BOUWPLANK
Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan
Vol. 6 No. 2, Oktober 2026

E-ISSN 2807-5579
P-ISSN 2807-5889
Halaman 56-65

Evaluasi Pengendalian Mutu Pekerjaan Perkerasan Beton Pada Proyek Jalan Tirtayasa, Bandar Lampung

Rayu R Warganegara[1*], Yunita Mauliana[2]

[1,2]Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sang Bumi Ruwa Jurai, Bandarlampung, Lampung
* Email Korespondensi: ray.hotwheels1807@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengendalian mutu perkerasan beton pada Proyek Peningkatan Jalan Tirtayasa, Bandar Lampung, dengan mutu rencana (fs' = 45) kg/cm². Evaluasi dilakukan berdasarkan hasil pengujian slump, kuat lentur, kuat tekan beton inti (*core drill*), serta analisis statistik deskriptif pada segmen STA 3+500–STA 4+200. Hasil penelitian menunjukkan nilai *slump* berkisar antara 6,0–7,5 cm dengan rata-rata 6,83 cm dan memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Nilai kuat lentur berkisar antara 4,19–5,62 MPa dengan rata-rata 4,58 MPa, yang melampaui persyaratan minimum 4,50 MPa. Namun, beberapa hasil pengujian individual masih berada di bawah batas minimum tersebut. Pengujian *core drill* menghasilkan kuat tekan berkisar antara 27,39–37,26 MPa dengan rata-rata 34,50 MPa, yang setara dengan kuat lentur teoritis sebesar 4,41 MPa berdasarkan persamaan empiris Pd T-14-2003. Selisih sebesar 3,71% terhadap hasil pengujian kuat lentur menunjukkan kedekatan nilai secara deskriptif. Analisis statistik deskriptif menghasilkan standar deviasi sebesar 0,35 MPa dan koefisien variasi sebesar 7,39%, yang berdasarkan kriteria pengujian di lapangan menunjukkan bahwa konsistensi mutu beton antar sampel masih perlu ditingkatkan. Secara keseluruhan, hasil pengujian pada segmen penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata parameter utama telah memenuhi persyaratan, namun variasi hasil antar sampel menunjukkan perlunya peningkatan pengendalian mutu pada tahap *batching*, pengecoran, *curing*, dan pengawasan. Hasil penelitian ini terbatas pada segmen STA 3+500–STA 4+200 dan tidak dimaksudkan untuk merepresentasikan kondisi mutu seluruh ruas Jalan Tirtayasa.

Kata kunci : Perkerasan Kaku, Kuat Lentur, *Core Drill*, *Slump*, dan Pengendalian Mutu Beton.

ABSTRACT

This study aims to evaluate the quality control of concrete pavement on the Tirtayasa Road Improvement Project in Bandar Lampung, with a design strength (fs' = 45) kg/cm². The evaluation was based on the results of slump tests, flexural strength tests, and core drill compressive strength tests, as well as descriptive statistical analysis for the segment from STA 3+500 to STA 4+200. The results showed that slump values ranged from 6.0 to 7.5 cm with an average of 6.83 cm, meeting the requirements of the 2018 General Specifications for Public Works, Revision 2. Flexural strength values ranged from 4.19 to 5.62 MPa with an average of 4.58 MPa, exceeding the minimum requirement of 4.50 MPa. However, some individual test results still fell below this minimum threshold. Core drill testing yielded compressive strengths ranging from 27.39 to 37.26 MPa, with an average of 34.50 MPa, which is equivalent to a theoretical flexural strength of 4.41 MPa based on the empirical equation Pd T-14-2003. The 3.71% difference in flexural strength test results indicates a close match in values from a descriptive perspective. Descriptive statistical analysis yielded a standard deviation of 0.35 MPa and a coefficient of variation of 7.39%, which—based on field testing criteria—indicates that the consistency of concrete quality across samples still needs to be improved. Overall, the test results for the study segment indicate that the average values of the key parameters meet the requirements; however, the variation in results among samples highlights the need for improved quality control during the batching, casting, curing, and monitoring stages. The findings of this study are limited to the segment between STA 3+500 and STA 4+200 and are not intended to represent the quality conditions of the entire Tirtayasa Road.

Keywords **:** *Rigid Pavement, Flexural Strength, Core Drill, Slump, and Concrete Quality Control.*

1. PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan berperan penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi, pemerataan pembangunan, serta kelancaran mobilitas masyarakat dan distribusi barang maupun jasa. Jalan yang berkualitas mampu meningkatkan konektivitas antar wilayah sehingga mendorong aktivitas ekonomi dan kesejahteraan masyarakat [1]. Oleh karena itu, pembangunan jalan memerlukan perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian mutu yang baik agar umur layan perkerasan sesuai dengan yang direncanakan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan [2]. Keberhasilan proyek konstruksi sangat dipengaruhi oleh penerapan manajemen konstruksi yang efektif dalam mengendalikan mutu, biaya, dan waktu pelaksanaan. Menurut Hafnidar A. [3], manajemen konstruksi mencakup proses perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian proyek melalui pemanfaatan sumber daya secara efektif dan efisien. Penerapan manajemen proyek yang baik turut menjamin mutu pekerjaan melalui pengendalian metode kerja, penggunaan material yang memenuhi spesifikasi, serta pelaksanaan *quality control* secara berkelanjutan [4]. Perkerasan beton semen (*rigid pavement*) banyak diterapkan pada jalan dengan volume lalu lintas tinggi karena memiliki kapasitas struktur yang besar dan umur layan yang lebih panjang dibandingkan perkerasan lentur [5]. Kinerja perkerasan kaku sangat dipengaruhi oleh mutu beton, yang umumnya dievaluasi berdasarkan kuat lentur (*flexural strength*) sebagai parameter utama. Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2[6] menetapkan kuat lentur minimum beton umur 28 hari sebesar 4,50 MPa. Dalam penelitian ini seluruh hasil pengujian disajikan dalam satuan MPa agar sesuai dengan Sistem Internasional (SI) dan ketentuan spesifikasi tersebut.

Selain kuat lentur, mutu beton dapat dievaluasi melalui pengujian kuat tekan beton inti (*core drill*) untuk menggambarkan kondisi beton aktual di lapangan. Evaluasi mutu juga perlu didukung oleh analisis statistik menggunakan nilai rata-rata, standar deviasi, dan koefisien variasi sehingga tingkat keseragaman mutu beton dapat dinilai secara lebih objektif [7]. Proyek Peningkatan Jalan Tirtayasa di Kota Bandar Lampung dipilih sebagai objek penelitian karena menerapkan pengendalian mutu melalui pengujian *slump*, kuat lentur, dan *core drill*. Ketersediaan data tersebut memungkinkan evaluasi kesesuaian mutu beton terhadap Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Penelitian terdahulu telah mengevaluasi mutu perkerasan beton berdasarkan parameter seperti *slump*, kuat lentur, dan kuat tekan. Namun, kajian yang mengintegrasikan pengujian beton inti (*core drill*) dengan analisis statistik untuk menilai kesesuaian dan keseragaman mutu beton masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengendalian mutu perkerasan beton pada Proyek Peningkatan Jalan Tirtayasa, Bandar Lampung, melalui analisis hasil pengujian *slump*, kuat lentur beton umur 28 hari, kuat tekan beton inti (*core drill*), serta analisis statistik berupa nilai rata-rata, standar deviasi, dan koefisien variasi untuk menilai kesesuaian mutu beton terhadap Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Perkerasan Beton Semen (Rigid Pavement)

Perkerasan beton semen (*rigid pavement*) merupakan jenis konstruksi perkerasan jalan yang menggunakan beton semen sebagai lapisan utama penahan beban lalu lintas. Jenis perkerasan ini banyak diterapkan pada ruas jalan dengan volume lalu lintas tinggi karena memiliki kapasitas struktur yang tinggi, mampu menahan beban berulang, serta memiliki umur layan yang lebih panjang dibandingkan perkerasan lentur. Kinerja perkerasan kaku sangat dipengaruhi oleh mutu beton yang digunakan, sehingga pengendalian mutu selama proses konstruksi menjadi faktor penting untuk menjamin kekuatan, ketahanan, dan umur layan sesuai dengan spesifikasi yang diprasyaratkan [8]. Pada pekerjaan perkerasan beton semen, mutu beton umumnya dievaluasi berdasarkan kuat lentur karena pelat beton menerima tegangan lentur akibat beban lalu lintas. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, kuat lentur minimum beton umur 28 hari untuk pengendalian mutu produksi adalah sebesar 4,50. Spesifikasi standar kualitas beton kelas P yang digunakan pada pekerjaan perkerasan beton semen mengacu pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 revisi 2. Parameter yang diprasyaratkan meliputi ukuran maksimum agregat kasar, nilai *slump*, rasio air-semen (W/C), kadar air, kadar semen, agregat halus, agregat kasar, serta kekuatan minimum beton umur 28 hari, sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Standar Kualitas Beton [6]

Standar Kualitas	Beton Kelas P
Ukuran Maksimum Agregat Kasar (mm)	25
Slump (cm)[2]	5 ± 2
Perbandingan semen/air W/C (%)	40
Kadar Air C (kg/cm^3)	153
Kadar Semen C (kg/cm^3)	340
Agregat Halus S (kg/cm^3)	817
Agregat Kasar G (kg/cm^3)	1090
Kekuatan Minimun 28 hari (kg/cm^2)	450

2.2. Pengendalian Mutu Beton

Pengendalian mutu merupakan rangkaian kegiatan yang bertujuan untuk memastikan bahwa mutu beton yang dihasilkan memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Pada pekerjaan perkerasan beton semen, pengendalian mutu dilakukan sejak tahap produksi beton segar hingga beton mengeras melalui serangkaian pengujian, antara lain *slump test*, pengujian kuat lentur, dan pengujian beton inti (*core drill*). Selain itu, analisis statistik juga digunakan untuk mengevaluasi tingkat keseragaman mutu beton sehingga kualitas pelaksanaan pekerjaan dapat dinilai secara lebih objektif [9].

2.3. Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan untuk mengetahui tingkat kelecakan (*workability*) beton segar. Nilai *slump* mencerminkan kemudahan beton dalam proses pengangkutan, penempatan, dan pemadatan tanpa mengalami segregasi maupun *bleeding* [10]. Pengujian dilakukan sesuai dengan SNI 03-1972-1990 menggunakan kerucut Abrams. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, nilai *slump* yang diprasyaratkan untuk beton kelas P berada pada rentang 5 ± 2 cm [11].

2.4. Kuat Lentur Beton

Kuat lentur (*flexural strength*) merupakan kemampuan beton dalam menahan tegangan tarik akibat pembebanan lentur hingga terjadi keruntuhan. Pada perkerasan beton semen, parameter ini digunakan sebagai dasar penerimaan mutu karena pelat beton bekerja dominan menerima beban lentur akibat lalu lintas kendaraan. Pengujian kuat lentur dilakukan berdasarkan SNI 4431:2011 [12] menggunakan metode pembebanan dua titik (*two-point loading*). Nilai kuat lentur yang memenuhi persyaratan menunjukkan bahwa beton memiliki kemampuan yang memadai dalam menahan beban lalu lintas dan mengurangi potensi retak dini pada perkerasan. Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, kuat lentur beton umur 28 hari untuk percobaan campuran ditetapkan minimum 4,7 MPa, sedangkan untuk pengendalian produksi pada perkerasan beton semen ditetapkan minimum 4,5 MPa. Persyaratan tersebut menjadi acuan penerimaan mutu beton dalam penelitian ini, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Minimum Kuat Lentur Beton Semen Pada Usia 28 Hari Untuk Aplikasi Perkerasan Jalan [6]

Uraian	Metode Pengujian	Nilai
Kuat Lentur pada umur 28 hari untuk percobaan campuran min (MPa)	SNI 4431:2011	4,7
Kuat lentur pada umur 28 hari untuk pada perkerasan beton semen (pengendalian produksi) min (MPa)	SNI 4431:2011	4,5

Perhitungan kuat lentur beton dilakukan berdasarkan SNI 4431:2011 dengan rumus persamaan 1

$$\sigma = \frac{P \times L}{b \times h^2} \quad \text{..... (1)}$$

Dimana: σ adalah Kuat lentur (MPa) , P adalah Beban maksimum (N), L adalah Panjang bentang (mm), b adalah Lebar benda uji (mm), h adalah Tinggi benda uji (mm).

2.5. Pengujian Beton Inti (*Core Drill*)

Pengujian beton inti (*core drill*) merupakan metode pengambilan sampel beton silinder secara langsung dari struktur atau perkerasan yang telah mengeras. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui mutu beton aktual di lapangan serta memverifikasi kesesuaiannya dengan mutu rencana. Menurut SNI 2492:2018 [13], hasil pengujian beton inti dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas pelaksanaan konstruksi serta dibandingkan dengan hasil pengujian laboratorium guna mengetahui tingkat kesesuaian mutu beton yang telah terpasang.

Perhitungan kuat tekan beton inti dilakukan menggunakan Persamaan (2).

$$fc' = \frac{p\ x\ k}{(\frac{3,14}{4})\emptyset^2} \quad \text{..... (2)}$$

Dimana fc' adalah Kuat tekan dalam Mpa, P adalah beban maksimum yang diterima benda uji (N), ∅ adalah diameter rata-rata dalam mm, k adalah adalah faktor koreksi rasio panjang terhadap diameter. Faktor koreksi kuat tekan beton inti ditentukan berdasarkan rasio panjang terhadap diameter (L/D) benda uji. Pada penelitian ini, benda uji memiliki rasio L/D sebesar 2,00 sehingga digunakan faktor koreksi sebesar 1,04. Faktor koreksi berdasarkan variasi rasio L/D disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Faktor Koreksi Rasio Panjang Terhadap Diameter (L/D) [13]

Rasio L/D	Faktor Koreksi
2,00	1,04
1,75	0,98
1,50	0,96
1,25	0,93
1,00	0,87

2.6. Hubungan Antara Kuat Tekan (fc') dan Kuat Lentur (fs') Beton

Hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton ini suatu cara bertujuan untuk mengonversi antara dua jenis pengujian dengan ketentuan jenis mutu beton yang berbeda [14]. Dalam Pd T-14-2003 untuk korelasi antara kuat lentur dengan kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan (3) :

$$fs = \mathrm{k}\sqrt{fc'} \quad \text{..... (3)}$$

Dimana fc' adalah Kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm2), fs adalah kuat lentur 28 (kg/cm2), k adalah konstanta, 0,7 untuk agregat tidak dipecah dan 0,75 untuk agregat dipecah

2.7. Analisis Statistik Mutu Beton

Evaluasi mutu beton tidak hanya dilakukan berdasarkan hasil pengujian mekanis, tetapi juga melalui analisis statistik deskriptif untuk menggambarkan karakteristik dan tingkat keseragaman mutu beton. Parameter yang digunakan meliputi nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi, dan koefisien variasi (CV). Nilai rata-rata menunjukkan kecenderungan mutu beton secara umum, standar deviasi menggambarkan tingkat penyebaran data terhadap nilai rata-rata, sedangkan koefisien variasi digunakan untuk menilai tingkat keseragaman mutu beton. Penilaian koefisien variasi mengacu pada SNI 03-6815-2002, dengan semakin kecil nilai koefisien variasi menunjukkan konsistensi mutu beton yang semakin baik [7]. Perhitungan nilai rata-rata mengacu pada [15] dan dinyatakan menggunakan Persamaan (4):

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x_i}{n} \quad \text{..... (4)}$$

Dimana $\bar{x}$ adalah rata-rata, x_i Adalah nilai data, n adalah jumlah data. Perhitungan standar deviasi dihitung menggunakan Persamaan (5):

$$\mathrm{s} = \sqrt{\frac{\Sigma(xi-\bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{..... (5)}$$

Dimana xi adalah data pada sub grup atau sampel yang diamati, n adalah banyaknya sampel dalam tiap observasi, $\bar{x}$ adalah rata-rata.

Nilai koefisien variasi dihitung menggunakan Persamaan (6).

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \quad \text{..... (6)}$$

Dimana V adalah Koefisien variasi, $\bar{X}$ adalah rata-rata, S adalah simpangan baku.

Terdapat beberapa kriteria standar control beton untuk koefisien variasi [16]. Standar tersebut pada penelitian ini, meliputi nilai koefisien variasi yang digunakan sebagai parameter untuk mengevaluasi tingkat keseragaman mutu beton perkerasan kaku berdasarkan hasil pengujian kuat lentur beton umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Standar Kontrol beton untuk koefisien variasi [16]

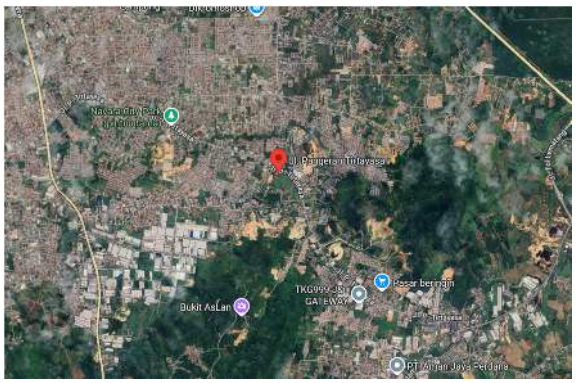
Variasi keseluruhan					
Kelas Operasi	**Koefisien variasi untuk control yang berbeda, persen**				
	Terbaik	**Sangat Baik**	**Baik**	**Cukup**	**Kurang**
Pengujian di lapangan	Dibawah 3,0	3,0 – 4,0	4,0 – 5,0	5,0 – 6,0	Di atas 6,0
Percobaan laboratorium	Dibawah 2,0	2,0 – 3,0	3,0 – 4,0	4,0 – 5,0	Di atas 5,0

3. METODE PENELITIAN

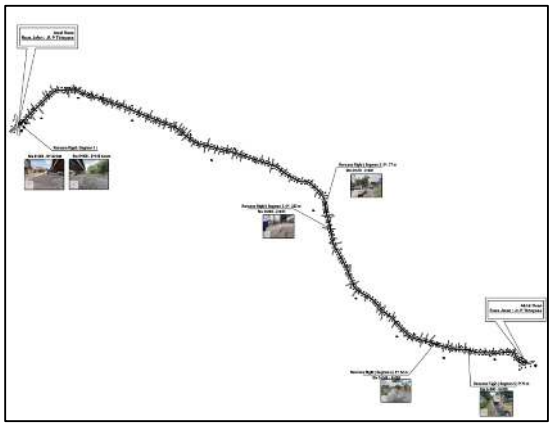
Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan evaluatif untuk menilai pengendalian mutu perkerasan beton berdasarkan hasil pengujian lapangan dan laboratorium. Evaluasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap persyaratan teknis yang berlaku saat pelaksanaan, yaitu Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, sebagai acuan pada Proyek Peningkatan Jalan Tirtayasa yang dimulai Mei 2025. Spesifikasi Umum Bina Marga 2025 tidak digunakan karena diterbitkan setelah pelaksanaan pekerjaan. Tahapan penelitian meliputi pengumpulan, pengolahan, analisis data, dan evaluasi mutu beton.

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Proyek Peningkatan Jalan Tirtayasa yang berlokasi di Kelurahan Sukabumi, Kecamatan Sukabumi, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung. Ruas jalan yang dikerjakan memiliki panjang sekitar 6.582 m (STA 0+000–STA 6+582), sedangkan objek penelitian dibatasi pada segmen STA 3+500–STA 4+200 dengan panjang 700 m. Segmen tersebut dipilih berdasarkan ketersediaan data hasil pengujian mutu beton yang lengkap dan terdokumentasi dengan baik selama pelaksanaan pekerjaan, sehingga dapat digunakan untuk kebutuhan analisis pengendalian mutu beton. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dibatasi pada kondisi mutu beton pada segmen STA 3+500–STA 4+200 dan tidak dimaksudkan untuk merepresentasikan secara statistik kondisi mutu keseluruhan ruas Jalan Tirtayasa sepanjang 6.582 m. Konstruksi pada segmen penelitian menggunakan perkerasan beton semen (*rigid pavement*) dengan tebal pelat beton 30 cm di atas lapis pondasi beton kurus (*lean concrete*) setebal 10 cm. Berdasarkan dokumen kontrak, mutu rencana beton ditetapkan sebesar fs = 45 kg/cm² atau setara dengan 4,41 MPa. Seluruh hasil pengujian dalam penelitian ini disajikan dalam satuan MPa untuk menjaga konsistensi penyajian dan analisis data. Lokasi penelitian dan *Site Plan* penelitian terdapat pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Pekerjaan



Gambar 2. *Site Plan* Pekerjaan

3.2 Data Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh dari hasil pengujian lapangan dan laboratorium selama pelaksanaan pekerjaan konstruksi pada segmen STA 3+500–STA 4+200. Data tersebut dipilih karena memiliki kelengkapan hasil pengujian dan dokumentasi yang mendukung analisis pengendalian mutu beton. Data penelitian meliputi hasil pengujian *slump*, kuat lentur beton umur 28 hari, serta kuat tekan beton inti (*core drill*). Data hasil pengujian selanjutnya dianalisis secara statistik deskriptif untuk mengevaluasi kesesuaian dan tingkat keseragaman mutu beton terhadap persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

a) hasil pengujian *slump* beton segar;
b) 15 sampel hasil pengujian kuat lentur beton umur 28 hari;
c) 15 sampel hasil pengujian kuat tekan beton inti (*core drill*).

Sebanyak 15 sampel kuat lentur dan 15 sampel *core drill* merupakan data hasil pengujian yang tersedia dan digunakan dalam analisis pada segmen STA 3+500–STA 4+200. Jumlah sampel tersebut tidak ditentukan melalui metode pengambilan sampel acak, tetapi didasarkan pada ketersediaan data hasil pengujian yang lengkap pada segmen penelitian. Oleh karena itu, data yang dianalisis digunakan untuk mengevaluasi mutu beton pada segmen penelitian dan tidak dimaksudkan untuk merepresentasikan secara statistik kondisi mutu keseluruhan ruas Jalan Tirtayasa sepanjang 6.582 m.

3.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis melalui beberapa langkah, dimulai dari identifikasi permasalahan dan studi literatur, pengumpulan data sekunder, pengolahan dan analisis data, hingga evaluasi dan penarikan kesimpulan. Data yang terkumpul kemudian diverifikasi, direkapitulasi berdasarkan jenis pengujian, dan disusun dalam format analisis. Data hasil pengujian *slump*, kuat lentur, dan kuat tekan beton inti (*core drill*) selanjutnya dianalisis secara komparatif dengan membandingkan hasil pengujian terhadap persyaratan teknis yang berlaku [17]. Analisis statistik deskriptif dilakukan menggunakan nilai rata-rata, standar deviasi, dan koefisien variasi untuk menilai tingkat keseragaman mutu beton. Hasil analisis digunakan untuk mengevaluasi kesesuaian mutu beton terhadap Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2 serta menarik Kesimpulan. Penelitian dilakukan secara sistematis melalui beberapa langkah sebagai berikut :

a) Studi literatur mengenai pengendalian mutu perkerasan beton semen.
b) Pengumpulan data hasil pengujian *slump*, kuat lentur, dan beton inti (*core drill*) dari proyek.
c) Pengolahan data hasil pengujian.
d) Analisis nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi, dan koefisien variasi.
e) Evaluasi hasil pengujian berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2.
f) Penyusunan kesimpulan penelitian.

3.4 Metode Analisis.

Analisis dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian terhadap persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Parameter yang dianalisis meliputi:

a) nilai *slump* untuk mengevaluasi *workability* beton segar;
b) kuat lentur beton umur 28 hari sebagai dasar penerimaan mutu;
c) kuat tekan beton inti (*core drill*) untuk mengevaluasi mutu beton aktual di lapangan;
d) nilai rata-rata (*mean*), standar deviasi, dan koefisien variasi untuk mengetahui tingkat keseragaman mutu beton.

Selanjutnya dilakukan perbandingan antara hasil pengujian kuat lentur dan hasil konversi kuat tekan beton inti menggunakan persamaan empiris Pd T-14-2003 [14] sehingga dapat diketahui kesesuaian mutu beton rencana dengan mutu beton aktual di lapangan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan sesuai SNI 1972:2008 untuk mengevaluasi *workability* beton segar. Hasil pengujian menunjukkan nilai *slump* sebesar 6,0 cm, 7,5 cm, dan 7,0 cm, dengan nilai rata-rata 6,83 cm dan FAS sebesar 0,31. Nilai *slump* tersebut berada dalam rentang persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2, yaitu 5–7,5 cm, sehingga beton segar memiliki *workability* yang memenuhi persyaratan untuk pelaksanaan pengecoran.

4.2 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur dilakukan menggunakan metode *two-point loading* sesuai standar SNI 4431:2011 di laboratorium. Hasil pengujian laboratorium terhadap 15 benda uji menunjukkan nilai yang bervariasi antara 4,19 hingga 5,62 MPa. Secara umum, sebagian besar hasil pengujian tersebut telah memenuhi batas spesifikasi minimum sebesar 4,50 MPa yang ditetapkan untuk pengendalian mutu produksi. Rincian lengkap dari hasil pengujian kuat lentur ini dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Kuat Lentur Beton

Nomor Sampel	Tanggal cor	Dimensi Benda Uji			Panjang Bentang (L')	Beban Maksimum (P')	Jarak Retak Dari Tumpuan Terdekat (a)	Kuat lentur Balok (σ)
		b_{rerata}	h_{rerata}	L				
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(kN)	(mm)	(MPa)
Sampel 1	13/07/2025	152	151	600	450	38	201,5	5,01
Sampel 2	11/07/2025	151	151	600,7	450	34	183,8	4,52
Sampel 3	09/07/2025	152	151	600	450	33	187,5	4,29
Sampel 4	29/07/2025	151	151	600,7	450	33,4	208,3	4,37
Sampel 5	17/06/2025	150	151	601	450	34,6	196,5	4,56
Sampel 6	18/06/2025	151,7	151	600,7	450	36,2	218,8	4,71
Sampel 7	14/06/2025	151	151	600	450	34	209,8	4,45
Sampel 8	27/07/2025	151,3	151,7	600	450	35	173,8	4,53
Sampel 9	31/07/2025	150,3	151	600	450	32,7	184	4,29
Sampel 10	22/07/2025	151	151	600	450	32	206,3	4,19
Sampel 11	14/06/2025	152	151	600	450	43,3	166	5,62
Sampel 12	20/06/2025	152	151	600	450	34	177,9	4,50
Sampel 13	22/06/2025	151	151	600	450	34	182	4,39
Sampel 14	27/06/2025	152	151	600	450	34	175,2	4,63
Sampel 15	08/07/2025	151	151	600,7	450	34	191,1	4,68
Rata Rata								4,58

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung (2025)

Nilai kuat lentur berkisar antara 4,19–5,62 MPa dengan rata-rata 4,58 MPa, di atas batas minimum 4,50 MPa berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Namun, enam sampel (3, 4, 7, 9, 10, dan 13) di bawah batas minimum, menunjukkan variasi mutu dan perlunya peningkatan pengendalian pengecoran serta perawatan beton. Hasil statistik menunjukkan standar deviasi 0,35 MPa dan koefisien variasi 7,39%. Berdasarkan Tabel 4, nilai ini termasuk kelas

operasi kurang untuk pengujian lapangan karena melebihi 6,0%, sehingga keseragaman mutu beton perlu ditingkatkan.

4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Inti Beton (*Core drill*)

Pengujian kuat tekan beton inti (*core drill*) dilakukan sesuai SNI 2492:2018 tentang Metode Pengambilan dan Pengujian Inti Beton Hasil Pemboran dan Balok Beton Hasil Pemotongan. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi mutu beton aktual yang telah terpasang di lapangan. Hasil pengujian terhadap 15 sampel disajikan pada Tabel 6, dengan nilai kuat tekan berkisar antara 27,39–37,26 MPa dan rata-rata 34,50 MPa.

Tabel 6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Inti Beton (*Core drill*)

No	Nama Benda Uji	Tanggal Pengujian	Berat Benda Uji	Tinggi (L)	Diameter (D)	Rasio (L/D)	Faktor Koreksi Tinggi	Beban Tekan Maksimun Terkoreksi Mesin	Kuat Tekan Beton Inti
			(Gram)	(mm)	(mm)			(N)	(Mpa)
1	3+500	07-Nov-25	3684,7	200	100	2	1,04	270424,8	35,76
2	3+550	07-Nov-25	3679,4	200	100	2	1,04	269889,2	35,83
3	3+600	07-Nov-25	3689,2	200	100	2	1,04	246002,4	32,59
4	3+650	07-Nov-25	3598,4	200	100	2	1,04	269907,4	35,76
5	3+700	07-Nov-25	3686,9	200	100	2	1,04	241815,7	32,04
6	3+750	07-Nov-25	3597,4	200	100	2	1,04	281022,6	37,23
7	3+800	07-Nov-25	3637,5	200	100	2	1,04	276465,9	36,63
8	3+850	07-Nov-25	3571,9	200	100	2	1,04	262550,4	34,78
9	3+900	07-Nov-25	3636,5	200	100	2	1,04	281264,4	37,26
10	3+950	07-Nov-25	3469,6	200	100	2	1,04	271576,7	35,98
11	4+000	07-Nov-25	3618	200	100	2	1,04	206705,1	27,39
12	4+050	07-Nov-25	3597,4	200	100	2	1,04	258601,7	34,26
13	4+100	07-Nov-25	3650,6	200	100	2	1,04	237693,6	31,49
14	4+150	07-Nov-25	3686,3	200	100	2	1,04	240986,9	31,93
15	4+200	07-Nov-25	3678,5	200	100	2	1,04	256505,2	33,98
	Rata Rata								34,5

Sumber : Hasil Uji Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung (2025)

Nilai kuat tekan beton inti (*core drill*) berkisar antara 27,39–37,26 MPa dengan rata-rata 34,50 MPa. Nilai rata-rata tersebut digunakan untuk menggambarkan mutu beton pada lokasi pengambilan sampel dan dikonversi menjadi kuat lentur teoritis menggunakan hubungan empiris Pd T-14-2003. Nilai minimum 27,39 MPa ditemukan pada STA 4+000 dan menunjukkan adanya variasi mutu antar lokasi. Variasi tersebut dapat dipengaruhi oleh kondisi pengecoran, pemadatan, perawatan beton, maupun kemungkinan kerusakan mikro akibat proses pengeboran. Namun, karena penelitian tidak melakukan pemeriksaan khusus pada lokasi tersebut, penyebab spesifik nilai rendah tidak dapat dipastikan. Analisis statistik menghasilkan standar deviasi 2,55 MPa dan koefisien variasi 7,39%, yang menunjukkan adanya penyebaran hasil kuat tekan antar lokasi. Dengan demikian, meskipun nilai rata-rata menggambarkan mutu beton pada segmen penelitian, nilai minimum menunjukkan bahwa konsistensi mutu aktual masih perlu diperhatikan.

4.4 Hubungan Kuat Lentur dan Core Drill

Pengujian kuat lentur dan kuat tekan beton inti (*core drill*) digunakan untuk mengevaluasi mutu perkerasan beton dari parameter yang berbeda. Kuat lentur digunakan sebagai parameter utama dalam evaluasi mutu perkerasan beton semen, sedangkan pengujian *core drill* memberikan informasi mengenai kondisi kuat tekan beton yang telah terpasang di lapangan. Untuk membandingkan kedua hasil pengujian dalam satu parameter, nilai kuat tekan beton inti rata-rata dikonversi menjadi kuat lentur teoritis menggunakan persamaan empiris Pd T-14-2003 untuk agregat pecah (*crushed aggregate*) dengan konstanta k = 0,75. Berdasarkan perhitungan tersebut, kuat tekan rata-rata sebesar 34,50 MPa menghasilkan kuat lentur teoritis sebesar 4,41 MPa.

$f_s = \text{k} \sqrt{fc'}$,maka hasil $f_s = 0{,}75 \sqrt{34{,}19} = 4{,}41$ Mpa.

Perbandingan antara kuat lentur hasil pengujian dan kuat lentur teoritis hasil konversi *core drill* disajikan pada Tabel 7. Hasil pengujian menunjukkan kuat lentur rata-rata sebesar 4,58 MPa,

sedangkan kuat lentur teoritis hasil konversi core drill sebesar 4,41 MPa. Kedua nilai tersebut memiliki selisih sebesar 0,17 MPa atau 3,71%. Perbandingan antara kuat lentur hasil pengujian dan kuat lentur hasil konversi dari kuat tekan beton inti disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Perbandingan Kuat Lentur dan Hasil Konversi *Core drill*

Parameter	Nilai (Mpa)
Kuat Lentur Hasil Pengujian	4,58
Kuat Lentur Hasil Konversi *Core drill*	4,41
Selisih	0,17
Persentase Selisih	3,71%

Sumber : Data Hasil Perhitungan

Selisih sebesar 3,71% menunjukkan adanya kedekatan nilai secara deskriptif antara hasil kuat lentur rata-rata dan kuat lentur teoritis hasil konversi core drill. Namun, perbandingan nilai rata-rata tersebut belum dapat digunakan untuk membuktikan adanya hubungan statistik antara kedua metode pengujian. Analisis mengenai hubungan antara kuat lentur dan core drill memerlukan pengujian statistik lebih lanjut, seperti analisis korelasi atau regresi, yang tidak dilakukan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, hasil perbandingan dalam penelitian ini hanya digunakan untuk menggambarkan kedekatan hasil kedua parameter secara deskriptif. [18]. Hasil pengujian core drill tetap memberikan informasi tambahan mengenai kondisi beton yang telah terpasang di lapangan. Oleh karena itu, penggunaan pengujian slump, kuat lentur, dan core drill, yang dilengkapi dengan analisis statistik, memberikan gambaran pengendalian mutu beton yang lebih komprehensif dibandingkan penggunaan satu parameter pengujian.

4.5 Evaluasi Penerimaan Mutu Beton

Evaluasi penerimaan mutu beton pada segmen STA 3+500–STA 4+200 dilakukan berdasarkan hasil pengujian *slump*, kuat lentur, *core drill*, dan analisis statistik. Nilai *slump* berada dalam rentang yang diprasyaratkan dengan rata-rata 6,83 cm, sedangkan kuat lentur rata-rata 4,58 MPa berada di atas batas minimum 4,50 MPa. Namun, enam dari lima belas sampel memiliki kuat lentur di bawah batas minimum, yang menunjukkan adanya variasi mutu antar sampel. Koefisien variasi sebesar 7,39% termasuk kategori kurang berdasarkan kriteria pengujian lapangan pada Tabel 4 karena melebihi 6,0%, sehingga keseragaman mutu masih perlu ditingkatkan. Hasil *core drill* menunjukkan kuat tekan 27,39–37,26 MPa, dengan nilai minimum 27,39 MPa pada STA 4+000, yang menunjukkan adanya variasi mutu antar lokasi. Dengan demikian, mutu beton pada segmen tersebut memenuhi persyaratan secara rata-rata berdasarkan parameter slump dan kuat lentur, tetapi belum menunjukkan keseragaman mutu yang optimal. Hasil ini tidak dapat digeneralisasikan untuk seluruh ruas Jalan Tirtayasa sepanjang 6.582 m dan hanya berlaku pada data serta sampel segmen STA 3+500–STA 4+200. Oleh karena itu, pengendalian mutu pada proses produksi, pengecoran, pemadatan, dan perawatan beton perlu ditingkatkan untuk memperoleh mutu yang lebih konsisten.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis pada segmen STA 3+500–STA 4+200, mutu perkerasan beton secara rata-rata telah memenuhi persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi 2. Nilai *slump* rata-rata 6,83 cm memenuhi persyaratan *workability*, sedangkan kuat lentur rata-rata 4,58 MPa melampaui batas minimum 4,50 MPa. Namun, beberapa hasil individual berada di bawah batas minimum, menunjukkan adanya variasi mutu antar sampel sehingga nilai rata-rata belum sepenuhnya mencerminkan keseragaman mutu. Hasil *core drill* menunjukkan kuat tekan rata-rata 34,50 MPa dengan rentang 27,39–37,26 MPa, yang setara dengan kuat lentur teoritis 4,41 MPa. Selisih 3,71% terhadap hasil kuat lentur menunjukkan kedekatan nilai secara deskriptif, tetapi belum membuktikan hubungan statistik kedua metode. Koefisien variasi sebesar 7,39% termasuk kategori kurang berdasarkan Tabel 4, sehingga konsistensi mutu beton masih perlu ditingkatkan melalui pengendalian pada tahap produksi dan pelaksanaan. Kesimpulan penelitian terbatas pada data dan sampel segmen STA 3+500–STA 4+200 dan tidak dimaksudkan untuk merepresentasikan kondisi mutu seluruh ruas Jalan Tirtayasa sepanjang 6.582 m.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Novelia, J. Purnomo, and N. Aida, "Tinjauan Ulang Struktur Pelat Lantai Jembatan Girder di Desa Kepuluk Kecamatan Sungai Melayu Rayak," *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipi*, pp. 53–67, 2025.

[2] Pemerintah Republik Indonesia., *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. indonesia, 2004.

[3] R. Hafnidar A, *Manajemen Proyek Konstruksi*, vol. 99. Yogyakarta: Deepublish, 2016.

[4] Y. Mauliana, M. Cambodia, and S. Farlianti, *Manajemen Konstruksi*, vol. 57. Sumatra Barat: Yayasan Pendidikan Cendekia Muslim, 2023.

[5] S. Sukirman, *Perencanaan Tebal Struktur Perkerasan Lentur*, vol. 244. Bandung: Nova, 2010.

[6] Direktorat Jenderal Bina Marga, "Spesifikasi Umum 2018 Untuk Perkerjaan Kontruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)," Jakarta, Indonesia, NOMOR 16.1/SE/Db/2020, Oct. 2018.

[7] T. Mulyono, *Teknologi Beton*, vol. 342. Yogyakarta: Andi, 2004.

[8] S. Subagyo and D. Nur Wijaya, "Pengendalian Pekerjaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Interchange Bandara Adi Soemarmo Solo," *CivETech*, vol. 3, pp. 66–81, 2021, [Online]. Available: https://jurnal.ucy.ac.id/index.php/CivETech/issue/archive

[9] I. Triando Bago, Suprayogi, and G. Christado Purba, "Pengendalian Mutu Struktur Lapis Perkerasan Kaku Jalan Tol Jakarta-Cikampek Ii Selatan Paket 2a," *Jurnal Teknik SILITEK*, vol. 05, no. 03, pp. 1780–1792, 2025.

[10] J. Abdillah and S. P. Ayuni, "Analisis Pengendalian Mutu, Waktu, Dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Beton Pada Proyek Jalan Tol Medan-Binjai," *Technopex-2025 Institut Teknologi Indonesia*, vol. ISSN: 2654-489X, pp. 741–745, 2025.

[11] O. : Nurokhman, I. Suharyanto, and U. Rochmawati, "Evaluasi Mutu Beton Dari Berbagai Ready Mix Pada Gedung Parkir Yogyakarta International Airport," *CivETech*, vol. 3(2), pp. 55–65, 2021, [Online]. Available: https://jurnal.ucy.ac.id/index.php/CivETech/issue/archive

[12] Badan Standardisasi Nasional, *Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan*. Indonesia, 2011. [Online]. Available: www.bsn.go.id

[13] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 2492:2018 Metode pengambilan dan pengujian inti beton hasil pemboran dan balok beton hasil pemotongan*. Indonesia, 2018. [Online]. Available: www.bsn.go.id

[14] Departemen Permukiman dab Prasarana Wilayah, *Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen*. Indonesia, 2003.

[15] D. H. Irwan, *Pengendalian Kualitas Statistik (Pendekatan Teoritis dan Aplikatif)*, vol. 307. Bandung: Penerbit Alfabeta Bandung , 2015.

[16] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 03-6815-2002 Tata cara mengevaluasi hasil uji kekuatan beton*. Bandung, 2002, pp. 8–16.

[17] A. N. Wulandari and S. Wacono, "Pengendalian Mutu Beton Pada Pekerjaan Rigid Pavement Proyek Peningkatan Jalan," 2025.

[18] A. M. Neville, *Properties of concrete.*, 5th ed. Pearson Education Limited, 2011.