualitas beton.
5. Beton yang antar materialnya memiliki daya rekat yang baik.

C. Perawatan Beton

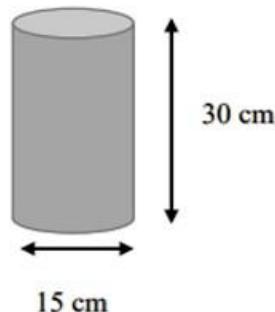
Perawatan beton merupakan salah satu metode yang bertujuan untuk mendukung proses hidrasi pada beton [5]. Proses perawatan adalah salah satu faktor penting dalam menentukan mutu beton, karena dengan dilakukannya perawatan maka akan menghasilkan beton yang kedap air. Beton yang berpori-pori disebabkan oleh tingginya tingkat penguapan, yang terjadi akibat proses hidrasi yang tidak sempurna dan akan berdampak pada berkurangnya kekuatan beton. Selain menyebabkan hidrasi yang kurang optimal, beton yang tidak diperlakukan perawatan dengan baik akan mengalami retak, daya rekat agregat yang lemah, serta pori-pori yang berlebihan sehingga tidak membentuk massa yang padat. Pada umumnya perawatan beton diklasifikasikan menjadi dua jenis yaitu metode perlakuan basah dan metode perlakuan membran.

Metode perawatan dapat dipilih sesuai dengan kondisi elemen struktur yang dirawat. Metode perawatan basah dengan melakukan perendaman dalam air akan

menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal atau tertinggi[16]. Proses perawatan yang tepat akan menghasilkan beton yang padat, tahan terhadap abrasi, dan lebih tahan lama dibandingkan beton yang tidak mengalami proses perawatan. Beton yang tidak dirawat dan dibiarkan di udara terbuka akan mengalami perbedaan suhu antara bagian luar dan bagian dalam, yang menyebabkan penyusutan yang lebih besar dan penurunan kualitas beton.

D. Benda Uji

Salah satu metode untuk mengetahui mutu beton adalah melalui pengujian kuat tekan di laboratorium, yang bertujuan memperoleh nilai karakteristik yang merepresentasikan kekuatan beton secara keseluruhan. Agar nilai tersebut valid dan dapat diterima, maka dimensi benda uji harus mengikuti standar yang telah ditetapkan serta mengikuti standar internasional yang ditetapkan oleh ASTM (*American Society for Testing and Materials*) dan ketentuan nasional seperti SNI. Sesuai dengan ketentuan dalam standar ASTM, dalam proses pengujian kuat tekan, digunakan



Gambar 1. Dimensi benda uji

sampel beton berbentuk silinder berukuran 15 cm × 30 cm, sebagaimana ditentukan dalam standar pengujian.

E. Kekuatan Tekan Beton (f'_c)

Kuat tekan beton menggambarkan sejauh mana beton mampu menahan gaya tekan per satuan luas permukaannya. Faktor utama yang memengaruhi nilai kuat tekan ini meliputi perbandingan campuran antara agregat kasar, agregat halus, semen, dan air. Hasil pengujian kuat tekan beton tersebut kemudian menjadi acuan dalam mengevaluasi dan mengendalikan mutu beton selama proses produksi [17].

Kuat tekan beton juga menjadi hal yang digunakan untuk mengidentifikasi mutu dari sebuah beton. Kuat tekan yang ditargetkan selalu menjadi tolak ukur dalam proses pengecoran beton, dengan kata lain kuat tekan yang diharapkan menjadi indikator untuk menilai baik atau tidaknya campuran beton yang digunakan.

Compression Testing Machine (CTM) digunakan untuk menguji kuat tekan beton, mesin tersebut berfungsi untuk mengukur kemampuan beton dalam menahan beban tekan hingga mencapai batas kerusakannya. Pemberian beban tekan pada pengujian beton dilakukan secara bertahap dengan kecepatan pembebanan tertentu. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus berikut(SNI 1974:2011) :

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

F. Statistical Quality Control

SQC merupakan metode pengendalian mutu yang difungsikan untuk memantau, mengontrol, mengevaluasi, mengelola, serta memperbaiki hasil produksi dengan menggunakan pendekatan statistik[17]. SQC merupakan suatu alat atau sistem yang dirancang untuk memastikan bahwa hasil produksi memiliki standar yang konsisten, dengan biaya yang minimal, dan berperan dalam mendukung efisiensi perusahaan[18]. Proses pengendalian mutu ini dikenal juga dengan istilah pengendalian mutu statistik. Statistik sendiri merupakan suatu metode yang menjamin mutu dan menyediakan suatu cara untuk

ANALISIS PENGARUH PERENDAMAN BENDA UJI TERHADAP MUTU BETON MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL QUALITY CONTROL DI PT CAW

melakukan pengambilan sampel produk, pengujian, dan penerapan tindakan perbaikan[19].

Proses pengaplikasian metode SQC untuk pengendalian mutu dilakukan dengan cara menginput data kualitas produk ke dalam bagan kendali. Penelitian ini menggunakan dua tipe bagan kendali statistik, yakni bagan I dan bagan MR, dimana bagan I berfungsi untuk memantau variasi antar data pengamatan individu, sedangkan bagan MR digunakan untuk memantau perubahan dari satu titik data ke titik data berikutnya. *I-chart* dan *MR-chart* keduanya memiliki batas kendali yaitu batas kendali atas (UCL) dan batas kendali bawah (LCL).

Adapun rumus yang digunakan dalam penerapan SQC dapat dijabarkan sebagai berikut[20] :

I-Chart :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{x}_i}{n} \quad (2)$$

$$UCL = \bar{X} + 3 \times \frac{d_2}{R} \quad (3)$$

$$LCL = \bar{X} - 3 \times \frac{d_2}{R} \quad (4)$$

MR-Chart :

$$MR_i = |X_i - X_{i-1}| \quad (5)$$

$$R = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} MR_i}{n-1} \quad (6)$$

$$UCL = D_4 \times R \quad (7)$$

$$LCL = D_3 \times R \quad (8)$$

Dalam menghitung batas kendali untuk I-Chart dan MR-Chart digunakan beberapa faktor, seperti d_2 , D_3 , dan D_4 . Berikut ini adalah nilai faktor yang digunakan dalam menghitung batas kendali diagram tersebut.

Tabel 1. Nilai faktor *control chart limit*

Sample Size n	Factor for I-Chart (d_2)	Factors for MR-Chart	
		Lower Control Limit (D_3)	Upper Control Limit (D_4)
2	1,128	0	3,267
3	1,693	0	2,574
4	2,059	0	2,282
5	2,326	0	2,114

III. METODE PENELITIAN

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dan informasi terkait penelitian ini dilakukan melalui observasi langsung dan menggunakan arsip data uji tekan pada laboratorium PT CAW.

Data primer dalam penelitian ini dikumpulkan selama melakukan kerja praktik di divisi produksi, khususnya di bagian laboratorium PT CAW. Dalam proses pengumpulan data, observasi langsung dan wawancara tidak terstruktur dilakukan kepada staf teknisi yang bertugas di laboratorium..

Data sekunder diperoleh dari arsip data yang dimiliki oleh PT CAW. Dokumen sekunder meliputi; data uji kuat tekan beton selama bulan januari-februari 2025. Disamping itu, dilakukan juga pencarian jurnal dan literatur dari berbagai sumber untuk melengkapi teori-teori yang digunakan.

B. Pengolahan Data

Data yang sudah diperoleh kemudian dihitung nilai rata-ratanya serta *moving range*(MR) untuk melihat stabilitas antar sampel. Selanjutnya, dilakukan perhitungan batas atas dan batas bawah untuk *I-Chart* dan *Mr-Chart*. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menyusun grafik kendali guna memantau kestabilan proses perawatan beton.

C. Analisis Data

Setelah grafik kendali diperoleh, analisis dilakukan menggunakan metode *Statistical Quality Control* (SQC) untuk mengevaluasi apakah proses produksi berada dalam kondisi stabil secara statistik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proses Pencetakan Benda Uji

Proses pengambilan benda uji untuk uji tekan beton dalam proyek kontruksi merupakan tahapan yang dilakukan guna memastikan kualitas dan kesesuaian beton dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Di PT CAW proses ini diawali dengan mempersiapkan catakan benda uji yang sesuai dengan standar yaitu berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm. Cetakan harus dipastikan pada kondisi

bersih serta dilapisi dengan minyak solar agar beton dapat dilepaskan dengan mudah setelah proses pemadatan. Pengambilan sampel beton dilakukan dari adukan

beton segar yang telah dihomogenkan, dengan sampel diambil dari bagian tengah adukan yang berfungsi untuk memastikan representasi yang valid terhadap keseluruhan mutu beton. sebelum pengambilan benda uji, dapat dilakukan uji slump guna mengevaluasi tingkat *workability* beton dan memastikan kesesuaian dengan spesifikasi desain beton. setelah itu, beton segar dituangkan ke dalam cetakan dan dipadatkan menggunakan tongkat pemadat yang berfungsi untuk menghilangkan udara yang terperangkap serta memadatkan beton. Setelah pencetakan selesai, dilakukan perawatan tahap awal yaitu pengeringan selama 1 hari dilokasi proyek. Selanjutnya cetakan beton dilepaskan dan dilakukan proses perawatan dengan metode perendaman dalam air di laboratorium hingga umur pengujian. Penelitian ini menggunakan sampel benda uji yang yang dirawat selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.

B. Data Uji Kuat Tekan Beton

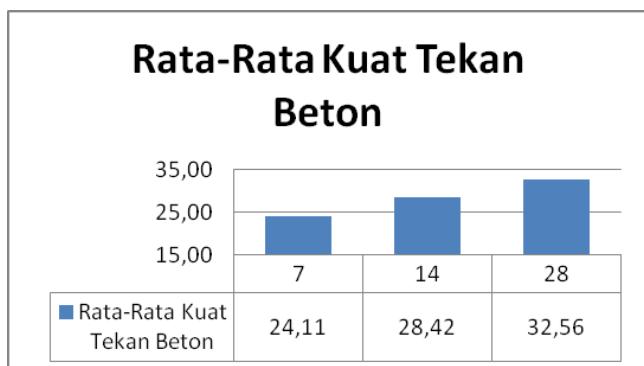
Data hasil pengujian diperoleh melalui proses uji tekan yang dilakukan menggunakan *compression testing machine* di laboratorium PT CAW. Pengujian dilakukan pada sampel benda uji berumur 7, 14 , dan 28 hari, dengan 6 buah benda uji pada masing-masing sampel.



Tabel 2. Data uji tekan beton

No	Tanggal Pengukuran		Umur (hari)	Kuat Tekan (Mpa)
	Di Buat	Di Test		
1	23/01/2025	30/01/2025	7	23,37
2	23/01/2025	30/01/2025	7	23,09
3	30/01/2025	06/02/2025	7	24,16
4	30/01/2025	06/02/2025	7	24,96
5	31/01/2025	07/02/2025	7	24,16
6	31/01/2025	07/02/2025	7	24,90
7	15/01/2025	29/01/2025	14	29,14
8	15/01/2025	29/01/2025	14	28,07
9	16/01/2025	30/01/2025	14	28,86
10	16/01/2025	30/01/2025	14	28,07
11	18/01/2025	01/02/2025	14	29,08
12	18/01/2025	01/02/2025	14	28,30
13	07/01/2025	04/02/2025	28	32,73
14	07/01/2025	04/02/2025	28	33,86
15	08/01/2025	05/02/2025	28	31,70
16	08/01/2025	05/02/2025	28	32,84
17	08/01/2025	05/02/2025	28	31,14
18	08/01/2025	05/02/2025	28	33,10

Hasil uji kuat tekan pada Tabel 2 dapat divisualisasikan dalam bentuk grafik, sebagaimana terlihat pada gambar 2 berikut. Grafik ini memudahkan kita untuk melihat dan memahami perkembangan kekuatan beton dengan lebih jelas.



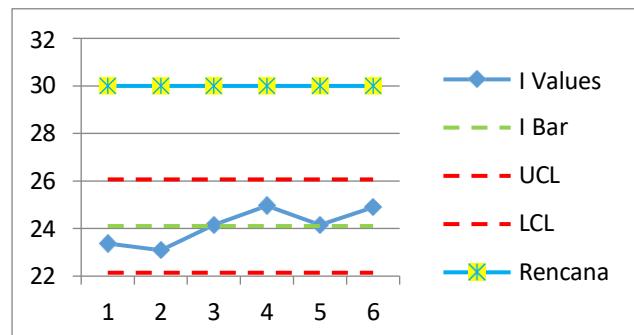
Gambar 2. Grafik rata-rata kuat tekan beton

Berdasarkan grafik yang ditampilkan, kuat tekan tertinggi dicapai oleh beton yang dirawat selama 28 hari, dengan rata-rata kuat tekan sebesar 33,18 MPa. Sementara itu, beton yang menjalani perawatan selama 7 dan 14 hari masing-masing hanya mencapai kuat tekan rata-rata sebesar 24,11 MPa dan 28,59 MPa. Grafik juga menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan kuat tekan beton seiring bertambahnya umur benda uji. Hal ini mengindikasikan bahwa proses hidrasi yang berlangsung lebih lama memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan kekuatan beton. Hal ini mengindikasi bahwa semakin lama proses perawatan (curing) berlangsung, semakin tinggi kuat tekan beton yang dihasilkan.

C. Analisis Statistical Quality Control

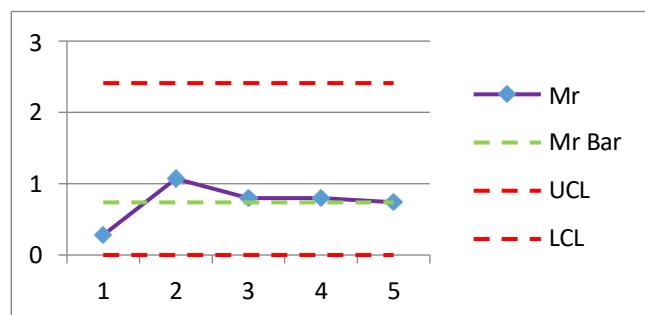
Dari hasil uji tekan kekuatan beton, benda uji yang telah dirawat selama 28 hari sudah mencapai mutu 100% atau mutu yang direncanakan. Benda uji yang dirawat selama 7 hari mencapai mutu 75% dan beton yang dirawat selama 14 hari mencapai mutu 90%. Metode analisis SQC digunakan untuk melihat kinerja proses setiap umur perawatan menggunakan pendekatan statistik, pada bagan kendali atau *control chart* terdapat dua batas penting, yaitu batas kendali atas dan batas kendali bawah. Kedua batas tersebut memiliki fungsi untuk menentukan batas kendali mutu setiap benda uji yang dilakukan perawatan.

a. Peta I dan MR Benda Uji dengan umur 7 Hari



Gambar 3. Grafik I benda uji dengan umur 7 hari

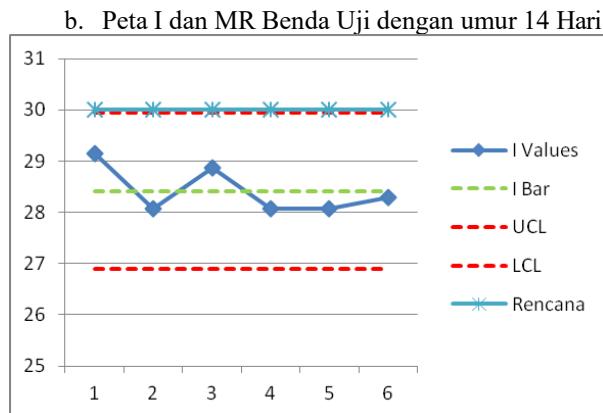
Berdasarkan I-chart pada gambar 3, benda uji yang dilakukan perawatan selama 7 hari belum mencapai mutu yang direncanakan, tetapi apabila dianalisis menggunakan SQC dapat dilihat bahwa benda uji berumur 7 hari tidak terdapat titik yang melewati batas atas dan batas bawah, sehingga proses dianggap stabil tanpa adanya penyimpangan yang signifikan.



Gambar 4. Garfik MR benda uji dengan umur 7 hari

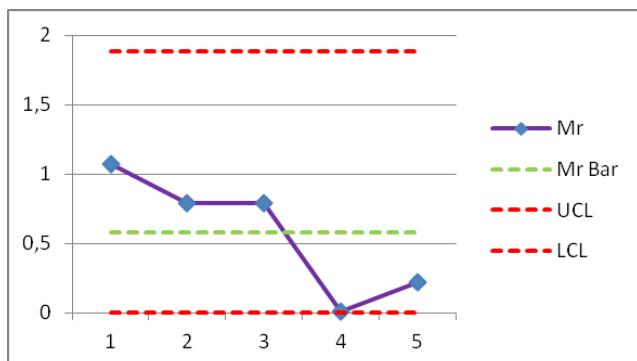
Berdasarkan MR-chart pada gambar 4, memperlihatkan tidak ada terjadinya data yang melebihi batas yang telah ditentukan, hal ini menandakan bahwa fluktuasi antar pengukuran masih dalam batas wajar.

ANALISIS PENGARUH PERENDAMAN BENDA UJI TERHADAP MUTU BETON MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL QUALITY CONTROL DI PT CAW



Gambar 5. Grafik I benda uji dengan umur 14 hari

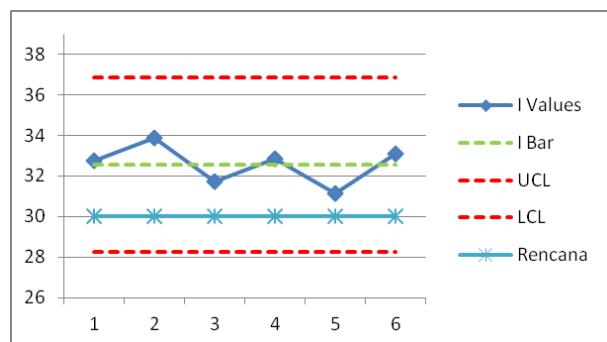
Gambar 5 dapat dilihat benda uji yang dirawat selama 14 hari tidak juga mencapai mutu yang direncanakan, tetapi terdapat peningkatan pada nilai kuat tekannya. Pada analisis SQC, tidak terdapat data yang melewati batas kendali sehingga proses tersebut masih stabil tanpa adanya penyimpangan.



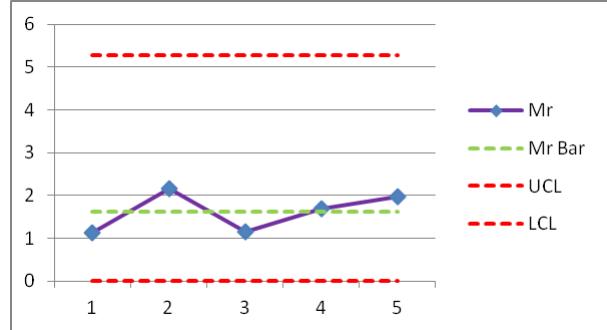
Gambar 6. Grafik MR benda uji dengan umur 14 hari

Grafik MR pada gambar 6 memperlihatkan terjadinya penurunan drastis yang terjadi pada benda uji 3 dan 4, hal ini dapat disebabkan karena data pengukuran yang hampir seragam, namun proses tersebut masih dikatakan stabil karena masih didalam batas kendali.

c. Peta I dan MR Benda Uji dengan umur 28 Hari
Berdasarkan gambar 7 dapat dilihat grafik I-chart untuk benda uji dengan perawatan selama 28 hari telah memenuhi mutu yang direncanakan. Dianalisis dengan metode SQC, tidak terdapat data yang melewati batas kendali, sehingga proses dianggap stabil.



Gambar 7. Grafik I benda uji dengan umur 28 hari



Gambar 8. Grafik MR benda uji dengan umur 28 hari

Gambar 8 menyatakan grafik MR-chart benda uji berumur 28 hari, tidak terdapat kenaikan dan penurunan yang terindikasi extreme dan semua titik masih dalam batas kendali.

Berdasarkan hasil pengamatan secara menyeluruh, benda uji yang mendapatkan perawatan pada usia 7, 14, dan 28 hari dilihat melalui analisis SQC tidak terdapat nilai benda uji yang melewati batas kendali, hal ini dapat dikatakan semua proses perawatan masih dalam proses yang terkendali atau stabil.

V. KESIMPULAN

Setelah dilakukan serangkaian pengujian dan analisis, diperoleh kesimpulan bahwa beton yang diberikan perawatan secara maksimal selama 28 hari menunjukkan hasil yang sesuai dengan kualitas atau mutu yang sudah ditetapkan, nilai kuat tekan yang dihasilkan sebesar 32,56 MPa. Nilai ini merupakan nilai tertinggi dibandingkan dengan sampel benda uji lainnya. Sementara itu, beton yang dilakukan perawatan selama 7 hari dan 14 hari menghasilkan kuat tekan yang masih dibawah nilai standar atau mutu yang sudah ditetapkan yaitu sebesar 24,11 MPa untuk nilai kuat tekan beton yang dirawat selama 7 hari, sedangkan untuk beton yang mengalami perawatan selama 14 hari, nilai kuat tekannya mencapai 28,42 MPa.

Perbandingan kuat tekan terjadi pada masing masing benda uji yang dirawat. Dapat kita lihat benda uji yang dilakukan perawatan selama 28 hari mampu mencapai 100% dari mutu yang telah ditetapkan, sedangkan untuk benda uji yang diberikan perawatan selama 7 hari dan 14 hari hanya mampu mencapai mutu 70% dan 90% secara berurut terhadap mutu yang telah ditetapkan. Namun dari perbandingan tersebut dapat terlihat bahwa adanya peningkatan nilai kuat tekan yang signifikan seiring bertambahnya atau lamanya waktu yang diberikan untuk melakukan perawatan.



Melalui analisis yang dilakukan menggunakan metode SQC, didapatkan grafik atau hasil statistik yang menunjukkan selama periode perawatan 7, 14, dan 28 hari, seluruh data hasil pengujian berada dalam batas kendali. Hal ini mengindikasikan bahwa proses perawatan berlangsung dengan stabil dan terkendali.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] M. Saiful Anwar and J. Sasongko, “Journal of Civil Engineering and Technology Sciences Universitas 17 Agustus 1945 Semarang,” *J. Civ. Eng. Technol. Sci.*, vol. 02, no. 03, pp. 12–22, 2023.
- [2] S. Bakhtiar, S. Tahir, and R. A. Hasni, “Analisa Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC),” *Malikussaleh Ind. Eng. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–36, 2013, [Online]. Available: doi10.107.186.27
- [3] P. S. K. Hanifah and I. Iftadi, “Penerapan Metode Six Sigma dan Failure Mode Effect Analysis untuk Perbaikan Pengendalian Kualitas Produksi Gula,” *J. INTECH Tek. Ind. Univ. Serang Raya*, vol. 8, no. 2, pp. 90–98, 2022, doi: 10.30656/intech.v8i2.4655.
- [4] E. Evert and W. Kushartomo, “Analisis Perbandingan Perawatan Beton Terhadap Mutu Beton,” *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 7, no. 1, pp. 37–44, 2024, doi: 10.24912/jmts.v7i1.24925.
- [5] S. Ki Catur Budi, Agata Iwan Candra, “Pengaruh Metode Perawatan Beton dengan suhu normal terhadap kuat tekan beton mutu tinggi,” *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 7, no. 2, pp. 78–84, 2020.
- [6] H. Hartini and S. F. Wahyuni, “Tinjauan Nilai Kuat Beton Menggunakan Air Laut,” *J. Media Inov. Tek. Sipil UNIDAYAN*, vol. 12, no. 2, pp. 51–58, 2023, doi: 10.55340/jmi.v12i2.1435.
- [7] M. R. Darmawan, A. W. Rizqi, and M. D. Kurniawan, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Tempe Dengan Metode Statistical Quality Control (SQC) Di CV. Aderina,” *SITEKIN Sains, Teknol. dan Ind.*, vol. 19, no. 22, pp. 295–300, 2022, [Online]. Available: <https://ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/17413>
- [8] L. M. Ramdani and A. Zaqi Al Faritsy, “Analisis Pengendalian Kualitas Pada Produksi Base Plate R-54 Menggunakan Metode Statistical Quality Control Dan 5S,” *J. Teknol. dan Manaj. Ind. Terap.*, vol. 1, no. 2, pp. 85–97, 2022, doi: 10.55826/tmit.v1iii.43.
- [9] Mochammad Fathan Yuda Haryono and Sumiati Sumiati, “Analisis Pengendalian Kualitas Produk Paving Block Menggunakan Metode Statistical Quality Control (SQC) Dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) Di PT. Duta Beton Mandiri, Pasuruan,” *J. Penelit. Rumpun Ilmu Tek.*, vol. 2, no. 3, pp. 45–65, 2023, doi: 10.55606/juprit.v2i3.1992.
- [10] D. D. Permadi, “Pengaruh Kualitas Produk Dan Persepsi Harga Handphone Xiaomi Terhadap Keputusan Pembelian Handphone Xiaomi Para Pengguna Handphone Android Di Jakarta,” 2017.
- [11] D. Widia Ismayanti, “Analisis Pengendalian Kualitas Dengan Menggunakan Metode Statistical Quality Control (Sqc) Untuk Mengurangi Kerusakan Produk Panel Cladding Pada Pt. Delima Karya Putra Gre,” *NAMARA J. Manaj. Pratama*, 2022.
- [12] S. Assauri, “Manajemen Produksi dan Operasi edisi revisi,” *Jakarta Lemb. Penerbit Fak. Ekon. Univ. Indones.*, vol. 299, 2008.
- [13] A. M. D. S. Ximenes, A. Halim, and A. Suraji, “Pengaruh Komposisi Campuran Beton dan Jenis Semen terhadap Kelecekan (Concrete Workability),” *4th Conf. Innov. Appl. Sci. Technol.*, no. Ciastech, pp. 529–538, 2021.
- [14] A. Widodo and M. A. Basith, “Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Rooving Pada Beton Non Pasir,” *J. Tek. Sipil dan Perenc.*, vol. 19, no. 2, pp. 115–120, 2017, doi: 10.15294/jtsp.v19i2.12138.
- [15] V. Septiani, V. Suryan, and D. Amalia, “Faktor-Faktor yang mempengaruhi Campuran Beton: Rancangan beton, Kekuatan beton, dan Karakteristik beton,” *J. Eng. Transp.*, vol. 2, no. 1, 2024.
- [16] Mulyati and Z. Arkis, “Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal,” *J. Tek. Sipil ITP*, vol. 7, 2020.
- [17] M. S. Setiadi, K. Usman, S. Sebayang, and I. Kustiani, “Analisis Pengendalian Mutu Beton pada Proyek Rumah Susun PIK Pulo Gadung dengan Metode Statistical Quality Control,” *J. Sustain. Constr.*, vol. 3, no. 2, pp. 1–15, 2024, doi: 10.26593/josc.v3i2.7218.
- [18] Hima Tiby, Nandana S Nair, and Siji Antony, “Review on Statistical Quality Control,” *Int. J. Adv. Res. Sci. Commun. Technol.*, vol. 2, no. 3, pp. 8–11, 2022, doi: 10.48175/ijarsct-4901.
- [19] F. Muttaqin and R. Ilham, “ANALISIS PENGENDALIAN KUALITAS KECACATAN PRODUK PADA PROSES PRODUKSI KAIN MENGGUNAKAN METODE STATISTICAL QUALITY CONTROL (Studi Kasus : PT. Triana Harvestindo Nusantara),” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 5, no. Vol 5 No 1 (2025): Jurnal Ilmiah Tehnik Industri, Februari 2025, pp. 1–16, 2025, [Online]. Available: <http://45.118.112.109/ojspasim/index.php/JITI/article/view/517>
- [20] S. N. Kristono and M. Hudori, “Pengendalian Throughput Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan Individual Moving Range (I-MR) Chart,” *Citra Widya Edukasi*, vol. XI, no. 1, pp. 1–10, 2019.

