

**STUDI PERKUATAN WIREMESH DIAGONAL DENGAN
METODE JECKTING PADA BALOK BETON**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana dari
Universitas Fajar**

Oleh :

MUH.SAID NURDIN

1820121103



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR
MAKASSAR
2022**

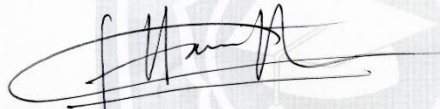
**“STUDI PERKUATAN WIREMESH DIAGONAL DENGAN METODE JACKTING
PADA BALOK BETON”**

Oleh

MUH. SAID NURDIN
1820121103

Menyetujui,
Tim Pembimbing
Makassar, 5 November 2022

pembimbing I



Dr. Ir. Nur Khaerat Nur, ST., MT., ACPE., IPM., ASEAN. Eng
NIDN: 0901107301

pembimbing II



Asri Mulya Setiawan, ST., MT
NIDN: 0921118801

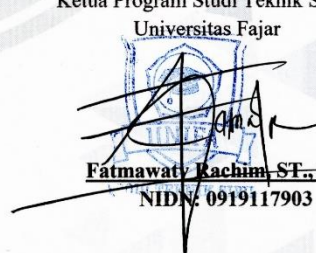
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Fajar



Prof. Dr. Ir. Erniati, ST., MT
NIDN: 0906107701

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Universitas Fajar



Fatmawaty Rachim, ST., MT
NIDN: 0919117903

PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir :

“Studi Perkuatan Wiremesh Diagonal Dengan Metode Jackting Pada Balok Beton”
adalah karya orisinal saya dan setiap serta sumber acuan telah ditulis sesuai dengan
panduan penulisan ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Makassar, 5 November 2022

Yang Menyatakan



Muh.Said Nurdin

ABSTRAK

Studi Perkuatan Wiremesh Diagonal Dengan Metode Jackting Pada Balok Beton, *muh Said Nurdin*. Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang paling banyak digunakan, sehingga kualitas beton yang baik akan sangat menunjang keamanan dari segi struktur. Beton merupakan suatu material yang secara harfiah menjadi kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, maka dari itu pemilihan beton sebagai bahan utama konstruksi bangunan sangatlah penting. Hal ini tidak lepas dari penggunaan balok beton yang mampu menahan beban lentur dan gaya geser karena struktur ini sangat besar memikul beban beton. Salah satunya yaitu dengan metode perkuatan dimana balok diperkuat guna dapat menahan beban dengan cara menempelkan *wiremesh* secara diagonal dengan metode jekting yang dilapisi *Self Compacting Concrete* (SCC) pada daerah lentur. Dengan penambahan ini diharapkan *wiremesh* dapat membantu meningkatkan kemampuan balok untuk menahan beban. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perbandingan kuat lentur, persentase peningkatan kuat lentur balok normal dan balok wiremesh, dan pola retak yang terjadi antara balok normal dan balok wiremesh. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan dan pengujian kuat lentur. Pengujian dilakukan setelah perendaman selama 28 hari dimana benda uji balok berukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm dan silinder beton berukuran 10 cm x 20 cm. dari penelitian ini didapatkan perbandingan kuat lentur balok normal sebesar 5,013 MPa dan balok wiremesh sebesar 6,613 MPa. Besar persentase peningkatan kuat lentur balok normal terhadap balok wiremesh sebesar 31,915%. Pola retak yang terjadi antara balok normal dan balok wiremesh yaitu keduanya mengalami pola retak lentur dimana retak yang terjadi tegak lurus terhadap sumbu memanjang.

Kata Kunci: *perkuatan, balok beton, beton SCC, wiremesh*

ABSTRACT

Study of Diagonal Wiremesh Reinforcement With Jacking Method on Concrete Beams, muh Said Nurdin. Concrete is one of the most widely used building materials, so good quality concrete will greatly support structural safety. Concrete is a material that literally becomes the community's need for construction infrastructure facilities that are increasing along with the times, therefore the selection of concrete as the main building construction material is very important. This can not be separated from the use of concrete beams that are able to withstand bending and shear loads because this structure is very large to carry the concrete load. One of them is the reinforcement method where the beam is strengthened to withstand the load by attaching the wiremesh diagonally with the jacking method which is coated with Self Compacting Concrete (SCC) in the flexural area. With this addition, it is hoped that the wiremesh can help increase the ability of the beam to withstand the load. The purpose of this study was to determine the ratio of flexural strength, the percentage increase in flexural strength of normal beams and wiremesh beams, and the pattern of cracks that occur between normal beams and wiremesh beams. The tests carried out are compressive strength testing and flexural strength testing. The test was carried out after immersion for 28 days where the specimens were beams measuring 15 cm x 15 cm x 60 cm and concrete cylinders measuring 10 cm x 20 cm. From this research, the comparison of the flexural strength of normal beams is 5.013 MPa and wiremesh beams is 6.613 MPa. The percentage increase in flexural strength of normal beams to wiremesh beams is 31.915%. The crack pattern that occurs between normal beams and wiremesh beams is that both of them experience a flexural crack pattern where the cracks occur perpendicular to the longitudinal axis.

Keywords : reinforcement, concrete beams, SCC concrete, wiremesh

KATA PENGANTAR

Puji syukur di panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan tuntunan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini. Dimana penelitian ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar.

Penulis menyadari bahwa selesainya proposal penelitian ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan, doa, dan bantuan dari semua pihak. Sejak dari mulai penyusunan hingga selesainya proposal penelitian ini adalah berkat keterlibatan berbagai pihak. Olehnya pada kesempatan ini secara khusus kami mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada :

1. Kedua orang tua yang senantiasa mendoakan dan mendukung baik berupa materil atau non-materil, serta seluruh keluarga yang mendoakan dan memberikan dukungan semangat kepada penulis.
2. Ayahanda Dr. Ir. Nur Khaerat Nur, ST., MT., ACPE., IPM., ASEAN. Eng selaku Pembimbing I
3. Bapak Asri Mulya Setiawan, ST.MT, selaku pembimbing II.
4. Ibu Fatmawaty Rachim, ST.MT, selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Fajar.
5. Ibu Dr. Erniati, ST.MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar.
6. Dosen dan Staf Teknik Sipil Universitas Fajar.
7. Sahabat-sahabatku Rian Arnada Putra, Rivaldi Nugraha Putra, Ronal Lampi, Ryan Rezirsyah, Alexzyus Kariwangan, Asraf, Kurniawan, Asrafi Najmi Zainuddin dan semua sahabat seperjuangan lainnya.
8. Mahasiswa/I Prodi Teknik Sipil Angkatan 2018
9. Serta semua pihak dengan segala kerendahan hati membantu dalam penyelesaian proposal ini.

Dengan Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak akan pernah luput dari kekurangan. Semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan karunia-nya kepada kita dan semoga Tugas akhir ini dapat memberi manfaat, khususnya dalam bidang Teknik Sipil.

Akhir kata semoga semua bantuan dan amal baik tersebut mendapatkan berkat dan anugerah dari Allah SWT. Aamiin

Makassar, 5 November 2022

Muh.Said Nurdin

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang Masalah.....	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Beton	5
II.2 SCC (Self Compacting Concrete)	6
II.3 Material Penyusun.....	8
II.3.1 Agregat	8
II.3.2 Semen Portland.....	11
II.3.3. Air.....	12
II.3.4. Bahan tambahan (Superplasticizer).....	12

II.4 Slump Flow	13
II.5 Wiremesh.....	14
II.6 Metode jacketing	16
II.7 Perawatan Beton (Curing)	17
II.8 Kuat Lentur.....	17
II.9 Kuat Tekan	19
II.10 Pola Retak	20
II.11 Penelitian Terdahulu.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	26
III.1. Waktu dan Tempat Penelitian	26
III.2. Alat dan Bahan.....	26
III.3. Pelaksanaan Penelitian	27
III.3.1. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	27
III.3.2. Benda Uji	30
III.3.3 Pengujian Kuat Lentur Benda Uji.....	32
III.3.4 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji.....	33
III.4 Metode Pengumpulan Data	34
III.5 Analisis Data	34
III.6 Bagan Alur	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
IV.1 Komposisi Beton.....	36
IV.1.1 Pengujian Karakteristik.....	36
IV.1.2 Mix Design.....	37
IV.1.3 Pengujian Slump Test	37
IV.2 Pengujian Kuat Tekan Beton	38

IV. 3 Pengujian Silinder Normal.....	38
IV.4 Pengujian Silinder SCC	39
IV.5 Pengujian Kuat Lentur	40
IV.6 Pola Retak	44
IV.6.1 Pola Retak Balok Normal	44
IV.6.2 Pola Retak Balok Wiremesh	44
BAB V PENUTUP	46
V.1 Kesimpulan.....	46
V.2 Saran.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel II. 1 Persentase Jumlah Bahan Komposisi SCC	8
Tabel II. 2 <i>Gradasi agregat halus</i>	10
Tabel II. 3 <i>Gradasi agregat kasar</i>	11
Tabel II. 4 <i>Spesifikasi Bahan Wiremesh</i>	15
Tabel III. 1 <i>Pengujian Agregat Halus</i>	28
Tabel III. 2 <i>Pengujian Agregat Kasar</i>	28
Tabel III. 3 <i>Benda Uji Balok</i>	31
Tabel III. 4 <i>Benda Uji Silinder</i>	31
Tabel IV. 1 <i>Hasil Pengujian Karakteristik Agregat</i>	36
Tabel IV. 2 <i>Komposisi Bahan Campuran Silinder Beton SCC</i>	37
Tabel IV. 3 untuk komposisi balok beton SCC.....	37
Tabel IV. 4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder	39
Tabel IV. 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder SCC.....	40
Tabel IV. 6 <i>Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok</i>	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1 <i>Uji Slump Flow</i> (Sumber EFNARC, 2005).....	13
Gambar II.2 Wiremesh.....	14
Gambar II.3 Model Pembebanan saat Pengujian	17
Gambar II.4 Momen dan Lintang.....	18
Gambar II.5 Retak lentur murni	20
Gambar II.6 Retak geser	20
Gambar II.7 Retak geser lentur	21
Gambar II.8 Retak torsi.....	21
Gambar II.9 Retak lekatan	21
Gambar III.1 Sampel Benda Uji Balok Normal.....	31
Gambar III.2 Spesimen Benda Uji Balok Wiremesh.....	31
Gambar III.3 Spesimen Benda Uji Silinder	32
Gambar III.4 Alat Uji Kuat Lentur	33
Gambar III.5 Pengujian Kuat Tekan	34
Gambar IV. 1 Pengujian Slump Flow	38
Gambar IV. 2 Pengujian Kuat Tekan Silinder	39
Gambar IV. 3 Pengujian Kuat Tekan Silinder SCC.....	40
Gambar IV. 4 Diagram kuat lentur balok normal dan balok wiremesh.....	42
Gambar IV. 5 Hasil Pengujian Balok Normal	43
Gambar IV. 6 Hasil Pengujian Balok Wiremesh	43
Gambar IV. 7 Model Keretakan Pada Balok Normal	44
Gambar IV. 8 Model Keretakan Pada Balok wiremesh.....	45

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Nama
SCC	<i>Self Compacting Concrete</i>
MPa	MegaPascal
Cm	Centimeter
mm	Milimeter
F'c	Kuat Tekan
SNI	Standar Nasional Indonesia
EFNARC	<i>The European Indonesia Specialist Construction Chemical and Concrete System</i>
FAS	Faktor Air Semen
ASTM	American Standard Testing and Material
P	Beban Maksimum (N)
L	Panjang Bentang (mm)
b	Lebar
h	Tinggi
M	Gaya Momen
Q	Gaya Lintang
gr	Gram
C	Celcius
Bj	Berat Jenis
SN	Silinder Beton Normal
SS	Silinder Beton SCC
UTM	<i>Universal Testing Machine</i>
kN	KiloNewton
A	Luas Penampang (mm ²)

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
LAMPIRAN A PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT	50
LAMPIRAN B PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT KASAR.....	57
LAMPIRAN C BATAS ZONA AGREGAT HALUS DAN AGREGAT KASAR	66
LAMPIRAN D MIX DESIGN SILINDER	69
LAMPIRAN E MIX DESIGN BALOK	73
LAMPIRAN F PERHITUNGAN PENGUJIAN	77
LAMPIRAN G DOKUMENTASI PENELITIAN	86

BAB I

PENDAHULUAN

I.I Latar Belakang Masalah

Pembangunan merupakan salah satu indikator untuk mengukur perkembangan suatu daerah. Peningkatan otonomi daerah yang digencarkan Pemerintah telah membuat sebagian besar daerah-daerah di seluruh Indonesia telah melakukan pembangunan di segala sektor baik informal maupun formal. Hampir pada setiap aspek pembangunan, tidak dapat terlepas daripada suatu beton. Misalnya pada pekerjaan pembangunan jalan, gedung, jembatan dan pekerjaan pembangunan lainnya, hampir semua pekerjaan struktur ataupun pembangunan terbuat dari beton (Subakti,1995).

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang paling banyak digunakan, sehingga kualitas beton yang baik akan sangat menunjang keamanan dari segi struktur. Beton merupakan suatu material yang secara harfiah menjadi kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas infrastruktur konstruksi yang semakin meningkat seiring dengan perkembangan zaman, maka dari itu pemilihan beton sebagai bahan utama konstruksi bangunan sangatlah penting.

Beton merupakan elemen penting mengingat fungsinya sebagai salah satu elemen struktural yang sering digunakan oleh masyarakat saat ini”. Kondisi ini harus dipahami karena sistem konstruksi beton memiliki banyak keunggulan dibandingkan material lainnya. Beton sebenarnya memiliki beberapa keunggulan antara lain: dapat mengambil bentuk bangunan walaupun agak rumit, tahan api, dan biaya perawatan yang cukup rendah.

Dengan perkembangan infrastruktur yang pesat, inovasi teknologi beton selalu dibutuhkan untuk menjawab tantangan kebutuhan. Beton yang dihasilkan harus berkualitas tinggi, termasuk kekuatan dan keawetan beton, tanpa mengabaikan nilai ekonomisnya (Hidayat, 2010).

Seiring berjalannya waktu, kekuatan beton semakin menurun sehingga beton mengalami kerusakan dan kualitas beton menurun sehingga dapat mengalami kegagalan dalam suatu struktur. Masalah ini tidak lepas dari penggunaan balok

beton yang tahan terhadap beban lentur dan geser karena struktur ini sangat besar untuk menopang beban beton. Balok berfungsi untuk menahan beban pelat dan dengan demikian mendistribusikan gaya melintasi kolom miring ke pondasi, oleh karena itu, Penguatan dalam konstruksi beton sangat penting, terutama untuk struktur yang kekuatannya telah menurun karena usia, pengaruh lingkungan, perubahan fungsi struktur, desain awal yang tidak memadai, pemeliharaan cacat atau kejadian alam seperti gempa bumi.

Secara umum tujuan dari perbaikan struktur adalah untuk mengembalikan atau meningkatkan kekuatan elemen struktur sehingga mampu menahan beban sesuai dengan beban yang diharapkan. Biasanya struktur harus diperkuat jika ada perubahan fungsi gedung yang memerlukan faktor keamanan tambahan atau pada saat disain elemen struktur dirancang menurut prosedur lama dimana aturan beban pengenal lebih rendah dari diperkirakan oleh prosedur saat ini.

Untuk mengatasi kurangnya kualitas balok beton, hal ini dapat dilakukan dengan memperkuat tulangan. Dengan cara ini, balok beton akan mendapatkan kembali kekuatannya atau bahkan menjadi lebih tinggi. Contoh tulangan yang diberikan adalah dengan memberikan mata jaring pada balok beton. Pemasangan wiremesh dipercayakan pada area bantalan pada balok, dimana direncanakan pemasangan wiremesh di luar.

Pengertian beton antara lain adalah suatu teknik konstruksi yang didefinisikan (batasan) sebagai campuran bahan-bahan yang dituangkan ke dalam wadah atau cetakan dalam keadaan cair atau kental sehingga dapat mengeras dengan baik. Beton terdiri dari agregat halus, agregat kasar dan pengikat, pengikat yang umum digunakan adalah pengikat hidrolik, artinya mengikat dan mengeras dengan baik ketika dicampur dengan air. (Soetjipto, Ismoyo; 1978; Konstruksi beton 1).

Balok beton merupakan bagian dari struktur bangunan yang berfungsi sebagai pelat penyangga. Balok bekerja untuk meneruskan gaya melalui kolom dan sloof ke tanah pondasi. Balok beton memiliki elemen struktur dalam rangka di antara bentang yang ditempatkan secara horizontal.

Perbaikan struktur harus bertujuan untuk mengembalikan atau meningkatkan kekuatan elemen struktur sehingga dapat menahan gaya-gaya tergantung pada

beban yang diinginkan. Secara umum, struktur harus diperkuat untuk menghindari kegagalan struktur.

Pada penelitian sebelumnya oleh Hary Dualembang (2014), bahwa sampel balok beton bertulang *wiremesh* menunjukkan peningkatan kuat lentur hingga 40,06% dibandingkan dengan balok normal.

Dari uraian di atas, penulis melakukan penelitian tentang pebalok beton yang diperkuat dengan *wiremesh Diagonal* yang disusun dalam bentuk tugas akhir dengan judul: “**Studi Perkuatan Wiremesh Diagonal Dengan Metode Jackting Pada Balok Beton**”.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang diatas, beberapa rumusan masalah yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perkekuatan lentur balok normal dengan kekuatan lentur balok *wiremesh* yang menggunakan metode jackting?
2. Berapa besar persentase peningkatan kekuatan balok beton pada daerah lentur yang menggunakan *wiremesh* diagonal dengan metode jackting?
3. Bagaimana pola retak yang terjadi pada balok beton normal dan balok beton perkuatan *wiremesh* diagonal dengan metode jackting?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbandingan kuat lentur balok normal dan kuat lentur balok *wiremesh* yang menggunakan metode jackting.
2. Untuk mengetahui besar peningkatan persentase kekuatan lentur balok beton *wiremesh* diagonal dengan metode jackting.
3. Untuk mengetahui pola retak pada balok beton normal dan balok dengan perkuatan *wiremesh* diagonal dengan metode jackting.

I.4 Batasan Masalah

Agar dapat diperoleh tinjauan yang terfokus maka dilakukan pembatasan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini. Adapun batasan masalahnya adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan metode jacketing, yaitu balok beton normal menggunakan perkuatan wiremesh pada daerah lentur dan daerah tumpuan dilapisi beton SCC.
2. Mutu beton yang digunakan yaitu (25 MPa)
3. Sampel uji berupa balok beton berukuran 10 cm x 12 cm x 60 cm dan silinder beton berukuran 10 cm x 20 cm.
4. Bahan tambah berupa *Superplasticizer* dengan komposisi 1 %.
5. Perendaman benda uji menggunakan air tawar.
6. *Wiremesh* yang digunakan berdiameter 3 mm dengan jarak 25 mm x 25 mm.
7. Variasi *wiremesh* yang digunakan yaitu 1 lapisan.
8. Pengujian kuat lentur dilaksanakan setelah perendaman selama 28 hari.
9. Benda uji yang telah diberikan perkuatan *wiremesh* berukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm.
10. Pengujian kuat lentur menggunakan alat *Tokyo testing Machine*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Beton

Beton dalam konstruksi dapat diartikan sebagai campuran bahan-bahan yang dicor pada cetakan dalam keadaan cair atau kental, yang mampu mengeras secara baik. Beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus dan bahan pengikat berupa semen yang memiliki sifat hidrolik, yang artinya dapat mengikat dan mengeras dengan baik bila dicampur dengan air. (Soetjipto, Ismoyo; 1978)

Menurut SNI 2847:2013, beton merupakan campuran semen *portland*, agregat halus, agregat kasar dan air, atau dengan bahan yang ditambahkan untuk membentuk massa padat. Dengan bertambahnya umur, beton akan mengeras dan mencapai kekuatan yang diharapkan (f_c) pada umur 28 hari.

Jika kita membuat beton dengan benar dan benar. Kemudian semen yang didapat juga bagus. Ciri-ciri beton yang baik adalah :

- 1) Homogen, artinya semua bahan tercampur dengan baik dan tidak mengalami segregasi (pemisahan bahan penyusun).
- 2) Strength, artinya beton mempunyai kekuatan yang diharapkan. Kekuatan dan kelemahan menunjukkan bahwa ada kesalahan yang kita buat. Baik dalam pemilihan bahan, dalam pengaturan komposisi, dalam pencampuran dan dalam perawatan beton.
- 3) Durable, daya tahan beton juga minimal seperti yang diharapkan. Biasanya beton memiliki masa pakai hingga 40-50 tahun. Setidaknya beton berusia 40 tahun itu sudah diganti. Karena hambatan akan berkurang secara perlahan yang dikhawatirkan akan mempengaruhi distribusi beban pada struktur bangunan.
- 4) Ekonomis, harga murah bukan berarti harga murah. Ekonomis artinya pembuatan dan penggunaan beton memenuhi standar efisiensi dan efektifitas pekerjaan. Kebanyakan dari mereka akan menyangkut masalah biaya. Oleh karena itu wajar jika beton lebih murah dibandingkan bahan bangunan lainnya.

Dalam pedoman”Menurut SNI 03-6468-2000 dan ACI 318, beton ACI 363R-92 berdasarkan kuat tekannya tabung reaksi berbentuk silinder (diameter 15 cm, tinggi 30 cm) sebagai berikut:

1. Beton mutu rendah memiliki nilai $f'c$ kurang dari 20Mpa
2. Beton mutu sedang memiliki nilai $f'c$ dari 20Mpa hingga 40Mpa
3. Beton mutu tinggi memiliki nilai $f'c$ lebih dari 41 MPa

Dalam pedoman Departemen Pekerjaan Umum (Puslitbang Prasarana Perhubungan, Divisi 7-2005), mutu beton menurut penggunaannya dibagi menjadi:

1. beton mutu tinggi,
41 - 65 MPa, umumnya digunakan untuk beton prategang seperti tiang beton prategang, balok beton prategang, pelat beton prategang dan lainnya.
2. beton mutu sedang,
21 - < 40MPa, biasanya digunakan untuk beton bertulang, seperti pelat lantai, balok beton bertulang, diafragma, balok beton cor, saluran beton bertulang, sub-jembatan dan struktur beton-beton.
3. Beton mutu buruk
 - a. 15 - <20 MPa, umumnya digunakan untuk bangunan tidak bertulang seperti lantai beton dan sebagainya tanpa pasangan bata yang diisi pasangan bata dan pasangan bata.
 - b. 10 - <17 MPa, umumnya digunakan sebagai starter dan pengisi beton.

II.2 SCC (Self Compacting Concrete)

Self-Consolidating Concrete (SCC) adalah beton self-consolidating yang dapat dicor ke bekisting dengan sedikit atau tanpa menggunakan pemadat. Beton ini menggunakan penyesuaian diameter agregat, takaran agregat dan campuran superplasticizer untuk mendapatkan ketebalan tertentu yang dapat mengalir secara mandiri tanpa bantuan alat pemadat.

Begitu dituangkan ke dalam cetakan, beton ini akan mengalir dengan sendirinya mengisi ruang-ruang menurut prinsip gravitasi, termasuk beton yang dituang dengan tulangan besi yang sangat rapat. Sampel ini akan melewati lapisan

pengecoran menggunakan massa campuran (Ladwing, II - M., Woise, F., Hemrich, W. dan Ehrlich, N. 2001).

Secara umum SCC memiliki beberapa varian beton yang memiliki tingkat workability yang tinggi dan juga memiliki kekuatan awal yang tinggi, sehingga memerlukan faktor air yang rendah dalam beton. Sugiharto et.al (2001 dan 2006), untuk mendapatkan konglomerat beton dengan workability dan kekuatan awal yang tinggi perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

Agregat kasar dibatasi sekitar 57% dari konglomerat beton. - Batasi jumlah kerikil halus hingga sekitar 47% dari volume beton. - Penggunaan superplasticizer dalam campuran semen untuk tingkat workability yang tinggi meskipun mengurangi faktor air semen untuk mendapatkan kekuatan awal yang tinggi.

Keuntungan dari beton SCC meliputi:

1. Dalam hal keberlanjutan

- Peningkatan homogenitas beton
- Dapat menutupi tulangan dengan baik
- Porositas rendah dari matriks adonan

2. Dalam hal kinerja tenaga kerja

- Pembayaran cepat dan mudah
- Pemompaan lebih mudah
- Pekerjaan finishing lantai lebih ringan dan memakan waktu lebih sedikit
- Hemat waktu kerja dengan menggunakan alat berat seperti crane dan pompa beton
- Sangat cocok untuk penanggulangan beton skala kecil dan besar

3. Dari segi kenyamanan

- Kesalahan manusia dapat dikurangi akibat pemadatan yang kurang optimal
- Jumlah kecelakaan kerja dapat diminimalisir

Tabel II. 1 Persentase Jumlah Bahan Komposisi SCC

Meterial	Batas berat (kg / m3)
Semen	370 – 620
Air	140 – 220
Agregat kasar	720 – 1020
Agregat halus	48 - 55% dari total berat

Sumber: EFNARC, 2005

Berdasarkan aturan spesifikasi EFNARC SCC, workability atau kemudahan suatu campuran beton dapat dikualifikasikan sebagai SCC jika memenuhi kriteria sebagai berikut:

- *Fillingability*, kemampuan campuran beton untuk mengalir dan mengisi cetakan.
- *Passingability*, kemampuan campuran beton untuk melewati baja tulangan atau ruang terbatas.
- *Segregation resistance*, ketahanan konglomerat semen terhadap efek segregasi.

II.3 Material Penyusun

Bahan penyusun beton antara lain air, semen *portland*, agregat kasar dan halus serta bahan tambah, dimana masing-masing bahan penyusunnya memiliki fungsi dan pengaruh yang berbeda-beda.

II.3.1 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang digunakan sebagai pengisi dalam campuran beton. Agregat ini menempati sekitar 70% dari volume beton. Pemilihan agregat sangat penting karena karakteristik agregat akan sangat mempengaruhi sifat mortar atau beton (Tjokrodimuljo, 1996). Agregat adalah campuran bahan yang terdiri dari butiran batu pecah, kerikil, pasir atau mineral lainnya, alami atau buatan yang berupa mineral keras berukuran besar atau kecil. Faktor pendukung lain selain ukuran butir atau penyesuaian ukuran butir agregat juga harus diperhatikan, karena jika butir agregat memiliki diameter yang sama maka akan tercipta pori yang lebih banyak, namun jika ukuran butir agregat berbeda maka volume pori akan semakin kecil. Hal ini karena butiran yang lebih

kecil akan mengisi pori-pori di antara butiran yang lebih besar. Agregat sebagai bahan dasar beton harus memiliki berat jenis yang tinggi, sehingga jumlah pori dan bahan pengikat yang dibutuhkan lebih kecil. Secara umum agregat dibagi menjadi dua jenis menurut ukurannya, yaitu

a. Agregat halus

Dalam pedoman menurut SNI 03-6820-2002, agregat halus adalah agregat berupa pasir alam hasil penyatuan batuan atau pasir berbatu hasil peremukan batu dan memiliki ukuran butir 4,75 mm.

Agregat halus mempunyai “bahan urugan antar agregat kasar sedemikian rupa sehingga tercipta ikatan yang lebih kuat yaitu memiliki B_j 1400 kg/m. Agregat halus yang baik tidak mengandung lumpur lebih dari 5% menurut beratnya, tidak mengandung lumpur lebih besar dari 5% berat tidak mengandung bahan organik yang lebih besar, terdiri dari butiran yang tajam dan keras, dan bervariasi antara ukuran filter # 4 dan # 100 sesuai dengan spesifikasi AS.

ketentuan Agregat (pasir) sebagai bahan beton adalah :

- 1) Partikel lebih kecil dari 5 mm dan melewati no. 4 dan terjebak pada filter nomor 200.
- 2) Bahan alam memiliki kekerasan permukaan yang paling tinggi, sehingga kuat tekan beton menjadi penting.
- 3) Butirannya tajam, kuat dan tidak bereaksi dengan bahan beton lainnya.
- 4) Kepadatan agregat yang tinggi berarti agregat tersebut padat, sehingga beton yang dihasilkan kuat dan biasanya tahan lama.
- 5) Sejajarkan dengan spesifikasi dan hindari celah pada agregat bergradasi karena lebih banyak beton akan dibutuhkan untuk mengisi celah.
- 6) Bentuk yang baik adalah yang bulat karena akan mengisi celah-celah di antaranya dan jika ada yang berbentuk pipih atau lonjong dibatasi maksimal 15% dari total berat agregat.
- 7) Kandungan slurry agregat tidak melebihi 5% dari berat kering karena akan mempengaruhi kuat tekan.

Tabel II. 2 *Gradasi agregat halus*

Ukuran Saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan / Ayakan,			
				SNI 03-2834-2000			
				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
Mm	SNI	ASTM	Inch	Gradasi No.1	Gradasi No.2	G,radasi No.3	Gradasi No.4
9,50	9,6	³ / ₈ in	0,3750	100	100	100	100
4,75	4,8	No.4	0,1870	90-100	90-100	95-100	95-100
2,36	2,4	No.8	0,0937	60-95	75-100	95-100	80-100
1,18	1,2	No.16	0,0469	30-70	55-90	90-100	50-85
0,60	0,6	No.30	0,0234	15-34	35-59	80-100	25-60
0,30	0,3	No.50	0,0117	5-20	8-30	15-50	5-30
0,15	0,15	No.100	0,0059	0-10	0-10	0-15	0-10

Sumber: SNI 03-2834-2000

b. Agregat kasar

Agregat kasar atau kerikil S adalah agregat dengan ukuran butir lebih besar dari 4,75 mm. Menurut ASTM C-33, agregat kasar terdiri dari kerikil atau batu pecah dengan partikel butiran lebih besar dari 5 mm. Ketentuan agregat kasar meliputi:

1. Ini terdiri dari butiran keras dan tidak berpori.
2. Tidak mengandung zat yang dapat merusak beton, seperti zat relatif biasa.
3. Tidak mengandung lebih dari 1% lumpur. Jika kandungan lumpur lebih 1% agregat harus dicuci.
4. Agregat besar harus permanen, yaitu tidak akan pecah atau hancur di bawah pengaruh kondisi cuaca buruk, seperti terik matahari dan hujan.

Tabel II. 3 *Gradasi agregat kasar*

Ukuran Saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan / Ayakan		
				Ukuran maks 10 mm	Ukuran maks 20 mm	Ukuran maks 40 mm
Mm	SNI	ASTM	Inch			
75,0	76	3 in	3,00			100
37,5	38	1 1/2 in	1,50		100	95-100
19,0	19	3/4 in	0,75	100	95-100	35-70
9,5	9,6	3/8 in	0,375	50-85	30-60	10-40
4,75	4,8	No.4	0,187	0-10	0-10	0-5

Sumber: SNI 03-2834-2000

II.3.2 Semen Portland

Pedoman SNI, , 15-2049 -, 2004, Semen portland adalah semen hidrolis yang diperoleh dengan menggiling klinker portland, terutama tersusun dari kalsium silikat hidraulik ($x\text{CaO}.\text{SiO}_2$) dan digiling dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kalsium yang tersusun dari sulfat ($\text{CaSO}_4.x\text{H}_2\text{O}$) dan dapat ditambahkan dengan aditif lain. Semen berfungsi sebagai bahan pengikat yang banyak digunakan dalam konstruksi beton.

Hidrolis artinya dapat bereaksi dengan air, senyawa hidrolis akan bereaksi cepat dengan air. Semen portland bersifat hidrolis karena mengandung kalsium silikat ($x\text{CaO}.\text{SiO}_2$) dan kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4.x\text{H}_2\text{O}$) yang bersifat hidrolis dan bereaksi sangat cepat dengan air.

Semen portland di indonesia dibagi menjadi beberapa jenis menurut jenis dan penggunaannya (SNI 15-2049-2004), yaitu:

- 1) Tipe I untuk penggunaan umum tidak memerlukan persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan oleh tipe lain.
- 2) Tipe II yang digunakan membutuhkan ketahanan sulfat atau panas hidrasi sedang. Digunakan untuk bangunan di sepanjang sungai, bendungan atau beton yang membutuhkan hidrasi termal rendah.

- 3) Tipe III yang digunakan membutuhkan kekuatan tinggi pada tahap awal setelah bonding. Digunakan untuk bangunan yang membutuhkan kuat tekan yang tinggi seperti jembatan dan pondasi yang berat.
- 4) Tipe IV yang digunakan membutuhkan hidrasi termal yang rendah.
- 5) Tipe V yang digunakan membutuhkan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk konstruksi bawah laut, jembatan, terowongan dan bahkan pembangkit listrik tenaga nuklir.

II.3.3. Air

Air merupakan penyusun beton yang diperlukan untuk pencampuran dengan semen, yang juga berperan sebagai pelumas antar butiran agregat sehingga dapat digunakan dan dipadatkan. Proses hidrasi nat beton segar membutuhkan sekitar 25% air dari berat semen yang digunakan.

Padahal, jika nilai faktor air-semen kurang dari 35%, pasta segar tidak dapat digunakan dengan benar, sehingga setelah pengerasan beton yang dihasilkan menjadi keropos dan kekuatannya rendah. Kelebihan air dari proses hidrasi diperlukan agar persyaratan konsistensi berfungsi dengan baik. Kelebihan air ini akan menguap atau tetap berada di dalam beton yang mengeras sehingga menimbulkan pori-pori (pori-pori kapiler).

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam penggunaan air sebagai bahan pencampur beton antara lain kandungan slurry maksimal 2g/lt, kandungan garam dapat merusak beton hingga 15g/lt, tidak mengandung klorida lagi. dari 0,5 gram/l, dan kandungan maksimum senyawa sulfat adalah 1 g / l. Pada umumnya air dianggap layak digunakan sebagai bahan konglomerat beton, apabila dapat menghasilkan beton dengan kekuatan lebih besar dari 90% kekuatan beton dengan air suling (Tjokrodinuljo, 1996).

II.3.4. Bahan tambahan (Superplasticizer)

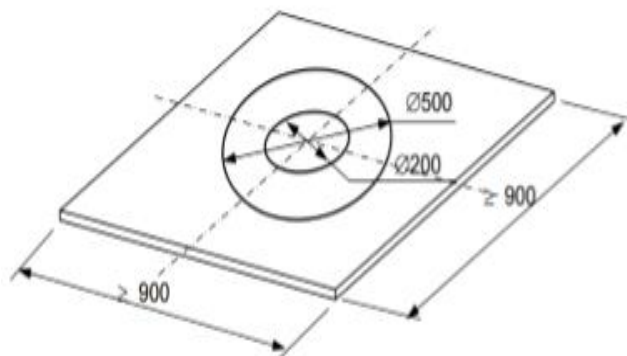
Superplasticizer dalam hal ini harus diperlukan karena kondisi biasanya sangat rendah pada beton mutu tinggi, agar dapat mengontrol dan mencapai nilai pengecoran yang optimal pada beton segar maka dapat menghasilkan kinerja

pengecoran beton yang baik. Namun, dalam semua hal, penggunaan *superplasticizer* harus memenuhi ASTM-C.494 81 Tipe F (Supartono, 1998).

Penyebab yang mempengaruhi fungsi *superplasticizer* antara lain: dosis atau kualitas, jenis semen, jenis dan granulometri agregat, komposisi campuran dan suhu pada saat pengolahan. Dosis *superplasticizer* yang direkomendasikan adalah 1 hingga 2% dari berat semen. Dosis yang berlebihan dapat menyebabkan *segregasi* dan penundaan pengerasan yang berkepanjangan, serta penurunan kuat tekan beton (Imran, 2006).

II.4 Slump Flow

Aliran kemerosotan dapat dianggap sebagai ukuran distribusi rata-rata beton segar menggunakan kerucut kemerosotan biasa. Slump flow yang memungkinkan untuk menentukan kapasitas pengisian di laboratorium dan digunakan di lapangan, alat ini memungkinkan untuk memperoleh model workability beton berdasarkan distribusi beton segar yang dinyatakan dengan diameter 550-850 mm (EFNARC, 2005).



Gambar II.1 Uji Slump Flow (Sumber EFNARC, 2005)

Kebutuhan nilai aliran untuk bangunan tuang pada bidang vertikal berbeda dengan bidang horizontal. Kriteria yang umum digunakan untuk menentukan kemampuan kerja awal beton SCC tergantung pada jenis konstruksinya adalah sebagai berikut:

- a. Untuk konstruksi vertikal, disarankan untuk menggunakan melorot antara 65 cm dan 70 cm.

- b. Untuk konstruksi horizontal, direkomendasikan untuk menggunakan slumpflow antara 60cm dan 65cm.

II.5 Wiremesh

Wiremesh merupakan material kawat besi yang menggantikan tulangan pada pelat yang fungsinya sama dengan tulangan. Secara wiremesh, selain memiliki kekuatan yang sama, dari segi pemasangan juga lebih praktis dan ekonomis dibandingkan tulangan konvensional (Naufal Aiman, 2014).



Gambar II.2 Wiremesh

“jaring kawat baja wiremesh adalah tulangan baja dalam bentuk pracetak untuk menggantikan tulangan beton normal pada pelat beton. Grid terbuat dari kawat baja datar dan bulat, ditarik dan dilas oleh mesin las otomatis. Proses menggambar menghasilkan penampang yang sangat seragam dengan diameter yang presisi. Keseragaman ini tidak mungkin dengan batang beton canai panas” (Paul, 2007). Kualitas mesh memenuhi persyaratan U-50 dan, dengan menggunakan batas desain 2900 kg / cm², penghematan hingga setengah jumlah penguatan, dan waktu pemasangan lebih pendek. Proses ekstraksi kawat menciptakan penampang yang sangat seragam dengan pengukuran yang presisi. Diameter kawat penguat umumnya ditulis dengan awalan M, misalnya M5 untuk kawat dengan diameter 5 mm. Ukuran kawat tulangan yang ada di pasaran adalah ukuran M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11 dan M12. Ukuran standar untuk wiremesh adalah lembaran 2.1mx 5.4m, tetapi ukuran diameter kecil seperti M4 dan M5 juga tersedia dalam gulungan 2.1mx 5.4m.

Tabel II. 4 Spesifikasi Bahan Wiremesh

Heavy Welded Mesh				Roll		
Pitch	Wire Diameter	Type	Finish,	Width	Length	Weight
100 x 100 mm	4 mm	44.8	Galvaniz,ed	1,8 m	30 m	114kg
100 x 100 mm	3,25 mm	441,0	Galvaniz,ed	1,8 m	30 m	72 kg
100x50mm	3,15 mm	421.0	Galvaniz,ed	1,8 m	30 m	102 kg
50x50mm	4 mm	22.8	Galvaniz,ed	1,8 m	30 m	200 kg
50x50mm	4 mm	45, k	Galvaniz,ed	0,9 m	30 m	105 kg
50x50mm	3 mm	221.0	Galvaniz,ed	1,8 m	30 m	112 kg
50x50mm	3 mm	35, k	Galvaniz,ed	0,9 m	30 m	58kg
50x50mm	2,6 mm	22.12	Galvaniz,ed	1,8 m	30 m	100 kg
50x50mm	2 mm	22.14	Galvaniz,ed	1,8 m	30 m	53kg
50x50mm	1,95 mm	21.14	Galvaniz,ed	1,8 m	30 m	79 kg
25x25mm	2 mm	11.14	Galvaniz,ed	1,2 m	30 m	70 kg
25x25mm	2 mm	22,5 k	Galvaniz,ed	0,9 m	30 m	48kg
75x75mm	1.2mm	Roft mesh	Galvaniz,ed	1,8 m	30 m	13,5 kg

Sumber: PT F&R Synergie Indonesia, 2011

II.6 Metode jacketing

Teknik perbaikan beton bertulang berkembang pesat seiring dengan perkembangan zaman, tidak hanya material yang digunakan tetapi juga tulangan struktur telah mengalami berbagai perkembangan yang luar biasa terutama dalam hal inovasi-inovasi baru yang tidak pernah terpikirkan sebelumnya. pertama. Salah satu dari sekian banyak metode perkuatan struktur adalah perkuatan dengan lapisan beton. Amplop beton dibuat dengan memperluas penampang beton yang ada dengan lapisan beton bertulang tambahan baru.

Kelongsong beton adalah sistem perkuatan atau perbaikan beton dengan hanya menutupi balok yang ada dengan beton tambahan. Keuntungan utama dari sistem ini adalah memberikan batas yang lebih tinggi untuk kekuatan dan daktilitas beton.

Penguatan struktur beton akan meningkat. Ini telah muncul dari penemuan-penemuan seperti konstruksi kimia, yang merupakan ilmu kimia yang menopang disiplin ilmu sipil. Saat ini terdapat berbagai inovasi dalam perkuatan struktur dan sedang diteliti antara lain metode yang umum digunakan untuk memperpendek bentang suatu struktur dengan beton atau baja, menambah ukuran kelongsong beton, menambah pelat baja, melakukan prategang luar, dll.

Sebuah bangunan, misalnya sebuah bangunan, memiliki fungsi perantara, yaitu tempat yang aman untuk semua kegiatan yang berlangsung di sana. Bila fungsi tersebut tidak dapat lagi dilakukan oleh bangunan, maka bangunan tersebut dikatakan telah rusak. Artinya bangunan tersebut tidak mampu lagi memiliki karakteristik dan kinerja proses yang digunakan pada desain sebelumnya. Salah satu contohnya adalah gedung yang sudah beroperasi selama bertahun-tahun. Karena semakin seringnya aktivitas di gedung ini, maka gedung perlu dibuat lebih tinggi.

II.7 Perawatan Beton (Curing)

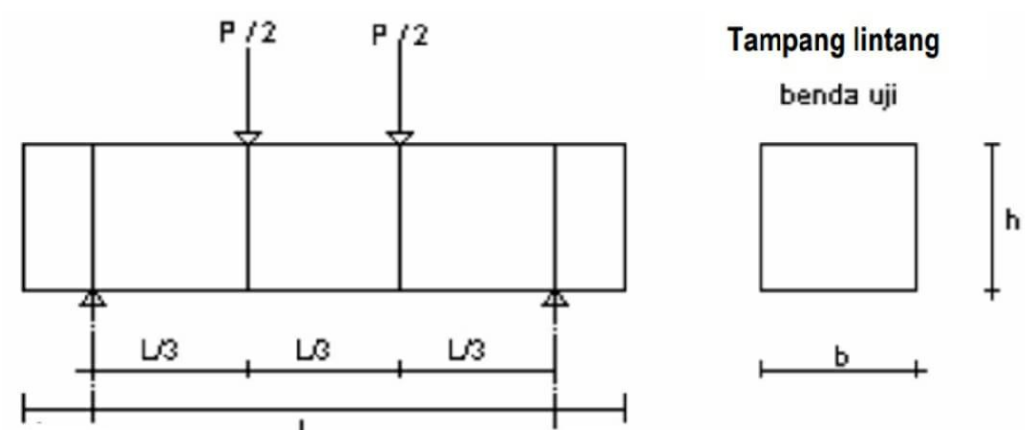
Perawatan beton merupakan langkah terakhir dalam pengolahan beton, menjaga kelembaban permukaan beton dari saat dilakukan sampai proses hidrasi benar-benar sempurna, dalam kisaran ± 28 hari.

Kelembaban pada lapisan beton harus dijaga agar air dari beton segar tidak keluar. Hal ini memastikan proses hidrasi semen berjalan lancar (reaksi semen dan air). Jika hal ini tidak dilakukan, panas akan menguapkan air dari permukaan beton yang dingin, kemudian air dari beton yang dingin akan mengalir keluar dan beton yang dingin akan menguras air untuk hidrasi sehingga menimbulkan retakan pada beton. daerah. (Tjokrodinuljo, 2007)

II.8 Kuat Lentur

Kuat lentur adalah nilai tegangan tarik yang dihasilkan oleh momen lentur dan dibagi dengan momen tahanan penampang balok uji. Menurut SNI 03 2493-1991 tentang tata cara pembuatan dan pemeliharaan benda uji lentur dengan panjang contoh empat kali lebar balok, tinggi balok lebih besar dari lebar balok.

Campuran sederhana akan dibebani secara sistematis dengan dua gaya $P/2$ yang dapat dilihat pada Gambar 2.1 Balok tunggal dengan dua titik beban, Gambar 2.2 Gaya transversal (V) dan diagram momen lentur pada Gambar 2.3.



Gambar II.3 Model Pembebanan saat Pengujian

Rumus untuk kekuatan tarik dalam lentur diberikan dalam persamaan berikut:

$$\sigma_I = \frac{P \cdot L}{b \cdot h^2}$$

Dimana :

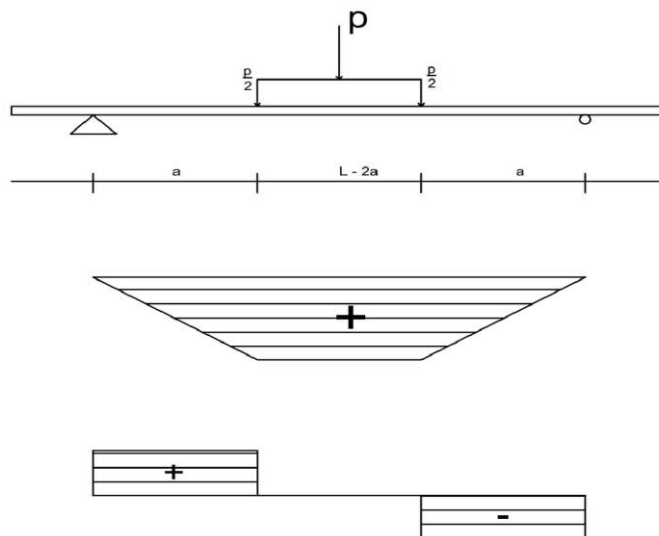
σ_I = Kuat lentur benda uji (MPa)

P. = Beban maksimum yang terbaca pada mesin uji (pembaca dalam ton hingga 3 digit di belakang koma) (N)

L = Jarak (bentang) antara dua garis peletakan (mm)

B. = Lebar penampang patahan horizontal (mm)

H = Lebar penampang patahan dalam arah vertikal (mm)



Gambar II.4 Momen dan Lintang

II.9 Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah tinggi 20 cm dan diameter 10 cm. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM C39. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi (f_c') yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1996).

Rumus yang digunakan pada persamaan 2.1 untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium sebagai berikut (ASTM C-39):

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (2.1)$$

Di mana :

f_c' = Kuat tekan beton (MPa)

P = Beban maksimum (N)

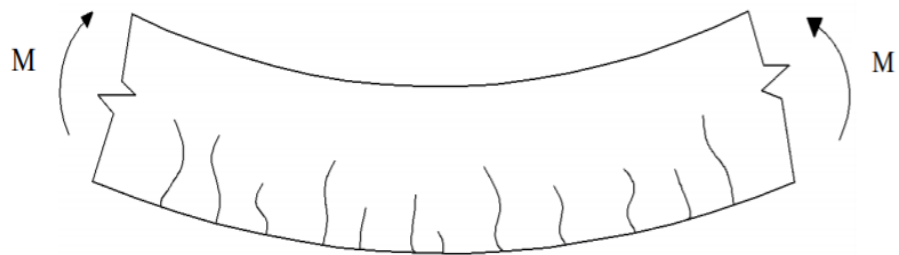
A = Luas penampang benda uji (mm²)

II.10 Pola Retak

Faktor penyebab terjadinya keretakan pada balok adalah tegangan yang terjadi terutama tegangan tarik. Menurut McCormac (2001), retak untuk balok dan plat satu arah dibagi menjadi 5 jenis, yaitu sebagai berikut:

1. Retak lentur

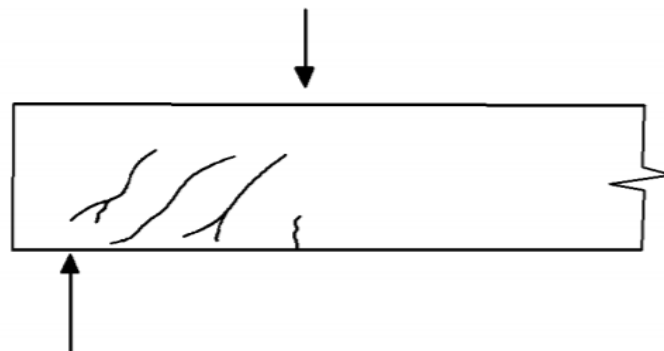
Retak lentur adalah retak vertikal yang memanjang dari sisi tegangan ke atas menuju daerah sumbu netral.



Gambar II.5 Retak lentur murni

2. Retak geser

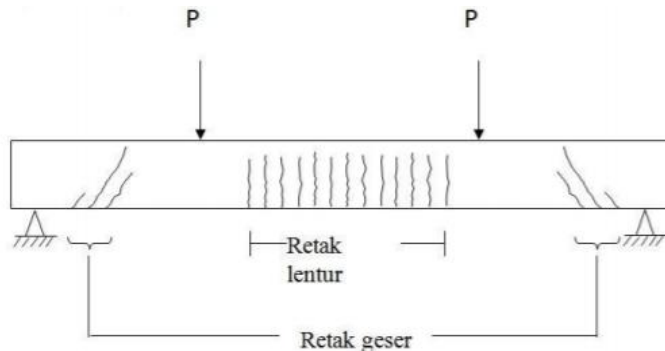
Retak miring karena geser dapat terjadi pada bagian badan baik sebagai retak bebas atau perpanjangan retak lentur. Kadang-kadang, retak miring akan berkembang secara bebas pada balok atau pelat satu arah meskipun tidak ada retak lentur pada daerah tersebut.



Gambar II.6 Retak geser

3. Retak geser lentur

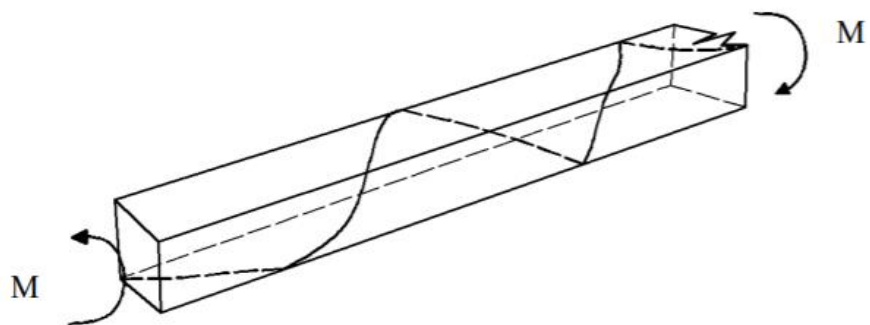
Retak jenis ini adalah retak yang paling umum, retak geser-lentur merupakan perpaduan antara lentur dan retak geser.



Gambar II.7 Retak geser lentur

4. Retak punter

Retak puntir (torsion crack) cukup mirip dengan retak geser, tetapi retak puntir ini melingkar balok atau plat satu arah, jika sebuah bentang beton tanpa tulangan menerima torsi murni, batang tersebut akan retak dan runtuh disepanjang garis 45o karena tarik diagonal yang disebabkan tegangan puntir.



Gambar II.8 Retak torsi

5. Retak lekatan

Retak lekatan terjadi karena tegangan lekatan (bond stress) antara beton dan tulangan yang mengakibatkan pemisahan disepanjang tulangan.



Gambar II.9 Retak lekatan

II.11 Penelitian Terdahulu

Pada penelitian sebelumnya (Hery Dualembang, 2014), yang berjudul Studi Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Metode *Retrofit* Menggunakan *wiremesh* dan SCC, memiliki persamaan Menggunakan beton SCC sebagai pelapis yang bertujuan untuk Untuk mengetahui presentase peningkatan balok beton yang dilapisi *wiremesh* dan SCC dan pola retak pada balok control dan yang balok diberi perkuatan *wiremesh* dan beton SCC.

Adapun hasil dari penelitian itu adalah Semua pola retak pada balok kontrol mengalami retak lentur, tetapi pola retak yang terjadi pada balok bertulang mengalami retak lentur dan retak geser. Hal ini terjadi karena lapisan *wiremesh* dan SCC menyebabkan peningkatan tahanan balok terhadap gaya lentur yang diberikan, tetapi peningkatan tahanan ini mencegah tulangan geser menahan gaya geser yang terjadi. Modus keruntuhan yang terjadi pada balok runtuh seluruhnya pada tulangan lentur, namun balok WK putus pada *wiremesh* karena tidak mampu menopang beban yang diberikan pada balok. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan SCC memberikan daya rekat yang memadai baik untuk *wiremesh* maupun balok yang ada.

(A.Arwin Amiruddin, 2014) sebelumnya juga melakukan penelitian tentang Metode *Retrofit* Dengan *Wiremesh* Dan SCC Untuk Kekuatan Lentur Balok Beton Bertulang, yang bertujuan Untuk mengetahui kapasitas lentur dengan variasi spasi dan lapisan tulangan *wiremesh*. Lapisan *wiremesh* dan SCC mampu meningkatkan kapasitas beban balok WK sebesar 6,44% dan untuk lapisan WB sebesar 40,06% dibandingkan balok normal. Semua pola retak pada balok kontrol mengalami retak lentur, tetapi pola retak yang terjadi pada balok bertulang mengalami retak lentur dan retak geser.

(Ma'rifa Ismayanti, 2014) sebelumnya melakukan penelitian tentang Studi perkuatan lentur balok Bertulang Dengan Metode *Retrofit* Dikekang Pada Daerah Lentur Dan Geser Menggunakan *Wiremesh* Dan SCC. Adapun tujuan dari penelitian ini Untuk mengetahui persentase peningkatan kuat lentur dan geser balok yang dilapisi *wiremesh* dan SCC. Serta mengetahui pola retak balok kontrol dan balok yang dilapisi *wiremesh* dan SCC.

Lapisan wiremesh dan SCC mampu meningkatkan kapasitas beban WK sebesar 10,723% dan balok BW sebesar 15,231% terhadap balok normal. Pola retak yang terjadi pada balok kontrol seluruhnya mengalami retak lentur, akan tetapi balok yang diberi perkuatan berupa *wiremesh* dan SCC mengalami retak lentur dan geser. Hal ini terjadi akibat lapisan *wiremesh* dan SCC meningkatkan kekuatan pada balok dalam menahan gaya lentur akan tetapi pada balok WK terjadi putus pada *wiremesh* karena tidak mampu menahan beban yang diberikan pada balok. Hal ini menunjukkan bahwa lapisan SCC memberikan lekatan yang cukup pada *wiremesh* maupun pada balok eksisting. Sedangkan pada balok BW *wiremesh* masih dalam keadaan utuh hal ini menunjukkan bahwa *wiremesh* mampu menahan beban yang diberikan balok hingga inti beton rusak karena tekanan yang diberikan.

(Eka Putri Pertiwi, 2018) tentang Studi Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang Variasi Overlapping Tulangan Di Seperdua Bentangan Dengan Metode Retrofit Menggunakan Wiremesh Dan SCC, yang bertujuan Untuk menganalisis perilaku lentur dari setiap beton yang di berikan overlapping di seperdua bentangan dengan perkuatan wiremesh dan SCC.

Hasil dari penelitian ini ialah Kapasitas lentur 1 lapis penuh *wiremesh* diameter 2,3 mm spasi 25 mm dan SCC setebal 25 mm sepanjang bentang (WK) adalah 26,989 kN, untuk kapasitas lentur 1 lapis penuh *wiremesh* diameter tulangan 3 spasi 50 mm sepanjang balok (tipe WB) adalah 35,513 kN. Sebagai pembanding hasil pengujian memiliki kapasitas lentur sebesar 25,358 kN.

(Satriadi, 2020) sebelumnya melakukan penelitian yang bertujuan Untuk mengetahui presentase peningkatan kuat lentur pada balok beton SCC yang menggunakan *wiremesh* dengan metode *jacketing*. Untuk mengetahui perbandingan kuat lentur antara balok normal tanpa perkuatan dan balok normal dengan perkuatan *wiremesh* untuk mengetahui pola retak yang terjadi pada balok normal tanpa perkuatan dan balok normal yang diperkuat dengan wiremesh.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan Lapisan wiremesh mampu meningkatkan kuat lentur pada balok sebesar 47,75% jika dibandingkan dengan balok normal. Perbandingan balok normal dan balok wiremesh pada umur

perendaman 28 hari di dapat balok normal (BN) kuat lentur rata-rata 4,62 MPa, balok wiremesh (BW) kuat lentur rata-rata 6,66 Mpa. Pola retakan pada balok normal (BN) adalah seluruhnya retak lentur dan balok wiremesh (BW) panjang retaknya lebih lambat dari balok normal (BN). Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya perkautan wiremesh mampu menahan gaya retak pada balok. Untuk silinder memiliki kuat tekan rata-rata 27,58 dengan perendaman 28 hari (SN1=30,55Mpa, SN2=29,27Mpa, SN3=22,91Mpa).

(Dwiyana Afandi Baddu, 2020) pada penelitiannya membahas Perkuatan Balok Beton SCC Menggunakan *Wiremesh* Pada Daerah Lentur Dan Geser. Penelitian ini bertujuan Untuk mengetahui persentase peningkatan kuat lentur pada balok beton SCC yang menggunakan wiremesh dengan metode jacketing. Untuk mengetahui perbandingan kuat lentur balok normal dan balok wiremesh. Untuk mengetahui pola retak yang terjadi pada balok normal dan wiremesh. Adapun hasil yang didapatkan yaitu Lapisan wiremesh dan SCC mampu meningkatkan kuat lentur balok wiremesh sebesar 62,33%. Perbandingan kuat lentur balok pada perendaman 28 hari untuk balok normal kuat lentur rata-rata 5,15 Mpa dan untuk balok wiremesh kuat lentur rata-rata sebesar 8,36. Pola retak seluruhnya mengalami retak lentur. Untuk silinder memiliki kuat tekan rata-rata 27,58 dengan perendaman 28 hari (SN1=30,55Mpa, SN2=29,27Mpa, SN3=22,91Mpa).

(M. Kasmar Hendrawan, 2020) juga melakukan penelitian tentang Studi Perkuatan Balok Beton Self Compacting Concrete (SCC) Dengan Pemanfaatan Sabuk Wiremesh Sebagai Proteksi Pada Gagah Lentur.

Hasil dari penelitian ini sebagai berikut :

- Nilai rata-rata kuat lentur yang dihasilkan oleh Balok Wiremesh (BW) pada kegagalan lentur mencapai 5,39 MPa. Dari perendaman 28 hari, balok normal (BN) memiliki kapasitas lentur rata-rata 8,72 kN dan balok rangka (BW) adalah 12,93 kN.

- Presentase rata-rata peningkatan pada balok *wiremesh* (BN) terhadap balok normal (BN) sebesar 50,58%. Pola retak pada balok normal seluruhnya mengalami retak lentur.

(Irjanto Pagalo, 2021) pada penelitiannya tentang Pengaruh Perkuatan Wiremesh Diagonal Pada Daerah Geser Terhadap Kekuatan Lentur Balok Beton. Adapun hasil dari penelitin yaitu Perbandingan kekuatan lentur balok normal dengan balok wiremesh, yaitu rata-rata nilai kuat lentur balok normal sebesar 3,507 Mpa dan rata-rata nilai kuat lentur balok wiremesh sebesar 6,857 Mpa.

(Norma Fitriani, 2021) sebelumnya melakukan penelitian yang bertujuan Untuk mengetahui persentase peningkatan kekuatan lentur balok beton dengan perkuatan sabuk wiremesh pada daerah tumpuan. Hasil penelitian ini adalah Perbandingan kuat lentur balok beton normal sebesar 3,507 MPa dan kuat lentur balok beton dengan perkuatan wiremesh sebesar 6,449 MPa. Persentase peningkatan kuat lentur balok beton normal terhadap perkuatan beton wiremesh sebesar 83,881%.

(Florenshea Shelmi Tadan, 2021) juga melakukan penelitian tentang Kajian Penggunaan Sabuk Wiremesh Pada Daerah Lapangan Terhadap Peningkatan Kekuatan Lentur Balok Beton. Tujuan penelitian ini Untuk mengetahui perbandingan peningkatan kuat lentur balok beton normal dengan beton *wiresmesh* pada daerah lapangan. Adapun hasil yang di dapat adalah Presentase peningkatan kekuatan lentur balok BW terhadap BN pada daerah lapangan sebesar 122% Perbandingan kuat lentur balok normal dan balok *wiremesh* pada umur perendaman 365 hari didapat untuk BN kekuatan lentur rata-rata sebesar 3,51MPa dan untuk BW kekuatan lentur rata-rata sebesar 7,757 MPa.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1. Waktu dan Tempat Penelitian

penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar Makassar dan Laboratorium struktur dan bahan Teknik Sipil Universitas Hasanuddin. Durasi penelitian adalah ± 3 bulan mulai dari tahap persiapan dan tahap pengujian.

III.2. Alat dan Bahan

- a. peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 1. Timbangan dengan kepekaan 0,1 gr dan 0,5 gr.
 2. Oven (pengering agregat) dengan pengaturan suhu ($110 \pm 5^\circ \text{C}$).
 3. Satu set saringan (ayakan) agregat dengan ukuran #3/4, #1/2, #3/8, #4, #8, #16, #30, #50, #100, #200, pan.
 4. Mesin penggetar saringan agregat.
 5. Mesin pencampur bahan beton (*Mixer Concrete*).
 6. Cetakan benda uji berupa balok berukuran 10 cm X 12 cm X 60 cm dan 15 cm x 15 cm x 60 cm.
 7. Alat pengujian slump test (Kerucut Abrams).
 8. Silinder dengan ukuran 10 cm x 20 cm
 9. Mesin pengujian kuat tekan dan kuat lentur.
 10. Alat bantu lainnya yang digunakan yaitu:
 - a. Talam yang digunakan sebagai tempat untuk menyimpan bahan-bahan atau agregat saat pengujian karakteristik agregat.
 - b. Sendok semen digunakan sebagai alat untuk mengaduk campuran beton segar.
 - c. Botol ukur dengan kapasitas 2000 ml dan kapasitas 70 ml untuk penakaran air.
 - d. Kuas digunakan untuk membersihkan sisa-sisa bahan yang terdapat pada alat-alat yang telah digunakan.

- e. Bak perendam digunakan sebagai tempat untuk merendam beton.
- b. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:
 - 1. Semen portland
 - 2. Agregat halus (pasir) dan agregat kasar (kerikil), (sesuai standar SNI 03-1969-1990 dan SNI 03-1970-1990)
 - 3. Air tawar
 - 4. Aditif (*superplasticizer*)
 - 5. *Wiremesh*

III.3. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental, sehingga penelitian ini dilakukan dengan cara yang jelas dan sistematis agar mendapatkan hasil yang baik dan terpercaya. Secara umum pelaksanaan penelitian ini melibatkan beberapa tahap pekerjaan. Dimulai dengan penentuan komposisi campuran, penyiapan bahan, pemeriksaan bahan, pembuatan benda uji, perawatan dan pengujian benda uji. Langkah-langkah penelitian ini dilakukan berdasarkan standar aturan kerja beton yang disesuaikan dengan kondisi laboratorium.

III.3.1. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1. Tahap I (tahap persiapan)

Pada tahap ini disiapkan peralatan dan bahan yang akan digunakan untuk penelitian, agar penelitian ini dapat berjalan lancar dan sesuai dengan rencana. Pembuatan cetakan sampel untuk balok juga dilakukan pada tahap ini.

2. Tahap II (Uji karakteristik material)

Pada tahap ini akan diuji karakteristik bahan penyusunan beton yaitu agregat halus dan agregat kasar. Pengujian ini menunjukkan bahwa bahan penyusunan beton memenuhi persyaratan atau tidak.

a). Pengujian pada agregat halus (pasir) meliputi:

Pengujian agregat halus mengacu pada SNI. Tabel III.I menunjukkan pengujian agregat halus.

Tabel III. 1 *Pengujian Agregat Halus*

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar Lumpur (%)	0,20 – 5
2	Kadar Air (%)	3 – 5
3	Berat Volume Kondisi Lepas (Kg/Lt) Kondisi Padar (Kg/Lt)	1,40 – 1,90 1,40 – 1,90
4	Berat Jenis Bj. Nyata (Gr) Bj. Dasar Kering (Gr) Bj. Kering Permukaan (Gr) Absorpsi (%)	1,60 – 3,30 1,60 – 3,31 1,60 – 3,32 0,20 – 2
5	Modulus Kehalusan	2,30 – 3,10
6	Kadar Organik	< No.3

Sumber: Standar Nasional Indonesia

b) Pengujian agregat kasar (kerikil)

Pengujian agregat kasar mengacu pada SNI. Tabel III.2 menunjukkan pengujian agregat kasar.

Tabel III. 2 *Pengujian Agregat Kasar*

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi
1	Kadar Lumpur (%)	Maks. 1
2	Kadar Air (%)	0,50 -2
3	Berat Volume Kondisi Lepas (Kg/Lt) Kondisi Padar (Kg/Lt)	1,60 – 1,90 1,60 – 1,90
4	Berat Jenis Bj. Nyata (Gr) Bj. Dasar Kering (Gr) Bj. Kering Permukaan (Gr) Absorpsi (%)	1,60 – 3,33 1,60 – 3,34 1,60 – 3,35 Maks. 4
5	Modulus Kehalusan	6 – 7,10

6	Kadar Organik	Maks. 50
---	---------------	----------

3. Tahap III (Proses Perencanaan Mix Design)

Dalam proses ini, perencanaan produksi beton segar untuk beton eksisting dilakukan sesuai dengan persyaratan SNI 03-4433-1997 tentang metode desain campuran beton. Pada tahap ini juga dibuat mix design untuk campuran beton SCC sebagai perkuatan plesteran sesuai dengan persyaratan EFNARC yang merupakan pedoman atau acuan dalam perhitungan setiap kebutuhan material yang digunakan dalam proses tersebut.

4. Tahap IV (Pembuatan benda uji)

Pada tahap pengerjaan benda uji ini akan dilakukan proses pencampuran beton baru dan dilakukan berdasarkan hasil perhitungan mix design plan, hal-hal yang perlu dilakukan pada tahap ini adalah :

- a. Proses pencampuran semen, agregat halus, agregat kasar dan air dalam mixer beton
- b. Proses uji slump test
- c. Proses memasukan beton segar ke dalam cetakan
- d. Proses pelepasan benda uji ke dalam cetakan setelah berumur 1 hari (24 jam)
- e. Proses pemasangan wiremesh pada balok beton
 - 1) Tahap pertama adalah permukaan beton yang akan diaplikasikan lapisan penguat terlebih dahulu digerinda/amplas agar permukaan benda uji menjadi kasar.
 - 2) Langkah kedua adalah memotong wiremesh dengan ukuran yang telah ditentukan.
 - 3) Langkah ketiga adalah menempelkan wiremesh ke sampel di daerah lentur menggunakan metode jacketing.
 - 4) Langkah keempat adalah melapisi beton yang telah diberi wiremesh dengan beton SCC.

5. Tahap V (Curing atau perawatan beton)

Pada tahap ini peneliti akan melanjutkan ke proses curing atau pengolahan air tawar, pengolahan dilakukan sedemikian rupa sehingga proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika ini terjadi, beton akan retak karena kehilangan air yang cepat.

6. Tahap VI (Tahap pengujian benda uji)

Pada tahap ini dilakukan pengujian kuat lentur pada benda uji balok beton. Pengujian kuat lentur dilakukan pada umur 28 hari dan dilakukan di Laboratorium Struktur dan Material Fakultas Teknik Sipil Universitas Hasanuddin.

7. Tahap VII (Analisis dan Pembahasan)

Pada titik ini data yang telah diuji dikumpulkan, kemudian dilakukan analisis terhadap hasil perhitungan data uji kuat tekan dan kuat lentur beton, kemudian hasil analisis tersebut dibahas. selesai.

8. Tahap VIII (Kesimpulan)

Pada titik ini, kesimpulan ditarik berdasarkan data yang telah dianalisis dan dikumpulkan dalam kaitannya dengan tujuan penelitian ini.

III.3.2. Benda Uji

Mix design yang digunakan yaitu $f'c$ 25 Mpa untuk beton normal dan beton SCC. Digunakan 25 Mpa untuk beton normal dan beton SCC supaya dapat dikontrol, apa benar penambahan perkuatan wiremesh yang berpengaruh terhadap peningkatan yang terjadi pada benda uji baik kuat tekan maupun kuat lentur bukan karena factor mutu beton.

Perencanaan pembuatan benda uji untuk beton eksisting pada penelitian ini mengacu pada perencanaan *mix design* sesuai dengan SNI 03-4433-1997 dan untuk beton SCC sebagai pelapis perkuatan mengacu pada perencanaan *mix design* sesuai dengan EFNARC tentang perencanaan design campuran untuk beton. Pada penelitian ini direncanakan 2 jenis benda uji yaitu silinder dan balok. Untuk benda uji silinder menggunakan 3 sampel berdimensi $(10 \times 20) \text{ cm}^3$ dan benda uji balok

menggunakan 6 sampel berdimensi (10 x 12 x 60) cm³ dimana 3 buah sampel adalah balok normal dan 3 buah sampel adalah balok normal yang diperkuat dengan menggunakan *wiremesh*.

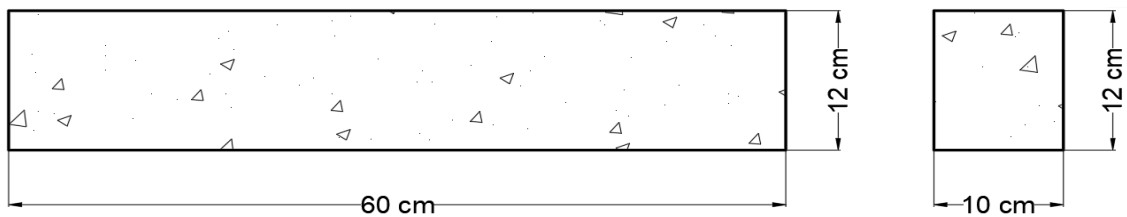
Tabel III. 3 *Benda Uji Balok*

No.	Lama Perendaman Air Tawar (hari)	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	28	BN28	3
		BW28	3
Jumlah			6

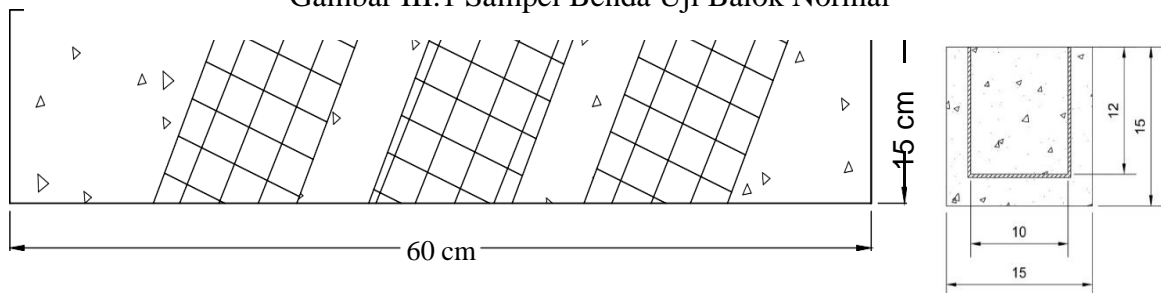
Tabel III. 4 *Benda Uji Silinder*

No.	Lama Perendaman Air Tawar (hari)	Uji benda uji	Jumlah Benda Uji
1	28	SN28	3
2	28	SS28	3
Jumlah			6

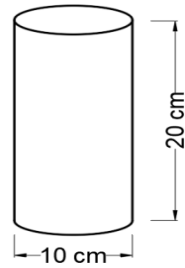
Spesimen benda yang diuji ditunjukkan pada dibawah ini :



Gambar III.1 Sampel Benda Uji Balok Normal



Gambar III.2 Spesimen Benda Uji Balok Wiremesh



Gambar III.3 Spesimen Benda Uji Silinder

III.3.3 Pengujian Kuat Lentur Benda Uji

Pengujian balok dilakukan dengan beban dua titik pada benda uji, menggunakan beban monoton, dengan kecepatan ramp actuator konstan 0,05 mm/s sampai balok runtuh. Pengujian lentur dilakukan untuk mengetahui besarnya kuat lentur beton dengan benda uji berukuran 10cm x 12cm x 60cm. Pembebanan dilakukan sampai daerah tekan pada balok hancur dan telah mencapai beban maksimum. Beban maksimum P yang dicatat dalam pengujian ini adalah beban pada saat benda yang diuji pecah. Selain itu, digunakan untuk menentukan kekuatan lentur.

Langkah-langkah untuk menguji kuat lentur beton adalah sebagai berikut:

1. Siapkan benda uji dalam keadaan kering.
2. Tentukan panjang bentang pada balok dalam posisi simetris membujur dan atur posisi roda baja bawah untuk memposisikan benda uji.
3. Balok ditempatkan secara simetris pada dua penyangga mesin uji lentur dan menerima beban garis dengan jarak $1/3$ dari posisi secara simetris.
4. Aktifkan mesin uji kuat lentur dan berikan beban konstan dan terus menerus tanpa beban kejut sampai runtuh.
5. Catat besar maksimum yang terjadi untuk perhitungan.



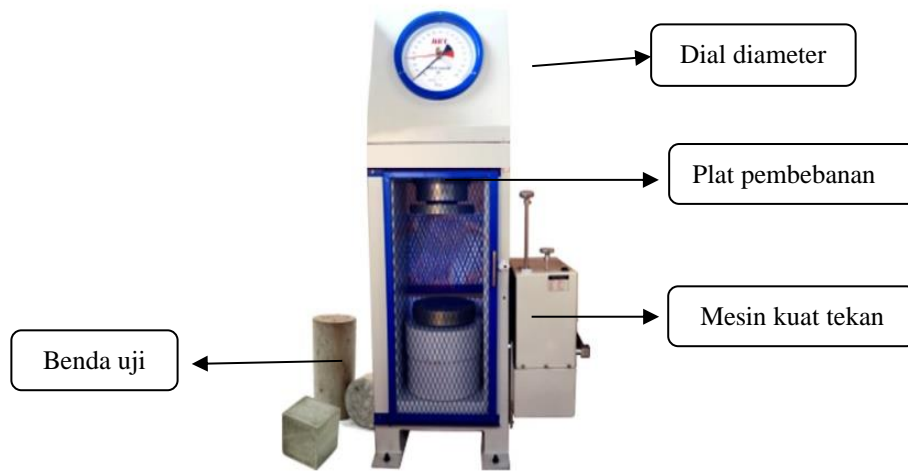
Gambar III.4 Alat Uji Kuat Lentur

III.3.4 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Metode pengujian kuat tekan silinder dilakukan dengan menggunakan UTM (Universal Testing Machine). Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton yang telah mengeras dengan benda uji berbentuk silinder. Pembebanan dilakukan sampai silinder beton hancur dan dicatat beban maksimum P yang kemudian digunakan untuk menentukan tegangan tekan beton (f'_c).

Langkah-langkah untuk menguji kuat tekan adalah sebagai berikut:

1. Ambil benda yang akan diuji di dalam bak perendam.
2. Diamkan beberapa saat hingga benda uji kering.
3. Bersihkan kotoran yang lengket dengan kain lembab atau sikat.
4. Timbang benda yang akan diuji.
5. Lapsi (menutup) permukaan atas benda uji dengan belerang, tujuan dari proses ini adalah membuat benda uji menjadi simetris.
6. Letakan benda uji kedalam mesin tekan secara centris.
7. Jalankan mesin dengan beban konstan
8. Bebaskan sampai benda uji hancur dan catat beban maksimum yang terjadi pada saat memeriksa benda uji.



Gambar III.5 Pengujian Kuat Tekan

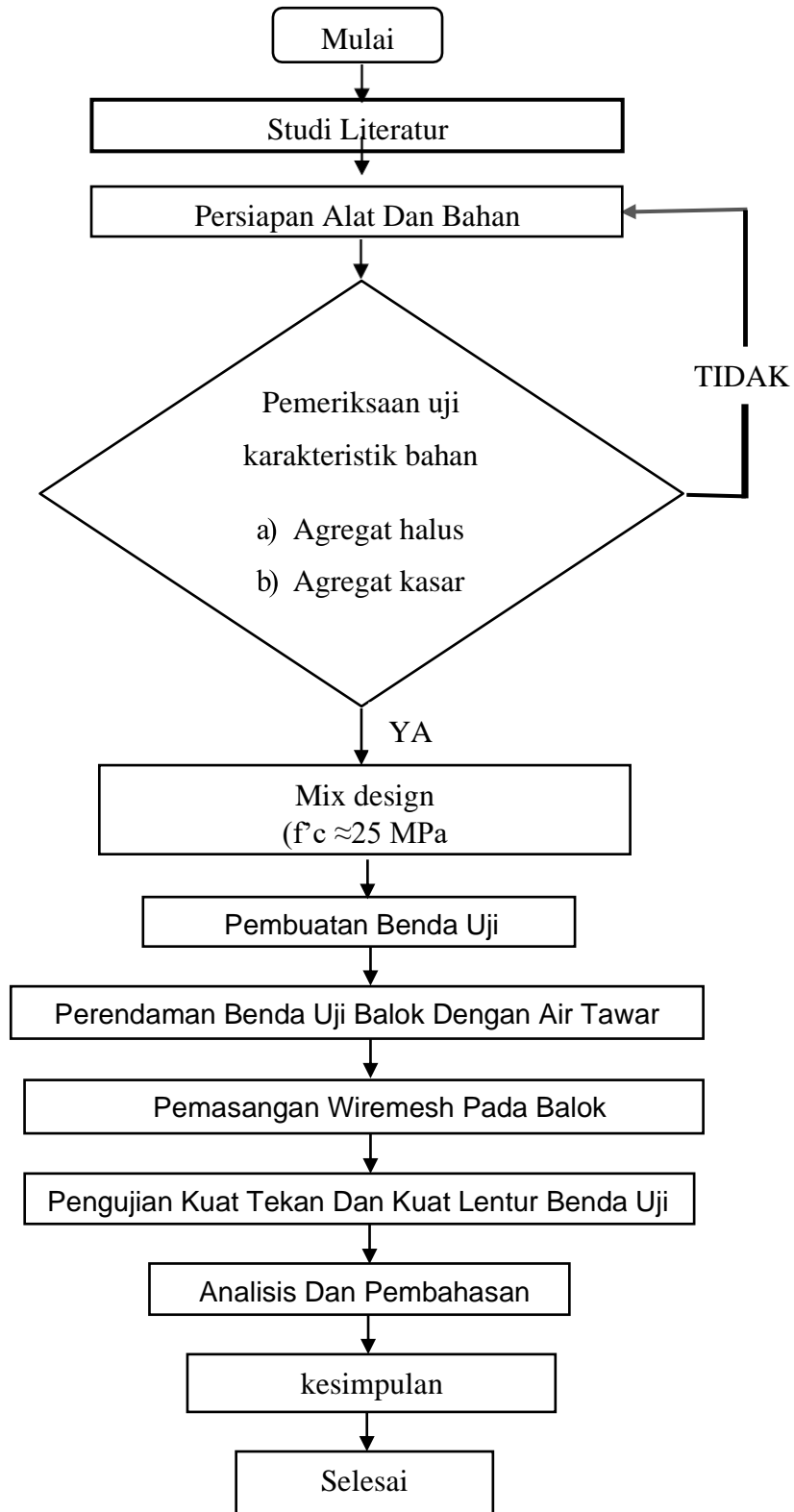
III.4 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini nantinya akan dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Fajar, diantaranya proses pembuatan benda uji berupa data dari hasil pengujian agregat, dan dari pengujian kuat tekan pada beton. Sedangkan untuk pengujian kuat lentur dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Hasanuddin Makassar.

III.5 Analisis Data

Analisis data bertujuan untuk menentukan karakteristik bahan-bahan penyusun beton yang akan digunakan, menggunakan spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI). Perencanaan *mix design* dengan menggunakan *trial mix* yang dibuat dalam bentuk table dan gambar yang kemudian dianalisa menggunakan Microsoft office excel. Dan hasil dari Analisa tersebut untuk mendapatkan suatu kesimpulan dari tujuan penelitian.

III.6 Bagan Alur



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Komposisi Beton

IV.1.1 Pengujian Karakteristik

Pengujian agregat dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Fajar. Pengujian agregat kasar dan agregat halus didasarkan pada SNI.

Tabel IV. 1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

No	Jenis Pengujian	Spesifikasi SNI		Hasil Pengujian		Keterangan	
		Pasir	Kerikil	Pasir	Kerikil	Pasir	Kerikil
1	Kadar Lumpur (%)	0,2 - 5	Maks 1	4,88	0,4	Memenuhi	Memenuhi
2	Kadar Air (%)	3 - 5	0,5 - 2	3,35	1,2	Memenuhi	Memenuhi
3	Berat Volume						
	a. Kondisi Lepas (kg/liter)	1,4 - 1,9	1,6 - 1,9	1,70	1,67	Memenuhi	Memenuhi
	b. Kondisi Padat (kg/liter)	1,4 - 1,9	1,6 - 1,9	1,75	1,69	Memenuhi	Memenuhi
4	Berat Jenis						
	a. Bj. Nyata	1,60 - 3,30	1,60 - 3,33	2,88	2,68	Memenuhi	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	1,60 - 3,31	1,60 - 3,34	2,30	2,49	Memenuhi	Memenuhi
	c. Bj. Kering permukaan	1,60 - 3,32	1,60 - 3,35	2,50	2,56	Memenuhi	Memenuhi
	d. Absorpsi (%)	0,2 - 2	Maks 4	2,04	2,87	Tidak Memenuhi	memenuhi
5	Modulus Kehalusan	2,3 - 3,1	6 - 7,1	3,00	6,63	Memenuhi	Memenuhi
6	Kadar Organik	<No.3		No.2		Memenuhi	Memenuhi
7	Keausan (%)		Maks 50		40	Memenuhi	Memenuhi

Hasil rekapitulasi pengujian agregat dapat dilihat pada Tabel IV.1.

Sumber : Dwiyana Afandi Baddu, 2020

Berdasarkan Tabel IV.1 Hasil pengujian karakteristik agregat Sebagian besar memenuhi standar spesifikasi SNI. Sehingga material agregat pasir dan kerikil dapat digunakan sebagai bahan penyusun beton. Untuk hasil pengujian absorpsi pada pasir yang tidak memenuhi standar spesifikasi SNI, maka material pasir harus dilakukan treatment dengan cara menjemur pasir tersebut. Sehingga diperoleh nilai absorpsi yang diharapkan.

IV.1.2 Mix Design

Pada *mix design*, mutu beton yang direncanakan yaitu $f'c$ 25 Mpa. Pada penelitian ini menggunakan bahan tambah yaitu produk dari SIKA jenis *Superplastisizer*. Dari nilai perhitungan dan uji *mix design* beton, didapatkan komposisi beton dapat dilihat pada Tabel IV.2 untuk komposisi silinder beton SCC dan Tabel IV.3 untuk komposisi balok beton SCC.

Komposisi Bahan Campuran Silinder Beton SCC

Tabel IV. 2 *Komposisi Bahan Campuran Silinder Beton SCC*

Bahan Beton	Berat Material (Kg/m ³)	Rasio Terhadap Jumlah Semen	Berat Untuk 1 Sampel (Kg)
Air	210,000	0,350	0,396
Semen	600,000	1,000	1,130
Pasir	749,405	1,249	1,412
kerikil	767,390	1,279	1,446
Superplastizer	12	0,02	0,023

Sumber : Dwiyana Afandi Baddu, 2020

Tabel IV. 3 untuk komposisi balok beton SCC.

Bahan Beton	Berat Beton (kg/m ³)	Rasio Terhadap Jumlah Semen	Berat untuk 1 Sampel (kg)
Air	209,400	0,350	1,809
Semen	600,000	1,000	5,184
Pasir	749,405	1,249	6,475
Kerikil	767,390	1,279	6,630
Superplasticizer	12	0,02	0,104

Sumber : Dwiyana Afandi Baddu, 2020

IV.1.3 Pengujian Slump Test

Uji *slump test* untuk mengetahui kemampuan beton segar dalam mengisi ruangan (*filling ability*) dan untuk mengetahui kelecakan (*workability*) dari adukan beton. Pada penelitian ini rata-rata dari nilai *slump test* yang didapatkan adalah 10 cm.



Gambar IV. 1 Pengujian Slump Test

IV.2 Pengujian Kuat Tekan Beton

Hasil dilakukan sesuai pengecoran balok sampel. Benda yang digunakan pada pengujian kuat tekan merupakan sampel silinder beton ukuran 10 dan tinggi 20 cm dibikin pada waktu pengecoran sampel benda beton sebagai sampel kontrol (*control specimen*). Benda uji berupa silinder dipasang pada alat UTM (*Universal Testing Machine*). dengan posisi benda uji vertikal. Pembebanan dilakukan sampai benda uji tersebut retak atau benda uji tersebut tidak dapat lagi menahan beban yg diberikan, hal itu ditandai dengan jarum penunjuk pada alat UTM, jika jarum yang berwarna sudah turun maka pembebanan pada benda uji tersebut telah mencapai maksimumnya.

IV. 3 Pengujian Silinder Normal

Jumlah benda silinder yang dikerjakan sejumlah 3 buah saat pengecoran sampel beton. Pengujian kuat tekan silinder dilakukan setelah sampel uji mencapai umur 28 hari. Hasil kuat tekan dapat dilihat di Tabel IV.4 berikut.

Tabel IV. 4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder

Beton Normal Mutu 25 MPa							
Tanggal	Umur	Berat	Slump	Luas (A)	Beban (P)	$f_c = P/A$	Kuat ,Tekan Rata-Rata
Test	(Hari)	(Kg)	(mm)	(mm ²)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
19/09/22	28	3,512	100	7850	200000	25.478	27,601
19/09/22		3,496	100		240000	30.573	
19/09/22		3,534	100		2100000	26.752	

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Nilai kuat tekan beton normal pada Table IV.4, menyatakan bahwa memenuhi nilai kuat tekan yang disyaratkan yaitu 25 Mpa. Dimana umur perendaman beton 28 hari memiliki nilai kuat tekan rata-rata 27,601 Mpa.

Sebelum



Sesudah



Gambar IV. 2 Pengujian Kuat Tekan Silinder

IV.4 Pengujian Silinder SCC

Jumlah silinder scc yang di uji berjumlah 3 buah. Pengujian kuat tekan silinder SCC dilakukan setelah sampel uji mencapai 28 hari. Hasil kuat tekan dapat dilihat pada Tabel IV.4 berikut.

Tabel IV. 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder SCC

Beton SCC							
Tanggal	Umur	Berat	Slump	Luas (A)	Beban (P)	$f_c = P/A$	Kuat ,Tekan Rata-Rata
Test	(Hari)	(Kg)	(mm)	(mm ²)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
19/09/22	28	3,526	600	7850	240000	30.573	30,573
19/09/22		3,494	600		250000	31.847	
19/09/22		3,475	600		230000	29.299	

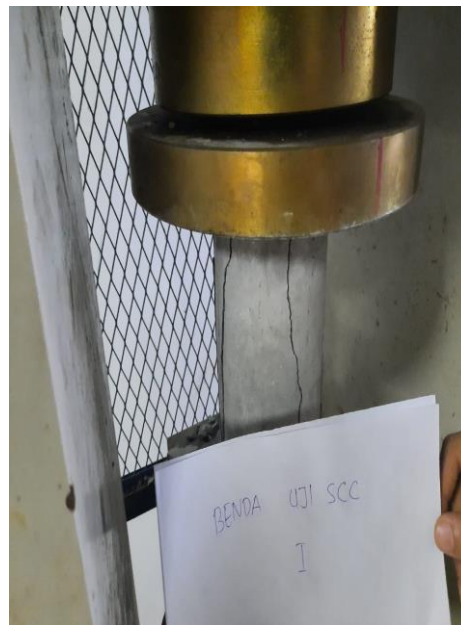
Sumber : Hasil Pengolahan Data

Nilai kuat tekan pada beton silinder scc pada Tabel IV.5, menyatakan bahwa beton memenuhi nilai kuat tekan yang disyaratkan yaitu 25 MPa. Dimana umur perendaman 28 hari beton normal memiliki nilai kuat tekan rata-rata 30,573 Mpa.

Sebelum



Sesudah



Gambar IV. 3 Pengujian Kuat Tekan Silinder SCC

IV.5 Pengujian Kuat Lentur

Hasil pengujian balok beton. Pengujian sampel ini dilakukan dengan menaruh balok di atas 2 tumpuan dan menggunakan pembebanan two point load, sampai benda uji patah atau mencapai beban maksimum. Pengujian balok dilakukan pada sampel uji balok berukuran 15x15x60 cm. Pada penelitian ini balok normal berfungsi sebagai pembanding dengan balok yang telah diberikan perkuatan.

Adapun hasil pengujian kuat lentur balok normal dan balok yang diperkuat dengan wiremesh dapat dilihat pada Tabel IV.6.

Tabel IV. 6 Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok

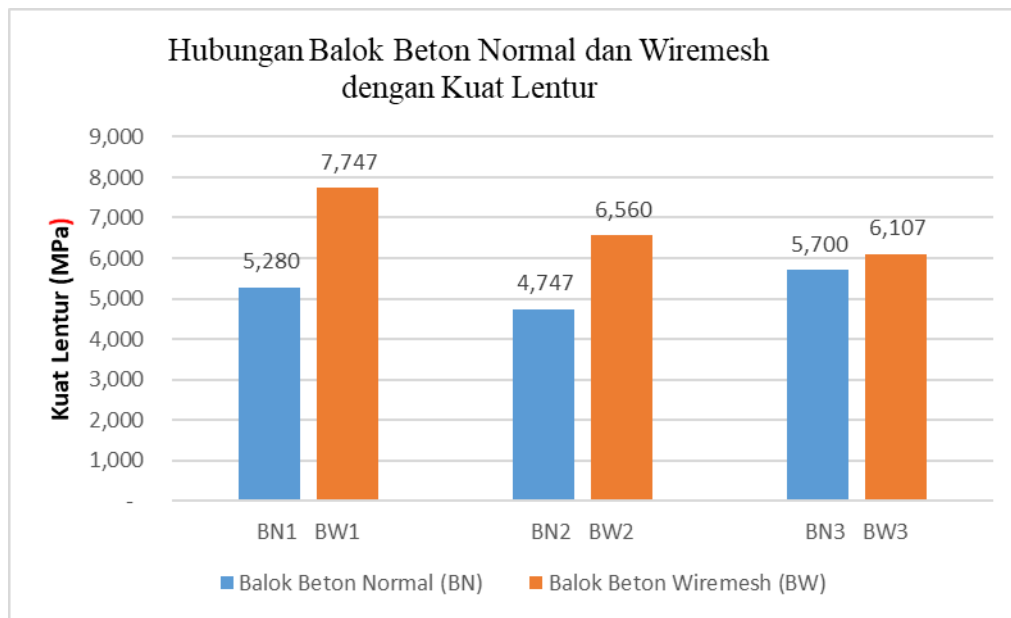
Kode	Umur (Hari)	Beban (P) (KN)	Beban (P) Rata-Rata (KN)	Kuat Lentur (σ) (MPa) (Lamp. G Hal.78)	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)	Persentase Peningkatan Balok BN terhadap BW
BN ₁	28	39,600	32,666	5,280	5,013	31,915 %
BN ₂	28	35,600		4,747		
BN ₃	28	22,800		5,700		
BW ₁	28	53,800	48,266	7,173	6,613	
BW ₂	28	49,200		6,560		
BW ₃	28	41,800		6,107		

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Catatan : BW₃ tidak masuk dalam rata-rata kuat lentur

Pada Tabel IV.6 diperlihatkan nilai kuat lentur pada setiap benda uji yang memiliki nilai rata untuk balok beton normal yaitu 5,242 MPa sedangkan nilai untuk balok beton perkuatan wiremesh 6,435 yang memiliki persentase peningkatan 31,915 %, jadi dapat disimpulkan bahwa penambahan perkuatan wiremesh pada balok dapat meningkatkan kuat lentur pada balok. Adapun beberapa benda uji yang memiliki nilai berbeda karena pada saat pengecoran tidak menggunakan mesin pengaduk melainkan dilakukan secara manual, jadi nilai yang didapat tidak maksimal.

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel IV.6 terlihat pada Gambar IV.4, hubungan Balok beton Normal dan Wiremesh dengan kuat lentur (MPa) yaitu balok beton normal 1 dengan kuat lentur sebesar 5,280 MPa, Balok 2 sebesar 4,747 MPa, dan Balok 3 sebesar 5,700 Mpa; balok beton *wiremesh* 1 dengan kuat lentur sebesar 7,173 MPa, Balok 2 sebesar 6,560 MPa, dan Balok 3 sebesar 6,107 MPa). Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan perkuatan *wiremesh* pada balok normal dapat meningkatkan nilai kuat lentur balok tersebut.



Gambar IV. 4 Diagram kuat lentur balok normal dan balok wiremesh

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel IV.6 terlihat pada Gambar IV.4, hubungan Balok beton Normal dan Wiremesh dengan kuat lentur (MPa) yaitu balok beton normal 1 dengan kuat lentur sebesar 5,280 MPa, Balok 2 sebesar 4,747 MPa, dan Balok 3 sebesar 5,700 Mpa; balok beton *wiremesh* 1 dengan kuat lentur sebesar 7,173 MPa, Balok 2 sebesar 6,560 MPa, dan Balok 3 sebesar 6,107 MPa). Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan perkuatan *wiremesh* pada balok normal dapat meningkatkan nilai kuat lentur balok tersebut.

Sebelum di uji



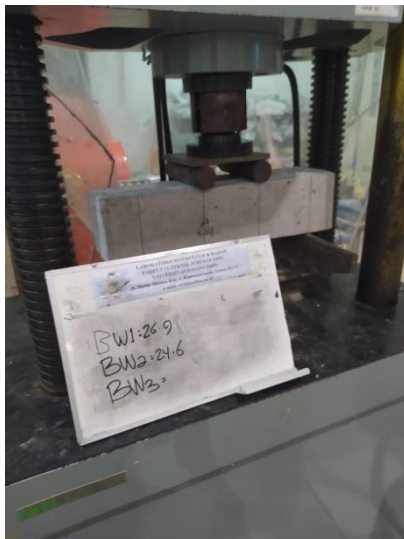
Sesudah di uji



Gambar IV. 5 Hasil Pengujian Balok Normal

Berdasarkan Gambar IV.5 diatas dapat dilihat terjadinya retakan pada balok normal setelah di uji.

Sebelum di uji



sesudah di uji



Gambar IV. 6 Hasil Pengujian Balok Wiremesh

Hasil dari Gambar IV. 6 menunjukkan hasil retakan pada balok wiremesh setelah di uji.

IV.6 Pola Retak

Retak merupakan suatu keadaan pecahnya atau pemisahan suatu struktur tanpa terjadinya keruntuhan. Berikut adalah pola retak yang terjadi pada balok.

IV.6.1 Pola Retak Balok Normal

Keretakan yang terjadi pada pengujian balok normal mengalami retak lentur, dimana retak yang terjadi hampir tegak lurus dengan arah balok. Adapun retak balok dapat di lihat pada Gambar IV.7



Gambar IV. 7 Model Keretakan Pada Balok Normal

Pola retak yang terjadi pada pengujian balok normal pada penelitian ini adalah pola retak lentur. Retakan awal yang terjadi pada balok ini semuanya terjadi pada daerah yang memiliki nilai momen maksimum yaitu jarak antar beban. Apabila beban yang diberikan pada balok terus bertambah maka retakan yang muncul di tengah bentang akan terus bertambah dan retakan awal yang terjadi akan semakin lebar dan menyebabkan balok beton patah.

IV.6.2 Pola Retak Balok Wiremesh

Jenis retak yang terjadi pada balok wiremesh adalah retak lentur, dimana nilai lentur jauh lebih besar dari pada gaya geser. Retak yang terjadi hampir tegak lurus. Keretakan dapat dilihat pada Gambar IV.8.



Gambar IV. 8 Model Keretakan Pada Balok wiremesh

Pada balok yang ditambahkan perkuatan wiremesh, panjang retakan terjadi lebih lambat dibanding dengan panjang retakan balok tanpa perkuatan wiremesh. Lebar retakan yang terjadi pada balok yang diberi perkuatan wiremesh diagonal lebih kecil dari lebar dari retakan balok normal. Ini menunjukkan balok yang ditambahkan perkuatan wiremesh mampu menahan retak pada balok.

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian saya, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perbandingan kekuatan lentur balok normal dengan balok wiremesh sebesar 5,013 Mpa dan 6,613 Mpa.
2. Persentase peningkatan kekuatan lentur balok beton wiremesh sebesar 31,915% terhadap balok beton normal.
3. Pola retak pada balok normal dan balok wiremesh berupa retak lentur. menunjukkan bahwa balok wiremesh dapat menahan retak pada balok.

V.2 Saran

1. Pada penelitian berikutnya menambahkan perbandingan antara balok yang menggunakan wiremesh dan yang tidak menggunakan wiremesh dengan volume yang sama Pada penelitian selanjutnya baiknya membandingkan antara jacketing yang menggunakan *superplasticizer* dan tanpa menggunakan *superplasticizer* guna mengetahui adakah pengaruh terhadap mutu beton.
2. Pada penelitian berikutnya diberikan variasi pada ukuran diameter wiremesh.
3. Peralatan laboratorium diperbaikii seperti mesin pengaduk beton, agar tidak mencampur secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Arwin Amiruddin. 2016. *Metode Retrofit Dengan Wire Mesh Dan Scc Untuk Peningkatan Kekuatan Lentur Balok Beton Bertulang*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar 90245.
- ASTM C33-74a, *Standard Specification for Concrete Agregate*. (1976): Annual Books of ASTM Standards. Philadelphia-USA.
- ASTM C494 dan *British Standard 5075*. (1982): *Superplasticizer*, United State, Association of Standard Testing Materials.
- Baddu, D.A. 2020. *Perkuatan Balok Beton SCC Menggunakan Wiremesh Pada Daerah Lentur Dan Geser*.(Skripsi) Universitas Fajar. Makassar.
- Dualembang, Hery. 2014. *Studi Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang dengan Metode Retrofit Menggunakan Wiremesh dan SCC*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- EFNARC (2005): *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete: Specification*,
- Gilbert, R. I. dan Mickleborough, N. C. (1990): *Design of Prestressed Concrete*. Sydney. Unwin Hyman Ltd.
- Imran, I. (2006). *Catatan Kuliah Pengenalan Rekayasa dan Bahan Konstruksi*. Departemen Teknik Sipil ITB. Bandung
- Ismhayanti, Ma'rifah. 2014. *Studi Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang dengan Metode Retrofit Ditekang pada Daerah Lentur dan Geser Menggunakan Wiremesh dan SCC*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Satriadi. 2020. *Perkuatan Lentur Balok Beton Self Compacting Concrete (SCC) Yang Menggunakan Wiremesh Dengan Metode Jacketing*, (Skripsi) Univeritas Fajar, Makassar.

- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1997. *Spesifikasi Beton Siap Pakai*. SNI 03-4433-1997. Departemen Pekerjaan Umum
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2000. *Perencanaan Campuran Tinggi Dengan Semen Portland Dengan Abu Terbang*. SNI-03-6468-2000. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2000. *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan Dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen*. SNI-03-6820-2000. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2002. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. SNI-03-2847-2002. Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2004. *Semen Portland*. SNI-15-2049-2004. Badan Standarisasi Nasional.
- Tjokrodimuljo, K., 1996, *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, 2007. *Teknologi Beton*. Biro penerbit: Yogyakarta

LAMPIRAN

LAMPIRAN A PENGUJIAN KARAKTERISTIK AGREGAT



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Satriadi
Laboratorium

Diperiksa : Koordinator

Pengujian : Karakteristik Agregat Tgl. Pemeriksaan : 16 Juli 2020

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)

Hasil Percobaan I

$$A = \text{Volume Lumpur (VL)} = 20 \text{ MI}$$

$$B = \text{Volume Total (Lumpur + Pasir) (VT)} = 410 \text{ MI}$$

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{\text{VL}}{\text{VT}} \times 100\% = 4.88\%$$

Jadi nilai rata-rata untuk kadar lumpur pasir adalah = 4.88 % memenuhi syarat dalam campuran beton maksimal 0,2 % - 5 %

Makassar, 16 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium

Asri Mulya Setiawan, S.T., M.T.



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Satriadi
Laboratorium

Diperiksa : Koordinator

Pengujian : Karakteristik Agregat

Tgl. Pemeriksaan : 16 Juli 2020

Penelitian : Tugas Akhir

Analisa Saringan Agregat Halus (Pasir)

Berat contoh kering = 1.000 gram

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	Σ PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
Mm	gram	%	%	%
No. 4	10	1,00	1,00	99,00
No.8	20	2,00	3,00	97,00
No. 16	100	10,00	13,00	87,00
No. 30	130	13,00	26,00	74,00
No. 50	450	45,00	71,00	29,00
No. 100	170	17,00	88,00	12,00
No. 200	100	10,00	98,00	2,00
pan	20	2,00	0,00	0,00
Jumlah	1000	100,00	300,00	

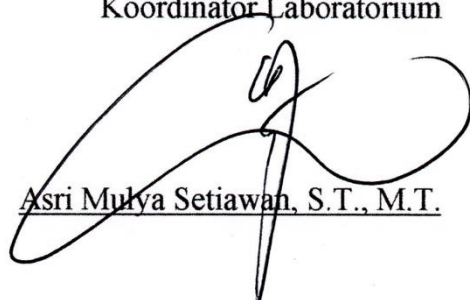
$$\text{Modulus Kehalusan Pasir (F)} = \frac{300,00}{100} = 3,00$$

Jadi hasil pengujian analisa saringan agregat halus adalah 3,00 dimana memenuhi syarat pencampuran beton yaitu 2,3 – 3,1.

Makassar, 16 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium


Asri Mulya Setiawan, S.T., M.T.



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Satriadi
Laboratorium
Diperiksa : Koordinator

Pengujian : Karakteristik Agregat
Tgl. Pemeriksaan : 17 Juli 2018

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Air Agregat Halus (Pasir)

Kode	Keterangan	Satuan	Berat
A	Berat Talam	Gram	80
B	Berat Talam + Benda Uji	Gram	2080
C	Berat benda Uji (B - A)	Gram	2000
D	Berat Benda Uji Kering	Gram	1935

$$\begin{aligned}\text{Kadar Air} &= \frac{C - D}{D} \times 100\% \\ &= \frac{2000 - 1935}{1935} \times 100\% \\ &= 3,359173 \%\end{aligned}$$

Jadi hasil pengujian kadar air agregat halus adalah 3,35 % dimana memenuhi syarat campuran beton 3% - 5%.

Makassar, 17 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium


Asri Mulya Setiawan, S.T., M.T.



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Satriadi
Laboratorium

Diperiksa : Koordinator

Pengujian : Karakteristik Agregat Tgl. Pemeriksaan : 17 Juli 2020

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Volume Agregat Halus (Pasir)

Kode	Keterangan	Satuan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler	liter	0,91609	0,91609
B	Berat Bohler Kosong	gram	3550	3550
C	Berat bohler + Benda Uji	gram	5115	4995
D	Berat Benda Uji (C - B)	gram	1565	1605
BERAT VOLUME	= $\frac{D}{A}$	kg/liter	1,7083	1,7520

Jadi hasil pengujian berat volume agregat halus adalah kondisi padat = 1,7083 kg/liter dan gembur = 1,7520 kg/liter dimana memenuhi syarat pencampuran beton 1,4 – 1,9 kg/liter.

Makassar, 17 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium


Asri Mulya Setiawan, S.T., M.T.

$$= \frac{250}{250 + 405 - 555}$$

$$= \frac{250}{100}$$

$$= 2,50 \text{ gram}$$

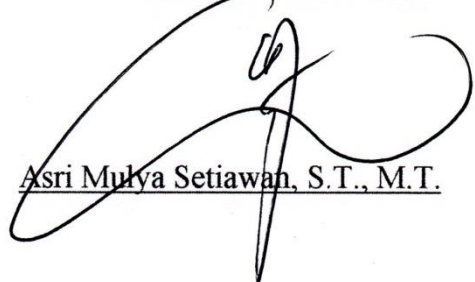
- Absorption = $\frac{B - G}{G} \times 100\%$
- = $\frac{250 - 230}{230} \times 100\%$
- = $\frac{20}{230} \times 100\%$
- = 2.04 %

Jadi hasil pengujian berat jenis agregat halus semua memenuhi syarat pencampuran beton, kecuali absorsi yang mendapatkan nilai 2,04 % sedangkan intervalnya 0,2 % – 2 %.

Makassar, 18 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium



Asri Mulya Setiawan, S.T., M.T.



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Satriadi
Laboratorium

Diperiksa : Koordinator

Pengujian : Karakteristik Agregat Tgl. Pemeriksaan : 19 Juli 2020

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Organik Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan pada standar warna menunjukkan warna no. 2 sehingga dapat disimpulkan bahwa kadar organik pada pasir tersebut tergolong sedang dan dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.



Gambar hasil pengujian



Gambar standar warna

Makassar, 19 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium


Asri Mulya Setiawan, S.T., M.T.

Lampiran B Pengujian Karakteristik Agregat Kasar



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Satriadi
Laboratorium

Diperiksa : Koordinator

Pengujian : Karakteristik Agregat

Tgl. Pemeriksaan : 23 Juli 2020

Penelitian : Tugas Akhir

Berat Volume Agregat Kasar (Kerikil)

Kode	Keterangan	Satuan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler	liter	0,91609	0,91609
B	Berat Bohler Kosong	gram	3550	3550
C	Berat bohler + Benda Uji	gram	5100	5080
D	Berat Benda Uji (C - B)	gram	1550	1530
BERAT VOLUME	= $\frac{D}{A}$	kg/liter	1,6920	1,6701

Jadi hasil pengujian berat volume agregat kasar pada kondisi padat = 1,6920 kg/liter dan gembur = 1,6701 kg/liter dimana memenuhi syarat pencampuran beton 1,6 - 1,9 kg/liter.

Makassar, 23 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium


Asri Mulya Setiawan, S.T., M.T.



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Satriadi
Laboratorium
Diperiksa : Koordinator

Pengujian : Karakteristik Agregat
Tgl. Pemeriksaan : 20 Juli 2020

Penelitian : Tugas Akhir

Analisa Saringan Agregat Kasar (Kerikil)

Berat contoh kering = 1500 gram

NOMOR SARINGAN	BERAT TERTAHAN	PERSEN TERTAHAN	Σ PERSEN TERTAHAN	PERSEN LOLOS
Mm	gram	%	%	%
1	0	0,00	0,000	100,00
3\4	95	6,33	6,333	93,67
3\8	750	50,00	56,333	43,67
4	655	43,67	100,000	0,00
8	0	0,00	100,000	0,00
16	0	0,00	100,000	0,00
30	0	0,00	100,000	0,00
50	0	0,00	100,000	0,00
100	0	0,00	100,000	0,00
Pan	0	0,00	0,000	0,00
Jumlah	1500	100,00	662,667	

$$\text{Modulus Kehalusan Kerikil (F)} = \frac{662,667}{100} = 6,63$$

Jadi hasil pengujian analisa saringan agregat kasar adalah 6,63 dimana memenuhi syarat pencampuran beton 6 – 7,1.

Makassar, 20 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium


Asri Mulya Setiawan, S.T., M.T.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{1299}{3235} \times 100\% \\
 &= 2,56 \text{ Gram} \\
 \bullet \text{ Absorption} &= \frac{(B - A) - E}{E} \times 100\% \\
 &= \frac{3868 - 540 - 3235}{3235} \times 100\% \\
 &= \frac{93}{3235} \times 100\% \\
 &= 2,875 \text{ Gram}
 \end{aligned}$$

Jadi hasil pengujian berat jenis agregat kasar semua memenuhi syarat pencampuran beton

Makassar, 23 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium



Asri Mulya Setiawan, S.T., M.T.



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS FAJAR

Jl. Prof. Abdurrahman Basalamah No. 101 Makassar 90231

Dikerjakan : Satriadi
Laboratorium
Diperiksa : Koordinator
Pengujian : Karakteristik Agregat
Tgl. Pemeriksaan : 24 Juli 2020
Penelitian : Tugas Akhir

Keausan Agregat Kasar (Kerikil)

Keterangan : -Agregat kasar yang lolos saringan nomor 3/4 tertahan pada saringan no. 1/2 & 3/4 (masing-masing 3.000 gram)
-Saringan 1/2 = 2500
-Saringan 3/8 = 2500
- Berat sebelum di abrasi (A)
- Berat setelah diabrasi = 3010 (B)

Perhitungan

$$\text{abrasi} = \frac{A-B}{A} \times 100\%$$
$$\frac{5000-3010}{5000} \times 100\%$$
$$= 40 \%$$

Jadi nilai rata – rata dari keausan agregat kasar adalah = 40 % dimana memenuhi syarat pencampuran beton maksimal 50 %.

Makassar, 24 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium


Asri Mulya Setiawan, S.T., M.T.

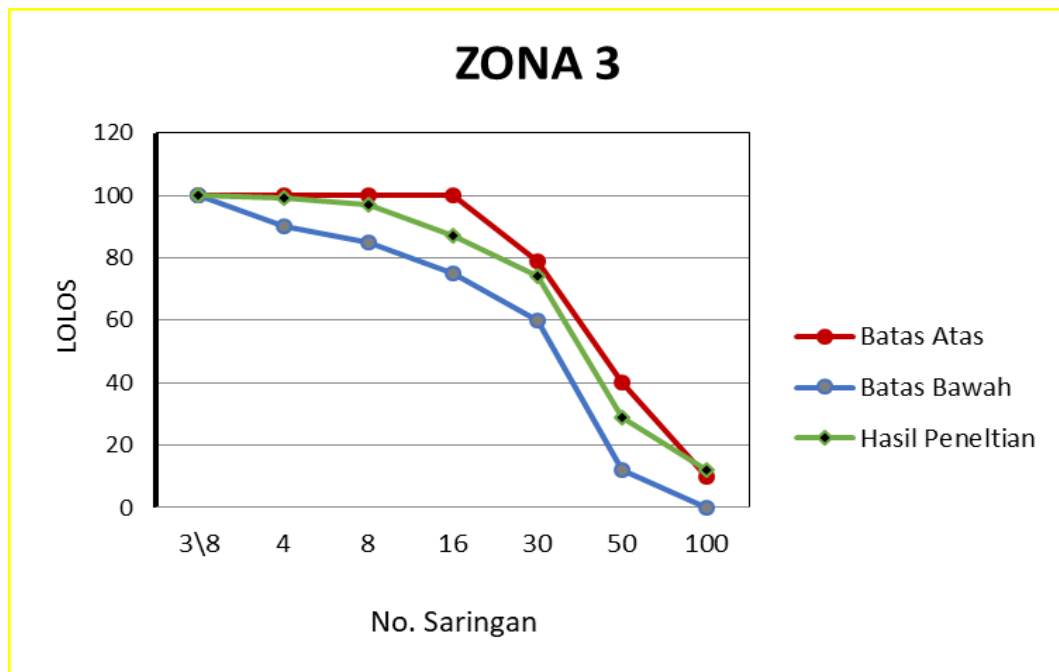
NO	JENIS PENGUJIAN	Spesifikasi SNI		Hasil Pengujian		Keterangan	
		Pasir	Kerikil	Pasir	Kerikil	Pasir	Kerikil
1	Kadar Lumpur	0,2% - 5%	Maks 1%	4,88%	0,4%	Memenuhi	Memenuhi
2	Kadar Air	3% - 5%	0,5%-2%	3,35%	1,2%	Memenuhi	Memenuhi
3	Berat Volume						
	a. Kondisi Lepas	1,4 - 1,9 kg/liter	1,6 - 1,9 kg/liter	1,70	1,67	Memenuhi	Memenuhi
	b. Kondisi Padat	1,4 - 1,9 kg/liter	1,6 - 1,9 kg/liter	1,75	1,69	Memenuhi	Memenuhi
4	Berat Jenis						
	a. Bj. Nyata	1,60 - 3,30	1,60 - 3,33	2,88	2,68	Memenuhi	Memenuhi
	b. Bj. Dasar Kering	1,60 - 3,31	1,60 - 3,34	2,30	2,49	Memenuhi	Memenuhi
	c. Bj. Kering permukaan	1,60 - 3,32	1,60 - 3,35	2,50	2,56	Memenuhi	Memenuhi
	d. absorpsi	0,2 - 2%	Maks 4%	2,04%	2,87%	Tidak Memenuhi	memenuhi
5	Modulus Kehalusan	2,3 - 3,1	6 - 7,1	3,00	6,63	Memenuhi	Memenuhi
6	Kadar Organik	<No.3		No.2		Memenuhi	Memenuhi
7	Keausan		Maks 50%		40%	Memenuhi	Memenuhi

Rekapitulasi karakteristik agregat

Lampiran C Batas Zona Agregat Halus Dan Agregat Kasar

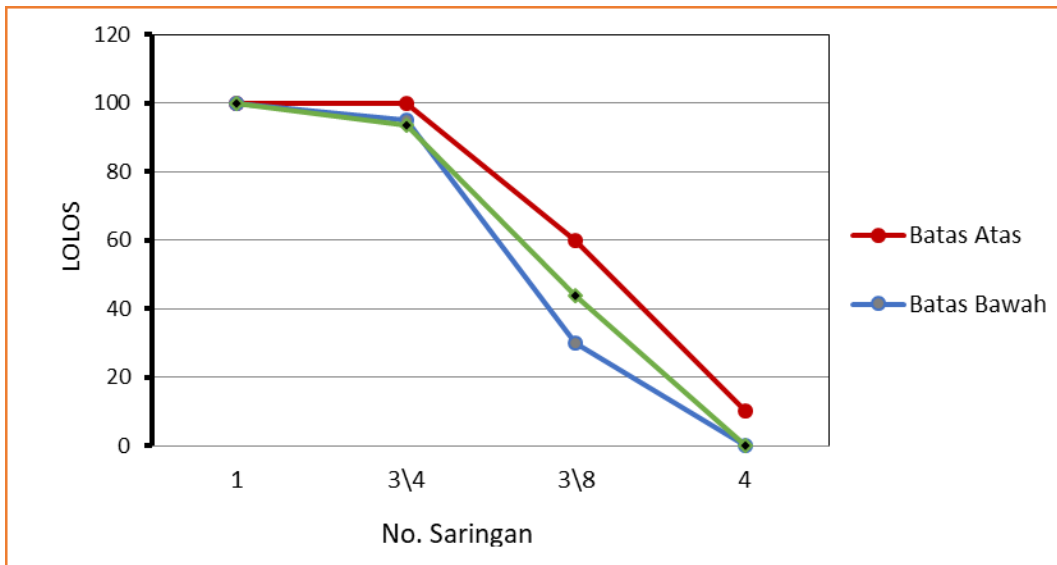
1. Agregat halus

NOMOR SARINGAN	Hasil Penelitian	Zona 1		Zona 2		Zona 3		Zona 4	
		Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas
mm									
1									
3/4									
3/8	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	99,00	90	100	90	100	90	100	95	100
8	97,00	60	95	75	100	85	100	95	100
16	87,00	30	70	55	90	75	100	90	100
30	74,00	15	34	35	59	60	79	80	100
50	29,00	5	20	8	30	12	40	15	50
100	12,00	0	10	0	10	0	10	0	15
pan	2,00								
Jumlah									



2. Agregat kasar

NOMOR SARINGAN	Hasil Penelitian	Ukuran max 10 mm		Ukuran max 20 mm		Ukuran max 40 mm	
		Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas	Batas Bawah	Batas Atas
mm						100	100
1	100,00	100	100	100	100	95	100
3\4	93,67	100	100	95	100	35	70
3\8	43,67	50	85	30	60	10	40
4	0,00	0	10	0	10	0	5
8							
16							
30							
50							
100							
pan							
Jumlah							



3. Penggabungan Agregat

Modulus halus butir agregat dari campuran pasir dan kerikil untuk bahan pembuat beton berkisar antara 5,0 – 6,5 (Kardiyono Tjokrodinuljo 1996:26).

Modulus halus butir campuran direncanakan sebesar 5,5 maka dapat dihitung:

$$w = \frac{K - C}{C - P} \times \frac{X}{100\%}$$

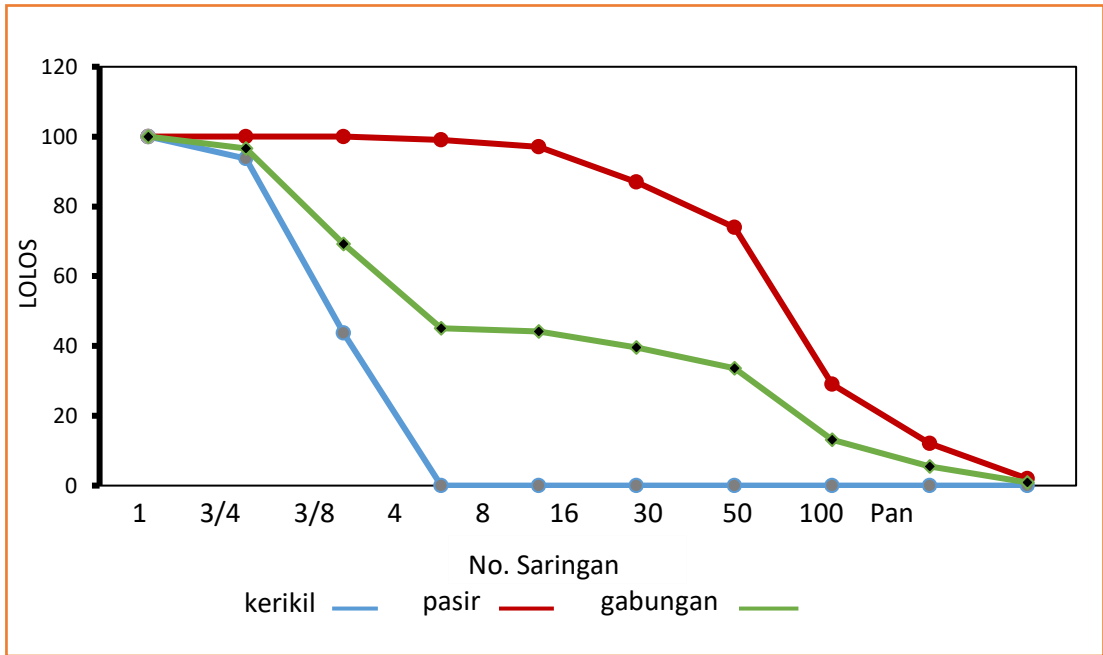
$$= \frac{6,63 - 5,5}{5,5 - 3,00} \times 100 = 45,2\%$$

Berat pasir terhadap kerikil sebesar 54% atau dapat dikatakan perbandingan 45,2:100 atau 1:2,2

$$\text{Berat pasir} = \frac{1}{2,2} \times 100 = 45,5\%$$

$$\text{Berat kerikil} = \frac{1,2}{2,2} \times 100 = 55\%$$

Nomor Saringan mm	Persentase lolos (%)		Pasir X 45,5%	Kerikil X 54,5%	Agregat Gabungan
	Pasir	Kerikil			
1	100	100,00	45,5	54,5	100,0
0,75	100	93,67	45,5	51,1	96,5
0,375	100	43,67	45,5	23,8	69,3
4	99,00	0,00	45,0	0,0	45,0
8	97,00	0,00	44,1	0,0	44,1
16	87,00	0,00	39,5	0,0	39,5
30	74,00	0,00	33,6	0,0	33,6
50	29,00	0,00	13,2	0,0	13,2
100	12,00	0,00	5,5	0,0	5,5
pan	2,00	0,00	0,9	0,0	0,9
Jumlah	700,00	237,33	318,18	129,45	447,64



Lampiran D Mix Design Silinder

Rencana mutu beton	= 25 MPa
Ukuran maksimum agregat	= 20 mm
Berat jenis semen PCC	= 3,15
Berat jenis spesifik SSD pasir	= 2,0 gr/m ³
Berat jenis spesifik SSD kerikil	= 2,56 gr/m ³
Volume silinder (10 x 20)	= 0,00157 m ³
Faktor air semen	= 0,35

1. Penetapan kadar air bebas

Berdasarkan dengan nilai slump 10 cm dan ukuran maksimum agregat 20 mm, maka diperoleh :

- Kadar air bebas alami (Wf) = 195 kg/m³
- Kadar air bebas batu pecah (Wc) = 225 kg/m³
- Kadar air bebas = $(\frac{2}{3} \times Wf) + (\frac{1}{3} \times Wc)$
 $= \frac{2}{3} \times 195 + \frac{1}{3} \times 225$
 $= 205 \text{ kg/m}^3$

Berdasarkan The European Guidelines for Self Compacting Concrete. Berbagai komposisi material pembentuk beton SCC, dari tial mix :

These Guidelines are not intended to provide specific advice on mix design but Table 8.2 gives an indication of the typical range of constituents in SCC by weight and by volume. These proportions are in no way restrictive and many SCC mixes will fall outside this range for one or more constituents.

Constituent	Typical range by mass (kg/m ³)	Typical range by volume (litres/m ³)
Powder	380 - 600	
Paste		300 - 380
Water	150 - 210	150 - 210
Coarse aggregate	750 - 1000	270 - 360
Fine aggregate (sand)	Content balances the volume of the other constituents, typically 48 – 55% of total aggregate weight.	
Water/Powder ratio by Vol		0.85 – 1.10

Table 8.2 Typical range of SCC mix composition

Digunakan air sebanyak = 210 kg/m³

2. Penetapan kadar semen

$$\begin{aligned}\text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \\ &= \frac{210 \text{ kg/m}^3}{0.35} \\ &= 600.000 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

3. Volume total agregat (pasir dan kerikil)

$$\begin{aligned}\text{Volume total agregat} &= 1000 - \frac{\text{kadar semen}}{\text{Bj.semen}} - \text{kadar air} \\ &= 1000 - \frac{600.00 \text{ kg/m}^3}{3.15} - 210 \text{ kg/m}^3 \\ &= 599,52 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

4. Volume masing-masing agregat

$$\begin{aligned}\text{Volume kerikil} &= 50\% \times \text{Volume Total Agregat} \\ &= 50\% \times 599,52 \text{ kg/m}^3 \\ &= 299,762 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Volume pasir} &= 50\% \times \text{Volume Total Agregat} \\ &= 50\% \times 599,52 \text{ kg/m}^3 \\ &= 299,762 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

5. Berat masing-masing agregat

$$\begin{aligned}\text{Berat pasir} &= \text{Volume Pasir} \times \text{Bj. pasir} \\ &= 299,762 \text{ m}^3 \times 2,50 \\ &= 749,405 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Berat kerikil} &= \text{Volume Kerikil} \times \text{Bj. Kerikil} \\ &= 299,762 \text{ m}^3 \times 2,56 \\ &= 767,390 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Jumlah} &= \text{berat pasir} + \text{berat kerikil} \\ &= 749,405 \text{ kg/m}^3 + 767,390 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1516,80 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

6. Rasio terhadap jumlah semen

$$\begin{aligned}\text{Air} &= \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Semen}} \\ &= \frac{210}{600,00} = 0,350\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= \frac{\text{Berat Semen}}{\text{Berat Semen}} \\ &= \frac{600,00}{600,00} = 1,000\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Pasir} &= \frac{\text{Berat Pasir}}{\text{Berat Semen}} \\ &= \frac{749,405}{600,00} = 1,249\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kerikil} &= \frac{\text{Berat kerikil}}{\text{Berat Semen}} \\ &= \frac{767,390}{600,00} = 1,279\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Superplastizer} &= \frac{\text{Berat superplastizer}}{\text{Berat Semen}} \\ &= \frac{12,000}{600,00} = 0,02\end{aligned}$$

7. Berat material untuk 1 sampel beton

Berat material untuk 1 sampel silinder beton = volume silinder x nilai susut beton x berat material

$$\begin{aligned}\text{Volume silinder} &= \pi r^2 t \\ &= 3,14 \times 0,05 \times 0,05 \times 0,2 \\ &= 0,00157 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Air} &= V_{\text{silinder}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material air} \\ &= 0,00157 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 210 \text{ kg/m}^3 \\ &= 0,396 \text{ kg}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= V_{\text{silinder}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material semen} \\ &= 0,00157 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 600 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$= 1,130 \text{ kg}$$

Pasir = $V_{\text{silinder}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material pasir}$
 $= 0,00157 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 749,405 \text{ kg/m}^3$
 $= 1,412 \text{ kg}$

Kerikil = $V_{\text{silinder}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material air}$
 $= 0,00157 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 767,390 \text{ kg/m}^3$
 $= 1,446 \text{ kg}$

Superplastizer = $V_{\text{silinder}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material superplastizer}$
 $= 0,00157 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 12 \text{ kg/m}^3$
 $= 0,023 \text{ kg}$

8. Hasil mix design silinder beton

Tabel Hasil mix design silinder beton normal

Bahan Beton	Berat Beton (kg/m ³)	Rasio Terhadap Jml Semen	Berat untuk 1 sampel (kg)
Air	210,000	0,350	0,396
Semen	600,000	1,000	1,130
Pasir	749,405	1,249	1,412
Kerikil	767,390	1,279	1,446

Tabel Hasil mix design silinder beton beton SCC

Bahan Beton	Berat Beton (kg/m ³)	Rasio Terhadap Jml Semen	Berat untuk 1 sampel (kg)
Air	210,000	0,350	0,396
Semen	600,000	1,000	1,130
Pasir	749,405	1,249	1,412
Kerikil	767,390	1,279	1,446
Superplastizer	12	0,02	0,023

Lampiran E Mix Design Balok

Rencana mutu beton	= 25 MPa
Ukuran maksimum agregat	= 20 mm
Berat jenis semen PCC	= 3,15
Berat jenis spesifik SSD pasir	= 2,50 g
Berat jenis spesifik SSD kerikil	= 2,56 g
Volume balok (10 x 12 x 60)	= 0,0072 m ³
Faktor air semen	= 0,35

1. Penetapan kadar air bebas

Berdasarkan dengan nilai slump 10 cm dan ukuran maksimum agregat 20 mm, maka diperoleh :

- | | |
|------------------------------------|---|
| a. Kadar air bebas alami (Wf) | = 195 kg/m ³ beton |
| b. Kadar air bebas batu pecah (Wc) | = 225 kg/m ³ beton |
| c. Kadar air bebas | = $(\frac{2}{3} \times Wf) + (\frac{1}{3} \times Wc)$ |
| | = $\frac{2}{3} \times 195 + \frac{1}{3} \times 225$ |
| | = 205 kg/m ³ |

Berdasarkan The European Guidelines for Self Compacting Concrete. Berbagai komposisi material pembentuk beton SCC, dari tial mix :

These Guidelines are not intended to provide specific advice on mix design but Table 8.2 gives an indication of the typical range of constituents in SCC by weight and by volume. These proportions are in no way restrictive and many SCC mixes will fall outside this range for one or more constituents.

Constituent	Typical range by mass (kg/m ³)	Typical range by volume (litres/m ³)
Powder	380 - 600	
Paste		300 - 380
Water	150 - 210	150 - 210
Coarse aggregate	750 - 1000	270 - 360
Fine aggregate (sand)	Content balances the volume of the other constituents, typically 48 – 55% of total aggregate weight.	
Water/Powder ratio by Vol		0.85 – 1.10

Table 8.2 Typical range of SCC mix composition

Digunakan air sebanyak = 210 kg/m³

2. Penetapan kadar semen

$$\begin{aligned}\text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \\ &= \frac{210.000 \text{ kg/m}^3}{0.35} \\ &= 600,00 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

3. Volume total agregat (pasir dan kerikil)

$$\begin{aligned}\text{Volume total agregat} &= 1000 - \frac{\text{kadar semen}}{\text{Bj.semen}} \text{ kadar air} \\ &= 1000 - \frac{600,000 \text{ kg/m}^3}{3.15} - 210 \text{ kg/m}^3 \\ &= 599,524 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

4. Volume masing-masing agregat

$$\begin{aligned}\text{Volume kerikil} &= 50 \% \times \text{Volume Total Agregat} \\ &= 50 \% \times 599,524 \text{ kg/m}^3 \\ &= 299,762 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume pasir} &= 50 \% \times \text{Volume Total Agregat} \\ &= 50 \% \times 599,524 \text{ kg/m}^3 \\ &= 299,762 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

5. Berat masing-masing agregat

$$\begin{aligned}\text{Berat pasir} &= \text{Volume Pasir} \times \text{bj. pasir} \\ &= 299,762 \text{ kg/m}^3 \times 2,50 \\ &= 749,405 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat kerikil} &= \text{Volume Kerikil} \times \text{bj. kerikil} \\ &= 299,762 \text{ kg/m}^3 \times 2,56 \\ &= 767,390 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah} &= \text{berat pasir} + \text{berat kerikil} \\ &= 749,405 \text{ kg/m}^3 + 767,390 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1516,80 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

6. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

$$\text{Superplasticizer} = 600,00 \times 2 \% = 12 \text{ kg}$$

7. Rasio terhadap jumlah semen

$$\begin{aligned} \text{Air} &= \frac{\text{Berat Air}}{\text{Berat Semen}} \\ &= \frac{210}{600,00} = 0,350 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Semen} &= \frac{\text{Berat Semen}}{\text{Berat Semen}} \\ &= \frac{600,00}{600,00} = 1,000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pasir} &= \frac{\text{Berat pasir}}{\text{Berat Semen}} \\ &= \frac{749,405}{600,00} = 1,249 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kerikil} &= \frac{\text{Berat kerikil}}{\text{Berat Semen}} \\ &= \frac{767,390}{600,00} = 1,279 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Superplastizer} &= \frac{\text{Berat Superplastizer}}{\text{Berat Semen}} \\ &= \frac{12,000}{600,00} = 0,02 \end{aligned}$$

8. Berat material untuk 1 sampel beton

$$\text{Berat material untuk 1 sampel balok beton} = V_{\text{blk}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{balok}} &= p \times l \times t \\ &= 0,6 \times 0,10 \times 0,12 \\ &= 0,0072 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Air} &= V_{\text{blk}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material air} \\ &= 0,0072 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 210 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1,814 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Semen} = V_{\text{blk}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material semen}$$

$$= 0,0072 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 600 \text{ kg/m}^3$$

$$= 5,184 \text{ kg}$$

Pasir = $V_{\text{blk}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material pasir}$

$$= 0,0072 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 749,405 \text{ kg/m}^3$$

$$= 6,475 \text{ kg}$$

Kerikil = $V_{\text{blk}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material kerikil}$

$$= 0,0072 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 767,390 \text{ kg/m}^3$$

$$= 6,630 \text{ kg}$$

Superplastizer = $V_{\text{blk}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material superplastizer}$

$$= 0,0072 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 12 \text{ kg/m}^3$$

$$= 0,104 \text{ kg}$$

Tabel mix design untuk balok beton normal

Bahan Beton	Berat Beton (kg/m ³)	Rasio Terhadap Jml Semen	Berat untuk 1 sampel (kg)
Air	210	0,350	1,814
Semen	600,000	1,000	5,184
Pasir	749,405	1,249	6,475
Kerikil	767,390	1,279	6,630

Tabel mix design untuk balok beton SCC

Bahan Beton	Berat Beton (kg/m ³)	Rasio Terhadap Jml Semen	Berat untuk 1 sampel (kg)
Air	210	0,350	1,814
Semen	600,000	1,000	5,184
Pasir	749,405	1,249	6,475
Kerikil	767,390	1,279	6,630
Superplasticizer	12,000	0,02	0,104

Lampiran F Perhitungan Pengujian

1. Kuat Tekan

Table hasil pengujian kuat tekan silinder normal

Tanggal	Umur	Berat	Slump	Luas (A)	Beban (P)	$f'c = P/A$	Kuat Tekan Rata-Rata
Test	(Hari)	(Kg)	(mm)	(mm ²)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
19/09/22	28	3,512	100	7850	200000	25.478	27,601
19/09/22		3,496	100		240000	30.573	
19/09/22		3,534	100		210000	26.752	

Sumber : Hasil Pengolahan Data

$$\text{Rumus : } f'c = \frac{P}{A}$$

Dimana :

$f'c$ = Kuat tekan (Mpa)

P = Beban tekan (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

a. Perhitungan Hasil Kuat Tekan Silinder Beton Normal

- Kuat tekan silinder beton normal1 (SN1)

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (100^2) \text{ mm} \\ &= 7850 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= 200 \text{ kN} \quad (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\ &= 200 \times 1000 \\ &= 200000 \text{ N} \end{aligned}$$

$$f'c = \frac{P}{A}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{200000 \text{ N}}{7850 \text{ mm}^2} \\
&= 25,478 \text{ N/mm}^2 \approx 25,478 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- Kuat tekan silinder beton normal 2 (SN2)

$$\begin{aligned}
A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\
&= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (100^2) \text{ mm} \\
&= 7850 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P &= 240 \text{ kN} && (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\
&= 240 \times 1000 \\
&= 240000 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
f'_c &= \frac{P}{A} \\
&= \frac{240000 \text{ N}}{7850 \text{ mm}^2} \\
&= 30,573 \text{ N/mm}^2 \approx 30,573 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- Kuat tekan silinder beton normal 3 (SN3)

$$\begin{aligned}
A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\
&= \left(\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (100^2)\right) \\
&= 7850 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
P &= 210 \text{ kN} && (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\
&= 210 \times 1000 \\
&= 210000 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
f'_c &= \frac{P}{A} \\
&= \frac{210000}{7850} \\
&= 26.752 \text{ N/mm}^2 \approx 26.752 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

Kuat tekan rata-rata untuk silinder beton normal adalah

$$\begin{aligned}
 f'c &= \frac{SN1 + SN2 + SN3}{3} \\
 &= \frac{27,601 \text{ N/mm}^2 + 30,573 \text{ N/mm}^2 + 26.752 \text{ N/mm}^2}{3} \\
 &= 27,601 \text{ N/mm}^2 \approx 27,601 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Table hasil pengujian kuat tekan silinder SCC

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Tanggal	Umur	Berat	Slump	Luas (A)	Beban (P)	f'c = P/A	Kuat Tekan Rata-Rata
Test	(Hari)	(Kg)	(mm)	(mm ²)	(N)	(Mpa)	(Mpa)
19/09/22	28	3,526	600	7850	240000	30.573	30,573
19/09/22		3,494	600		250000	31.847	
19/09/22		3,475	600		230000	29.299	

Sumber : Hasil Pengolahan Data

b. Perhitungan Hasil Kuat Tekan Silinder Beton SCC

- Kuat tekan silinder SCC 1 (SSCC1)

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (100^2) \text{ mm} \\
 &= 7850 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P &= 240 \text{ kN} \quad (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\
 &= 240 \times 1000 \\
 &= 2400000 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f'c &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{240000 \text{ N}}{7850 \text{ mm}^2} \\
 &= 30.573 \text{ N/mm}^2 \approx 30.573 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- Kuat tekan silinder SCC 2 (SSCC2)

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (100^2) \text{ mm} \\
&= 7850 \text{ mm}^2 \\
P &= 250 \text{ kN} \quad (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\
&= 250 \times 1000 \\
&= 250000 \text{ N} \\
f'c &= \frac{P}{A} \\
&= \frac{250000 \text{ N}}{7850 \text{ mm}^2} \\
&= 31.847 \text{ N/mm}^2 \quad \approx 31.847 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- Kuat tekan silinder SCC 3 (SSCC3)

$$\begin{aligned}
A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\
&= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (100^2) \text{ mm} \\
&= 7850 \text{ mm}^2 \\
P &= 230 \text{ kN} \quad (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\
&= 230 \times 1000 \\
&= 230000 \text{ N} \\
f'c &= \frac{P}{A} \\
&= \frac{230000 \text{ N}}{7850 \text{ mm}^2} \\
&= 29.299 \text{ N/mm}^2 \quad \approx 29.299 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

Kuat tekan rata-rata untuk silinder beton normal adalah

$$\begin{aligned}
f'c &= \frac{SSCC1 + SSCC2 + SSCC3}{3} \\
&= \frac{30.573 \text{ N/mm}^2 + 31.847 \text{ N/mm}^2 + 29.299 \text{ N/mm}^2}{3} \\
&= 30.573 \text{ N/mm}^2 \quad \approx 30.573 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

2. Kuat Lentur

Tabel hasil pengujian kuat lentur balok normal

Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Lebar (b) (mm)	Tinggi (h) (mm)	Panjang (l) (mm)	Beban (kN)	Kuat Lentur (Mpa)	Kuat Lentur Rata-Rata (Mpa)
19/09/22	28	150	150	450	39,6	5,280	5,013
19/09/22		150	150	450	35,6	4,747	
19/09/22		100	120	450	22,8	5,700	

Sumber : Hasil Pengolahan Data

$$\text{Rumus : } \sigma = \frac{P.l}{b.h^2}$$

Dimana :

σ = Kuat lentur (Mpa)

P = Beban tekan (N)

l = Jarak bentang antara dua garis perletakan (mm)

b = Lebar (mm)

h = Tinggi (mm)

1. Perhitungan Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Normal

a. Kuat lentur balok beton normal I (BN1)

$$\begin{aligned} P &= 39,600 \text{ kN} && (1\text{kN} = 1000 \text{ N}) \\ &= 39,600 \times 1000 \\ &= 39600 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\sigma = \frac{P.l}{b.h^2}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{39600 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{150 \text{ mm} \times (150^2) \text{ mm}} \\ &= \frac{17820000 \text{ N}}{3375000 \text{ mm}^2} \\ &= 5,280 \text{ N/mm}^2 && \approx 5,280 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

b. Kuat lentur balok beton normal 2 (BN2)

$$\begin{aligned} P &= 35,600 \text{ kN} && (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\ &= 35,600 \times 1000 \\ &= 35600 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P.l}{b.h^2} \\ &= \frac{35600 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{150 \text{ mm} \times (150^2) \text{ mm}} \\ &= \frac{16020000 \text{ N}}{3375000 \text{ mm}^2} \\ &= 4,747 \text{ N/mm}^2 && \approx \mathbf{4,74 \text{ Mpa}} \end{aligned}$$

c. Kuat lentur balok beton normal 3 (BN3)

$$\begin{aligned} P &= 22,800 \text{ kN} && (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\ &= 22,800 \times 1000 \\ &= 22800 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P.l}{b.h^2} \\ &= \frac{22800 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{120 \text{ mm} \times (120^2) \text{ mm}} \\ &= \frac{1026000 \text{ N}}{1800000 \text{ mm}^2} \\ &= 5,700 \text{ N/mm}^2 && \approx \mathbf{5,70 \text{ Mpa}} \end{aligned}$$

Jadi nilai rata-rata untuk pengujian kuat lentur balok beton normal adalah

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{BN1 + BN2 + BN3}{3} \\ &= \frac{5,28 \text{ N/mm}^2 + 4,74 \text{ N/mm}^2 + 5,70 \text{ N/mm}^2}{3} \\ &= 5,013 \text{ N/mm}^2 && \approx \mathbf{5,013 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

Tabel hasil pengujian kuat lentur balok *wiremesh*

Tanggal Pengujian	Umur (hari)	Lebar (b) (mm)	Tinggi (h) (mm)	Panjang (l) (mm)	Beban (kN)	Kuat Lentur (Mpa)	Kuat Lentur Rata-Rata (Mpa)
19/09/22	28	150	150	450	53,800	7,173	6,613
19/09/22		150	150	450	49,200	6,560	
19/09/22		150	150	450	41,800	6,107	

Sumber : Hasil Pengolahan Data

$$\text{Rumus : } \sigma = \frac{P.l}{b.h^2}$$

Dimana :

σ = Kuat lentur (Mpa)

P = Beban tekan (N)

l = Jarak bentang antara dua garis perletakan (mm)

b = Lebar (mm)

h = Tinggi (mm)

2. Uraikan hasil pengujian kuat lentur balok beton *Wiremesh* (BW)

a. kuat lentur balok beton *Wiremesh* 1 (BW1)

$$\begin{aligned} P &= 53,800 \text{ kN} && (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\ &= 53,800 \times 1000 \\ &= 53,800 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P.l}{b.h^2} \\ &= \frac{53800 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{150 \text{ mm} \times (150^2) \text{ mm}} \\ &= \frac{24210000 \text{ N}}{3375000 \text{ mm}^2} \\ &= 7,173 \text{ N/mm}^2 \quad \approx 7,173 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

b. kuat lentur balok beton *wiremesh* 2 (BW2)

$$\begin{aligned} P &= 49,200 \text{ kN} && (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\ &= 49,200 \times 1000 \\ &= 49200 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P \cdot l}{b \cdot h^2} \\ \sigma &= \frac{49200 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{150 \text{ mm} \times (150^2) \text{ mm}} \\ &= \frac{22140000 \text{ N}}{3375000} \\ &= 6,560 \text{ N/mm}^2 \quad \approx \mathbf{6,560 \text{ Mpa}} \end{aligned}$$

c. kuat lentur balok *wiremesh* 3 (BW3)

$$\begin{aligned} P &= 45,800 \text{ kN} && (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\ &= 45,800 \times 1000 \\ &= 45800 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P \cdot l}{b \cdot h^2} \\ &= \frac{45800 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{150 \text{ mm} \times (150^2) \text{ mm}} \\ &= \frac{20610000 \text{ N}}{3375000 \text{ mm}^2} \\ &= 6,107 \text{ N/mm}^2 \quad \approx \mathbf{6,107 \text{ Mpa}} \end{aligned}$$

Jadi nilai rata-rata untuk pengujian kuat lentur balok beton balok *wiremesh* adalah

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{BW1 + BW2 + BW3}{3} \\ &= \frac{7,173 + 6,560 + 6,107}{3} \\ &= 6,613 \text{ N/mm}^2 \quad \approx \mathbf{6,613 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

Nilai rata-rata presentase peningkatan kuat lentur BW terhadap kuat lentur BN adalah

$$\begin{aligned}\text{Presentase peningkatan} &= \frac{BW - BN}{BN} \\ &= \frac{6,613 - 5,013}{5,013} \times 100\% \\ &= \mathbf{31,917\%}\end{aligned}$$

Lampiran G Dokumentasi Penelitian

1. Pencucian agregat halus dan agregat kasar



2. Penyaringan agregat kasar



3. Persiapan pengecoran



4. Pengujian slump test



5. Pemotongan *wiremesh* sesuai ukuran yaitu 15 x 35 cm



6. Membuat kasar permukaan beton menggunakan gurinda



7. Pemasangan *wiremesh* ke balok beton normal



8. Perendaman benda uji



9. Berat Benda Uji



10. Pengujian benda uji

