

**KAJIAN PENGENDALIAN MUTU BETON PADA PELAKSANAAN
PERKERASAN KAKU PROYEK PENINGKATAN
JALAN DI PROVINSI RIAU**

TUGAS AKHIR

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Islam Riau
Pekanbaru*



Oleh

MOCHAMAD ALI MUSTOFA

153110029

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

PEKANBARU

2020

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillahirabbil'amin, segala puji dan syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini mengenai **“KAJIAN PENGENDALIAN MUTU BETON PADA PELAKSANAAN PERKERASAN KAKU PROYEK PENINGKATAN JALAN DI PROVINSI RIAU”**.

Banyak alasan yang ingin dikemukakan penulis dalam penelitian ini, pada dasarnya penulis ingin mengetahui seberapa besar kualitas beton serta bagaimana penerimaan pekerjaan beton dari hasil pengendalian mutu beton yang telah dilaksanakan di lapangan terhadap spesifikasi dalam pekerjaan perkerasan kaku. Dari hasil kajian, secara keseluruhan mutu beton didapatkan hasil yang bervariasi namun memenuhi syarat dalam spesifikasi pekerjaan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca khususnya dan dunia pendidikan pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarokatuh

Pekanbaru, 14 September 2020

MOCHAMAD ALI MUSTOFA

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamualaikum Wr.Wb.

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan baik. Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya dorongan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini tidak lupa penulis ucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Syafrinaldi, S.H., M.C.L, Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng. Muslim, MT, Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Dr. Mursyidah, M.Sc, Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT, Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Akmar Efendi, S.Kom., M.Kom, Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati, ST., M.Si, Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
7. Ibu Sapitri, ST., MT, Sekretaris Program Studi Teknik Sipil UIR.
8. Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT, sebagai dosen pembimbing.
9. Ibu Sri Hartati Dewi, ST., MT, sebagai dosen penguji .
10. Bapak Firman Syarif, ST., M.Eng, sebagai dosen penguji .
11. Bapak dan Ibu Dosen pengajar Fakultas Teknik UIR.

12. Seluruh karyawan dan karyawan fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
13. Pimpinan dan seluruh staff Lembaga Aplikasi Teknis UIR beserta karyawan yang telah memberikan data-data, serta izin untuk melakukan penelitian.
14. Ayahanda Maryadi (Alm) dan ibunda Siti Muslimah, sebagai orang tua yang selalu memberikan seluruh kasih sayang, mendengarkan seluruh cerita, selalu mendukung dan mendo'akan yang terbaik serta sangat berperan proses pendewasaan penulis.
15. Kakak Siti Maesaroh yang selalu memberikan segala kasih sayang, motivasi dan selalu memberikan semangat kepada penulis, serta keponakan Noor Lailatun Nafiah yang selalu mendoakan serta penyemangat penulis.
16. Paman M. Muchlas dan Kartono yang selalu membimbing penulis, serta seluruh keluarga yang berperan penting menjadikan semangat penulis.
17. Sahabat Faiz Ikbar ST, Afhdi, Irvan, Siti Khozidah ST, Zhella, Riza Nurrohim ST, Andre Hermanusa ST, Satria Rahmat, Dian Pramana ST, Cindy Ayu, Kak Nurul Hafiza ST, Kak Mairia, Gian Beryl, Haris, serta seluruh teman-teman teknik sipil UIR seperjuangan.

Terima kasih atas segala bantuannya, semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua dan semoga segala amal baik kita mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT, Amin...

Wassalamu'alaikum Wr, Wb,

Pekanbaru, 14 September 2020

MOCHAMAD ALI MUSTOFA

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
UCAPAN TERIMAKASIH.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu.....	4

2.3 Keaslian Penelitian	9
-------------------------------	---

BAB III LANDASAN TEORI..... 10

3.1 Perkerasan Jalan	10
----------------------------	----

3.2 Jenis Perkerasan Jalan	10
----------------------------------	----

3.3 Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	12
--	----

3.4 Struktur dan Jenis Perkerasan Kaku	13
--	----

3.5 Pengendalian Mutu (<i>Quality Control</i>).....	20
---	----

3.6 Pengendalian Mutu Perkerasan Kaku.....	22
--	----

3.7 Baja Tulangan Beton	23
-------------------------------	----

3.7.1 Sifat Mekanis Baja Tulangan	24
---	----

3.7.2 Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan.....	25
---	----

3.8 Beton.....	27
----------------	----

3.8.1 Kelas dan Mutu Beton.....	28
---------------------------------	----

3.8.2 Bahan Penyusun Beton	29
----------------------------------	----

3.8.3 Campuran beton	30
----------------------------	----

3.8.4 Perawatan Beton.....	30
----------------------------	----

3.8.5 Pengujian Mutu Beton	32
----------------------------------	----

3.8.5.1 Uji <i>Slump</i> (<i>Slump Test</i>)	32
--	----

3.8.5.2 Pengujian Kuat Lentur (<i>Flexural Strength</i>)	34
--	----

3.8.5.3 Pengujian Kuat Tekan Dengan <i>Core Drill</i>	37
---	----

3.8.5.4 Hubungan Antara Kuat Tekan (f_c') dan Kuat Lentur (f_s') Beton	40
---	----

3.9 Rata-Rata (<i>Mean</i>), Standar Deviasi (s), Dan Koefisien Variasi (v)	
---	--

3.9.1 Rata-Rata (<i>Mean</i>).....	40
--------------------------------------	----

3.9.2 Standar Deviasi (s).....	40
--------------------------------	----

3.9.3 Koefisien Variasi (v).....	41
----------------------------------	----

BAB IV METODE PENELITIAN 42

4.1 Lokasi Penelitian	42
-----------------------------	----

4.2 Teknik Pengumpulan Data	42
-----------------------------------	----

4.3 Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	43
4.4 Bagan Alir Penelitian.....	45
4.5 Cara Analisis.....	46
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	47
5.1 Gambaran Umum Penelitian	47
5.2 Data Teknis Perencanaan Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>)	48
5.3 Hasil Pengujian Perkerasan Kaku.....	49
5.3.1 Hasil Uji Mutu Baja Tulangan beton.....	49
5.3.2 Hasil Pengujian Mutu Beton f_s' 45 kg/cm ²	51
5.3.2.1 Hasil <i>Slump</i> Beton	51
5.3.2.2 Standar Deviasi dan Koefisien Variasi Dari Hasil Kuat Lentur Beton	53
5.3.2.3 Standar Deviasi dan Koefisien Variasi Dari Hasil Uji Kuat Tekan Dengan <i>Core Drill</i>	57
5.3.2.4 Hasil Hubungan Kuat Lentur (f_s') Dengan Kuat Tekan Beton (f_c').....	60
5.3.3 Penerimaan Pekerjaan Beton Perkerasan kaku	61
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	68
6.1 Kesimpulan.....	68
6.2 Saran	68
DAFTAR PUSTAKA.....	70
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Penelitian Terdahu	4
Tabel 3.1 Sifat Mekanis Baja Tulangan (SNI 2052:2017).....	24
Tabel 3.2 Keterangan Gambar Pengujian Baja Tulangan	26
Tabel 3.3 Mutu Beton dan Penggunaan	29
Tabel 3.4 Nilai <i>Slump</i> Beton Berbagai Pekerjaan (Pd T-07-2005-B)	33
Tabel 3.5 Kuat Lentur Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen	34
Tabel 3.6 Faktor Pengali Co.....	37
Tabel 3.7 Faktor Pengali C1.....	38
Tabel 3.8 Deviasi Standar Sebagai Kontrol Mutu Pelaksanaan.....	41
Tabel 3.9 Standar Kontrol Beton Untuk Koefisien Variasi.....	41
Tabel 5.1 Hasil Uji Kuat Tarik Baja Tulangan	50
Tabel 5.2 Proporsi Campuran Beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ Tiap 1 m^3	51
Tabel 5.3 Hasil Uji Nilai <i>Slump</i>	52
Tabel 5.4 Hasil Uji Kuat Lentur Beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$	54
Tabel 5.5 Hasil Uji Kuat Tekan <i>Core Drill</i> Beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$	59
Tabel 5.6 Nilai Konstanta (K) Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton	61
Tabel 5.7 Penerimaan Mutu Beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ (4,41 MPa)	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
Gambar 3.1	Jenis Perkerasan Jalan	12
Gambar 3.2	Lapisan Perkerasan Kaku (Bina Marga,2003)	15
Gambar 3.3	Sambungan Arah Memanjang (Bina Marga,2003)	17
Gambar 3.4	Sambungan Melintang (<i>Dowel</i>) (Bina Marga,2003).....	18
Gambar 3.5	Sambungan Isolasi (Bina Marga,2003).....	19
Gambar 3.6	Sambungan Melintang (<i>Dowel</i>) (Hardiyatmo,2015).....	19
Gambar 3.7	Sambungan Memanjang (<i>Tie Bar</i>) (Hardiyatmo,2015)	20
Gambar 3.8	Sketsa Baja Tulangan Sirip (SNI T-15-1991-03).....	24
Gambar 3.9	Sketsa Baja Tulangan Polos (SNI T-15-1991-03).....	24
Gambar 3.10	Pengujian Baja Tulangan (SNI 07-25-29-1991)	26
Gambar 3.11	Nilai <i>Slump</i> Beton	33
Gambar 3.12	Patah Pada 1/3 Bentang Tengah (SNI 4431-1997)	35
Gambar 3.13	Patah Diluar Bentang Tengah Dan Garis Patah Pada <5% Dari Bentang (SNI 4431-1997)	35
Gambar 3.14	Sketsa Pengujian Kuat Lentur (SNI 4431-1997).....	36
Gambar 3.15	Mesin Uji Kuat Lentur	36
Gambar 3.14	<i>Compression Machine Test</i>	39
Gambar 4.1	Sketsa Lokasi Penelitian	42
Gambar 4.2	Bagan Alir Penelitian	46
Gambar 5.1	<i>Typical Cross</i> Perkerasan Kaku	48
Gambar 5.2	Grafik Uji <i>Slump</i> Beton.....	52
Gambar 5.3	Pegujian <i>Slump</i> Beton	53
Gambar 5.4	Grafik Mutu Beton $f_s' 45$ (4,41MPa) Metode Kuat Lentur Balok Pelaksanaan	65
Gambar 5.5	Grafik Mutu Beton $f_s' 45$ (4,41MPa) Metode <i>Core Drill</i>	66

DAFTAR NOTASI

a	= Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sisi titik dari bentang (m),
A_{so}	= Luas penampang benda uji semula
b	= Lebar tampang lintang patah arah horizontal
cm	= <i>Centimeter</i>
C_0	= Faktor pengali arah pengambilan benda uji
C_1	= Faktor pengali rasio kaping
C_2	= Faktor pengali kandungan tulangan besi
D	= Diameter batang tulangan ulir
f_c'	= Kuat tekan beton
$f_c'r$	= Kuat tekan rata-rata
f_s	= Tegangan tarik putus
f_s'	= Kuat lentur beton
F_y	= Tegangan tarik leleh
f'_{cc}	= Kuat tekan beton inti yang dikoreksi
f_{cf}	= Kuat lentur beton 28 hari
g	= Percepatan gravitasi
h	= Lebar tampang lintang patah arah vertikal
l_u	= Panjang benda uji setelah pengujian
l_o	= Panjang benda uji semula
K	= Konstanta
kg	= Kilogram
m	= Meter
m^2	= Meter persegi
MPa	= <i>Megapascal</i>

N	= <i>Newton</i>
n	= Jumlah benda uji
P	= Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji dalam
P_{maks}	= Kuat tarik putus
P_y	= Kuat tarik leleh
s	= Deviasi standar
SNI	= Standar Nasional Indonesia
v	= Koefisien vaariasi
x_i	= Data pada sub group
\bar{x}	= Rata-rata (<i>mean</i>)
σ_1	= Kuat lentur benda uji
l	= Jarak bentang antara dua garis perletakan
l	= Panjang benda uji sebelum diberi lapisan untuk kaping
ϕ	= Diameter rata-rata



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

- A-1. Hasil Uji Tarik Baja Tulangan Laboratorium
- A-2. *Job Mix Formuula*
- A-3. Hasil Uji Kuat Lentur Laboratorium
- A-4. Hasil Kuat Tekan *Core Drill* Laboratorium
- A-5. Gambar Rencana
- A-6. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)
- A-7. Dokumentasi Pekerjaan

LAMPIRAN B

- Kumpulan Surat-Surat

**KAJIAN PENGENDALIAN MUTU BETON PADA PELAKSANAAN
PERKERASAN KAKU PROYEK PENINGKATAN JALAN
DI PROVINSI RIAU**

MOCHAMAD ALI MUSTOFA
153110029

ABSTRAK

Dalam pelaksanaan pembangunan perkerasan kaku (*rigid pavement*), sering kali didapat hasil mutu beton yang tidak memenuhi kriteria atau spesifikasi sehingga pekerjaan beton pada perkerasan kaku mengalami keretakan ataupun patahan beton hingga tidak diterimanya pekerjaan. Untuk memperoleh hasil pekerjaan yang sesuai standar serta meminimalkan terjadinya kesalahan dalam pekerjaan maka pengendalian mutu pekerjaan sangat penting diterapkan. Pengendalian mutu bertujuan untuk mengetahui seberapa baik produksi terhadap persyaratan dalam spesifikasi. Penelitian ini bermaksud untuk mengetahui kualitas beton dari hasil pengendalian mutu pekerjaan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Penelitian dilakukan dengan cara pengamatan langsung di lapangan serta mengumpulkan data-data pengujian laboratorium, kemudian melakukan analisa dengan membandingkan hasil pekerjaan beton terhadap Standar Nasional Indonesia (SNI) serta penerimaan mutu beton berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3) pada proyek peningkatan jalan yang berlokasi di Kecamatan Mandau Provinsi Riau STA 0+000 sampai STA 4+383.

Hasil penelitian didapatkan bahwa mutu baja tulangan beton berdasarkan hasil pengujian uji tarik laboratorium memenuhi standar. *Job Mix Formula (JMF)* yang dipakai di lapangan menunjukkan bahwa nilai *slump* memenuhi kriteria. Tingkat keseragaman dari mutu pelaksanaan beton terhadap hasil kuat lentur balok menunjukkan nilai standar deviasi dengan klasifikasi “sangat baik” dan tingkat variasi termasuk dalam klasifikasi “terbaik”. Sedangkan tingkat keseragaman dari mutu pelaksanaan beton terhadap hasil kuat tekan *core drill* didapatkan nilai standar deviasi dengan klasifikasi “dapat diterima” dan tingkat variasi termasuk dalam kategori “kurang”. Kuat lentur dari hasil sampel balok saat pelaksanaan pada masing-masing *station* serta hasil kuat tekan *core drill* rata-rata yang telah dikonversikan menjadi kuat lentur memenuhi spesifikasi yaitu $>f_s'45$ kg/cm^2 (4,41Mpa) pada umur >28 hari. Sehingga pekerjaan perkerasan kaku dari hasil mutu beton pada proyek peningkatan jalan yang berlokasi di Kecamatan Mandau Provinsi Riau diterima penuh tanpa adanya pengurangan harga satuan ataupun *total loss*.

Kata kunci: Pengendalian Mutu, Perkerasan Kaku, Beton, Kuat Lentur, Kuat Tekan.

**STUDY CONCRETE QUALITY CONTROL IN RIGID PAVEMENT
IMPLEMENTATION OF ROAD IMPROVEMENT PROJECTS
IN RIAU PROVINCE**

MOCHAMAD ALI MUSTOFA
153110029

ABSTRACT

In the implementation of rigid pavement construction, concrete quality results that do not meet the criteria or specifications are often obtained so that concrete work on rigid pavement experiences cracks or breaks in the concrete even until the work is not accepted. To obtain work results that comply with standards and minimize the occurrence of errors in work, it is very important to implement quality control of work. Quality control aims to determine how well the production is against the requirements in the specifications. This study intends to determine the quality of the concrete from the quality control results of rigid pavement work.

The research was carried out by direct observation in the field and collecting laboratory test data, then analyzing by comparing the results of concrete work against the Indonesian National Standard (SNI) and acceptance of the quality of concrete based on the General Specifications of Bina Marga 2010 (Revision 3) on a road improvement project located in Mandau District, Riau Province, STA 0 + 000 to STA 4 + 383.

The results showed that the quality of concrete reinforcing steel based on the results of the laboratory tensile test met the standards. The Job Mix Formula (JMF) used in the field shows that the slump value meets the criteria. The level of uniformity of the quality of the implementation of the concrete to the results of the flexural strength of the beam shows the standard deviation value with the classification "very good" and the level of variation is included in the classification "best". While the level of uniformity of the quality of the implementation of the concrete to the compressive strength results of the core drill, the standard deviation value is obtained with the classification "acceptable" and the level of variation is included in the "less" category. The flexural strength of the beam samples during execution at each station as well as the average compressive strength of the core drill which has been converted into flexural strength meets the specifications, namely $> f_s'45 \text{ kg / cm}^2$ (4.41Mpa) at the age of >28 days. So that rigid pavement work from the results of the quality of concrete on a road improvement project located in Mandau District, Riau Province, is fully accepted without any reduction in unit prices or total loss.

Keyword: *Quality Control, Rigid Pavement, Concrete, Flexural Strength, Compressive Strength.*

**KAJIAN PENGENDALIAN MUTU BETON PADA PELAKSANAAN
PERKERASAN KAKU PROYEK PENINGKATAN
JALAN DI PROVINSI RIAU**

BAB I

PENDAHULUAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jalan merupakan salah satu prasarana (infrastruktur) perhubungan darat yang mempunyai peran penting bagi pertumbuhan perekonomian, sosial, pengembangan wilayah, pariwisata, pertahanan keamanan serta untuk menunjang pembangunan nasional. Untuk itu diperlukan pembangunan maupun peningkatan jaringan jalan yang memadai agar mampu memberikan pelayanan yang optimal sesuai dengan kapasitas yang diperlukan (Fitriana, 2014).

Peningkatan jalan di Provinsi Riau yang berada di Kecamatan Mandau merupakan bagian ruas jalan lingkaran timur kota Duri yang menghubungkan antara kota Duri menuju Kota Dumai ataupun sebaliknya. Tipe perkerasan jalan ini menggunakan jenis perkerasan kaku atau *rigid pavement* (beton) yang terletak di atas lapis pondasi campuran beton kaku (*wet lean concrete*). Perkerasan kaku atau *rigid pavement* merupakan jenis perkerasan jalan yang menggunakan beton semen sebagai bahan utama perkerasan tersebut, merupakan salah satu jenis perkerasan jalan yang selain perkerasan lentur (*asphalt*). Keuntungan penggunaan perkerasan kaku antara lain mempunyai modulus elastisitas tinggi atau tingkat kekakuan yang cukup tinggi, awet, dan bebas perawatan (Sutrisno, 2020). Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, agregat halus, air, dan bahan tambahan (*admixture atau additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan penyusun beton), kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen (Mulyono, 2004).

Pembangunan konstruksi perkerasan kaku (beton) memerlukan biaya yang relatif mahal serta proses pelaksanaan konstruksi yang memerlukan keahlian khusus dan pengawasan yang teliti pada setiap tahap pekerjaan. Jika pelaksanaan tidak memenuhi standar, maka memungkinkan mutu beton tidak tercapai sehingga akan mengakibatkan kerusakan seperti retak, patah, umur rencana tidak tercapai, serta mengalami kerugian (Prasetyo, 2015). Oleh karena itu, dalam pelaksanaan

konstruksi perkerasan kaku memerlukan adanya pengendalian mutu pekerjaan beton dengan melakukan beberapa pengujian laboratorium untuk mengetahui kualitas beton dan penerimaannya terhadap standar dalam spesifikasi pekerjaan.

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (revisi 3) yang merupakan spesifikasi yang dipakai pada proyek ini, pengukuran penerimaan mutu beton untuk perkerasan kaku dinyatakan dalam *flexural strength* atau kuat lentur dengan mensyaratkan kuat lentur minimal 45 kg/cm^2 untuk umur beton 28 hari. Jika kuat lentur minimal tidak tercapai maka pekerjaan dapat diterima dengan minimal toleransi 90% dari $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ (4,41 MPa) namun setiap penurunan mutu beton akan diikurangkan harga satuannya.

Maka berdasarkan uraian diatas penelitian ini bermaksud untuk melakukan kajian dari hasil pengendalian mutu beton pada pelaksanaan perkerasan kaku proyek Peningkatan Jalan di Provinsi Riau dengan membandingkan hasil uji laboratorium terhadap Standar Nasional Indonesia (SNI) maupun spesifikasi pekerjaan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Apakah mutu tulangan beton serta nilai *slump* pada campuran beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ memenuhi kriteria ?
2. Bagaimana tingkat keseragaman hasil uji beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ dari standar deviasi serta koefisien variasi ?
3. Bagaimana hasil uji beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ terhadap penerimaan pekerjaan perkerasan kaku serta resiko jika tidak memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3 ?

1.1. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui mutu tulangan beton serta nilai *slump* pada campuran beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ pada pelaksanaan perkerasan kaku pada peningkatan jalan di Provinsi Riau.

2. Mengetahui keseragaman hasil uji beton dari standar deviasi serta koefisien variasi terhadap pengujian beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$.
3. Mengetahui hasil uji beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ terhadap penerimaan pekerjaan perkerasan kaku serta resiko jika tidak memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3.

1.2. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk memperoleh ilmu dalam pengendalian mutu (*Quality Control*) beton pada pelaksanaan perkerasan kaku serta penerimaan pekerjaan beton sesuai dengan SNI maupun spesifikasi teknis.
2. Sebagai bahan pengetahuan serta referensi dan sumber acuan untuk bidang kajian yang sama.

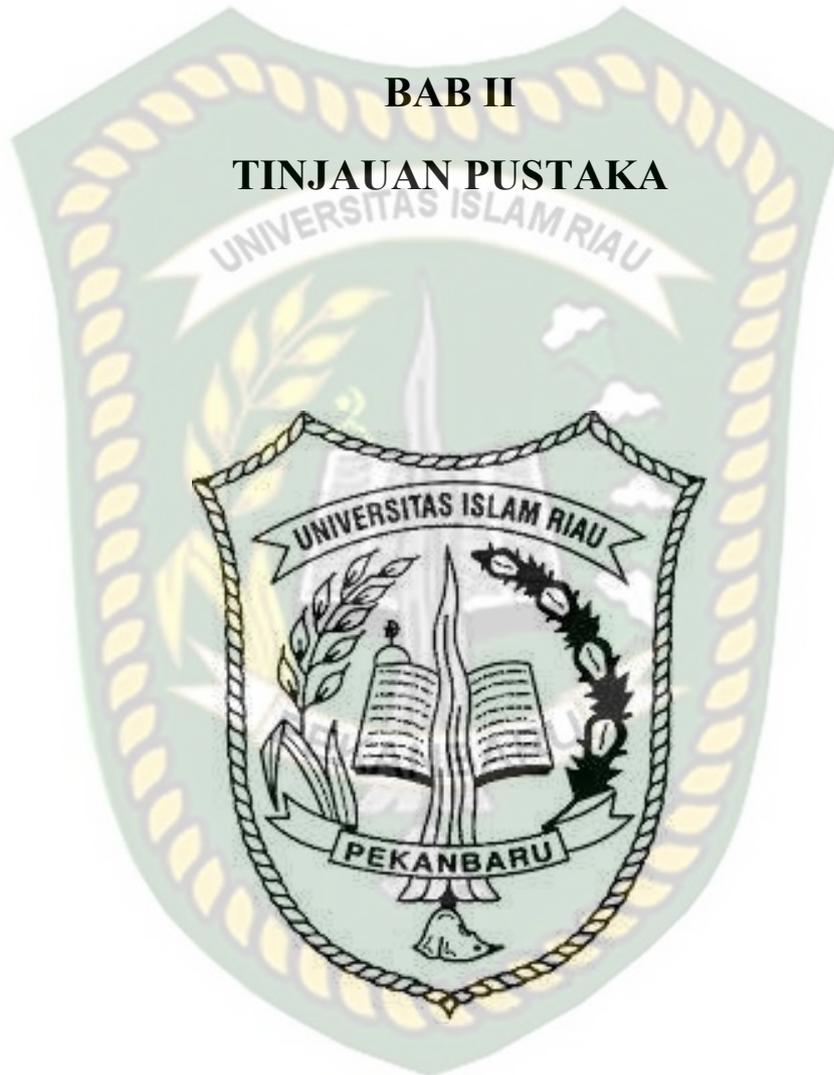
1.3. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang fokus terkait dengan tujuan, ketersediaan waktu, dan ketersediaan data maka pada penelitian ini pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya membahas pekerjaan perkerasan kaku beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ (4,41 MPa).
2. Penerimaan mutu beton menggunakan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 devisi 5,3.
3. Penelitian ini tidak membahas biaya dalam penerimaan pekerjaan perkerasan kaku.
4. Data didapatkan dari pengamatan langsung serta pengumpulan data dari tim pendamping dan Aplikasi Teknis UIR (LAPI-UIR) pada proyek peningkatan jalan di Kecamatan Mandau.

**KAJIAN PENGENDALIAN MUTU BETON PADA PELAKSANAAN
PERKERASAN KAKU PROYEK PENINGKATAN
JALAN DI PROVINSI RIAU**

**BAB II
TINJAUAN PUSTAKA**



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka memuat tentang hasil penelitian yang terdahulu sebagai landasan bagi penulis untuk melakukan penelitian dengan teori-teori yang relevan. Tujuan dari penulisan tinjauan pustaka yaitu untuk menguatkan penelitian yang sedang dilakukan dengan berlandaskan penelitian yang sudah ada maupun peraturan-peraturan yaitu mengenai mutu beton pada pelaksanaan perkerasan kaku.

2.2 Penelitian Terdahulu

Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan terhadap beton sebagaimana pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

No.	Penulis, Tahun	Judul	Hasil Penelitian
1	Abdullah dan Harmiyatti, (2015).	Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Berdasarkan Beberapa Metode Persyaratan Penerimaan Beton Di Indonesia.	Dalam penelitiannya membahas penerimaan mutu beton menggunakan beberapa metode yaitu PBI'71, PB'89 dan SNI 03-2847-2002), menggunakan data hasil tes kuat tekan beton benda uji kubus mutu beton K-275. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kekuatan tekan beton dengan kekuatan tekan rencana K-275 kg/cm ² MPa data I, dataII, data III, dan data IV secara keseluruhan memenuhi syarat 100%, sehingga SNI 03-2847-2002 lebih efektif untuk diterapkan dilapangan.

Tabel 2.1 Lanjutan

2	Supriadi dkk ,(2017).	Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan 4 Cara Perawatan.	Dalam penelitian tersebut perawatan yang digunakan perendaman dalam air, diselimuti goni, diluar ruangan. Analisa kuat tekan beton dilakukan dengan SNI 03-2834-2000. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton dengan perawatan direndam dapat meningkatkan kuat tekan beton, sedangkan untuk beton di dalam ruangan, diluar ruangan dapat mengurangi kekuatan tekan beton.
3	Zulhendri dkk ,(2018).	Kajian Perbandingan Berbagai Merek Semen Terhadap Hubungan Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Perkerasan Kaku.	Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kualitas tiga merek semen yaitu semen Padang, Semen Holcim, dan Semen Conch terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton. Pembuatan benda ujidengan silinder dan benda uji balok dengan menggunakan $f_c' 30$ MPa dan Fas 0,42. Dari penelitian ini dengan faktor air semen yang sama untuk tiga merek semen didapatkan semen holcim (<i>Slump</i> lebih tinggi), sedangkan Semen Padang dan Semen Conch memiliki <i>slump</i> sama. Dari hasil pengujian kuat tekan Semen Padang lebih unggul daripada semen lainya.

Tabel 2.1 Lanjutan

4	Suryani dkk ,(2018).	Korelasi Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton.	Pada penelitian tersebut membahas dalam pengujian kuat lentur beton sebagai persyaratan dalam penerimaan hasil pekerjaan. Namun disisi lain dalam pembuatan campuran beton yang selama ini mengacu pada kuat tekan. Hasil penelitian tersebut didapatkan bahwa didapat persamaan bahwa $f_s = K\sqrt{f'c}$: nilai k sebesar 0,96 dan 0,87, sedangkan pada perawatan 28 hari tanpa dan dengan pada perawatan 28 hari tanpa dan dengan tambahan zat addiktif <i>superplasticizer</i> 0,5% didapatkan persamaan bahwa $f_s = K\sqrt{f'c}$: nilai K sebesar 0,86 dan 0,99.
5	Alfajrizal dkk,(2018).	Kajian Perbandingan Pada Penggunaan Berbagai Merek Semen terhadap Sampel Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Dengan Perawatan (<i>Curing</i>) Dan Tanpa Perawatan Pada Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).	Pada penelitian tersebut menggunakan metode eksperimental yang sesuai dengan SK SNI T-15-1990-03. Penelitian tersebut menggunakan merek semen Padang, semen Holcim, dan semen Bosowa, dengan menggunakan jenis perawatan yaitu dengan perendaman pada sampel beton, pengujian yang dilakukan adalah kuat tekan dan kuat lentur dengan mutu rencana $f'c$ 30 MPa hasil penelitian

Tabel 2.1 Lanjutan

			Menunjukkan keunggulan pada semen padang dibandingkan dengan merek semen holcim dan semen bosowa, dengan memiliki nilai tertinggi semen padang juga mendapatkan rasio kehilangan kekuatan tertinggi terhadap sampel yang tidak dirawat.
6	Mildawati, (2018).	Perbandingan Kuat tekan Dan Kuat Lentur Beton Mutu tinggi Dengan Menggunakan Berbagai Merk Semen Di Kota Pekanbaru	Berdasarkan penelitian tersebut didapatkan bahwa kuat tekan beton maksimum terdapat pada semen padang dengan kuat tekan 45,86 MPa, untuk kuat tekan minimum terdapat pada semen tiga roda dengan nilai kuat tekan 40,19 MPa dan untuk kuat tekan semen conch terdapat nilai kuat tekan 42,84 MPa. Hasil kuat tekan beton selama 28 hari dengan masing-masing merek semen masih belum mencapai kuat tekan beton rencana sebesar 38 MPa. Kuat lentur beton maksimum terdapat pada semen padang dengan nilai kuat lentur 5,03 MPa, untuk nilai kuat lentur minimum terdapat pada semen tiga roda dengan nilai kuat lentur 3,96 MPa dan nilai kuat tekan semen conch terdapat kedua merek semen dengan kekuatan lentur 4,43 MPa.

Tabel 2.1 Lanjutan

7	Alfiyya ,(2018).	Pengendalian Mutu Pekerjaan Perkerasan Kaku Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Batang Hingga Semarang Seksi 4 dan 5.	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dengan membandingkan antara kualitas pekerjaan perkerasan kaku realisasi dengan persyaratan yang berlaku. Hasil uji material secara keseluruhan telah memenuhi persyaratan yang berlaku. Tahap pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku telah sesuai metode yang ditetapkan. Hasil uji tiap <i>stationing</i> telah memenuhi standar. Pembuatan dan perawatan benda uji beton perkerasan kaku telah sesuai dengan prosedur. Hasil pengujian kuat lentur beton berumur 28 hari pada setiap <i>stationing</i> $50,8 \text{ kg/cm}^2 - 52,4 \text{ kg/cm}^2$.
8	Syamsurijal ,(2020).	Studi Komparasi Penambahan Zat Aditif Pada Beton Mutu Tinggi Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Dan Kuat Lentur Perkerasan kaku.	Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa . Perbandingan hasil kuat lentur empiris dengan kuat lentur uji beton mutu rencana $f_c' = 40 \text{ MPa}$ pada penambahan zat aditif Sikament NN dan Master Glenium nilai rata-rata kuat lentur uji lebih tinggi 3,62% dibandingkan nilai kuat lentur empiris pada umur 28 hari.

Tabel 2.1 Lanjutan

10	Sutrisno ,(2020).	Kajian Perbandingan Gradasi Agregat Pada Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>) Lokasi Sungai Linau, Sumber Jaya Dan Tanjung Medang.	Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pengaruh perbedaan gradasi agregat pada rencana campuran beton perkerasan kaku dengan agregat bergradasi baik lebih ekonomis dari segi pemakaian semen dengan agregat bergradasi seragam. Perbandingan agregat bergradasi baik (<i>well grade</i>) di perkerasan kaku jalan Sumber Jaya dengan nilai kuat tekan $f'c$ rata-rata > 36 MPa, Hasil rata-rata $f_s > 45$ kg/cm ² .
----	----------------------	---	--

2.3 Keaslian Penelitian

Penelitian ini dilakukan berdasarkan pengamatan di lapangan yang meliputi pengujian beton segar yaitu pengujian *slump* serta pengumpulan data-data teknis berupa laporan hasil uji tulangan beton yang di pakai, hasil uji kuat lentur, serta hasil uji kuat tekan beton inti pada kegiatan peningkatan jalan di Provinsi Riau tepatnya di Kecamatan Mandau, Penelitian ini merupakan hasil karya penulis sendiri kecuali referensi spesifik yang telah dihasilkan oleh peneliti lain.

Terdapat perbedaan dengan penelitian terdahulu yaitu metode analisa dengan cara membandingkan data-data yang telah dikumpulkan dengan spesifikasi pelaksanaan pekerjaan kemudian ditarik kesimpulan berdasarkan variabel data yang ada.

**KAJIAN PENGENDALIAN MUTU BETON PADA PELAKSANAAN
PERKERASAN KAKU PROYEK PENINGKATAN
JALAN DI PROVINSI RIAU**

BAB III

LANDASAN TEORI



Perpustakaan Universitas Islam Riau

Dokumen ini adalah Arsip Miik :

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Perkerasan Jalan

Perkerasan merupakan struktur lapisan yang terletak diatas tanah dasar, yang bersifat konstruktif sehingga memiliki nilai struktural dan fungsional. Nilai struktural berkaitan dengan daya dukung perkerasan untuk mendukung repetisi beban lalu lintas kendaraan dan kemampuannya untuk tetap stabil, mantap dan aman terhadap pengaruh infiltrasi air permukaan dan perubahan cuaca.

Permukaan tanah dasar pada umumnya tidak mampu menahan beban kendaraan diatas sehingga diperlukan suatu konstruksi yang dapat menahan dan mendistribusikan beban lalu lintas yang diterimanya. Jenis konstruksi ini dikenal sebagai perkerasan (*pavement*), yang merupakan lapisan tambahan dari material yang dipilih yang dibangun diatas tanah dasar dan berfungsi untuk menerima beban-beban yang bekerja diatas yang kemudian didistribusikan ke tanah dasar (Sukirman, dalam Suryani, 2018).

Didalam merencanakan suatu konstruksi jalan khususnya konstruksi perkerasan jalan agar dapat suatu susunan konstruksi perkerasan yang benar-benar memenuhi standar dengan produk akhir yang mempunyai kemampuan tinggi, yang sesuai dengan fungsi dan peran secara optimal, untuk dapat memberikan pelayanan dan kenyamanan bagi pengguna jalan tersebut. Hal ini akan sulit sekali dan mungkin mendapat permasalahan karena sering kali dihadapkan pada permasalahan yang timbul oleh suatu daerah (Sukirman, dalam Suryani, 2018).

3.2 Jenis Perkerasan Jalan

1. Perkerasan jalan merupakan konstruksi yang dibangun diatas lapisan tanah dasar (*subgrade*). Lapisan perkerasan berfungsi untuk menerima dan menyebarkan beban lalu lintas tanpa menimbulkan kerusakan yang berarti pada konstruksi jalan itu sendiri, dengan demikian memberikan kenyamanan selama masa pelayanan jalan. Menurut Sukirman (dalam

Suryani, 2018), jenis perkerasan jalan dibagi atas dua golongan besar, yaitu : Jalan tanpa perkerasan (Jalan Tanah)

Jalan tanpa perkerasan (jalan tanah) adalah jalan yang tidak mengalami perkerasan sama sekali dan hanya merupakan jalan tanah yang dipadatkan sekedarnya. Biasanya jalan ini berupa jalan setapak yang sering dilalui manusia dan kendaraan tak bermotor yang biasanya dibuat oleh penduduk setempat, karena jalan ini biasanya tidak memperhatikan ketentuan standar yang berlaku sehingga tidak memerlukan pembiayaan yang begitu berarti.

2. Jalan dengan perkerasan

Jalan dengan perkerasan adalah jalan yang telah mengalami penambahan lapisan perkerasan diatas tanah dasar yang sesuai dengan tingkat pelayanannya. Jalan ini biasanya memperhatikan ketentuan standar yang berlaku sehingga memerlukan pembiayaan yang besar. Oleh karena itu Jalan ini biasanya ditangani oleh pemerintah , perusahaan ataupun swadaya masyarakat dengan mengumpulkan dana.

Menurut Sukirman (dalam Suryani, 2018), perkerasan jalan berdasarkan material dan pendistribusian beban lalu lintas dapat dibedakan atas 3 jenis, yaitu :

1. Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Konstruksi perkerasan yang bersifat elastis jika menerima beban, sehingga memberikan rasa aman dan kenyamanan bagi pemakai jalan yang menggunakan bahan pengikat dari aspal.

2. Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

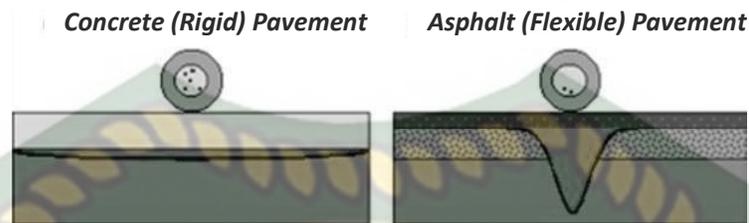
Konstruksi yang terdiri dari plat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan peraspalan sebagai lapis aus.

3. Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*)

Perpaduan antara perkerasan lentur dengan perkerasan kaku yang berupa perkerasan lentur diatas perkerasan kaku atau sebaliknya.

Konstruksi perkerasan terdiri dari lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu lintas dan menyebarkan ke lapisan bawahnya. Pada gambar 3.1 terlihat bahwa beban kendaraan yang dilimpahkan ke perkerasan jalan melalui

bidang kontak roda terdapat reaksi yang berbeda antara perkerasan kaku dan perkerasan lentur.



Gambar 3.1 Jenis Perkerasan Jalan (Sumber: Anonim)

Perkerasan jalan yang dibahas pada penelitian ini adalah jenis perkerasan kaku beton (*rigid pavement*) pada pelaksanaan proyek Peningkatan Jalan di Provinsi Riau yang berada di Kecamatan Mandau.

3.3 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

Struktur perkerasan jalan merupakan bagian terpenting dari sebuah jalan, yang berfungsi memikul semua beban kendaraan yang melintas di atasnya. Struktur perkerasan jalan tersusun dari beberapa lapis, dimana setiap lapis memiliki fungsi yang berbeda. Dalam merencanakan sebuah struktur perkerasan jalan perlu mempertimbangkan banyak hal salah satunya yaitu kapasitas jalan itu sendiri.

Perkerasan jalan beton semen *portland* atau lebih sering disebut perkerasan kaku atau juga disebut *rigid pavement*, terdiri dari plat beton semen *portland* dan lapisan pondasi (bisa juga tidak ada) diatas tanah dasar. Perkerasan jalan yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban terhadap bidang area tanah yang cukup luas, sehingga bagian terbesar dari dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton sendiri (Suryawan, 2016).

Keunggulan dari perkerasan kaku dibanding perkerasan lentur (*asphalt*) adalah bagaimana distribusi beban disalurkan ke *subgrade*. Perkerasan kaku karena mempunyai kekakuan (*stiffnes*), akan mendistribusikan beban pada daerah

yang relatif luas pada *subgrade*, beton sendiri bagian utama yang menanggung beban struktural, sedangkan perkerasan lentur karena dibuat dari material yang kurang kaku, maka persebaran beton yang dilakukan tidak sebaik pada beton, sehingga memerlukan ketebalan yang lebih besar (Tenriajeng, 1999).

Pada dasarnya perencanaan umur perkerasan jalan disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan lalu lintas yang ada, umumnya didesain dalam kurun waktu antara 10-20 tahun, yang artinya jalan diharapkan tidak akan mengalami kerusakan dalam 5 tahun pertama. Tetapi jika pada realita yang ada jalan sudah rusak sebelum 5 tahun pertama maka bisa dipastikan jalan akan mengalami masalah besar dikemudian hari (Hardiyatmo, 2007).

Perkerasan kaku direncanakan untuk memikul beban lalu lintas secara aman dan nyaman serta dalam umur rencana tidak terjadi kerusakan yang berarti. Untuk dapat memenuhi fungsi tersebut perkerasan kaku (*rigid pavement*) harus :

1. Mereduksi tegangan yang terjadi pada tanah dasar (akibat beban lalu lintas) sampai batas-batas yang masih mampu dipikul tanah dasar tersebut, tanpa menimbulkan perbedaan penurunan atau lendutan yang dapat merusak perkerasan.
2. Mampu mengatasi pengaruh kembang susut dan penurunan kekuatan tanah dasar, serta pengaruh cuaca kondisi lapangan.

3.4 Struktur dan Jenis Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku terdiri dari pelat beton semen *portland* yang terletak langsung diatas tanah dasar. Perkerasan beton yang kaku memiliki modulus elastisitas yang cukup tinggi. Pelat beton dapat mendistribusikan beban dari atas menuju ke bidang tanah dasar dengan area yang cukup luas dibanding dengan perkerasan lentur. Kemampuan tersebut menunjukkan bahwa bagian terbesar dari kekuatan struktur perkerasan kaku diperoleh dari pelat beton itu sendiri (Hardiyatmo, 2015).

Menurut Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah dalam pd T-14-2003, perkerasan beton semen dibedakan kedalam 4 jenis yaitu :

1. Perkerasan beton semen bersambung tanpa tulangan (*Jointed Unreinforced Concrete Pavement*).

Jenis perkerasan beton semen yang dibuat tanpa tulangan dengan ukuran pelat mendekati bujur sangkar, dimana panjang dari pelatnya dibatasi oleh adanya sambungan-sambungan melintang. Panjang pelat dari jenis perkerasan ini berkisar 4-5 meter.

2. Perkerasan beton semen bersambung dengan tulangan (*Jointed Reinforced Concrete Pavement*).

Jenis perkerasan beton yang dibuat dengan tulangan, yang ukuran pelatnya berbentuk persegi panjang, dimana dari pelatnya dibatasi oleh adanya sambungan-sambungan melintang. Panjang pelat dari jenis perkerasan ini berkisar antara 8-15 meter.

3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan (*Continuously Reinforced Concrete Pavement*).

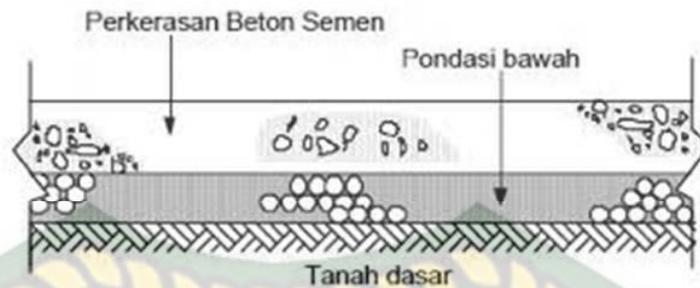
Jenis perkerasan beton semen yang dibuat dengan tulangan dan dengan panjang pelat yang menerus yang dibatasi oleh adanya sambungan-sambungan muai melintang. Panjang plat dari jenis perkerasan ini lebih besar dari 75 meter.

4. Perkerasan beton semen pra tegang (*Prestressed Concrete Pavement*)

Jenis perkerasan beton semen menerus, tanpa tulangan menggunakan kabel-kabel pratekan guna mengurangi susut, muai (*expansion joint*) dan lenting akibat perubahan temperatur dan kelembaban.

Struktur perkerasan kaku terdiri dari tiga bagian, yaitu lapis perkerasan berupa pelat beton (*concrete slab*), lapis pondasi, dan tanah dasar (*subgrade*). Lapisan tersebut memiliki fungsi dan karakteristik yang berbeda dalam mendukung beban lalu lintas.

Perkerasan kaku terdiri dari beberapa jenis lapis perkerasan yang tersusun seperti gambar 3.2.



Gambar 3.2 Lapisan Perkerasan Kaku (Sumber: Bina Marga, 2003)

Perkerasan kaku pada lapisan atas yaitu beton sebagai bahan utama kekuatan struktur perkerasan. Bahan konstruksi beton dirancang sesuai standar kemudian dicampur di unit pencampuran agar kualitas dapat diperoleh sesuai spesifikasi.

Menurut Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/Bm/2013, beberapa keuntungan dari perkerasan kaku adalah sebagai berikut :

1. Struktur perkerasan lebih tipis kecuali untuk area tanah lunak yang membutuhkan struktur pondasi jalan lebih besar dari pada perkerasan kaku.
2. Pekerjaan konstruksi dan pengendalian mutu yang lebih mudah untuk daerah perkotaan yang tertutup termasuk jalan dengan lalu lintas rendah.
3. Biaya pemeliharaan lebih rendah jika dilaksanakan dengan baik : Keuntungan signifikan untuk area perkotaan dengan LHRT (Lalu Lintas Harian Rata-Rata Tahunan) tinggi.
4. Pembuatan campuran yang lebih mudah.

Sedangkan menurut Manual Desain Perkerasan Jalan Nomor 02/M/Bm/2013, kerugiannya antara lain sebagai antara lain :

1. Biaya lebih tinggi untuk jalan dengan lalu lintas rendah.
2. Rentan terhadap retak jika dilaksanakan diatas tanah asli yang lunak.
3. Umumnya memiliki kenyamanan berkendara yang lebih rendah. Oleh karena itu, perkerasan kaku seharusnya digunakan untuk jalan dengan beban lalu lintas tinggi.

Adapun komponen konstruksi perkerasan beton semen (*rigid pavement*) adalah sebagai berikut:

1. Tanah Dasar

Tanah dasar adalah bagian dari permukaan badan jalan yang dipersiapkan untuk menerima konstruksi di atasnya yaitu konstruksi perkerasan. Tanah dasar ini berfungsi sebagai penerima beban lalu lintas yang telah disalurkan/disebarkan oleh konstruksi perkerasan. Persyaratan yang harus dipenuhi dalam penyiapan tanah dasar (*subgrade*) adalah lebar, kerataan, kemiringan melintang keseragaman daya dukung dan keseragaman kepadatan.

2. Lapis Pondasi (*Subbase*)

Lapis pondasi ini terletak di antara tanah dasar dan pelat beton semen mutu tinggi. Pada umumnya fungsi lapisan ini tidak perlu struktural, keberadaan dari lapisan ini tidak untuk menyambungkan nilai struktur perkerasan beton semen. Fungsi utama dari lapisan ini adalah sebagai rantai kerja yang rata. Apabila subbase tidak rata.

3. Tulangan

Pada perkerasan beton semen terdapat dua jenis tulangan, yaitu tulangan pada pelat beton untuk memperkuat pelat beton tersebut dan tulangan untuk menyambung kembali bagian-bagian pelat beton yang telah terputus atau diputus.

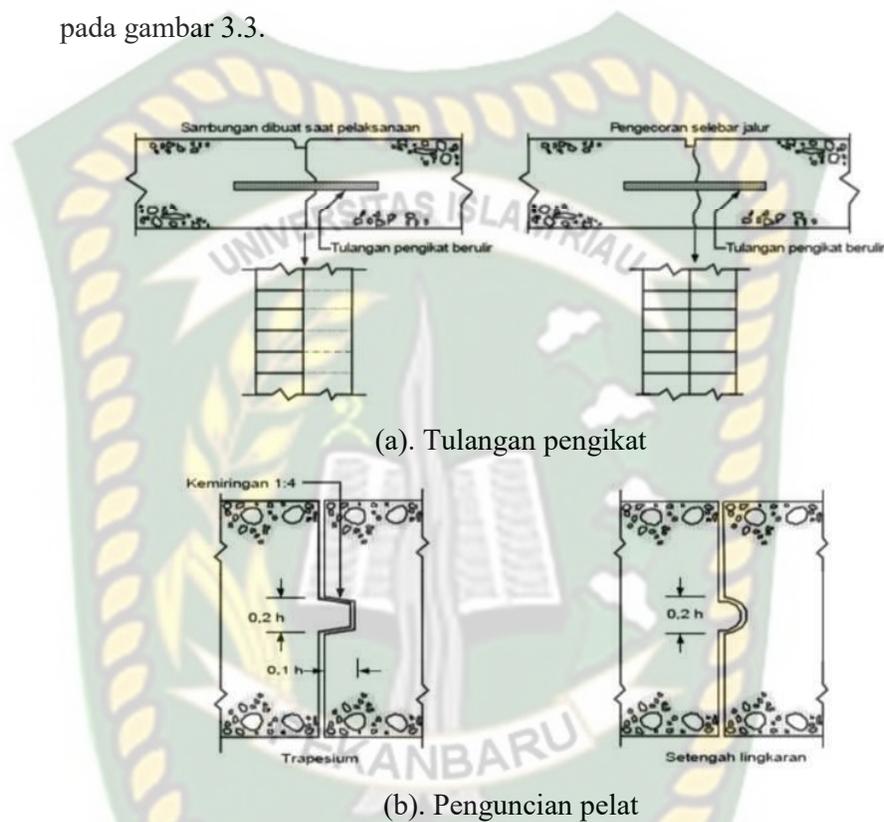
4. Sambungan

Pada konstruksi perkerasan kaku, perkerasan tidak dibuat menerus memanjang sepanjang jalan seperti halnya yang dilakukan pada perkerasan lentur. Hal ini dilakukan dilakukan untuk mencegah terjadinya pemuaian yang besar pada permukaan perkerasan sehingga dapat menyebabkan retaknya perkerasan.

a. Sambungan Pelaksanaan (*Construction Joint*)

Sambungan yang memisahkan bagian-bagian pelat beton yang dicor pada waktu yang berbeda ialah sambungan pelaksanaan. Sambungan ini dapat diletakkan pada arah melintang maupun memanjang umumnya

berjarak 3,6 m dengan adanya batas-batas lajur. Bila tidak ada batas lajur, sambungan dipasang setiap jarak 3,6 m dan tidak lebih 4,2 m. Sambungan ini dilengkapi pengunci pada bagian tengahnya dengan ukuran $0,2 D$ (dengan D = tebal pelat beton). Untuk sambungan tersebut dapat dilihat pada gambar 3.3.



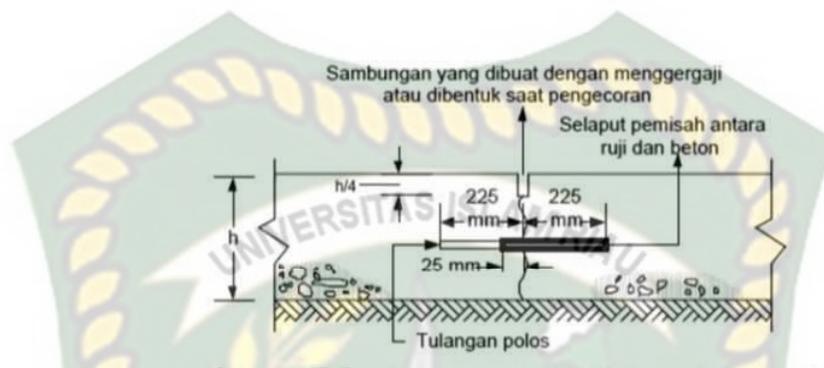
Gambar 3.3 Sambungan Arah Memanjang (Sumber: Bina Marga, 2003)

b. Sambungan Muai (*Expansion Joint*)

Sambungan ini berfungsi untuk memberikan ruang pemuaian pada pelat beton yang cukup diantara pelat-pelat perkerasan untuk mencegah adanya tegangan btekan berlebihan yang dapat mengakibatkan perkerasan beton tertekuk. Lebar celah sambungan 19 mm meskipun dalam kondisi khusus, lebar celah bias mencapai 25 mm. karena sambungan muai tidak menyediakan penguncian antar agregat maka diperlukan alat penyalur beban yaitu ruji (*dowel*).

c. Sambungan Susut (*Construction Joint*)

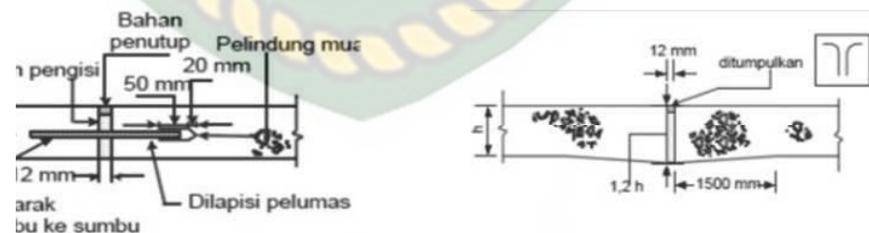
Sambungan susut berguna untuk mengendalikan retak susut beton. Sambungan ini membatasi kerusakan akibat susut dan melengkungnya pelat beton. Pada gambar 3.4 menunjukkan sambungan susut dengan menggunakan ruji (*dowel*)



Gambar 3.4 Sambungan Melintang (*Dowel*) (Sumber: Bina Marga, 2003)

d. Sambungan Isolasi

Sambungan isolasi berguna untuk mengurangi tegangan tekan yang dapat menyebabkan keretakan berlebihan pada pelat beton. Sambungan ini harus ditutup dengan penutup sambungan setebal 5-7 mm dan sisanya dengan bahan pengisi (*joint filler*) Pengisi berguna untuk mencegah masuknya kotoran ke dalam celah. Pada gambar 3.5 merupakan sambungan isolasi dengan atau tidak ruji (*dowel*).



(a). Sambungan isolasi dengan ruji

(b). Sambungan isolasi dengan penebalan tepi

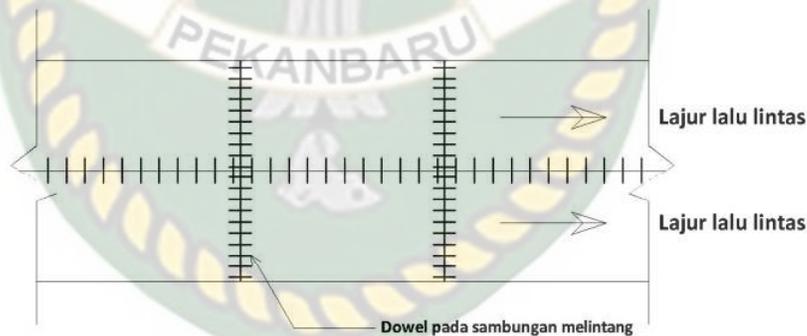


(c). Sambungan isolasi tanpa ruji

Gambar 3.5 Sambungan Isolasi (Sumber: Bina Marga,2003)e. Ruji (*Dowel*)

Menurut Bina Marga (2002) menyatakan ruji (*dowel*) adalah sepotong baja polos lurus yang dipasang pada setiap sambungan melintang dengan maksud sebagai penyalur beban, sehingga pelat yang bersebelahan dapat bekerja sama tanpa terjadinya perbedaan penurunan yang berarti.

Dowel harus dipasang lurus dan sejajar sumbu jalan pada sambungan melintang. AASHTO 1993, merekomendasikan batang dowel berdiameter $1/8$ tebal pelat beton atau berdiameter sama dengan $D/8$ dengan panjang 46 cm (18 inchi) dan jarak 30 cm (12 inchi). Letak dari tulangan dowel ditunjukkan pada Gambar 3.6.

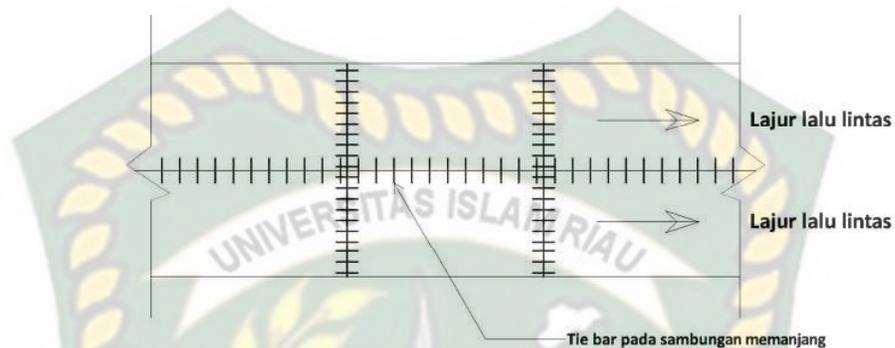
**Gambar 3.6** Sambungan Melintang (*Dowel*)

(Sumber:Hardiyatmo,2015)

f. *Tie-bar*

Menurut Pd T-14 2003, pemasangan sambungan memanjang ditujukan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir dengan mutu minimum

BJTU 24 dan berdiameter 16 mm. Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran sebagai mana diperlihatkan pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7 Sambungan Memanjang (*Tie Bar*)

(Sumber:Hardiyatmo,2015)

3.5 Pengendalian Mutu (*Quality Control*)

Mutu atau kualitas produk merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kepuasan konsumen atau pengguna, Kualitas produk ditentukan oleh beberapa kegunaan dan fungsinya, termasuk kinerja, daya tahan dan kesesuaian dengan spesifikasi. Dalam segi industri, perusahaan memerlukan strategi-strategi khusus untuk menjamin kualitas produk sesuai yang diharapkan, sehingga dapat membentuk kepuasan dan kepercayaan konsumen kepada produsen dengan memberikan produk dan pelayanan yang berkualitas. Pada saat ini persaingan dan kemajuan dalam hal teknologi yang semakin pesat telah membuat pengaruh yang cukup besar bagi dunia industri, dan para pelaku bisnis dalam situasi persaingan yang ketat ini harus diperlukan strategi yang tepat sasaran agar produknya memiliki keunggulan. Permintaan konsumen terhadap mutu produk disertai meningkatnya jumlah produk dan jasa, menyebabkan daya saing dan daya tahan setiapusaha tidak lagi ditentukan oleh rendahnya biaya yang dikeluarkan, tetapi juga ditentukan dengan nilai tambah produk melalui peningkatan kualitas.

Menurut Irwan dan Haryono (2015), pengendalian kualitas adalah proses yang digunakan untuk menjamin tingkat kualitas dalam produk atau jasa, kualitas secara umum dibagi menjadi dua bagian yaitu kualitas rancangan dan kualitas kecocokan yaitu :

1. Kualitas rancangan merupakan semua barang dan jasa yang dihasilkan dalam berbagai tingkat kualitas.
2. Kualitas kecocokan adalah seberapa baik produksi yang sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang disyaratkan oleh rancangan itu, Kualitas kecocokan dipengaruhi banyak faktor, termasuk pemilihan proses pembuatan, latihan dan pengawasan angkatan kerja, jenis sistem jaminan kualitas yang digunakan, seberapa jauh prosedur jaminan kualitas yang diikuti, dan motivasi angkatan kerja untuk mencapai kualitas.

Istilah kualitas mengandung banyak makna dan definisi, beberapa definisi yang sering dijumpai tentang kualitas, antara lain :

1. Kesesuaian dengan persyaratan atau tuntutan.
2. Kecocokan untuk pemakaian.
3. Perbaikan atau penyempurnaan yang berkelanjutan.
4. Bebas dari kerusakan atau cacat.
5. Pemenuhan kebutuhan pelanggan semenjak awal dan setiap saat.
6. Melakukan segala sesuatu secara benar semenjak awal.
7. Sesuatu yang bisa memuaskan pelanggan.

Tujuan pengendalian mutu pada umumnya merupakan kegiatan penyelidikan dengan cepat sebab-sebab terduga atau kesalahan proses sehingga penyelidikan terhadap proses itu dan tindakan pembetulan dapat dilakukan sebelum terlalu banyak unit yang tidak sesuai diproduksi. Menurut Irwan dan Haryono (2015), tujuan pengendalian kualitas adalah untuk memastikan bahwa produk, jasa, atau proses yang disediakan memenuhi persyaratan tertentu dan dapat diandalkan dan memuaskan, Pada dasarnya, pengendalian kualitas melibatkan pemeriksaan produk, layanan, atau proses untuk tingkat minimal

kualitas tertentu. Untuk mengurangi kerugian karena kerusakan-kerusakan pemeriksaan atau inpeksi tidak terbatas pada pemeriksaaan akhir saja, tetapi perlu juga diadakan pemeriksaan pada barang yang sedang diproses, Adapun tujuan dari pengendalian kualitas atau *quality control* adalah sebagai berikut :

1. Agar barang dari hasil produksi dapat mencapai standar kualitas yang ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inpeksi dapat menjadi sekecil mungkin,
3. Mengusahakan agar biaya desain produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentu dapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi dapat menjadi serendah mungkin,

Untuk memperoleh hasil pengendalian kualitas yang efektif, maka pengendalian terhadap kualitas suatu produk dapat dilaksanakan dengan menggunakan teknik-teknik pengendalian kualitas, karena tidak semua hasil produksi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Terdapat beberapa standar kualitas yang bisa ditentukan oleh perusahaan dalam upaya menjaga hasil dari produksi, diantaranya :

1. Standar kualitas bahan baku yang digunakan.
2. Standar kualitas proses produksi (mesin dan tenaga kerja yang melaksanakannya).
3. Standar barang setengah jadi.
4. Standar barang jadi.
5. Standar administrasi, pengepakan dan pengiriman produk akhir tersebut sampai ke tangan konsumen.

3.6 Pengendalian Mutu Perkerasan Kaku

Perkerasan kaku atau sering disebut juga perkerasan beton semen adalah suatu susunan konstruksi perkerasan yang terdiri dari atas pelat beton semen yang bersambung (tidak menerus) tanpa atau dengan tulangan atau menerus dengan tulangan. Pada dasarnya perencanaan umur perkerasan jalan disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan lalu lintas yang ada, umumnya didesain dalam kurun

waktu antara 10-20 tahun, yang artinya jalan diharapkan tidak akan mengalami kerusakan dalam 5 tahun pertama. Tetapi jika pada realita yang ada jalan sudah rusak sebelum 5 tahun pertama maka bisa dipastikan jalan akan mengalami masalah besar dikemudian hari (Hardiyatmo, 2007).

Menurut Mulyono (2004), dalam pengendalian mutu beton (*quality control*) terdapat tiga tahapan yaitu :

1. Pemeriksaan reguler material di lapangan dan atau di gudang.
2. Pengambilan contoh uji (specimen) secara acak.
3. Pendataan lengkap untuk setiap contoh uji.

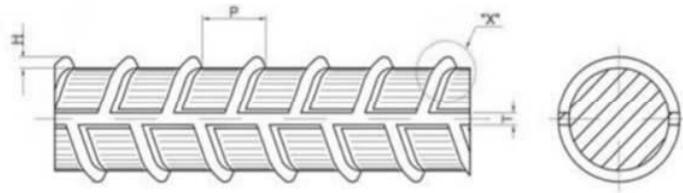
Dengan melakukan tahapan tersebut diharapkan akan mengurangi tingkat kegagalan produksi beton, sehingga pengguna produk akan mendapatkan barang yang sesuai dengan persyaratan yang ditentukan.

3.7 Baja Tulangan Beton

Menurut SNI 2052:2017, baja tulangan beton sirip atau ulir adalah baja tulangan beton yang permukaannya memiliki sirip/ulir melintang dan memanjang yang dimaksudkan untuk meningkatkan daya lekat dan guna menahan gerakan membujur dari batang secara relatif terhadap beton. Secara umum baja tulangan ada dua yaitu tulangan polos dan tulangan ulir. Baja tulangan merupakan baja yang digunakan untuk konstruksi beton atau yang lebih dikenal dengan beton bertulang.

1. Tulangan Ulir/Sirip (BJTS)

Berdasarkan SNI (dalam Wahyudi, 1993), digunakan simbol D untuk menyatakan diameter tulangan ulir. Berdasarkan ketentuan SNI T-15-1991-03 baja tulangan ulir lebih diutamakan pemakaiannya untuk batang tulangan, salah satu tujuan ketentuan ini adalah agar struktur beton bertulang tersebut memiliki keandalan terhadap efek gempa, karena antara lain terdapat lekatan yang lebih baik antara beton dan tulangnya.



Gambar 3.8 Sketsa Baja Tulangan Sirip (Sumber: SNI T-15-1991-03)

2. Tulangan Polos (BJTP)

Baja tulangan ini tersedia dalam beberapa macam diameter tetapi karena ketentuan SNI, hanya memperkenalkan pemakaiannya untuk sengkang dan tulangan spiral, pemakaian terbatas. Saat ini tulangan polos yang mudah dijumpai adalah hingga diameter 16 mm, dengan panjang standar 12 meter.



Gambar 3.9 Sketsa Baja Tulangan Polos (Sumber: SNI T-15-1991-03)

3.7.1 Sifat Mekanis Baja Tulangan

Menurut SNI 2052:2017, sifat mekanis baja tulangan beton ditetapkan seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Sifat Mekanis Baja Tulangan

Kelas baja tulangan	Uji tarik			Rasio TS/YS (Hasil uji)
	Kuat leleh (YS)	Kuat tarik (TS)	Regangan dalam 200 mm, Min	
	MPa	MPa	%	
BJTP 280	Min. 280 Maks. 405	Min, 350	11 ($d \leq 10$ mm)	-
			12 ($d \geq 12$ mm)	
BJTS 280	Min. 280 Maks. 545	Min, 350	11 ($d \leq 10$ mm)	1,25
			12 ($d \geq 13$ mm)	

Tabel 3.1 Lanjutan

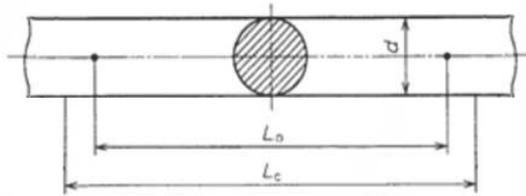
Kelas baja tulangan	Uji tarik			Rasio TS/YS (Hasil uji)
	Kuat leleh (YS)	Kuat tarik (TS)	Regangan dalam 200 mm. Min	
	MPa	MPa	%	
BJTS 420A	Min. 420 Maks.545	Min. 525	9 ($d \leq 19$ mm)	Min. 1,25
			8 ($22 \leq d \leq 25$ mm)	
			7 ($d \geq 29$ mm)	
BJTS 420B	Min. 420 Maks. 545	Min. 525	14 ($d \leq 19$ mm)	Min, 1,25
			12 ($22 \leq d \leq 36$ mm)	
			10 ($d > 36$ mm)	
BJTS 520	Min. 520 Maks. 645	Min. 650	7 ($d \leq 25$ mm)	Min, 1,25
			6 ($d \geq 29$ mm)	
BJTS 550	Min. 550 Maks. 675	Min. 687,5	7 ($d \leq 25$ mm)	Min, 1,25
			6 ($d \geq 29$ mm)	
BJTS 700	Min. 700 Maks, 825	Min. 805	7 ($d \leq 25$ mm)	Min, 1,25
			6 ($d \geq 29$ mm)	

Sumber: SNI 2052:2017

3.7.2 Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan

Pengujian baja tulangan bertujuan untuk mendapatkan nilai kuat tarik baja dan parameter lainya seperti tegangan leleh, tegangan putus, dan regangan. Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu baja. Pengujian harus mengikuti ketentuan pada SNI 07-25-29-1991 tentang metode pengujian kuat tarik baja beton.

Benda uji tarik harus lurus dan utuh atau tidak boleh dibubut dengan tujuan untuk memperkecil diameter. Bentuk potongan benda uji tarik seperti ditunjukan pada gambar 3.10.



Gambar 3.10 Pengujian Baja Tulangan (Sumber: SNI 07-25-29-1991)

Tabel 3.2 Keterangan Gambar Pengujian Baja Tulangan

Diameter nominal D	Panjang pengukuran (gauge length) Lo	Panjang bebas antar grip Lc
Diameter baja tulangan beton	200 mm	Min. 252 mm

Sumber: SNI 07 2529-1991

Parameter pengujian dihitung dengan rumus-rumus sebagai berikut :

- 1) Tegangan tarik leleh (f_y)

$$f_y = \frac{P_y}{A_{so}} \quad (3.1)$$

- 2) Tegangan tarik putus (f_s)

$$f_s = \frac{P_{maks}}{A_{so}} \quad (3.2)$$

- 3) Regangan maksimum (Π maks.)

$$\Pi \text{ maks.} = \frac{l_u + l_o}{l_o} \times 100 \quad (3.3)$$

Dimana :

f_s : Tegangan tarik putus , MPa

P_{maks} : Kuat tarik putus , N

A_{so} : Luas penampang benda uji semula, mm²

- f_y : Tegangan tarik leleh, MPa
 P_y : Kuat tarik leleh, N
 l_u : Panjang benda uji setelah pengujian, mm
 l_o : Panjang benda uji semula, mm

3.8 Beton

Dalam pekerjaan pembangunan seperti jalan, gedung, bendungan, dan bangunan sipil lainnya penggunaan bahan yaitu beton banyak digunakan. Disamping material penyusunnya yang mudah didapatkan, kelebihan beton yaitu mudah untuk dibentuk serta kekuatan dapat didesain sesuai dengan kebutuhan. Sehingga beton sangat diminati sebagai material utama dari konstruksi fisik bangunan.

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, agregat halus, air, dan bahan tambahan (*admixture atau additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan penyusun beton), kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing-masing komponen (Mulyono, 2004).

Menurut SNI-03-2834-2000, beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Sedangkan beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi (2200 – 2500) kg/m³ menggunakan agregat alam yang dipecah, Kuat tekan beton yang ditargetkan f_{cr} adalah kuat tekan rata-rata yang diharapkan dapat dicapai yang lebih besar dari f_{cr} .

Kekuatan, keawetan dan sifat beton tergantung pada sifat bahan-bahan dasar penyusunnya yaitu semen *portland*, air, agregat kasar, agregat halus, serta pengerjaannya dalam menggunakan bahan tambah (*admixture*) seperti *superplasticizer* (Tjokrodinuljo, 1992). Selain itu cara pengadukan maupun pengerjaannya juga mempengaruhi kekuatan keawetan serta sifat beton tersebut.

Dalam keadaan segar, beton mudah dibentuk sesuai dengan yang diinginkan, Apabila campuran beton dibiarkan maka akan mengeras seperti batu, Pengerasan itu terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara air dan semen. Beton

dalam keadaan mengeras mempunyai nilai kuat tekan yang tinggi. Untuk mencapai kuat tekan perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan masanya. Umumnya semakin padat dan keras masa agregat akan semakin tinggi nilai kekuatan dan *durability* nya (daya tahan terhadap penurunan mutu dan akibat pengaruh cuaca).

3.8.1 Kelas dan Mutu Beton

Menurut Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBBI 1971 N.I-2), dijelaskan bahwa kelas dan mutu beton dibagi menjadi tiga kelas yaitu :

1. Beton Kelas I

Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan nonstruktur. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan.

2. Beton Kelas II

Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan struktur secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu standar: B1, K125, K175, dan K225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan sedang terhadap mutu bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu K125, K175, dan K225, pengawasan mutu terdiri dari pengawasan yang ketat terhadap mutu bahan dengan mengharuskan pemeriksaan kuat tekan beton secara kontinyu.

3. Beton Kelas III

Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan struktural dimana dipakai mutu beton dengan kekuatan tekan karakteristik yang lebih tinggi dari 225 kg/cm^2 . Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan dibawah pimpinan tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap yang dilayani oleh ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara berkelanjutan.

Menurut Pd T-07-2005-B, mutu beton dikelompokkan sesuai dengan tabel 3.3.

Tabel 3.3 Mutu Beton dan Penggunaan

Jenis Beton	f_c' (MPa)	σ_{bk} (Kg/cm ²)	Uraian
Mutu tinggi	35-65	K400 - K800	Umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang pancang beton prategang, gelagar beton prategang, pelat beton prategang dan sejenisnya.
Mutu sedang	20 - <35	K250 - <K400	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma, kerb, beton pracetak, gorong-gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan.
Mutu rendah	15 - <20	K175 - <K250	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton sikop, trotoar dan pasangan batu kosong yang diisi adukan, pasangan batu.
	10 - <15	K125 - K175	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton.

Sumber : Pd T-07-2005-B

3.8.2 Bahan Penyusun Beton

Beton merupakan salah satu teknologi rekayasa bahan pada sebagian besar konstruksi yang sering digunakan sampai saat ini. Untuk mengetahui bahan pembentuk beton, perlunya memahami komposisi dari campuran beton. Menurut Mulyono (2004), menyebutkan bahwa beton terdiri dari semen, air, agregat (kasar dan halus) dan bahan tambahan bila diperlukan.

Beton secara garis besar terdiri dari tiga klasifikasi bahan, yaitu:

1. Bahan pengikat, dalam hal ini air dan semen yang bereaksi membentuk pasta semen.
2. Bahan pengisi atau agregat, yang terdiri dari agregat halus, umumnya pasir dan agregat kasar umumnya kerikil atau batu pecah.
3. Bahan tambahan seperti *superplasticizer*.

3.8.3 Campuran Beton

Dalam upaya pembuatan beton pada pekerjaan konstruksi dimulai dengan pembuatan rancangan campuran (*mix desain*) di laboratorium sesuai dengan SNI 03-2834-2000. Penggunaan material yang dipakai di lapangan harus memenuhi spesifikasi ataupun mutu beton yang disyaratkan. Setelah perancangan campuran dibuat, maka dapat ditentukan campuran kerja (*job mix*). Mutu beton saat diuji harus memberikan hasil yang sesuai dengan syarat penerimaan mutu sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Pencampuran bahan-bahan penyusun beton dilakukan agar diperoleh suatu komposisi yang solid dari bahan-bahan penyusun berdasarkan rancangan campuran beton. Sebelum diimplementasikan dalam pelaksanaan konstruksi di lapangan, pencampuran dapat dilakukan di laboratorium. Agar terjaga konsistensi rancangannya, tahapan lebih lanjut dalam pengolahan beton perlu diperhatikan. Komposisi yang baik akan menghasilkan kuat tekan yang tinggi, tetapi jika pelaksanaan tidak dikontrol dengan baik, kemungkinan dihasilkan beton yang tidak sesuai dengan rencana akan semakin besar (Mulyono, 2004).

3.8.4 Perawatan Beton

Perawatan ini dilakukan setelah beton mencapai *final setting*, artinya beton telah mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat. Perawatan dilakukan minimal selama 7 hari (tujuh) hari dan beton berkekuatan tinggi minimal selama 3 (tiga) hari dan serta

harus dipertahankan dalam kondisi lembab, kecuali dilakukan dengan perawatan yang dipercepat (PB,1989).

Menurut SNI 03-4810-1998, perawatan benda uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- A. Penutupan setelah penyelesaian, yaitu benda uji ditutup dengan bahan yang tidak mudah menyerap air, tidak reaktif dan dapat menjaga kelembaban sampai dilepas dari cetakan.
- B. Perawatan untuk pemeriksaan proporsi campuran untuk kekuatan atau sebagai dasar untuk penerimaan atau pengendalian mutu.
 1. Perawatan awal sesudah pencetakan
 - a. Benda uji harus disimpan dalam suhu antara 16 sampai 27°C dan dalam lingkungan yang lembab selama 48 jam, harus terlindungi dari sinar matahari langsung atau alat yang memancarkan panas.
 - b. Benda uji dilepas dari cetakan dan diberi perawatan standar.
 - c. Jika benda uji tidak akan diangkut selama 48 jam, cetakan harus dilepas dalam waktu 24 jam \pm 8 jam dan diberi perawatan standar sampai tiba waktu pengangkutan.
 2. Perawatan standar sebagai berikut
 - a. Benda uji silinder :
 - i. Dalam waktu 30 menit sesudah dilepas dari cetakan, harus disimpan dalam keadaan lembab pada suhu 23°C \pm 1,7°.
 - ii. Tidak lebih dari 3 jam sebelum pengujian pada suhu antara 20°C sampai 30°C.
 - iii. Benda uji tidak boleh terkena tetesan atau aliran air.
 - iv. Penyimpangan dalam keadaan basah, yaitu dengan perendaman dalam air kapur jenuh atau dengan ditutup kain basah.
 - b. Benda uji balok harus dirawat sama seperti benda uji silinder kecuali sekurang-kurangnya 20 jam sebelum pengujian,

balok harus disimpan dalam air kapur jenuh pada suhu $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$.

3. Perawatan untuk menentukan saat pelepasan cetakan atau saat struktur boleh menerima beban :

- a. Silinder disimpan pada atau sedekat mungkin dengan struktur yang dan suhu serta kelembabannya harus sama.
- b. Balok uji dan struktur yang diwakili harus memperoleh perawatan sama :
 - i. Balok uji dilepas dari cetakan setelah $48 \text{ jam} \pm 4 \text{ jam}$.
 - ii. Balok uji harus disimpan dalam air kapur pada suhu $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ selama $24 \text{ jam} \pm 4 \text{ jam}$ sebelum pengujian.

3.8.5 Pengujian Mutu Beton

Menurut Mulyono (2004), pengujian dalam pelaksanaan pekerjaan beton yaitu dengan cara pengujian contoh material penyusun beton kemudian pengambilan contoh dan pengujian beton segar, pengujian ini dilaksanakan setelah didapatkan suatu komposisi campuran beton serta pengujian tersebut dilakukan untuk menguji sifat-sifat dari beton segar dan pengaruhnya nanti setelah mengeras. Pengambilan contoh dan pengujian beton keras, pengujian tersebut dimaksudkan untuk mendapatkan nilai kekuatan struktur yang direncanakan dan langkah perbaikan selanjutnya.

3.8.5.1. Uji *Slump* (*Slump Test*)

Tujuan dari pengujian *slump* adalah untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan beton yang dinyatakan dalam nilai tertentu. *Slump* didefinisikan sebagai besarnya penurunan ketinggian pada pusat permukaan yang diukur segera setelah cetakan uji *slump* diangkat (SNI 03-1972-2008). Nilai *slump* dipengaruhi oleh faktor air semen. Semakin tinggi fas maka nilai *slump* akan semakin tinggi yakni menggunakan banyak air dan sedikit semen, sehingga pasta semen lebih encer dan nilai *slump* lebih tinggi. Semakin besar nilai *slump test* berarti adukan beton semakin mudah dikerjakan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan

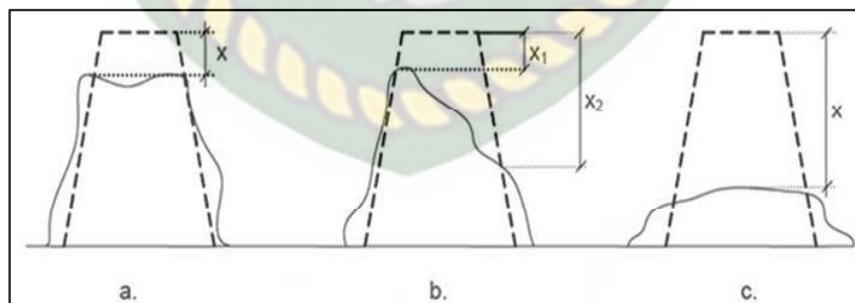
kerucut abrams, pelaksanaan pengujian dengan cara kerucut abrams diletakan diatas talam baja yang rata dan tidak menyerap air. Adukan beton dituang dalam 3 tahap, volume berturut-turut 1/3, 2/3, hingga penuh. Tiap lapisan ditumbuk dengan menggunakan batang baja diameter 16 mm dan panjang 600 mm sebanyak 25 kali, penusukan dilakukan secara merata keseluruhan bidang dan dijaga agar tidak mengenai lapisan dibawahnya. Pengukuran slump dilakukan dengan mengacu pada aturan yang ditetapkan dalam SNI 1972-2008. Untuk nilai *slump* pada jenis konstruksi dapat dilihat pada tabel 3.4.

Tabel 3.4 Nilai *Slump* Beton Berbagai Pekerjaan

Jenis Pekerjaan	<i>Slump</i> (cm)	
	Maks.	Min.
Dinding, pelat pondasi, dan telapak bertulang	12,5	5,0
Pondasi telapak tidak bertulang koison, struktur dibawah tanah	9,0	2,5
Plat, balok, kolom, dan dinding	15	7,5
Pegerasan Jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

Sumber : Pd T-07-2005-B

Sketsa macam-macam bentuk penurunan pengujian *slump* beton sebagaimana pada gambar 3.11.



Gambar 3.11 Nilai *Slump* Beton (Sumber: <http://lauwtjunnji.weebly.com>)

3.8.5.2. Pengujian Kuat Lentur (*Flexural Strength*)

Kekuatan elemen (penampang) yang mengalami lentur tergantung pada distribusi material pada penampang, juga jenis materialnya. Sebagai respon (reaksi) atas adanya lentur yang bekerja pada penampang struktur maka penampang akan memberikan gaya perlawanan (aksi) untuk mengimbangi gaya tarik dan tekan yang terjadi pada penampang. (Mulyono, 2004). Metode pengujian dalam hal ini dengan dua titik pembebanan dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam melaksanakan pengujian kuat lentur beton di laboratorium. Tujuan metode ini adalah untuk memperoleh nilai kuat lentur beton normal guna keperluan perencanaan dan pelaksanaan.

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3, ketentuan minimum untuk kuat lentur pada umur 28 hari untuk perkerasan beton semen sebagaimana pada tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kuat Lentur Minimum Untuk Perkerasan Beton Semen

Uraian	Syarat Kuat Lentur (Kg/cm ²)
Beton percobaan campuran	Fs 47 untuk 28 hari
Perkerasan beton semen (Pengendalian produksi)	Fs 45 untuk 28 hari
Metoda pengujian	SNI 03-4431-1997

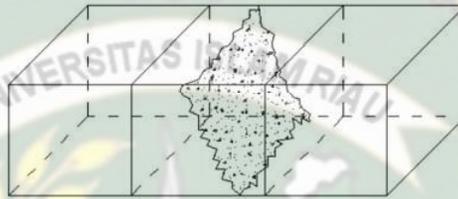
Sumber: Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 revisi 3

Kekuatan kurang beton dengan kuat lentur dalam 28 hari antara 90% dan 100% dari kuat lentur minimum yang disyaratkan dapat diterima dengan pengurangan 4% harga satuan untuk setiap 1 kg/cm² (0,1 MPa). Jika kuat lentur dalam 28 hari untuk setiap lot kurang dari 90% dari kuat lentur beton minimum yang disyaratkan maka lot yang diwakili pengujian balok ini harus dibongkar dan diganti.

Untuk perhitungan kuat lentur beton sesuai SNI 4431-1997, dapat dihitung dengan persamaan:

- i. Untuk pengujian dimana bidang patah retak di (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut.

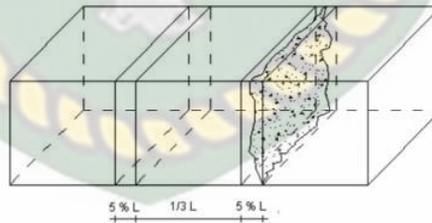
$$\sigma_1 = \frac{P_1}{b \cdot h^2} \quad (3.4)$$



Gambar 3.12 Patah Pada 1/3 Bentang Tengah (SNI 4431-1997)

- ii. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada diluar pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), dan jarak antara titik pusat dan titik patah kurang dari 5% dari jarak antara titik perletakan maka kuat lentur betondihitung menurut persamaan sebagai berikut.

$$\sigma_1 = \frac{P_1 \cdot a}{b \cdot h^2} \quad (3.5)$$



Gambar 3.13 Patah Diluar Bentang Tengah Dan Garis Patah Pada <5% Dari Bentang (Sumber: SNI 4431-1997)

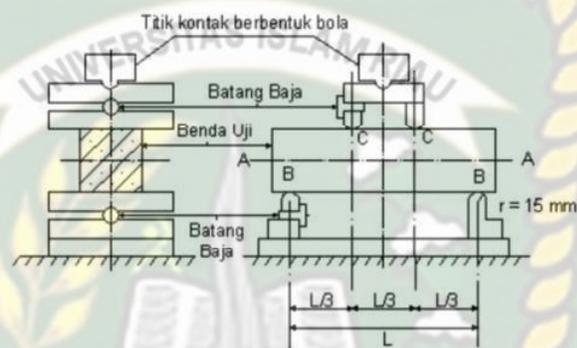
dengan pengertian :

σ_1 = Kuat lentur benda uji (MPa).

P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji dalam KN (sampai 3

angka di belakang koma).

- l = Jarak bentang antara dua garis perletakan (mm).
- b = Lebar tampang lintang patah arah horizontal (mm).
- h = Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm).
- a = Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar yang terdekat, diukur pada 4 tempat pada sisi titik dari bentang (m).



Gambar 3.14 Sketsa Pengujian Kuat Lentur (Sumber: SNI 4431-1997)



Gambar 3.15 Mesin Uji Kuat Lentur (Sumber: Dokumentasi)

3.8.5.3. Pengujian Kuat Tekan Dengan *Core Drill*

Pengujian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat-sifat lain. Sedangkan parameter dalam pengujiannya adalah dengan memberikan beban penekanan pada benda uji menggunakan alat uji tekan UTM (*Universal Testing Machine*) hingga benda uji mengalami keretakan.

Pengujian *core drill* atau pengujian beton inti adalah suatu metode dengan melakukan pengambilan sampel beton pada struktur sebuah bangunan, Sampel yang telah diambil tersebut (berbentuk silinder) selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan sebuah pengujian seperti kuat tekan, Pengambilan dari contoh tersebut dilakukan dengan sebuah alat bor yang mata bornya berupa sebuah pipa yang terbuat dari intan, sehingga diperoleh contoh beton berupa sampel dalam bentuk silinder. Metode pengujian kuat tekan beton inti harus memenuhi SNI 03-3403-1994. Rumus yang digunakan yaitu.

$$f_c' = \frac{P}{\left(\frac{3,14}{4}\right)\phi^2} \quad (3.6)$$

dimana :

- f_c' = Kuat tekan dalam Mpa
- P = Beban uji maksimum dalam N
- ϕ = Diameter rata-rata dalam mm

Faktor pengali C_o adalah sebagai Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Faktor Pengali C_o

Arah pengambilan benda uji	C_o
1. Horisontal (tegak lurus pada arah tinggi dari struktur beton)	1
2. Vertikal (sejajar dengan arah tinggi dari struktur beton)	0,92

Sumber : SNI 03-3403-1994

Faktor pengali C_1 adalah faktor pengali yang berhubungan dengan rasio panjang sesudah diberi lapisan untuk kaping (l') dengan diameter ϕ dari benda uji, Nilai C_1 didapat dari tabel berikut.

Tabel 3.7 Faktor Pengali C_1

l'/ϕ	C_1
1,75	0,98
1,50	0,96
1,25	0,93
1,00	0,87

Sumber: SNI 03-3403-1994

Faktor pengali C_2 adalah faktor pengali karena adanya kandungan tulangan besi dalam benda uji beton inti yang letaknya tegak lurus terhadap sumbu benda uji. Apabila kandungan tulangan besi yang letaknya tegak lurus pada sumbu benda uji hanya satu batang, maka :

$$C_2 = 1,0 + 1,5 \left(\frac{d}{\phi} \times \frac{h}{l} \right) \quad (3.7)$$

Apabila kandungan tulangan besi yang letaknya tegak lurus pada sumbu benda uji jumlahnya lebih dari satu batang, maka :

$$C_2 = 1,0 + 1,5 \frac{\sum(d,h)}{\phi, l} \quad (3.8)$$

dimana :

- d = Diameter batang tulangan (mm)
- ϕ = Diameter rata-rata benda uji (mm)
- h = Jarak terpendek antara sumbu tulangan dengan ujung benda uji (mm)
- l = Panjang benda uji sebelum diberi lapisan untuk kaping (mm)

Kuat tekan yang dikoreksi, dihitung sesuai dengan ketelitian 0,5 MPa dengan menggunakan rumus :

$$f'_{cc} = C_0, C_1, C_2, f'_c \quad (3.9)$$

dimana :

f'_{cc} = Kuat tekan beton inti yang dikoreksi dalam MPa.

F_c' = Kuat tekan beton inti dalam MPa.

C_0 = Faktor pengali arah pengambilan benda uji.

C_1 = Faktor pengali rasio kaping.

C_2 = Faktor pengali kandungan tulangan besi.

Benda uji bor inti harus memenuhi seperti yang dijelaskan pada SNI 03-3403-1994, yaitu:

- Benda uji harus rata sisi atas dan bawah (*caping*).
- Penyimpangan kerataan < 1 mm.
- Benda uji tidak boleh ada besi yang vertikal.
- Benda uji tidak boleh cacat.
- Diameter tidak boleh kurang 90 mm, $L/d \geq 0,95$.

Menurut SNI 2492 2002, dijelaskan bahwa untuk pengujian bor inti harus diuji dengan rentang antara ≥ 48 jam sampai ≤ 7 hari setelah pengeboran dilakukan dilapangan dengan diameter benda uji minimal 100 mm atau >3 d (agregat terbesar pada campuran). Menurut Pd T-07-2005-B yaitu tentang pelaksanaan pekerjaan beton untuk jalan dan jembatan, bahwa untuk memeriksa akurasi hasil pengujian bor inti lokasi yang diwakili kuat tekan benda uji bor inti yang tidak menentu (eratik) boleh diuji ulang.



Gambar 3.16 *Compression Machine Test* (Sumber: Dokumentasi)

3.8.5.4. Hubungan Antara Kuat Tekan (f_c') dan Kuat Lentur (f_{cf}) Beton

Hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton ini suatu cara bertujuan untuk mengkonversikan antara dua jenis pengujian dengan ketentuan jenis mutu beton yang berbeda. Menurut Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah dalam Pd T-14-2003 untuk korelasi antara kuat lentur dengan kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus :

$$f_{cf} = K (f_c')^{0,50} \text{ dalam MPa} \quad (3.10)$$

$$f_{cf} = 3,13 K (f_c')^{0,50} \text{ dalam kg/cm}^2 \quad (3.11)$$

Dengan pengertian :

f_c' = Kuat tekan beton karakteristik 28 hari (kg/cm^2).

f_{cf} = Kuat lentur beton 28 hari (kg/cm^2).

K = Konstanta, 0,7 untuk agregat tidak dipecah dan 0,75.
untuk agregat dipecah.

3.9 Rata-Rata (*Mean*), Standar Deviasi (*s*), Dan Koefisien Variasi (*v*)

3.9.1. Rata-Rata (*Mean*)

Mean merupakan jumlah nilai suatu data dalam kelompok dibagi banyaknya data, Rumus untuk menghitung rata-rata menurut Irwan dan Haryono (2015), adalah sebagai berikut,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.12)$$

Dimana :

\bar{x} adalah rata-rata (*mean*)

n adalah jumlah benda uji

3.9.2. Deviasi Standar (*s*)

Standar deviasi adalah identifikasi penyimpangan yang terjadi dalam sekelompok data. Rumus untuk menghitung deviasi standar menurut Mulyono, (2004) digunakan :

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.13)$$

Dengan x_i merupakan data pada sub group atau sampel yang diamati, n merupakan banyaknya sampel dalam tiap observasi dan \bar{x} nilai rata-rata.

Tabel 3.8 Deviasi Standar Sebagai Kontrol Mutu Pelaksanaan

Volume Pekerjaan	Mutu Pelaksanaan (MPa)		
	Baik Sekali	Baik	Dapat diterima
Kecil (<1000 m ³)	4,5 < s ≤ 5,5	5,5 < s ≤ 6,5	6,5 < s ≤ 8,5
Kecil (1000 – 3000 m ³)	3,5 < s ≤ 4,5	4,5 < s ≤ 5,5	5,5 < s ≤ 5,5
Besar (≥ 3000 m ³)	2,5 < s ≤ 3,5	3,5 < s ≤ 4,5	4,5 < s ≤ 6,5

Sumber : PBI NI-2 1971

3.9.3. Koefisien Variasi (v)

Deviasi standar yang dinyatakan dari kekuatan rata-rata dinamakan koefisien variasi. Untuk menghitung dapat dihitung dengan dengan rumus :

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \quad (3.14)$$

Dengan, σ = Deviasi standar, dan \bar{x} = Kekuatan rata-rata

Menurut SNI 03-6815-2002, terdapat beberapa kriteria standar kontrol beton untuk koefisien variasi. Standar tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.9.

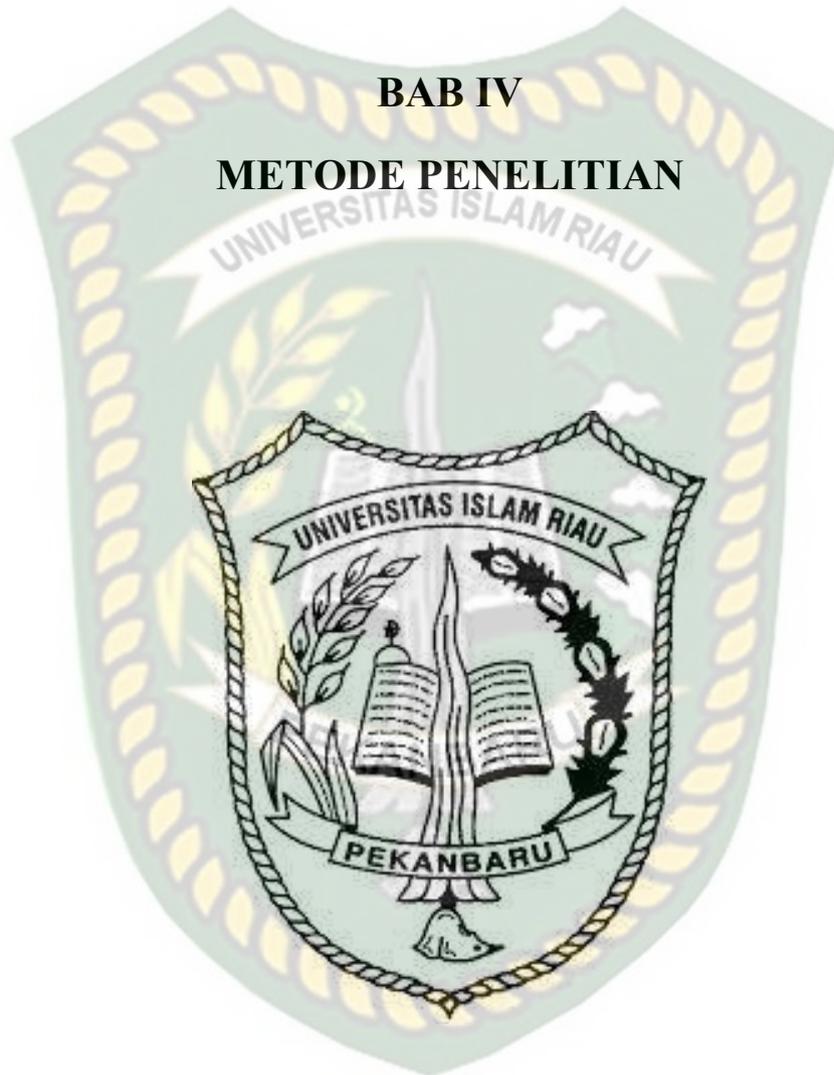
Tabel 3.9 Standar Kontrol Beton Untuk Koefisien Variasi

Variasi Keseluruhan					
Klas Operasi	Koefisien variasi untuk kontrol 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

Sumber : SNI 03-6815-2002

**KAJIAN PENGENDALIAN MUTU BETON PADA PELAKSANAAN
PERKERASAN KAKU PROYEK PENINGKATAN
JALAN DI PROVINSI RIAU**

**BAB IV
METODE PENELITIAN**



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek peningkatan jalan di Provinsi Riau tepatnya di Kecamatan Mandau, yaitu pada STA. 00+000 – STA. 04+383. Untuk sketsa lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Lokasi Penelitian

4.2. Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer ialah data yang didapat langsung dari sumbernya dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Data primer pada penelitian ini berupa pengamatan langsung di lapangan yang telah diolah yaitu berupa uji *slump*.

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung dari sumbernya. Data skunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan mengumpulkan data yang diperoleh dari Lembaga Aplikasi Teknik Universitas Islam Riau (LAPI UIR), data tersebut terdiri dari:

- a. Data hasil uji baja tulangan beton (laboratorium).
- b. Data hasil uji beton (laboratorium).
- c. *Job Mix Formula*.
- d. Gambar rencana.
- e. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 devisi 5.

4.3. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahap pelaksanaan penelitian ini dilakukan secara garis besar sebagaimana bagan alir dan secara detail sebagai berikut :

1. Persiapan

Persiapan, melakukan observasi awal untuk pengenalan proyek yang menjadi objek penelitian, serta mempersiapkan surat-surat administrasi perizinan dalam melaksanakan penelitian.

2. Pengumpulan Data

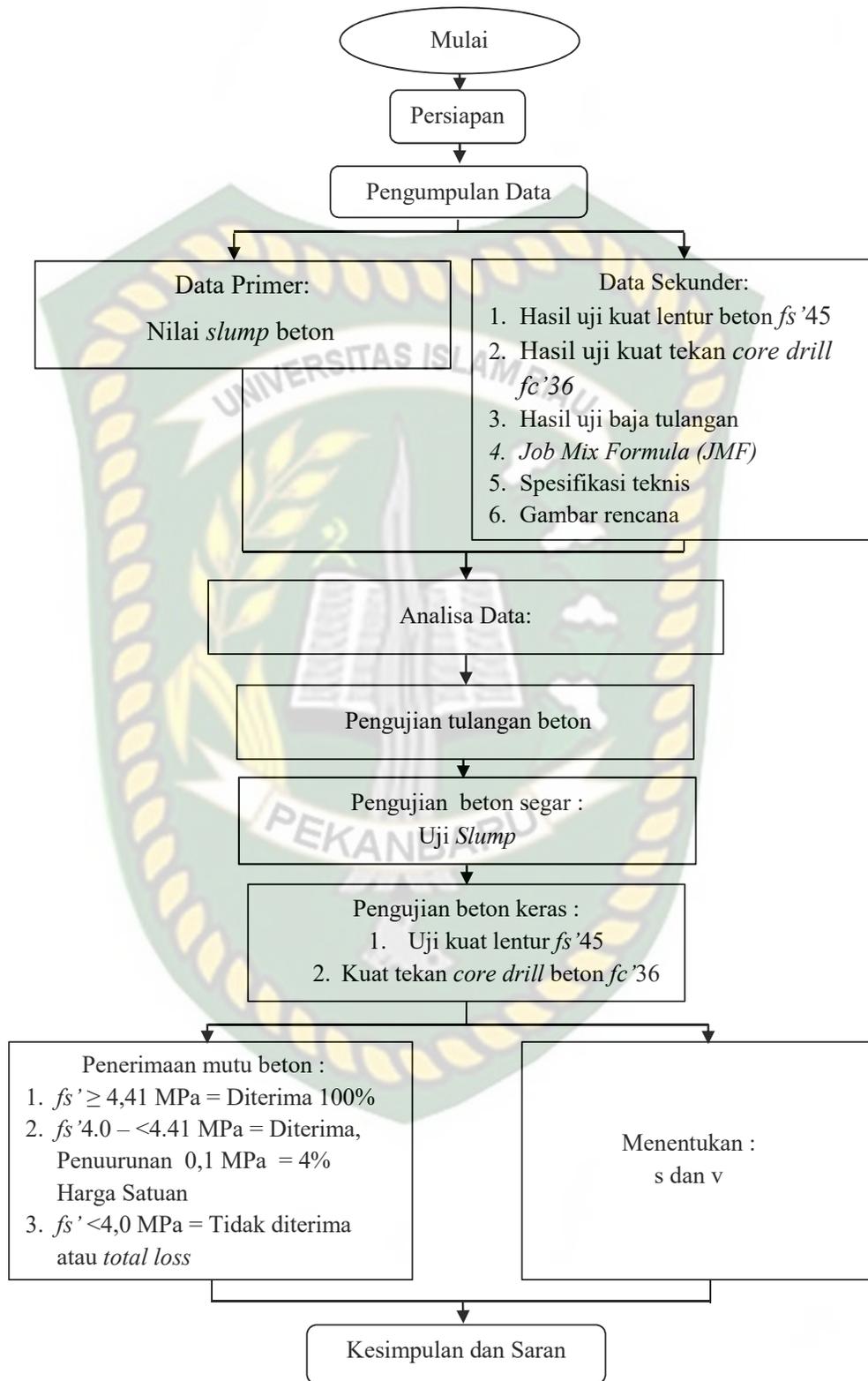
Dalam upaya memperoleh data yang dibutuhkan untuk penelitian, teknik yang digunakan untuk pengumpulan data yaitu data primer yang berupa data pengamatan langsung di lapangan, serta data sekunder yang berupa hasil pengujian pelaksanaan perkerasan kaku di laboratorium.

3. Teknik Analisa Data

Dalam melakukan analisa, adapun analisa yang dilakukan adalah dengan membandingkan hasil uji baja tulangan, nilai *slump*, hasil uji beton, standar deviasi, koefisien variasi, serta penerimaan dan resiko apabila mutu beton tidak memenuhi berdasarkan spesifikasi.

4. Hasil Analisa, hasil yang didapat berupa hasil pengendalian mutu beton dari pengujian laboratorium dalam pelaksanaan pekerjaan perkerasan kaku.
5. Pembahasan, pembahasan yang dilakukan adalah dengan membandingkan hasil pengujian beton di laboratorium berdasarkan spesifikasi pekerjaan.
6. Kesimpulan dan Saran, dari hasil pembahasan maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini bagaimana hasil pengendalian mutu beton pekerjaan perkerasan kaku dari beberapa pengujian terhadap standar yang di pakai.

Adapun skema tahapan pelaksanaan penelitian ini dibuat dalam bentuk bagan alir untuk menyederhanakan urutan langkah rangkaian dari suatu proses ke proses lainnya sehingga mudah dipahami dan mudah dilihat bagi pembaca. Bagan alir penelitian sebagaimana pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Bagan Alir Penelitian

4.4. Cara Analisis

Cara analisa bertujuan untuk menjelaskan lebih detail dalam penelitian ini seperti yang dirangkum dalam bagan alir Gambar 4.2. Adapun cara-cara menganalisis tersebut adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kalsifikasi hasil pengujian baja tulangan beton dengan membandingkan menurut Pd T-14-2003.
2. Menganalisa hasil nilai *slump* beton mengacu dalam Pd T-07-2005-B.
3. Menentukan klasifikasi mutu pelaksanaan beton berdasarkan standar deviasi dalam PBI NI-2 1971 dan koefisien variasi dalam SNI 03-6815-2002.
4. Menganalisa penerimaan mutu beton serta resiko yang terjadi dalam pelaksanaan perkerasan kaku berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3.

**KAJIAN PENGENDALIAN MUTU BETON PADA PELAKSANAAN
PERKERASAN KAKU PROYEK PENINGKATAN
JALAN DI PROVINSI RIAU**

**BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN**



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Gambaran Umum Penelitian

Proyek Peningkatan Jalan yang berada di Kecamatan Mandau Provinsi Riau yang menjadi objek dari penelitian ini merupakan salah satu proyek pemerintah Dinas Pekerjaan Umum Dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten Bengkalis, dimana pada tahun 2019 telah dilakukan pekerjaan pembangunan. Proyek tersebut dibiayai oleh Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah APBD Kabupaten Bengkalis tahun anggaran 2019.

Sesuai dengan Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Jalan dan Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang jalan, berdasarkan fungsinya jalan tasik serai menuju batas kecamatan Mandau adalah jalan kolektor dengan ciri-ciri perjalanan jarak sedang, menghubungkan antar kota, dan kecepatan rata-rata sedang.

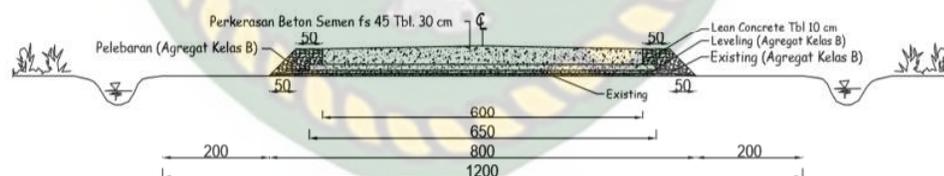
Kondisi badan jalan sebelum dilakukan pekerjaan (eksisting) pada permukaan yaitu berupa agregat *base B*. Untuk keadaan topografi ruas jalan tersebut berada di daerah dataran, Banyak kendaraan dengan muatan berat yang sebagian besar truk memuat hasil perkebunan kelapa sawit maupun kendaraan warga sekitar yang melintas di sepanjang ruas jalan tersebut. Jalan tersebut merupakan bagian dari ruas jalan lingkaran timur kota Duri sebagai jalan alternatif yang menghubungkan antara kota Duri menuju kota Dumai ataupun sebaliknya. Perencanaan perkerasan jalan ini menggunakan jenis perkerasan kaku atau *rigid pavement* (beton) dengan anyaman tunggal yang terletak di atas lapis pondasi campuran beton kurus (*wet lean concrete*). Berdasarkan hasil survey dan pengumpulan data-data maka penelitian ini melakukan kajian pengendalian mutu dengan membandingkan hasil mutu beton realisasi dengan spesifikasi pekerjaan maupun Standar Nasional Indonesia.

5.2. Data Teknis Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)

Data teknis perencanaan perkerasan kaku (*rigid pavement*) sebagai berikut :

- a. Jenis Jalan : Kabupaten.
- b. Fungsi Jalan : Jalan Kolektor.
- c. Panjang Jalan : 4383 meter (Sta, 0+000 – Sta, 4 +383),
- d. Tipe Jalan : 1 jalur, 2 lajur, 2 arah.
- e. Jenis Perkerasan : Perkerasan kaku (*rigid pavement*) dengan anyaman tunggal.
- f. Mutu Beton *rigid* : $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$, tebal 30 cm.
- g. Mutu *Lean concrete* : $f_c' 10 \text{ Mpa}$, tebal 10 cm.
- h. Mutu baja tulangan :
 1. *Tie-bar* = Min. BJTS/D 24 D16 mm.
 2. *Dowel* = Min. BJTP 24 $\phi 22$ mm.
 3. *Space bar* = Min. BJTP 24 $\phi 10$ mm.
- h, Base B (*leveling*) : 10 cm.
- g, Lebar Perkerasan : 6 meter.
- h, Lebar Bahu Jalan : 1,0 meter.
- i, Kemiringan Melintang : 2 %.

Untuk melihat *typical cross* perkerasan kaku pada proyek Peningkatan Jalan A di Provinsi Riau, dapat dilihat pada Gambar 5.1:



Gambar 5.1 *Typical Cross* Perkerasan Kaku (Sumber: Gambar Rencana)

Gambar *typical cross* perkerasan kaku pada masing-masing *stationing* jalan, sebagaimana pada gambar rencana pada lampiran B-1.

5.3. Hasil Pengujian Perkerasan Kaku

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui mutu pelaksanaan pekerjaan pada perkerasan kaku. Dalam penelitian ini jenis perkerasan kaku yaitu dengan menggunakan anyaman tunggal, bahan yang digunakan meliputi baja tulangan dan beton semen. Hasil dari masing-masing mutu bahan tersebut dijelaskan sebagai berikut.

5.3.1. Hasil Uji Mutu Baja Tulangan Beton

Pengujian mutu baja tulangan beton dengan uji kuat tarik dilakukan untuk mengetahui batas kuat leleh (f_y) dan kuat tarik (f_u). Berdasarkan hasil uji kuat tarik baja yang dilakukan di laboratorium teknik sipil UNRI.

Untuk perhitungan kuat leleh (f_y) tulangan besi *dowel* dapat dihitung dengan persamaan rumus 3,1 yaitu.

$$F_y = \frac{P_y}{A_{so}}$$

Data sampel : Beban tarik leleh (P_y) = 60491 N
: Luas penampang (A_{so}) = 151,75 mm

Maka, $F_y = \frac{P_y}{A_{so}}$

$$F_y = \frac{60491}{151,75}$$

$$F_y = 398,63 \text{ N/mm}^2$$

Untuk perhitungan kuat tarik putus (f_u) tulangan besi *dowel* dapat dihitung dengan persamaan 3.2.

$$F_s = \frac{P_{maks}}{A_{so}}$$

Data sampel : Beban tarik putus (P_{maks}) = 87355 N
: Luas penampang (A_{so}) = 151,75 mm

Maka, $F_s = \frac{P_{maks}}{A_{so}}$

$$F_s = \frac{87355}{151,75}$$

$$F_s = 575,66 \text{ N/mm}^2$$

Hasil pengujian kuat tarik selengkapnya berdasarkan lampiran A-1 dapat dilihat sebagaimana pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil Uji Kuat Tarik Baja Tulangan

No.	Fungsi baja tulangan	Minimal mutu tulangan	Dia, (mm)	Hasil kuat leleh (f_y)	Hasil kuat tarik (f_s)
				N/mm ²	N/mm ²
1,	<i>Space bar</i>	BJTP 24	10 A	347,54	490,54
			10 B	354,90	492,76
			Rata-rata	351,22	491,65
2,	<i>Tie-bar</i>	BJTD/S 24	16 A	503,38	629,98
			16 B	500,18	628,82
			Rata-rata	501,78	629,4
3,	<i>Dowel</i>	BJTP 24	22 A	398,63	575,66
			22 B	401,18	578,15
			Rata-rata	399,90	576,90

Sumber: Tim Lembaga Aplikasi Teknis UIR

Dari hasil Tabel 5.1 pengujian kuat tarik baja diketahui bahwa kualitas baja yang dipakai sebagai tulangan beton pada perkerasana kaku (*rigid pavement*), Dimana untuk tulangan *space bar* dengan diameter 10 mm didapatkan kuat leleh (f_y) rata-rata sebesar 351,22 MPa nilai tersebut memenuhi spesifikasi yaitu > 240 MPa dan untuk kuat tarik (f_s) didapatkan sebesar 491,65 MPa. Hasil pengujian tulangan *tie-bar* sebagai sambungan memanjang untuk kuat leleh (f_y) dari hasil sampel pengujian didapatkan rata-rata 501,78 MPa nilai tersebut memenuhi batas minimal yaitu 240 MPa dan untuk kuat tarik (f_s) didapatkan sebesar 629,4 MPa dapat disimpulkan untuk kualitas tulangan *tie-bar* memenuhi spesifikasi. Hasil pengujian tulangan *dowel* sebagai sambungan melintang dengan kelas baja tulangan BJTP 24 untuk kuat leleh (f_y) diperoleh sebesar 399,90 MPa dan kuat tarik (f_s) 576 MPa nilai tersebut lebih dari spesifikasi. Maka dapat disimpulkan untuk mutu tulangan *dowel*, *tie-bar*, dan *space bar* memenuhi syarat.

5.3.2. Hasil Pengujian Mutu Beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$

Pengujian mutu beton perlu dilakukan untuk mengetahui mutu beton dalam keadaan segar maupun keras sebagai kebutuhan analisa terhadap pengendalian mutu maupun penerimaan pekerjaan beton. Pada penelitian ini pengujian mutu beton dilakukan dengan metode uji *slump* untuk beton segar di lapangan dan pengujian laboratorium dengan metode kuat lentur beton serta kuat tekan beton dari *core drill* untuk mengetahui mutu beton keras.

5.3.2.1 Pengujian *Slump* Beton

Campuran beton (*mix design*) bertujuan untuk mengetahui proporsi campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Berdasarkan proporsi campuran kerja *Job Mix Formula (JMF)* pada Lampiran A-2 yang digunakan dalam pembuatan beton pada perkerasan kaku dengan mutu beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ pada proyek peningkatan jalan perkerasan kaku dapat dilihat pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Proporsi Campuran Beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ Tiap 1 m^3

No	Jenis Material	Jumlah (kg)
1	a). Agregat kasar Split 2-3 (32%)	557,63
	b). Agregat kasar Split 1-2 (33%)	575,05
2	Agregat Halus / Pasir (35%)	609,90
3	Semen	480
4	Air	182,4
Total		2404,9

Sumber: Tim Lembaga Aplikasi Teknis UIR

Dari Tabel 5.2 dapat dilihat pemakaian semen, air, agregat halus, dan agregat kasar dalam tiap 1 m^3 pada pencampuran bahan penyusun beton perkerasan kaku dengan mutu rencana $f_s' 45$.

Pengujian *slump* dilakukan pada saat selesai membuat campuran. Dengan kata lain uji *slump* beton ini untuk mengontrol mutu beton segar dengan cara mengetahui seberapa baik campuran adukan beton tersebut diproduksi di unit

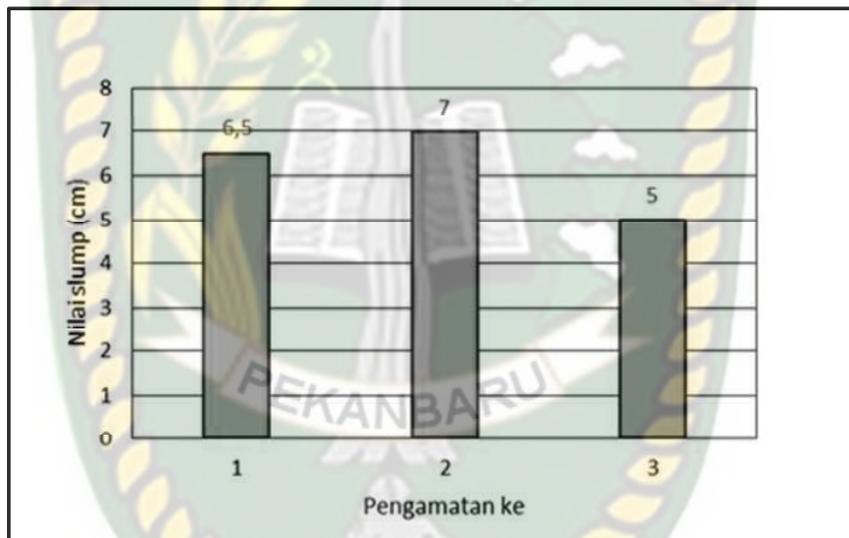
pencampur atau *batching plant* beton, Berdasarkan pengamatan di lapangan hasil pengujian *slump* pada pelaksanaan sebagaimana pada Tabel 5.3 dan Gambar 5.2.

Tabel 5.3 Hasil Uji Nilai *Slump*

Pengamatan uji <i>slump</i> ke	FAS	Nilai <i>slump test</i> (cm)	Keterangan
1	0,38	6,5	Memenuhi spesifikasi
2	0,38	7,0	Memenuhi spesifikasi
3	0,38	5,0	Memenuhi spesifikasi
Rata-rata		6,16	Memenuhi spesifikasi

Sumber: Pengamatan Langsung

Untuk memperjelas tabel nilai hasil uji *slump* dapat dilihat pada Gambar 5.2.



Gambar 5.2 Grafik Uji *Slump*

Pemeriksaan nilai *slump* beton dimaksudkan untuk mengetahui konsistensi dan sifat *workability* sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan. Nilai *slump* yang rendah menunjukkan beton tersebut kental sedangkan nilai *slump* yang tinggi menunjukkan bahwa beton tersebut encer. Berdasarkan Tabel 5.3 dan Gambar 5.2 diatas nilai *slump* pada tiga kali pengamatan, diperoleh hasil nilai *slump* 6,5 cm, 7,0 cm, dan 5,0 cm dengan rata rata nilai *slump* yaitu 6,16 dengan Faktor Air Semen (FAS) 0,38, hal ini masih dalam batas spesifikasi yaitu untuk

perkerasan jalan beton nilai *slump* standarnya 5,0 cm sampai 7,5 cm dengan nilai *slump* tersebut maka dapat diartikan untuk nilai *slump* berdasarkan beberapa pengamatan pada pelaksanaan perkerasan kaku memenuhi dalam spesifikasi.



Gambar 5.3 Pegujian *Slump* Beton (dokumentasi)

5.3.2.2 Standar Deviasi dan Koefisien Variasi Dari Hasil Kuat Lentur Beton

Pengujian kuat lentur pada pelaksanaan perkerasan kaku dilakukan di dua laboratorium yaitu laboratorium teknik sipil UIR sebagai laboratorium dari tim audit Lembaga Aplikasi Teknik UIR dan laboratorium PT Zhafira Tetap Jaya sebagai kontraktor pelaksana.

Perhitungan untuk hasil kuat lentur balok beton pada *station* 0 + 000 sebagaimana pada uraian berikut.

Dengan menggunakan persamaan 3.4 yaitu kuat lentur = $\sigma_1 = \frac{P \cdot l}{b \cdot h^2}$

Data sampel uji 1 : a) Beban maksimum (P) = 42 KN
 = 42 x 101,97 = 4282,74 kg
 = 4282,74 x 10 = 42827,4 N

b) Jarak bentang (l) = 450 mm
 c) Lebar patahan (b) = 165 mm
 d) Tinggi patahan (h) = 150 mm

Maka, $\sigma_1 (fs')$ = $\frac{P \cdot l}{b \cdot h^2}$

$$= \frac{42827,4 \times 450}{165 \times (150^2)}$$

$$= 5,19 \text{ MPa} \times 10,2 = 52,95 \text{ kg/cm}^2$$

Konversi f_s' ke f_c' = $(f_s'/0,75)^2$

$$= (5,19/0,75)^2$$

$$= 47,89 \text{ MPa}$$

Untuk hasil uji kuat lentur selengkapnya berdasarkan Lampiran A-3 yaitu pengujian kuat lentur beton, hasil uji dapat dilihat pada tabel 5.4.

Tabel 5.4 Standar Deviasi dan Koefisien Variasi Dari Hasil Kuat Lentur Beton

No.	Hasil uji kuat lentur (f_s') rata-rata >28 hari		Konversi ke f_c' (MPa)	$(f_c' - f_c' \bar{r})$	$(f_c' - f_c' \bar{r})^2$
	Kg/cm ²	MPa	(x_i)	($x_i - \bar{x}$)	($x_i - \bar{x}$) ²
1	52,95	5,19	47,89	7,74	59,97
2	45,49	4,46	35,36	-4,78	22,84
3	45,19	4,43	34,89	-5,25	27,60
4	45,49	4,46	35,36	-4,78	22,84
5	45,97	4,51	36,11	-4,04	16,29
6	47,33	4,64	38,27	-1,87	3,49
7	45,75	4,49	35,76	-4,38	19,20
8	51,17	5,02	44,74	4,60	21,15
9	60,49	5,93	62,52	22,37	500,56
10	46,38	4,55	36,75	-3,39	11,50
11	45,29	4,44	35,05	-5,10	25,97
12	45,46	4,46	35,31	-4,83	23,35
13	60,28	5,91	62,09	21,95	481,90
14	45,08	4,42	34,73	-5,41	29,28
15	47,26	4,63	38,16	-1,98	3,91
16	66,61	6,53	75,81	35,66	1271,91
17	45,19	4,43	34,89	-5,25	27,60
18	61,40	6,02	64,43	24,29	589,77

Tabel 5.4 Lanjutan

19	48,65	4,77	40,45	0,31	0,09
20	49,06	4,81	41,13	0,99	0,98
21	45,19	4,43	34,89	-5,25	27,60
22	63,65	6,24	69,22	29,08	845,66
23	58,09	5,70	57,66	17,52	306,83
24	64,97	6,37	72,14	31,99	1023,65
25	45,08	4,42	34,73	-5,41	29,28
26	45,14	4,43	34,81	-5,33	28,43
27	49,14	4,82	41,26	1,12	1,25
28	46,92	4,60	37,62	-2,52	6,37
29	48,38	4,74	40,00	-0,14	0,02
30	45,59	4,47	35,52	-4,62	21,35
31	44,37	4,35	33,64	-6,50	42,28
32	47,58	4,67	38,69	-1,45	2,11
33	46,31	4,54	36,64	-3,50	12,25
34	45,08	4,42	34,73	-5,41	29,28
35	45,08	4,42	34,73	-5,41	29,28
36	47,12	4,62	37,95	-2,20	4,83
37	45,75	4,49	35,76	-4,38	19,20
38	45,03	4,42	34,65	-5,49	30,13
39	45,80	4,49	35,84	-4,30	18,51
40	47,18	4,63	38,03	-2,11	4,47
41	45,08	4,42	34,73	-5,41	29,28
42	45,75	4,49	35,76	-4,38	19,20
43	45,90	4,50	36,00	-4,14	17,16
44	45,08	4,42	34,73	-5,41	29,28
45	45,76	4,49	35,79	-4,36	18,97
46	45,08	4,42	34,73	-5,41	29,28

Tabel 5.4 Lanjutan

47	47,50	4,66	38,55	-1,59	2,53
48	47,63	4,67	38,77	-1,37	1,88
49	46,26	4,54	36,56	-3,58	12,82
50	46,67	4,58	37,21	-2,93	8,60
51	47,23	4,63	38,11	-2,03	4,13
52	48,60	4,77	40,36	0,22	0,05
53	45,34	4,45	35,13	-5,02	25,17
54	46,61	4,57	37,13	-3,01	9,08
55	46,67	4,58	37,21	-2,93	8,60
56	49,27	4,83	41,47	1,33	1,77
57	48,86	4,79	40,79	0,65	0,42
58	45,14	4,43	34,81	-5,33	28,43
59	45,44	4,46	35,28	-4,86	23,61
60	45,19	4,43	34,89	-5,25	27,60
61	45,95	4,51	36,08	-4,06	16,50
62	46,46	4,56	36,89	-3,26	10,61
63	49,50	4,85	41,88	1,73	3,00
64	45,90	4,50	36,00	-4,14	17,16
65	46,21	4,53	36,48	-3,66	13,40
66	45,80	4,49	35,84	-4,30	18,51
Jumlah (Σ)			2649,39		91,21

Sumber: Tim Lembaga Aplikasi Teknis UIR

Perhitungan nilai standar deviasi dan koefisien variasi sebagai klasifikasi mutu dalam pelaksanaan pekerjaan beton sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{a. Rata-rata } (\bar{x}) &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \\
 &= \frac{2649,39}{66} \\
 &= 40,14
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Standar deviasi (s)} &= \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{91,21}{66-1}} \\
 &= 1,18
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Koefisien variasi (v)} &= \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \\
 &= \frac{1,18}{40,14} \times 100 \\
 &= 2,93 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil Tabel 5.4 dan perhitungan, nilai standar deviasi dari hasil kuat lentur yang telah dikonversikan menjadi kuat tekan didapat 1,18 dengan volume pekerjaan $>3000 \text{ m}^3$ maka mutu pelaksanaan menurut Tabel 3.8 dikategorikan “Sangat baik”. Nilai koefisien variasi berdasarkan perhitungan didapatkan nilai sebesar 2,93%, maka berdasarkan Tabel 3.9 termasuk dalam kategori “Terbaik”.

5.3.2.3 Standar Deviasi dan Koefisien Variasi Dari Hasil Uji Kuat Tekan

Dengan *Core Drill*

Pengujian kuat tekan beton dengan *core drill* ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan cara mengambil sampel uji dilapangan menggunakan alat bor beton berbentuk silinder. Pengujian sampel benda uji kuat tekan hasil *core drill* dilakukan di laboratorium bahan konstruksi UNRI,

Contoh perhitungan hasil kuat tekan beton inti pada *station* 0 + 125 sebagai berikut.

Dengan menggunakan persamaan 3.6 yaitu kuat lentur $= fc' = \frac{P}{(\frac{3,14}{4})\phi^2}$

Data sampel uji 1	: a) Beban maksimum (P)	= 490 KN x 101,97
		= 49965,3 kg
	b) Diameter (ϕ)	= 14 cm
	c) Tinggi sebelum <i>caping</i> (1)	= 27,58 cm
	d) Tinggi sesudah <i>caping</i> (1')	= 27,33 cm

$$\begin{aligned}
 \text{e) Luas} &= 153,86 \text{ cm} \\
 \text{f) } c_0 &= 0,92 \text{ (Tabel 3,7)} \\
 \text{g) } c_1 &= 0,98 \text{ (Tabel 3,8)} \\
 \text{h) } c_2 &= 1,0 + 1,5 \left(\frac{d}{\phi} \times \frac{h}{h_1} \right) \\
 &= 1,0 + 1,5 \left(\frac{8}{149} \times \frac{123,3}{203} \right) \\
 &= 1,064
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f'c &= \frac{P}{\left(\frac{3,14}{4}\right)\phi^2} \text{ (sebelum terkoreksi)} \\
 &= \frac{49965,3}{\left(\frac{3,14}{4}\right)14^2} \\
 &= 324,7 \text{ kg/cm}^2 \\
 &= 324,7/10,2 \\
 &= 31,83 \text{ MPa} \\
 f'cc &= f'c, c_0, c_1, c_2 \text{ (terkoreksi)} \\
 &= 31,83 \times 0,92 \times 0,98 \times 1,064 \\
 &= 30,54 \text{ MPa} \\
 &= 30,54 \times 10,2 = 311,508 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

Hasil uji kuat tekan *core drill* beton selengkapnya berdasarkan Lampiran A-4 sebagaimana disajikan dalam tabel 5,5.

Tabel 5.5 Standar Deviasi dan Koefisien Variasi Dari Hasil Kuat Tekan *Core Drill*

No,	Hasil Uji Kuat Tekan <i>Core Drill</i> Beton Umur > 90 hari		
	Hasil Uji $f'c'$ (Mpa)	$(f'c' - f'c'r)$	$(f'c' - f'c'r)^2$
	(xi)	$(xi - \bar{x})$	$(xi - \bar{x})^2$
1	30,54	-4,52	20,42
2	32,44	-2,62	6,86

Tabel 5,5 Lanjutan

3	34,00	-1,06	1,12
4	25,91	-9,15	83,69
5	41,65	6,59	43,45
6	39,40	4,34	18,85
7	38,78	3,72	13,85
8	32,35	-2,71	7,34
9	36,46	1,40	1,96
10	36,74	1,68	2,83
11	44,84	9,78	95,68
12	39,03	3,97	15,77
13	33,62	-1,44	2,07
14	35,04	-0,02	0,00
15	25,94	-9,12	83,14
16	34,01	-1,05	1,10
17	33,04	-2,02	4,07
18	37,26	2,20	4,85
Jumlah (Σ)	631,05		407

Sumber : Tim Lembaga Aplikasi Teknis UIR

Perhitungan nilai standar deviasi dan koefisien variasi sebagai klasifikasi mutu dalam pelaksanaan pekerjaan beton sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{a. Rata-rata } (\bar{x}) &= \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \\
 &= \frac{631,05}{18} \\
 &= 35,058
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. Standar deviasi } (s) &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \\
 &= \sqrt{\frac{407}{18-1}} = 4,89
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. Koefisien variasi (V)} &= \frac{s}{\bar{x}} \times 100 \\
 &= \frac{4,89}{35,058} \times 100 \\
 &= 13,96\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil Tabel 5.5 dan perhitungan, nilai standar deviasi dari hasil kuat tekan beton inti atau *core drill* didapat 4,89 dengan volume pekerjaan >3000 m³ maka mutu pelaksanaan menurut Tabel 3.8 dikategorikan “dapat diterima”. Untuk nilai koefisien variasi berdasarkan perhitungan didapatkan nilai sebesar 13,96%, maka menurut Tabel 3.9 termasuk dalam kategori “kurang”.

5.3.2.4 Hasil Hubungan Kuat Lentur (f_s') Dengan Kuat Tekan Beton (f_c')

Hasil nilai kuat lentur dan kuat tekan beton dapat diperoleh dengan melakukan perhitungan menggunakan rumus korelasi. Nilai korelasi tersebut merupakan pendekatan dari hubungan antara kuat tekan beton dengan kuat lentur beton pada penelitian ini. Perhitungan korelasi nilai kuat lentur dan kuat tekan beton menggunakan persamaan 3.10 dengan rumus $f_{cf} = K \sqrt{f_c'}$ sebagai berikut:

$$\text{Kuat lentur balok rata-rata } (f_s') = 4,72 \text{ N/mm}^2 \text{ (Berdasarkan Tabel 5.4)}$$

$$\text{Kuat tekan bor inti rata-rata } (f_c') = 35,058 \text{ N/mm}^2 \text{ (Berdasarkan Tabel 5.5)}$$

$$\text{Maka, } f_s' = K \sqrt{f_c'}$$

$$4,72 = K \sqrt{35,058}$$

$$K = \frac{4,72}{\sqrt{35,058}}$$

$$K = 0,79$$

Hasil analisa nilai konstanta dari kuat lentur beton dengan kuat tekan hasil *core drill* disajikan pada Tabel 5.6.

Tabel 5.6 Nilai Konstanta (K) Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton

Umur benda uji	Rata-rata kuat lentur	Rata-rata kuat tekan <i>Core drill</i>	$K = \frac{f_s'}{\sqrt{f_c'}}$
	f_s' (N/mm ²)	f_c' (N/mm ²)	
>28 hari	4,72	35,058	0,79

Sumber : Hasil Analisa

Berdasarkan Tabel 5,6 dapat diketahui persamaan korelasi kuat lentur rata-rata beton dengan kuat tekan dari hasil uji *core drill* rata-rata pada umur beton lebih dari 28 hari adalah $f_s = 0,79\sqrt{f_c'}$.

5.3.3. Penerimaan Pekerjaan Beton f_s' 45 kg/cm²

Analisa penerimaan beton pekerjaan perkerasan kaku dimaksudkan untuk mengetahui diterima atau tidaknya pekerjaan berdasarkan mutu beton dari hasil uji laboratorium yaitu kuat lentur beton dan kuat tekan beton hasil *core drill* yang telah dikonversikan menjadi kuat lentur pada masing-masing *station* perkerasan kaku dengan berdasarkan pedoman Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Devisi 5 revisi 3, yaitu untuk toleransi penerimaan mutu beton pada spesifikasi mensyaratkan kuat lentur beton yang dapat diterima yaitu 90% dari f_s' rencana yaitu f_s' 45 kg/cm² (4,41 MPa) dengan pengurangan harga satuan yaitu setiap penurunan 1 kg/cm² atau 0,1 MPa akan dikurangi 4% dari harga satuan pekerjaan beton. Perhitungan penerimaan mutu beton dari hasil rata-rata kuat lentur dan kuat tekan bor inti beton dengan percepatan gravitasi 9,81 m/s² pada *station* 0+175 sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Hasil uji } f_s \text{ balok rata-rata} &= (52,95+45,49+45,19+45,49+45,9+47,3)/6 \\ &= 47,07 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Hasil uji kuat tekan } \textit{core drill} (f_c') = 30,54 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Konversi } f_c' \text{ ke } f_s' &= 0,75\sqrt{f_c'} \quad (\text{Pers. 3.10 untuk batu pecah}) \\ &= 0,75 \times \sqrt{30,54} \\ &= 4,14 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\text{Kuat lentur } (f_s') = 4,14 \times 10,2$$

$$= 42,22 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Toleransi minimal kuat lentur} = 90\% \times 4,41 = 4,0 \text{ MPa}$$

Hasil analisa penerimaan mutu beton dari hasil kuat lentur beton masing-masing *station* sebagaimana disajikan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.7 Penerimaan Mutu Beton $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ (4,41 MPa)

S T A	Hasil uji kuat lentur balok pelaksanaan (f_s') umur >28 hari			Hasil kuat lentur (f_s') dari <i>core drill</i> umur >90 hari			
	Rata-rata f_s'	Klasifikasi dan Pengurangan Harga Satuan (%)		f_c' konv, ke f_s' rata-rata	f_c' konv, ke f_s' per sta,	Klasifikasi dan Pengurangan Harga Satuan (%)	
		Spesifikasi				Spesifikasi	
	MPa	4,41 MPa	4,5 MPa	MPa	MPa	4,41 MPa	4,5 MPa
$9,81 \text{ m/s}^2$		10 m/s^2	$9,81 \text{ m/s}^2$			10 m/s^2	
0 + 1 2 5	4,61	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,00	4,14		Toleransi	Toleransi
						10,80	14,40
0 + 3 7 5	4,99	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,00	4,27		Toleransi	Toleransi
						5,60	9,20
0 + 6 2 5	4,81	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,00	4,37		Toleransi	Toleransi
						1,60	5,20
0 + 8 7 5	5,20	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,00	3,82		Total loss	Total loss
						100	100

Tabel 5,7 Lanjutan

1 + 1 2 5	5,43	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,00		4,84	Ok	Ok
						0,00	0,00
1 + 3 7 5	4,58	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,00		4,71	Ok	Toleransi
						0,00	2,37
1 + 6 2 5	4,50	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,00		4,67	Ok	Ok
						0,00	0,00
1 + 8 7 5	4,49	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,40		4,27	Toleransi	Toleransi
						5,60	9,20
2 + 1 2 5	4,47	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,00		4,53	Ok	Ok
						0,00	0,00
2 + 3 7 5	4,52	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,00		4,55	Ok	Ok
						0,00	0,00
2 + 6 2 5	4,60	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,00		5,02	Ok	Ok
						0,00	0,00

Tabel 5.7 Lanjutan

2 + 8 7 5	-	-	-	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
3 + 1 2 5	4,66	Ok	Ok	4,44	4,69	Ok	Ok
						0,00	0,00
3 + 3 7 5	4,61	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	0,00
3 + 6 2 5	4,61	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	0,00
3 + 8 7 5	4,44	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	0,00
4 + 1 2 5	4,60	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	0,00
4 + 1 2 5	4,60	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	0,00

Tabel 5.7 Lanjutan

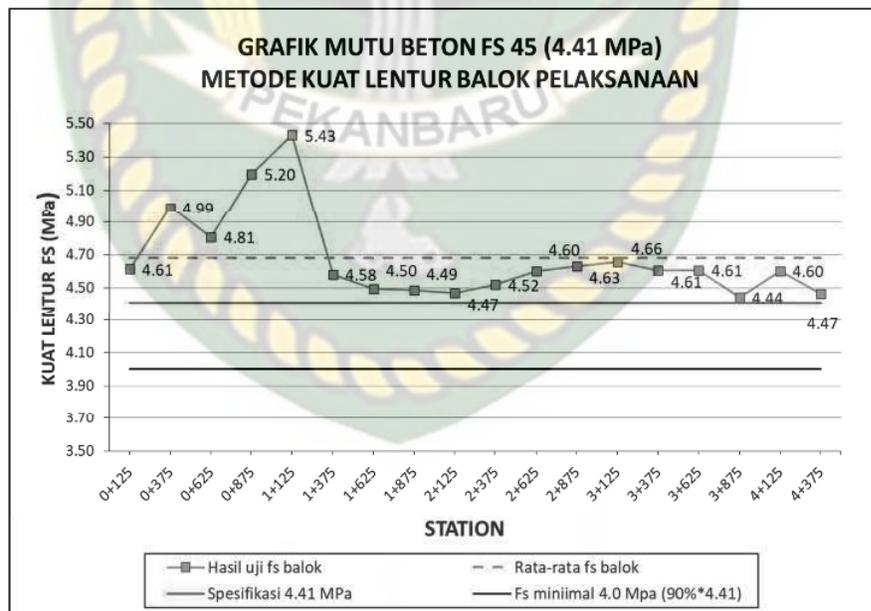
4 + 3 7 5	4,47	Ok	Ok	4,44		Ok	Toleransi
						0,00	2,37
		0,00	0,00		4,58	Ok	Ok
						0,00	0,00
Ra ta - rata	4,68	Ok	Ok	4,44	4,44	Ok	Toleransi
		0,00	0,00			0,00	2,37
Persentase (%)		106,1	104,0			100,7	98,7

Sumber: Hasil Analisa

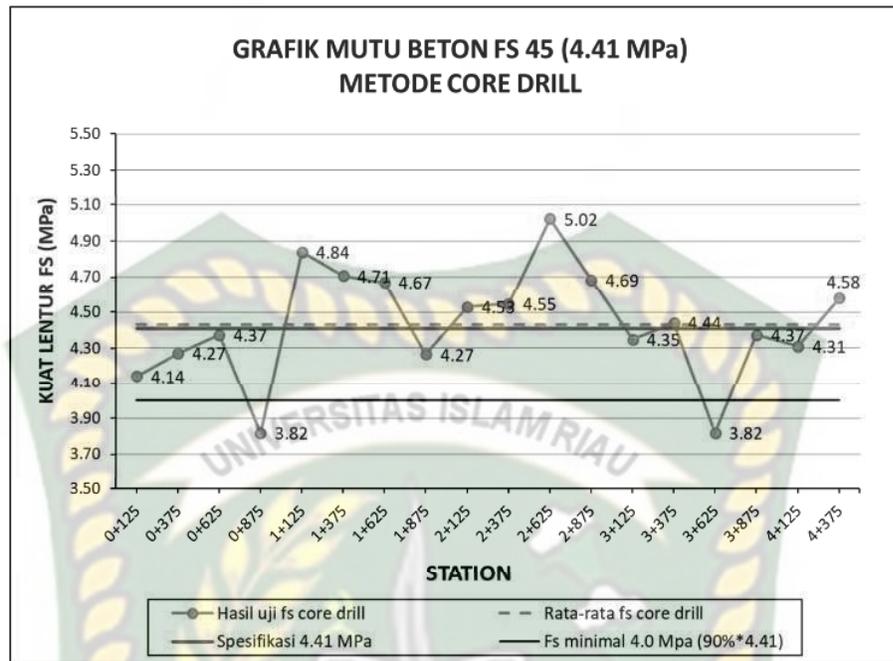
Keterangan :

- OK = Memenuhi $f_s \geq 4,41$ MPa,
- Toleransi = Memenuhi $f_s' \geq 4,0$ MPa sampai $< 4,41$ MPa.
- Total loss = Tidak diterima atau $f_s' < 4,0$ MPa.

Untuk memperjelas Tabel 5.7 penerimaan mutu beton dari hasil kuat lentur maka dibuat grafik sebagaimana disajikan pada Gambar 5.4 dan 5.5.



Gambar 5.4 Grafik Mutu Beton $FS' 45$ (4,41MPa) Metode Kuat Lentur Balok Pelaksanaan



Gambar 5.5 Grafik Mutu Beton FS' 45 (4,41MPa) Metode *Core Drill*

Berdasarkan dengan Tabel 5.7, Gambar 5.4 dan Gambar 5.5 didapatkan bahwa mutu beton dengan mutu rencana dengan percepatan gravitasi $9,81 \text{ m/s}^2$ yaitu $fs' 45 \text{ kg/cm}^2$ (4,41 MPa) dengan panjang STA 0+000 sampai 4+383. Hasil kuat lentur dari sampel balok saat pelaksanaan pada masing-masing *station* $>fs'$ 4,41 MPa, kuat lentur tertinggi berada di *station* 1+125 dengan nilai 5,43 MPa dan nilai terendah berada pada *station* 2+125 dan 4 +175 dengan nilai 4,47 MPa, rata-rata didapatkan sebesar 4,68 MPa dengan persentase 106,10%. Hasil kuat tekan (fc') bor inti (*core drill*) beton yang telah dikonversikan menjadi kuat lentur pada tiap-tiap *station* didapatkan nilai yang bervariasi antara 3,82 MPa sampai 5,02 MPa, namun untuk penerimaan mutu dari hasil *core drill* didasarkan pada rata-rata karena hanya satu sampel pengujian pada masing-masing *station* dan hasil kuat lenturnya didapatkan tidak menentu (eratik) sementara untuk rata-rata keseluruhan didapatkan sebesar 4,44 MPa dengan persentase terhadap spesifikasi 100,6%. Sehingga untuk penerimaan mutu beton dari hasil kuat lentur dengan percepatan gravitasi $9,81 \text{ m/s}^2$ memenuhi spesifikasi $fs' 45 \text{ kg/cm}^2$ (4,41 MPa).

Berdasarkan Tabel 5.7, jika hasil kuat lentur dengan menggunakan percepatan gravitasi 10 m/s^2 yaitu f_s' minimal 4,5 MPa, hasil kuat lentur balok saat pelaksanaan rata-rata didapatkan melebihi lebih dari kuat lentur minimal yaitu sebesar 4,68 MPa dan kuat lentur rata-rata dari hasil *core drill* didapatkan $<f_s' 4,5 \text{ MPa}$ yakni selisih 0,06 MPa dengan pengurangan harga satuan sebesar 2,37%.



**KAJIAN PENGENDALIAN MUTU BETON PADA PELAKSANAAN
PERKERASAN KAKU PROYEK PENINGKATAN
JALAN DI PROVINSI RIAU**

**BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN**



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, Maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

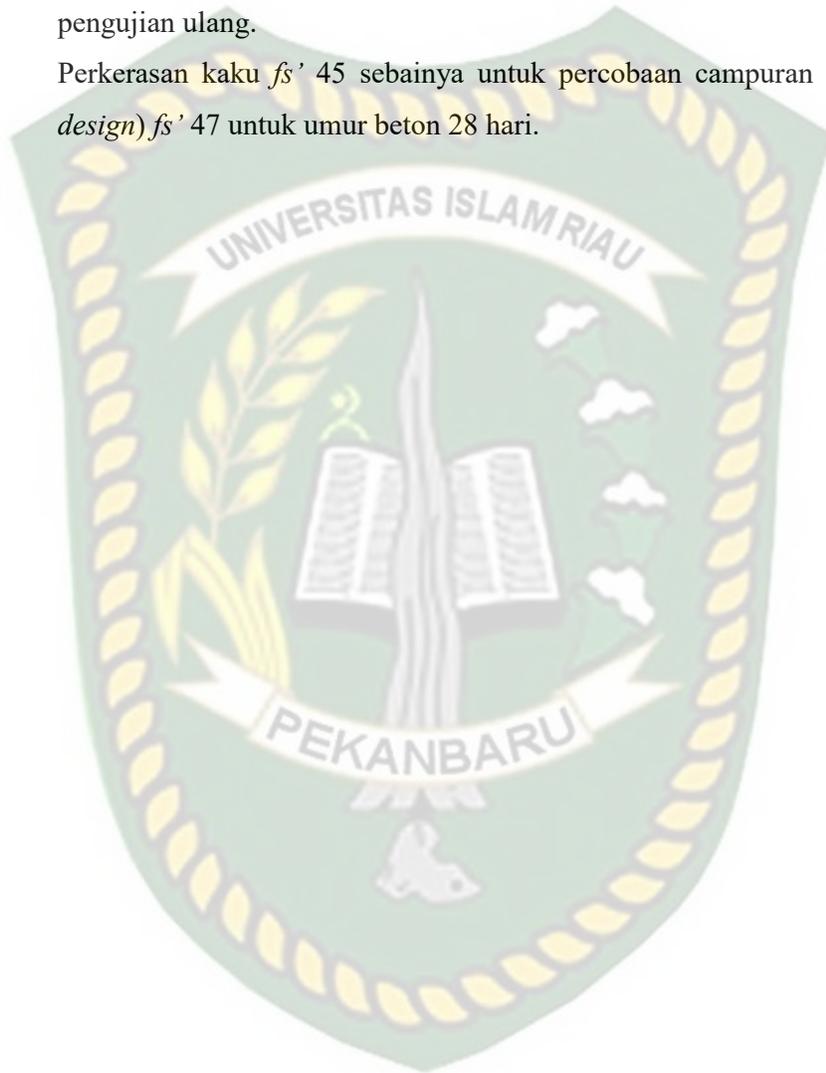
1. Mutu tulangan beton berdasarkan hasil pengujian uji tarik laboratorium memenuhi standar. *Job Mix Formula* yang dipakai di lapangan menunjukkan bahwa nilai *slump* memenuhi kriteria.
2. Hasil uji kuat lentur beton saat pelaksanaan menunjukkan tingkat keseragaman dari nilai standar deviasi dengan klasifikasi “sangat baik” dan nilai koefisien variasi dikategorikan “terbaik”. Sedangkan hasil uji kuat tekan dari hasil beton inti didapatkan nilai standar deviasi yang termasuk dalam klasifikasi “dapat diterima” dan nilai koefisien variasi dikategorikan “kurang”.
3. Hasil uji kuat lentur beton saat pelaksanaan serta hasil kuat tekan beton inti yang telah dikonversikan menjadi kuat lentur rata-rata didapatkan lebih dari $f_s' 45 \text{ kg/cm}^2$ atau 4,41 MPa, sehingga pekerjaan perkerasan kaku dari hasil mutu beton memenuhi Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Revisi 3 dan pekerjaan dapat diterima 100% tanpa adanya pengurangan harga satuan ataupun *total loss*.

6.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka penulis menyampaikan beberapa saran yang terkait pada penelitian ini. Antara lain sebagai berikut:

1. Untuk meminimalkan penurunan mutu beton di lapangan sebaiknya diperhatikan perawatan beton di lapangan serta harus diperhatikan cuaca saat pengecoran sehingga mutu beton dari sampel balok dan hasil *core drill* tidak terjadi penurunan yang signifikan.

2. Sampel uji silinder dari hasil *core drill* sebelum pengujian kuat tekan harus dirapikan serta dicapping sesuai dengan standar, sehingga akan menghasilkan kuat tekan yang akurat,
3. Hasil uji *core drill* yang tidak menentu (eratik) sebaiknya dilakukan pengujian ulang.
4. Perkerasan kaku *fs*' 45 sebainya untuk percobaan campuran beton (*mix design*) *fs*' 47 untuk umur beton 28 hari.



**KAJIAN PENGENDALIAN MUTU BETON PADA PELAKSANAAN
PERKERASAN KAKU PROYEK PENINGKATAN
JALAN DI PROVINSI RIAU**

DAFTAR PUSTAKA



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2020**

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah dan Harmiyati, 2015, *Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Berdasarkan Beberapa Metode Persyaratan Penerimaan Beton Di Indonesia*, Journal Sainis Vol. 15 No. 2 (2015).
- Alfajrizal, M., Wiyono, S., Anas, P., 2018, *Kajian Perbandingan Pada Penggunaan Berbagai Merek Semen terhadap Sampel Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Dengan Perawatan Dan Tanpa Perawatan Pada Perkerasan Kaku*, Journal Sainis Vol.18 No.2 (2018).
- Alfiyya, 2018, *Pengendalian Mutu Pekerjaan Perkerasan Kaku Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Batang Hingga Semarang Seksi 4 dan 5*. Tugas Akhir, Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Hardiyatmo, H , C., 2007, *Pemeliharaan Jalan Raya*.Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Irwan dan Haryono, D., 2015, *Pengendalian Kualitas Statistik*. Bandung: Alfabeta.
- Kementrian Pekerjaan Umum, 2010, *Spesifikasi Umum*, Edisi 2010 (Revisi 3), Direktorat Bina Marga.
- Mulyono, Tri., 2004, *Teknologi Beton*, Yogyakarta: Beta Offset.
- Mildawati, R., 2018, *Perbandingan Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Mutu Tinggi Dengan Menggunakan Berbagai Merk Semen Di Kota Pekanbaru*, Journal Sainis Vol.18 No.1 (2018).
- Pd-T-14-2003, 2003, *Perencanaan Perkerasan Jalan beton Semen*, Departemen Permukiman Dan Prasarana Wilayah.
- Pd-T-07-2005-B, 2005, *Pelaksanaan Pekerjaan Beton Untuk Jalan Dan Jembatan*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Suryawan, Ari., 2015, *Perkerasan Jalan Beton Semen Portland (Rigid Pavement) Perencanaan Metode AASHTO*, Yogyakarta: Beta Offset.
- Sukirman, Silvia., 1999, *Rekayasa jalan II*, Bandung: Nova.
- Supriadi dan Dewi. S. H., 2017, *Perbandingan Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan 4 Cara Perawatan*, Journal Sainis Vol. 17 No. 2 (2017).
- Sutrisno, 2020, *Kajian Perbandingan Gradasi Agregat Pada Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Lokasi Sungai Linau, Sumber Jaya Dan Tanjung*

Medang, Tesis. Pekanbaru: Jurusan Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Islam Riau.

Suryani, A., Dewi S. H., Harmiyati H., 2018, *Korelasi Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton*, Journal Sainstis Vol. 18 No. 2 (2018)

Syamsurijal, 2020, *Studi Komparasi Penambahan Zat Aditif Pada Beton Mutu Tinggi Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Dan Kuat Lentur Perkerasan kaku*, Tesis, Pekanbaru: Jurusan Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Islam Riau.

Syarkawi, 2019, *Perbandingan Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap Tekanan Bebas (UCS) Material Ringan Mortar Busa Pada Lapis Pondasi Bawah Perkerasan Jalan*, Tesis, Pekanbaru: Jurusan Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Islam Riau.

SNI 03-2834, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*.

SNI 03-4431, 1997, *Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*.

SNI 03-3403, 1994, *Metode pengujian Kuat Tekan Beton Inti Pemboran*.

SNI 03-6815, 2002, *Tata Cara Mengevaluasi Hasil Uji Kekuatan Beton*.

Wiyono, S., 2019, *Laporan Audit Teknis Peningkatan Jalan Tasik Serai Menuju Batas Kecamatan Mandau*, Pekanbaru : LAPI UIR

Zulhendri., Wiyono, S., Anas, P., 2018, *Kajian Perbandingan Berbagai Merek Semen Terhadap Hubungan Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Perkerasan Kaku*, Journal Sainstis Vol.18 No.2 (2018).