

**PENGENDALIAN MUTU PERKERASAN RIGID
STUDI KASUS PENINGKATAN JALAN
SUMBER JAYA TANJUNG DAMAI**

TUGAS AKHIR

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



OLEH :

**NURYANI
143110678**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

**PENGENDALIAN MUTU PERKERASAN RIGID
STUDI KASUS PENINGKATAN JALAN
SUMBER JAYA TANJUNG DAMAI**

TUGAS AKHIR

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

Pekanbaru



OLEH :

**NURYANI
143110678**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGENDALIAN MUTU PERKERASAN RIGID STUDI KASUS
PENINGKATAN JALAN SUMBER JAYA TANJUNG DAMAI**

DISUSUN OLEH :

**NURYANI
143110678**

Diperiksa dan Disetujui Oleh :


**Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT
Dosen Pembimbing**

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

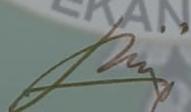
**PENGENDALIAN MUTU PERKERASAN RIGID STUDI KASUS
PENINGKATAN JALAN SUMBER JAYA TANJUNG DAMAI**

DISUSUN OLEH :

**NURYANI
143110678**

Telah Disetujui Didepan Dewan Penguji Pada Tanggal 28 Desember 2020 Dan
Dinyatakan Telah Memenuhi Syarat Untuk Diterima

SUSUNAN DEWAN PENGUJI


**Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT
Dosen Pembimbing**


**Sri Hartati Dewi, ST., MT
Dosen Penguji**


**Sapitri, ST., MT
Dosen Penguji**

**Pekanbaru, 28 Desember 2020
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
FAKULTAS TEKNIK**

HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademis (Strata Satu) di Universitas Islam Riau
2. Karya tulis ini merupakan gagasan, rumusan, penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dosen pembimbing
3. Dalam karya ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain secara tertulis dengan jelas dicantumkan di dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Pekanbaru, 08 Januari 2020

Yang Bersangkutan Pernyataan



26AHF852785175
Nuryani

Nuryani
143110678

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi. Wabarakatuh.

Syukur Alhamdulillah segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan Karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Adapun judul dalam penulisan Tugas Akhir ini adalah **"Pengendalian mutu perkerasan rigid studi kasus peningkatan Jalan Sumber Jaya Tanjung Damai"**.

Penulisan tugas akhir ini pada dasarnya dilakukan karena penulis ingin mendalami ilmu pengetahuan tentang kajian mengenai pengendalian mutu beton fs 45 pada perkerasan *rigid* dan dari hasil penelitian didapatkan hasil mutu beton yang tidak memenuhi syarat penerimaan mutu beton sehingga dilakukan pengurangan harga satuan.

Dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis membuka diri untuk menerima masukan, kritik dan saran yang membangun bagi penulis demi kesempurnaan penulisan ini. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih semoga hasil dari Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Pekanbaru, 28 Desember 2020

NURYANI
NPM. 143110678

UCAPAN TERIMA KASIH

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan berkat rahmat, nikmat, dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Pengendalian mutu perkerasan rigid (studi kasus jalan peningkatan jalan sumber jaya tanjung damai)**". Penulisan Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Penulis menyadari bahwa penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, dorongan dan motivasi dari berbagai pihak, oleh karena itu dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak lupa pula penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak prof. Dr. H. Syafrinaldi SH, MCL, selaku Rektor Universitas Islam Riau.
2. Bapak Dr. Eng Muslim, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
3. Ibu Drs. Mursyiah, Ssi, MSc, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
4. Bapak Dr. Anas Puri, ST., MT, selaku Wakil Dekan II Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
5. Bapak Ir. Akmar Efendi, S.Kom, M.Kom, selaku Wakil Dekan III Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
6. Ibu Harmiyati ST., M.Si, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
7. Ibu Sapitri, ST., MT, selaku Sekertaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau sekaligus Dosen Penguji.
8. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT., PA, A-Utama, selaku Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau sekaligus Dosen Pembimbing.

9. Ibu Sri Hartati Dewi. ST.,MT, selaku Dosen Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Riau sekaligus Dosen Penguji.
10. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
11. Seluruh Staff Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.
12. Ayahanda Ahmad Yani dan Ibunda Mardiah terimakasih sebanyak – banyaknya atas doa dan dukungan yang telah diberikan.
13. Feri Fadli yang telah banyak membantu dalam berdiskusi dan memberikan dorongan semangat untuk studi ini.
14. Seluruh Tim Audit UIR Bapak Abdul Muhfid, BE., Bapak Abdullah, ST., Bapak Marjohan, ST., Bapak Setiawan, ST., Dwi Alan nuari, Ali Mustofa dan Dewi Asri.
15. Untuk teman-teman Syafrizal, Ridwan, Adi, Simon, Agustinus, Jeprianto Siahaan, ST, Rejeki dan seluruh rekan – rekan satu angkatan sipil A,B dan C yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan para senior maupun junior yang telah membantu penulis selama ini.
16. Kepada pihak-pihak lain yang turut membantu yang tidak disebutkan dalam tulisan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam skripsi ini masih banyak dijumpai kekurangan dan kelemahan. Untuk itu Penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak yang sifatnya membangun. Akhir kata semoga Tugas Akhir ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan untuk pembaca pada umumnya.

Pekanbaru, 28 Desember 2020

Nuryani
NPM. 143110678

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMAKASIH	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR NOTASI	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ABSTRAK	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Umum	4
2.2 Penelitian Terdahulu	4
2.3 Keaslian Penelitian	10
BAB III LANDASAN TEORI	12
3.1. Perkerasan Jalan	12
3.2. Jenis-jenis Perkerasan	12
3.2.1 Perkerasan Lentur (<i>Flexible Pavement</i>)	13
3.2.2 Perkerasan Kaku (<i>Rigid Pavement</i>).....	14
3.3 Beton	19
3.3.1 Bahan Penyusun Beton.....	20

3.3.2	Klasifikasi Beton	24
3.3.3	Faktor – Factor Yang Menentukan Proporsi Beton.....	25
3.4	Pengendalian Mutu (<i>Quality Control</i>)	26
3.5	Mekanisme Kontrol Mutu	27
3.5.1	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	27
3.5.2	Metode <i>Trial Mix</i>	33
3.5.3	<i>Job Mix Formula (JMF)</i>	33
3.6	Pengujian Mutu Beton	34
3.6.1.	Pengujian Kuat Lentur Beton.....	34
3.6.2.	Pengujian Kuat Tekan dengan <i>Core Drilled</i>	36
3.6.3.	Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton	37
3.7	Standar Mutu Beton Perkerasan Kaku.....	38
3.7.1	Standar Syarat Sifat Material	38
3.7.2	Standar Mutu Kekuatan Perkerasan Kaku	40
3.8	Pembayaran	41
BAB IV	METODOLOGI PENELITIAN	42
4.1	Lokasi Penelitian.....	42
4.2	Teknik Pengumpulan Data	42
4.3	Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	43
4.4	Cara Analisis Data	44
4.5	Bagan Alir Penelitian	44
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	46
5.1.	Gambaran Umum Proyek	46
5.2.	Hasil Pengujian Mutu Beton F_s 45(kg/cm ²)	46
5.2.1	Hasil Uji Kuat Lentur F_s 45 (Kg/cm ²).....	48
5.2.2	Hasil Uji Kuat Tekan Core Drill.....	50
5.3.	Penerimaan pekerjaan beton f_s 45	51

5.3.1. Penerimaan Mutu Beton Terhadap Kuat Lentur ($f_s = 45$ kg/cm ²).....	52
5.3.2. Penerimaan Mutu Beton Terhadap Kuat Tekan dengan Metode <i>Core Drill</i> ($f_s = 45$ kg/cm ²).....	54
5.3.3. Perbandingan pengembalian biaya berdasarkan f_s balok dan f_s dengan metode <i>core drill</i>	57
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
6.1. Kesimpulan.....	58
6.2. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN A	
LAMPIRAN B	
LAMPIRAN C	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Mutu Beton dan Penggunaannya.....	24
Tabel 3.2	Nilai Slump Yang Dianjurkan untuk Berbagai Pekerjaan Konstruksi.....	27
Tabel 3.3	Perkiraan Kekuatan Air Pencampur dan Kadar Udara Untuk Berbagai Slump Dan Ukuran Nominal Agregat Maksimum Batu Pecah.....	29
Tabel 3.4	Hubungan Antara Rasio Air – Semen (w/c) atau Rasio Air – Bahan Bersifat Semen {w/(c+p)} dan Kekuatan Beton	30
Tabel 3.5	Volume agregat kasar per satuan volume beton.....	31
Tabel 3.6	Perkiraan Awal Berat Beton Segar.....	32
Tabel 3.7	Syarat sifat – sifat agregat halus.....	38
Tabel 3.8	Syarat sifat – sifat agregat kasar.....	38
Tabel 3.9	Batas Gradasi Agregat Halus	39
Tabel 3.10	Ukuran Agregat Kasar.....	39
Tabel 3.11	Kuat Lentur Minimum untuk Perkerasan Beton Semen	40
Tabel 5.1	Hasil Kuat Lentur f_s 45 kg/cm ²	48
Tabel 5.2	Hasil Kuat Tekan rata – rata <i>Core Drill</i>	50
Tabel 5.3	Penerimaan Mutu Beton f_s 45 kg/cm ² ($f_s = 4,41$ Mpa).....	52
Tabel 5.4	Penerimaan Mutu Beton berdasarkan hasil core drill f_s 45 kg/cm ² ($f_s = 4,41$ Mpa).....	55
Tabel 5.5	Perbandingan Pengembalian biaya berdasarkan f_s balok dan f_s dengan metode core drill	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Struktur Lapisan Perkerasan Lentur (Romadhon, 2014).....	13
Gambar 3.2	Tipikal Struktur Perkerasan Beton Semen (Pd T-14-2003).....	14
Gambar 3.3	Cara pengujian kuat lentur beton (SNI 4431:2011).....	35
Gambar 3.4	Pengujian benda uji patah pada $1/3$ bentang tengah rumus (SNI 4431:2011)	35
Gambar 3.5	Pengujian benda uji patah diluar bentang tengah dan garis patah pada $<5\%$ dari bentang (SNI 4431:2011)	35
Gambar 4.1	Sketsa Lokasi Penelitian	42
Gambar 4.2	Bagan Alir Penelitian.....	46

DAFTAR NOTASI

a	= Jarak rata-rata antara tampang lintang patah dan tumpuan luar (mm)
A	= Luas penampang benda uji (mm ²)
b	= Lebar tampang lintang patah pada arah horizontal (mm)
Fas	= Faktor air seman
f_c'	= Kuat tekan beton (kg/cm ²)
$f_{c'r}$	= Kuat tekan rata-rata jumlah benda uji (KN/mm ²)
h	= Lebar tampang lintang patah arah vertikal (mm)
K	= Konstanta 0,7 untuk agregat tidak pecah dan 0,75 untuk agregat pecah
L	= Jarak bentang antara dua garis perletakan (mm)
Mpa	= Mega pascal (1 MPa = 10,2 Kg/cm ²)
P	= Besar beban maksimum (N)
SNI	= Standar nasional indonesia
σ_1	= Kuat tekan benda uji (MPa)

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A

1. Konversi satuan
2. Penerimaan mutu beton
3. Konversi kuat tekan core drill ke kuat lentur

LAMPIRAN B

1. Gambar rencana
2. Data hasil uji beton
3. Rencana anggaran biaya
4. Spesifikasi umum bina marga divisi 5 revisi 3

LAMPIRAN C

1. Surat Lembaran Disposisi
2. Surat Usulan Penulisan Tugas Akhir
3. Lembaran Berita Acara Tugas Akhir
4. Surat Keterangan Persetujuan Tugas Akhir
5. Lembaran Berita Acara Seminar Tugas Akhir
6. Surat Keterangan Persetujuan Komprehensif Tugas Akhir
7. Surat Keterangan Bebas Plagiarisme
8. Surat Keputusan Penguji
9. Berita Acara Ujian Skripsi
10. Berita Acara Komprehensif Tugas Akhir
11. Surat Keterangan Persetujuan Jilid Tugas Akhir

PENGENDALIAN MUTU PERKERASAN RIGID STUDI KASUS PENINGKATAN JALAN SUMBER JAYA TANJUNG DAMAI

NUR YANI

NPM : 143110678

Abstrak

Perkerasan *rigid* merupakan perkerasan jalan yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung tanpa atau dengan tulangan. Kelemahan dari perkerasan *rigid* adalah biaya pelaksanaan yang relatif mahal, oleh karena itu perlu dilakukan pengendalian mutu yang cermat untuk mendapatkan mutu yang sesuai standar. Penelitian ini membahas tentang pengendalian mutu dilapangan yang terkait dengan pembayaran pada pelaksanaan Jalan Sumber Jaya Tanjung Damai.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis deskriptif yaitu pemeriksaan terhadap nilai kuat lentur dan nilai kuat tekan core pada mutu beton fs 45 di Jalan Sumber Jaya Tanjung Damai yaitu pada Stationing 00+000 – Stationing 02+524,5 terhadap Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 5 revisi 3.

Hasil pemeriksaan menunjukkan hasil uji nilai kuat lentur terendah yaitu sebesar 39,70 kg/cm² dan nilai kuat lentur tertinggi sebesar 66,95 kg/cm², pada pemeriksaan kuat tekan core menunjukkan nilai terendah yaitu sebesar 33,22 Mpa, dan nilai kuat tekan tertinggi sebesar 35,76 Mpa. Penerimaan mutu beton berdasarkan nilai kuat lentur terdapat 3 Stationing yang tidak memenuhi nilai kuat lentur rencana tapi masih dalam batas toleransi mutu beton dengan pengurangan harga satuan sebesar 19,56 %, 18,32 %, 17,8 % dan terdapat 2 Stationing yang tidak memenuhi toleransi mutu beton (*Total loss*) dengan pengurangan harga satuan sebesar 100 %. Untuk penerimaan mutu beton berdasarkan nilai kuat lentur hasil konversi *core drill* terdapat 3 Stationing yang tidak memenuhi nilai kuat lentur rencana tetapi masih dalam batas toleransi mutu beton dengan pengurangan harga satuan sebesar 0,48%, 44,06 %, 10,32% . Terkait dengan pengembalian biaya dapat diidentifikasi pengembalian biaya berdasarkan nilai kuat lentur hasil konversi kuat tekan core drill lebih sedikit dibandingkan dengan nilai kuat lentur balok pelaksanaan.

Kata Kunci : Kuat lentur, Perkerasan *rigid*, Beton, Pengendalian mutu, Toleransi mutu beton.

**CONTROL OF THE QUALITY OF RIGID HARDWARE CASE
STUDY OF SUMBER JAYA ROAD IMPROVEMENT TANJUNG
DAMAI**

**NUR YANI
NPM: 143110678**

Abstract

Pavement rigid Apavement consists of a concrete slab of cement continued without or with reinforcement. The weakness of pavement rigid is the relatively expensive implementation costs, therefore it is necessary to carry out careful quality control to get the quality according to standards. This study discusses the quality control in the field associated with payment for the implementation of Jalan Sumber Jaya Tanjung Damai.

The method used in this research is descriptive analysis method, namely examination of the flexural strength and compressive strength values of the core compressive strength of the concrete quality of fs 45 on Jalan Sumber Jaya Tanjung Damai, namely Stationing 00 + 000 - Stationing 02 + 524.5 against the General Specifications of Bina Marga 2010 Division 5 revision 3.

test results indicate the test results of the lowest flexural strength value that is equal to 39.70 kg / cm² and the highest value of flexural strength of 66.95 kg / cm², the core compressive strength examination showed the lowest value that is equal to 33, 22 Mpa, and the highest compressive strength value is 35.76 Mpa. Acceptance of concrete quality based on the flexural strength value, there are 3 Stationing that do not meet the design flexural strength value but are still within the tolerance limit for the quality of the concrete with a reduction in the unit price of 19.56%, 18.32%, 17.8% and there are 2 Stationing that do not meet tolerance of concrete quality (total loss) with a reduction in the unit price of 100%. For the acceptance of concrete quality based on the value of the flexural strength of the conversion results, core drill there are 3 Stationing that do not meet the design flexural strength value but are still within the tolerance limits for the quality of the concrete with a reduction in the unit price of 0.48%, 44.06%, 10.32%. Related to cost recovery, cost recovery can be identified based on the flexural strength value of the core drill compressive strength conversion result which is less than the flexural strength value of the execution beam.

Keywords: *Flexural pavement rigid strength,, concrete, quality control, concrete quality tolerance.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkerasan *rigid* merupakan perkerasan jalan yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung tanpa atau dengan tulangan. Pembangunan konstruksi perkerasan *rigid* memerlukan biaya yang relatif mahal serta proses pelaksanaan konstruksi yang memerlukan keahlian khusus dan pengawasan yang teliti pada setiap tahap pekerjaan. Biaya untuk perkerasan kaku lebih mahal dibandingkan perkerasan lentur dengan persentase 24,15 % (Rudi Waluyo dkk, 2008). 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 perkerasan rigid diperlukan 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), pengukuran penerimaan mutu beton untuk perkerasan *rigid* dinyatakan dalam kuat lentur dengan mensyaratkan kuat lentur minimal 45 kg/cm² untuk beton umur 28 hari. Jika kuat lentur minimal tidak tercapai maka pekerjaan dapat diterima dengan minimal toleransi 90 % dari fs 45 kg/cm² namun terdapat pengurangan harga satuan sebesar 4 % setiap penurunan mutu beton 1 kg/cm².

Secara umum pada perkerasan *rigid* sering dijumpai kasus pengembalian dana akibat mutu yang tidak sesuai, kondisi ini akan membuat berkurangnya pendapatan dari kontraktor pelaksana maka dengan ini penulis tertarik menganalisis beton *rigid* terkait dengan mutu dan pengembaliannya agar pembayaran hasil pekerjaan dapat dilakukan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

1.2. Rumusan Masalah

Untuk memberi ruang lingkup yang jelas tentang masalah yang akan dibahas dalam penelitian, maka perlu perumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil mutu beton fs 45 pada pelaksanaan Jalan sumber jaya tanjung damai ?
2. Bagaimana perbandingan mutu nilai hasil kuat lentur dan kuat tekan *core drill* per *Stationing* dengan nilai rata – rata kuat lentur dan nilai rata – rata kuat tekan *core drill* ?
3. Bagaimana penerimaan mutu beton fs 45 terhadap pembayaran ?
4. Bagaimana perbedaan pengembalian biaya dengan hasil uji kuat lentur balok pelaksanaan dengan kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill* ?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitiannya adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui hasil mutu beton fs 45 pada Jalan sumber jaya tanjung damai.
2. Untuk mengetahui perbandingan mutu fs 45 hasil kuat lentur dan kuat tekan *core drill* per *Stationing* dengan nilai rata - rata kuat lentur dan nilai rata - rata kuat tekan *core drill*.
3. Untuk mengetahui penerimaan mutu beton fs 45 hasil uji kuat lentur balok pada saat pelaksanaa dan nilai kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill* terhadap pembayaran.
4. Untuk mengetahui perbedaan pengembalian biaya hasil uji kuat lentur balok pelaksanaan dengan nilai kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill*.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, manfaat tersebut antara lain :

1. Memberikan tambahan wawasan dalam mengetahui penerimaan mutu beton fs 45 terhadap pembayaran.
2. Sebagai bahan pengetahuan serta referensi dan sumber acuan untuk bidang kajian yang sama.

1.5. Batasan Masalah

Agar penelitian ini menjadi lebih sederhana, tetapi memenuhi persyaratan teknis maka perlu diambil beberapa batasan masalah diantaranya :

1. Penelitian dilakukan pada jalan sumber jaya tanjung damai kecamatan siak kecil, kabupaten bengkalis *Stationing* 00+000 – *Stationing* 02+524,5.
2. Penelitian dilakukan pada jalan dengan perkerasan *rigid*.
3. Penelitian ini hanya meninjau tentang mutu beton *rigid* fs 45.
4. Data didapatkan dari tim pendamping dan Aplikasi Teknis UIR (LAPI – UIR).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Dalam melaksanakan penelitian dan penulisan ini dipergunakan tinjauan pustaka dari studi – studi yang pernah dilakukan pada penelitian terdahulu sebagai bahan referensi.

2.2. Penelitian Terdahulu

Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan pada beton terhadap perkerasan jalan antara lain sebagai berikut :

Mustofa (2020), telah melakukan penelitian dengan judul “ *Kajian Pengendalian Mutu Beton Pada Pelaksanaan Perkerasan Kaku Proyek Peningkatan Jalan di Provinsi Riau*” Dari hasil penelitian tersebut didapatkan 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 untuk 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/cm² (4,41 Mpa) 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 atau *total loss*.

Sutrisno (2019), telah melakukan penelitian dengan judul “*Kajian Gradasi Agregat Pada Perkerasan Kaku (Rigid pavement) Lokasi Sungai Linau, Sumber Jaya dan Tanjung Medang*”. Pada penelitian tersebut membahas tentang analisis data gradasi saringan ayakan agregat untuk mengetahui jenis gradasi gabungan agregat campuran beton di tiga lokasi perkerasan kaku. Dari data hasil uji kuat tekan dan kuat lentur dilapangan merupakan pengujian kuat lentur menggunakan alat uji kuat lentur (*Bending Testing Machine*) dan pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat uji tekan UTM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh perbedaan gradasi agregat pada rencana campuran beton perkerasan kaku dengan agregat bergradasi baik lebih ekonomis dari segi pemakaian semen dibandingkan dengan agregat bergradasi seragam. Perbandingan agregat bergradasi baik di perkerasan kaku jalan sumber jaya dengan nilai kuat tekan $f'c$ rata – rata > 36 Mpa, hasil uji kuat lentur rata – rata $f_s > 45$ kg/cm². Pemakaian campuran beton bergradasi seragam dilokasi jalan Sungai Linau dan jalan Tanjung Medang hasil kuat tekan dan kuat lenturnya terjadi perbedaan yang signifikan. Perkerasan kaku di jalan Sungai Linau $f_c < 36$ Mpa dan kuat lentur rata – rata $f_s < 45$ kg/cm² sebaliknya perkerasan kaku di jalan Tanjung Medang nilai kuat tekan f_c rata – rata > 36 Mpa, hasil uji kuat lentur rata-rata $f_s > 45$ kg/cm².

Efendi (2019), telah melakukan penelitian dengan judul “*Korelasi Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Kubus Dan Hasil Core Drilled Paa Perkerasan Kaku (Studi Kasus Peningkatan Jalan Pangkalan Sungai Linau – Tanjung Damai)*”. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui besar kuat lentur dan kuat tekan kubus serta kuat tekan silinder hasil core drilled pada beton mutu rencana $f_c' 36$ Mpa pada saat umur beton 7,14,28 dan 42 hari dan untuk mengetahui korelasi kuat lentur terhadap kuat tekan kubus dan tekan hasil core drilled, serta untuk mengetahui mutu pelaksanaan pekerjaan terkait dengan nilai Standard deviasi dan volume pekerjaan. Dari hasil analisa yang telah dilakukan untuk uji kuat tekan kubus, hasil kuat tekan rata – rata menurut umur pada 7 hari 34 ,49 Mpa, umur 14 hari 36,00 Mpa, dan umur 28 hari 39,77 Mpa, Terjadi kenaikan kuat tekan rata – rata sebesar 38,90 % pada umur 28 hari dibandingkan kuat tekan

pada umur 7 hari. Hal ini terjadi karena kurangnya perawatan pada benda uji dan terlambatnya mutu beton pelaksanaan. Kuat lentur rata – rata menurut umur berturut pada umur 7 hari, 3,07 Mpa, umur 14 hari 3,44 Mpa dan umur 28 hari 3,99 Mpa dan pada umur 24 hri 4,01 Mpa terjadi kenaikan kuat lentur rata – rata sebesar 29, 82 % pada umur 28 hari dibandingkan kuat lentur pada umur 7 hari. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi kenaikan kuat lentur dengan bertambahnya umur beton. Hubungan hasil analisa kuat lentur dengan kuat tekan benda uji silinder hasil core, didapatkan nilai konstanta maksimum sebesar 0,86 lebih tinggi dari standard konstanta yang sudah ada untuk menggunakan agregat pecah yaitu sebesar 0,75 hal ini menunjukkan bahwa kenaikan nilai kuat tekan beton diikuti oleh kenaikan kuat lentur beton.

Syarkawi (2019), telah melakukan penelitian dengan judul “ *Perbandingan Penggunaan Berbagai Merk Semen Terhadap Tekanan Bebas (UCS) Material Ringan Mortar Busa Pada Lapis Pondasi Bawah Perkerasan Jalan* “ pada penelitian tersebut membahas mengenai material ringan mortar busa (campuran antara pasir, foaming agent, semen 0,6 – 0,8 t/m² akan mengurangi tegangan tanah dasar yang lunak, mengurangi besarnya turunan karena sifat kaku menyerupai beton pasir yang digunakan sebagai campuran untuk material ringan mortar busa adalah pasir danau bingkang Kabupaten Kampar, yang mana mempunyai berat jenis sebesar 2,58 gr/cc, berat jenis SSD sebesar 2,60 gr/cc, berat jenis semu 2,64 gr/cc, serta tingkat penyerapan air sebesar 0,81 % dan semen yang digunakan bersumber dari beberapa merek semen yang beredar di Provinsi Riau Dalam Pelaksanaan laboratorium dilakukan dengan kriteria desain yaitu pada lapis pondasi bawah jalan (*Subbase*) dengan kuat tekan rencana 800 kPa atau 8 kg/cm².

Dari data hasil pengujian diperoleh rerata nilai UCS untuk masing – masing merek semen pada umur 28 hari yaitu semen Bosowa sebesar 9,33 kg/cm², semen Conch sebesar 12,32 kg/cm², semen Garuda sebesar 7,51 kg/cm², semen Padang 10,91 kg/cm² dan semen Tiga Roda sebesar 14,41 kg/cm².

Mohd Alfajrizal (2018), telah melakukan penelitian dengan judul “*Kajian Perbandingan Pada Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Dengan Perawatan (Curing) Dan Tanpa Perawatan Pada Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*”. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang sesuai dengan SK SNI T – 15- 1990 – 03. Penelitian ini menggunakan merek semen Padang, semen Holcim, beton, pengujian yang dilakukan adalah pengujian kuat tekan dan kuat lentur dengan mutu rencana f_c 30 MPa dengan umur 7,14,28 dan 56 hari, untuk masing – masing umur dibuat 3 benda uji dirawat dan 3 benda uji tidak dirawat. Dari hasil uji tekan rata – rata f_c 30 Mpa semen padang memiliki kekuatan 32,65 MPa, semen holcim 31,33 MPa dan semen bosowa 30,86 MPa. Sedangkan untuk perbandingan pengujian kuat tekan dan kuat lentur, beton yang dirawat menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan yang tidak dilakukannya perawatan, dari hasil perbandingan tersebut menunjukkan keunggulan pada semen padang dibandingkan dengan semen holcim dan semen bosowa, dengan memiliki nilai tertinggi semen padang juga mendapatkan rasio kehilangan kekuatan tertinggi terhadap sampel yang tidak dirawat. Perilaku tersebut menunjukkan bahwa semen padang memiliki sensitifitas terhadap perawatan yang diberikan, sementara untuk semen bosowa memiliki kekuatan yang lebih tinggi diawal – awal umur, dan untuk semen holcim relative stabil seiring dengan bertambahnya umur.

Zulhendri (2018), telah melakukan penelitian dengan judul “*Kajian perbandingan penggunaan berbagai merek semen terhadap hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton perkerasan kaku*”. 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 uji dengan silinder dan benda uji balok dengan menggunakan f_c 30 MPa dan F_{as} 0,42. Dari penelitian ini dengan factor air semen yang sama untuk tiga merek semen didapatkan semen holcim encer (Slump lebih tinggi), sedangkan semen padang dan semen Conch memiliki slump sama. Dari hasil pengujian kuat tekan semen padang lebih unggul daripada semen lainnya, dan ternyata ada hubungan dan ternyata ada hubungan antara kuat tekan dengan kuat lentur didapat

hasil kuat lentur Semen Padang konsisten unggul daripada semen lainnya. Dan terdapat perilaku berbeda antara tiga semen dalam hal konstanta (K), konstanta uji lebih tinggi disbanding konstanta empiris. Penelitian interface zone (bentuk keruntuhan) benda uji silinder dan balok semen holcim paling banyak material lepasnya disbanding dengan semen lainnya. Hal ini mungkin disebabkan kuat ikat semen Holcim lebih rendah dari Semen Conch dan Semen Padang. Pada benda uji silinder material lepas lebih banyak disbanding material patahnya disbanding benda uji lentur untuk semua merek semen.

Harmaini (2018), telah melakukan penelitian dengan judul “ *Studi kuat lentur pada perkerasan kaku dengan penambahan serat scanfibre pada beton normal* “. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan total benda uji 240 buah. Sebanyak 120 buah untuk benda uji kuat tekan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan variasi penambahan serat scanfibre 0 % (beton normal), 0.1 %, 0.2 %, 0.3 %, 0.4 %, 0.5 %, 0,6 %, 0.8 %, dan 1.0 %. Sebanyak 120 buah lagi untuk benda uji kuat lentur berbentuk balok dengan ukuran 15 x 15 x 60 cm dengan variasi penambahan serat scanfibre 0 % (beton normal), 0.1 %, 0.2 %, 0.3 %, 0.4 %, 0.6 %, 0,8 % dan 1.0 % yang diuji pada umur 7, 28, dan 56 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan serat Scanfibre dalam berbagai kadar tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada kuat lentur beton. Hasil ini sejalan dengan hasil analisis yang dilakukan pada umur 7,28, dan 56 hari. Nilai kuat lentur optimum beton pada umur 7, 28, dan 56 hari adalah 4,38 MPa, 4,71 MPa, 4,75 MPa. Berdasarkan rumus $f_s = K (f_c)^{0.5}$, hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur pada umur 7, 28, dan 56 hari, maka didapat nilai konstanta rata – rata adalah 0,7345, 0,7687, dan 0,7404.

Alfiyya (2018), telah melakukan penelitian dengan judul “ *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 stationing 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 stationing 50,8 kg/cm² – 52,4 kg/cm² atau 113% – 116% dari ketentuan nilai kuat lentur beton umur 28 hari yaitu 45 kg/cm². Perawatan perkerasan kaku telah sesuai dengan persyaratan. Monitoring perkerasan kaku mendapatkan hasil bahwa perkerasan kaku tidak terdapat cacat dan tebal perkerasan kaku di lapangan adalah 32,7 cm, Hasil tersebut lebih besar dari rencana desain perkerasan kaku yaitu 32 cm.

Haryanto (2017), telah melakukan penelitian dengan judul "*Pengendalian Mutu Pelaksanaan Perkerasan Kaku Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo - Kertosono Paket Sn 2a Sta 56+050 - 79+000*". Perkerasan kaku merupakan struktur lapisan yang terletak diatas tanah dasar yang berfungsi untuk menampung beban lalu lintas yang melewatinya. Kelemahan dari perkerasan kaku adalah biaya pelaksanaan yang relatif mahal. Oleh karena itu pengendalian mutu diperlukan guna meminimalisir kemungkinan kegagalan. Pengendalian mutu dilakukan dalam tiga tahap yaitu quality plan (QP), quality assurance (QA), dan quality control (QC). Tahap QP meliputi penetapan standar yang diterapkan, pemilihan material dan alat yang akan digunakan, serta instruksi kerja. Tahap QA meliputi evaluasi pelaksanaan di lapangan dengan rencana yang telah dibuat. Tahap QC meliputi kegiatan pengujian terukur dari hasil pelaksanaan di lapangan dan penilaian berdasarkan standar Spesifikasi Khusus proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa tahap QP, QA, dan QC telah terpenuhi. Material, mesin slipform paver, dan job mix telah memenuhi syarat QP. Pelaksanaan perkerasan kaku mengikuti instruksi kerja sesuai QA. Nilai slump, kuat lentur umur 7 hari dan 28 hari, kekuatan karakteristik, dan tebal slab telah memenuhi QC. QC diperlukan untuk kegiatan curing dan sawing. Kegagalan untuk pekerjaan curing dan sawing mengakibatkan terjadinya retak melintang dan retak rambut. Perbaikan slab retak menggunakan metoda pemotongan slab setebal 1/3 h, lalu retakan digrouting dan diperkuat dengan besi stek dan wiremesh, kemudian dicor kembali.

Maulana (2017), telah melakukan penelitian dengan judul “*Pengendalian Mutu (Quality Control) Pekerjaan Beton Pada Proyek Rehabilitasi Dan Rekonstruksi Sabo Dam Kali Woro*”. Dari hasil penelitian ini untuk pekerjaan *rigid pavement job mix formula* yang Sabo Dam merupakan bangunan dam atau bangunan dengan pelimpas yang dibangun untuk mencegah terjadinya bencana sedimen dan mempertahankan Daerah Aliran Sungai (DAS) agar tidak mengalami kerusakan akibat banjir aliran debris. Sistem kerja sabo dam adalah dengan cara menahan material hasil aliran debris dengan menggunakan kantong lumpur maupun tubuh bendung, dengan demikian kecepatan aliran debris dapat diperlambat dan dampak kerusakan akibat banjir aliran debris tersebut dapat diminimalisir. Mengingat fungsinya untuk menahan banjir aliran debris, maka diperlukan pengawasan pembangunan agar didapat kualitas bangunan sabo sesuai dengan sesuai dengan fungsi dan rencana yang diinginkan. Pengendalian mutu beton bertujuan agar hasil kekuatan pada struktur sabo dam memenuhi syarat yang sudah direncanakan, baik itu secara visual maupun struktural. Pengendalian beton meliputi uji laboratorium terhadap material, pelaksanaan pengecoran, pengujian kuat tekan, dan uji tekan beton terpasang menggunakan alat hammer test. Hasil uji material yang akan digunakan untuk campuran beton telah memenuhi persyaratan PUBI 1982. Untuk hasil uji kuat tekan beton pada struktur sabo dam telah memenuhi syarat K175 dan K350 atau sama dengan 14,25 MPa dan 28,498 MPa, serta persyaratan lainnya yang terdapat pada PBI 1971 dan SNI 03-2847-2002. Untuk pengujian kuat tekan beton terpasang atau hammer test, telah memenuhi standar mutu beton K175 dan K350 serta persyaratan lainnya yang terdapat pada SNI 03-4430-1997. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian struktur sabo dan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

2.3. Keaslian Penelitian

Dari tinjauan pustaka yang dilakukan oleh penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini Penulis menyadari bahwa ada kesamaan dengan judul – judul peneliti terdahulu, Dari beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan terdapat perbedaan dengan penelitian ini yaitu peneliti membandingkan hasil uji

beton kuat lentur f_s 45 kg/cm² dan kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill* terhadap penerimaan mutu beton dan pembayaran pada Jalan Sumber Jaya Tanjung Damai Kecamatan Siak Kecil Kabupaten Bengkalis pada *Stationing* 00+000 – *Stationing* 02+524,5 berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi2010revisi3.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

BAB III LANDASAN TEORI

3.1. Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah bagian jalan raya yang diperkeras dengan agregat dan aspal atau semen (*Portland Cement*) sebagai bahan ikatnya sehingga lapis konstruksi tertentu, yang memiliki ketebalan, kekuatan dan kekakuan, serta kestabilan tertentu agar mampu menyalurkan beban lalu lintas di atasnya ke tanah dasar secara aman. Fungsi utama dari perkerasan sendiri adalah untuk menyebarkan atau mendistribusikan beban roda ke area permukaan tanah dasar yang lebih luas dibandingkan luas kontak roda dengan perkerasan, sehingga mereduksi tegangan maksimum yang terdiri pada tanah dasar. Perkerasan harus memiliki kekuatan dalam menopang beban lalu lintas. Permukaan pada perkerasan haruslah rata tetapi harus mempunyai kekesatan atau tahan gelincir pada permukaan perkerasan. Perkerasan dibuat dengan berbagai pertimbangan, seperti : persyaratan struktur, ekonomis, keawetan, kemudahan, dan pengalaman (Christiady, 2011).

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 dihadapkan pada permasalahan yang timbul oleh suatu daerah (Sukirman, dalam Suryani, 2018).

3.2. Jenis – jenis Perkerasan

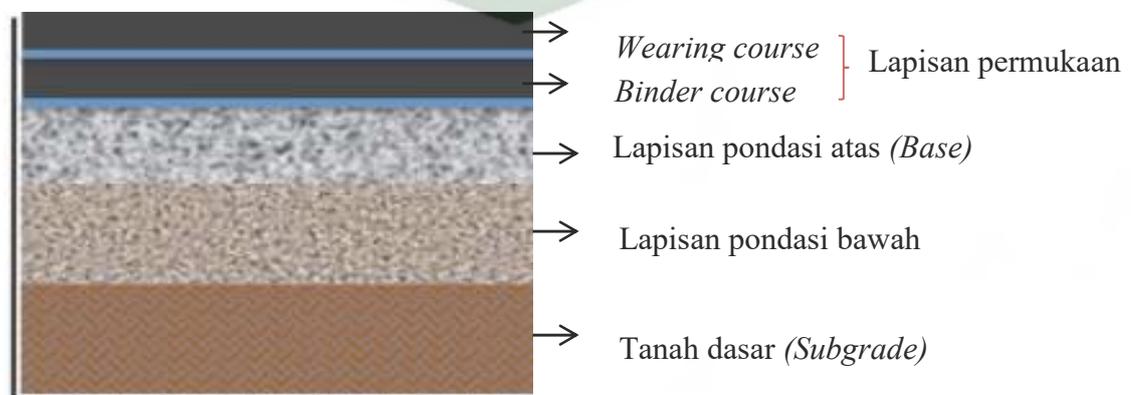
Pada saat tanah dibebani, maka beban akan menyebar kedalam tanah dalam bentuk gaya – gaya. Gaya – gaya ini menyebar sedemikian rupa sehingga dapat menyebabkan lendutan pada akhirnya terjadi penurunan dan keruntuhan

terhadap tanah. Dalam masalah ini maka diperlukan suatu lapisan tambahan tanah dasar untuk menahan gaya – gaya tersebut (Sukirman, 1992). Berdasarkan karakteristik menahan dan mendistribusikan beban, maka perkerasan dapat dibagi atas perkerasan lentur (*flexible pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

3.2.1 Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*)

Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan bahan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan - lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu-lintas (Sukirman, 1999).

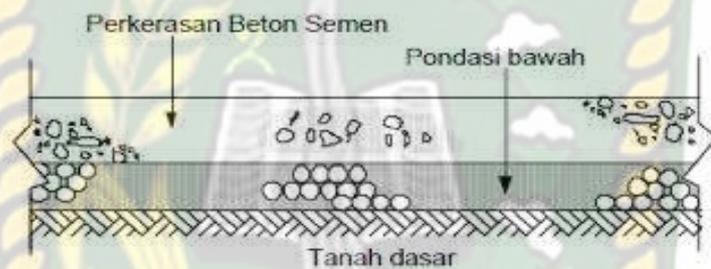
Struktur perkerasan jalan terdiri dari beberapa lapis material yang diletakkan pada tanah dasar. Komponen material tersebut akan memberikan sokongan penting dari kapasitas struktur perkerasan (Christiady, 2011). Untuk mendapatkan kekuatan struktur perkerasan yang optimal dan ekonomis, maka struktur perkerasan dibuat berlapis-lapis berdasarkan beban yang diterima dari roda kendaraan sampai ke tanah-dasar. Setiap lapis pada perkerasan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Setiap lapis juga harus bias mendistribusikan beban sampai kebawah, jika salah satu lapisan tidak bias mendistribusikan beban dengan baik, maka akan merusak lapisan yang lain. Lapisan paling atas terdiri dari 2 lapisan, yaitu: *wearing course*, kemudian *binder course*, lalu lapisan pondasi atas (*base course*), lapisan pondasi bawah (*sub-base*), kemudian tanah dasar (*sub-grade*). Lapisan perkerasan lentur sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Struktur Lapisan Perkerasan Lentur (Romadhon, 2014).

3.2.2 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)

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 beton semen adalah struktur yang terdiri atas pelat beton semen yang bersambung tanpa tulangan atau dengan kata tulangan, atau dengan menerus dengan tulangan terletak di atas lapis pondasi bawah atau tanah dasar, tanpa atau dengan lapis permukaan beraspal. Struktur perkerasan beton semen secara tipikal sebagaimana terlihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Tipikal Struktur Perkerasan Beton Semen (Pd T-14-2003)

Berdasarkan Gambar 3.2 perkerasan beton semen terletak pada permukaan akhir yang mempunyai daya dukung diperoleh dari pelat beton tersebut. Sifat, daya dukung dan keseragaman tanah dasar sangat mempengaruhi keawetan perkerasan beton semen. Faktor – faktor yang perlu diperhatikan adalah kadar air pemadatan, kepadatan dan perubahan kadar air selama masa pelayanan (Pd T-14-2003).

Pelat beton yang kaku dan memiliki modulus elastisitas yang tinggi, akan mendistribusikan beban lalu lintas ke tanah dasar yang melingkupi daerah yang cukup luas. dengan demikian, bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari pelat beton itu sendiri. Hal ini berbeda dengan perkerasan lentur dimana kekuatan diperoleh dari tebal lapis pondasi bawah, lapis pondasi dan lapis permukaan, dimana masing - masing lapisan memberikan kontribusinya (Pd T-14-2003).

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 waktu 5 tahun pertama. Tetapi jika pada realita yang ada jalan sudah rusak sebelum 5 tahun pertama maka bias dipastikan jalan akan mengalami masalah besar dikemudian hari (Hardiyatmo,2007).

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

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

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

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 daerah tanah lunak yang membutuhkan struktur pondasi jalan yang lebih besar dari 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 berikut:

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

1. Tanah Dasar

Tanah dasar adalah bagian dari permukaan badan jalan yang dipersiapkan untuk menerima konstruksi diatasnya yaitu konstruksi perkerasan. Tanah dasar ini berfungsi untuk menerima 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 diantara 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 lantai kerja yang 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 sudah terputus atau diputus.

4. Sambungan

Pada konstruksi perkerasan kaku, perkerasan tidak dibuat menerus memanjang sepanjang jalan seperti halnya yang dilakukan pada pekerasan lentur. Hal ini 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. Apabila tidak ada batas lajur, sambungan dipasang setiap jarak 3,6 m dan tidak lebih dari 4,2 m. Sambungan ini dilengkapi pengunci pada bagian tengahnya dengan ukuran $0,2 D$ (dengan D = tebal pelat beton).

b. Sambungan Muai (*Expansion Joint*)

Sambungan ini berfungsi untuk memberikan ruang pemuaian pada pelat beton yang cukup antara pelat-pelat perkerasan untuk mencegah adanya tegangan tekan 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.

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 kedalam celah.

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*).

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 diameter 16 mm. Sambungan pelaksanaan memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran.

3.3. Beton

Menurut SNI 2847:2019, Beton adalah campuran semen *Portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Disamping kualitas bahan penyusunnya, kualitas pelaksanaan pun menjadi penting dalam pembuatan beton. Kualitas pekerjaan suatu konstruksi sangat dipengaruhi oleh pelaksanaan beton langsung.

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 eras masa agregat akan semakin tinggi nilai kekuatan dan *durability* nya (daya tahan terhadap penurunan mutu akibat pengaruh cuaca).

3.3.1 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton pada umumnya meliputi air, semen *Portland*, agregat kasar dan agregat halus serta bahan tambah. Bahan - bahan penyusun beton adalah sebagai berikut :

1. Semen *Portland*

Semen *Portland* merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Terdapat berbagai macam semen, dan tiap – tiap macamnya digunakan untuk kondisi – kondisi tertentu sesuai dengan sifat – sifatnya yang khusus. Tipe semen yang digunakan adalah salah satu faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton. Menurut ASTM C150 Semen *Portland* dibagi menjadi lima type yaitu :

Ada beberapa jenis semen *Portland*, yaitu :

- a. Tipe I : *Ordinary Portland Cement* (OPC), semen *portland* untuk penggunaan umum, tidak memerlukan persyaratan khusus (panas hidrasi, ketahanan terhadap sulfat, kekuatan awal).
- b. Tipe II : *Moderate Sulphate Cement*, semen untuk beton yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan mempunyai panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III : *High Early Strenght Cement*, semen untuk beton yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan awal yang tinggi (cepat mengeras)
- d. Tipe IV : *Low Heat of Hydration*, semen untuk beton yang dalam penggunaannya memerlukan panas hidrasi yang rendah, dengan kekauatan awal rendah.
- e. Tipe V : *High Sulphate Resistance Cement*, semen untuk beton yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang lebih tinggi terhadap sulfat.

Selain semen *Portland* di atas, terdapat juga beberapa jenis semen lain yaitu :

1) *Blended Cement* (Semen Campur)

Semen ini dibuatarena dibutuhkannya sifat - sifat khusus yang tidak dimiliki oleh semen *Portland*. Untuk mendapatkan sifat khusus tersebut maka diperlukan material lain sebagai campuran jenis semen campur.

2) *Portland Pozzolan Cement* (PPC)

Portland Pozzolan Cement (PPC) merupakan semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang *homogeny* antara semen semen *Portland* dengan bahan *pozzolan* halus, yang diproduksi dengan mencampur secara merata semen *Portland* dan bahan *pozzolan* atau menggiling kliniker semen *Portland* atau gabungan antara menggiling dan mencampur.

3) Semen *Mosonry*

Semen *Mosonry* yaitu semen hidrolis yang digunakan terutama dalam pekerjaan menembok dan memplester konstruksi, yang terdiri dari campuran semen *Portland* ataucampran semen hidrolis dengan bahan yang bersifat menambah keplastisan (seperti batu kapur, kapur yang terhidrasi atau kapur hidrolis) bersamaan dengan bahan lain yang digunakan untuk meningkatkan satu atau lebih sifat seperti waktu pengikatan, kemampuan kerja, daya simpan air, dan ketahanan.

4) *Portland Composite Cement* (PCC)

Portland Composite Cement (PCC) merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama - sama terak semen *Portland* dan *gyps* dengan satu atau lebih bahan organik atau hasil pencampuran antara bubuk semen *Portland* dengan bubuk bahan anorganik lain.

Hubungan semen OPC, PPC dan PCC adalah untuk semen tipe OPC kuat tekan rata – rata beton pada umur 7 hari adalah 26,35 Mpa, 28 hari adalah 33,71 Mpa, untuk 56 hari adalah 38,65 Mpa. Sedangkan untuk semen tipe PCC kuat tekan rata – rata pada umur 7 hari adalah 22,92 Mpa, umur 28 hari 30, 94 Mpa, 56 hari 37,7 Mpa. Dan untuk semen tipe PPC kuat tekan rata – rata beton pada umur 7 hari 24,7 Mpa, 28 hari 29,86 Mpa, dan 56 hari 36,96 Mpa.

2. Agregat

Agregat menurut SNI 03-2847-2002 menyebutkan, agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidraulik. Berdasarkan ukuran besar butirnya, agregat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

a. Agregat halus

Agregat halus menurut SNI 03 - 6820 - 2002 merupakan agregat yang mempunyai ukuran butiran maksimum sebesar 4,76 mm berasal dari alam atau hasil olahan.

Dalam pemilihan agregat halus harus benar – benar memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Karena sangat menentukan dalam hal kemudahan pekerjaan, kekuatan, dan tingkat keawetan dari beton yang dihasilkan. Pasir sebagai bahan pembentuk mortar bersama semen dan air, berfungsi mengikat agregat kasar menjadi satu kesatuan yang kuat dan padat (Tjokrodimuljo, 1996).

Berdasarkan spesifikasi umum 2018 yang merujuk pada SNI 03-6820-2002 pasal 7.1.2.3, ada beberapa kriteria yang harus dipenuhi dalam menentukan agregat halus. Kriteria tersebut antara lain :

- 1) Agregat halus harus terdiri dari bahan yang bersih, keras, butiran yang tidak dilapisi apapun dengan mutu yang seragam.
- 2) Lolos ayakan ASTM no. 4 (4,76 mm).
- 3) Sekurang – kurangnya terdiri dari 50 % (terhadap berat) pasir alam.
- 4) Apabila dua jenis agregat halus dicampur atau lebih, maka setiap agregat halus harus memenuhi kebutuhan diatas.

b. Agregat kasar

Agregat kasar menurut SNI 03 – 2834 – 2000, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau batu pecah yang diperoleh dari industry pemecah batu yang mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm.

Menurut SNI 03-2834-2000. Syarat - syarat agregat kasar (kerikil) adalah sebagai berikut:

- 1) Butir – butir keras yang tidak berpori serta bersifat kekal yang artinya tidak pecah karena pengaruh cuaca, seperti terik matahari dan hujan.
- 2) Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1 % apabila melebihi maka harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.
- 3) Tidak mengandung zat yang dapat merusak batuan, seperti zat – zat yang reaktif terhadap alkali.

- 4) Agregat kasar yang berbutir pipih hanya dapat digunakan apabila jumlah tidak melebihi 20 % dari berat keseluruhan.

c. Air

Air Merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran – butiran agregat agar dapat dikerjakan. Proses hidrasi beton segar membutuhkan air kurang lebih 25 % dari berat semen yang digunakan.

SNI 03-2847-2002 menjelaskan air untuk pembuatan beton minimal memenuhi syarat sebagai air minum yang tawar, tidak berbau, dan tidak mengandung bahan – bahan yang dapat merusak beton, seperti minyak, asam, alkali, garam atau bahan – bahan organik lainnya yang dapat merusak beton dan tulangnya.

Menurut Tjokrodinuljo, (1996). Syarat – syarat air yang digunakan dalam campuran beton yaitu :

- 1) Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram /
Secara umum sebaiknya air yang digunakan adalah air yang dapat diminum, tawar, tidak berbau, dan tidak keruh bila dihembus udara.
- 2) Tidak mengandung garam yang merusak beton (asam, zat organik, dll) lebih dari 15 gram/liter.
- 3) Tidak mengandung *klorida* (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
- 4) Tidak mengandung senyawa *sulfat* lebih dari 1 gram/liter.

d. Bahan tambah

Bahan tambah merupakan bahan yang digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan kinerja beton dapat berupa bahan kimia, bahan mineral atau hasil limbah yang berupa serbuk *pozzolanik* sebagai bahan pengisi pori dalam campuran beton.

Menurut spesifikasi umum 2018 Bahan tambah (*admixture*) yang digunakan harus sesuai dengan AASHTO M194M/M194-13. Bahan tambah yang mengandung *calcium chloride*, *calcium formate*, dan *triethanolamine* tidak boleh digunakan. Untuk kombinasi dua atau lebih bahan tambahan, *kompatibilitas* bahan tambahan tersebut harus dinyatakan dengan sertifikat dari pabriknya dan untuk

campuran dengan abu terbang kurang dari 50 kg/m^3 , kontribusi alkali total (yang dinyatakan dengan Na_2O ekuivalen) dari semua bahan tambahan yang digunakan pada campuran tidak boleh melebihi $0,20 \text{ kg/m}^3$.

3.3.2 Klasifikasi Beton

Sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja beton yang dibuat. Beton harus disesuaikan dengan kelas dan mutu beton (Mulyono, 2003). sehingga bias disesuaikan dengan keperluan beton yang akan dibuat.

Berdasarkan SNI 284 - 2019, Jenis mutu beton dan penggunaannya terdiri dari beton mutu tinggi, mutu sedang dan mutu rendah dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1. Mutu beton dan penggunaannya

Jenis Beton	F_c' (Mpa)	Keterangan
Mutu tinggi	$F_c' \geq 45$	Umumnya digunakan untuk beton pratekan seperti tiang pancang, beton pratekan, gelagar beton pratekan, pelat beton pratekan, dan sejenisnya
Mutu sedang	$20 \leq f_c' < 45$	Umumnya digunakan untuk beton bertulang seperti pelat lantai jembatan, gelagar beton bertulang, diafragma non pratekan, kereb beton paracetak, gorong – gorong beton bertulang, bangunan bawah jembatan, perkerasan beton semen
Mutu rendah	$15 \leq f_c' < 20$	Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti beton siklop, dan trotoar
	$F_c' < 15$	Digunakan sebagai lantai kerja, penimbunan kembali dengan beton

Sumber : SNI 2847-2019

Tabel 3.1 mutu beton dan penggunaannya menunjukkan untuk pekerjaan perkerasan kaku termasuk pada Beton Mutu Sedang dengan $20 \leq f_c' < 45 \text{ Mpa}$,

Umumnya mutu beton yang sering digunakan dalam perkerasan kaku adalah mutu beton $f_c' = 36$ Mpa.

3.3.3 Faktor – Faktor Yang Menentukan Proporsi Campuran Beton

Tujuan perancangan campuran beton adalah untuk menentukan proporsi bahan baku beton yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, dan air yang memenuhi kriteria *workabilitas*, kekuatan, *durabilitas*, dan penyelesaian akhir yang sesuai dengan spesifikasi.

Untuk mencapai suatu kekuatan beton tertentu, rancangan yang dibuat harus menghasilkan suatu proporsi bahan campuran yang nilainya ditentukan oleh faktor – faktor berikut :

a. Faktor Air Semen (*FAS*)

Nilai perbandingan air terhadap semen atau yang disebut faktor air semen (*fas*) mempunyai pengaruh yang kuat secara langsung terhadap kekuatan beton. Harus dipahami secara umum bahwa semakin tinggi nilai faktor air semen (*fas*) semakin rendah mutu kekuatan beton. Umumnya nilai faktor air semen minimum yang diberikan sekitar 0,4 dan maksimum 0,65 (Sumber Mulyono, 2004).

b. Tipe semen

Penggunaan tipe semen yang berbeda, yaitu semen *Portland* tipe I,II,IV dengan semen *Portland* yang memiliki kekuatan awal yang tinggi (tipe III) akan memerlukan nilai faktor air - semen yang berbeda. Pada penelitian digunakan semen tipe I.

c. Keawetan (*durability*)

Pertimbangan keawetan akan memerlukan nilai - nilai kekuatan minimum, faktor air - semen maksimum, dan kadar semen minimum.

d. *Workabilitas* dan jumlah air

Sifat kekentalan adukan beton dapat menggambarkan kemudahan pengerjaan beton, yang dinyatakan nilai slump. Suatu nilai slump tertentu yang diharapkan dapat memberi kemudahan pengerjaan sesuai dengan jenis konstruksi yang dikerjakan, untuk suatu ukuran agregat tertentu akan

berpengaruh terhadap jumlah air yang dibutuhkan. Untuk mencegah penggunaan adukan beton yang terlalu kental atau terlalu encer.

e. Pemilihan Agregat

Ukuran maksimum agregat ditetapkan berdasarkan pertimbangan ketersediaan material yang ada, biaya, atau jarak tulangan terkecil yang ada. Agregat kasar harus dipilih sedemikian rupa sehingga ukuran agregat terbesar tidak lebih dari $\frac{3}{4}$ jarak bersih minimum antara baja tulangan atau antara baja tulangan dengan acuan, atau celah – celah lainnya dimana beton akan dicor.

f. Kadar Semen

Kadar semen yang diperoleh dari hasil perhitungan rancangan selanjutnya dibandingkan dengan ketentuan kadar semen minimum berdasarkan pertimbangan *durabilitas*, dan dibandingkan juga dengan batas kadar semen maksimum untuk mencegah terjadinya retak akibat panas hidrasi yang tinggi.

3.4. Pengendalian Mutu (*Quality Control*)

Pengendalian merupakan kegiatan untuk menjamin penyesuaian antara rencana yang telah disusun dengan hasil pekerjaan di lapangan . Menurut Irwan dan Haryono (2015), pengertian pengendalian kualitas adalah proses yang digunakan untuk menjamin tingkat kualitas dalam produk atau jasa. Sedangkan menurut Sofyan Assauri (2004), pengendalian kualitas adalah kegiatan-kegiatan untuk memastikan apakah kebijaksanaan dalam hal mutu atau standar dapat tercermin dalam hasil akhir. Dengan kata lain pengendalian mutu adalah usaha mempertahankan mutu/kualitas dan barang yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan.

Tujuan pengendalian mutu pekerjaan beton adalah untuk mengukur dan mengawasi variasi bahan – bahan campuran dan mengukur serta mengawasi operasional pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap kekuatan dan keseragaman beton. Menurut Irwan dan Haryono (2015), tujuan pengendalian kualitas adalah untuk memastikan bahwa produk, jasa atau proses yang disediakan memenuhi persyaratan tertentu 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 pemeriksaan akhir saja, tetapi perlu juga diadakan pemeriksaan pada barang yang sedang di proses, 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 inspeksi 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.

3.5. Mekanisme Kontrol Mutu

Dalam pelaksanaan mekanisme kontrol beton ada beberapa tahap yang harus dilalui, antara lain :

3.5.1. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan proporsi campuran beton digunakan untuk mengetahui komposisi dan proporsi bahan – bahan penyusun beton. Proporsi bahan campuran beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton. Perancangan campuran beton dilakukan agar menghasilkan mutu beton sesuai dengan rencana.

Adapun tahapan-tahapan dalam perencanaan campuran beton menurut SNI 7656:2012 adalah sebagai berikut :

1. Pemilihan Slump

Jika nilai slump tidak ditentukan, maka digunakan nilai slump yang ditentukan dalam spesifikasi maka nilai slump dapat diambil dari tabel, 3.2.

Tabel 3.2 Nilai slump yang dianjurkan untuk berbagai pekerjaan konstruksi (*)

Tipe konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum [†]	Minimum
Pondasi beton bertulang (dinding dan pondasi telapak	75	25

Tabel 3.2 Nilai slump yang dianjurkan untuk berbagai pekerjaan konstruksi (*)
(Lanjutan)

Pondasi telapak tanpa tulangan, pondasi tiang pancang, dinding bawah tanah	75	25
Balok dan dinding bertulang	100	25
Kolom bangunan	100	25
Perkerasan dan pelat lantai	75	25
Beton massa	50	25

Sumber : SNI 7656-2012

Keterangan:

* = Slump dapat ditambah bila digunakan bahan tambahan kimia, asalkan beton yang diberi bahan tambahan tersebut memiliki rasio air – bahan bersifat semen yang sama atau lebih kecil dan tidak menunjukkan segregasi yang berarti atau *bilding* berlebihan.

† = Slump boleh ditambah 25 mm untuk metode pemadatan selain dengan penggetaran.

2. Pemilihan Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum

Ukuran nominal agregat kasar maksimum dengan gradasi yang baik memiliki rongga udara yang lebih sedikit dibandingkan dengan agregat berukuran kecil. Dengan demikian, beton dengan agregat berukuran lebih besar membutuhkan lebih sedikit adukan mortar per satuan isi beton.

Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- a. $1/5$ dari ukuran terkecil dimensi antara dinding – dinding cetakan/bekisting
- b. $1/3$ tebalnya pelat lantai
- c. $3/4$ jarak minimum antar masing – masing batang tulangan, berkas – berkas tulangan, atau tendon tulangan pra – tegang

Apabila diinginkan beton berkekuatan tinggi, maka hasil terbaik dapat diperoleh dengan ukuran nominal agregat maksimum yang lebih kecil karena hal ini akan memberikan kekuatan lebih tinggi pada rasio semen yang diberikan.

3. Perkiraan Air Pencampur dan Kandungan Udara

Banyaknya air untuk tiap satuan isi beton yang dibutuhkan agar menghasilkan slump tertentu tergantung pada:

- Ukuran nominal maksimum, bentuk partikel dan gradasi agregat
- Temperatur beton
- Perkiraan kadar udara, dan
- Penggunaan bahan tambahan kimia

Slump tidak terlalu dipengaruhi oleh jumlah semen atau bahan bersifat semen lainnya dalam pemakaian yang normal, penggunaan sedikit bahan tambahan mineral yang halus dapat mengurangi kebutuhan air, perkiraan kebutuhan air untuk beberapa ukuran agregat dan target slump yang diinginkan lihat Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Perkiraan kekuatan air pencampur dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah

Air (kg/m ³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
Slum (mm)	9,5 mm	12,7 mm	19 mm	25 mm	37,5 mm	50 mm	75 mm	150 mm
Beton tanpa kandungan udara								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyaknya udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
>175	-	-	-	-	-	-	-	-
Untuk kadar yang disarankan untuk tingkat paparan sebagai berikut								
Ringan	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Sedang	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Berat	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Sumber : SNI 7656-2012

4. Pemilihan Rasio Air – Semen Atau Rasio Air – Bahan Bersifat Semen

Untuk rasio air semen yang sama, kuat tekan beton dipengaruhi oleh jenis agregat dan jumlah semen yang digunakan. Oleh karena itu, hubungan rasio air semen sangat diperlukan untuk menghasilkan mutu beton dengan kekuatan yang sesuai. Tabel 3.4 dapat digunakan sebagai acuan dalam pemilihan nilai perbandingan air semen.

Tabel 3.4 Hubungan antara rasio air – semen (w/c) atau rasio air – bahan bersifat semen {w/(c+p)} dan kekuatan beton.

Kuat tekan beton umur 28 hari, Mpa	Rasio air – semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

Sumber : SNI 7656-2012

5. Perhitungan Kadar Semen

Banyaknya semen untuk tiap satuan volume beton diperoleh dari penentuan contoh – contoh pada langkah 3 dan langkah 4 tersebut diatas. Kebutuhan semen adalah sama dengan perkiraan kadar air pencampur dibagi rasio - air semen. Namun demikian, apabila persyaratannya memasukkan pembatasan pemakaian semen minimum secara terpisah selain dari persyaratan kekuatan dan keawetan, campuran harus didasarkan pada kriteria apapun yang mengarah pada pemakaian semen yang lebih banyak.

6. Perkiraan Kadar Agregat Kasar

Pengunaan agregat dengan ukuran maksimum dan gradasi yang sama akan menghasilkan beton yang bersifat memuaskan bila sejumlah tertentu volume

agregat dipakai untuk tiap satuan volume beton. Volume agregat kasar per satuan volume beton dapat dilihat pada tabel 3.5 berikut.

Tabel 3.5 Volume agregat kasar per satuan volume beton

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan saringan agregat halus			
	0,50	0,48	0,46	0,44
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Sumber : SNI 7656-2012

7. Perkiraan Kadar Agregat Halus

Setelah selesai melakukan perkiraan kadar agregat halus, seluruh komponen bahan dari beton sudah dapat diperkirakan, kecuali agregat halus. Prosedur yang dapat digunakan untuk menentukan agregat halus adalah

a. metode berdasarkan berat

Berdasarkan perhitungan berat, jika berat per satuan volume beton dapat dianggap atau diperkirakan dari pengalaman, maka berat agregat halus yang dibutuhkan adalah perbedaan dari berat beton segar dan berat total dari bahan – bahan lainnya. Umumnya, berat satuan dari beton telah diketahui dengan ketelitian cukup dari pengalaman sebelumnya yang memakai bahan – bahan yang sama. Dalam hal semacam ini tidak diperoleh, Tabel 3.6 dapat digunakan untuk perkiraan awal.

Tabel 3.6 Perkiraan awal berat beton segar

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m ³	
	Beton tanpa Tambahkan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Sumber SNI 7656-2012

b. metode berdasarkan volume *absolut*

Perhitungan dengan menggunakan metode volume *absolut*, untuk mendapatkan volume agregat halus yang disyaratkan, satuan volume beton dikurangi jumlah seluruh volume dari bahan – bahan yang diketahui yaitu air, udara, bahan yang bersifat semen, dan agregat kasar.

Volume beton adalah sama dengan berat beton dibagi densitas bahan.

8. Koreksi kandungan air dalam agregat

Jumlah agregat yang harus ditimbang untuk beton harus memperhitungkan banyaknya kandungan air yang terserap dalam agregat. umumnya, agregat ada dalam keadaan lembab, sehingga berat keringnya harus ditambah sebanyak persentase air yang dikandungnya baik yang terserap maupun yang ada dipermukaan. Banyaknya air pencampuran yang harus ditambahkan kedalam campuran haruslah dikurangi sebanyak air bebas yang didapat dari agregat, yaitu jumlah air yang dikurangi air terserap.

3.5.2. Metode *Trial Mix*

Metode *trial mix* bertujuan untuk menyederhanakan variasi komposisi campuran yang dilakukan dalam percobaan nanti dan menentukan penggunaan kebutuhan air pencampur sehingga mudah untuk dikerjakan, setelah ditetapkan komposisi campuran berdasarkan hasil *mix design*, selanjutnya adalah pelaksanaan pencampuran unsur – unsur beton.

Hal – hal yang di uji dalam proses *trial mix* yaitu :

1. Nilai slump
2. Kelecakan (*Workability*)
3. Kandungan udara
4. Kekuatan pada umur – umur tertentu

3.5.3. *Job Mix Formula* (JMF)

Job Mix Formula (JMF) adalah proses merancang dan memilih bahan yang cocok dan menentukan proporsi relatif dengan tujuan memproduksi beton dengan kekuatan tertentu, daya tahan tertentu dan se ekonomis mungkin.

Rancangan campuran beton bukanlah tugas sederhana karena sifat yang sangat beragam dari material penyusunnya, kondisi yang ada ditempat kerja, khususnya kondisi ekspour, dan kondisi yang dituntut untuk pekerjaan tertentu.

Rencana campuran beton membutuhkan pengetahuan lengkap dari berbagai properti bahan – bahan penyusunnya, ini membuat tugas perencanaan campuran yang lebih kompleks dan sulit. Rencana campuran beton tidak hanya membutuhkan pengetahuan yang lebih luas dan pengalaman dari perkerasan. Bahkan proporsi bahan beton dilaboratorium memerlukan penyesuaian modifikasi dan kembali disesuaikan dengan kondisi lapangan.

Dengan pemahaman yang lebih baik dari sifat, beton ini akan menjadi bahan yang lebih tepat. Perancang struktur menentukan kekuatan minimum tertentu dari campuran beton dengan pengetahuan bahan, kondisi lokasi dan standar pengawasan yang tersedia pada tempat kerja untuk mencapai kekuatan minimum dan daya tahan yang baik.

3.6. Pengujian Mutu Beton

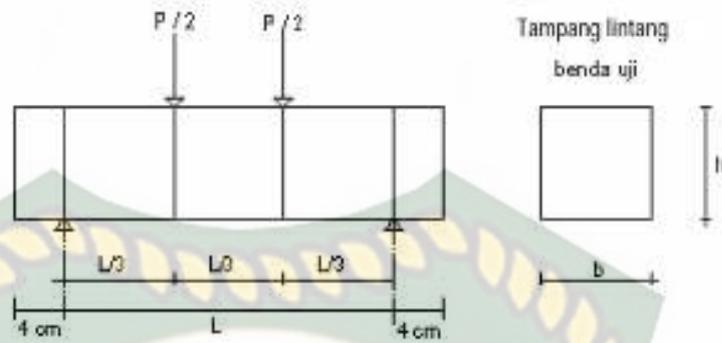
Menurut Mulyono (2004), pengujian dalam pelaksanaan pekerjaan beton yaitu dengan cara pengujian contoh material penyusun beton kemudian pengambilan contoh dan pengujian beton segar, pengujian ini dilaksanakan setelah didapatkan suatu komposisi campuran beton serta pengujian dapat dilakukan untuk menguji 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.

3.6.1. Pengujian Kuat Lentur Beton (*Flexural Strength*)

Kuat lentur beton adalah kemampuan balok beton untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu yang diberikan pada balok beton tersebut sampai balok tersebut patah (Hardiyatmo, 2015). 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.

Pengujian dilakukan dengan beberapa tahapan dengan ukuran balok yang ditentukan pada SNI 4431:2011 pada gambar 3.3



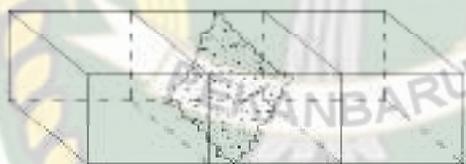


Gambar 3.3 Cara pengujian kuat lentur beton (SNI 4431:2011)

Rumus yang digunakan dalam pengujian kuat lentur adalah:

- a. Untuk pengujian dimana patahnya benda uji ada didaerah pusat (daerah 1/3 jarak titik perletakan bagian tengah), maka kuat lentur beton dapat dihitung dengan persamaan 3.3 :

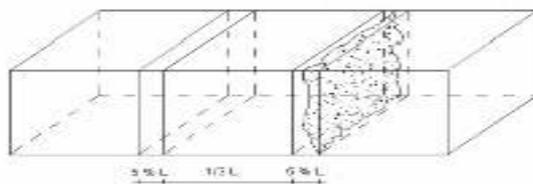
$$\sigma_1 = \frac{PL}{bh^2} \dots\dots\dots(3.3)$$



Gambar 3.4 Patah pada 1/3 bentang tengah rumus,(SNI 4431:2011)

- b. 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 beton dihitung menurut persamaan sebagai berikut.

$$\sigma_1 = \frac{P.a}{b.h^2} \dots\dots\dots (3.4)$$



Gambar 3.5 Patah Diluar Bentang Tengah Dan Garis Patah pada <5% dari bentang (SNI 4431:2011)

Dimana :

- σ_1 = Kuat lentur benda uji (MPa)
 P = Beban maksimum (KN)
 L = Jarak bentang antara dua garis perletakan (mm)
 b = Lebar tampang lintang patah pada 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 sudut dari bentang (mm)

3.6.2. Pengujian Kuat Tekan Dengan *Core Drilled*

Pengujian kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Metode *core drilled* adalah suatu metode yang melakukan pengambilan sampel beton pada suatu struktur bangunan. Sampel yang diambil (bentuk silinder) selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian seperti kuat tekan. Pengujian kuat tekan dari sebuah sampel hasil *core drilled* lebih dikenal dengan pengujian Beton inti.

Pengambilan sampel tersebut dilakukan dengan sebuah alat bor yang mata bornya berupa sebuah pipa yang terbuat dari intan, sehingga diperoleh sebuah sampel beton dalam bentuk silinder. Silinder beton yang diperoleh tergantung dari diameter mata bornya. Umumnya antara 50 mm hingga 150 mm. Metode pengujian kuat tekan beton inti harus memenuhi SNI 03-3403-1994. Rumus yang digunakan yaitu:

$$f_c' = \frac{P}{\left(\frac{3,14}{4}\right)\phi^2} \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana :

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

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

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

Menurut SNI 2942-2002, 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 dilokasi yang diwakili kuat tekan benda uji bor inti yang tidak menentu (*eratik*) tidak boleh diuji ulang.

3.6.3. Hubungan Kuat Tekan (f_c') dan Kuat Lentur (f_s)

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:

$$f_{cf} = K(f_c')^{0,50} \text{ dalam Mpa} \dots \dots \dots (3.5)$$

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

Dimana :

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

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

K = Konstanta 0,7 untuk agregat tidak pecah dan 0,75 untuk agregat pecah

3.7. Standar Mutu Beton Perkerasan Kaku

Menurut Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 devisa 5.3 menyebutkan bahwa kualitas bahan penyusun beton serta hasil produksi beton harus memenuhi standar ataupun syarat yang telah ditetapkan, syarat tersebut sesuai pada standar berikut :

3.7.1. Standar Syarat Sifat Material

Sifat agregat halus maupun kasar harus memenuhi syarat dan ketentuan untuk menjamin kekuatan dan efisiensi terhadap campuran beton yang baik. Untuk itu batasan sifat agregat kasar maupun halus seperti pada tabel 3.7 dan 3.8.

Tabel 3.7 Syarat Sifat – Sifat Agregat Halus.

Agregat Halus			
No.	Jenis Pengujian	Persyaratan	Metode
1	Berat Jenis	2,3 – 3,1	ASTM C.33
2	Penyerapan Oleh Air	Maks. 5%	SNI 1969:2016
3	Berat Isi Lepas	Min.1200 kg/m ³	SNI 03-4804-1998
4	Kadar Lumpur	Maks. 5%	SNI 1969:2016
5	Modulus Halus Butir	1,5-3,8	SNI 03-S-04-1989 F

Tabel 3.8 Syarat Sifat – Sifat Agregat Kasar

Agregat Kasar			
No.	Jenis Pengujian	Ketentuan	Metode
1	Berat Jenis	Min.2,1	SNI 1970:2016
2	Penyerapan Air	Maks. 2,5 %	SNI 1970:2016

Tabel 3.8 Syarat Sifat – Sifat Agregat Kasar (Lanjutan)

3	Berat Isi Lepas	Min.1200 kg/m ³	SNI 03-4804-1998
4	Kadar Lumpur	Maks. 1%	SNI 03-S-04-1989 F
5	Modulus Halus Butir	6 – 7,1	SNI 03-S-04-1989 F

Menurut SNI 03-2834-2000 memberikan syarat-syarat untuk gradasi agregat yang diadopsi dari *British Standard* yang dapat dilihat pada Tabel 3.9 dan Tabel 3.10.

Tabel 3.9 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan			
	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100
0.3	5-20	8-30	12-40	15-50
0.15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : SNI 03-2834-2000

Tabel 3.10 Ukuran Agregat Kasar

Lubang Ayakan (mm)	Persen Berat Butir Yang Lewat Ayakan, Besar Butir Maksimum		
	40 mm	20 mm	12,5 mm
40	95-100	100	100

Tabel 3.10 Ukuran Agregat Kasar (Lanjutan)

20	30-70	95-100	100
12.5	-	-	90-100
10	10-35	25-55	40-85

Sumber : SNI 03-2834-2000

3.7.2. Standar Mutu Kekuatan Perkerasan Kaku

Menurut Spesifikasi Umum bina marga 2010 devisa 5.3.2 (3) kekuatan minimum untuk kuat lentur pada umur 28 hari untuk perkerasan beton semen diberikan pada tabel berikut ini :

Tabel 3.11 Kuat Lentur Minimum untuk Perkerasan Beton Semen

Uraian	Metoda Pengujian	Nilai fs (Mpa)
Kuat lentur pada umur 28 hari untuk percobaan campuran min.	SNI 4431:2011	4,7
Kuat lentur pada umur 28 hari untuk ada perkerasan beton semen (pengendalian produksi) min.	SNI 4431:2011	4,5

Sumber : Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 devisa 5.3.2(3)

Beton untuk perkerasan beton semen dalam pekerjaan permanen harus memenuhi ketentuan kuat lentur minimum untuk beton perkerasan yang diberikan pada tabel 3.10 Nilai kuat lentur minimum untuk produksi dapat disesuaikan berdasarkan perbandingan nilai kuat lentur dan kuat tekan untuk serangkaian pengujian yang tidak kurang dari 16 pengujian, 8 pengujian untuk kuat tekan dan 8 pengujian untuk kuat lentur pada rancangan yang disetujui. Untuk kekuatan yang terjadi pada 7 hari, sementara disyaratkan 80% dari kuat lentur lapangan yang terjadi.

3.8. Pembayaran

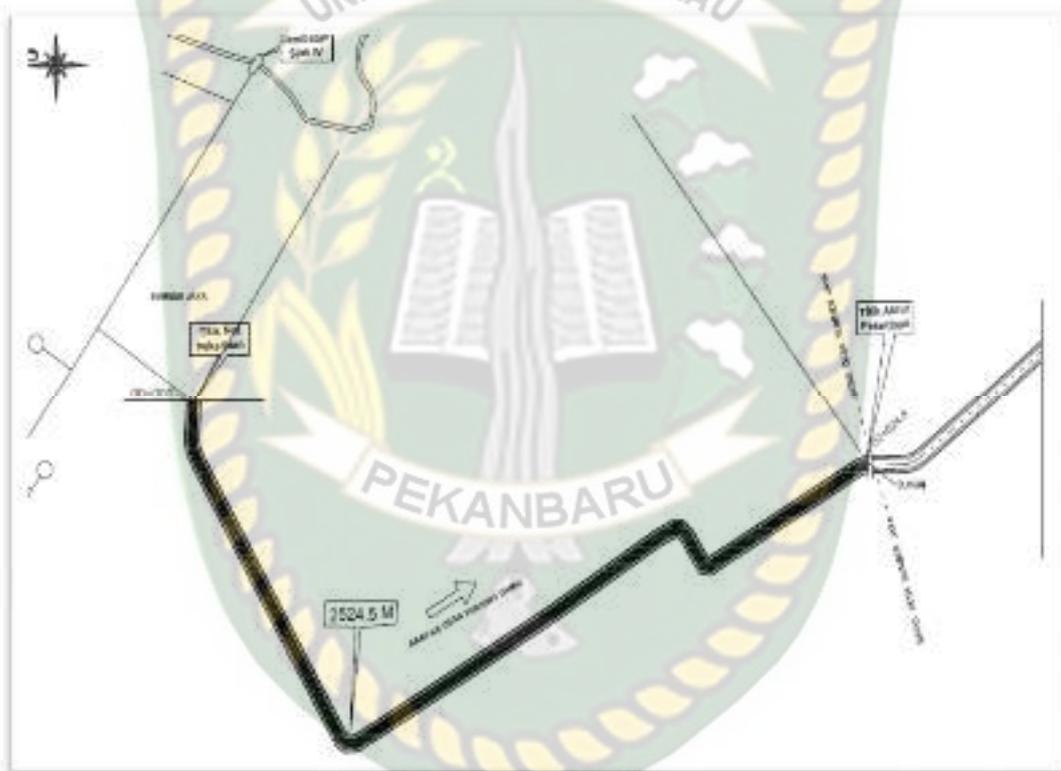
Berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 5 revisi 3 jika mutu beton untuk setiap lot tidak tercapai, tetapi dari segi aspek lain terpenuhi seperti spesifikasi dan direksi pekerjaan. Maka mutu beton dapat diterima dengan syarat :

1. Kuat lentur beton dalam 28 hari untuk setiap lot yang kurang dari 90 % dari kuat lentur minimum beton, maka lot yang mewakili pengujian harus dibongkar (*total loss*).
2. Kuat lentur beton dalam 28 hari antara 90 % - 100 % dari kuat lentur maksimum dapat diterima dengan pengurangan 4 % dari harga satuan untuk perkerasan beton untuk setiap 1 kg/cm² (0,1 Mpa). Kekurangan kekuatan rancangan dalam lot terhadap harga satuan.

BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada proyek Peningkatan Jalan Sumber Jaya Tanjung Damai di Kecamatan Siak kecil, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau yaitu pada *Stationing* 00+000 – *Stationing* 02+524,5. Untuk sketsa lokasi penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut ini :



Gambar 4.1 Sketsa Lokasi Penelitian

4.2 Teknik Pengumpulan Data

1. Studi Literatur

Dalam proses penelitian ini menggunakan studi literatur sebagai pedoman dalam menganalisa tugas akhir ini. Studi literatur ini dilakukan dengan menggunakan panduan buku-buku yang terkait dengan penelitian

dan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 5 revisi 3 pekerjaan berbutir dan perkerasan beton semen.

2. Data Skunder

Data sekunder yang digunakan penulis dalam penelitian ini yaitu data diperoleh dari Lembaga Aplikasi Teknik Universitas Islam Riau (LAPI UIR), data tersebut berupa:

- a. Gambar rencana
- b. Data hasil uji beton
- c. Rencana anggaran biaya (RAB)
- d. Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 5 revisi 3

4.3 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Adapun tahap - tahap dalam penelitian ini antara lain:

1. Tahap Persiapan

Tahapan awal meliputi pengurusan surat- surat administrasi perizinan untuk melaksanakan penelitian.

2. Tahap Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang digunakan dalam penelitian ini, tahap pengumpulan data skunder diperoleh dari Lembaga Aplikasi Teknik Universitas Islam Riau (LAPI UIR).

3. Teknik Analisa Data

Dalam penelitian ini penulis menganalisa hasil uji beton terhadap pembayaran mutu beton berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 5 revisi 3.

4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil data yang sudah ada, maka dapat digunakan dalam pembahasan dan akan diambil kesimpulan dari hasil data yang sudah ada.

5. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan diambil untuk menjelaskan hasil dari penelitian yang dilakukan, dari hasil pembahasan dapat ditarik kesimpulan, salah satunya berupa hasil analisis pengendalian mutu terhadap pembayaran pada peningkatan Jalan Tanjung Damai Sumber Jaya Kecamatan Siak Kecil Kabupaten Bengkalis.

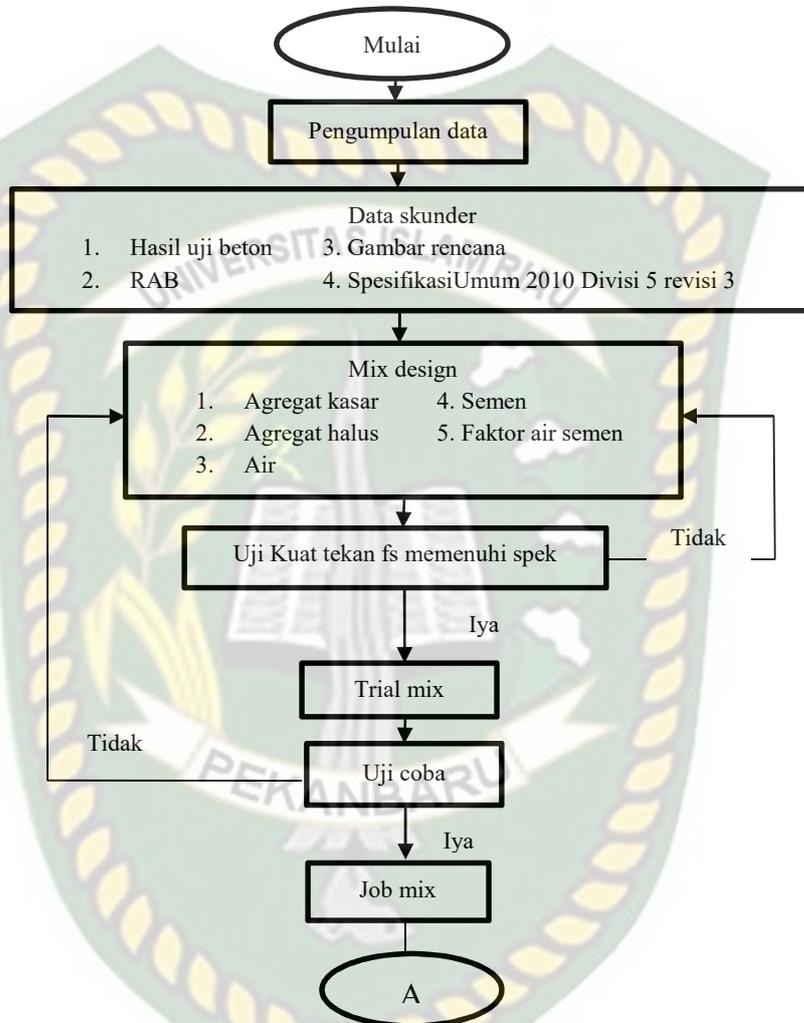
4.4 Cara Analisis Data

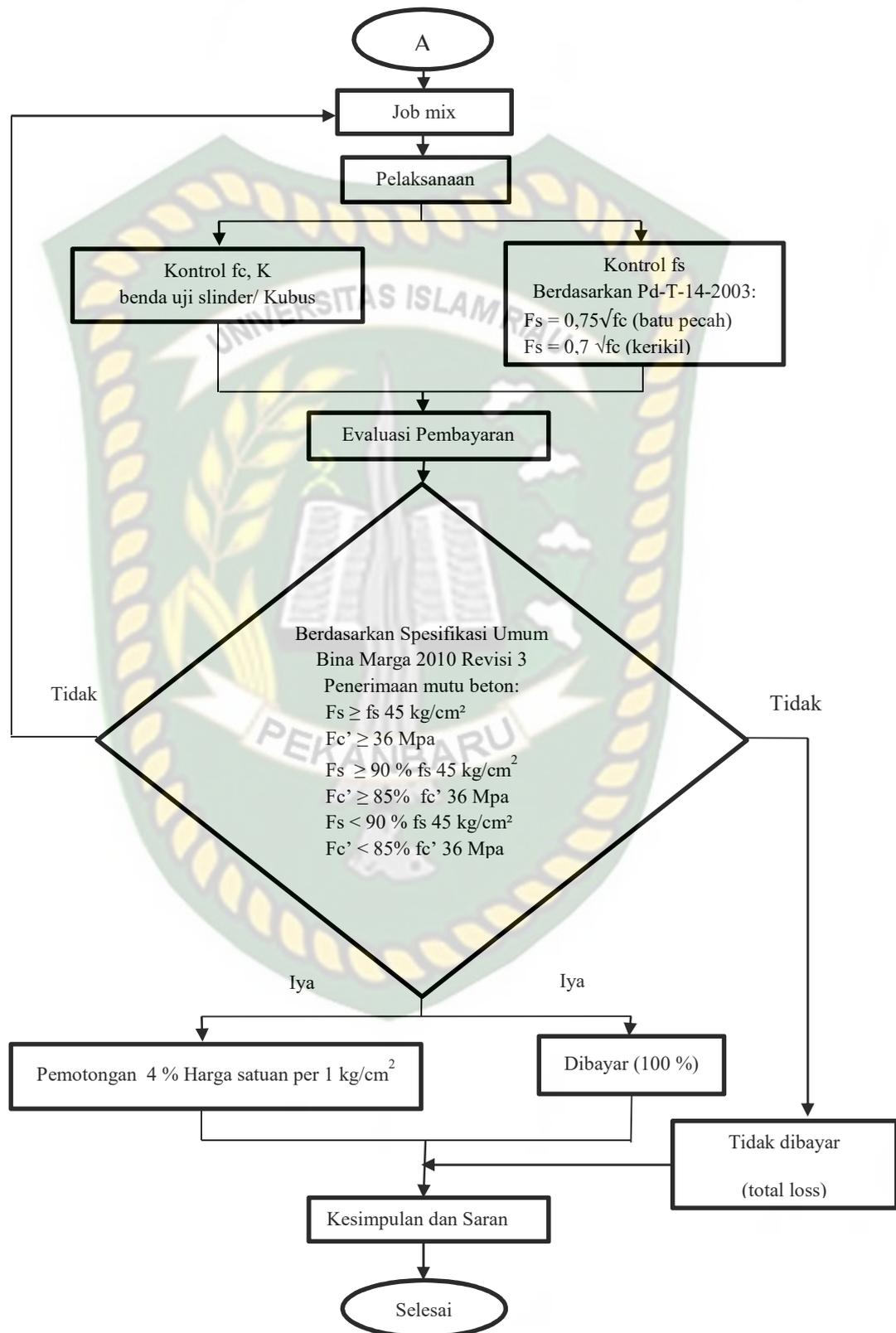
Cara analisa data bertujuan untuk menjelaskan lebih detail dalam penelitian ini seperti yang dirangkum dalam bagan alir Gambar 4.2. Adapun cara menganalisis data dalam penelitian ini antara lain:

1. Mengumpulkan data – data pengujian laboratorium
2. Mengalisa penerimaan mutu beton berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 (Revisi 3)
3. Evaluasi pembayaran berdasarkan Spesifikasi umum bina marga 2010 Divisi 5 revisi 3 dengan Penerimaan mutu beton adalah sebagai berikut :
 - a. Dibayar 100 %
 - $F_s \geq f_s 45 \text{ kg/cm}^2$
 - $F_c' \geq 36 \text{ Mpa}$
 - b. Pemotongan harga satuan 4 % per 1 kg/cm^2
 - $F_s \geq 90 \% f_s 45 \text{ kg/cm}^2$
 - $F_c' \geq 85\% f_c' 36 \text{ Mpa}$
 - c. Tidak dibayar (Toal loss)
 - $F_s < 90 \% f_s 45 \text{ kg/cm}^2$
 - $F_c < 85\% f_c' 36 \text{ Mpa}$

4.5 Bagan Alir Penelitian

Tahapan proses yang akan dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada gambar 4.2.





Gambar 4.2 Bagan alir penelitian

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Gambaran Umum Proyek

Adapun data umum dari proyek Peningkatan Jalan Sumber Jaya Tanjung Damai yang berlokasi di Kecamatan Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau adalah sebagai berikut:

1. Kegiatan : Peningkatan Jalan Poros Kecamatan Bukit Batu C
2. Pekerjaan : Peningkatan Jalan Sumber Jaya Tanjung Damai
3. Nomor Kontrak : 06-NK/SPP/PUPR-BPJJ/II/2019
4. Tanggal Kontrak : 15 Februari 2019
5. Nilai Kontrak : Rp. 18.937.996.000,-
6. Sumber Dana : APBD. Kabupaten Bengkalis
7. Waktu Pelaksanaan : 180 (Seratus Delapan Puluh) Hari Kalender
8. Kontraktor Pelaksana : PT. Tata Inti Sepakat
9. Konsultan Pengawas : PT. Tri Karsa – CV. Wira Andrinugraha (KSO)
10. Tahun Anggaran : 2019

5.2. Hasil Pengujian Mutu Beton Fs 45 Kg/Cm²

Untuk mengetahui mutu beton yang digunakan dilapangan, maka dilakukan pengambilan beberapa sampel di lapangan yang akan dilakukan pengujian di laboratorium Universitas Islam Riau.

Pengambilan sampel pada Jalan Sumber Jaya Tanjung Damai Kecamatan Siak Kecil Kabupaten Bengkalis dilakukan pada beberapa titik disepanjang jalan tersebut, pengambilan sampel dilakukan secara acak. Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode kuat lentur dan kuat tekan beton inti (*core drill*) untuk mengetahui mutu beton yang digunakan dilapangan.

5.2.1. Hasil Uji Kuat Lentur F_s 45 Kg/Cm²

Pengujian kuat lentur pada pelaksanaan perkerasan kaku pada proyek sumber jaya tanjung damai dilakukan di laboratorium teknik sipil UIR . untuk hasil uji kuat lentur selengkapnya berdasarkan Lampiran yaitu pengujian kuat lentur beton, Hasil uji kuat lentur balok pelaksanaan dapat dilihat dalam Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Hasil uji kuat lentur balok pelaksanaan

Stationing		Posisi	Kuat Lentur (fs) Rencana	Hasil uji kuat lentur (fs) balok pelaksanaan
STA	STA	L/R	Kg/cm ²	Kg/cm ²
0+000,00	0+033,00	R	45	66,95
0+000,00	0+033,00	L	45	55,69
0+033,00	0+093,50	L	45	56,25
0+033,00	0+110,00	R	45	47,41
0+093,50	0+187,00	L	45	53,27
0+187,00	0+275,00	L	45	52,81
0+275,00	0+379,50	L	45	55,31
0+379,50	0+462,00	L	45	53,78
0+462,00	0+588,50	L	45	56,28
0+588,50	0+643,50	L	45	53,53
0+643,50	0+770,00	L	45	51,69
0+770,00	0+847,00	L	45	55,17
0+847,00	0+995,50	L	45	60,10
0+995,50	1+078,00	L	45	62,59
0+918,50	1+023,00	R	45	59,04
1+078,00	1+177,00	L	45	56,59
1+177,00	1+259,50	L	45	52,76
1+259,50	1+375,00	L	45	50,87
1+413,50	1+501,50	L	45	48,87

Tabel 5.1 Hasil uji kuat lentur balok pelaksanaan (Lanjutan)

1+501,50		1+606,00	L	45	52,70
1+606,00		1+699,50	R	45	54,45
1+606,00		1+699,50	L	45	52,15
1+699,50		1+754,50	R	45	60,83
1+699,50		1+749,50	L	45	64,54
1+754,50		1+897,50	R	45	56,13
1+897,50		2+002,00	R	45	40,11
2+002,00		2+123,00	R	45	39,70
2+123,00		2+249,50	R	45	39,78
2+249,50		2+299,00	R	45	40,42
2+255,00		2+370,50	L	45	56,41
2+299,00		2+436,50	R	45	40,55
2+370,50		2+524,50	L	45	53,92
2+436,50		2+524,50	R	45	57,02
Rata-rata kuat lentur (f_s) balok					53,25

Sumber: Tim Lembaga Aplikasi Teknis UIR

Keterangan:

L = Kiri

R = Kanan

Berdasarkan tabel 5.1 didapatkan nilai hasil uji kuat lentur balok pelaksanaan dengan mutu rencana f_s 45 kg/cm² dan percepatan gravitasi 9,81 m/s² dengan panjang *Stationing* 0+000,00 sampai *Stationing* 2+524,50.

Nilai hasil kuat lentur dilihat per *Stationing* yang tidak memenuhi nilai kuat lentur rencana yaitu pada *Stationing* 1+897,50 - 2+002,00 dengan nilai kuat lentur 40,11 kg/cm², pada *Stationing* 2+249,50 - 2+299,00 dengan nilai kuat lentur 40,42 kg/cm², *Stationing* 2+299,00 - 2+436,50 dengan nilai kuat lentur 40,55 kg/cm², pada *Stationing* 2+002,00 - 2+123,00 dengan nilai kuat lentur 39,70 kg/cm² dan *Stationing* 2+123,00 - 2+249,50 dengan nilai kuat lentur 39,78

kg/cm² sedangkan dilihat dari nilai rata – rata kuat lentur nilainya melebihi kuat lentur rencana dengan nilai 53,25 kg/cm².

5.2.2. Hasil Uji Kuat Tekan *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. Untuk hasil uji kuat tekan *core drill* beton selengkapnya berdasarkan Lampiran yaitu pengujian kuat tekan beton inti . Hasil uji kuat tekan *core drill* dapat dilihat dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Hasil uji kuat tekan *core drill*

Stationing		Posisi	Kuat tekan rencana (fc')	Hasil uji kuat tekan <i>core drill</i>
STA	STA	L/R	Mpa	Mpa
1+906,00	1+939,00	R	36	35,99
1+947,00	1+975,00	R	36	36,82
1+985,00	2+000,00	R	36	39,03
2+034,00	2+060,00	R	36	36,07
2+010,00	2+027,00	R	36	36,05
2+072,00	2+114,00	R	36	36,33
2+127,00	2+142,00	R	36	39,47
2+150,00	2+171,00	R	36	34,50
2+181,00	2+213,00	R	36	35,93
2+224,00	2+243,00	R	36	36,00
2+244,00	2+295,00	R	36	33,22
2+310,00	2+339,00	R	36	35,08
2+345,00	2+384,00	R	36	35,25
2+388,00	2+425,00	R	36	30,88
Rata – rata kuat tekan <i>core drill</i>				35,76

Sumber: Tim Lembaga Aplikasi Teknis UIR

Berdasarkan tabel 5.2 didapatkan hasil kuat tekan *core drill* dengan kuat tekan rencana 36 Mpa dengan panjang *Stationing* 1+906,00 sampai 2+425,00. Nilai hasil kuat tekan *core drill* dilihat per *Stationing* yang tidak memenuhi nilai kuat tekan rencana yaitu pada *Stationing* 1+906,00 - 1+939,00 dengan nilai kuat tekan 35,99 Mpa, *Stationing* 2+150,00 - 2+171,00 dengan nilai kuat tekan 34,50 Mpa, *Stationing* 2+181,00 - 2+213,00 dengan nilai kuat tekan 35,93 Mpa, *Stationing* 2+244,00 - 2+295,00 dengan nilai kuat tekan 33,22 Mpa, *Stationing* 2+310,00 - 2+339,00 dengan nilai kuat tekan 35,08 Mpa, *Stationing* 2+345,00 - 2+384,00 dengan nilai kuat tekan 35,25 Mpa, *Stationing* 2+388,00 - 2+425,00 dengan nilai kuat tekan 30,88 Mpa sedangkan nilai rata – rata kuat tekan *core drill* dengan nilai 35,76 Mpa.

5.3. Penerimaan Mutu Pekerjaan Beton Fs 45 Kg/Cm² Terhadap Pembayaran

Analisa penerimaan beton pekerjaan pada perkerasan *rigid* 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 *rigid* berdasarkan pedoman Spesifikasi Umum Bina Marga 2010 Divisi 5 revisi 3, yaitu untuk toleransi penerimaan mutu beton pada spesifikasi mensyaratkan kuat lentur beton yang dapat diterima yaitu 90 % dari fs rencana yaitu fs 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.

5.3.1. Penerimaan Mutu Beton Terhadap Kuat Lentur (Fs = 45 Kg/Cm²)

Perhitungan penerimaan mutu beton dari hasil kuat lentur beton dapat dilihat dalam Lampiran A. Hasil analisa penerimaan mutu beton dari hasil kuat lentur beton masing -masing *station* sebagaimana disajikan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3. Penerimaan mutu beton terhadap kuat lentur (fs 45 kg/cm²)

Stationing		Kuat lentur Rencana (fs)	Hasil uji kuat lentur (fs) balok pelaksanaan	Pengurangan Mutu Beton	Pengurangan Harga Satuan	Volume Beton	Pengembalian biaya
STA	STA	Kg/cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	%	m ³	Rp
0+000,00	0+033,00	45	66,95	Tidak ada	Tidak ada	29,70	Tidak ada
0+000,00	0+033,00	45	55,69	Tidak ada	Tidak ada	29,70	Tidak ada
0+033,00	0+093,00	45	56,25	Tidak ada	Tidak ada	54,45	Tidak ada
0+033,00	0+110,00	45	47,41	Tidak ada	Tidak ada	69,30	Tidak ada
0+093,50	0+187,00	45	53,27	Tidak ada	Tidak ada	84,15	Tidak ada
0+187,00	0+275,00	45	52,81	Tidak ada	Tidak ada	79,20	Tidak ada
0+275,00	0+379,50	45	55,31	Tidak ada	Tidak ada	94,05	Tidak ada
0+379,50	0+462,00	45	53,78	Tidak ada	Tidak ada	74,25	Tidak ada
0+462,00	0+588,50	45	56,28	Tidak ada	Tidak ada	113,85	Tidak ada
0+588,50	0+643,50	45	53,53	Tidak ada	Tidak ada	49,50	Tidak ada
0+643,50	0+770,00	45	51,69	Tidak ada	Tidak ada	113,85	Tidak ada
0+770,00	0+847,00	45	55,17	Tidak ada	Tidak ada	69,30	Tidak ada
0+847,00	0+995,50	45	60,10	Tidak ada	Tidak ada	133,65	Tidak ada
0+995,50	1+078,00	45	62,59	Tidak ada	Tidak ada	74,25	Tidak ada
0+918,50	1+023,00	45	59,04	Tidak ada	Tidak ada	94,05	Tidak ada
1+078,00	1+177,00	45	56,59	Tidak ada	Tidak ada	89,10	Tidak ada
1+177,00	1+259,50	45	52,76	Tidak ada	Tidak ada	74,25	Tidak ada
1+259,50	1+375,00	45	50,87	Tidak ada	Tidak ada	103,95	Tidak ada
1+413,50	1+501,50	45	48,87	Tidak ada	Tidak ada	79,20	Tidak ada

Tabel 5.3. Penerimaan mutu beton terhadap kuat lentur (f_s 45 kg/cm²)

(Lanjutan)

1+501,50	1+606,00	45	52,70	Tidak ada	Tidak ada	94,05	Tidak ada
1+606,00	1+699,50	45	54,45	Tidak ada	Tidak ada	84,15	Tidak ada
1+606,00	1+699,50	45	52,15	Tidak ada	Tidak ada	84,15	Tidak ada
1+699,50	1+754,50	45	60,83	Tidak ada	Tidak ada	49,50	Tidak ada
1+699,50	1+749,50	45	64,54	Tidak ada	Tidak ada	45,00	Tidak ada
1+754,50	1+897,50	45	56,13	Tidak ada	Tidak ada	128,70	Tidak ada
1+897,50	2+002,00	45	40,11	4,89	Toleransi	4,05	51.027.798,43
					19,56		
2+002,00	2+123,00	45	39,70	100	Total loss	08,9	302.069.627,98
					100		
2+123,00	2+249,50	45	39,78	100	Total loss	13,85	315.800.065,62
					100		
2+249,50	2+299,00	45	40,42	4,58	Toleransi	4,55	22.638.745,57
					18,32		
2+255,00	2+370,50	45	56,41	Tidak ada	Tidak ada	115,50	Tidak ada
2+299,00	2+436,50	45	40,55	4,45	Toleransi	23,75	61.100.447,48
					17,8		
2+370,50	2+524,50	45	53,92	Tidak ada	Tidak ada	138,60	Tidak ada
2+436,50	2+524,50	45	57,02	Tidak ada	Tidak ada	79,20	Tidak ada
Rata – rata kuat lentur (f_s) balok				53,25			

Sumber : Hasil Analisa

Keterangan :

- a. Tidak ada = Memenuhi $f_s \geq 45 \text{ kg/cm}^2$
- b. Toleransi = Memenuhi $f_s \geq 40,5$ sampai $< 45 \text{ kg/cm}^2$
- c. Total loss = Tidak diterima atau $f_s < 40,5 \text{ kg/cm}^2$

Berdasarkan Tabel 5.3 didapatkan nilai hasil uji kuat lentur balok pelaksanaan dilihat dari nilai hasil uji kuat lentur per *Stationing* didapat beberapa *Stationing* yang tidak memenuhi ketentuan nilai kuat lentur rencana yaitu pada *Stationing* 1+897,50 - 2+002,00 dengan nilai kuat lentur $40,11 \text{ kg/cm}^2$ dengan pengurangan harga satuan sebesar 19,56%, pada *Stationing* 2+249,50 - 2+299,00 dengan nilai kuat lentur $40,42 \text{ kg/cm}^2$ dengan pengurangan harga satuan sebesar 18,32%, dan *Stationing* 2+299,00 - 2+436,50 dengan nilai kuat lentur $40,55 \text{ kg/cm}^2$ dengan pengurangan harga satuan 17,8%. Terdapat 2 *Stationing* yang tidak memenuhi toleransi mutu beton (*Total loss*) yaitu pada *Stationing* 2+002,00 - 2+123,00 dengan nilai kuat lentur $39,70 \text{ kg/cm}^2$ dan *Stationing* 2+123,00 - 2+249,50 dengan nilai kuat lentur $39,78 \text{ kg/cm}^2$

Sedangkan dilihat dari nilai rata – rata kuat lentur nilainya melebihi kuat lentur rencana dengan nilai sebesar $53,25 \text{ kg/cm}^2$, jadi dapat disimpulkan bahwa nilai rata – rata kuat lentur lebih menguntungkan pelaksana dalam hal pengembalian biaya dibandingkan dengan nilai kuat lentur per *Stationing*.

5.3.2. Penerimaan Mutu Beton Terhadap Kuat Lentur Dari Hasil Konversi Kuat Tekan *Core Drill*

Perhitungan penerimaan mutu beton dari nilai kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill* dapat dilihat dalam Lampiran A. Hasil analisa penerimaan mutu beton dari nilai kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill* masing - masing *station* sebagaimana disajikan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4. Penerimaan mutu beton terhadap nilai kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill*

Stationing		Kuat lentur rencana	Hasil uji kuat tekan <i>core drill</i> (f_c')	fs hasil konversi f_c' <i>core drill</i>	Pengurangan mutu fs 45	Pengurangan harga satuan	Volume beton	Pengembalian biaya
STA	STA	kg/cm ²	Mpa	kg/cm ²	kg/cm ²	%	m ³	Rp
1+906,00	1+939,00	45	35,99	45,79	Tidak ada	Tidak ada	29,7	Tidak ada
1+947,00	1+975,00	45	36,82	46,41	Tidak ada	Tidak ada	25,2	Tidak ada
1+985,00	2+000,00	45	39,03	47,73	Tidak ada	Tidak ada	13,5	Tidak ada
2+034,00	2+060,00	45	36,07	45,90	Tidak ada	Tidak ada	23,4	Tidak ada
2+010,00	2+027,00	45	36,05	45,90	Tidak ada	Tidak ada	15,3	Tidak ada
2+072,00	2+114,00	45	36,33	46,10	Tidak ada	Tidak ada	37,8	Tidak ada
2+127,00	2+142,00	45	39,47	48,04	Tidak ada	Tidak ada	13,5	Tidak ada
2+150,00	2+171,00	45	34,50	44,88	0,12	Toleransi	18,9	251.641,48
						0,48		
2+181,00	2+213,00	45	35,93	45,79	Tidak ada	Tidak ada	28,8	Tidak ada
2+224,00	2+243,00	45	36,00	45,90	Tidak ada	Tidak ada	17,1	Tidak ada

Tabel 5.4. Penerimaan mutu beton terhadap nilai kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill* (Lanjutan)

2+224,00	2+295,00	45	33,22	44,06	0,98	Toleransi	45,9	4.990.889,26
						3,92		
2+310,00	2+339,00	45	35,08	45,28	Tidak ada	Tidak ada	26,1	Tidak ada
2+345,00	2+384,00	45	35,25	45,39	Tidak ada	Tidak ada		Tidak ada
2+388,00	2+425,00	45	30,88	42,42	2,58	Toleransi	33,3	9.532.418,74
						10,32		
Rata – rata kuat tekan <i>core drill</i>			35,76	45,68				

Sumber : Hasil Analisa

Keterangan :

- a. Tidak ada = Memenuhi $f_s \geq 45 \text{ kg/cm}^2$
- b. Toleransi = Memenuhi $f_s \geq 40,5$ sampai $< 45 \text{ kg/cm}^2$
- c. Total loss = Tidak diterima atau $f_s < 40,5 \text{ kg/cm}^2$

Berdasarkan Tabel 5.4 didapatkan nilai hasil uji kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill* dilihat per *Stationing* didapat beberapa *Stationing* yang tidak memenuhi ketentuan nilai kuat lentur rencana yaitu pada *Stationing* 2+150,00 - 2+171,00 dengan nilai kuat lentur 44,88 kg/cm^2 dengan pengurangan harga satuan sebesar 0,48 %, pada *Stationing* 2+224,00 - 2+295,00 dengan nilai kuat lentur 44,06 kg/cm^2 dengan pengurangan harga satuan sebesar 3,92 %, dan *Stationing* 2+388,00 - 2+425,00 dengan nilai kuat lentur 42,42 kg/cm^2 dengan pengurangan harga satuan 10,32 %.

Nilai hasil uji dilihat dari nilai rata – rata kuat lentur hasil konversi kuat tekan (*core drill*) nilainya melebihi kuat lentur rencana dengan nilai sebesar 45,68 kg/cm^2 , jadi dapat disimpulkan bahwa nilai rata – rata kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill* lebih menguntungkan pelaksana dalam hal pengembalian

biaya dibandingkan dengan nilai kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill* per Sta.

5.3.3. Perbandingan Pengembalian Biaya Berdasarkan Hasil Uji Fs Balok Dan Fs Dari Hasil Konversi Kuat Tekan *Core Drill*

Perbandingan pengembalian biaya berdasarkan hasil uji kuat lentur (fs) balok pelaksanaan dan kuat lentur (fs) hasil konversi kuat tekan *core drill* dapat dilihat pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Perbandingan Pengembalian biaya berdasarkan hasil uji kuat lentur (fs) balok dan hasil uji kuat lentur (fs) konversi kuat tekan *core drill*

Mutu beton	Pengurangan mutu (kg/cm ²)	Pengurangan harga satuan (%)	Volume beton (m ³)	Harga satuan beton per m ³	Pengembalian biaya (Rp)
hasil uji fs balok	213,92	255,68	485,1	2.773,825,78	752.636.685,08
fs dari hasil konversi kuat tekan <i>core drill</i>	3,68	14,72	98,1	2.773,825,78	14.774.949,47

Sumber: Hasil Analisa

Berdasarkan tabel 5.4 dapat dilihat pada pengembalian biaya mutu beton dengan hasil uji kuat lentur (fs) balok pelaksanaan sebesar Rp. 752.636.685,08 dan mutu beton kuat lentur (fs) dari hasil konversi kuat tekan *core drill* sebesar Rp.14.774.949,47.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari data penelitian analisis dan pembahasan maka didapat beberapa kesimpulan oleh penulis yaitu sebagai berikut :

1. Hasil mutu beton fs 45 pada Jalan Sumber Jaya Tanjung Damai didapatkan nilai hasil uji kuat lentur terendah yaitu sebesar 39,70 kg/cm² dan nilai kuat lentur tertinggi sebesar 66,95 kg/cm² sedangkan untuk nilai kuat tekan *core drill* terendah yaitu sebesar 33,22 Mpa dan nilai kuat tekan *core drill* tertinggi sebesar 35,76 Mpa.
2. Hasil mutu beton fs 45 didapatkan nilai hasil uji kuat lentur balok pelaksanaan dilihat per *Stationing* terdapat beberapa *Stationing* yang tidak memenuhi nilai kuat lentur rencana, sedangkan dilihat dari nilai kuat lentur rata – rata nilainya memenuhi kuat lentur rencana, dan nilai kuat tekan core drill dilihat per *Stationing* terdapat beberapa *Stationing* yang tidak memenuhi nilai kuat tekan rencana, apabila dilihat dari nilai kuat tekan rata-rata nilai yang didapat hasilnya tidak memenuhi kuat tekan rencana.
3. Penerimaan mutu beton berdasarkan nilai kuat lentur terdapat 3 *Stationing* yang tidak memenuhi nilai kuat lentur rencana tapi masih dalam batas toleransi mutu beton dengan pengurangan harga satuan sebesar 19,56 %, 18,32 %, 17,8 % dan terdapat 2 *Stationing* yang tidak memenuhi toleransi mutu beton (*Total loss*) dengan pengurangan harga satuan sebesar 100 %. Untuk hasil pemeriksaan terhadap nilai kuat lentur hasil konversi *core drill* terdapat 3 *Stationing* yang tidak memenuhi nilai kuat lentur rencana tetapi masih dalam batas toleransi mutu beton dengan pengurangan harga satuan sebesar 0,48%, 44,06 %, 10,32% .
4. Pengembalian biaya berdasarkan nilai kuat lentur hasil konversi kuat tekan *core drill* lebih sedikit dibandingkan dengan nilai kuat lentur balok pelaksanaan.

6.2. Saran

Dari hasil analisa yang dilakukan terhadap kuat lentur beton, maka penulis menyampaikan beberapa saran yaitu sebagai berikut ini:

1. Berdasarkan analisa ini untuk pelaksanaan pekerjaan perlu pengawasan yang lebih agar kualitas pekerjaan yang terlaksana bisa sesuai dengan mutu rencana.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan mengenai mutu beton dan pelaksanaan berdasarkan parameter – parameter yang lain.
3. Pengendalian mutu harus dilakukan secara konsisten agar tidak ada pengembalian biaya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfiyya (2018), Pengendalian Mutu Pekerjaan Perkerasan Kaku Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Batang Hingga Semarang Seksi 4 dan 5. Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.
- Efendi (2019), Korelasi Kuat Lentur Terhadap Kuat Tekan Kubus Dan Hasil Core Drilled Paa Perkerasan Kaku (Studi Kasus Peningkatan Jalan Pangkalan Sungai Linau – Tanjung Damai). Universitas Islam Riau : Pekanbaru.
- Harmaini (2018), Studi kuat lentur pada perkerasan kaku dengan penambahan serat scanfibre pada beton normal. Universitas Islam Riau : Pekanbaru.
- Haryanto dkk (2017), Pengendalian Mutu Pelaksanaan Perkerasan Kaku Proyek Pembangunan Jalan Tol Solo - Kertosono Paket Sn 2a Sta 56+050 - 79+000. Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.
- Irwan dan Haryono, D., 2015, Pengendalian Kualitas Statistik. Bandung:Alfabeta
- LAPI UIR (2019). Laporan Akhir Pendampingan dan Audit Teknis Pekerjaan Peningkatan Jalan Sumber Jaya-Tanjung Damai Pekanbaru.
- Maulana (2017), Pengendalian Mutu (*Quality Control*) Pekerjaan Beton Pada Proyek Rehabilitasi Dan Rekonstruksi Sabo Dam Kali Woro. Universitas Gadjah Mada : Yogyakarta.
- Mohd Alfajrizal, (2018). Kajian Perbandingan Pada Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Dengan Perawatan (*Curing*) Dan Tanpa Perawatan Pada Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*). Universitas Islam Riau : Pekanbaru.

- Mohd Ali Mustofa, (2020). Kajian Pengendalian Mutu Beton Pada Pelaksanaan Perkerasan Kaku Proyek Peningkatan Jalan di Provinsi Riau. Universitas Islam Riau : Pekanbaru.
- Mulyono, Tri., 2004, Teknologi Beton, Yogyakarta: Beta Offset.
- Pd.T-14, (2003). Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen, Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah: Jakarta.
- Pd-T-07-2005-b, 2005, Pelaksanaan Pekerjaan Beton Untuk Jalan Dan Jembatan, Departemen Pekerjaan Umum.
- Pupr.inhilkab.go.id
- SNI 03-2847 -2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.*
- SNI 03-2834-2000, (2000). Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal, Badan Standarisasi Nasional.
- Sutrisno (2019), Kajian Gradasi Agregat Pada Perkerasan Kaku (Rigid pavement) Lokasi Sungai Linau, Sumber Jaya dan Tanjung Medang. Universitas Islam Riau : Pekanbaru.
- SNI 03-4431-2011, *Cara Uji Kuat Lentur Normal Dengan 2 Titik Pembebanan.*
- SNI 03-6280-2002, *Spesifikasi Agregat Halus Untuk pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen.*
- SNI 7656 -2012, *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal.*
- SNI 03-3403-1994, Metode Pengujian Kuat Tekan Beton Inti Pemboran.
- Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 5 Seksi 5.3 Perkerasan Beton Semen 2010.
- Spesifikasi Umum Bina Marga Divisi 5 Seksi 5.3 Perkerasan Beton Semen 2018.
- Syarkawi (2019), Perbandingan Penggunaan Berbagai Merk Semen Terhadap Tekanan Bebas (UCS) Material Ringan Mortar Busa Pada Lapis Pondasi Bawah Perkerasan Jalan. Universitas Islam Riau : Pekanbaru.

Zulhendri (2018), Kajian perbandingan penggunaan berbagai merek semen terhadap hubungan kuat tekan dan kuat lentur beton perkerasan kaku. Universitas Islam Riau : Pekanbaru.



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau