

**STUDI EKSPERIMENTAL TERHADAP BALOK BETON
YANG DIPERKUAT WIREMESH PADA KOMBINASI
DAERAH LAPANGAN DAN DAERAH LENTUR**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

ROSPATI GIRIK ALLO

1820121030



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

**“STUDI EKSPERIMENTAL TERHADAP BALOK BETON YANG DIPERKUAT
WIREMESH PADA KOMBINASI DAERAH LAPANGAN DAN
DAERAH LENTUR”**


Oleh

ROSPATI GIRIK ALLO
1820121030

Menyetujui,
Tim Pembimbing
Makassar, 18 Oktober 2022

Pembimbing 1


Pembimbing 2


Dr. Erdawaty, ST., MT
NIDN: 0921047802


Asri Mulva 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


Fatmawati Rachim, ST., MT
NIDN: 0919117903

PERNYATAAN ORISINALITAS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir:

“Studi Eksperimental Terhadap Balok Beton Yang Diperkuat Wiremesh Pada Kombinasi Daerah Lapangan Dan Daerah Lentur” adalah karya orisinal saya dan setiap seluruh sumber acuan yang telah ditulis sesuai dengan Paduan Penulisan Ilmiah yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Fajar.

Yang Menyatakan



Rospati Girik Allo

ABSTRAK

Studi Eksperimental Terhadap Balok Beton Yang Diperkuat Wiremesh Pada Kombinasi Daerah Lapangan Dan Daerah Lentur, *Rospati Girik Allo*. Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang paling banyak digunakan, sehingga kualitas beton yang baik akan sangat menunjang keamanan dari segi struktur. Seiring dengan berjalannya waktu, kekuatan beton berkurang sehingga menyebabkan beton mengalami kerusakan dimana beton mengalami penurunan mutu hingga dapat terjadi kegagalan struktur. 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* yang dilapisi *Self Compacting Concrete (SCC)* pada daerah lapangan dan 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 5,520 MPa dan balok wiremesh sebesar 7,351 MPa. Besar persentase peningkatan kuat lentur balok normal terhadap balok wiremesh sebesar 33,170%. 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

Experimental Study Of Wiremesh Reinforced Concrete Beam In Combination Of Field And Flexible Area, Rospati Girik Allo. Concrete is one of the most widely used building materials, so good quality concrete will greatly support structural safety. Over time, the strength of the concrete decreases, causing the concrete to suffer damage where the concrete decreases in quality so that structural failure can occur. This can not be separated from the use of concrete beams that are able to withstand bending loads and shear forces 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 wiremesh coated with Self Compacting Concrete (SCC) in the field area and bending 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, percentage increase in flexural strength, and crack patterns that occur between normal beams and wiremesh beams. The tests carried out were compressive strength testing and flexural strength testing. The testing was carried out after immersion for 28 days where the beam specimens 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 5,520 MPa and wiremesh beams is 7,351 MPa. The percentage increase in flexural strength of normal beams to wiremesh beams is 33,170%. The crack pattern that occurs between the normal beam and the wiremesh beam 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 dan syukur kita panjatkan atas hadirat Allah SWT. Atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga proposal penelitian ini dapat terselesaikan yang berjudul **“Studi Eksperimental Terhadap Balok Beton Yang Diperkuat Wiremesh Pada Kombinasi Daerah Lapangan Dan Daerah Lentur”**. Dimana penelitian ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi untuk menyelesaikan studi pada 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 penyusunan hingga selesainya proposal penelitian ini adalah berkat keterlibatan berbagai pihak. Olehnya pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang mendukung dalam penyusunan proposal ini, saya ucapkan kepada:

1. Kedua orang tua saya, Ayahanda Matius Gessengan dan Ibunda Peronika Girik Allo.
2. Dr. Mulyadi Hamid, S.E., M.Si selaku Rektor Universitas Fajar.
3. Dr. Ernianti, ST., MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Fajar.
4. Fatmawaty Rachim, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar.
5. Dr. Erdawaty, ST., MT selaku Pembimbing I.
6. Asri Mulya Setiawan, ST., MT selaku Pembimbing II.
7. Dosen, Staf, dan Karyawan Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Fajar.
8. Rekan mahasiswa Angkatan 2018 Program Studi Teknik Sipil.
9. Serta semua pihak dengan segala kerendahan hati membantu dalam penyelesaian proposal ini.

Tak lupa pula penulis haturkan maaf kepada seluruh pihak yang berhubungan dengan pengerjaan proposal ini jika terdapat kekeliruan dan kesalahan yang penulis perbuat, baik tutur kata maupun tingkah laku yang tidak berkenan selama dalam masa pengerjaan proposal ini. Penulis berharap semoga proposal ini

masih memiliki banyak kekurangan. Penulis mengharapkan koreksi dan saran atas kekurangan dari penulis guna untuk menyempurnakan.

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

Makassar, 7 November 2022

Rospati Girik Allo

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR SINGKATAN	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Batasan Masalah.....	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 Beton	4
II.2 SCC (<i>Self Compacting Concrete</i>)	5
II.3 Bahan Penyusun Beton	6
II.3.1 Agregat	6
II.3.1.1 Agregat Kasar.....	7
II.3.1.2 Agregat Halus.....	7
II.3.2 Semen Portland	8
II.3.3 Air.....	9

II.3.4 Bahan Tambahan (<i>Superplastizer</i>)	9
II.4 Wiremesh	10
II.5 Slump Flow Test	11
II.6 Perawatan Beton (curing)	12
II.7 Metode Jacketing	12
II.8 Balok	13
II.9 Kuat Lentur	14
II.10 Daerah Lapangan	15
II.11 Retak Pada Balok	16
II.12 Peneliti Terdahulu	18
BAB III	20
METODE DAN PELAKSANAAN	20
III.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	20
III.2 Alat dan Bahan	20
III.3 Pelaksanaan Penelitian	21
III.3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	21
III.3.2 Pembuatan Benda Uji	24
III.3.3 Pengujian Kuat Lentur Benda Uji.....	26
III.3.4 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji	27
III.4 Metode Pengumpulan Data	27
III.5 Analisa Data	28
III.6 Bagan Alur	29
BAB IV	30
HASIL DAN PEMBAHASAN	30
IV.1 Uji Karakteristik.....	30
IV.2 Mix Design	31

IV.3 Pengujian Kuat Lentur.....	35
IV.4 Pola Retak.....	38
BAB V	40
PENUTUP	40
V.1 Kesimpulan	40
V.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	43

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Proporsi Jumlah Material Penyusun SCC.....	6
Tabel II. 2 Gradasi Agregat Kasar.....	7
Tabel II. 3 Gradasi Agregat Halus.....	8
Tabel II. 4 Spesifikasi Bahan Wiremesh	11
Tabel III. 1 Pengujian Agregat Halus	22
Tabel III. 2 Pengujian Agregat Kasar	23
Tabel III. 3 Benda Uji Balok	24
Tabel III. 4 Benda Uji Silinder	24
Tabel IV. 1 Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat.....	30
Tabel IV. 2 Mix Design Silinder Beton Normal	31
Tabel IV. 3 Mix Design Silinder Beton SCC.....	31
Tabel IV. 4 Mix Design Balok Beton Normal	31
Tabel IV. 5 Komposisi Bahan Campuran Balok Beton SCC.....	31
Tabel IV. 6 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Silinder Beton Normal	33
Tabel IV. 7 Hasil Pengujian Dan Perhitungan Kuat Tekan Silinder Beton SCC..	34
Tabel IV. 8 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Lentur Balok Beton Normal (BN) dan Balok Beton <i>Wiremesh</i> (BW).....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Wiremesh	10
Gambar II. 2 Slump Flow Test (EFNARC 2005).....	12
Gambar II. 3 Bentuk Pembeban Balok Dalam Letur Murni.....	15
Gambar II. 4 Retak Lentur Murni.....	16
Gambar II. 5 Retak Geser	16
Gambar II. 6 Retak Geser Lentur	17
Gambar III. 1 Spesimen Benda Uji Balok Normal.....	25
Gambar III. 2 Spesimen Benda Uji Balok saat diberi wiremesh	25
Gambar III. 3 Spesimen Benda Uji Balok Setelah Diberi Wiremesh.....	25
Gambar III. 4 Spesimen Benda Uji Silinder	25
Gambar III. 5 Pengujian Kuat Lentur	26
Gambar III. 6 Pengujian kuat tekan	27
Gambar III. 7 Bagan Alur.....	29
Gambar IV. 1 Pengujian <i>Slump Flow</i>	32
Gambar IV. 2 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal (SN).....	33
Gambar IV. 3 Pengujian Kuat Tekan Beton SCC (SS)	34
Gambar IV. 4 Diagram kuat lentur balok normal dan balok.....	36
Gambar IV. 5 Hasil Pengujian Balok Normal 28 Hari.....	37
Gambar IV. 6 Hasil Pengujian Balok Wiremesh 28 Hari	37
Gambar IV. 7 Pola Retak Beton Normal.....	38
Gambar IV. 8 Pola Retak Balok Wiremesh	39

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)
BW	: Beton Wiremesh
BN	: Beton Normal

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A Pengujian Karakteristik Agregat Halus	44
Lampiran B Pengujian Karakteristik Agregat Kasar	51
Lampiran C Batas Zona Agregat Halus Dan Agregat Kasar	59
Lampiran D Mix Design Silinder.....	63
Lampiran E Mix Design Balok	67
Lampiran F Perhitungan Pengujian.....	71
Lampiran G Dokumentasi Penelitian	80

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Pembangunan konstruksi di Indonesia semakin meningkat, berhubung banyaknya permintaan dari masyarakat, seperti pembangunan perumahan, perkantoran, hotel dan lain sebagainya. Teknologi pembangunan beton berkembang pesat di Indonesia karena beton merupakan bahan dasar konstruksi yang sering digunakan. Terbukti dengan adanya berbagai inovasi beton jenis mutu tinggi, beton ringan, dan beton normal.

Beton adalah salah satu bahan bangunan yang paling penting dalam setiap pembangunan. Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2022).

Mengingat fungsi beton sebagai salah satu pembentuk struktural yang sering digunakan oleh masyarakat saat ini. Keadaan ini mudah dipahami, karena kondisi beton memiliki banyak keunggulan dibandingkan material lainnya. Keunggulan beton sebagai bahan konstruksi antara lain, memiliki kuat tekan tinggi, bebas mengikuti bentuk bangunan, tahan terhadap api, dan biaya perawatannya yang relatif rendah.

Beton pada konstruksi dapat diartikan sebagai bantuan yang dicetak pada suatu mall atau cetakan dalam keadaan cair atau kental dan dapat mengeras dengan baik. Beton terdiri atas agregat kasar, dan agregat halus, dan material pengikat biasanya disebut semen yang bersifat hidrolis yang berarti dapat mengikat dan mengeras dengan baik jika dicampurkan dengan air (Soetjipto, Ismoyo 1978).

Balok beton merupakan bagian dari struktur bangunan yang berfungsi untuk menumpuh lantai yang berada di atasnya. Fungsi balok beton adalah mengalirkan gaya melalui kolom ke pondasi. Balok beton memiliki peran untuk menopang gaya lentur dan geser. Balok mempunyai elemen struktur portal antara bentangan posisi horizontal. Pada daerah tersebut sering mengalami kegagalan struktur. Suatu struktur bangunan akan mengalami kegagalan struktur yang diakibatkan oleh unur

struktur bangunan, penambahan beban yang tidak sesuai dengan rencana, bangunan yang diahlifungsikan, mutu dari beton berkurang, cacat perawatan, maupun kejadian alam seperti gempa bumi. Oleh karena itu perlu perbaikan struktur.

Perbaikan struktur ditujukan untuk memulihkan atau meningkatkan daya dukung komponen struktur agar dapat menahan gaya tergantung beban yang direncanakan. Salah satunya perbaikan struktur yaitu dengan perkuatan struktur.

Perkuatan struktur merupakan metode dengan memberikan kekuatan tambahan suatu struktur bangunan baik berupa kolom, balok, maupun plat yang berhubungan dengan struktur suatu bangunan dengan penambahan material perkuatan. Dengan adanya perkuatan dapat mengatasi kerusakan pada balok. Dengan cara ini, balok dapat bekerja untuk menahan beban yang diterima. Salah satu contoh perkuatan yang diberikan dengan penambahan *wiremesh* pada balok. Pemasangan *wiremesh* diberikan pada *daerah lapangan dan daerah lentur* pada balok, yang dimana pemasangan ini diberikan secara eksternal.

Dari penyampaian diatas, penulis mengadakan penelitian tentang eksperimen balok beton yang diperkuat dengan penggunaan *wiremesh* pada kombinasi daerah lapangan dan daerah lentur yang kemudian disusun dalam bentuk tugas akhir dengan judul **“Studi Eksperimental Terhadap Balok Beton Yang Diperkuat Wiremesh Pada Kombinasi Daerah Lapangan Dan Daerah Lentur”**

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah penulis yaitu sebagai berikut:

1. Berapa nilai perbandingan kuat lentur balok beton normal dan kuat lentur balok kombinasi daerah lapangan dan daerah lentur yang di perkuat *wiremesh*?
2. Berapa persen peningkatan kekuatan balok beton pada kombinasi daerah lapangan dan daerah lentur yang menggunakan perkuatan *wiremesh*?
3. Bagaimana pola retak balok beton pada kombinasi daerah lapangan dan daerah lentur yang menggunakan perkuatan *wiremesh*?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui berapa nilai perbandingan kuat lentur balok beton normal dan kuat lentur balok kombinasi daerah lapangan dan daerah lentur yang diperkuat wiremesh.
2. Untuk mengetahui persen peningkatan kekuatan balok beton pada kombinasi daerah lapangan dan daerah lentur yang menggunakan *wiremesh*.
3. Untuk mengetahui pola retak pada balok beton pada kombinasi daerah lapangan dan daerah lentur yang menggunakan perkuatan *wiremesh*.

I.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Menggunakan metode *jacketing*, yaitu balok beton normal menggunakan perkuatan *wiremesh* dilapisi oleh beton SCC.
2. Balok beton dengan perkuatan *wiremesh* pada *daerah lapangan dan daerah lentur*.
3. Mutu beton yang digunakan yaitu ($f'_c=25$ MPa).
4. Benda uji berupa balok beton berukuran 10cm x 12cm x 60cm dan silinder beton berukuran 10cm x 20cm.
5. Bahan tambah berupa superplasticizer dengan komposisi 1%.
6. Digunakan wiremesh diameter 3mm dengan spasi 25mm x 25mm.
7. Proses *Curing* benda uji direndam dalam air tawar.
8. Pengujian kuat lentur dilaksanakan setelah umur perendaman 28 hari.
9. Benda uji yang telah diberikan perkuatan *wiremesh* berukuran 15cm x 15cm x 60cm.
10. Pengujian kuat lentur menggunakan alat *Tokyo Testing Machine*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Beton

Beton adalah bahan pembangunan yang pada saat ini umumnya dimanfaatkan. Sampai sekarang, struktur yang berbeda-beda menggunakan bahan yang cukup besar. Beton dalam dunia pembangunan dapat diartikan sebagai batuan yang dibentuk di pusat perbelanjaan dalam keadaan cair atau kental dan dapat memadat dengan baik. Kombinasi substansial terdiri dari total kasar, total halus, dan folio yang digerakkan oleh air sebagai beton. Sifatnya yang digerakkan oleh tekanan berarti akan mengikat dan memadat dengan baik ketika dicampur dengan air (Soetjipto, Ismoyo; 1978).

Dalam SNI-03-2847-2002 Beton adalah kombinasi dari beton Portland, total halus (pasir), total kasar (batuan) dan air, terlepas dari zat tambahan untuk meringkai massa yang kuat. Jumlah halus yang digunakan adalah seperti pasir biasa atau pasir yang dibuat oleh pemecah batu. Untuk total kasar digunakan sebagai batu biasa dan batu yang dikirim oleh pabrik industri batu penghancur. Dengan bertambahnya waktu semen dan sampai pada batas kekuatan rencana ($f'c$) pada umur 28 tahun.

Beton Kualitas luar biasa memiliki banyak manfaat, termasuk kekuatan tekan yang tinggi, perlindungan dari karat atau pembusukan karena keadaan ekologis, ketahanan aus dan perlindungan dari (panas, dingin, matahari, hujan). Beton juga memiliki beberapa kekurangan, khususnya kekakuan rendah, tumbuh dan mundur ketika ada penyesuaian suhu, sulit untuk kedap air tanpa cela dan lemah (Tjokrodinuljo, 1996).

Mutu suatu beton ditentukan berdasarkan penggunaannya dalam Pedoman Departemen PU (Publistang Prasarana Transportasi, devisi 7-2005), dibedakan atas:

1. Beton mutu tinggi $f'c \geq 45$ MPa

Umumnya digunakan untuk beton prategang, seperti tiang pancang beton prategang, balok beton prategang, pelat beton prategang dan sebagainya.

2. Beton mutu sedang $f'c$ kurang dari 20 – 45 MPa

Biasanya digunakan untuk semen yang didukung seperti balok perancah, penyangga yang kokoh, perut, lapisan yang kokoh, pondasi bentang, dan aspal beton yang kokoh..

3. Beton mutu rendah $f'c$ kurang dari 20 MPa

Umumnya digunakan untuk struktur beton tanpa tulangan seperti jalan beton, trotoar, dan pasangan batu kosong diisi adukan, pasangan batu.

II.2 SCC (*Self Compacting Concrete*)

Self Compacting Concrete adalah beton yang dapat memadat sendiri tanpa alat pemadat. Hal ini terjadi karena beton SCC mudah mengalir karena berat sendirinya mengisi ruang kosong pada cetakan, sehingga dapat mempermudah dalam pekerjaan beton terutama pada struktur dengan tulangan kompleks (EFNARC, 2005).

Berdasarkan spesifikasi SCC dari EFNARC, *workability* atau kecekan beton segar dapat dikatakan beton SCC, apabila memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. *Passing ability*, adalah kapasitas semen SCC untuk mengalir melalui lubang di antara batang bangunan atau area celah terbatas dari bentuk tanpa isolasi atau bocking. Model untuk nilai proporsi penghalang substansial SCC berubah dari 0,8 menjadi 1,0. Perangkat keras uji yang digunakan adalah I-shape box. Semakin tinggi proporsi hambatan, semakin baik aliran substansial baru dengan ketebalan tertentu.
2. *Filling ability* adalah kapasitas semen SCC untuk mengalir dan mengisi seluruh bagian bentuk di bawah beratnya sendiri. Untuk menentukan kemampuan mengisi beton SCC, uji aliran arus digunakan dengan kerucut Abrams yang dapat menentukan kegunaan bahan berdasarkan kapasitas hamburannya. Beton baru dikomunikasikan dengan lebar antara 60-75cm.
3. *Segregation resistance*, adalah kapasitas semen SCC untuk menjaga kreasi homogen selama jam transportasi ke proyeksi. Uji V-channel digunakan untuk mengukur konsistensi SCC dan sekaligus memutuskan oposisi isolasi.

Kapasitas semen baru untuk segera mengalir melalui mulut pada akhir dasar alat penduga saluran-v diperkirakan dengan periode antara 3-15 detik..

Proporsi jumlah material penyusun SCC berdasarkan metode EFNARC (*the European Federation of Specialist Constructions Mechanical and Concrete System*) seperti pada tabel berikut:

Tabel II. 1 Proporsi Jumlah Material Penyusun SCC

Material	Internal berat (kg/m ³)
Powder	380-600
Air	150-210
Agregat Kasar	750-1000
Agregat Halus	48-55% dari berat agregat

Sumber: EFNARC 2005

II.3 Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun semen antara lain air, beton portland, total kasar dan halus serta bahan tambah, dimana setiap bahan penyusunnya memiliki kemampuan dan pengaruh yang berbeda-beda. Sifat penting dari semen adalah kekuatan tekannya. Dengan asumsi kuat tekan tinggi, sifat yang berbeda juga umumnya besar. Unsur-unsur yang mempengaruhi kuat tekan semen adalah sifat bahan penyusunnya, nilai variabel air-beton, granulometri total, ukuran total paling ekstrim, teknik pengerjaan (pencampuran, pengangkutan, pemadatan dan perlakuan) dan umur beton. substansial (Tjokrodimuljo, 1996).

II.3.1 Agregat

Agregat adalah butiran mineral biasa digunakan sebagai pengisi dalam mortar atau campuran substansial. Jumlah ini mengandung hingga 70% dari volume mortar atau semen. Penentuan total sangat penting karena atribut total akan sangat mempengaruhi sifat mortar atau semen (Tjokrodimuljo, 1996)..

Secara umum agregat dapat dibedakan menjadi dua jenis berdasarkan ukurannya sebagai berikut:

II.3.1.1 Agregat Kasar

Agregat kasar atau kerikil merupakan batu batuan yang berupa batu pecah yang didapat dari industry pemecah batu, yang ukuran butirnya berukuran antara 5mm-40mm.

Persyaratan agregat kasar secara umum sebagai berikut:

1. Agregat kasar harus terdiri atas butiran kasar dan tidak berpori yang mempunyai butiran pipih tidak lebih dari 20% berat agregat seluruhnya.
2. Agregat kasar tidak menampung lumpur lebih dari 1% dalam berat kering.
3. Agregat kasar tidak mengandung zat yang dapat merusak beton, seperti zat relatif alkali.
4. Butir agregat kasar bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca.

Tabel II. 2 Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan (ayakan)				% lolos saringan		
				Ukuran Maks 10 mm	Ukuran Maks 20 mm	Ukuran Maks 40 mm
mm	SNI	ASTM	Inchi			
75,0	76	3 in	3,0			100
37,5	38	1 ½ in	1,50		100	95-100
19,0	19	¾ in	0,75	100	95-100	35-70
9,5	9,6	⅜ in	0,375	50 -70	30 -62	10 -42
4,75	4,8	No. 4	0,187	0 -12	0 -12	0 -7

Sumber: SNI 03-2834-2000

II.3.1.2 Agregat Halus

Agregat halus berupa pasir baik pasir alam ataupun pasir buatan industry hasil dari pemecah batu. Agregat halus merupakan agregat dengan butiran maksimal 4,75mm. (SNI 03-6820-2002).

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus berupa butiran tajam.
2. Butiran halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur akibat pengaruh cuaca.
3. Agregat halus tidak mengandung kadar lumpur lebih dari 5% terhadap berat kering. Jika lebih maka harus di cuci.

Tabel II. 3 Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan (Ayakan)				% Lolos Saringan			
				Pasir Kasar	Pasir Sedang	Pasir Agak Halus	Pasir Halus
mm	SNI	ASTM	Inchi	Gradasi No. 1	Gradasi No. 2	Gradasi No. 3	Gradasi No. 4
9,50	9,6	¾ 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

II.3.2 Semen Portland

Semen portland merupakan folio bertenaga air yang muncul karena penghancuran setara dengan terak dan gib beton portland dengan setidaknya satu bahan anorganik. Bahan alam tersebut adalah sebagai tanur terak, tinggi, pozzolan, senyawa silikat, batugamping, dengan zat anorganik lengkap 6%-35% dari massa beton portland komposit (SNI 15-7064 pasal 3.1 2004).

Sifat hidrolis dari semen portland karena didalamnya mengandung kalsium silikat ($x\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$), dan kalsium sulfat ($\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) yang bersifat hidrolis. Hidrolis berarti biasa bereaksi dengan air.

Berdasarkan SNI 15-2049-2004 semen portland di Indonesia terbagi menjadi beberapa tipe menurut jenis dan penggunaannya sebagai berikut:

1. Tipe 1, semen tipe ini dalam penggunaan tidak membutuhkan persyaratan khusus seperti, yang disyaratkan pada jenis lainnya. Semen tipe ini banyak dipergunakan untuk pembangunan konstruksi umum seperti perkerasan jalan, Gedung, jembatan, dan jenis konstruksi lainnya.
2. Tipe II, semen tipe ini dalam penggunaan perlu ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang. Semen ini digunakan pada konstruksi tepi laut, bendungan, irigasi, atau beton yang memerlukan hidrasi rendah.

3. Tipe III semen tipe ini dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap awal setelah terjadi pengikatan. Tipe ini digunakan pada bangunan yang memerlukan kekuatan tekan tinggi seperti jembatan dan pondasi berat.
4. Tipe IV tipe ini, dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
5. Tipe V, tipe ini dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. Tipe ini biasa digunakan untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, bangunan dalam air, jembatan, terowongan dan pembangkitan tenaga nuklir.

II.3.3 Air

Air merupakan salah satu bahan penyusun semen diharapkan merespon dengan beton. Air mengisi sebagai salep antara butiran total sehingga mereka dapat dikerjakan dan dipadatkan. Pekerjaan air dalam pekerjaan substansial sangat penting karena diperlukan dalam siklus hidrasi beton, dan dalam perawatan semen.

Berdasarkan SK SNI 03-2847-2002 menyebutkan bahwa air yang dipakai dalam campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan yang mengandung kadar organik, garam, asam atau bahan lain yang dapat menurunkan kualitas dari beton tersebut.

Hal ini yang perlu diperhatikan dalam pemilihan air dalam campuran atau adukan beton adalah sebagai berikut:

1. Air yang digunakan tidak mengandung lumpur lebih dari 2 gr/ltr, karena dapat mengurangi daya lekat atau mengambang pada saat pengecoran dan menyusut.
2. Air yang digunakan tidak mengandung garam lebih dari 15 gr, karena dapat mengakibatkan korosi pada beton semakin besar.
3. Air yang digunakan tidak mengandung asam sulfat lebih dari 1 gr/ltr, karena dapat mengurangi mutu beton.
4. Air tidak mengandung minyak lebih 2%, dari berat semen, karena akan mengurangi kuat beton sebesar 20%.
5. Air tidak mengandung gula lebih dari 2% dari berat semen, karena dapat menurunkan kuat tekan beton pada umur 28 hari.

II.3.4 Bahan Tambahan (*Superplastizer*)

Superplastizer adalah sejenis bahan campuran yang ini digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran besar untuk meningkatkan kualitas dan

melangsingkan beton baru. Seperti yang ditunjukkan oleh ASTM C494 dan English Standard 5075, superplastizer adalah zat tambahan penurun air yang sangat menarik. Dengan penggunaan bahan tambahan tersebut, dapat diperoleh unsur air-beton yang lebih rendah, dari nilai konsistensi campuran yang sama atau kombinasi yang lebih ramping dengan komponen air-beton yang sama dapat diperoleh..

Penyebab yang mempengaruhi kemampuan superplasticizer antara lain: porsi atau kadar, jenis beton, jenis dan derajat total, struktur kombinasi dan temperatur pada jam kerja. Pengukuran superplasticizer yang disarankan adalah 1-2% berat beton. Porsi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terjadinya isolasi dan hambatan pengerasan yang tertunda, serta penurunan kuat tekan beton (Imran, 2006)..

II.4 Wiremesh

Wiremesh merupakan material kawat besi yang menggantikan tulangan di pelat yang memiliki fungsi sama dengan tulangan. Dilihat dari segi pemasangannya wiremesh lebih mudah dibandingkan dengan pemasangan tulangan secara konvensional (Naufal Iman, 2014).



Gambar II. 1 Wiremesh

Jaringan kawat las (*wiremesh*) merupakan tulangan dari plat baja yang berbentuk pracetak yang menggantikan tulangan beton biasa atau pada plat beton. Jaringan kawat terbuat dari baja bulat rata yang ditarik dan dilas bersamaan dengan mesin las otomatis. Dari proses penarikan menghasilkan penampang yang sama dengan diameter yang akurat. Tulangan baja wiremesh biasa di tulis dengan awalan M. Ukuran wiremesh yang ada dipasaran adalah ukuran M4, M5, M6, M7, M8, M9,

M10, M11, M12. Wiremesh memiliki ukuran standar 2,1 m x 5,4 m, tetapi dalam diameter kecil yaitu M4 dan M5 tersedia dalam ukuran roll.

Tabel II. 4 Spesifikasi Bahan Wiremesh

Heavy welded mesh				roll		
Pitch (mm)	Wire diameter (mm)	type	wiremesh	Width (m)	Length (m)	Weight (Kg)
100 x100	4	448	M4	1,8	30	114
100 x 100	3,25	4410	M4	1,8	30	72
100 x 50	3,15	4210	M4	1,8	30	102
50 x 50	4	228	M4	1,8	30	200
50 x 50	4	45k	M4	0,9	30	105
50 x 50	3	2210	M3	1,8	30	112
50 x 50	3	35k	M3	0,9	30	58
50 x 50	2,6	2212	M3	1,8	30	100
50 x 50	2	2214	M2	1,8	30	53
50 x 50	1,95	2114	M2	1,8	30	79
25 x 25	2	1114	M2	1,2	30	70
25 x 25	2	225k	M2	0,9	30	48
75 x 75	1,2	Roof mesh	M1	1,8	30	13,5

Sumber: PT. F&R Indonesia 2011

Kualitas jaringan baja memenuhi persyaratan U-50 dengan menggunakan tegangan rencana 2900 kg/cm². Sehingga dapat menghemat sampai separuh dari jumlah penulangan, dan waktu pemasangan yang relatif singkat. (Paul,2007).

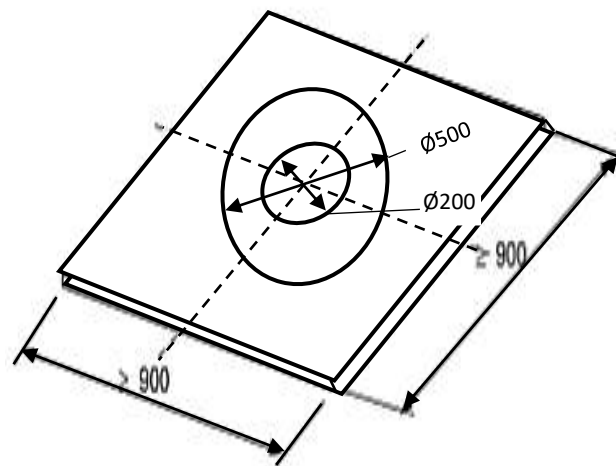
II.5 Slump Flow Test

Aliran slump dapat di anggap sebagai distribusi rata-rata beton segar dengan menggunakan slump cone biasa. Alat ini memungkinkan untuk memperoleh workability beton sesuai dengan sebaran beton segar yang dinyatakan dengan diameter 55 – 85 cm (EFNARC, 2005).

Kebutuhan nilai slump flow untuk pengecoran pada bidang vertikal berbeda dengan bidang horizontal. Kriteria yang umumnya dipakai untuk penentuan awal workability beton SCC berdasarkan jenis konstruksinya adalah sebagai berikut:

1. Untuk konstruksi vertikal disarankan untuk menggunakan slump flow antara 65 -70 cm.

2. Untuk konstruksi horizontal, disarankan untuk menggunakan slump flow antara 60-65 cm.



Gambar Il. 2 Slump Flow Test (EFNARC 2005)

II.6 Perawatan Beton (curing)

Perawatan beton merupakan langkah terakhir dalam pekerjaan beton dengan menjaga kelembaban permukaan beton sejak saat dibuat, hingga proses hidrasi benar-benar sempurna pada umur 28 hari. Proses ini memastikan hidrasi semen berjalan dengan lancar. Jika proses ini tidak dilakukan maka akan terjadi penguapan, dimana air keluar dari permukaan beton segar sehingga, beton mengalami kekurangan air untuk hidrasi hingga menimbulkan retak-retak pada permukaan beton.

II.7 Metode Jacketing

Concrete Jacketing yaitu perkuatan atau perbaikan beton dengan cara menutupi beton yang ada dengan beton tambahan. Keuntungan utama dari sistem ini adalah dengan memberikan peningkatan, pertambahan batas kekuatan, serta duktilitas beton. Perkuatan concrete jacketing biasanya menggunakan beton yang dapat memadat sendiri tanpa bantuan alat vibrator.

Perkuatan struktur beton akan mengalami peningkatan, hal ini muncul dari penemuan seperti konstruksi kimia, yang merupakan ilmu kimia yang mendukung disiplin sipil.

Pekerjaan dengan menggunakan metode jacketing dapat dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

- a. Menghilangkan beton yang sudah lapuk (terkontaminasi) atau menghilangkan beton telah retak berat, pada pekerjaan beton yang telah rusak.
- b. Untuk kondisi beton yang belum rusak, cukup dilakukan pengusapan beton sampai kasar dan terlihat tulangan longitudinal.
- c. Beton lama dilapisi bahan perekat
- d. Cor beton berlapis, bila bidang yang dilapisi sangat luas dapat menggunakan dengan cara shotcrete (disemprotkan). Untuk tebal yang lebih dari 5 cm perlu diperkuat dengan kawat anyaman agar tidak terjadi retak, akibat susut pada beton. Untuk peletakan Sengkang dilakukan dengan melalui dua tahap yaitu dengan Sengkang U dan Sengkang lurus.
- e. Dalam melakukan metode concrete jacketing diperlukan ketelitian karena dalam pemasangan sengkang harus diperhatikan jarak antar tulangan longitudinal.

II.8 Balok

Balok adalah bagian yang mengakui daya yang bekerja menuju jalan yang menyeberang ke poros, dan memberikan menit puntiran dan daya geser di sepanjang rentang. Dengan asumsi tiang rentang dasar melawan daya yang menyebabkan detik busur, poros akan mengalami puntiran lentur (regangan). Untuk menit puntir positif, regangan tekan akan terjadi di bagian atas, dan regangan lunak akan terjadi di bagian bawah bidang silang. Regangan akan memberikan tekanan yang harus dilawan oleh poros, tekanan tekan di bagian atas dan tekanan lunak di bagian bawah segmen silang. (Dipohusodo, 1994).

Daya dukung pada struktur komponen utama balok harus diperhitungkan. Beton dengan kuat tarik rendah akan pertimbangan dengan memperkuat tulangan pada daerah tegangan tarik, dan didapatkan balok yang mampu menahan gaya lentur.

II.9 Kuat Lentur

Kuat lentur beton adalah kapasitas blok besar yang ditempatkan pada dua penyangga untuk menahan daya, sehingga berlawanan dengan hub uji yang diberikan sampai benda uji rusak, dan dikomunikasikan dalam megapascal (MPa) daya per satuan wilayah. Strategi pengujian lentur di fasilitas penelitian ini menggunakan batang uji, khususnya footer semen yang memiliki ruas melintang berbentuk bujur sangkar dengan panjang utuh dikalikan lebar penampangnya. (SNI 03-2493-1991).

Beban yang bekerja pada struktur baik beban gravitasi (arah vertikal), maupun beban angin (arah horizontal) atau beban yang terjadi karena susut yang diakibatkan oleh temperatur yang menyebabkan terjadinya lentur dan deformasi.

Sebuah balok sederhana dengan dua titik pembebanan yang disertai dengan gaya lintang (Q) dan diagram momen lentur. Perhitungan kuat lentur dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\sigma_1 = \frac{P.L}{b.h^2} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

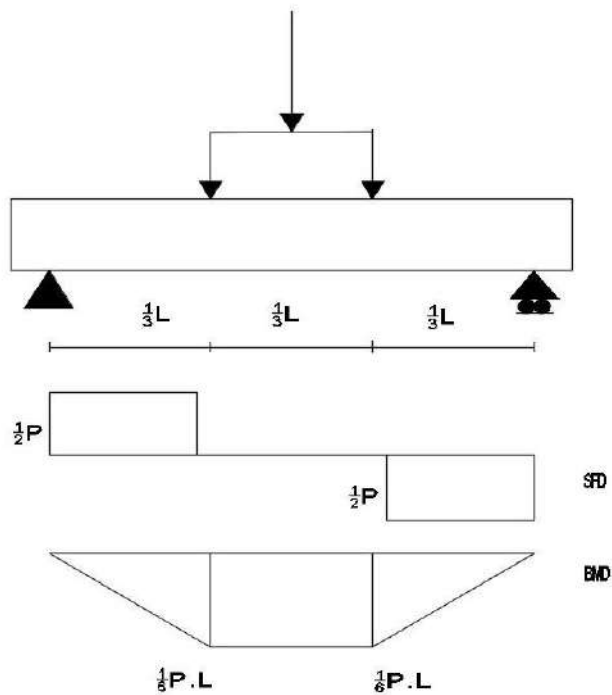
σ_1 = Kuat lentur benda uji (MPa).

P = Beban tertinggi yang terbaca pada mesin uji (pembaca dalam ton sampai 3 angka dibelakang koma (N).

L = Jarak (bentang) antara dua garis perletakan (mm).

b = Lebar tampak lintang patah horizontal (mm).

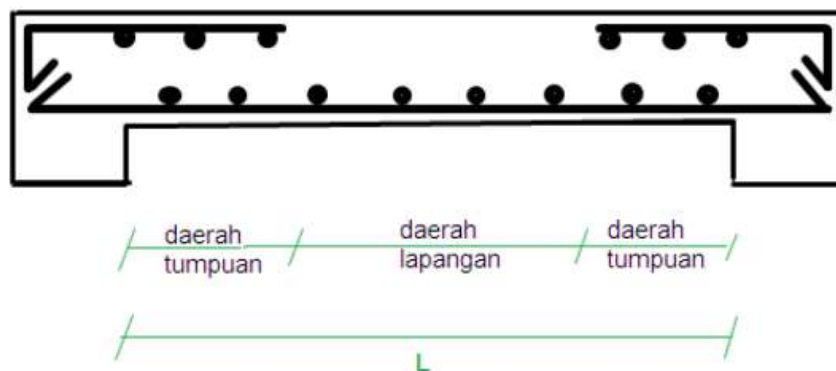
h = Lebar tampak lintang patah arah vertikal (mm).



Gambar Il. 3 Bentuk Pembeban Balok Dalam Letur Murni

II.10 Daerah Lapangan

Tulangan Lapangan adalah dukungan fundamental atau dukungan utama yang posisinya berada dalam jangkauan. Di platform support sebagian besar jarak jangkauan (L) yang terletak di tepi jangkauan, sedangkan kelebihan dari dukungan lapangan terletak di jangkauan.

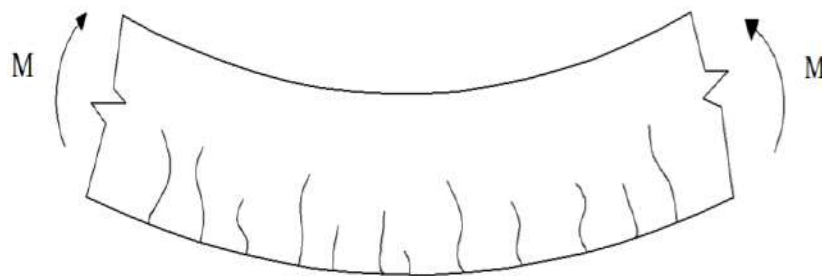


II.11 Retak Pada Balok

Retak yang pada umumnya terjadi menunjukkan bahwa, lebar patahan adalah relatif terhadap tekanan pada tumpuan lentur dan ketebalan batang baja khusus yang menutupi batang baja tertentu. Meskipun putus tidak dapat dihindari, ukuran patahan dapat dibatasi dengan mensirkulasikan dukungan baja.

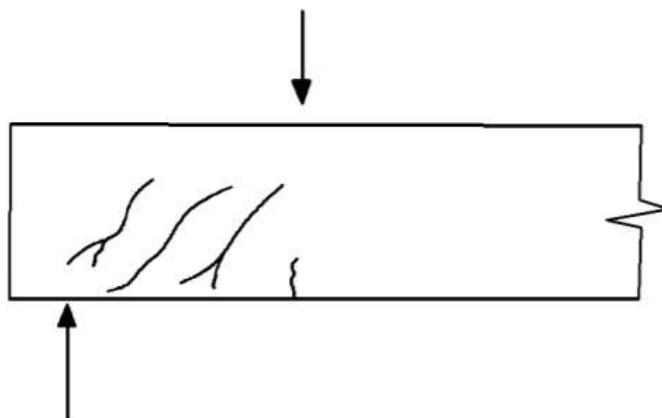
Pada dasarnya ada tiga jenis pola retakan pada balok:

- Retak lentur (flexural Crack), terjadi pada daerah yang nilai momen lenturnya lebih besar dari gaya geser kecil. Arah retak hampir tegak lurus terhadap sumbu balok.



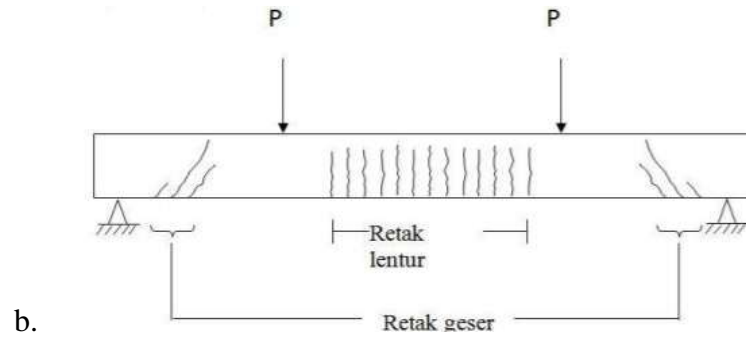
Gambar II. 4 Retak Lentur Murni

- Retak geser (shear crack), adalah retakan miring yang terjadi pada daerah garis netral penampang dimana gaya geser maksimum dan tegangan aksial kecil.



Gambar II. 5 Retak Geser

- a. Retak geser-lentur (flexural shear crack), yaitu balok yang sudah mengalami retak lentur. Retak geser lentur adalah perambatan retak diagonal dari retak lentur yang terjadi sebelumnya.



Gambar Il. 6 Retak Geser Lentur

II.12 Peneliti Terdahulu

Pada penelitian terdahulu (Dwiyana Afandi Baddu, 2020) yang berjudul Perkuatan Balok Beton SCC Menggunakan *Wiremesh* Pada Daerah Lentur Dan Geser, memiliki persamaan menggunakan beton SCC sebagai pelapis yang bertujuan untuk mengetahui perbandingan peningkatan kuat lentur balok beton yang diperkuat dengan material wiremesh pada kombinasi daerah lentur dan geser terhadap balok beton tanpa perkuatan

Adapun hasil dari penelitian tersebut yaitu Perbandingan antara kuat lentur balok normal dan balok wiremesh pada umur perendaman 28 hari didapatkan, untuk balok normal (BN) kekuatan lentur rata-rata sebesar 5,15 MPa, dan untuk balok wiremesh (BW) kekuatan lentur rata-rata sebesar 8,36 MPa.

(Satriadi, 2020) Sebelumnya juga melakukan penelitian tentang Perkuatan Lentur Balok Beton Self Compacting Concrete (ScC) Yang Menggunakan Wiremesh Dengan Metode Jacketing, yang bertujuan untuk mengetahui presentase peningkatan kuat lentur pada balok beton SCC yang menggunakan wiremesh dengan metode jacketing, dan hasil dari penelitian ini yaitu Lapisan wiremesh mampu meningkatkan kuat lentur pada balok sebesar 45,75% jika dibandingkan dengan balok normal. Pada penelitian ini juga memakai wiremesh dan beton SCC

(M. Kasmar Hendarmawan, 2020) Sebelumnya melakukan penelitian tentang Studi Perkuatan Balok Beton Self Compacting Concrete (SCC) Dengan Pemanfaatan Sabuk Wiremesh Sebagai Proteksi Pada Gagal Lentur, menggunakan wiremesh dan beton SCC serta untuk mengetahui kuat lentur balok wiremesh pada gagal lentur dan Untuk mengetahui nilai presentase peningkatan kuat lentur balok dengan perkuatan wiremesh.

Adapun hasil dari penelitian ini yaitu Lentur yang dihasilkan dari balok wiremesh (BW) pada gagal lentur mencapai 5,39 MPa. Presentase rata-rata peningkatan pada balok wiremesh (BN) terhadap balok normal (BN) sebesar 50,58%.

(Florenshea Shelmi Tadan, 2021) sebelumnya melakukan penelitian tentang Kajian Penggunaan Sabuk Wiremesh Pada Daerah Lapangan Terhadap Peningkatan Kekuatan Lentur Balok Beton, bertujuan untuk mengetahui perbandingan peningkatan kuat lentur balok beton normal dengan beton wiresmesh pada daerah lapangan. Dan adapun hasil dari penelitian ini yaitu 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. Penelitian ini juga menggunakan wiremesh dan beton SCC.

(Irjanto Pagalo, 2021) Sebelumnya melakukan penelitian tentang Pengaruh Perkuatan Wiremesh Diagonal Pada Daerah Geser Terhadap Kekuatan Lentur Balok Beton, penelitian ini menggunakan wiremesh dan beton SCC. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk, Untuk mengetahui perbandingan antara kuat lentur balok normal dan kuat lentur balok menggunakan wiremesh secara diagonal.

Adapun hasil dari penelitian ini adalah nilai 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 tentang Pengaruh perkuatan sabuk wiremesh Pada daerah tumpuan terhadap Kekuatan lentur balok beton. Tujuan dari Penelitian yaitu untuk mengetahui persentase peningkatan kekuatan lentur balok beton dengan perkuatan sabuk wiremesh pada daerah tumpuan.

Hasil dari Penelitian ini yaitu 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%. Penelitian ini juga menggunakan Wiremesh dan beton SCC.

BAB III

METODE DAN PELAKSANAAN

III.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian Hal ini akan dilakukan selama ± 90 hari, dimana benda uji digenangi selama 28 hari dan kemudian dipasang kembali dan selanjutnya ke tahap pengujian. Pengujian Dukungan Wiremesh Terhadap Footer Semen Pada Perpaduan Wilayah Lapangan dan Wilayah Lentur akan diselesaikan di fasilitas Penelitian Perancangan Struktur, Tenaga Kerja Perancangan, Perguruan Tinggi Fajar Makassar yang terletak di Jalan Prof. Abdurahman Basamalah No. 101.

III.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu 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 15 cm x 12 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.

Bahan yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Semen Portland (PC).
2. Agregat yang terdiri dari agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir) sesuai dengan standar SNI 03-1969-1990 dan SNI 03-1970-1990.
3. Air tawar.
4. Bahan tambah (superplasticizer).
5. Wiremesh berdiameter 3mm.

III.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental sehingga penelitian ini harus dilaksanakan dengan cara sistematis yang jelas dan terarah agar diperoleh hasil yang bagus dan dapat diandalkan. Pelaksanaan eksplorasi ini terdiri dari beberapa tahapan pekerjaan. Mulai dari perencanaan material, penyelidikan material, penjaminan susunan kombinasi, perakitan benda uji, penyangga, hingga pengujian benda uji. Tahapan-tahapan ini diselesaikan dengan mengacu pada pedoman kerja substansial standar yang disesuaikan dengan kondisi fasilitas penelitian.

III.3.1 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

1. Tahap I (Tahap Persiapan)

Alat dan bahan material yang akan digunakan dipersiapkan agar penelitian berjalan dengan lancar dan sesuai dengan yang telah direncanakan. Pada tahap ini juga dilakukan pembuatan cetakan benda uji untuk balok.

2. Tahap II (Pengujian Karakteristik)

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian bahan penyusun beton berupa agregat kasar (kerikil) dan agregat halus (pasir). Dari pengujian ini, kemudian didapatkan hasil apakah material yang akan dipakai memenuhi syarat atau tidak.

a. Pengujian agregat halus (pasir)

Pada pengujian agregat halus mengacu pada SNI Tabel 3.1 disajikan 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

Pada pengujian agregat kasar mengacu pada SNI Tabel 3.2 disajikan 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

Sumber: Standar Nasional Indonesia

3. Tahap III (Mix Design)

Pada proses ini dilakukan perencanaan pembuatan beton segar sesuai dengan persyaratan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-4433-1997 Untuk beton eksisting nya dan untuk beton SCC mengacu pada persyaratan EFNARC tentang metode mix desain.

4. Tahap IV (Pembuatan benda uji)

Pada fase pembuatan sampel uji ini akan dipakai proses pencampuran beton segar dan dilakukan berdasarkan hasil nilai dari perencanaan Mix Design.

5. Tahap V (Curing atau perawatan pada beton)

Pada tahap ini, peneliti akan melakukan Curing atau perawatan pada air tawar, diperhatikan agar proses hidrasi berikut tidak terganggu. Jika hal ini terjadi, maka substansi akan pecah karena kehilangan air yang cepat. Perawatan dengan menyerap air selesai selama 365 hari pada benda uji.

6. Tahap VI (Tahap pengujian benda uji)

Pada proses ini dilakukan uji Perkuatan Wiremesh Terhadap Balok Beton Pada Kombinasi Daerah Lentur Dan Daerah Tumpuan pada benda uji balok beton. Pengujian kuat lentur di uji pada umur 365 hari, dilakukan pada Laboratorium Teknik Universitas Hasanuddin.

7. Tahap VII (Tahap kesimpulan)

Pada tahap ini dilakukan suatu kesimpulan berdasarkan data yang telah dianalisis dan dikumpulkan yang berhubungan dengan tujuan penelitian ini.

III.3.2 Pembuatan Benda Uji

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 x 20) cm³ 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	BN ₂₈	3
		BW ₂₈	3
Jumlah			6

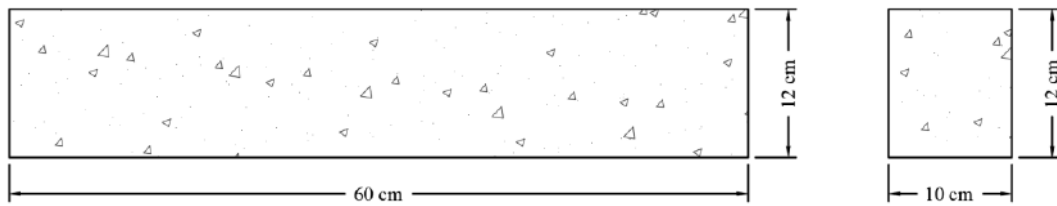
Catatan. BN: Balok Normal, BW: Balok Wiremesh

Tabel III. 4 Benda Uji Silinder

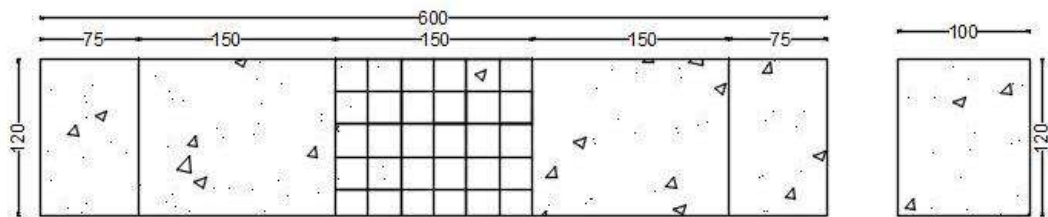
No.	Lama Perendaman Air Tawar (Hari)	Kode Benda Uji	Jumlah Benda Uji
1	28	SN ₂₈	3
	28	SSCC ₂₈	3
Jumlah			6

Catatan. SN: Silinder Normal, SS: Silinder SCC

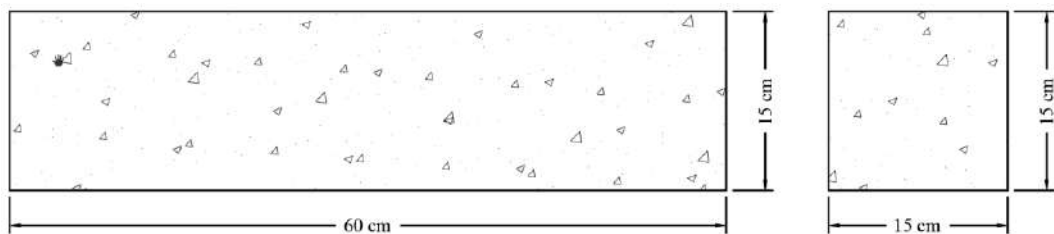
Adapun spesimen benda uji dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



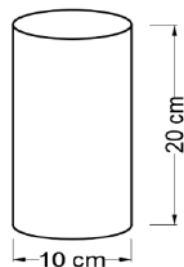
Gambar III. 1 Spesimen Benda Uji Balok Normal



Gambar III. 2 Spesimen Benda Uji Balok saat diberi wiremesh



Gambar III. 3 Spesimen Benda Uji Balok Setelah Diberi Wiremesh



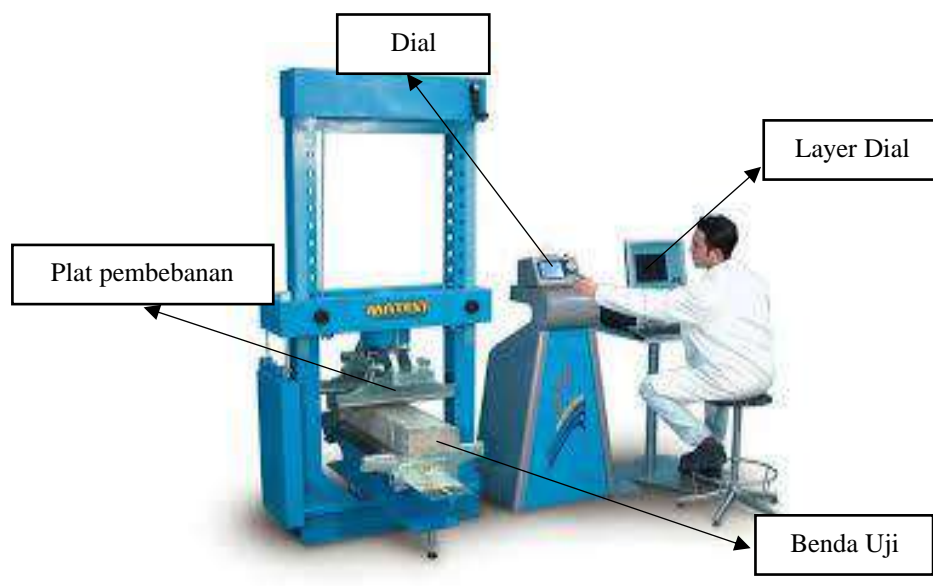
Gambar III. 4 Spesimen Benda Uji Silinder

III.3.3 Pengujian Kuat Lentur Benda Uji

Uji pilar diselesaikan dengan beban dua titik pada contoh benda uji, digunakan susun monoton, dengan kecepatan aktuator tahanan yang konsisten sebesar 0,05 mm/s hingga batang jatuh. Pengujian lentur dilakukan untuk menentukan berapa kuat lentur semen dengan benda uji berukuran 10 cm x 12 cm x 60 cm. Penumpukan selesai sampai daerah tekanan pada batang dimusnahkan dan telah mencapai beban terbesar. Beban paling ekstrim P yang disimpan dalam pengujian ini adalah tumpukan saat benda uji pecah. Kemudian digunakan untuk menentukan kekuatan lentur.

Langkah-langkah pengujian kuat lentur pada beton sebagai berikut:

1. Siapkan benda uji dalam keadaan kering permukaan.
2. Tentukan panjang bentang pada balok pada posisi simetris memanjang dan mengatur posisi roda baja bagian bawah untuk meletakkan benda uji.
3. Balok diletakkan di kedua perletakan mesin uji lentur secara simetris dan diberi beban garis sejarak 1/3 bagian dari perletakan secara simetris.
4. Aktifkan mesin alat uji kuat lentur dan berikan beban secara tetap dan berkesinambungan tanpa ada beban kejut sampai terjadi keruntuhan.
5. Catat besar maksimum yang terjadi untuk perhitungan.



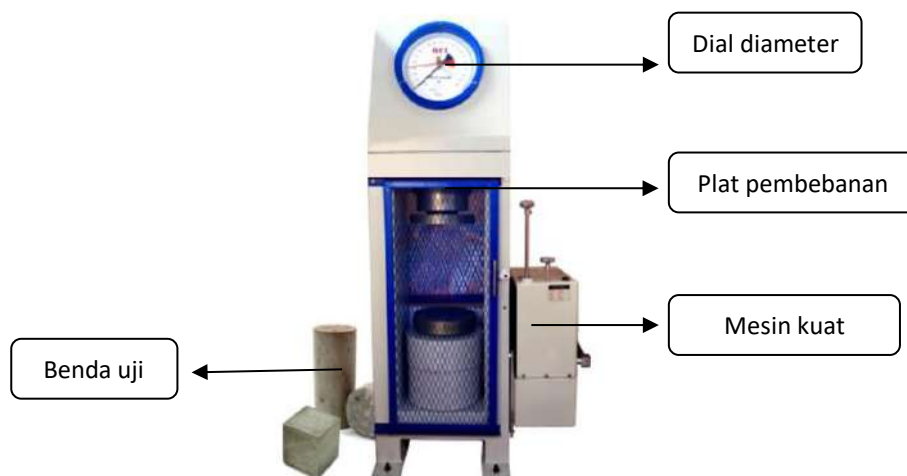
Gambar III. 5 Pengujian Kuat Lentur

III.3.4 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Metode menguji kekuatan tekan ruang menggunakan Mesin Uji Semua inklusif (UTM). Pengujian ini dilakukan untuk menentukan kuat tekan semen yang dipadatkan sebagai chamber. Penumpukan selesai sampai ruang substansial terjepit atau rusak dan harga beban terbesar (P) dicatat yang kemudian digunakan untuk menentukan tekanan tekan substansial (f'_c).

Langkah-langkah untuk pengujian kuat tekan beton sebagai berikut:

1. Benda uji disiapkan yang dikeluarkan dari bak perendam.
2. Diamkan benda uji sampai kering.
3. Basihkan Kotoran yang menempel dengan kain basah atau kuas.
4. Timbang benda uji.
5. Lapisi permukaan atas benda uji dengan tujuan agar permukaan benda uji simetris.
6. Benda uji siap kuat tekan.
7. Pembebanan dilakukan sampai benda uji mengalami retakan kemudian catat beban maksimum dan perhatikan pola retak.



Gambar III. 6 Pengujian kuat tekan

III.4 Metode Pengumpulan Data

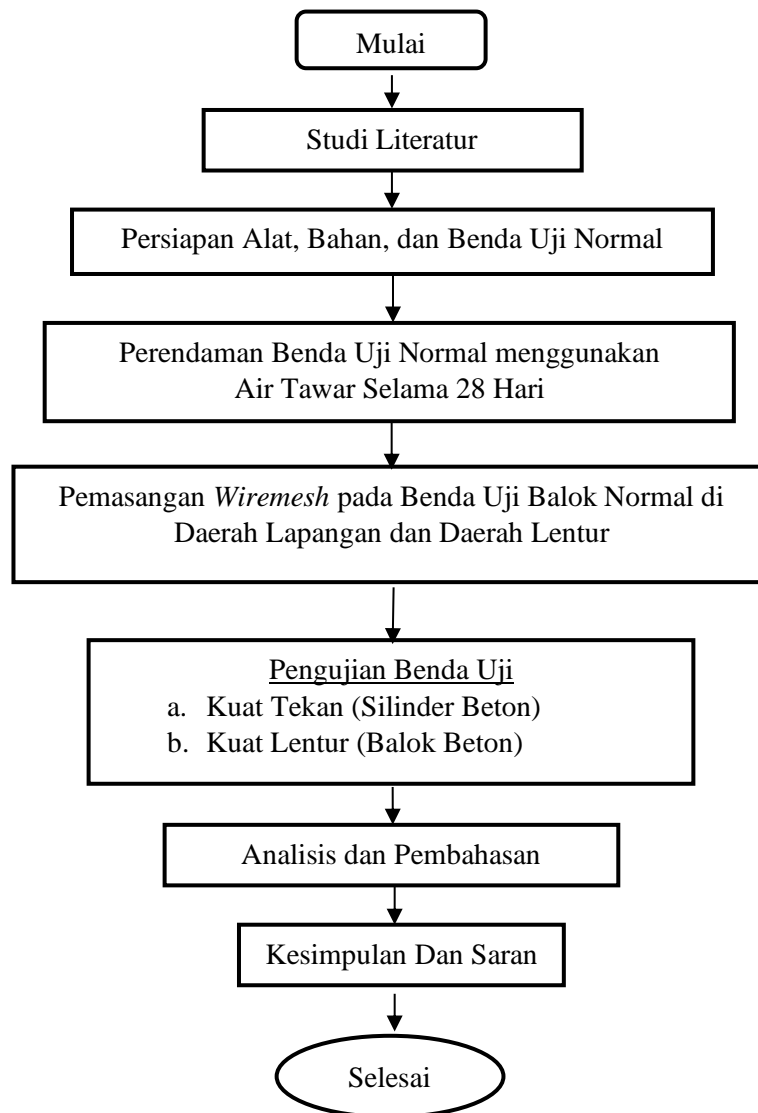
Pengumpulan informasi dalam tinjauan ini diselesaikan di Pusat Penelitian Perancangan Struktur Sekolah Fajar, termasuk pengujian kualitas bahan yang akan digunakan, cara paling umum untuk membuat contoh poros, dan pengujian

kekuatan tekan ruang substansial. Untuk sementara, pengujian kuat lentur pilar telah diselesaikan di Balai Penelitian Konstruksi dan Material Divisi Perancangan Struktur, Perguruan Tinggi Hasanuddin.

III.5 Analisa Data

Analisa data untuk menentukan karakteristik bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini berdasarkan spesifikasi SNI, khususnya untuk menentukan karakteristik pada agregat. Perencanaan mix design beton scc menurut EFNARC, yang dianalisa menggunakan microsoft office excel. Data-data yang telah diperoleh kemudian dianalisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan dari tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kuat lentur balok beton SCC yang dilapisi dengan wiremesh dan juga untuk mengetahui perbandingan antara balok normal tanpa perkuatan dan balok normal dengan perkuatan wiremesh.

III.6 Bagan Alur



Gambar III. 7 Bagan Alur

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1 Uji Karakteritik

Pengujian total diselesaikan di Lab Perancangan Struktural, Personalia Perancangan, Fajar College, Makassar. Pengujian total kasar dan total halus tergantung pada SNI (Norma Publik Indonesia). Konsekuensi dari pengulangan pengujian total harus terlihat pada Tabel IV.1 sebagai berikut:

Tabel IV. 1 Hasil Pemeriksaan 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	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

Sumber : Satriadi,2020

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik agregat yang diperoleh pada Tabel IV.1 di atas, untuk absorpsi pada agregat halus tidak masuk interval yang diisyaratkan oleh SNI (Standar Nasional Indonesia). Maka dari itu, material tersebut diberikan treatment dengan cara di jemur lebih lama. Selain absorpsi pada agregat halus, material bahan pencampuran beton dapat digunakan dalam penelitian karena memenuhi nilai interval yang diisyaratkan pada SNI sebagai material beton.

IV.2 Mix Design

Dari hasil pemeriksaan karakteristik agregat, didapatkan komposisi *mix design* atau campuran beton untuk 1 m³. Kuat tekan beton yang direncanakan f^{'c} 25 MPa, untuk silinder beton, balok beton normal, dan balok beton SCC sebagai berikut:

Tabel IV. 2 Mix Design Silinder Beton Normal

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

Sumber: Satriadi,2020

Tabel IV. 3 Mix Design 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: Satriadi,2020

Tabel IV. 4 Mix Design Balok Beton Normal

Bahan Beton	Berat Material (kg/m ³)	Rasio Terhadap Jumlah Semen	Berat Untuk 1 Sampel (kg)
Air	210,000	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

Sumber: Satriadi,2020

Tabel IV. 5 Komposisi Bahan Campuran Balok Beton SCC

Bahan beton	Berat Material (kg/m ³)	Rasio terhadap Jumlah semen	Berat untuk 1 sampel (kg)
Air	210,000	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
Superplastizer	12	0,02	0,104

Sumber: Satriadi,2020

IV.1.1 Pengujian *Slump Flow*

Kemampuan beton segar dalam mengisi ruang (*filling ability*) dan untuk mengetahui kelecekan (*workability*) dari adukan beton merupakan tujuan dari *slump flow*. Pada penelitian ini nilai rata-rata dari *slump flow* yang didapat yaitu 60 cm. Nilai *slump* yang didapatkan sesuai yang disyaratkan oleh EFNARC (2005), yaitu 55 cm – 80 cm.



Gambar IV. 1 Pengujian *Slump Flow*

IV.1.2 Pengujian Kuat Tekan Beton

Benda yang dipakai dalam pengujian kuat tekan yaitu sampel beton silinder yang ukurannya alas 10 x tinggi 20 cm yang dibuat pada saat pengecoran sampel beton. Silinder beton berfungsi sebagai kontrol (*control specimen*). Sampel beton yang berupa silinder dipasang pada alat UTM (*universal testing machine*), dengan posisi benda uji vertikal. Pembebanan ini, dilakukan sampai benda uji tersebut retak dan tidak mampu menahan beban yang diberikan, hal ini ditandai dengan penunjuk pada alat UTM, jika jarum penunjuk warna hitam sudah turun maka pembebanan pada benda uji telah mencapai nilai maksimum.

Jumlah benda uji silinder yang dibuat sebanyak 6 buah, untuk beton silinder normal 3 sampel, dan silinder beton SCC 3 sampel pada saat pengecoran benda uji balok. Uji kuat tekan silinder beton normal pada umur 28 hari untuk silinder beton SCC.

Tabel IV. 6 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Tekan Silinder Beton Normal

Beton Normal Mutu 25 MPa								
Tanggal Uji	Umur (Hari)	Berat (kg)	Slump (mm)	Luas (A) (mm ²)	Beban (P)		Kuat Tekan $f'_c = P/A$ (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
					(kN)	(N)		
19/09/2022	28	3,362	100	7850	200	200000	25,478	28,875
		3,520	100		240	240000	30,573	
		3,525	100		240	240000	30,573	

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Dari hasil pengujian kuat tekan benda uji silinder beton normal pada tabel IV.6 dapat dilihat nilai kuat tekan beton rata-rata 28,875 MPa pada umur perendaman 28 hari. Ini menunjukkan bahwa kuat tekan beton dengan perawatan selama 28 hari meningkat, yang kuat tekan rencana awal 25 MPa.

Sebelum di uji



Sesudah di uji



Gambar IV. 2 Pengujian Kuat Tekan Beton Normal (SN)

Tabel IV. 7 Hasil Pengujian Dan Perhitungan Kuat Tekan Silinder Beton SCC

Tanggal Uji	Umur (hari)	Beton SCC Mutu 25 MPa						
		Berat (kg)	Slump Flow (mm)	Luas (A) (mm ²)	Beban (P)		Kuat Tekan $f'_c = P/A$ (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
					(kN)	(N)		
19/09/2022	28	3,493	600	7850	280	280000	35,669	33,970
		3,506	600		240	240000	30,573	
		3,470	600		280	280000	35,669	

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2022

Dari tabel IV.7 Hasil pengujian kuat tekan benda uji silinder untuk beton SCC didapat nilai kuat tekan rata-rata sebesar 33,970 MPa pada umur perendaman 28 hari. Ini menunjukkan bahwa kuat tekan yang direncanakan 25 MPa mencapai bahkan melebihi kuat tekan yang telah direncanakan ($33,970 \text{ MPa} > 25 \text{ MPa}$).

Sebelum di uji



Sesudah di uji



Gambar IV. 3 Pengujian Kuat Tekan Beton SCC (SS)

IV.3 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur terhadap balok normal (BN) dan balok *wiremesh* (BW) berukuran 10 cm x 12 cm x 60 cm dengan menggunakan metode *twopoint load*. Balok normal ini digunakan sebagai pengontrol dan pembanding dengan balok *wiremesh*. Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan balok diatas 2 (dua) tumpuan dan diberi pembebanan *twopoint load*, sampai benda uji mencapai beban maksimum.

Adapun hasil pengujian kuat lentur balok normal dan balok *wiremesh* sebagai berikut:

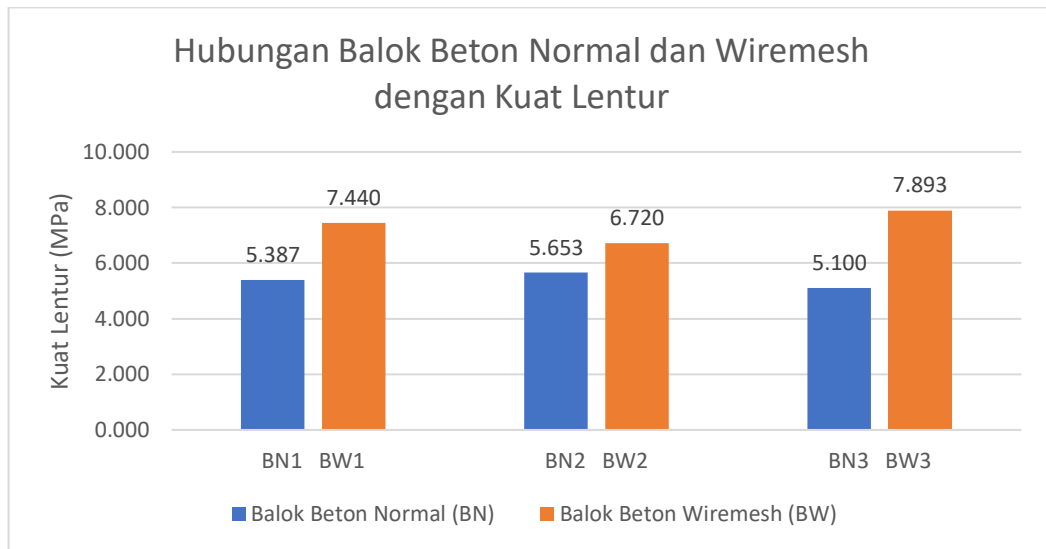
Tabel IV. 8 Hasil Pengujian dan Perhitungan Kuat Lentur Balok Beton Normal (BN) dan Balok Beton *Wiremesh* (BW)

Kode	Umur (Hari)	Beban (P) (KN)	Beban (P) Rata-Rata (KN)	Kuat Lentur (σ) (MPa)	Kuat Lentur Rata-Rata (MPa)	Persentase Peningkatan Balok BN terhadap BW
BN ₁	28	40,4	34,4	5.387	5,520	33,170 %
BN ₂	28	42,4		5.653		
BN ₃	28	20,4		5.100		
BW ₁	28	55,8	55,133	7.440	7,351	
BW ₂	28	50,4		6.720		
BW ₃	28	59,2		7.893		

Sumber: Hasil Pengolahan Data

Catatan: BN₃ tidak masuk dalam rata-rata lentur

Dari hasil pengujian kuat lentur balok pada tabel IV.8 dapat dilihat bahwa, balok normal (BN) dan balok *wiremesh* (BW) pada umur perendaman 28 hari didapatkan nilai perbandingan kuat lentur yaitu pada BN sebesar 5,520 MPa sedangkan pada BW sebesar 7,351 MPa.



Gambar IV. 4 Diagram kuat lentur balok normal dan balok

Berdasarkan hasil perhitungan Tabel IV.8 terlihat pada Gambar IV.4, hubungan Balok beton Normal dan Wiremesh dengan kuat lentur (MPa) yaitu:

Balok beton normal 1 (BN₁) dengan kuat lentur sebesar 5,387 MPa, Balok normal 2 (BN₂) sebesar 5,653 MPa, dan Balok normal 3 (BN₃) sebesar 5,100 Mpa. Balok beton wiremesh 1 (BW₁) dengan kuat lentur sebesar 7,440 MPa, Balok wiremesh 2 (BW₂) sebesar 6,720 MPa, dan Balok wiremesh 3 (BW₃) sebesar 7,893 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 28 Hari



Gambar IV. 6 Hasil Pengujian Balok Wiremesh 28 Hari

IV.4 Pola Retak

IV.4.1 Pola Retak Balok Normal (BN)

Keretakan yang terjadi pada pengujian balok beton normal (BN) mengalami retak lentur (flexural crack). Hal ini ditunjukkan dengan pola retak balok beton yang terjadi di daerah pusat (posisi tengah bentang balok), dimana retakan terjadi tegak lurus terhadap sumbu melintang balok beton. Adapun jenis keretakan dapat dilihat pada gambar berikut:



(a). Pola Retak pada BN₁



(b) Pola Retak BN₂



(c) Pola Retak BN₃

Gambar IV. 7 Pola Retak Beton Normal

Pola retak yang terjadi pada semua pengujian balok beton 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.3 .2 Pola Retak Balok *Wiremesh*.

Pola retak yang terjadi pada pengujian balok *wiremesh* BW yaitu retak lentur (*flexural crack*), dimana momennya lentur lebih besar daripada gaya geser. Arah retakan yang terjadi hampir tegak lurus terhadap sumbu balok. Retakan ini terjadi didaerah lapangan atau tengah dari balok tersebut.



(a)Pola Retak BW₁



(b)Pola Retak BW₂



(c)Pola Retak BW₃

Gambar IV. 8 Pola Retak Balok Wiremesh

Dapat dilihat bahwa pola retakan yang terjadi pada balok yang diberikan perkuatan berupa *wiremesh* pada daerah lapangan menunjukkan bahwa balok mengalami pola retak lentur yang hampir tegak lurus terhadap sumbu balok. Ini menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan perkuatan di daerah lapangan mampu menahan terjadinya retak pada balok.

BAB V

PENUTUP

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perbandingan kuat lentur balok beton normal sebesar 5,520 MPa dan kuat lentur balok beton kombinasi daerah lapangan dan daerah lentur dengan perkuatan wiremesh sebesar 7,351 MPa.
2. Persentase peningkatan kuat lentur balok beton normal terhadap perkuatan beton wiremesh sebesar 33,170%.
3. Pola retak yang terjadi antara balok beton normal dan balok dengan perkuatan wiremesh masing-masing mengalami retak lentur. Dimana retak-retak yang terjadi berada pada tengah balok beton.

V.2 Saran

1. Pada penelitian selanjutnya sebaiknya membandingkan antara jacketing yang menggunakan *superplasticizer* dan tanpa menggunakan *superplasticizer* guna mengetahui adakah pengaruh terhadap mutu beton.
2. Perlunya pengadaan alat laboratorium seperti timbangan, guna mendapat hasil laboratorium yang lebih akurat.
3. Sebaiknya alat-alat yang digunakan dalam laboratorium diperbaiki seperti Mesin pencampur bahan beton (*Mixer Concrete*) agar pencampuran beton tidak dilakukan secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- Amiruddin,A.A. 2016.*Metode Retrofit Dengan Wirmesh Dan SCC Untuk Peningkatan Kekuatan Lentur Balok Beton Bertulang* Teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Makassar 90245
- ASTM C494 Dan British Standard 5075. (1982): *Superplastizer* United State, Association Of Standard Testing Material
- Baddu, D.A. 2020. *Perkuatan Balok Beton SCC Menggunakan Wiremesh Pada Daerah Lentur Dan Geser.* (Skripsi) Universitas Fajar. Makassar.
- Beatriks T, Herman P.2016 *Studi Penggunaan Material Retrofit Wiremesh Dan SCC Dengan Variasi Overlapping Tulangan Di Sepertiga Bentangan Terhadap Perilaku Lenture Balok Beton Bertulang.*
- Departemen Pekerjaan Umum,1990. *Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal*, SK.SNI T-15-1990-03:1, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung.
- Dipohusodo, I 1996. *Struktur Beton Bertulang*: Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- 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, Production And Use*, UK
- Hendarmawan, M. K.2020. *Studi Perkuatan Balok Beton Self Compacting Concrete (SCC) Dengan Pemanfaatan Sabuk Wiremesh Sebagai Proteksi Pada Gagal Lentur,* (Skripsi) Universitas Fajar, Makassar.
- Imran, I. (2006). *Catatan Kuliah Pengenalan Rekayasa Dan Bahan Konstruksi Departemen Teknik Sipil ITB.* Bandung

- Ishmayanti, Ma'rifah. 2014. *Studi Perkuatan Lenture Balok Bertulang Dengan Metode Retrofit Dikekang 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. *Metoda Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium*, 03-4431-1997. Departemen Pekerjaan Umum, Pusat Jalan Dan Jembatan, Badan Penelitian Dan Pengembangan P,Standarisasi Nasional Indonesia.
- Standar Nasioanal Indonesia (SNI) 1997. *Spesifikasi Beton Siap Pakai. SNI03-4433-1997*, Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 2002. *Spedifikasi Agregat Ringan Untuk Batu Cetak Beton Pasangan Dinding. SNI 03-6821-2002*. Departemen Pekerjaan Umum.
- Standar Nasional Indonesia (SNI).2004. *Semen Portland. SNI-15-2049-2004*.
Badan Standarisasi Nasional.
- Tjokrodumuljo, 1996. *Teknologi Beton*. Nafiri: Yokyakarta
- Tjokrodumuljo,2007. *Teknologi Beton*. Biro Penerbit: Yokyakarta

LAMPIRAN

Lampiran A Pengujian Karakteristik Agregat Halus



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 = Volume Lumpur (VL) = 20 MI

B = Volume Total (Lumpur + Pasir) (VT) = 410 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	

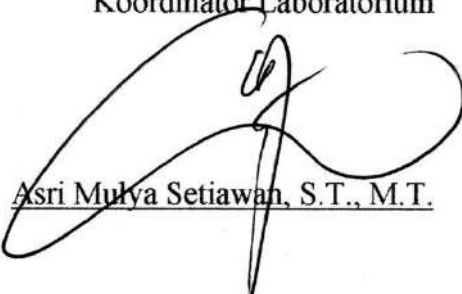
$$\text{Modulus Kehalusan Pasir (F)} = \frac{\Sigma \text{ persen tertahan}}{\text{Jumlah persen tertahan}} = \frac{300,00}{100} = 3,00$$

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

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

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.

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

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

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

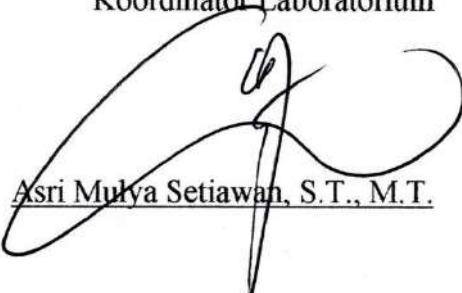
- Absorption = $\frac{B - G}{G} \times 100\%$
- = $\frac{250 - 230}{230} \times 100\%$
- = $\frac{20}{230} \times 100\%$
- = 2.04 %

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
Pengujian : Karakteristik Agregat
Penelitian : Tugas Akhir
Diperiksa : Koordinator
Tgl. Pemeriksaan : 23 Juli 2020

Berat Volume Agregat Kasar (Kerikil)

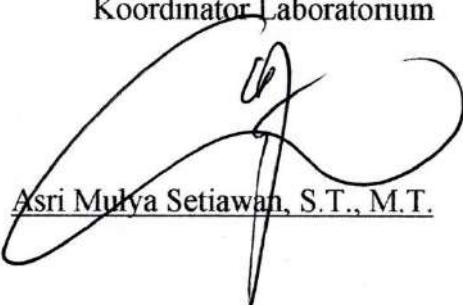
Kode	Keterangan	Satuan	Padat	Gembur
A	Volume Bohler	liter	0,91609	0,91609
B	Berat Bohler Kosong	gram	3550	3550
C	Berat bohler + Benda Uji	gram	5100	5080
D	Berat Benda Uji (C - B)	gram	1550	1530
BERAT VOLUME	= $\frac{D}{A}$	kg/liter	1,6920	1,6701

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	BERAT	PERSEN	Σ PERSEN	PERSEN
SARINGAN	TERTAHAN	TERTAHAN	TERTAHAN	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	

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

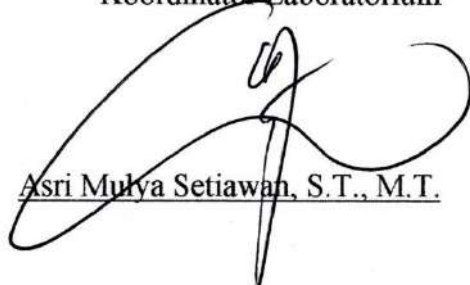
$$\frac{\Sigma \text{Persen Tertahan}}{\text{Jumlah Persen Tertahan}} = \frac{662,667}{100} = 6,63$$

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.



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 : 21 Juli 2020

Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Air Agregat Kasar (Kerikil)

Kode	Keterangan	Satuan	Berat
A	Berat Talam	gram	80
B	Berat Talam + Benda Uji	gram	2580
C	Berat benda Uji (B - A)	gram	2500
D	Berat Benda Uji Kering	gram	2470

$$\begin{aligned}\text{Kadar Air} &= \frac{C - D}{D} \times 100\% \\ &= \frac{2500 - 2470}{2470} \times 100\% \\ &= 1,215 \%\end{aligned}$$

Jadi pengujian kadar air agregat kasar adalah 1,215 % dimana memenuhi syarat pencampuran beton 0,5% - 2%.

Makassar, 21 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 : 21 Juli 2020
Penelitian : Tugas Akhir

Kadar Lumpur Agregat Kasar (Kerikil)

Percobaan I

A = Berat Talam = 90 Gram
B = Berat Kering Sebelum Dicuci = 2500 Gram
C = Berat Kering Setelah Dicuci + Talam = 2580 Gram
D = Berat Kering Setelah Dicuci = 2490 Gram

$$\begin{aligned}\text{Kadar Lumpur} &= \frac{B - D}{B} \times 100\% \\ &= \frac{2500 - 2490}{2500} \times 100\% \\ &= \frac{10}{2500} \times 100\% \\ &= 0,4 \%\end{aligned}$$

Jadi nilai rata-rata untuk kadar lumpur kerikil adalah = 0,4 % memenuhi syarat dalam campuran beton maksimal 1 %.

Makassar, 21 Juli 2020

Mengetahui,

Koordinator Laboratorium


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

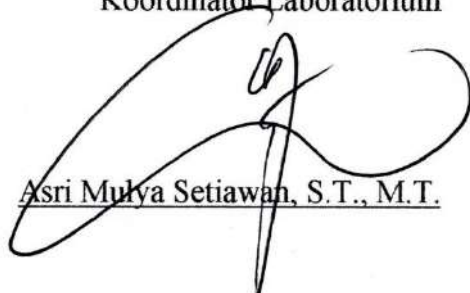
$$\begin{aligned}
 &= \frac{1299}{3235} \times 100\% \\
 &= 2,56 \text{ Gram} \\
 \bullet \text{ Absorption} &= \frac{(B - A) - E}{E} \times 100\% \\
 &= \frac{3868 - 540 - 3235}{3235} \times 100\% \\
 &= \frac{93}{3235} \times 100\% \\
 &= 2,875 \text{ Gram}
 \end{aligned}$$

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

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

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.

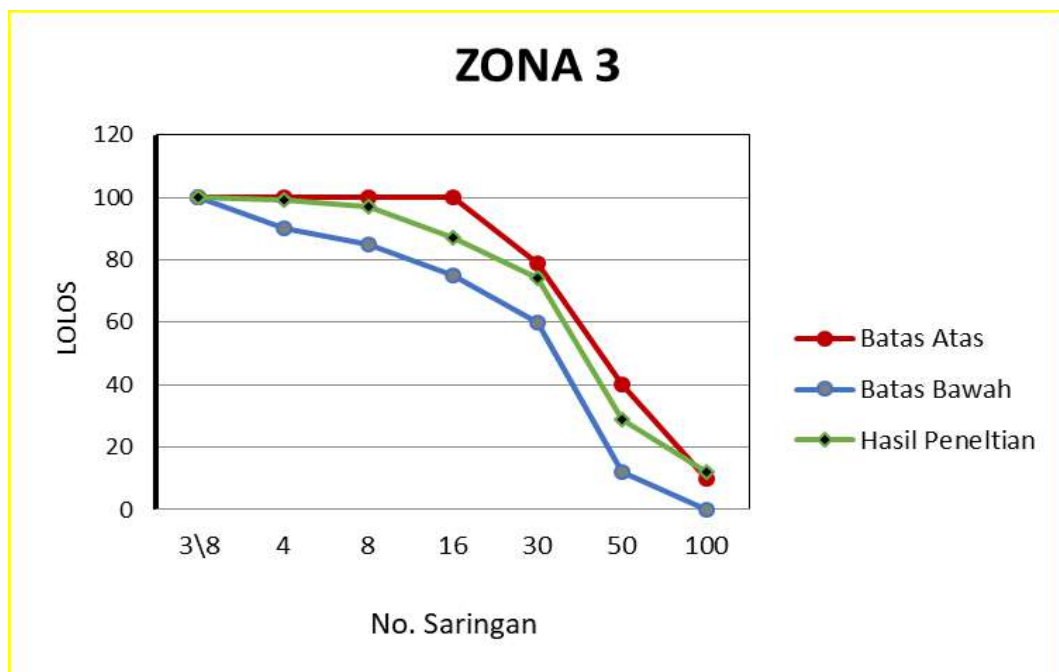
Rekapitulasi karakteristik agregat

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	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

Lampiran C Batas Zona Agregat Halus Dan Agregat Kasar

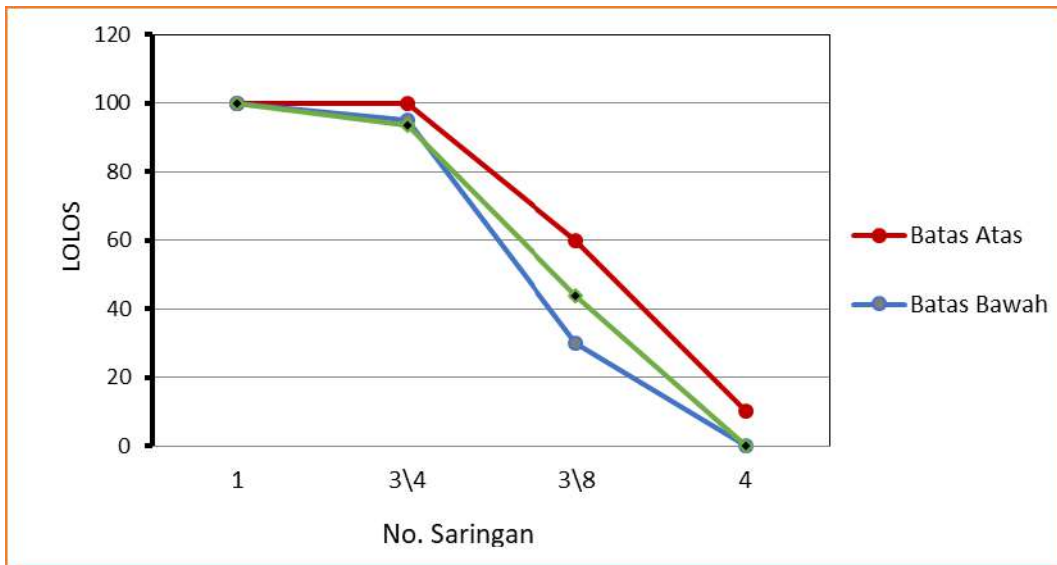
1. Agregat halus

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	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							



Dimana :

W : Penggabungan Agregat Kasar dan Halus

K : Modulus Kehalusan Kerikil

P : Modulus Kehalusan Pasir

C : Modulus Gabungan Pasir dan Kerikil

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

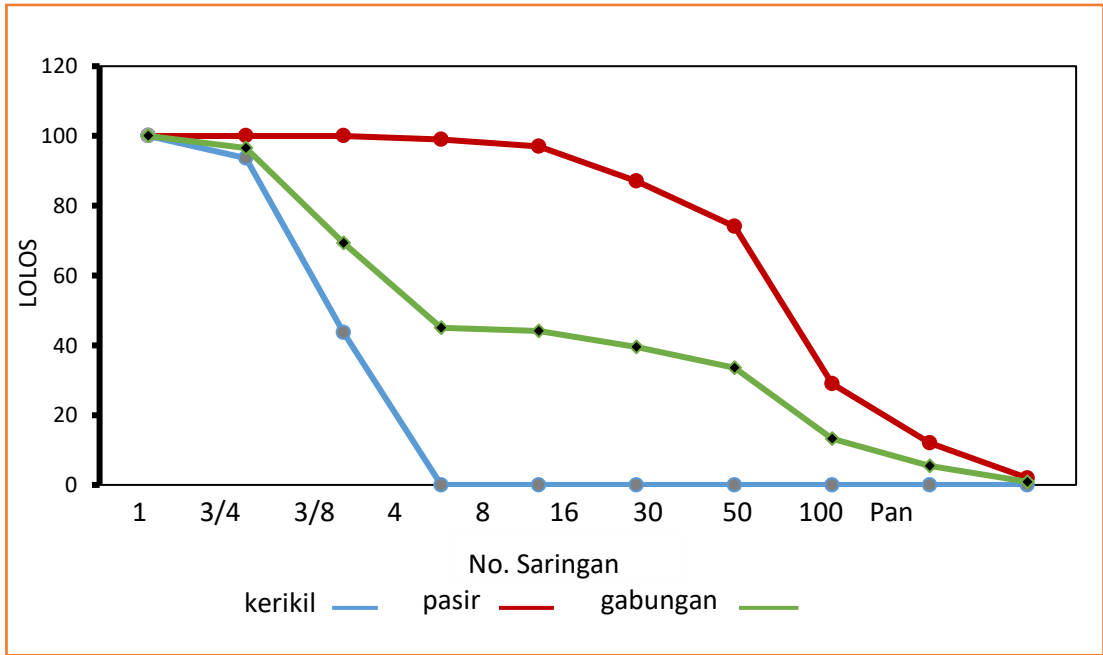
$$= \frac{6,63 - 5,5}{5,5 - 3,00} \times 100 = 45,2\%$$

Berat pasir terhadap kerikil sebesar 65% atau dapat dikatakan perbandingan 45,2:100 atau 1:2,2

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

$$\text{Berat kerikil} = \frac{1,2}{2,2} \times 100 = 55,5\%$$

Nomor Saringan mm	Persentase lolos (%)		Pasir X 36%	Kerikil X 64%	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	= 3,150
Berat jenis spesifik SSD pasir	= 2,500 gr/m ³
Berat jenis spesifik SSD kerikil	= 2,560 gr/m ³
Volume silinder (10 x 20)	= 0,002 m ³
Faktor air semen	= 0,350

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

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

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

5. Berat masing-masing agregat

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

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

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

6. 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	= 3,150
Berat jenis spesifik SSD pasir	= 2,500 g
Berat jenis spesifik SSD kerikil	= 2,560 g
Volume balok (10 x 12 x 60)	= 0,007 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

Berat material untuk 1 sampel balok beton = V_{blk} x nilai susut beton x berat material

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

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

$$\begin{aligned}\text{Semen} &= V_{\text{blk}} \times \text{nilai susut beton} \times \text{berat material semen} \\ &= 0,0072 \text{ m}^3 \times 1,2 \times 600 \text{ kg/m}^3 \\ &= 5,184 \text{ kg}\end{aligned}$$

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

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

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

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	3,462	100	7850	200000	25.478	28,875
19/09/22		3,520	100		240000	30.573	
19/09/22		3,525	100		240000	30.573	

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

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)

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

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

$$\begin{aligned} f'c &= \frac{P}{A} \\ &= \frac{200000 \text{ N}}{7850 \text{ mm}^2} \end{aligned}$$

$$= 25,478 \text{ N/mm}^2 \approx 25,478 \text{ MPa}$$

- Kuat tekan silinder beton normal 2 (SN2)

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

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

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

- Kuat tekan silinder beton normal 3 (SN3)

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

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

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

Kuat tekan rata-rata untuk silinder beton normal adalah

$$\begin{aligned}
 f'c &= \frac{SN1 + SN2 + SN3}{3} \\
 &= \frac{25,478 \text{ N/mm}^2 + 30,573 \text{ N/mm}^2 + 30,573 \text{ N/mm}^2}{3} \\
 &= 28,875 \text{ N/mm}^2 \approx 28,875 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Table hasil pengujian kuat tekan silinder 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	3,493	600	7850	280000	35.669	33,970
19/09/22		3,506	600		240000	30.573	
19/09/22		3,470	600		280000	35.669	

b. Perhitungan Hasil Kuat Tekan Silinder Beton SCC

- Kuat tekan silinder SCC 1 (SSCC1)

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

$$\begin{aligned}
 P &= 280 \text{ kN} \quad (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\
 &= 280 \times 1000 \\
 &= 280000 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f'c &= \frac{P}{A} \\
 &= \frac{280000 \text{ N}}{7850 \text{ mm}^2} \\
 &= 35,669 \text{ N/mm}^2 \approx 35,669 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

- Kuat tekan silinder SCC 2 (SSCC2)

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

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (100^2) \text{ mm} \\
&= 7850 \text{ mm}^2 \\
P &= 240 \text{ kN} \quad (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\
&= 240 \times 1000 \\
&= 240000 \text{ N} \\
f'c &= \frac{P}{A} \\
&= \frac{240000 \text{ N}}{7850 \text{ mm}^2} \\
&= 30,573 \text{ N/mm}^2 \quad \approx 30,573 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

- Kuat tekan silinder SCC 3 (SSCC3)

$$\begin{aligned}
A &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\
&= \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times (100^2) \text{ mm} \\
&= 7850 \text{ mm}^2 \\
P &= 280 \text{ kN} \quad (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\
&= 280 \times 1000 \\
&= 280000 \text{ N} \\
f'c &= \frac{P}{A} \\
&= \frac{280000 \text{ N}}{7850 \text{ mm}^2} \\
&= 35,669 \text{ N/mm}^2 \quad \approx 35,669 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

Kuat tekan rata-rata untuk silinder beton normal adalah

$$\begin{aligned}
f'c &= \frac{SSCC1 + SSCC2 + SSCC3}{3} \\
&= \frac{35,669 \text{ N/mm}^2 + 30,573 \text{ N/mm}^2 + 35,669 \text{ N/mm}^2}{3} \\
&= 33,970 \text{ N/mm}^2 \quad \approx 33,970 \text{ MPa}
\end{aligned}$$

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)
20/09/22	28	150	150	450	40,400	5,387	5,520
20/09/22		150	150	450	42,400	5,653	
20/09/22		100	120	450	20,400	5,100	

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

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 1 (BN1)

$$\begin{aligned} P &= 40,400 \text{ kN} && (1\text{kN} = 1000 \text{ N}) \\ &= 40,400 \times 1000 \\ &= 40400\text{N} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{40400 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{150 \text{ mm} \times (150^2) \text{ mm}} \\ &= \frac{18180000 \text{ N}}{3375000 \text{ mm}^2} \\ &= 5,38 \text{ N/mm}^2 \quad \approx \mathbf{5,38 \text{ Mpa}} \end{aligned}$$

b. Kuat lentur balok beton normal 2 (BN2)

$$\begin{aligned} P &= 42400 \text{ kN} && (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\ &= 42400 \times 1000 \\ &= 42400 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P.l}{b.h^2} \\ &= \frac{42400 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{150 \text{ mm} \times (150^2) \text{ mm}} \\ &= \frac{19080000 \text{ N}}{3375000 \text{ mm}^2} \\ &= 5,65 \text{ N/mm}^2 && \approx \mathbf{5,65 \text{ Mpa}} \end{aligned}$$

c. Kuat lentur balok beton normal 3 (BN3)

$$\begin{aligned} P &= 20400 \text{ kN} && (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\ &= 20400 \times 1000 \\ &= 20400 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{P.l}{b.h^2} \\ &= \frac{20400 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{100 \text{ mm} \times (120^2) \text{ mm}} \\ &= \frac{9180000 \text{ N}}{1800000 \text{ mm}^2} \\ &= 5,10 \text{ N/mm}^2 && \approx \mathbf{5,10 \text{ Mpa}} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{BN1 + BN2 + BN3}{3} \\ &= \frac{5,38 \text{ N/mm}^2 + 5,65 \text{ N/mm}^2 + 5,10 \text{ N/mm}^2}{3} \\ &= 5,52 \text{ N/mm}^2 && \approx \mathbf{5,52 \text{ MPa}} \end{aligned}$$

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)
20/09/22	28	150	150	450	55,800	7,440	7,351
20/09/22		150	150	450	50,400	6,720	
20/09/22		150	150	450	59,200	7,893	

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

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

$$\begin{aligned}
 P &= 55,800 \text{ kN} && (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N}) \\
 &= 55,800 \times 1000 \\
 &= 55,800 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{P.l}{b.h^2} \\
 &= \frac{55800 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{150 \text{ mm} \times (150^2) \text{ mm}} \\
 &= \frac{25110000 \text{ N}}{3375000 \text{ mm}^2} \\
 &= 7,440 \text{ N/mm}^2 && \approx \mathbf{7,440 \text{ Mpa}}
 \end{aligned}$$

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

$$P = 50,400 \text{ kN} \quad (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N})$$

$$= 50,400 \times 1000$$

$$= 50,400 \text{ N}$$

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

$$\sigma = \frac{50400 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{150 \text{ mm} \times (150^2) \text{ mm}}$$

$$= \frac{22680000 \text{ N}}{3375000 \text{ mm}^2}$$

$$= 6,720 \text{ N/mm}^2 \quad \approx \mathbf{6,720 \text{ Mpa}}$$

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

$$P = 59,200 \text{ kN} \quad (1 \text{ kN} = 1000 \text{ N})$$

$$= 59,200 \times 1000$$

$$= 59,200 \text{ N}$$

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

$$= \frac{59200 \text{ N} \times 450 \text{ mm}}{150 \text{ mm} \times (150^2) \text{ mm}}$$

$$= \frac{26640000 \text{ N}}{3375000 \text{ mm}^2}$$

$$= 7,893 \text{ N/mm}^2 \quad \approx \mathbf{7,893 \text{ Mpa}}$$

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

$$\sigma = \frac{BW1 + BW2 + BW3}{3}$$

$$= \frac{7,440 + 6,720 + 7,893}{3}$$

$$= 7,351 \text{ N/mm}^2 \quad \approx \mathbf{7,351 \text{ MPa}}$$

Jadi nilai rata-rata presentase peningkatan kuat lentur BW terhadap kuat lentur BN adalah

$$\begin{aligned}\text{Presentase peningkatan} &= \frac{BW-BN}{BN} \\ &= \frac{7,351 - 5,520}{5,520} \times 100\% \\ &= \mathbf{33,170 \%}\end{aligned}$$

Lampiran G Dokumentasi Penelitian

1. Proses penyaringan agregat kasar



2. Proses Pencucian agregat halus dan kasar



3. Uji slump flow



4. Pencampuran bahan beton (mix)



5. Bekisting yang digunakan



6. Pemotongan wiremesh



7. Persiapan pengecoran beton SCC



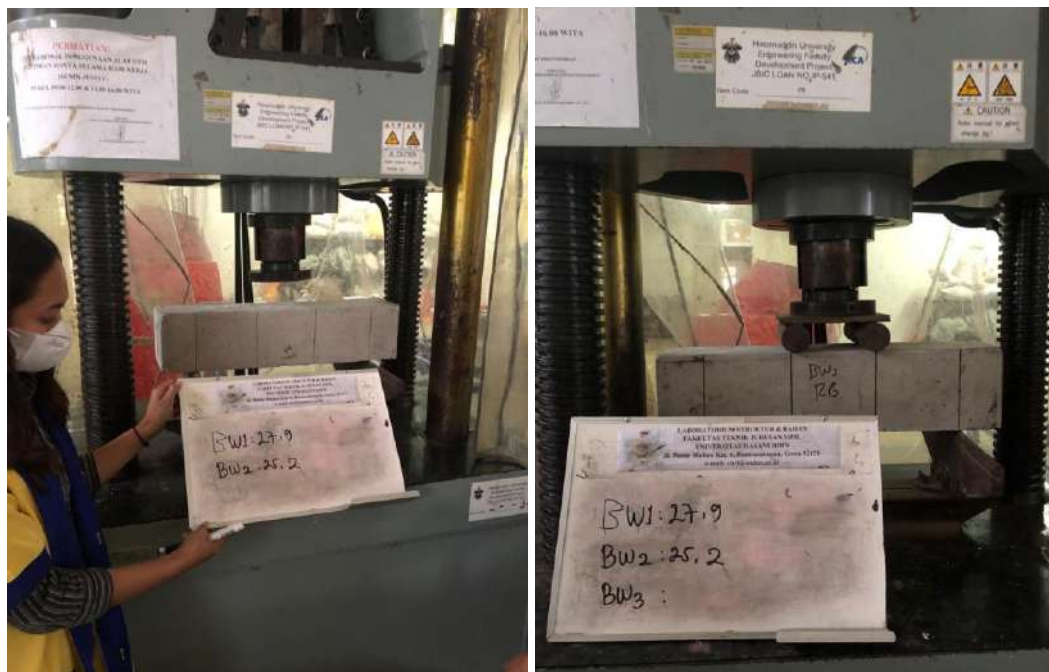
8. Pemasangan *wiremesh* sesuai dengan ukuran



11. Pengujian benda uji



Gambar 11.1 Pengujian Kuat lentur Balok Beton Normal



Gambar 11.2 Pengujian Kuat lentur Balok Beton Wiremesh



Gambar 11.3 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder



Gambar 11.4 Mesin Pengujian Kuat Lentur



Gambar 11.5 Mesin Pengujian Kuat Tekan