

**KAJIAN PENINGKATAN KUAT TEKAN DAN
KUAT LENTUR BETON $f_c'20$ DENGAN
PELAPISAN *FLEX TAPE* PADA STRUKTUR
JEMBATAN**

TESIS

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Dalam Mencapai Derajat
Magister Teknik*



Oleh:

ABDUL HARRIS

NIM: 173122008

Diajukan kepada :

**PROGRAM MAGISTER TEKNIK SIPIL
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS

KAJIAN PENINGKATAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON
f_c'20 DENGAN PELAPISAN *FLEX TAPE* PADA STRUKTUR JEMBATAN

yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Abdul harris

NPM : 173122008

Program Studi : Teknik Sipil

Bidang Kajian Utama : Geoteknik dan Jalan Raya

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada Tanggal : Desember 2021

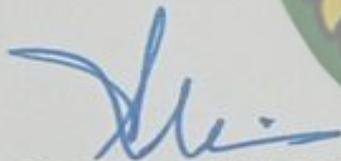
Dan Dinyatakan L U L U S

Dewan Penguji :

Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT, IPU

Anggota Penguji I

Anggota Penguji II



Dr. Elizar, S.T., M.T



Dr. Anas Puri, S.T., M.T

Mengetahui :

Direktur

Program Pascasarjana Universitas Islam Riau



Prof. Dr. H Yusri Munaf, S.H., M.Hum

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS

KAJIAN PENINGKATAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON
fc'20 DENGAN PELAPISAN *FLEX TAPE* PADA STRUKTUR JEMBATAN

yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Abdul Harris
NPM : 173122008

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

Telah disetujui oleh :

Tanda Tangan

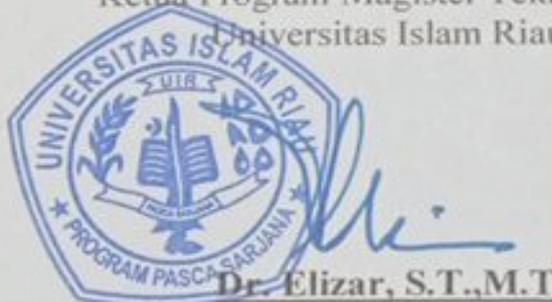
Tanggal

Tanda Tangan

Tanggal

Mengetahui :

Ketua Program Magister Teknik Sipil
Universitas Islam Riau


Dr. Elizar, S.T.,M.T

Perpustakaan Universitas Islam Riau
Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Pembimbing I (Pertama) :
Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT, IPU
Pembimbing II (Kedua) :
Dr. Elizar, S.T.,M.T

SURAT KEPUTUSAN DIREKTUR PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM RIAU
NOMOR /KPTS/PPS/2021

TENTANG
PENUNJUKAN PEMBIMBING PENULISAN TESIS MAHASISWA
PROGRAM MAGISTER (S2) TEKNIK SIPIL

DIREKTUR PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM RIAU

1. Bahwa penulisan tesis merupakan tugas akhir dan salah satu syarat bagi mahasiswa dalam menyelesaikan studinya pada Program Magister (S2) Teknik Sipil PPS – UIR.
2. Bahwa dalam upaya meningkatkan mutu penulisan dan penyelesaian tesis, perlu ditunjuk pembimbing yang akan memberikan bimbingan kepada mahasiswa tersebut.
3. Bahwa nama – nama dosen yang ditetapkan sebagai pembimbing dalam Surat Keputusan ini dipandang mampu dan mempunyai kewenangan akademik dalam melakukan pembimbingan yang ditetapkan dengan Surat Keputusan Direktur Program Pascasarjana Universitas Islam Riau.

1. Undang – Undang Nomor : 12 Tahun 2012 Tentang Pendidikan Tinggi
2. Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor : 8 Tahun 2012 Tentang Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia
3. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor : 37 Tahun 2009 Tentang Dosen
4. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor : 66 Tahun 2010 Tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan
5. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor : 63 Tahun 2009 Tentang Sistem Penjamin Mutu Pendidikan
6. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor : 49 Tahun 2014 Tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi
7. Peraturan Universitas Islam Riau Tahun 2018
8. Peraturan Universitas Islam Riau Tahun Nomor : 001 Tahun 2018 Tentang Ketentuan Akademik Bidang Pendidikan Universitas Islam Riau

MEMUTUSKAN

1. Menunjuk

Nama	Jabatan Fungsional	Bertugas Sebagai
Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT	Guru Besar	Pembimbing I
Dr. Elizar, S.T., M.T	Lektor	Pembimbing II

Tugas Penulisan Tesis Mahasiswa :

Nama : ABDUL HARRIS
NPM : 173122008
Program Studi : MAGISTER TEKNIK SIPIL
Judul Proposal Tesis : KAJIAN PENINGKATAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON FC'20 DENGAN PELAPISAN FLEX TAPE PADA STRUKTUR TUMBATAN

2. Tugas pembimbing adalah memberikan bimbingan kepada mahasiswa Program Magister (S2) Teknik Sipil dalam penulisan tesis.
 3. Dalam pelaksanaan bimbingan supaya diperhatikan usul dan saran dari forum seminar proposal dan ketentuan penulisan tesis sesuai dengan Buku Pedoman Program Magister (S2) Teknik Sipil.
 4. Kepada yang bersangkutan diberikan honorarium, sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Riau.
 5. Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan dengan ketentuan bila terdapat kekeliruan segera ditinjau kembali.
- PERHATIAN** : Disampaikan kepada yang bersangkutan untuk dapat diketahui dan diindahkan.

DITETAPKAN DI : PEKANBARU
PADA TANGGAL : 16 Desember 2021



Prof. Dr. H. Yusri Munaf, S.H., M.Hum
NIP. 195408081987011002

an kepada

Universitas Islam Riau
Magister (S2) Teknik Sipil PPS UIR



PROGRAM PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM RIAU

Jalan KH. Nasution No. 113 Gedung B Pascasarjana Universitas Islam Riau
Marpoyan Damai, Pekanbaru, Riau

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT Nomor: 230/A-UIR/5-PPS/2021

Program Pascasarjana Universitas Islam Riau menerangkan:

Nama : ABDUL HARRIS

NPM : 173122008

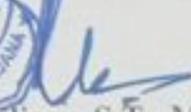
Program Studi : Magister Teknik Sipil

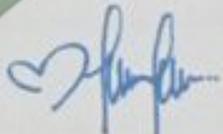
Uji Turnitin melalui proses pemeriksaan kemiripan karya ilmiah (tesis) menggunakan aplikasi Turnitin pada tanggal 25 November 2021 dan dinyatakan memenuhi syarat batas maksimal tingkat kemiripan tidak melebihi 30 % (tiga puluh persen).

Sehubungan surat keterangan bebas plagiat ini dibuat sesuai dengan keadaan sebenarnya, agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Mengetahui
Magister Ilmu Hukum

Pekanbaru, 25 November 2021
Staf Pemeriksa


Dr. Elizar, S.T., M.T.


Meini Giva Putri, S.Pd.

Lampiran :

- Turnitin Originality Report
- Arsip meinigiva

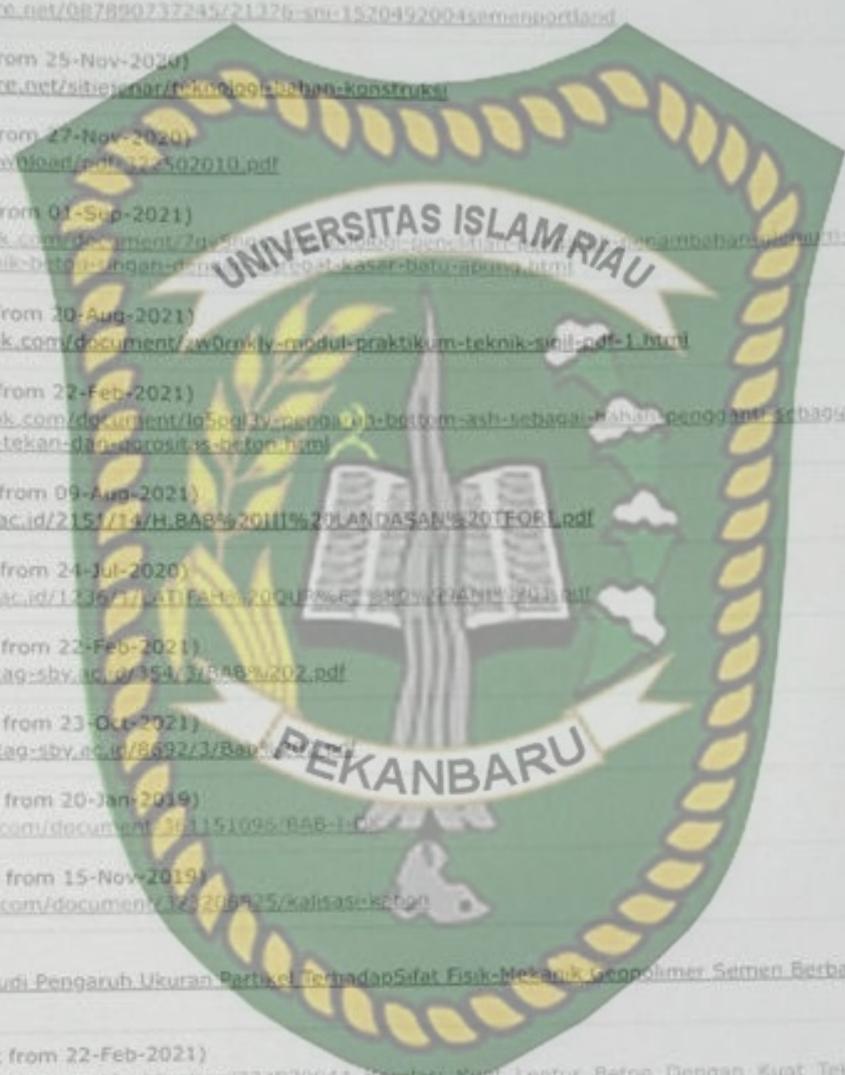
Turnitin Originality Report

Processed on: 25 Nov 2021 15:22 WIB
ID: 1712535606
Word Count: 12000
Submitted: 1

Similarity Index	Similarity by Source
29%	Internet Sources: 29%
	Publications: 5%
	Student Papers: 1%

PENINGKATAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON FC'20 DENGAN PELAPISAN FLEX TAPE By **Abdul Harris**

- 4% match (Internet from 15-Jul-2021)
<https://www.stafiat.com/ot/literature-selections/lakoagregatni-betoni/journal/>
- 2% match (Internet from 17-Nov-2020)
<https://www.slideshare.net/087890737245/21326-sni-1520492004semennortland>
- 2% match (Internet from 25-Nov-2020)
<https://www.slideshare.net/sitejgnor/teknologi-bahan-konstruksi>
- 2% match (Internet from 27-Nov-2020)
<https://core.ac.uk/download/pdf/122502010.pdf>
- 1% match (Internet from 01-Sep-2021)
<https://text-id.123dok.com/document/7d591030-0000-0000-0000-000000000000-nambaharunaharun-ace-8590-terhadap-sifat-mekanik-beton-tulangan-dengan-pencampuran-kekasir-batu-apung.html>
- 1% match (Internet from 20-Aug-2021)
<https://text-id.123dok.com/document/zw0rnkly-modul-praktikum-teknik-sipil-pdf-1.html>
- 1% match (Internet from 22-Feb-2021)
<https://text-id.123dok.com/document/1q5qd3y-0000-0000-0000-000000000000-nalus-terhadap-kuat-tekan-dan-dorosan-beton.html>
- 1% match (Internet from 09-Aug-2021)
<http://repository.uir.ac.id/2151/14/H.BAB%20III%20LANDASAN%20TEORI.pdf>
- 1% match (Internet from 24-Jul-2020)
<http://repository.uir.ac.id/1236/1/PATI%20FEBRUARI%202020%20-%20PENGANTAR%201.pdf>
- 1% match (Internet from 22-Feb-2021)
<http://repository.untag-sby.ac.id/1354/3/BAB%202.pdf>
- 1% match (Internet from 23-Oct-2021)
<http://repository.untag-sby.ac.id/8692/3/BAB%201.pdf>
- 1% match (Internet from 20-Jan-2019)
<https://www.scribd.com/document/361151096/BAB-1-C>
- 1% match (Internet from 15-Nov-2019)
<https://www.scribd.com/document/363206925/kalsas-kaban>
- 1% match ()
Husin, Saddam. "Studi Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Sifat Fisik-Mekanik Geopolimer Semen Berbasis Terak Feronikel". 2016
- 1% match (Internet from 22-Feb-2021)
https://www.researchgate.net/publication/334970044_Korelasi_Kuat_Lentur_Beton_Ringan_Kuat_Tekan_Beton
- 1% match (Internet from 12-Jun-2018)
<https://documents.mx/documents/16103sni-2049-2015.html>
- 1% match (Internet from 03-Jun-2020)
<https://id.123dok.com/document/zler93so-bab-ii-landasan-teori-a-pengertian-beton-nurd-santoso-dafa-a.html>
- 1% match ()
Bajak, Febriny, Safitri Abd., Depas, Servie O., Sumajouw, Marthin D. J., "PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON YANG MENGGUNAKAN AGREGAT LOKAL DENGAN PEMANFAATAN ABU SEKAM PADI DAN BATU APUNG SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN", JURNAL SIPIL STATIK, 2020
- 1% match (Internet from 24-Aug-2021)
<http://docplayer.info/59568835-Bab-ii-landasan-teori.html>
- 1% match (Internet from 08-May-2020)
<https://id.scribd.com/doc/293464292/Usulan-Penelitian-Unud>
- 1% match (Internet from 29-Mar-2021)
<http://eprints.polsri.ac.id/1194/3/BAB%20II.pdf>
- 1% match (Internet from 28-Apr-2021)



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam tesis ini, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan Saya, juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

UNIVERSITAS ISLAM RIAU

Pekanbaru, Desember 2021

Yang membuat pernyataan,



Abdul Harris

NPM : 173122008

PEKANBARU

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

“Barang siapa yang menginginkan kehidupan dunia, maka ia harus memiliki ilmu, barang siapa yang menginginkan kehidupan akhirat, maka itu pun harus dengan ilmu, dan barang siapa yang menginginkan keduanya, maka itu pun harus dengan ilmu” (H.R. Thabrani).

Sembah sujud serta syukur kehadirat Allah SWT. Taburan cinta dan kasih sayang-Mu telah memberikanku kekuatan, ilmu dan rasa syukur atas karunia kemudahan yang Engkau berikan, akhirnya tesis ini dapat diselesaikan. Shalawat dan salam selalu terlimpahkan kepada Rasulullah Muhammad SAW yang telah membawa Al-quran sebagai sumber dari segala ilmu.

Terima kasih ku ucapkan kepada Orang yang sangat ku kasihi dan ku sayangi, Ibuku Azizah Abdurrab dan Ayahku Tamzir Suleman (Almarhum), istriku Melda dan anak-anakku Tasya, Zaid, Tsaqif yang telah memberikan Do'a, kasih sayang, motivasi, dan dukungan

Terima kasih juga ku ucapkan Kepada Dosen Pembimbing Tugas Akhir

Bapak Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT, IPU

selaku dosen pembimbing I (pertama)

Ibu Dr. Elizar, ST.MT

selaku dosen pembimbing II (kedua)

yang telah meluangkan waktu untuk membantu dan memberikan motivasi, bimbingan dan masukan dalam menyelesaikan tesis ini.

KATA PENGANTAR

Segala Puji Syukur kehadirat Allah Subhana Wata'ala, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis dengan judul : **“KAJIAN PENINGKATAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON fc'20 DENGAN PELAPISAN *FLEX TAPE* PADA STRUKTUR JEMBATAN”** dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Tesis ini disusun untuk melengkapi tugas – tugas dan memenuhi syarat – syarat mencapai derajat S-2 dalam bidang keahlian Geoteknik dan Jalan Raya Magister Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

Penulisan Tesis ini dilaksanakan karena penulis ingin dapat mengetahui pengaruh pelapisan *Flex Tape* pada beton dan kemungkinan aplikasi di lapangan. Secara Umum dapat disimpulkan bahwa terdapat kenaikan pada uji tekan beton fc'20 walaupun tidak terlalu tinggi, dan terdapat penurunan pada uji kuat lentur beton fc'20.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tesis ini terdapat banyak kekurangan – kekurangan, oleh sebab itu dengan kerendahan hati penulis dapat menerima kritik dan saran yang akan dapat menyempurnakan dalam penulisan tesis ini.

Pekanbaru, Desember 2021

Abdul Harris
NPM : 173122008

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala Puji Syukur kehadirat Allah Subhana Wata'ala, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis dengan judul : **“KAJIAN PENINGKATAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR BETON $f_c'20$ DENGAN PELAPISAN *FLEX TAPE* PADA STRUKTUR JEMBATAN”** dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Tesis ini disusun untuk melengkapi tugas – tugas dan memenuhi syarat–syarat mencapai derajat S-2 dalam bidang keahlian Geoteknik dan Jalan Raya Magister Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

Dalam penulisan tesis ini penulis melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan pelapis *Flex Tape* terhadap nilai kuat tekan dan kuat lentur pada beton $f_c'20$ pada umur 14 hari dan 28 hari.

Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

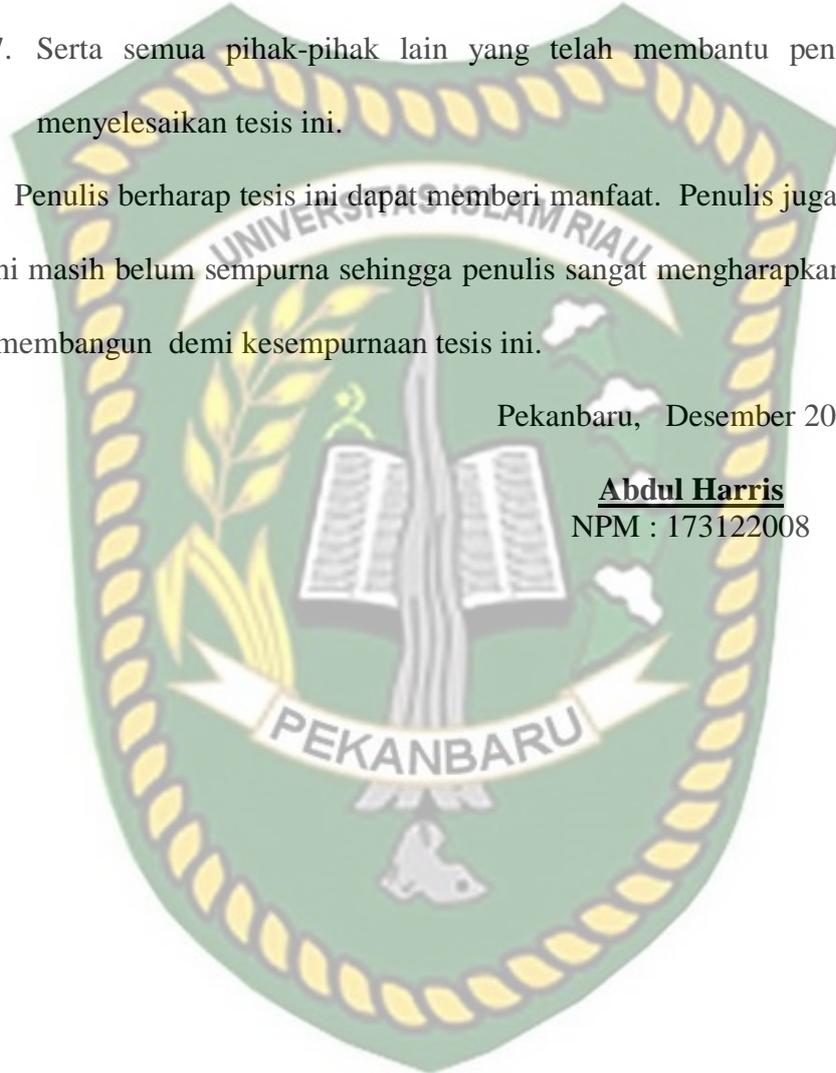
1. Prof. Dr. H. Syafrinaldi, SH, MCL, selaku Rektor Universitas Islam Riau Pekanbaru.
2. Bapak Prof. Dr. H Yusri Munaf, S.H., M.Hum selaku Direktur Pasca Sarjana Universitas Islam Riau Pekanbaru.
3. Ibu Dr. Elizar, ST.MT, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Pasca Sarjana Universitas Islam Riau Pekanbaru dan sebagai dosen pembimbing II
4. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Sugeng Wiyono, MMT, IPU, selaku Guru Besar Teknik Sipil Universitas Islam Riau Pekanbaru dan sebagai Dosen Pembimbing I dalam penulisan tesis ini.

5. Bapak Dr. Anas Puri, ST., M sebagai Dosen Penguji pada Program Pasca Sarjana Universitas Islam Riau.
6. Aidil Fitri dan Muslim Bohori atas segala bantuan, sumbangan pemikiran hingga selesainya Tesis ini.
7. Serta semua pihak-pihak lain yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis berharap tesis ini dapat memberi manfaat. Penulis juga menyadari tesis ini masih belum sempurna sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran membangun demi kesempurnaan tesis ini.

Pekanbaru, Desember 2021

Abdul Harris
NPM : 173122008



DAFTAR ISI

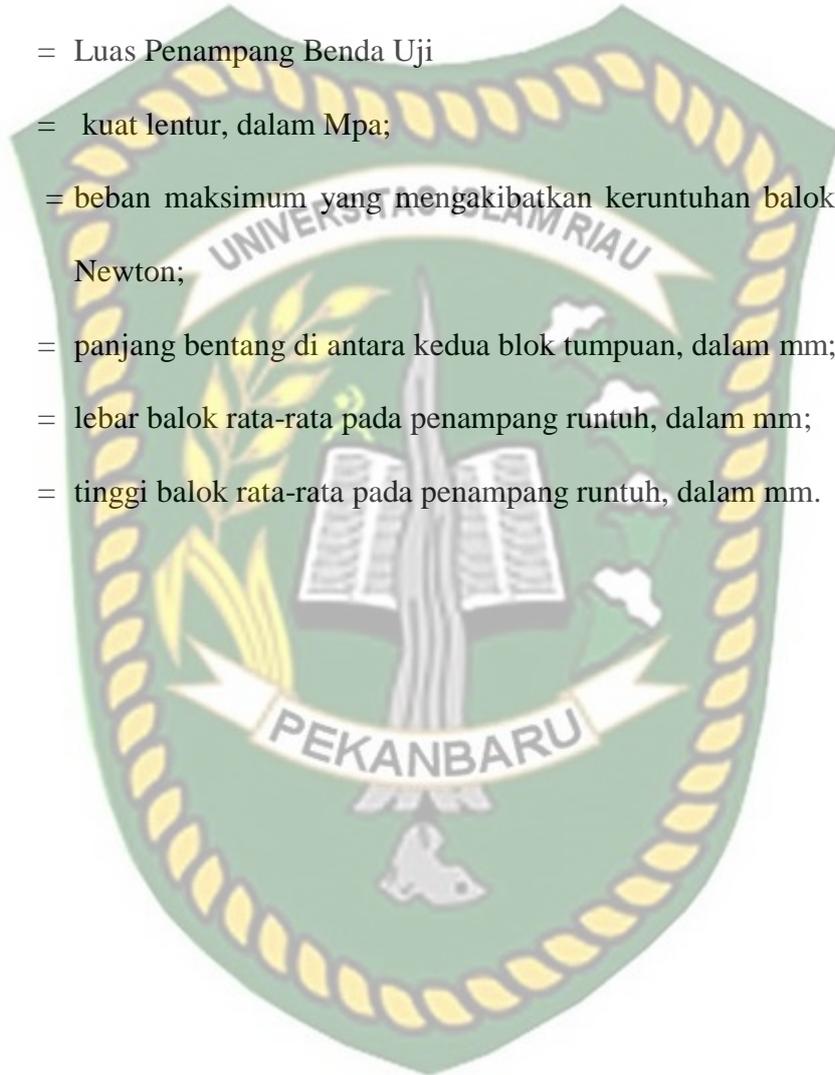
	Halaman
Halaman Persembahan.....	Ii
Halaman Pengesahan.....	Iii
Pernyataan.....	V
Kata Pengantar	Vi
Ucapan Terimakasih.....	Vii
Daftar Isi	Ix
Daftar Notasi.....	Xii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel	Xv
Daftar Lampiran.....	xvii
Abstrak.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum	5

2.2 Penelitian Terdahulu.....	5
2.3 Keaslian Penelitian.....	15
BAB III LANDASAN TEORI.....	17
3.1 Material Campuran Beton.....	17
3.1.1 Semen.....	17
3.1.2 Air.....	19
3.1.3 Agregat.....	19
3.2. Perancangan Campuran Beton (Mix Design).....	20
3.3. Slump Test.....	21
3.4. Perawatan (Curing).....	22
3.5. Kuat Tekan Beton.....	22
3.6. Kuat Lentur Beton.....	25
3.7. Perkuatan Ekternal.....	25
3.8. Flex Tape.....	26
BAB IV METODE PENELITIAN.....	31
4.1 Umum	31
4.2 Lokasi Penelitian	31
4.3. Pengumpulan Data.....	32
4.4 Bahan Penelitian.....	32
4.5 Peralatan Penelitian.....	35
4.6 Tahapan Penelitian.....	38

4.7 Cara Analisis.....	44
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN.....	45
5.1 Umum	45
5.2 Hasil Pengujian Agregat.....	46
5.2.1 Pengujian Analisa Saringan.....	46
5.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan.....	49
5.2.3 Pengujian Kadar Lumpur	50
5.2.4 Pengujian <i>Slump</i>	51
5.3 Pengujian Kuat Tekan Beton $f_c'20$ umur 14 dan 28 Hari.....	52
5.4 Pengujian Kuat Lentur Beton $f_c'20$ umur 14 dan 28 Hari.....	56
5.5 Material Lepas dan Patah Pada Interface Zone pada Uji Kuat Lentur.....	59
5.6 Pembahasan.....	61
BAB VI PENUTUP.....	69
6.1 Kesimpulan.....	69
6.2 Saran.....	70
DAFTAR PUSTAKA	72
LAMPIRAN	

DAFTAR NOTASI

- $f'c$ = Kuat Tekan Beton
- P = Beban Maksimum
- A = Luas Penampang Benda Uji
- f_t = kuat lentur, dalam Mpa;
- P = beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji, dalam Newton;
- L = panjang bentang di antara kedua blok tumpuan, dalam mm;
- B = lebar balok rata-rata pada penampang runtuh, dalam mm;
- h = tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh, dalam mm.



DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 4.1	Lokasi Penelitian.....	31
Gambar 4.2	Agregat Kasar.....	32
Gambar 4.3	Agregat Halus.....	33
Gambar 4.4	Semen Portland Type 1.....	34
Gambar 4.5	<i>Flex Tape</i>	35
Gambar 4.6	Peralatan Analisa Saringan.....	35
Gambar 4.7	Alat Picnometer.....	36
Gambar 4.8	Alat Pengujian Kuat Tekan Beton.....	37
Gambar 4.9	Alat Bending Testing Machine (BTM).....	37
Gambar 4.10	Bagan Alir Penelitian.....	40
Gambar 4.11	Pelapisan benda uji Silinder menggunakan <i>flex type</i>	42
Gambar 4.12	Pelapisan benda uji kubus menggunakan <i>flex type</i>	42
Gambar 4.13	Benda Uji.....	44
Gambar 5.1	Grafik perbandingan nilai kuat tekan beton $fc'20$, umur 14 hari, umur 28 hari terhadap waktu.....	55
Gambar 5.2	Grafik perbandingan nilai kuat lentur beton $fc'20$, umur 14 hari, umur 28 hari terhadap waktu.....	58
Gambar 5.3	Grafik Material Patah pada uji kuat lentur.....	60
Gambar 5.4	Grafik Material lepas pada uji kuat lentur.....	61
Gambar 5.5	Benda Uji Silinder umur 14 dan 28 hari setelah pengujian kuat tekan	64

Gambar 5.6 Benda Uji Balok umur 14 hari setelah pengujian kuat Lentur..... 66

Gambar 5.7 Benda Uji Balok umur 28 hari setelah pengujian kuat Lentur..... 67



DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 3.1	Syarat Kimia Utama.....	18
Tabel 3.2	Syarat fisika tambahan.....	18
Tabel 3.3	Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar.....	20
Tabel 3.4	Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat halus.....	20
Tabel 3.5	Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Beton.....	23
Tabel 4.1	Persiapan bahan Penelitian.....	46
Tabel 5.1	Analisa Saringan Agregat Kasar Split 2-3.....	47
Tabel 5.2	Analisa Saringan Agregat Kasar Split 1-2.....	48
Tabel 5.3	Analisa Saringan Agregat Halus.....	49
Tabel 5.4	Hasil Pengujian Kadar Lumpur agregat Halus pasir	50
Tabel 5.5	Hasil Pengujian Kadar Lumpur agregat Halus Split	51
Tabel 5.6	Hasil Pengujian <i>Slump</i> Beton <i>fc</i> '20.....	52
Tabel 5.7	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan <i>Flex Tape</i> pada umur 14 hari.....	53
Tabel 5.8	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan <i>Flex Tape</i> pada umur 14 hari.....	53
Tabel 5.9	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Tanpa Pelapis <i>FlexTape</i> pada umur 28 hari.....	54
Tabel 5.10	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan <i>Flex Tape</i> pada umur 28 hari	54
Tabel 5.11	Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Tanpa Menggunakan <i>Flex</i>	56

Tape pada umur 14 hari.....

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Menggunakan *Flex Tape* pada umur 14 hari..... 57

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Tanpa Menggunakan *Flex Tape* pada umur 28 hari..... 57

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Menggunakan *Flex Tape* pada umur 28 hari..... 58

Tabel 5.15 Rekapitulasi Material Lepas dan Patah..... 59



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN	HALAMAN
A Data Pengujian dan Hasil Pembahasan.....	A
B Data Dokumentasi Kegiatan Penelitian.....	B
C Data Administrasi.....	C



Dokumen ini adalah Arsip Milik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

Abstrak

Karakteristik beton adalah mempunyai kekuatan yang tinggi terhadap gaya tekan serta lemah terhadap gaya tarik, pada balok beton lentur yang terjadi merupakan akibat dari adanya regangan, balok yang mengalami lentur terdapat sisi tarik dan sisi tekan, pada sisi tarik inilah timbul retak lentur yang bila beban semakin bertambah maka dapat mengakibatkan keruntuhan karena lentur, untuk mengurangi akibat tersebut maka dibuatlah suatu perkuatan struktur balok, salah satu cara perkuatan struktur beton adalah perkuatan eksternal. Flex Tape merupakan sebuah merk produk dari lakban yang kuat dan tahan air yang dapat menutup atau memperbaiki apapun. Lakban ini diformulasikan khusus; berbahan tebal, fleksibel, bagian belakang yang berbahan karet yang dapat menempel dengan bentuk apapun, dari hal yang diuraikan di atas akan dicoba melapisi Flex Tape pada beton untuk mendapatkan perkuatan eksternal

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat tekan dan kuat lentur terhadap beton $fc'20$ umur 14 hari dan 28 hari menggunakan pelapis Flex Tape. Metode Penelitian ini adalah menggunakan metode studi eksperimental yaitu dengan melakukan langsung percobaan di laboratorium. Pengujian ini hanya dikhususkan untuk mengetahui perubahan kuat tekan dan kuat lentur. Penelitian dilaksanakan dengan membuat benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan benda uji balok 15 cm x 15 cm x 60 cm dengan mutu beton $fc'20$, dan Flex Tape berbahan dasar karet polimer dengan ukuran flex tape 4 in x 5 ft (10,2cm x 1,52cm).

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan Tanpa Pelapis Flex Tape rata-rata pengujian kuat tekan beton $fc'20$ untuk umur beton 14 hari adalah 30,747 Mpa dan untuk umur beton 28 hari adalah 33,011 Mpa sedangkan Nilai kuat tekan menggunakan Pelapis FlexTape rata-rata pengujian kuat tekan beton $fc'20$ untuk umur beton 14 hari adalah 34,048 Mpa dan untuk umur beton 28 hari adalah 36,312 Mpa atau terdapat kenaikan kuat tekan untuk beton $fc'20$ umur 14 hari dengan pelapisan flex tape sebanyak 5,09 % dan terdapat kenaikan kuat tekan untuk beton $fc'20$ umur 28 hari dengan pelapisan flex tepe sebanyak 4,76 %. Nilai kuat Lentur Tanpa Pelapis FlexTape rata-rata pengujian kuat Lentur beton $fc'20$ untuk umur beton 14 hari adalah 0,747 Mpa dan untuk umur beton 28 hari adalah 0,862 Mpa sedangkan Nilai kuat Lentur menggunakan Pelapis FlexTape rata-rata pengujian kuat Lentur beton $fc'20$ untuk umur beton 14 hari adalah 0,729 Mpa dan untuk umur beton 28 hari adalah 0,818 Mpa atau terdapat penurunan kuat lentur untuk beton $fc'20$ umur 14 hari sebanyak 1,22 % dan terdapat penurunan kuat lentur untuk beton $fc'20$ umur 28 hari sebanyak 2,62 %. Secara Umum dapat disimpulkan bahwa terdapat kenaikan pada uji tekan beton $fc'20$ walaupun tidak terlalu tinggi, dan terdapat penurunan pada uji kuat lentur beton $fc'20$.

Kata Kunci: Beton $fc'20$, Kuat Tekan, Kuat lentur, Flex Tape

Abstract

The characteristics of concrete are that it has high compressive strength and low flexural strength so that the construction is easy to crack if it gets a flexural strain. This study aims to determine the effect of compressive strength and flexural strength on f_c' concrete aged 14 days and 28 days using Flex Tape coating. Flex Tape is a product brand of strong and waterproof duct tape that can cover or repair anything. This duct tape is specially formulated; thick, flexible, rubber back that can stick to any shape.

The method of this research is to use an experimental study method, namely by conducting direct experiments in the laboratory. This test is only devoted to knowing changes in compressive strength and flexural strength. The research was carried out by making cylindrical specimens with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm and beams of 15 cm x 15 cm x 60 cm with a concrete quality of $f_c'20$, and Flex Tape made from polymer rubber with a flex tape size of 4 in x 5 ft (10.2cm x 1.52cm).

Based on the test results, the compressive strength value without FlexTape coating, the average compressive strength test of $f_c'20$ concrete for the concrete age of 14 days is 30.747 Mpa and for the 28 day concrete age is 33.011 Mpa while the compressive strength value using FlexTape coating the average compressive strength test $f_c'20$ concrete for concrete age 14 days is 34,048 MPa and for concrete age, 28 days is 36,312 MPa or there is an increase in compressive strength for concrete $f_c'20$ aged 14 days with flex tape coating as much as 5.09% and there is an increase in compressive strength for concrete $f_c'20$ aged 28 days with flex tepe coating as much as 4.76%. Flexural strength value without FlexTape coating the average flexural strength test for concrete $f_c' 20$ for concrete age of 14 days is 0.747 Mpa and for concrete age, 28 days is 0.862 Mpa while Flexural strength value using FlexTape coating average flexural strength test for concrete $f_c' 20$ for concrete aged 14 days is 0.729 Mpa and for concrete aged 28 days is 0.818 Mpa or there is a decrease in flexural strength for concrete $f_c'20$ aged 14 days as much as 1.22% and there is a decrease in flexural strength for concrete $f_c'20$ aged 28 days as much as 2,62%. In general, it can be concluded that there is an increase in the $f_c'20$ concrete compressive test although it is not too high, and there is a decrease in the $f_c'20$ concrete flexural strength test.

Keywords: Concrete $f_c'20$, Compressive Strength, Flexural Strength, Flex Tape

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (Portland cement), agregat kasar, agregat halus, air, dan bahan tambah (admixture atau additive). Sampai saat ini beton masih menjadi pilihan utama dalam pembuatan struktur karena kemudahan dalam mendapatkan material penyusunnya, hal itu juga disebabkan oleh penggunaan tenaga yang cukup besar sehingga dapat mengurangi masalah penyediaan lapangan kerja. Faktor yang menjadi pertimbangan pada proses produksinya berupa kekuatan tekan yang tinggi dan kemudahan pengerjaannya, serta kelangsungan proses pengadaan beton (Mulyono, 2004). Karakteristik beton adalah mempunyai kekuatan yang tinggi terhadap gaya tekan serta lemah terhadap gaya tarik, pada balok beton lentur yang terjadi merupakan akibat dari adanya regangan, balok yang mengalami lentur terdapat sisi tarik dan sisi tekan, pada sisi tarik inilah timbul retak lentur yang bila beban semakin bertambah maka dapat mengakibatkan keruntuhan karena lentur.

Pada balok beton, lentur merupakan akibat dari adanya regangan yang timbul karena adanya beban luar, jika beban bertambah maka pada balok beton terjadi regangan tambahan yang mengakibatkan timbulnya (atau bertambahnya) retak lentur di sepanjang bentang balok beton, bila bebannya semakin bertambah pada akhirnya dapat mengakibatkan keruntuhan elemen struktur, saat beban luar mencapai taraf pembebanan demikian kondisi tersebut disebut dengan batas

keruntuhan karena lentur. Perencana harus mendisain penampang elemen pada balok beton sedemikian rupa sehingga tidak terjadi retak yang berlebihan pada saat beban kerja, dan masih mempunyai keamanan yang cukup dan kekuatan cadangan untuk menahan beban dan tegangan tanpa mengalami keruntuhan (Nawy, 1998). Struktur gedung yang dibangun bila mengalami penambahan beban yang tidak mampu dipikul oleh struktur tersebut akan menyebabkan struktur tersebut gagal/runtuh sehingga perlu untuk didesain ulang dan dibangun yang baru. Suatu bangunan/struktur beton tidak perlu dibangun ulang namun dibutuhkan suatu metode perkuatan eksternal komponen struktur beton agar bangunan/struktur beton tersebut dapat menjalankan fungsinya.

Flex Tape merupakan sebuah merk produk dari lakban yang kuat dan tahan air yang dapat menutup atau memperbaiki apapun. Lakban ini diformulasikan khusus; berbahan tebal, fleksibel, bagian belakang yang berbahan karet yang dapat menempel dengan bentuk apapun (Flexseal, 2017).

Berdasarkan uraian permasalahan diatas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan pelapisan *Flex Tape* pada kuat tekan dan kuat lentur beton pada Beton $f_c'20$ umur 14 hari dan 28 hari.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Berapa besar kuat tekan dan kuat lentur yang terjadi pada Beton $f_c'20$ umur 14 hari dan umur 28 hari yang telah dilapisi *Flex Tape* ?
2. Berapa persentase peningkatan kuat tekan dan kuat lentur yang terjadi ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui besar kuat tekan dan kuat lentur yang terjadi pada beton $fc'20$ umur 14 hari dan umur 28 hari yang telah dilapisi *Flex Tape*.
2. Mengetahui persentase peningkatan kuat tekan dan kuat lentur yang terjadi

1.4 Batasan Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi dengan tujuan memberi arah yang lebih baik dan jelas. Berdasarkan rumusan masalah diatas penulis memberi batasan masalah antara lain :

1. Mutu beton yang akan diuji $fc'20$ pada umur 14 dan 28 hari
2. Pengujian dilaksanakan untuk mencari kuat tekan, kuat lentur, serta persentase peningkatan kekuatannya
3. Pada benda uji beton silinder, dan balok alas atas dan bawah beton tidak ditutup dengan *Flex Tape*.
4. Pelapisan *Flex Tape* terhadap benda uji. *Flex tape* yang digunakan yaitu *Flex tape* yang di beli di Ace Hard Ware Made in USA

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi sejauh mana pengaruh peningkatan kuat tekan dan kuat lentur pada beton $fc'20$ yang telah dilapisi *Flex Tape*.

2. Sebagai alternatif praktis untuk peningkatan kuat tekan beton dan kuat lentur beton.
3. Memberikan kontribusi terhadap penggunaan perkuatan struktur dengan *Flex Tape* pada struktur jembatan.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Umum

Tinjauan pustaka merupakan peninjauan kembali penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian yang telah dilakukan untuk memberikan solusi bagi penelitian yang sedang dilakukan agar mendapatkan hasil penelitian yang memuaskan. Suatu tinjauan pustaka berfungsi sebagai peninjauan kembali pustaka tentang masalah yang berkaitan dengan bidang permasalahan yang dihadapi. Pada penelitian ini penulis menggunakan tinjauan pustaka dari penelitian- penelitian sebelumnya yang telah diterbitkan, buku atau jurnal yang ditulis para peneliti terdahulu.

2.2 Penelitian Terdahulu

Seprizon, (2019) telah melakukan penelitian tentang "Kajian Pengaruh Perkuatan Menggunakan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) Terhadap Struktur Balok Beton Bertulang". Tujuan penelitian adalah untuk pengaruh dan persentase peningkatan kuatlentur terhadap pemasangan *CFRP* pada balok beton bertulang terhadap peningkatan kekuatan beban maksimumnya. Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian eksperimen tentang perilaku lentur balok beton bertulang normal dibandingkan dengan beton bertulang yang diperkuat dengan menggunakan bahan *CFRP*. Hasil penelitian diperoleh bahwa pada saat pengujian dilaboratorium beban maksimum yang dapat dipikul oleh benda uji balok beton normal sebesar 92,30 kN dan untuk benda uji yang sudah diperkuat

dengan bahan CFRP sebesar 117 kN untuk produk A sedangkan untuk produk B beban maksimum yang dapat dipikul untuk benda uji balok beton normal sebesar 101,98 kN dan untuk benda uji yang sudah diperkuat dengan bahan CFRP sebesar 127,48 kN sehingga terjadi peningkatan kekuatan beban maksimum setelah dilapisi CFRP. Kekuatan lentur pada balok yang sudah diperkuat dengan menggunakan CFRP memberikan peningkatan kuat lentur sebesar 26,76 % terhadap balok normal untuk produk A sedangkan untuk produk B terjadi peningkatan sebesar 25,00 % sehingga produk A lebih unggul dari produk B dalam penelitian ini. Modulus elastisitas pada saat mengalami keretakan yang terjadi pada balok normal sebesar 12.258,3125 Kg/cm² sedangkan modulus elastisitas untuk balok yang diperkuat dengan CFRP sebesar 13.470,6731 Kg/cm². Momen kapasitas balok uji secara analisis dapat dihitung sebesar 2,9297 TM. Momen yang terjadi saat mulai retak pada balok normal sebesar 0,8035 TM, pada balok yang diperkuat dengan lapisan CFRP sebesar 1,0208 TM untuk Produk A. Sedangkan untuk Produk B momen pada balok normal sebesar 0,8898 TM dan balok yang diperkuat dengan CFRP sebesar 1,1123 TM. Pada balok normal jumlah retak yang terjadi sebanyak 13 bh, pada balok yang diperkuat dengan lapisan CFRP sebanyak 12 bh untuk Produk A sedangkan pada Produk B balok normal jumlah retak yang terjadi sebanyak 6 bh dan pada balok yang diperkuat dengan lapisan CFRP sebanyak 4 Bh.

Yusfar,(2018) telah melakukan penelitian tentang “Analisa Pengaruh Perkuatan Dengan *Glass Fiber Reinforced Polymer* (GFRP) Pada Struktur Balok Beton Bertulang”. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perilaku lentur balok yang dilapis GFRP dari dua produk yang berbeda. Metode penelitian yang

dilakukan adalah pengujian eksperimen tentang perilaku pengaruh pemasangan lembaran *GFRP* untuk perkuatan tarik balok, balok yang digunakan berukuran 250 cm x 30 cm x 15 cm dan diberi beban sampai mengalami keretakan, lembaran *GFRP* yang digunakan diambil dari dua produsen yang berbeda yang banyak diaplikasikan dilapangan saat ini. Hasil penelitian diperoleh terjadinya peningkatan kekuatan pada balok normal setelah dilakukan pelapisan (perkuatan) dengan *GFRP* satu lapis, yaitu pada produk A sebesar 10,72 % dan pada produk B terjadi peningkatan kekuatan sebesar 24,15 %. Dari hasil penelitian dengan perlakuan yang sama maka dapat diperoleh hasil bahwa *GFRP* dari produk B lebih unggul dari produk A, karena dapat memberikan peningkatan kekuatan lebih besar yaitu 24,15%.

Basharuddin, (2017) telah melakukan penelitian tentang “Kajian korelasi antara kuat tekan terhadap kuat lentur beton pada perkerasan kaku”. Tujuan penelitian ini dalah untuk mengetahui korelasi antara kuat tekan terhadap kuat lentur beton pada perkerasan kaku. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu suatu metode yang dilakukan dengan melakukan suatu percobaan langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variabel yang diselidiki. Pada penelitian eksperimen dilakukan di laboratorium. Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian dilaboratorium meliputi pengujian bahan, pengujian kuat lentur menggunakan alat uji kuat lentur (Bending Testing Machine), dan pengujian kuat tekan dengan menggunakan alat uji tekan UTM dan Hammer test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hubungan antara kuat tekan dengan alat Hammer Test dan kuat lentur pada beton $f_c'30$ MPa, $f_c'35$ MPa, $f_c'40$ MPa pada umur 28 hari,

maka didapat nilai konstanta rata-rata adalah 0,6482, 0,7069 dan 0,7074. Perbandingan pengujian kuat tekan beton dengan alat tekan UTM dan Hammer Test didapat hasil bahwa beton $f_{c,30}$ MPa hasil pengujian dengan alat tekan UTM lebih rendah 3,70% jika dibandingkan dengan dibandingkan dengan hasil pengujian dengan alat Hammer Test, Pada beton $f_{c'40}$ MPa hasil pengujian dengan alat tekan UTM lebih tinggi 5,70 % jika dibandingkan dengan hasil pengujian Hammer Test.

Zulhendri,(2018) telah melakukan penelitian tentang “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. Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian dilaboratorium dengan membuat benda uji dengan silinder dan benda uji balok dengan menggunakan $f_{c'30}$ MPa dan Fas 0,42. Hasil penelitian mendapatkan faktor 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 uji kuat tekan dan kuat lentur semen padang konsisten unggul hasil uji kuat tekan dan kuat lentur daripada semen conch dan semen holcim, dan terdapat perilaku berbeda antara tiga merek semen dalam hal konstanta (K), konstanta uji lebih tinggi dibanding konstanta empiris. Penelitian interface zone (bentuk keruntuhan) benda uji silinder dan balok semen holcim banyak material lepasnya dibanding 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 dibanding material patahnya dibanding benda uji lentur untuk semua merek semen.

Harmaini, (2016) telah melakukan penelitian tentang “Studi Kuat Lentur Beton Pada Perkerasan Kaku Dengan Penambahan Serat Scanfibre Pada Beton Normal”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh Kuat Lentur Beton Pada Perkerasan Kaku Dengan Penambahan Serat Scanfibre Pada Beton Normal. Metode penelitian yang dilakukan adalah pengujian di laboratorium. 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 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.

Hilmi, (2019) telah melakukan penelitian tentang “Analisa Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Perkerasan Kaku Menggunakan Zat Additive Plastiment-Z Dengan Agregat Kasar Dari Berbagai Sumber”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kuat tekan dan kuat lentur perkerasan kaku menggunakan zat additive plastiment-z dengan agregat kasar dari berbagai sumber. Metode yang dilakukan dengan percobaan secara langsung yang meliputi bahan, pengujian kuat tekan menggunakan alat UTM (Universal Testing Machine) dan pengujian kuat lentur menggunakan BTM (Bending Testing Machine) pada beton mutu $f'c = 30$ MPa, bahan yang digunakan Agregat kasar dari Muara Takus, Pangkalan dan Ujung Batu, agregat halus dari Danau Bingsuang variasi penambahan plastiment

vz sebesar 0,2%, 0,4% dan 0,6%, factor air semen sebesar 0,42 untuk beton normal dan penambahan plastiment-vz. Dari hasil penelitian diperoleh nilai uji kuat tekan (f_c') dan kuat lentur (f_s) secara signifikan pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari terhadap beton normal. Nilai uji kuat tekan dan kuat lentur tidak terjadi peningkatan lagi pada umur 28 sampai dengan 56 hari. Pengaruh penambahan plastiment-vz pada setiap penggunaan agregat kasar Muara Takus, Pangkalan dan Ujung Batu dapat menambah nilai slump beton atau meningkatkan kelecakan (workability). Dosis penambahan plastimen-vz pada agregat kasar Muara Takus dan Ujung Batu sebesar 0,2 % dari pemakaian berat semen, sedangkan pada agregat kasar Pangkalan sebesar 0,4 % dari pemakaian berat semen. Hubungan antara kuat tekan dan kuat lentur beton pada umur 28 hari didapat nilai konstanta rata-rata agregat kasar Muara Takus sebesar 0,8, agregat kasar Pangkalan sebesar 0,79 sedangkan pada agregat kasar Ujung batu nilai konstanta rata-rata 0,8 pada umur 28 hari. Perbandingan kuat lentur uji dan kuat lentur empiris beton mutu $f_c' = 30$ MPa pada setiap penggunaan agregat kasar hasil perhitungan kuat lentur empiris lebih rendah kurang lebih 5 % dibanding kuat lentur uji.

Suryani, dkk, (2018) telah melakukan penelitian tentang “Korelasi Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton” Tujuan penelitian ini untuk mengetahui korelasi kuat lentur beton dengan kuat tekan beton. Penelitian Ini Menggunakan Metode Departemen Of Environment (Doe) Dalam SNI 03-2834-2000 Untuk Mix Design Beton”. Perencanaan mutu beton K-500 dan kuat lentur rencana $f_s = 45$ kg/ (4,4 MPa) dengan penggunaan bahan tambah superplaticizer 0,5% merk TanCem 20 RA dengan benda uji balok, silinder, dan kubus, dengan slump rencana 30-60 mm. hasil penelitian bahwa pada perawatan 14 dan 28 hari

diperoleh hasil pengaruh terhadap beton tanpa superplasticizer 0,5% dengan beton penggunaan bahan tambahan superplasticizer 0,5% terjadi peningkatan pada perawatan 14 hari dengan benda uji balok sebesar 3,26% dan kubus sebesar 22,25%. Peningkatan pada perawatan 28 hari benda uji balok sebesar 3,36%, silinder sebesar 8,09% dan kubus sebesar 7,56%. Terjadi penurunan pada perawatan 14 hari dengan benda uji silinder sebesar 3,21 %. Hasil korelasi kuat lentur dengan kuat tekan beton benda uji balok dan silinder, dari hasil mendapatkan nilai korelasi pada perawatan 14 hari tanpa dan dengan tambahan zat addiktif superplasticizer 0,5% didapat persamaan bahwa $f_s = K\sqrt{f_c}$: nilai K sebesar 0,96 dan 0,87, sedangkan pada perawatan 28 hari tanpa dan dengan tambahan zat addiktif superplasticizer 0,5% didapat persamaan bahwa $f_s = K\sqrt{f_c}$: nilai K sebesar 0,86 dan 0,99, maka dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini nilai korelasi kuat lentur beton dengan kuat tekan beton bahwa berhubungan sangat kuat yang mana nilai koefisien korelasi di antara 0,80 sampai 1,00.

Handayani, (2019) telah melakukan penelitian tentang "Memprediksi Kuat Lentur Berdasarkan Kuat Tekan Beton Normal". Tujuan dari penelitian ini memprediksi kuat lentur beton normal pada umur 7 hari dan 21 hari. Metode penelitian ini melakukan penelitian di laboratorium dan perencanaan campuran menggunakan metode ACI. Benda uji yang dibuat benda uji kubus K- 200, K- 300 dan K-350 dan benda uji beton silinder dengan mutu beton $f'_c = 16,6$ Mpa, $f'_c = 25$ Mpa dan $f'_c = 30$ Mpa. Nilai prediksi antara kuat tekan dan kuat lentur beton normal pada umur 7 hari yaitu 1 dan pada umur 21 hari 0,91 . Nilai prediksi diperoleh dengan metode interpolasi. Hasil prediksi kuat lentur pada beton K-200 umur 7 hari diperoleh kuat lentur $f_s = 10$ Mpa dan 21 hari $f_s = 11,76$ Mpa. Beton

K-300 umur 7 hari $f_s = 10,25$ Mpa dan 21 hari $f_s = 12,70$ Mpa. Beton K-350 umur 7 hari $f_s = 13,23$ Mpa dan 21 hari $f_s = 14,11$ Mpa. Hasil prediksi kuat lentur pada beton silinder $f_c = 16,6$ Mpa umur 7 hari $f_s = 2,45$ Mpa dan 21 hari $f_s = 2,88$ Mpa. Beton Silinder $f_c = 25$ MPa umur 7 hari $f_s = 2,83$ Mpa dan 21 hari $f_s = 3,86$ Mpa. Beton silinder $f_c = 30$ Mpa pada umur 7 hari $f_s = 3$ Mpa dan 21 hari $f_s = 4,27$ Mpa.

Alfajrizal,(2018) telah melakukan penelitian tentang “Kajian Perbandingan pada Penggunaan Berbagai Merek Semen terhadap Sampel Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton dengan Perawatan (Curing) dan tanpa Perawatan pada Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)”. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui perbandingan kuat lentur dan tekan pada umur 7, 14, 28 dan 56 hari pada masing-masing jenis semen, dan bisa dijadikan pedoman dalam pelaksanaan pada pekerjaan perkerasan kaku. Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental yaitu suatu metode yang dilakukan dengan mengadakan suatu percobaan secara langsung untuk mendapatkan suatu data atau hasil yang menghubungkan antara variabel yang diselidiki. Dari hasil perbandingan pengujian kuat tekan beton dan kuat lentur yang dilakukan, bahwa pemberian perawatan sangat berpengaruh terhadap hasil dari pengujian, dengan melakukan perawatan terhadap beton nilai yang dihasilkan lebih tinggi daripada beton yang tidak dilakukan perawatan pada semua jenis semen yang digunakan. Berdasarkan hasil perbandingan pada sampel beton yang dilakukan perawatan dan tanpa perawatan, semen padang juga mengalami kehilangan kekuatan yang paling tinggi terhadap sampel yang tidak dirawat.

Suhendra, (2017) telah melakukan penelitian tentang “Kajian Hubungan Kuat Lentur dan Kuat Tekan Beton”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui korelasi antara kuat lentur dan kuat tekan beton sebagaimana tercantum dalam spesifikasi Bina Marga 2010 revisi 3 tahun 2014. Metode penelitian menggunakan Spesifikasi Bina Marga revisi sebelumnya yang memuat mutu beton K-350, sehingga hasil uji kuat lentur umumnya tidak tercapai. Hasil dari penelitian uji lab menunjukkan bahwa terbukti ada korelasi antara kuat lentur terhadap kuat tekan beton.

(Nge, Pah, & Sir, 2016) telah melakukan penelitian tentang “Komponen Struktur Beton dengan Perkuatan Eksternal” Tujuan penelitian ini adalah untuk memverifikasi hasil desain dari tata cara perencanaan. Metode penelitian ini dilakukan dengan membuat tata cara perencanaan dari perkuatan eksternal kemudian dibuat benda uji di laboratorium yang digunakan untuk memverifikasi hasil desain dari tata cara perencanaan. Hasil desain dengan menggunakan tata cara perencanaan pada balok beton tulangan tunggal dengan perkuatan eksternal, kapasitas balok dalam memikul momen sebesar 4905467,88 Nmm. Hasil pengujian lentur balok di laboratorium diperoleh kekuatan rata-rata dari 3 balok uji dalam memikul momen yaitu sebesar 4843750,00 Nmm. Hasil uji statistik Student T Test dengan tingkat kepercayaan 95% tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil desain dan hasil pengujian di laboratorium. Dengan menggunakan tata cara perencanaan, maka hasil desain balok beton tulangan rangkap dengan perkuatan eksternal diperoleh kapasitas balok sebesar 6068337,70 Nmm. Hasil pengujian lentur dari 3 balok uji memperoleh kekuatan rata-rata balok dalam memikul momen sebesar 6052083,33 Nmm.

(Desrianto, 2015) telah melakukan penelitian tentang “ Kapasitas Lentur Balok Beton dengan Perkuatan Lentur Lembar GFRP Akibat Rendaman Air Laut Selama Satu Tahun.” Tujuan Penelitian ini adalah menganalisis perilaku lentur balok akibat pengaruh perendaman di laut dan perendaman di kolam simulasi. Metode pengujian yang digunakan, yaitu metode pembebanan monotonik dimana kelenturan balok diuji di atas dua tumpuan sederhana hingga balok mengalami kegagalan . Benda uji berupa 6 balok beton bertulang berukuran 10 cm x 12 cm x 60 cm yang diperkuat dengan GFRP-S. Tiga balok direndam di laut dan tiga balok direndam di kolam. Balok direndam selama 12 bulan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa persentase selisih beban ultimit antara balok perendaman laut dan perendaman kolam sebesar 18.04% selama perendaman 12 bulan. Beban ultimit balok pada perendaman laut lebih kecil daripada perendaman kolam. Sementara itu, beban ultimit rata-rata balok dari perendaman 6 bulan ke perendaman 12 bulan menurun 22.81% untuk perendaman kolam dan menurun 27.31 % untuk perendam laut.

(Saudalimka, 2018) telah melakukan penelitian tentang “Pengaruh Penambahan Perkuatan Glass Fiber Reinforced Polymer pada kolom bulat.” Tujuan penulisan adalah meneliti perkuatan kolom dengan GFRP, Metode penelitian dengan membahas perbandingan kuat tekan beton tanpa tulangan menggunakan Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) sebagai perkuatan eksternal pada kolom beton. Dimensi kolom berukuran 15 x 80 cm. Berdasarkan hasil teoritis, kekuatan kolom dengan GFRP mengalami kenaikan sebesar 42,035 % dari kuat tekan beton normal. Berdasarkan hasil eksperimen, kekuatan kolom dengan GFRP mengalami kenaikan sebesar 35,29 % dari kuat tekan beton normal.

Berdasarkan hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa kekuatan kolom dengan GFRP mampu menahan kuat tekan aksial yang lebih besar daripada yang tidak diberi kekuatan.

(Chandra, 2018) telah melakukan penelitian tentang “ Pengaruh Pengekangan Eksternal dengan Cincin Baja pada Benda Uji Silinder.” Tujuan penulisan adalah mencari peningkatan kapasitas aksial pada beton silinder, pengekangan beton biasanya pengekangan internal. Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan cincin baja sebagai kekuatan eksternal. Sebagai pengekangan eksternal dipakai pelat baja yang dibentuk sehingga mirip cincin baja. Benda uji yang dibuat adalah beton silinder dibuat dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan dilapisi cincin baja dengan masing-masing variasi 4,5 dan 6 lapis cincin baja. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh peningkatan kuat tekan sebesar 10.78% untuk 4 lapis cincin baja, 28.55% untuk 5 lapis cincin baja dan 28.55% untuk 6 lapis cincin baja dari kekuatan awalnya. Berdasarkan hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa kekuatan beton silinder dengan cincin baja mampu meningkatkan kekuatan pada struktur beton silinder lebih besar daripada beton silinder yang tidak diberi kekuatan.

2.3 Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian diperlukan sebagai bukti tidak adanya plagiarisme antara penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan penulis. Setiap objek penelitian memiliki permasalahan yang berbeda.

Kajian penelitian mengenai perkuatan terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton telah banyak diteliti oleh peneliti terdahulu seperti Seprizon (2019) menggunakan *Carbon Fiber Reinforced Polymer* (CFRP) dan Yusfar (2019) menggunakan *Glass Fiber Reinforced Polymer* (GFRP) dengan benda uji 15 x30 x250 cm dengan menggunakan tulangan serta bahan betonnya berbeda dengan kajian penelitian ini. Kajian perkuatan juga dilakukan oleh Wira (2018) yang menggunakan cincin baja sebagai perkuatan eksternal dan sebagai pengekangan eksternal terhadap benda uji silinder beton $f_c' = 35$ Mpa, diameter 15 cm dan tinggi 30 cm

Pada penelitian ini peneliti menggunakan *Flex Tape* sebagai bahan pelapis perkuatan beton menggunakan benda uji silinder dengan ukuran Diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan dan benda uji Balok ukuran panjang 60 cm, lebar 15cm dan tinggi 15 cm untuk kuat lentur dengan beton $f_c' = 20$ MPa dengan dan tanpa pelapisan *Flex Tape* pada umur 14 dan 28 hari.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Material Campuran Beton

Beton adalah campuran antar semen Portland atau semen hidroulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat (SNI, 2019)

3.1.1 Semen

Semen yang digunakan untuk bahan beton adalah semen *Portland*, berupa semen hidrolis yang berfungsi sebagai bahan perekat bahan susun beton. Dengan jenis semen tersebut diperlukan air guna berlangsungnya reaksi kimiawi pada proses hidrasi (Layang, 2021). Pada proses hidrasi semen mengeras dan mengikat bahan susun beton membentuk masa padat. Semen *portland* yang pada awalnya ditemukan di dekat kota Dorset, Inggris, adalah bahan yang umumnya digunakan untuk keperluan tersebut (Dipohusodo, 1999).

Menurut (SNI, 2004) persyaratan kimia dan fisika semen Portland harus memenuhi persyaratan seperti pada Tabel 3.1

Tabel 3.1. Syarat Kimia Utama (Sumber:(SNI, 2004))

No	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	SiO ₂ , minimum	-	20,0 ^{b,c)}	-	-	-
2	AL ₂ O ₃ , maksimum	-	6,0	-	-	-
3	Fe ₂ O ₃ , maksimum	-	6,0 ^{b,c)}	-	6,5	-
4	MgO, minimum	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
5	SO ₃ , minimum					
	Jika C ₃ A ≤ 8,0 Jika C ₃ A > 8,0	3,0 3,5	3,0 ^{d)}	3,5 4,5	2,3 ^{d)}	2,3 ^{d)}
6	Hilang Pijar maksimum	5,0	3,0	3,0	2,5	3,0
7	Bagian Tak Larut, maksimum	3,0	1,5	1,5	1,5	1,5
8	C ₃ S, maksimum	-	-	-	30 ^{b)}	-
9	C ₂ S, minimum	-	-	-	40 ^{b)}	-
10	C ₃ A, maksimum	-	8,0	15	7 ^{b)}	5 ^{b)}
11	C ₄ AF+ 2C ₃ A, atau ^{a)} C ₄ AF+ C ₂ F, maksimum	-	-	-	-	25 ^{b)}

Pada Tabel 3.1 dijelaskan persyaratan kimia dan fisika semen Portland harus memenuhi persyaratan untuk dapat dipergunakan sebagai material dalam campuran beton.

Menurut (SNI, 2004) Syarat fisika tambahan semen Portland harus memenuhi persyaratan seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Syarat fisika tambahan (Sumber:(SNI, 2004))

No	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	Pengikatan semu penetrasi akhir, % minimum	50	50	50	50	50
2	Kalor hidrasi					
	Umur 7 hari, kal/gram, maks Umur 28 hari, kal/gram, maks	- -	70 ^{d)} -	- -	60 70	- -
3	Kuat tekan: Umur 28 hari, kg/cm ² , minimum	-	280	-	-	-
4	Pemuaian karena sulfat 14 hari, %, maksimum	-	220 ^{d)}	-	-	0,040
5	Kandungan udara mortar, % volume, maksimum	12	12	12	12	12

Pada Tabel 3.2 dijelaskan persyaratan fisika tambahan jika diminta secara khusus untuk semen Portland sehingga memenuhi persyaratan untuk dapat dipergunakan sebagai material dalam campuran beton.

3.1.2 Air

Menurut (Mulyono, 2004) Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan .

3.1.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% dari volume beton. Walau hanya bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan beton(Tjokrodimuljo, 2007).

Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (krikil atau koral) dan halus seperti pada Tabel 3.3

Tabel 3.3 Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (SNI, 2000)

Ukuran Mata ayakan (mm)	Presentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38-4,76	19,0 – 4,76	9,6-4,76
38,1	95-100	100	100
19,0	37-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10

Persyaratan batas –batas susunan besar butir agregat kasar seperti pada Tabel 3.3 sesuai dengan besar presentase berat bagian yang lewat ayakan terhadap mata ayakan dengan ukuran 38,1 mm, 19,0 mm, 9,52 mm, 4,76 mm.

Tabel 3.4 Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat halus (SNI, 2000)

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butiran yang lewat Ayakan			
	Zona I (Pasir Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar	Zona III (Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	5-100
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	5-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Persyaratan batas –batas susunan besar butir agregat halus seperti pada Tabel 3.4 sesuai dengan besar presentase butiran yang lewat ayakan terhadap lubang ayakan dengan ukuran 10 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm.

3.2. Perancangan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perancangan campuran beton dimaksudkan untuk mengetahui komposisi atau proporsi bahan - bahan penyusun beton. Proporsi campuran dari bahan - bahan penyusun beton ini ditentukan melalui sebuah perancangan beton (*Mix design*). Proporsi bahan dan berat penakaran harus ditentukan sesuai dengan, pada

umumnya beton dirancang untuk mencapai (SNI, 2000):

1. Mudahnya pengerjaan (*workability*) adukan beton yang dalam praktek ditentukan dengan tingginya *Slump*.
2. Kekuatan tekan (*Compressive Strength*) pada umur tertentu bagi beton yang sudah mengeras.
3. Kekentalan yang memungkinkan pengerjaan beton (penuangan, pemadatan, dan perataan) dengan mudah dapat mengisi acuan dan menutup permukaan secara serba sama (homogen), Keawetan (*Durability*) bagi beton yang sudah mengeras.

Proses pembuatan rancangan campuran beton pada umumnya dibagi menjadi 2 tahapan sebagai berikut:

1. Melakukan perhitungan proporsi campuran beton yang tepat berdasarkan data tentang bahan baku yang digunakan.
2. Pembuatan beton dalam skala kecil (dalam penelitian ini, peneliti menggunakan silinder dan balok).

3.3. *Slump Test*

Slump test adalah salah satu cara untuk mengukur kecairan atau kepadatan dalam adukan beton. Semakin rendah nilai *slump* menandakan semakin kental kondisi beton segar yang ada dipanggang, sebaliknya semakin besar bacaan *slump* berarti semakin encer kondisi beton segar dipanggang. Percobaan *slump* dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan. Percobaan ini dilakukan dengan alat berbentuk kerucut terpancung, yang diameter atasnya 10 cm dan diameter bawahnya 20 cm dan tinggi 30 cm, dilengkapi dengan kuping

untuk mengangkat beton segar dan tongkat pemadat diameter 16 mm sepanjang minimal 60 cm (Mulyono, 2004).

3.4. Perawatan (Curing)

Perawatan beton dilakukan setelah beton mengeras. Perawatan ini dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi, beton akan mengalami keretakan karena kehilangan air yang begitu cepat (Mulyono, 2004).

Tujuan dari perawatan beton yaitu menahan kelembaban didalam beton selama beton berhidrasi, karena dengan terjaganya kelembaban beton tersebut akan tercapainya kekuatan yang diinginkan, serta tercapainya tingkat *impermeabilitas* yang disyaratkan untuk ketahanan, stabilitas volume dan pencairan serta abrasi terhadap beton.

Bila perawatan beton kurang baik, kerugian yang akan terjadi tidak hanya terhadap kekuatan beton, tetapi juga terhadap keawetan, kedap terhadap air serta stabilitas dimensi struktur. Pekerjaan perawatan beton harus segera dimulai setelah beton mulai mengeras, dengan menyelimutinya dengan bahan yang dapat menyerap air atau dengan merendam di dalam bak yang telah berisi air.

3.5. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, semakin tinggi pada mutu beton yang dihasilkan. Kekuatan tekan beton adalah perbandingan beton terhadap luas penampang beton. Kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan

persamaan sebagai berikut (Tjokrodimuljo, 2007). Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu (SNI 03-1974-1990). Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi tingkat kekuatan struktur yang dikehendaki, maka semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Namun nilai kuat tekan beton dengan kuat tariknya tidak berbanding lurus. Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat tariknya. Nilai kuat tarik beton berkisar antara 9% - 15% dari nilai kuat tekannya (Mulyono, 2004). Kuat tekan dihitung menggunakan Persamaan 3.1

$$f'c = P/A \quad (3.1)$$

Dimana :

- $f'c$ = Kuat Tekan Beton (Mpa)
- P = Beban Maksimum
- A = Luas Penampang Benda Uji (Cm²)

Berdasarkan kuat tekannya, beton dapat dibagi menjadi beberapa jenis seperti terlihat dalam tabel 3.1.

Tabel 3.5 Kuat Tekan Berdasarkan Jenis Beton Sumber: (SNI, 1990)

Jenis Beton	Kuat Tekan (mpa)
Beton Sederhana (Plain Concrete)	10
Beton Normal	15 – 30
Beton Prategang	30 – 40
Beton Kuat Tekan Tinggi	40 – 80
Beton Kuat Tekan Sangat Tinggi	> 80

3.6. Kuat Lentur Beton

Kuat tarik lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI, 1997).

Sebuah balok yang diberi beban akan mengalami deformasi dan oleh sebab itu timbul momen-momen lentur sebagai perlawanan dari material yang membentuk balok tersebut terhadap beban luar (Sulistiawan & D, 2012). Momen eksternal oleh bahan dari beton dan harga maksimum yang dapat dicapai sebelum balok mengalami keruntuhan atau patah sama dengan momen penahan internal dari balok (Mukhtasib, 2019). Sistem pembebanan pada pengujian tarik lentur, yaitu benda uji dibebani sedemikian rupa sehingga hanya akan mengalami keruntuhan akibat lentur murni. Kuat lentur dihitung menggunakan Persamaan 3.2

$$f_{lt} = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (3.2)$$

Dimana :

f_{lt} = kuat lentur (Mpa)

P = beban maksimum yang mengakibatkan keruntuhan balok uji (mm)

L = panjang bentang di antara kedua blok tumpuan, (mm)

b = lebar balok rata-rata pada penampang runtuh, (mm)

d = tinggi balok rata-rata pada penampang runtuh, (mm)

3.7 Perkuatan Ekternal

Struktur beton seperti balok bila memikul beban yang berlebihan atau tidak sesuai dengan perencanaan awal akan menyebabkan struktur beton tersebut mengalami penurunan daya dukung. Hal ini bisa disebabkan apabila suatu bangunan/struktur tersebut mengalami perubahan/alih fungsi dari yang direncanakan sebelumnya (Nge et al., 2016).

Perkembangan teknologi pada bidang konstruksi yang semakin maju, membuat para peneliti untuk menemukan penemuan baru sehingga dapat mengganti cara-cara manual (*konvensional*) yaitu dengan cara menggabung bahan aditif maupun dengan perkuatan eksternal dalam perkuatan struktur (Ponny, Tanijaya, & Tonapa, 2021).

Pada saat ini perbaikan struktur pada beton bertulang umumnya bertujuan untuk mengembalikan atau meningkatkan kekuatan elemen struktur agar dapat menahan beban sesuai dengan beban yang direncanakan (Khoeri, 2021). Pada umumnya struktur beton perlu diberi perkuatan apabila terjadi perubahan fungsi bangunan sehingga perlu tambahan faktor keamanan atau pada saat perencanaan (Isneini, 2009). Perkuatan pada konstruksi beton bertulang menjadikan hal yang sangat penting, terlebih pada struktur yang telah mengalami penurunan kekuatan akibat umur, pengaruh lingkungan, perubahan fungsi struktur, desain awal yang kurang, kelemahan perawatan maupun kejadian – kejadian alam seperti gempa bumi (Seprizon, 2019)

3.8 *Flex Tape*

Flex Tape merupakan sebuah merk produk dari lakban yang kuat dan tahan air yang dapat digunakan untuk menutup atau memperbaiki. Lakban ini diformulasikan khusus; berbahan tebal, fleksibel, bagian belakang yang berbahan karet yang dapat menempel. Lakban ini dikemas dalam dus berbentuk silinder dan tersedia dalam warna hitam atau putih.

Kemunculan *Flex Tape* dipasaran terbilang masih baru. Pada tahun 2012 Phil dan Alan Swift adalah orang yang pertama kali merancang lakban anti bocor ini. Lapisan perekat *Flex Tape* terdiri dari tiga lapisan, yaitu (Flexseal, 2017) :

1. Pelindung perekat
2. Lapisan perekat (yang menempel langsung ke permukaan)
3. Material karet yang menahan perekat pada tempatnya.

Fungsi dan Bahan Penyusun *Flex Tape*

Bahan utama penyusun *Flex Tape* adalah karet *polimer*. Lakban ini dikemas berbentuk silinder dengan ukuran 4 in x 5 ft (10,2 cm x 1,52 m) dan tersedia dalam warna hitam atau putih.

Lakban flex sangat cocok untuk berbagai bentuk permukaan objek seperti kendaraan, perahu, atau rumah. Lakban ini tidak memerlukan keahlian khusus dalam menggunakannya karena dapat sendiri.

Fungsi *Flex Tape* dapat dipergunakan seperti (Flexseal, 2017):

1. Menghilangkan serangga di dalam rumah dengan memanfaatkan kemampuan daya perekatnya

2. Digunakan pada kaki-kaki perabotan rumah seperti kursi atau meja untuk menghindari goresan pada lantai pada saat perabotan tersebut dipindahkan
3. Digunakan sebagai bahan pelindung yang mencegah pecahnya barang pada saat terjadi angin di musim dingin, tinggal membungkusnya saja dengan lakban flex maka barang akan terlindungi
4. Ada juga orang yang menggunakannya sebagai label yang ditempelkan pada kemasan minuman yang ditaruh pada cooler box karena sifatnya yang tahan air

Walaupun terbilang bisa digunakan untuk segala permukaan, ada juga beberapa pengecualian. Beberapa kondisi dapat menyebabkan lakban flex tidak bisa menempel dengan sempurna.

Lakban flex tidak dapat digunakan pada kondisi berikut:

1. Permukaan yang kotor atau berminyak
2. Pada temperatur lebih dari 90 derajat Celcius
3. Pada mesin mobil atau mesin kendaraan lain
4. Untuk perbaikan permanen yang berhubungan dengan aliran air yang konstan atau terus menerus
5. Pada ban kendaraan.

Beberapa keunggulan dari lakban flex:

1. Tebal, fleksibel, daya rekat sangat besar
2. Dapat menempel pada berbagai bentuk permukaan objek
3. Tidak larut dalam air, sehingga dapat menutup rapat air, udara, dan kelembaban
4. Baik untuk menutup lubang yang besar, retakan, celah, dan rembesan

5. Dapat diaplikasikan pada saat panas atau dingin, basah atau kering, bahkan di dalam air sekalipun
6. Tahan terhadap temperatur -50°C sampai dengan 90°C
7. Tahan terhadap keadaan cuaca yang ekstrim
8. Pemakaian bahan vinyl pada lakban ini juga dapat membuatnya tahan terhadap sinar ultraviolet. Ketahanan terhadap sinar ultraviolet ini membuatnya awet dan tahan terhadap kering, berubah warna dan hilang kekuatan
9. Ramah lingkungan, Bebas bahan VOC (Volatile Organic Compound – bahan beracun yang mudah menguap pada suhu ruangan)

Flex Tape ini tersedia dalam tiga pilihan ukuran seperti:

1. Paling besar berukuran lebar 12 inci x panjang 10 inci
2. Ukuran sedang berukuran lebar 8 inci x panjang 5 inci
3. Paling kecil berukuran lebar 4 inci x panjang 5 inci

Proses Penggunaan *Flex Tape*

Penggunaan lakban anti bocor ini harus dilakukan dengan cara yang berurutan dari proses pembersihan, pemotongan, pengelupasan, penempelan, dan yang terakhir penutupan (Flexseal, 2017).

1. Proses pembersihan

Hal pertama yang harus dilakukan pertama kali adalah memastikan untuk membersihkan permukaan yang akan ditempel. Bersihkan permukaan debu, minyak, atau lumpur dengan sikat atau kain. Hal ini sangat penting untuk

dilakukan karena *Flex Tape* tidak akan menempel dengan baik pada permukaan yang kotor.

2. Proses pemotongan

Tarik *Flex Tape* dari rol sesuai dengan kebutuhan dan potong dengan pisau sekali pakai atau cutter. Pastikan pisaunya dalam keadaan sangat tajam dan berhati-hati saat memotongnya.

3. Proses pengelupasan

Setelah memotong sesuai dengan panjang yang diinginkan, maka akan terlihat cover atau penutup di bagian belakangnya. Cover tersebut diperuntukan untuk melindungi bahan perekat. *Flex Tape* memiliki kemampuan yang sangat baik untuk menempel di permukaan apapun sehingga perlu kehati-hatian. Jangan sampai *Flex Tape* yang sudah terbuka covernya tertempel ke bagian tubuh.

4. Proses penempelan

Setelah cover pelindungnya dibuka, tinggal menempelkan *Flex Tape* ke permukaan yang akan ditutup. Proses penempelan ini hanya untuk permukaan yang telah dibersihkan tadi dan tekan secara merata untuk menghindari munculnya gelembung udara.

5. Proses penutupan

Gunakan jari atau alat lainnya seperti roller untuk menekan lakban ini secara merata pada permukaan terus-menerus sampai tidak ada gelembung udara yang terlihat. Untuk beberapa jenis permukaan mungkin memerlukan waktu sampai 24 jam untuk mendapatkan hasil penempelan yang maksimum.

Ada beberapa hal yang perlu diingat dalam menggunakan *Flex Tape* untuk memastikannya bekerja maksimal seperti:(Flexseal, 2017).

1. Penggunaan pada permukaan yang kasar atau berpori membutuhkan alat tambahan seperti blow dryer untuk membantu *Flex Tape* menempel dengan baik.
2. Bahan *Flex Tape* mungkin tidak cocok untuk permukaan yang berbahan plastik, silicon, berminyak, atau kotor.
3. Gunakan lakban ini dengan cara menekan secara merata untuk membantu meningkatkan daya rekat ke permukaan yang akan ditempel.
4. Sekali saja *Flex Tape* menempel dengan baik pada permukaan objek, apapun yang akan dilakukan seperti memperbaiki posisi tempelan akan sulit atau bahkan mustahil dilakukan.
5. Penggunaan pada permukaan berbahan kain seperti kanvas, nilon, polyester, katun, dan bahan sintetis lainnya membutuhkan waktu tunggu 24 jam untuk hasil maksimum.
6. Jauhkan dari jangkauan anak-anak.
7. Dan terakhir kali yang perlu diingat juga adalah penggunaan *Flex Tape* hanya untuk perbaikan sementara dalam keadaan darurat dan perlu diperbaiki kembali secara permanen.
8. Walaupun pada beberapa kasus perbaikan *Flex Tape* dapat bertahan dengan baik selama berbulan-bulan, tapi akan lebih baik jika tidak sepenuhnya mengandalkan perbaikan menggunakan lakban ini.

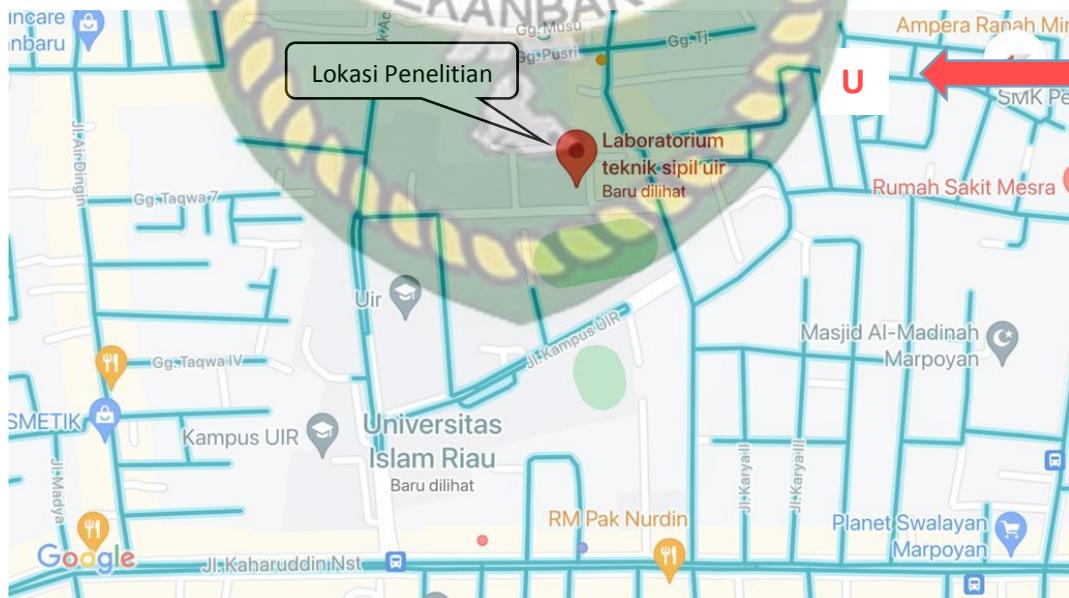
BAB IV METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Penelitian ini menggunakan metode studi eksperimental yaitu dengan melakukan percobaan langsung di laboratorium. Pengujian ini hanya dikhususkan untuk mengetahui perubahan kuat tekan dan kuat lentur. Penelitian dilaksanakan dengan membuat benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan benda uji balok 15 cm x 15 cm x 60 cm dengan mutu beton $f_c'20$

4.2 Lokasi Penelitian

Penelitian peningkatan kuat tekan dan kuat lentur beton $f_c'20$ dengan pelapisan *flex tape* ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Lokasi penelitian seperti pada Gambar 4.1



bar 4.1

Gambar 4.1. lokasi Penelitian

Gambar 4.1 menjelaskan denah lokasi menuju Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau yang terletak di jalan Karya simpang tiga Kec. Bukit Raya Kota pekanbaru dan berada disamping kompleks kampus Fakultas Tenik universitas Islam Riau Pekanbaru.

4.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data Primer. Data primer adalah data yang diperoleh dari laboratorium yang dapat digunakan sebagai sumber acuan.

4.4 Bahan Penelitian.

1. Agregat kasar adalah agregat yang butirannya lebih besar dari 5 mm atau agregat yang semua butirannya dapat tertahan diayakan 4,75 mm. Agregat kasar yang dipergunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2. Agregat gradasi kasar

Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa agregat kasar yang dipergunakan pada penelitian ini berasal dari Suban, Merlung, propinsi Jambi

2. Agregat halus adalah semua butiran lolos saringan 4,75 mm. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%, serta tidak mengandung zat-zat organik yang dapat merusak beton. Agregat halus yang dipergunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3. Agregat halus

Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa agregat halus yang dipergunakan pada penelitian ini berasal dari Pasir Ringgit, Inhu, Riau.

3. Semen Portland semen portland adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak (clinker) portland terutama yang terdiri dari kalsium silikat ($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$) yang bersifat hidrolis dan digiling bersama – sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain. Reaksi semen dengan air berlangsung secara irreversible, artinya hanya dapat terjadi satu kali dan tidak bisa kembali lagi ke kondisi semula. Semen Portland yang dipergunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4. Semen Portland Type 1

Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa semen portland yang dipergunakan pada penelitian ini menggunakan semen Portland Type 1.

4. *Flex Tape* merupakan sebuah merk produk dari lakban yang kuat dan tahan air yang dapat digunakan untuk menutup atau memperbaiki. Lakban ini diformulasikan khusus terbuat dari bahan karet Polymer berbahan tebal, fleksibel, bagian belakang yang berbahan karet yang dapat menempel. Lakban ini dikemas berbentuk silinder dengan ukuran 4 in x 5 ft (10,2 cm x 1,52 m) dan tersedia dalam warna hitam atau putih. *Flex Tape* yang dipergunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Flex Tape

Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa *Flex Tape* yang dipergunakan pada penelitian ini menggunakan semen *Flex Tape* berwarna hitam.

4.5. Peralatan Penelitian

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan peralatan laboratorium Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Peralatan yang dipakai adalah:

1. Peralatan pengujian analisa saringan(*Sieve Analisis*) mengacu pada SNI 1968:2008.



Gambar 4.6 Peralatan analisa saringan .

Alat ini dipergunakan untuk mengetahui distribusi ukuran agregat halus dan kasar dengan menggunakan ukuran-ukuran saringan sesuai dengan standard tertentu yang ditunjukkan dengan ukuran lubang saringan.

2. Peralatan pengujian berat jenis dan penyerapan dilakukan terhadap agregat kasar, berat jenis ini digunakan untuk mendapatkan berat jenis efektif dari campuran beton. Pengujian ini memakai standar SNI 1969:2008. Alat yang dipergunakan pada pengujian aggregate halus seperti yang terlihat pada gambar 4.7



Gambar 4.7. Alat picnometer

Alat piknometer ialah untuk mengukur masa jenis suatu zat, larutan, ataupun cairan.

3. Peralatan pengujian kuat tekan silinder berton berdasarkan standar SNI 03-1974-2011 pada penelitian ini menggunakan *Compressive testing machine* .



Gambar 4.8 Alat Pengujian Kuat Tekan Beton

Alat Compression Testing Machine adalah alat pengujian untuk mengetahui kekuatan bahan yang dipakai dalam konstruksi jalan dan jembatan. Alat pengujian ini dapat menguji kekuatan bahan seperti semen, beton, batu bata dari berbagai bahan, berbagai komponen metal dan lain-lain. Alat ini digunakan untuk pengujian kuat tekan beton dengan metode *compression test*

4. Peralatan pengujian kuat Lentur silinder berton berdasarkan standar SNI 4431-2011, pada penelitian ini menggunakan *Bending Testing Machine* (BTM) untuk pengujian kuat lentur.



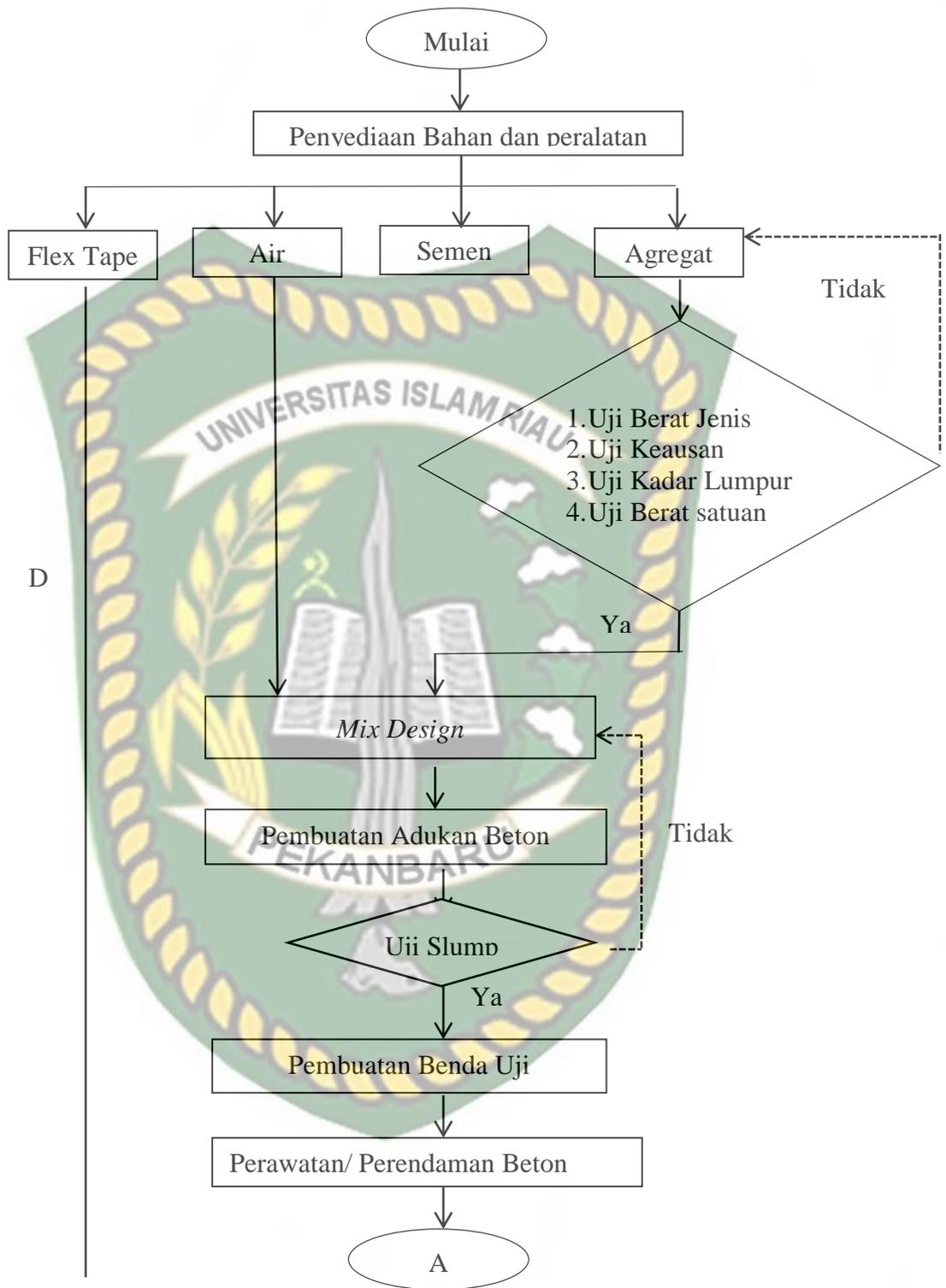
Gambar 4.9 Alat Bending Testing Machine (UTM)

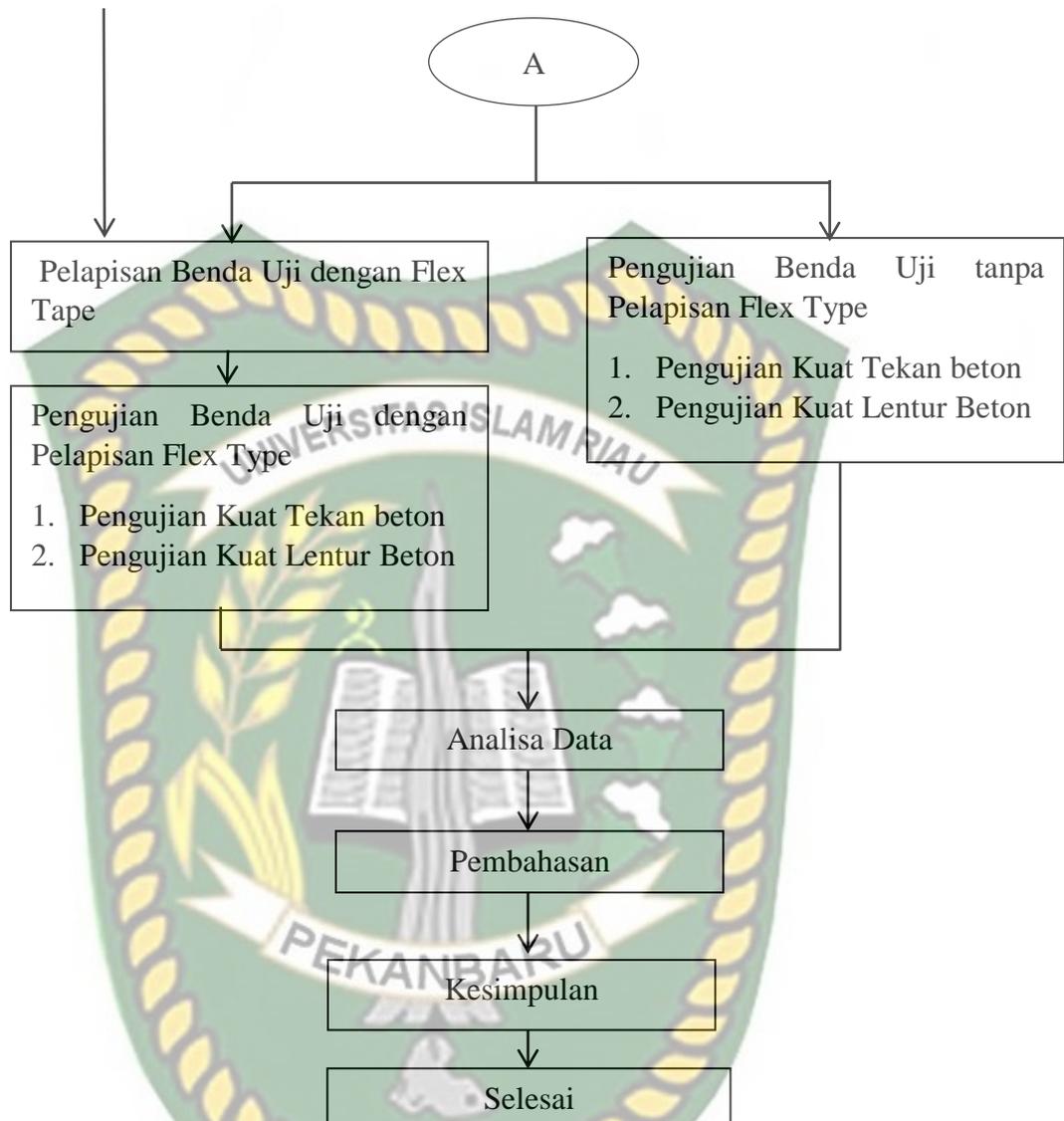
Alat *Bending Testing Machine* (BTM), digunakan untuk menguji kekuatan lentur balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya tekan dengan arah tegak lurus benda uji, sampai benda uji patah.

4.6 Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini ada beberapa tahapan yang akan dilakukan untuk mempermudah pelaksanaan pengujian. Adapun tahapan-tahapan penelitian dalam bentuk Bagan Alir Penelitian pada Gambar 4.10







Gambar 4.10 Bagan Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian seperti dalam Gambar 4.10 adalah Persiapan Bahan dan Peralatan. Tahapan ini mencakup persiapan bahan dan alat. kegiatan persiapan ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Pembuatan benda uji dilakukan dengan benda uji silinder dan benda uji balok.

a. Benda uji dibuat dengan menggunakan benda uji silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm umur sampel 14 hari, dengan jumlah :

1. 3 buah benda uji silinder untuk beton normal $f_c'20$,
2. 3 buah benda uji silinder Beton $f_c'20$ dan penambahan pelapisan *Flex Tape*

b. Benda uji dibuat dengan menggunakan benda uji silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm umur sampel 28 hari, dengan jumlah :

1. 3 buah benda uji silinder untuk beton normal $f_c'20$,
2. 3 buah benda uji silinder Beton $f_c'20$ dan penambahan pelapisan *Flex Tape*

Total sampel silinder ukuran 150 mm dan tinggi 300 mm 12 sampel.

c. Benda uji balok 150 mm x 150 mm x 600 mm, benda uji 3 buah umur sampel 14 hari dengan jumlah :

1. 3 buah benda uji untuk beton normal $f_c'20$
2. 3 buah benda uji untuk Beton $f_c'20$ dengan penambahan pelapisan *Flex Tape*

d. Benda uji balok 150 mm x 150 mm x 600 mm, benda uji 3 buah umur sampel 28 hari dengan jumlah :

1. 3 buah benda uji untuk beton normal $f_c'20$
2. 3 buah benda uji untuk Beton $f_c'20$ dengan penambahan pelapisan *Flex Tape*

Total sampel balok ukuran 150 mm x 150 mm x 600 mm sebanyak 12 sampel.

Total seluruh benda uji silinder dan balok sebanyak 24 sampel

7. Benda uji di lakukan perawatan dengan merendam beton dalam air.
8. Pelapisan benda uji dengan menggunakan *Flex Tape* dilakukan setelah proses perendaman
 - a. Pelapisan silinder beton dengan menggunakan *Flex Tape*

Benda uji kuat tekan menggunakan benda uji berbentuk silinder seperti pada gambar 4.10

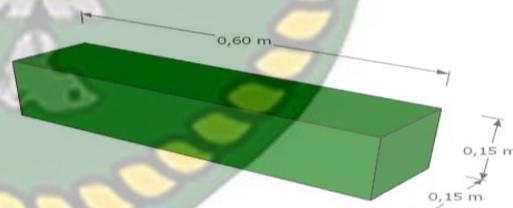


Gambar 4.11 Pelapisan benda uji Silinder menggunakan *flex type*

Pada Gambar 4.11 menunjukan benda uji kuat tekan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm

- b. Pelapisan balok beton dengan menggunakan *Flex Tape*

Benda uji kuat lentur menggunakan benda uji berbentuk balok seperti pada gambar 4.12



Gambar 4.12 Pelapisan benda uji kubus menggunakan *flex type*

Pada Gambar 4.12 menunjukan benda uji kuat lentur berbentuk balok dengan ukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 60 cm

9. Pengujian benda uji dilakukan pada umur 14 dan 28 hari, dengan menggunakan alat kuat tekan (Compression Machine Test) dan Bending Testing Machine (UTM) untuk pengujian kuat lentur.
 - a. Pengujian Kuat Tekan Beton.

Pengujian kuat tekan beton dilakukan Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin CTM (*Compression Testing Machine*).

Langkah-langkah pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut.

1. Berat benda uji ditimbang sebelum pengujian dilakukan.
 2. Benda uji diletakkan pada *Compression Testing Machine*.
 3. *Compression Testing Machine* dihidupkan dan benda uji akan diberikan penambahan beban sehingga dapat dibaca besarnya kekuatan tekan yang ditunjuk dengan manometer.
 4. Pada saat beban mencapai maksimum, benda uji akan retak bahkan dapat pula pecah dan jarum manometer akan berhenti pada titik maksimum, maka diperoleh beban maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji.
- b. Bending Testing Machine (BTM) untuk pengujian kuat lentur,
1. Benda uji berupa balok ditimbang terlebih dahulu sebelum diuji.
 2. Letakkan balok beton pada alat Bending Testing Machine (BTM) dengan posisi horizontal (tidur).
 3. Mesin dihidupkan dan kemudian benda uji diberikan pembebanan secara menerus hingga benda uji retak atau patah pada pembebanan maksimum.
 4. Jarum manometer akan berhenti menunjuk pada pembebanan maksimal setelah benda uji retak atau patah. Catat pembebanan maksimum yang terjadi.



Benda Uji Balok



Benda Uji Silinder



Benda Uji Silinder dan Balok dengan pelapisan *Flex Tape*

Gambar 4.13 Benda Uji

4.7. Cara Analisis

Nilai kuat tekan dan kuat lentur dari benda uji beton $fc'20$ tanpa menggunakan flex tape dibandingkan dengan Nilai kuat tekan dan kuat lentur dari benda uji $fc'20$ menggunakan pelapis *Flex Tape* masing-masing terhadap umur 14 hari dan 28 hari . Kemudian dianalisa *trend* Nilai kuat tekan dan kuat lentur benda uji hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur dari benda-benda uji $fc'20$ tersebut.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Umum

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolik (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture atau additive*). DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2002, 2002).

Flex Tape merupakan sebuah merk produk dari lakban yang kuat dan tahan air yang dapat digunakan untuk menutup atau memperbaiki. Lakban ini diformulasikan khusus; berbahan tebal, fleksibel, bagian belakang yang berbahan karet yang dapat menempel.

Material yang di pergunakan dalam penelitian ini perlu dilakukan pengujian untuk mendapatkan spesifikasi agregat yang sesuai antara lain untuk agregat kasar agregat halus, semen, Air menurut SNI 03-2834-2000. Pengujian analisa saringan dilakukan untuk agregat kasar yang diambil berasal dari Suban, Merlung, propinsi Jambi dan Agregat halus yang digunakan berasal dari Pasir Ringgit, Inhu, Riau.

SNI 03-1974-1990 memberikan pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini sebagai pengujian kuat tekan berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Sedangkan Kuat lentur adalah nilai tegangan tarik yang dihasilkan dari momen lentur dibagi dengan momen penahan penampang balok uji. Balok uji yang dipergunakan untuk pengujian berpenampang bujur sangkar dengan panjang total balok empat kali lebar penampangnya; Dari hasil pengujian yang telah dilakukan kemudian dilakukan analisa untuk mendapatkan nilai hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur campuran beton *mix design* dan campuran beton menggunakan pelapis *Flex Tape* $F_c'20$ untuk umur 14 hari dan 28 hari.

5.2 Hasil Pengujian Agregat

Material yang di pergunakan dalam penelitian ini perlu dilakukan pengujian untuk mendapatkan spesifikasi agregat yang sesuai antara lain untuk agregat kasar, agregat halus, semen, Air menurut SNI 03-2834-2000.

5.2.1 Pengujian Analisa Saringan

Pengujian analisa saringan dilakukan untuk agregat kasar yang diambil berasal dari Suban, Merlung, propinsi Jambi dan Agregat halus yang digunakan berasal dari Pasir Ringgit, Inhu, Riau. Berikut adalah Tabel analisa saringan agregat kasar seperti pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Analisa Saringan Agregat Kasar Split 2-3

Nomor Ayak	Ukuran Ayak (mm)	Berat Tertahan (Gr)	Jumlah Berat Tertahan (Gr)	% Tertahan	% Lolos	Spesifikasi Agregat
1 ½	38	0	0.00	0.00	100.00	100
¾	19	291.4	291.40	16.72	83.2759	100
3/8	9.6	1398.7	1690.10	97.00	3.0016	95-100
4	4.8	14.9	1705.00	97.85	2.1465	30-60
8	2.4	0.8	1705.00	97.90	2.1006	0-100
16	1.2	0.8	1706.00	97.95	2.0546	-
30	0.6	3.4	1710.00	98.14	1.8595	-
50	0.3	3.8	1713.80	98.36	1.6414	-
100	0.15	6.5	1720.30	98.73	1.2684	-
200	0.075	4.4	1724.70	98.98	1.0158	-

Dari Tabel 5.1 dapat dilihat bahwa Gabungan Analisa saringan agregat kasar Split 2-3. Hasil yang didapat memenuhi persyaratan agregat sesuai spesifikasi agregat campuran beton pada tabel 3.3 Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (krikil atau koral).

Analisa Saringan Agregat Kasar Split 1-2 dapat dilihat pada tabel 5.2

Tabel 5.2 Analisa Saringan Agregat Kasar Split 1-2

Nomor Ayak	Ukuran Ayak (mm)	Berat Tertahan (Gr)	Jumlah Berat Tertahan (Gr)	% Tertahan	% Lolos	Spesifikasi Agregat
1 ½	38	0	0.00	0.00	100.00	100
¾	19	2607.6	2607.60	97.64	2.3627	100
3/8	9.6	508	2658.40	99.54	0.4606	95-100
4	4.8	0.0	2658.40	99.54	0.4606	30-60
8	2.4	0.2	2658.60	99.55	0.4531	0-100
16	1.2	0.4	2659.00	99.60	0.4381	-
30	0.6	1.0	2660.00	99.60	0.4006	-
50	0.3	0.9	2660.90	99.63	0.3669	-
100	0.15	1.7	2662.60	99.70	0.3033	-
200	0.075	1.9	2664.50	99.77	0.2321	-

Dari Tabel 5.2 dapat dilihat bahwa Gabungan Analisa saringan agregat kasar Split 1-2. Hasil yang didapat memenuhi persyaratan agregat sesuai spesifikasi campuran beton pada Tabel 3.3 Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar.

Hasil Analisa Saringan Agregat Halus dapat dilihat pada tabel 5.3.

Tabel 5.3 Analisa Saringan Agregat Halus

Nomor Ayak	Ukuran Ayak (mm)	Berat Cawan (Gr)	Berat Cawan + Berat Tertahan (Gr)	Berat Tertahan (Gr)	Jumlah Berat Tertahan (Gr)	% Tertahan	% Lolos	Spesifikasi Agregat	
								Max	Min
4	4.8	78.5	78.5	0.0	0.0	0.0	100	100	100
8	2.4	78.5	148.4	69.9	69.9	5.05	94.948	100	90
16	1.2	78.5	175.0	96.5	166.4	12.03	87.973	100	85
30	0.6	78.5	399.0	320.5	486.9	34.19	64.809	90	75
50	0.3	78.5	477.7	399.2	886.1	64.04	35.957	80	60
100	0.15	78.5	503.8	425.3	1,311.4	94.78	5.218	40	10
200	0.075	78.5	124.9	46.4	1,357.8	98.14	1.865	10	0

Dari Tabel 5.3 dapat dilihat bahwa Gabungan Analisa saringan agregat pasir. Hasil yang didapat memenuhi persyaratan agregat sesuai spesifikasi agregat campuran beton pada Tabel 3.4. Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat halus.

5.2.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan

Pengujian berat jenis dan penyerapan dilakukan pada agregat kasar yang diambil dari agregat yang berasal dari Suban, Merlung, propinsi Jambi. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan agregat kasar SPLIT 2-3 di peroleh bahwa berat jenis bulk sebesar 2,640 %, Berat jenis kering permukaan sebesar 2,667%, berat jenis Semu sebesar 2,712 % dan penyerapan Air sebesar 1,006 %. Hasil yang didapat memenuhi spesifikasi campuran beton menurut SNI 03-2834-2000.

Pengujian berat jenis dan penyerapan dilakukan pada agregat kasar yang diambil dari agregat yang berasal dari Suban, Merlung, propinsi Jambi. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan agregat kasar SPLIT 1-2 di peroleh bahwa berat jenis bulk sebesar 2,649 %, Berat jenis kering permukaan sebesar 2,675%,

berat jenis Semu sebesar 2,719 % dan penyerapan Air sebesar 0,966 %. Hasil yang didapat memenuhi spesifikasi campuran beton menurut SNI 03-2834-2000.

Pengujian berat jenis dan penyerapan dilakukan pada agregat halus yang digunakan berasal dari Pasir Ringgit, Inhu, Riau. Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan agregat kasar di peroleh bahwa berat jenis bulk sebesar 2,509 %, Berat jenis kering permukaan sebesar 2,546%, berat jenis Semu sebesar 2,604 % dan penyerapan Air sebesar 1,545 %. Hasil yang didapat memenuhi spesifikasi campuran beton menurut SNI 03-2834-2000.

5.2.3 Pengujian Kadar Lumpur

Pengujian Kadar lumpur dilakukan pada agregat halus pasir. Berikut Tabel 5.4 rekapitulasi Pengujian Kadar lumpur agregat halus.

Tabel 5.4 Hasil Pengujian Kadar Lumpur agregat Halus pasir

No	Uraian	Berat (Gr)	Spesifikasi
1	Berat Tempat	97,0	
2	Berat benda Uji Kering Sebelum dicuci	1383,6	
3	Berat benda Uji Kering + Berat Kering (Sebelum dicuci)	1480,6	
4	Berat benda Uji Kering + Berat kering (Sesudah dicuci)	1454,8	
5	Berat benda Uji Kering Sesudah dicuci	1357,8	
6	Persentase Kadar lumpur	1,86 %	5 %

Dari Tabel 5.4 dapat dilihat bahwa Hasil Pengujian kadar lumpur agregat pasir di peroleh bahwa persentase kadar lumpur sebesar 1,86% lebih kecil Hasil yang didapat lebih kecil dari 5 % sehingga memenuhi persyaratan umum bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI, 1982), sehingga pasir yang dipergunakan tidak perlu dicuci sebelum pengadukan.

Pengujian Kadar lumpur dilakukan pada agregat halus Split. Berikut adalah Tabel 5.5 rekapitulasi Pengujian Kadar lumpur agregat halus Split.

Tabel 5.5 Hasil Pengujian Kadar Lumpur agregat Halus Split

No	Uraian	Berat (Gr)		Spesifikasi
		Split 2-3	Split 1-2	
1	Berat Tempat	128,0	158,0	
2	Berat benda Uji Kering Sebelum dicuci	1742,4	2670,7	
3	Berat benda Uji Kering + Berat Kering (Sebelum dicuci)	1870,4	2828,7	
4	Berat benda Uji Kering + Berat kering (Sesudah dicuci)	1852,7	2822,5	
5	Berat benda Uji Kering Sesudah dicuci	1724,7	2666,4	
6	Persentase Kadar lumpur	1,016 %	0,232 %	5 %

Dari Tabel 5.5 dapat dilihat bahwa Hasil Pengujian kadar lumpur agregat Split 2-3 di peroleh bahwa persentase kadar lumpur sebesar 1,016% dan Pengujian kadar lumpur agregat Split 1-2 di peroleh bahwa persentase kadar lumpur sebesar 0,232%. Hasil yang didapat lebih kecil dari 5 % sehingga sehingga memenuhi persyaratan umum bahan bangunan di Indonesia 1982 (PUBI, 1982), sehingga pasir yang dipergunakan tidak perlu dicuci sebelum pengadukan.

5.2.4 Pengujian Slump

Pengujian *Slump* dilakukan pada saat pengadukan pemcampuran beton *mix design* fc'20, hasil pengujian yang dilakukan didapat nilai *slump* pada table 5.6

Tabel 5.6 Hasil Pengujian *Slump* Beton f_c '20

No	Benda uji beton	Umur Beton	Nilai <i>Slump</i>
1	Benda uji 1	28 Hari	12 cm
2	Benda uji 2	28 Hari	16,5 cm
3	Benda uji 3	28 Hari	13,5 cm

Berdasarkan table 5.6 didapat hasil pengujian slump berturut-turut pada Benda uji 1, Benda uji 2, dan Benda uji 3 adalah 12 cm, 16,5 cm, dan 13 cm. Nilai pengujian *slump* tertinggi adalah pada pengujian benda uji 2 yaitu 16,5 cm dan Nilai pengujian *slump* terendah adalah pada pengujian benda uji 1 yaitu 12 cm. nilai slump dari benda uji masih memenuhi spesifikasi menurut PBI, (1971) nilai slump untuk beton segar pada elemen struktur plat (lantai), balok, kolom dan dinding yaitu min 7,5 dan max 15 cm. Tinggi rendahnya nilai slump dapat mempengaruhi workability atau pengerjaan beton. Nilai *slump* yang semakin tinggi maka akan semakin mudah dalam proses pengadukan, penuangan dan pemadatan campuran beton namun jika nilai *slump* rendah maka akan semakin sulit dalam pengerjaan beton.

5.3 Pengujian Kuat Tekan Beton f_c '20 umur 14 dan 28 Hari

Pada penelitian ini Pengujian kuat tekan beton f_c '20 dilakukan pada umur beton 14 hari dan 28 hari. Pengujian ini dilakukan pada seluruh sampel yaitu 12 buah benda uji silinder untuk sampel beton normal dan beton menggunakan pelapis Flex Tape masing-masing 3 benda uji. Sebelum pengujian dilakukan, bagian atas benda uji diberikan cap terlebih dahulu agar permukaan bidang tekan

menjadi rata. Hasil pengujian kuat tekan beton $f_c'_{20}$ dilakukan pada umur beton 14 hari dapat dilihat pada Tabel 5.7

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Tanpa Pelapis *FlexTape* pada umur 14 hari

Kode Benda Uji	Luas (cm^2)	Berat (gr)	Beban (kN)	Tegangan Hancur Silinder (Fc) Umur 14 Hari Mpa	Kuat Tekan Rata-Rata Mpa
Silinder N 1	176,71	12300	530	29,993	30,747
Silinder N 2	176,71	12600	520	29,427	
Silinder N 3	176,71	12200	580	32,822	

Pada tabel 5.7 terlihat bahwa nilai kuat tekan beton Tanpa Pelapis *FlexTape*, nilai rata-rata pengujian kuat tekan beton $f_c'_{20}$ umur beton 14 hari adalah 30,747 Mpa. Nilai kuat tekan memenuhi kuat tekan yang direncanakan yaitu melebihi 20 Mpa.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan *Flex Tape* pada umur 14 hari dapat dilihat pada tabel 5.8

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan *Flex Tape* pada umur 14 hari

Kode Benda Uji	Luas (cm^2)	Berat (gr)	Beban (kN)	Tegangan Hancur Silinder (Fc) Umur 14 Hari Mpa	Kuat Tekan Rata-Rata Mpa
Silinder N+F 4	176,71	12600	575	32,539	34,048
Silinder N+F 5	176,71	12700	590	33,388	
Silinder N+F 6	176,71	12500	640	36,218	

Pada tabel 5.8 terlihat bahwa nilai kuat tekan beton menggunakan Pelapis *FlexTape*, nilai rata-rata pengujian kuat tekan beton $f_c'_{20}$ umur beton 14 hari

adalah 34,048 Mpa. Nilai kuat tekan memenuhi kuat tekan yang direncanakan yaitu melebihi 20 Mpa.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Tanpa Pelapis *FlexTape* pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 5.9

Tabel 5.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Tanpa Pelapis *FlexTape* pada umur 28 hari

Kode Benda Uji	Luas (cm ²)	Berat (gr)	Beban (kN)	Tegangan Hancur Silinder (Fc) Umur 28 Hari Mpa	Kuat Tekan Rata-Rata Mpa
Silinder N 7	176,71	12600	595	33,671	33,011
Silinder N 8	176,71	12400	605	34,237	
Silinder N 9	176,71	12200	550	31,124	

Pada tabel 5.9 terlihat bahwa nilai kuat tekan beton Tanpa Pelapis *FlexTape*, nilai rata-rata pengujian kuat tekan beton f_c' 20 umur beton 28 hari adalah 33,011 Mpa. Nilai kuat tekan memenuhi kuat tekan yang direncanakan yaitu melebihi 20 Mpa.

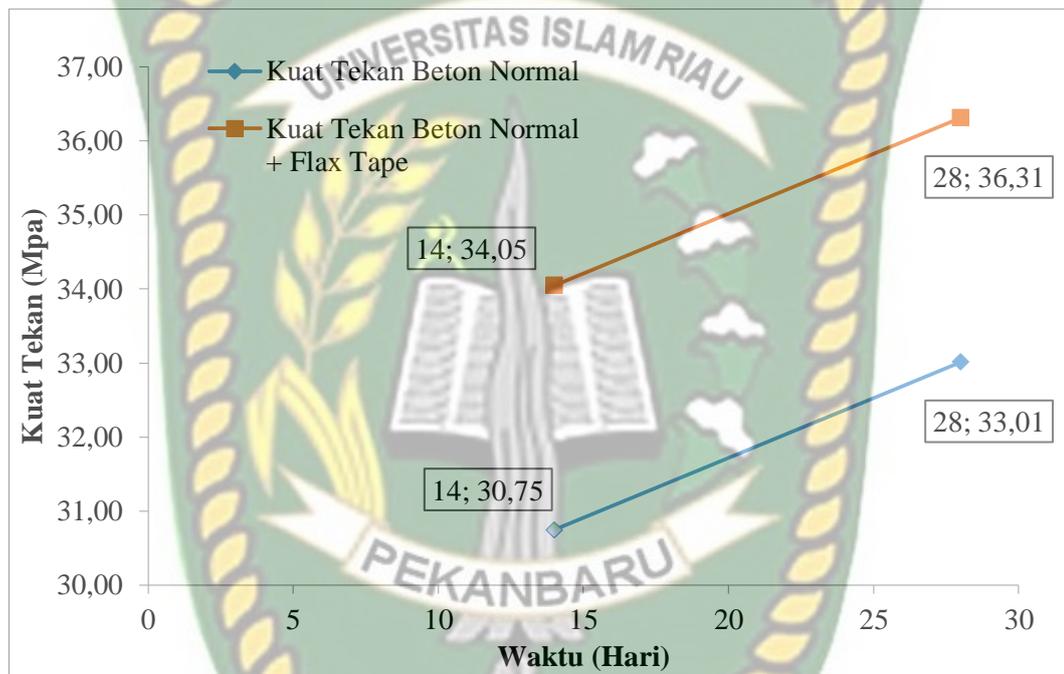
Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan *Flex Tape* pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 5.10

Tabel 5.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Menggunakan *Flex Tape* pada umur 28 hari

Kode Benda Uji	Luas (cm ²)	Berat (gr)	Beban (kN)	Tegangan Hancur Silinder (Fc) Umur 28 Hari Mpa	Kuat Tekan Rata-Rata Mpa
Silinder N+F 10	176,71	12800	660	37,349	36,312
Silinder N+F 11	176,71	13200	695	39,330	
Silinder N+F 12	176,71	12900	570	32,256	

Pada tabel 5.10 terlihat bahwa nilai kuat tekan beton menggunakan Pelapis *FlexTape*, nilai rata-rata pengujian kuat tekan beton $f_c' 20$ umur beton 28 hari adalah 36,312 Mpa. Nilai kuat tekan memenuhi kuat tekan yang direncanakan yaitu melebihi 20 Mpa.

Untuk perbandingan nilai kuat tekan beton $f_c' 20$, umur 14 hari dan umur 28 hari terhadap waktu dapat dilihat pada gambar 5.1



Gambar 5.1 Grafik perbandingan nilai kuat tekan beton $f_c' 20$, umur 14 hari, umur 28 hari terhadap waktu

Dari grafik pada Gambar 5.1 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton benda uji yang menggunakan *flex tape* lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji Tanpa *Flex Tape*. untuk beton $f_c' 20$ umur 14 hari nilai kenaikan kuat tekan adalah 3,301 Mpa atau 5,09 % sedangkan untuk beton $f_c' 20$ umur 28 hari nilai kenaikan kuat tekan adalah 3,301 Mpa atau 4,76 %.

5.4 Pengujian Kuat Lentur Beton Fc'20 Umur 14 Dan 28 Hari

Pada penelitian ini Pengujian kuat lentur beton fc'20 dilakukan pada umur beton 14 hari dan 28 hari. Pengujian ini dilakukan pada seluruh sampel yaitu 12 buah benda uji balok untuk sampel beton normal dan beton menggunakan pelapis Flex Tape masing-masing 3 benda uji. Hasil pengujian kuat lentur beton fc'20 dilakukan pada umur beton 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 5.10

Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Tanpa Menggunakan *Flex Tape* pada umur 14 hari dapat dilihat pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Tanpa Menggunakan *Flex Tape* pada umur 14 hari

Kode Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Lebar (B) (cm)	Tinggi (D) (cm)	Panjang (L) (cm)	Berat (gr)	Beban Kn	Kuat Lentur Beton Mpa	Kuat lentur Rata-Rata Mpa
Balok N 1	14	15	15	60	33200	26	0,693	0,747
Balok N 2	14	15	15	60	32400	28	0,747	
Balok N 3	14	15	15	60	32200	30	0,800	

Pada tabel 5.11 terlihat bahwa nilai kuat Lentur beton Tanpa Pelapis *FlexTape*. nilai rata-rata pengujian kuat lentur beton fc' 20 umur beton 14 hari adalah 0,747 Mpa

Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Menggunakan *Flex Tape* pada umur 14 hari dapat dilihat pada Tabel 5.12

Tabel 5.12 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Menggunakan *Flex Tape* pada umur 14 hari

Kode Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Lebar (B) (cm)	Tinggi (D) (cm)	Panjang (L) (cm)	Berat (gr)	Beban Kn	Kuat Lentur Beton Mpa	Kuat Lentur Rata-Rata Mpa
Balok N +F 4	14	15	15	60	33000	29	0,773	0,729
Balok N +F 5	14	15	15	60	33500	27	0,720	
Balok N +F 6	14	15	15	60	33500	26	0,693	

Pada tabel 5.12 terlihat bahwa nilai kuat Lentur beton menggunakan Pelapis *FlexTape*, nilai rata-rata pengujian kuat lentur beton $f_c' 20$ umur beton 14 hari adalah 0,729 Mpa.

Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Tanpa Menggunakan *Flex Tape* pada umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 5.13

Tabel 5.13 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Tanpa Menggunakan *Flex Tape* pada umur 28 hari

Kode Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Lebar (B) (cm)	Tinggi (D) (cm)	Panjang (L) (cm)	Berat (gr)	Beban Kn	Kuat Lentur Beton Mpa	Kuat Lentur Rata-Rata Mpa
Balok N 7	14	15	15	60	32500	31	0,827	0,862
Balok N 8	14	15	15	60	32400	31	0,827	
Balok N 9	14	15	15	60	32000	35	0,933	

Pada tabel 5.13 terlihat bahwa nilai kuat Lentur beton Tanpa Pelapis *FlexTape*, nilai rata-rata pengujian kuat tekan beton $f_c' 20$ umur beton 28 hari adalah 0,862Mpa.

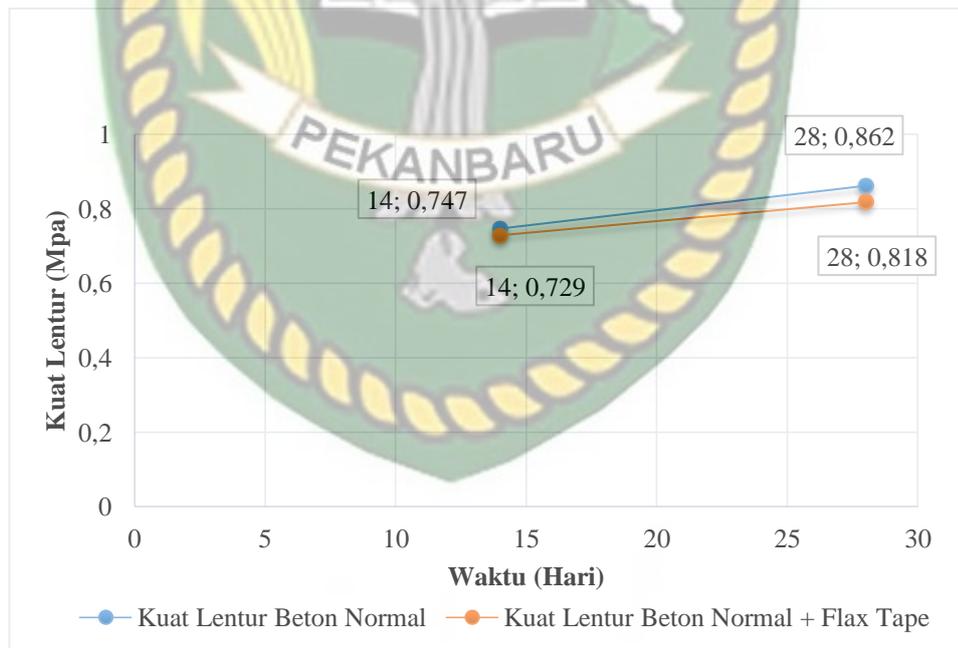
Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Menggunakan *Flex Tape* pada umur 14 hari dapat dilihat pada Tabel 5.14

Tabel 5.14 Hasil Pengujian Kuat Lentur Beton Menggunakan *Flex Tape* pada umur 28 hari

Kode Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Lebar (B) (cm)	Tinggi (D) (cm)	Panjang (L) (cm)	Berat (gr)	Beban Kn	Kuat Lentur Beton Mpa	Kuat Lentur Rata-Rata Mpa
Balok N+F10	14	15	15	60	33400	31	0,827	0,818
Balok N+F11	14	15	15	60	33000	28	0,747	
Balok N+F12	14	15	15	60	33200	33	0,880	

Pada tabel 5.14 terlihat bahwa nilai kuat Lentur beton menggunakan Pelapis *FlexTape*, nilai rata-rata pengujian kuat lentur beton $f_c' 20$ umur beton 14 hari adalah 0.818 Mpa

Untuk perbandingan nilai kuat lentur beton $f_c' 20$, umur 14 hari dan umur 28 hari terhadap waktu dapat dilihat pada gambar 5.4



Gambar 5.2 Grafik perbandingan nilai kuat lentur beton $f_c' 20$, umur 14 hari, umur 28 hari terhadap waktu

Dari grafik pada Gambar 5.2 dapat dilihat bahwa nilai kuat lentur benda uji menggunakan *Flex Tape* lebih rendah dibandingkan dengan benda uji Tanpa

Flex Tape, nilai penurunan kuat lentur beton $f_c'20$ untuk umur 14 hari adalah 0,018 Mpa atau 1,22 % sedangkan nilai penurunan kuat lentur beton $f_c'20$ untuk umur 28 hari adalah 0,044 Mpa atau 2,62 %.

5.5 Material Lepas dan Patah Pada Interface Zone pada Uji Kuat Lentur

Material Lepas dan Patah Pada Interface Zone pada Uji Kuat Lentur pada beton $f_c'20$ umur rencana 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 5.15

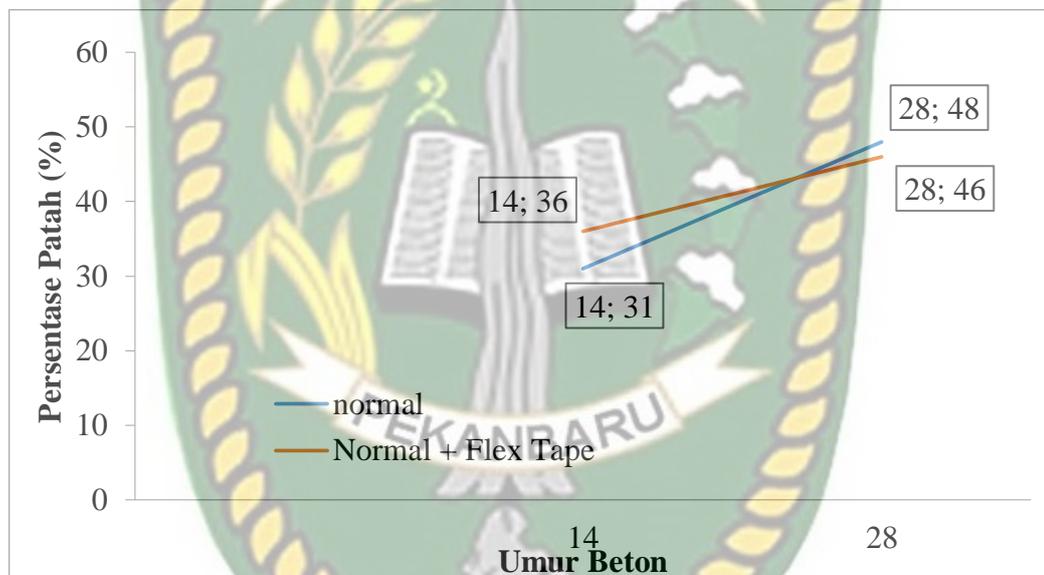
Tabel 5.15 Rekapitulasi Material Lepas dan Patah

Benda Uji	Beton $f_c' = 20$ Mpa Umur	Sampel Lentur	Material Patah	Material Lepas	Jumlah	% Patah	% Lepas	
Normal	14	1	15	30	45	33	67	
		2	14	33	47	30	70	
		3	12	29	41	29	71	
	Rata-rata						31	69
	28	1	1	16	28	44	36	64
			2	25	17	42	60	40
			3	24	26	50	48	52
		Rata-rata						48
Normal + Flex Tape	14	1	13	18	31	42	58	
		2	14	23	37	38	62	
		3	10	27	37	27	73	
	Rata-rata						36	64
	28	1	1	21	36	57	37	63
			2	31	26	57	54	46
			3	23	25	48	48	52
		Rata-rata						46

Pada Tabel 5.15 dapat dilihat nilai rata-rata persentase patah beton tanpa Flex Tape umur 14 hari adalah 31 %, nilai rata-rata persentase patah beton menggunakan Flex Tape umur 14 hari adalah 48 %, nilai rata-rata persentase

patah beton tanpa Flex Tape umur 28 hari adalah 36 % nilai rata-rata persentase patah beton menggunakan Flex Tape umur 28 hari adalah 54 %. Sedangkan nilai rata-rata persentase lepas beton tanpa Flex Tape umur 14 adalah 69%, nilai rata-rata persentase lepas beton Menggunakan Flex Tape umur 14 adalah 64%, nilai rata-rata persentase lepas beton tanpa Flex Tape umur 28 adalah 52%, nilai rata-rata persentase lepas beton Menggunakan Flex Tape umur 28 adalah 54%.

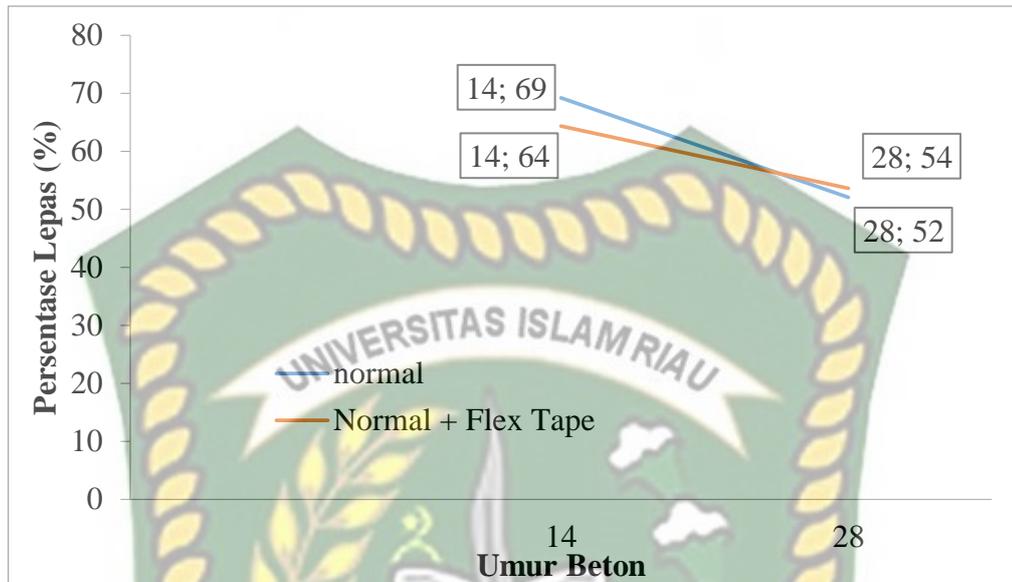
Grafik Material Patah Pada Interface Zone pada Uji Kuat Lentur pada beton $f_c' 20$ umur rencana 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Gambar 5.5



Gambar 5.3 Grafik Material Patah pada uji kuat lentur

Gambar 5.3 dapat dilihat pada beton umur 14 hari material patah hasil uji kuat lentur benda uji balok yang menggunakan flex tape cenderung lebih tinggi 5 % dibandingkan benda uji balok tanpa flex tape, sedangkan material patah pada hasil uji kuat lentur benda uji balok beton umur 28 hari yang menggunakan flex tape lebih rendah 2 % dibandingkan benda uji balok tanpa flex tape

Grafik Material Lepas Pada Interface Zone pada Uji Kuat Lentur pada beton $f_c' 20$ umur rencana 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Gambar 5.6.



Gambar 5.4 Grafik Material lepas pada uji kuat lentur

Gambar 5.4 dapat dilihat pada beton umur 14 hari material lepas pada uji kuat lentur benda uji balok yang menggunakan flex tape cenderung lebih rendah 5 % dibandingkan benda uji balok tanpa flex tape, sedangkan material lepas pada hasil uji kuat lentur benda uji balok beton umur 28 hari yang menggunakan flex tape lebih tinggi 2 % dibandingkan benda uji balok tanpa flex tape

5.6 Pembahasan

Kajian penelitian mengenai Perkuatan Eksternal terhadap kuat tekan dan kuat lentur beton telah banyak diteliti oleh peneliti terdahulu seperti (Seprizon, 2019) menggunakan *Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP)*) menggunakan benda uji 15 x 30 x 250, hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan CFRP dapat meningkatkan kekuatan beban maksimum sebesar 127,48 kN untuk balok setelah diperkuat dengan CFRP produk B dibandingkan dengan balok normalnya 101,98

kN dan untuk balok yang diperkuat dengan CFRP produk A menjadi 117 kN dibandingkan dengan balok normalnya 92,30 kN, sehingga Kekuatan lentur pada balok yang sudah diperkuat dengan menggunakan CFRP memberikan peningkatan kuat lentur sebesar 26,76 % terhadap balok normal untuk produk A sedangkan untuk produk B terjadi peningkatan kekuatan lentur sebesar 25,00 %. (Yusfar, 2018) menggunakan *Glass Fiber Reinforced Polymer* (GFRP) dengan benda uji 15 x 30 x 250, hasil penelitian ini terjadi peningkatan kekuatan pada balok normal setelah dilakukan pelapisan (perkuatan) dengan GFRP satu lapis, yaitu pada produk A sebesar 10,72 % dan pada produk B terjadi peningkatan kekuatan sebesar 24,15 %.

(Chandra, 2018) telah menggunakan cincin baja sebagai perkuatan eksternal, Benda uji yang dibuat adalah beton silinder dibuat dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan dilapisi cincin baja dengan masing-masing variasi 4, 5 dan 6 lapis cincin baja. hasil pengujian diperoleh peningkatan kuat tekan sebesar 10.78% untuk 4 lapis cincin baja, 28.55% untuk 5 lapis cincin baja dan 28.55% untuk 6 lapis cincin baja dari kekuatan awalnya. dapat disimpulkan bahwa perkuatan beton silinder dengan cincin baja mampu meningkatkan kekuatan pada struktur beton silinder lebih besar daripada beton silinder yang tidak diberi perkuatan.

Pada penelitian ini peneliti menggunakan *Flex Tape* yang diasumsikan sebagai Perkuatan Eksternal, *Flex Tape* digunakan sebagai bahan pelapis perkuatan beton menggunakan benda uji silinder dengan ukuran Diameter 15 cm dan tinggi 30 cm untuk pengujian kuat tekan dan benda uji Balok ukuran panjang 60 cm, lebar 15cm dan tinggi 15 cm untuk kuat lentur dengan beton $f_c' = 20$ MPa

dengan dan tanpa pelapisan *Flex Tape* masing-masing pada umur 14 dan 28 hari. Untuk beton umur 14 hari nilai kenaikan kuat tekan adalah 3,301 Mpa atau 5,09 % sedangkan untuk beton umur 28 hari nilai kenaikan kuat tekan adalah 3,301 Mpa atau 4,76 %. Hasil penelitian ini menunjukkan kuat tekan beton menggunakan flex tape lebih tinggi dibandingkan dengan beton tanpa menggunakan flex tape, hal ini kemungkinan akibat pengaruh pemasangan *Flex Tape* yang melingkari benda uji silinder beton menyerupai cincin sehingga beton menjadi terkekang dan pada akhirnya berpengaruh pada kenaikan kuat tekan.

Benda uji yang telah dilakukan pengujian tekan dapat dilihat pola keruntuhan dari benda uji tersebut seperti pada gambar 5.5





a. Umur 14 hari normal

b. Umur 14 hari dengan Flex Tape setelah Uji

c. Umur 14 hari setelah Uji Flex Tape telah dibuka



d. Umur 28 hari normal



e. Umur 28 hari dengan Flex Tape setelah uji



f. Umur 28 hari flex tape telah dibuka

Gambar 5,5 Benda Uji Silinder umur 14 dan 28 hari setelah uji kuat tekan

Dari Gambar dapat dilihat bahwa kegagalan atau keruntuhan yang terjadi pada pengujian kuat tekan pola retaknya hampir sama baik untuk benda uji silinder 14 hari tanpa flex tape dan dengan flex tape maupun untuk benda uji silinder 28 hari tanpa flex tape dan dengan flex tape yaitu pola retaknya membujur kebawah, hal ini sesuai dengan pola keruntuhan beton pada umumnya.

Uji Kuat lentur Beton menggunakan *Flex Tape* hasilnya lebih rendah dibandingkan dengan beton tanpa menggunakan *Flex Tape*, untuk beton umur 14 hari nilai penurunan kuat lentur adalah 0,018 Mpa atau 1,22 % sedangkan untuk beton umur 28 hari nilai penurunan kuat lentur adalah 0,044 Mpa atau 2,62 %, penurunan nilai kuat lentur ini kemungkinan terjadi karena pada saat balok mencapai keruntuhan karena lentur lapisan *Flex Tape* yang juga mempunyai sifat lentur justru tidak memberikan penambahan pada kuat lentur, lapisan *Flex Tape* dalam hal ini menjadi semacam perkuatan eksternal dengan sifat lenturnya pada sisi tarik beton diharapkan bisa mengurangi tarik pada sisi tarik beton atau beton menerima gaya tekan seperti konsep pratekan pada perkuatan eksternal tetapi karena tegangannya kecil maka kontribusinya juga kecil, bahkan membuat kuat lenturnya menjadi turun.

Pada uji kuat lentur material patah pada Interface Zone benda uji umur 14 hari yang menggunakan *Flex Tape* material patah lebih tinggi 5 % dari pada benda uji yang tidak menggunakan *Flex Tape*, sedangkan untuk material lepas pada Interface Zone benda uji umur 14 hari yang menggunakan *Flex Tape* lebih rendah 5 % dari pada benda uji yang tidak menggunakan *Flex Tape*, sebaliknya pada benda uji umur 28 hari yang menggunakan *Flex Tape* material patah lebih rendah 2 % dari pada benda uji yang tidak menggunakan *Flex Tape*, sedangkan untuk material lepas pada Interface Zone benda uji umur 28 hari yang menggunakan *Flex Tape* lebih tinggi 2 % dari pada benda uji yang tidak menggunakan *Flex Tape*, kemungkinan hal ini disebabkan balok yang dilapisi *Flex Tape* perlekatan agregat lebih baik karena terbungkus *Flex Tape* sehingga agregat mengalami patah, bukan lepas dan kemungkinan disebabkan *Flex Tape*

lebih memberi pengaruh perlekatan pada beton yang lebih muda hal ini dibuktikan dengan material patah yang lebih banyak dari material lepasnya pada benda uji umur 14 hari dibanding benda uji umur 28 hari.

Keruntuhan Benda Uji setelah dilakukan pengujian kuat lentur dapat dilihat pada gambar berikut ini



a. Umur 14 hari beton normal setelah uji kuat lentur



b. Umur 14 hari setelah Uji kuat lentur dengan Flex Tape

c. Umur 14 hari setelah uji kuat lentur Flex Tape telah dibuka

Gambar 5.6 Benda Uji Balok umur 14 hari setelah uji lentur

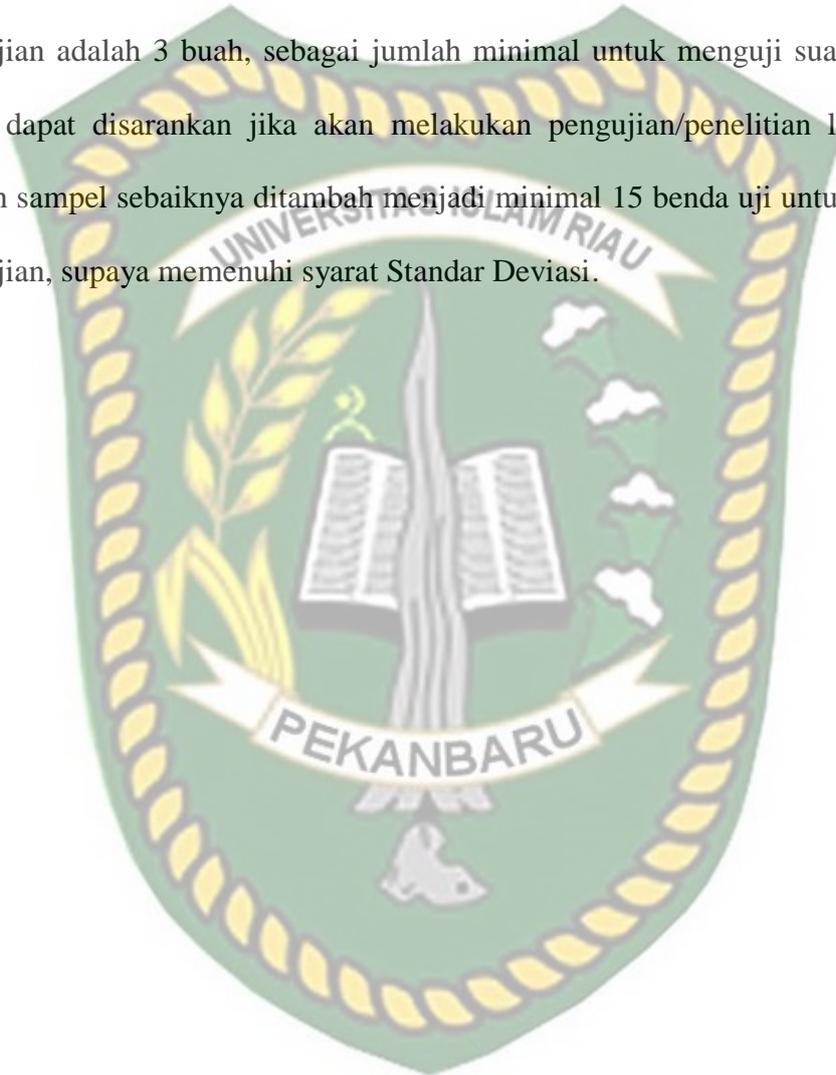


Gambar 5.7 Benda Uji Balok umur 28 hari setelah uji kuat lentur

Dari Gambar dapat dilihat bahwa kegagalan atau keruntuhan yang terjadi pada pengujian kuat lentur, penampang patah pada balok tanpa perkuatan *flex tape* lebih pendek dari pada penampang patah dengan perkuatan *flex tape* baik untuk benda uji balok 14 hari maupun untuk benda uji balok 28 hari.

Dari pembahasan-pembahasan yang telah diuraikan, dapat ditambahkan bahwa terdapat hal yang kontradiksi pada pembahasan Interface Zone pada Uji Kuat Lentur, dimana seharusnya persentase material patah pada uji beton umur 28 hari berkembang lebih baik daripada uji beton umur 14 hari, kemungkinan hal ini

disebabkan karena alat uji kuat lentur yang digunakan adalah alat uji kuat tarik lentur dan ini bukan alat uji lentur murni yang ideal untuk uji balok yang juga membutuhkan sampel balok yang lebih panjang. Selanjutnya dapat ditambahkan juga bahwa pada penelitian ini jumlah sampel yang digunakan untuk tiap jenis pengujian adalah 3 buah, sebagai jumlah minimal untuk menguji suatu segmen, tetapi dapat disarankan jika akan melakukan pengujian/penelitian lebih lanjut jumlah sampel sebaiknya ditambah menjadi minimal 15 benda uji untuk tiap jenis pengujian, supaya memenuhi syarat Standar Deviasi.



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan Hasil Pengujian dan pengamatan langsung yang telah dilakukan untuk mendapatkan hasil uji kuat tekan dan uji kuat lentur beton mutu rencana $f_c' = 20$ Mpa umur 14 hari dan umur 28 hari menggunakan *Flex Tape* dan tanpa *Flex Tape* maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Terjadi kenaikan kuat tekan untuk beton tapi tidak tinggi, yaitu untuk beton $f_c'20$ dengan pelapisan *flex tape* umur 14 hari sebanyak 5,09 % dan umur 28 hari sebanyak 4,76 %. Kenaikan Kuat tekan kemungkinan disebabkan pengaruh pemasangan *Flex Tape* yang melingkari benda uji silinder beton menyerupai cincin sehingga beton menjadi terkekang dan pada akhirnya berpengaruh pada kenaikan kuat tekan.
2. Terjadi indikasi penurunan kuat lentur untuk beton $f_c'20$ dengan pelapisan *Flex Tape* umur 14 hari sebanyak 1,22 % dan umur 28 hari sebanyak 2,62 % , penurunan nilai kuat lentur ini terjadi karena pada saat balok mencapai keruntuhan karena lentur lapisan *Flex Tape* yang juga mempunyai sifat lentur tidak memberikan penambahan pada kuat lentur balok, lapisan *Flex Tape* dalam hal ini menjadi semacam perkuatan eksternal yang dengan sifat lenturnya pada sisi tarik beton diharapkan bisa mengurangi tarik pada sisi tarik beton atau beton menerima gaya tekan seperti konsep pratekan pada perkuatan eksternal tetapi karena tegangannya kecil maka kontribusinya juga kecil bahkan mengakibatkan kuat lenturnya menjadi turun.

3. Pada uji kuat lentur, persentase material patah pada Interface Zone benda uji umur 14 hari yang menggunakan *Flex Tape* persentasenya lebih tinggi, sedangkan untuk material lepas pada Interface Zone benda uji umur 14 hari yang menggunakan *Flex Tape* persentasenya lebih rendah, demikian pula sebaliknya, persentase material patah pada Interface Zone benda uji umur 28 hari yang menggunakan *Flex Tape* persentasenya lebih rendah, sedangkan untuk material lepas pada Interface Zone benda uji umur 28 hari yang menggunakan *Flex Tape* persentasenya lebih tinggi, hal ini kemungkinan disebabkan balok yang dilapisi *Flex Tape* perlekatan agregat lebih baik karena terbungkus *Flex Tape*, sehingga agregat mengalami patah bukan lepas dan kemungkinan disebabkan *Flex Tape* lebih memberi pengaruh perlekatan pada beton yang lebih muda hal ini terlihat dengan material patah yang lebih banyak dari material lepasnya pada benda uji umur 14 hari dibanding benda uji umur 28 hari.

6.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan secara langsung maka penulis menyarankan beberapa hal yang terkait dengan penelitian ini sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil Pengujian beton $fc'20$ dengan pelapisan *Flex Tape* terdapat pengaruh pada kuat tekan dan tidak ada pengaruh yang cukup baik pada kuat lentur, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan mutu beton fc' yang bervariasi menggunakan pelapisan *Flex Tape* dengan jumlah sampel yang memenuhi standard deviasi (≥ 15).

2. *Flex Tape* dapat dipergunakan pada perbaikan yang tidak bersifat struktural dan hanya bersifat sementara (flexseal 2017), karena hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur tidak menunjukkan kontribusi yang cukup berarti dan juga *Flex Tape* tidak dibuat khusus untuk bahan konstruksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Alfajrizal, M. (2018). *Kajian Perbandingan Pada Penggunaan Berbagai Merek Semen Terhadap Sampel Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton Dengan Perawatan (Curing) Dan Tanpa Perawatan Pada Perkerasan Kaku (Rigid Pavement)*. Universitas Islam Riau.
- Basharuddin. (2017). *Kajian Korelasi Antara Kuat Tekan Terhadap Kuat Lentur Beton Pada Perkerasan Kaku*. Universitas Islam Riau.
- Chandra, W. (2018). *Pengaruh pengekangan eksternal dengan cincin baja pada benda uji silinder tugas akhir*. Universitas Sumatera Utara.
- Desrianto, R. (2015). *kapasitas lentur balok beton dengan perkuatan lentur lembar gfrp akibat rendaman air laut selama satu tahun*. Universitas Hasanuddin.
- Dipohusodo, I. (1999). *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Flexseal. (2017). Flex Tape, Lakban Ajaib yang Bisa Digunakan Untuk Menutup Lubang APAPUN dan DIMANAPUN. Retrieved from <https://flexsealproducts.com/products/flex-tape>
- Handayani, T. (2019). *Memprediksi Kuat Lentur Berdasarkan Kuat Tekan Beton Normal*. Universitas Gunadarma.
- Harmaini. (2016). *Studi Kuat Lentur Beton Pada Perkerasan Kaku Dengan Penambahan Serat Scanfibre Pada Beton Normal*. Universitas Islam Riau.
- Hilmi. (2019). *Analisa Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Perkerasan Kaku Menggunakan Zat Additive Plastiment-Z Dengan Agregat Kasar Dari*

Berbagai Sumber. Universitas Islam Riau.

- Isneini, M. (2009). Kerusakan dan Pearkuatan Struktur Beton Bertulang. *Jurnal Rekayasa*, 13(3), 259–270.
- Khoeri, H. (2021). Pemilihan Metode Perbaikan Dan Perkuatan Struktur Akibat Gempa (Studi Kasus Pada Bank Sulteng Palu). *Konstruksia*, 12(1), 93–104.
<https://doi.org/10.24853/jk.12.1.93-104>
- Layang, S. (2021). Fiber Reinforced Polimer sebagai Material Perkuatan Struktur Beton. *BELANGA: Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 9(1), 41–48.
<https://doi.org/10.37304/Balanga.v9i1.3276>
- Mukhtasib, H. (2019). *Analisa Kuat Tekan dan Kuat Lentur Perkerasan Kaku Menggunakan Zat Additive Plastiment-VZ Dengan Agregat Kasar Dari Berbagai Sumber*. Universitas Islam Riau.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi beton*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas jakarta.
- Nawy, E. G. (1998). *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar* (2nd ed.). Bandung: PT.Refika Aditama.
- Nge, F. L., Pah, J. J. ., & Sir, T. M. . (2016). Komponen Struktur Beton Dengan Perkuatan Eksternal. *Jurnal Teknik Sipil Nusa Cendana*, 5(1), 53–66.
- PBI. Penjelasan & Pembahasan mengenai Peraturan Beton Indonesia 1971, Badan Standardisasi Indonesia § (1971).
- Ponny, S., Tanijaya, J., & Tonapa, S. R. (2021). Perilaku Lentur Balok Beton Menggunakan Geotextile pada Daerah Tarik. *Paulus Civil Engineering Journal (PCEI) Jurnal Teknik Sipil UKIPaulus-Makasar*, 3(3), 412–420.
- PUBI. (1982). *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI - 1982)*.

Bandung, Indonesia: Departemen Pekerjaan umum Direktorat Jendral
Ciptakarya Direktorat Penyelidikan Masalah bangunan.

Saudalimka, D. (2018). *Pengaruh Penambahan Perkuatan Glass Fiber
Reinforced Polymer pada Kolom Buat*. Universitas Sumatera Utara.

Seprizon. (2019). *Kajian Pengaruh Perkuatan Menggunakan Carbon Fiber
Reinforced Polymer (CFRP) terhadap struktur Balok Beton Bertulang*.
Universitas Islam Riau.

SNI. (1990). SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan
Agregat Halus dan Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1–5. Retrieved
from [http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/dr-slamet-widodo-st-
mt/sni-03-1968-1990.pdf](http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/dr-slamet-widodo-st-
mt/sni-03-1968-1990.pdf)

SNI. Metode Pengujian Kuat Lentur Normal dengan Dua Titik Pembebanan
SNI03-4431-1997 (1997).

SNI. Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal SNI 03-2834-2000,
Badan Standardisasi Nasional § (2000).

SNI. Semen Portland SNI 15-2049-2004, Badan Standardisasi Nasional Indonesia
§ (2004).

SNI. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan
Penjelasan (SNI 2847:2019). *Badan Standardisasi Nasional*, 695.

SNI 03-2847-2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan
Gedung. SNI 03-2847-2002, Bandung: Badan Standardisasi Nasional §
(2002).

Suhendra. (2017). *Program Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana*.
Universitas Islam Riau.

- Sulistiawan, A., & D, A. S. M. (2012). Retrovit kolom pendek beton bertulang persegi dengan perkuatan eksternal carbon fiber-reinforced polymer di bawah pengaruh pembebanan siklik. *Teknologi Dan Kejuruan*, 35(2), 201–212.
- Suryani, A., Dewi, S. H., & Harmiyati. (2018). Korelasi Kuat Lentur Beton Dengan Kuat Tekan Beton The Correlation Of Bending Streight And Compressive Strength of Concrete. *Jurnal Saintis*, 18(2), 43–54.
- Tjokrodijuljo. (2007). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit.
- Yusfar. (2018). *Tesis analisa pengaruh perkuatan dengan glass fiber reinforced polymer (gfrp) pada struktur balok beton bertulang*. Universitas Islam Riau.
- Zulhendri. (2018). *Kajian Perbandingan Penggunaan Berbagai Merek Semen terhadap Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Perkerasan Kaku*. Universitas Islam Riau.