

STUDI PENAMBAHAN LIMBAH KAWAT BESI IRREGULAR KEDALAM CAMPURAN BETON MUTU TINGGI

by Armanda Dimas Saputra

Submission date: 10-Sep-2020 09:06AM (UTC+0200)

Submission ID: 1383496392

File name: fix_Skripsi_Armanda_Dimas_Saputra_17110039.docx (5.96M)

Word count: 10368

Character count: 57141

LAPORAN TUGAS AKHIR

STUDI PENAMBAHAN LIMBAH KAWAT BESI IRREGULAR
KEDALAM CAMPURAN BETON MUTU TINGGI



ARMANDA DIMAS SAPUTRA

17110039

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

Studi Penambahan Limbah Kawat Besi *Irregular* Kedalam
Campuran Beton Mutu Tinggi

Oleh:

Armanda Dimas Saputra

NPM: 17110039

Tanggal Ujian :.....

22

Menyetujui :

Dosen Pembimbing

Ir. H. Soerjandani PM, MT.

NIK : 94245-ET

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Progdil Teknik Sipil

Johan Paing H.W, ST.,MT

NIP : 196903102005011002

Dr. Ir. Soebagio, MT

NIK : 94249-ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Studi Penambahan Limbah Kawat Besi *Irregular* Kedalam
Campuran Beton Mutu Tinggi
Armanda Dimas Saputra
NPM: 17110039

Tanggal :

Disetujui oleh,

Dosen Penguji 1

Dosen Penguji 2

Ir. Utari Khatulistiani, MT

Andaryati ST, MT

NIK : 93190-ET

NIP:197411032005012002

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Ir. H. Soerjandani PM, MT.

NIK : 94245-ET

ABSTRAK

³ Beton mempunyai kelemahan yaitu mempunyai kuat tarik yang rendah dan bersifat getas (brittle) sehingga beton diberi tulangan baja untuk mengatasi tegangan tarik. Pada penelitian ini campuran beton diberi bahan tambah dari kawat besi. Dengan penambahan kawat ini diharapkan diperoleh peningkatan kekuatan pada beton. Mutu beton yang digunakan adalah beton mutu tinggi yaitu 40 MPa.

Kawat besi yang digunakan mempunyai diameter 0,1 mm dengan panjang 60 mm. ³ Pengujian beton meliputi kuat tekan dan kuat tarik belah. Untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dilakukan terhadap benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 300 mm dan diameter 150 mm. ³ Benda uji terdiri dari 18 silinder beton serat serta 6 silinder beton normal. Konsentrasi kawat besi bervariasi mulai dari 5%, 10% dan 15% dari berat kebutuhan semen.

Dari pengujian slump test dapat disimpulkan bahwa penambahan kawat besi akan menurunkan workability dari campuran beton. Dan dari pengujian kuat tekan beton diperoleh kuat tekan ³ yang lebih tinggi dari beton normal. Sedangkan dari hasil pengujian kuat tarik belah didapatkan nilai yang optimal pada campuran kawat besi 10% .

ABSTRACT

Concrete has several weaknesses, such as it has low tensile strength and is brittle so that the concrete is reinforced with steel to overcome the tensile stress. In this study, the concrete mixture was added with iron wire. With the addition of this wire, it is hoped that an increase in the strength of the concrete will be obtained. The quality of the concrete used is high strength concrete approximately 40 MPa.

The iron wire used has a diameter of 0.1 mm and a length of 60 mm. The testing of concrete includes compressive strength and split tensile strength. The test for compressive strength and split tensile strength is carried out on cylindrical specimens with a height of 300 mm and a diameter of 150 mm. The specimens consist of 18 cylinders of fiber concrete and 6 cylinders of normal concrete. The concentration of iron wire varies from 5%, 10%, and 15% of the weight of cement required.

From the slump test, it can be concluded that the addition of iron wire will reduce the workability of the concrete mixture. And from the concrete compressive strength test, it is obtained that the compressive strength is higher than normal concrete. Meanwhile, from the results of the split tensile strength test, the optimal value of the iron wire mixture is 10%.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian Tugas Akhir yang berjudul “STUDI PENAMBAHAN LIMBAH KAWAT BESI IRREGULAR KEDALAM CAMPURAN BETON MUTU TINGGI”¹¹ tepat pada waktunya.

Adapun tujuan dari penulisan Penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk mempelajari cara pembuatan skripsi pada Universitas Wijaya Kusuma Surabaya dan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik jurusan Teknik Sipil.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil sehingga Penelitian Tugas Akhir ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Bapak Johan Paing ST, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
2. Bapak Dr. Ir. Soebagio, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
3. Bapak Ir. H. Soerjandani PM, MT. Selaku Dosen Pembimbing Penelitian Tugas Akhir.
4. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Penelitian Tugas Akhir ini

Meskipun telah berusaha menyelesaikan penelitian Tugas

Akhir ini sebaik mungkin, penulis menyadari bahwa Penelitian Tugas Akhir ini masih ada kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari para pembaca guna menyempurnakan segala kekurangan dalam penyusunan Penelitian Tugas Akhir ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Penelitian Tugas Akhir ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Surabaya, Januari 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN REVISI.....	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3 Perumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Dan Manfaat Penelitian.....	5
1.5.1 Tujuan Penelitian.....	5
1.5.2 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Keaslian Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pengertian Beton	7
2.2 Beton Serat	9
2.3 Material	10
2.3.1 Agregat	10

2.3.2 Semen Portland	11
2.3.3 Air.....	12
2.3.4 Serat (<i>Fiber</i>)	13
2.4 Konsep Beton Serat.....	15
2.5 Landasan Teori.....	18
2.5.1 Kuat tekan	18
2.5.2 Kuat tarik belah (<i>brazzilian test</i>).....	19
2.6 Penelitian Terdahulu	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Diagram Alir Penelitian	22
3.2 Bahan - Bahan	25
3.2.1 <i>Cement</i>	25
3.2.2 <i>Fine aggregate</i>	25
3.2.3 <i>Coarse aggregate</i>	25
3.2.4 <i>Water</i>	25
3.2.5 <i>Iron wire</i>	25
3.3 Peralatan	26
3.3.1 Cetakan Benda Uji	26
3.3.2 Timbangan.....	27
3.3.3 Oven	28
3.3.4 Satu set ayakan	28
3.3.5 Piknometer	29
3.3.6 Alat Vicat	30
3.3.7 Concrete <i>Mixer</i>	30

3.3.8 Slump_Test_Apparatus	31
3.3.9 <i>Compressing Testing Machine</i> (CTM).....	32
3.3.10 Kolam_Perendam	32
3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	33
3.4.1 Persiapan Bahan	33
3.4.2 Pengujian material.....	33
3.4.3 Pembuatan <i>Mix Design</i>	34
3.3.4 Pembuatan Benda Uji.....	43
3.3.5 Pengujian nilai <i>slump</i>	44
3.3.6 Perawatan terhadap benda uji (<i>Curing</i>).....	44
3.3.7 Pelaksanaan Pengujian	44
3.3.8 Analisis Hasil	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Hasil dan Pembahasan.....	46
4.1.1 Hasil pengujian resapan pasir.....	46
4.1.2 Hasil pengujian berat jenis pasir	46
4.1.3 Hasil pengujian kadar lumpur	46
4.1.4 Hasil pengujian berat volume pasir.....	47
4.1.5 Hasil pengujian resapan batu pecah	47
4.1.6 Hasil pengujian berat jenis batu pecah	48
4.1.7 Hasil pengujian berat volume batu pecah	48
4.1.8 Hasil pengujian konsistensi semen portland	49
4.1.9 Hasil pengujian waktu mengikat dan mengeras semen.....	49
4.1.10 Hasil pengujian <i>Workability</i>	50

4.1.11 Hasil pengujian berat beton umur 28 hari	52
4.1.12 Hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dengan v_f	53
4.1.13 Perhitungan kuat tekan beton	54
4.1.14 Perhitungan kuat tarik belah beton	57
BAB V_KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan.....	62
5.2 Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kelas dan mutu beton.....	9
Tabel 2.2 Sifat macam – macam kawat.....	16
Tabel 3.1 Mutu pelaksanaan terhadap volume pekerjaan	35
Tabel 3.2 Slump yang disyaratkan untuk berbagai konsentrasi	37
Tabel 3.3 Jumlah dan kode benda uji umur 28 hari	37
Tabel 3.4 Ukuran maksimum agregat	38
Tabel 3.5 Nilai fak tor air semen	39
Tabel 3.6 Modulus halus butir (MHB).....	41
Tabel 3.7 Kebutuhan bahan dalam campuran beton per m ³	43
Tabel 3.8 Jumlah dan kode benda uji umur 28 hari	43
Tabel 4.1 Resapan air	46
Tabel 4.2 Berat jenis pasir	46
Tabel 4.3 Kadar lumpur	46
Tabel 4.4 Berat volume pasir	47
Tabel 4.5 Air resapan batu pecah	47
Tabel 4.6 Berat jenis batu pecah	48
Tabel 4.7 Berat volume batu pecah	48
Tabel 4.8 Konsistensi semen portland.....	49
Tabel 4.9 Waktu mengikat dan mengeras	49
Tabel 4.10 Hasil pengujian slump	50
Tabel 4.11 Hasil pengujian berat beton benda uji silinder	52

Tabel 4.12 Hasil pengujian beban maksimum pada beton.....	53
Tabel 4.13 Hasil perhitungan kuat tekan beton.....	54
Tabel 4.14 Regresi linier kuat tekan beton.....	56
Tabel 4.15 Hasil perhitungan kuat tarik belah beton	58
Tabel 4.16 Regresi linier kuat tarik belah beton	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Berbagai bentuk geometri serat baja	15
Gambar 2.3 Benda uji silinder.....	19
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	24
Gambar 3.2 <i>LIMBAH KAWAT BESI IRREGULAR</i>	26
Gambar 3.3 Cetakan benda uji silinder	27
Gambar 3.4 Timbangan digital	27
Gambar 3.5 Oven	28
Gambar 3.6 Satu set saringan agregat	29
Gambar 3.7 Piknometer.....	29
Gambar 3.8 Alat Vicat	30
Gambar 3.9 Concrete mixer	31
Gambar 3.10 Alat Slump Test.....	31
Gambar 3.11 Alat compressing beton	32
Gambar 3.12 Bak perendam beton	33
Gambar 3.13 Kebutuhan fas	36
Gambar 4.1 Hubungan slump dengan kadar kawat.....	51
Gambar 4.2 Pengujian beban maksimum dengan v_f	54
Gambar 4.3 Hubungan antara kuat tekan dengan v_f	55
Gambar 4.4 Hubungan antara kuat tarik belah dengan v_f	59

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah material yang pada umumnya menjadi kebutuhan masyarakat terhadap pembangunan infrastruktur konstruksi yang semakin bertambah seiring majunya teknologi, oleh karena itu sangat penting bagi konstruksi dalam menggunakan beton sebagai bahan utamanya. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pencampuran beton adalah biayanya yang ekonomis, ketersediaan banyak, mampu menahan kuat tekan yang tinggi dan dapat bertahan terhadap faktor kondisi lingkungan.

Menurut Setiawan (2013), sebagian besar bangunan yang di bangun lebih dari 30 tahun lalu masih berdiri kokoh hingga sekarang, tetapi kelayakan dari bangunan tersebut semakin berkurang seiring bertambah dan berubahnya pembebanan bangunan itu . Pada jembatan layang misalnya, *fracture* akan terjadi pada kondisi jembatan yang mengalami perubahan pembebanan dalam kurun waktu tertentu seperti penambahan volume kendaraan. Kejadian berikut disebut *fatigue* atau kegagalan diakibatkan beban tekan berulang. Proses kerusakan *fatigue* dimulai keretakan yang sangat kecil pada pembebanan berulang untuk kurun waktu tertentu. Kemudian tegangan tarik akan

menyebabkan dalam kondisi retak untuk membesar dan menyebar sampai terjadinya keruntuhan.

Pada era modern saat ini, beton sebagai pilihan utama sebagai material konstruksi yang populer digunakan di Indonesia, maka dari itu keamanan dari segi struktur dapat di bantu dengan kualitas beton yang bagus. Perkembangan Indonesia yang semakin maju dalam prospek industri perdagangan, diantaranya adalah produksi kawat besi. Dalam pemanfaatan limbah kawat besi tersebut, pada penelitian saya akan menggunakan kawat besi sebagai *addition* dalam campuran beton.

Beton yang memiliki berbagai macam kekurangan telah di lakukan peneleitian sebelumnya. Dalam penelitian Soroushian & Bayasi (1987), serat-serat yang ditambahkan dalam campuran beton dapat mengurangi keretakan yang di sebabkan oleh tegangan tarik pada beton, sehingga nilai kuat tarik beton serat memiliki keunggulan daripada nilai kuat tarik beton normal. Pencampuran serat yang penyebarannya merata dalam campuran beton mampur mengurangi keretakan yang terjadi pada beton, baik akibat pembebanan maupun akibat panas.

Dari rekapan hasil penelitian Musyafa (2018) dapat dilihat bahwa limbah bendrat pada proyek pembangunan sebesar 3,89% atau setara dengan 0,975kg dari total pembesian yang dilakukan sebuah proyek per harinya.

Pada survey yang saya lakukan kepada pengumpul limbah besi di kecamatan Kenjeran kota Surabaya untuk limbah kawat itu sendiri dapat menghasilkan 100kg/hari. Kawat sebanyak ini dihasilkan dari pembakaran ban yang sudah tidak lagi digunakan, diameter kawat pun bermacam macam tergantung dari limbah ban yang di bakar. Pada awalnya kawat tersebut akan di jual ke pabrik untuk di daur ulang tetapi dengan kapasitas pabrik yang terbatas sedangkan jumlah kawat yang berlimpah membuatnya tertimbun untuk waktu yang cukup lama hingga akhirnya berkarat dan lapuk.

Pada penelitian saya memfokuskan terhadap pengaruh penambahan limbah kawat besi kedalam adukan beton mutu tinggi. Menggunakan beton mutu tinggi pada perencanaan saya didasarkan atas penelitian yang belum dilakukan sebelumnya. Presentase serat berdasarkan kebutuhan semen karena semen sebagai pembinding utama dalam campuran beton dan kawat sendiri bukan sebagai pengganti material melainkan penambahan material baru, dalam hal ini perbedaan sifat material antara semen dan kawat diabaikan.

1.2 Identifikasi Masalah

Menurut latar belakang diatas penelitian ini di tujukan untuk mencari nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton menggunakan kawat besi sebagai tambahan campuran beton dengan campuran kawat tertentu hingga mencapai kebutuhan material dalam adukan

beton. Metode ACI (*American Concrete Institute*) adalah perumusan utama dalam penelitian ini untuk mencari mix design beton dengan mutu tinggi (40 Mpa) pada umur beton 28 hari.

1.3 Perumusan Masalah

Latar belakang diatas menyimpulkan bahwa rumusan masalah dalam penelitian saya adalah sebagai berikut:

1. Apa pengaruhnya dari tambahan kawat besi kedalam campuran beton pada ² beban tekan maksimum terhadap kuat tarik belah dan kuat tekan beton mutu tinggi.
2. Seperti apa pengaruh kawat besi terhadap *workability* kelecakan dari campuran beton.

1.4 Batasan Masalah

1. Pengujian beton hanya dilakukan dengan beban tekan maksimum terhadap benda uji silinder.
2. Kuat tekan beton (f'_c) yang di rencanakan adalah beton mutu tinggi yaitu 40 MPa.
3. Campuran serat terdiri dari empat variasi yaitu ¹⁷ 0%, 5%, 10% dan 15% terhadap berat kebutuhan semen dalam 1 kubik beton.
4. ACI (*American Concrete Institute*) sebagai acuan utama dalam pembuatan mix design.
5. Untuk umur beton hanya melakukan pengujian pada hari ke-28.
6. Percampuran material dalam adukan beton dianggap merata

(*homogen*)

7. Ukuran dari Kawat Besi tidak di tentukan atau *random*
8. Penelitian hanya melakukan uji tekan dan uji tarik belah

1.5 Tujuan Dan Manfaat Penelitian

1.5.1 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui akibat tambahan Kawat Besi pda campuran beton dengan pembebanan tekan maksimum terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah.
- b. Untuk mengetahui pengaruh serat limbah kawat besi *irregular/ random* terhadap kelacakan (*workability*) dari campuran beton.

1.5.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini antara lain :

- a. Guna mempelajari dampak dari penambahan agregat beton berupa kawat besi dengan jumlah tertentu sehingga diperoleh nilai kekuatan yang terbaik.
- b. Guna menghasilkan wawasan, gambaran dan hasil nyata tentang penggunaan Kawat besi sebagai bahan tambahan beton .
- c. Mengetahui tentang *volume fraction* kawat besi yang paling bagus untuk campuran beton dengan mutu tinggi.
- d. Menambah wawasan tentang karakteristik beton kawat, khususnya penambahan kawat besi pada campuran beton

untuk menyempurnakan karakteristik yang rendah pada beton.

1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian tentang beton serat atau yang serupa pernah dilakukan oleh :

1. Melly Nugraheni (2017), ² Pengaruh Penambahan Serat Bendrat Berkait (Hooked) Dengan Perilaku Beton Pada Beban Tekan Berulang mutu beton ² normal dengan konsentrasi serat 0%, 0,4%, 0,6%, 0,8%.
2. Sustika Pratiwi, Hakas Prayuda, Fadillawaty Saleh (2016), Kuat Tekan Beton Serat Menggunakan Variasi Fibre Optic dan Pecahan Kaca untuk mutu beton normal dengan campuran 0,1%, 0,15%, 0,2%.
3. Srisadewo Fauzi Adiprakoso, Elly Tjahjono, dan Essy Arijoeni (2013), Studi Perilaku Kuat Tekan Pada Beton Berserat Baja. Mutu beton normal dengan campuran serat baja 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%.

Dari kesimpulan penelitian terdahulu bahwasannya pengujian beton serat dengan menggunakan beton mutu tinggi atau >40MPa belum pernah dilakukan sebelumnya, disini saya akan meneliti menggunakan mutu tersebut guna mencari *fraction ratio* yang optimal untuk beton mutu tinggi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton merupakan sebuah bahan bangunan komposit yang terbuat dari kombinasi agregat dan pengikat semen. Agregat itu sendiri terdiri dari agregat kasar dan agregat halus sedangkan untuk pengikat menggunakan semen portland yang dicampur air suling guna terjadinya ikatan kimia dalam pasta semen. Pasta semen berfungsi mengikat agregat sehingga menghasilkan daya lekat yang sangat kuat untuk setiap material.

Material utama penyusun beton adalah semen, air, pasir dan batu pecah. Percampuran antara air dan semen portland akan membenruk pasta semen sebagai pengikat agregat. Sedangkan pengisinya adalah agregat. (Sabban, 2011).

Menurut Sabban (2011) Beton merupakan material yang sangat di butuhkan dalam dunia konstruksi, hal ini dikarenakan beton mempunyai kelebihan antara lain :

1. Kuat menahan beban tekan yang tinggi.
2. Mudah dalam pencetakannya.
3. Ekonomis dalam segi perawatan.
4. Memiliki kemudahan dalam pelaksanaan dari pada material lainnya.

5. Kuat menahan suhu tinggi dan tahan lama. (durability)

Berikut adalah klasifikasi kelas dan mutu beton seperti pada Tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2.1 Kelas dan mutu beton

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

Menurut Mulyono. T, 2004 beton juga memiliki keuntungan serta kerugian seperti berikut :

1. Kelebihan :

- Mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi
- Daya tahan terhadap tekan yang tinggi
- Memiliki kemampuan menahan suhu yang tinggi
- Biaya pemeliharaan lebih ekonomis.

2. Kekurangan :

- Susah untuk merubah bentuk yang telah di cetak
- Ketelitian dalam pelaksanaan yang tinggi
- Berat
- Kurang dalam menyerap suara.

2.2 Beton Serat

Beton serat merupakan salah satu beton khusus yang dikembangkan dari beton normal dengan penambahan serat kedalam adukan beton. Baik berupa serat alami maupun serat buatan yang bertujuan untuk mencegah terjadinya retak akibat pembebanan, panas hidrasi maupun penyusutan dan untuk meningkatkan sifat mekanik beton, sehingga beton kuat terhadap gaya tekan, gaya lentur dan gaya tarik akibat beban, temperatur, cuaca dan iklim yang umumnya terjadi pada beton dengan permukaan yang luas.

Luhar dan Khandelwal (2015) melakukan percobaan mengenai compressive strength of translucent concrete yang menggunakan serat optik sebagai bahan utama dalam pembuatan benda ujinya. Serat optik sendiri memiliki kemampuan mengantarkan cahaya yang baik sehingga dapat dimanfaatkan dalam pembuatan beton transparan atau beton tembus. Pada penelitian ini benda uji dibuat berupa kubus berukuran 7 cm x 7cm x 7cm sebanyak 3 benda uji, dua benda uji sebagai beton kontrol dan satu benda uji sebagai beton transparan, jumlah serat yang digunakan sebesar 1% dari volume kubus tersebut. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa benda uji kubus sebagai kontrol memiliki berat 760 gram dengan kuat tekan sebesar 38,77 N/mm² dan berat 780 gram dengan kuat tekan 40,23 N/mm², sedangkan benda uji kubus sebagai beton

transparan memiliki berat 750 gram dengan kuat tekan sebesar 36,70 N/mm². Hal ini menunjukkan kuat tekan beton transparan hampir sama dengan kuat tekan beton normal.

2.3 Material

Material beton pada umumnya terdiri dari Air, Semen, Agregat kasar dan halus.

2.3.1 Agregat

Agregat adalah material yang berbentuk butiran-butiran seperti pasir, kerikil, batu pecah dan lain-lain. Dalam campuran beton aggregate merupakan material utama yang di gunakan dalam pembuatannya. Pengisi agregat dalam beton kemungkinan mencapai 70% - 75% dari volume beton. Sifat sifat beton sangat dipengaruhi oleh agregat tersebut, sehingga dalam pembuatan campuran beton agregat harus dipastikan baik secara sifat maupun jenisnya. Terdapat 2 jenis dalam pengelompokan agregat, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan.

Gradasi agregat adalah pembagian dimensi butiran agregat. Gradasi dapat diketahui dari hasil filtrasi dengan lubang ayakan 9,5 mm, 19,1 mm, 38,1 mm, dan 76,2 mm untuk kerikil. Lubang ayakan 4,76 mm, 2,38 mm, 1,19 mm, 0,59 mm, 0,297 mm, dan 0,149 mm untuk pasir. Dalam gradasi agregat yang optimal maka kepadatan dalam beton akan mencapai nilai optimal.

Fungsi menggunakan bahan batuan dalam campuran beton :

1. Penggunaan semen lebih ekonomis.
2. Kekuatan pada beton yang meningkat.
3. Meminimalisir susut pengerasan.
4. Menggapai kualitas beton yang baik dengan gradasi optimal.
5. Mengatur *workability* adukan beton dengan gradasi material yang optimal.

Cara yang paling sering dilakukan untuk membedakan jenis agregat adalah dengan berdasarkan pada ukuran butiran-butirannya. Agregat dengan ukuran sebesar 4,8 mm atau lebih adalah agregat kasar. Sedangkan agregat dengan ukuran 4,8 mm kebawah termasuk agregat halus.

2.3.2 Semen Portland

Perekatan yang terjadi pada agregat halus dan kasar disebabkan oleh butiran yang sangat halus pada semen. Bubuk halus ini akan mengeras dalam waktu singkat dan berguna sebagai pengikat hidrolis apabila di campurkan dengan air. Pasta semen adalah percampuran antara semen portland dengan air, sedangkan mortar adalah percampuran antara semen, air dan agregat halus/pasir, dan apabila percampuran terdiri dari semen, air, agregat halus/pasir dan agregat kasar/kerikil maka dinamakan

beton. Pengisi dari beton sebagian besar adalah agregat halus dan agregat kasar dan dapat di sebut kelompok pasif sedangkan untuk air dan semen dapat di sebut kelompok aktif.

2.3.3 Air

Sifat dan kandungan air dalam kelecakan (*workability*) beton sangat berpengaruh. kebutuhan air yang dipakai untuk campuran tergantung pada sifat material yang dipakai. Kandungan kotoran dalam air yang cukup banyak dapat mengganggu ketahanan beton atau proses pengerasan.

Selain untuk reaksi pengikatan, air juga dapat berfungsi setelah beton di cetak. Persyaratan pada air yang di gunakan untuk curing harus lebih baik dari segi jenis dan kandungannya. PH/keasaman dalam kandungannya tidak boleh melebihi >6 ,zat kapur yang terdapat didalamnya juga tidak boleh terlalu sedikit. Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Kuat tekan beton juga dapat dipengaruhi oleh air, karena semakin banyak air yang di gunakan beton akan mengalami penurunan kekuatan. Selain itu, air yang berlebih dapat menurunkan mutu dan menyebabkan beton mengalami *bleeding*, yaitu pergerakan air menuju keatas/ke sela sela cetakan beton segar yang baru saja di tuang. Hal ini akan mempengaruhi kekurangan nilai lekatan antara lapisan beton dan menyebabkan beton menjadi

lemah. Pengaruh air pada campuran beton sebagai berikut :

1. Mutu beton.
2. Sifat *workability* adukan beton.
3. Besar kecilnya nilai susut beton.
4. Kelangsungan reaksi hydrasi semen portland.
5. Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik.

2.3.4 Serat (*Fiber*)

ACI Committee 544 menyatakan macam-macam serat untuk perkuatan beton sebagai berikut :

- a. Beton berserat baja
- b. Beton berserat kaca
- c. Beton berserat sintesis
- d. Beton berserat natural

Kuat tarik pada serat kaca relatif tinggi, modulus elastisitas tinggi dan kepadatan rendah. Rawan hancur akibat bahan kimia dalam semen dan mempunyai harga relatif lebih tinggi sebagai kelemahannya dari pada serat yang lain (Soroushian & Bayasi, 1987).

Perkembangan pabrik petrokimia dan tekstil telah memproduksi serat polimer dalam jumlah banyak. Serat polimer

termasuk *acrylic*, *nylon*, *polypropylene* dan *aramid* mempunyai modulus elastisitas rendah tetapi kekuatan tarik yang tinggi, mudah terbakar, titik lelehnya rendah dan daya lekat dengan matrik semen yang rendah.

Modulus elastisitas dalam serat karbon memiliki nilai yang sama bahkan berkali-kali melebihi baja dan juga lebih ringan. kemampuan untuk menyanggupi keperluan kuat lentur yang tinggi dan tarik yang tinggi dalam serat karbon menjadikannya material yang unggul. Namun harganya juga relatif mahal dan Penghamburannya sulit dalam adukan beton.

Campuran serat baja pada adukan beton masih tergolong jarang di Indonesia. Karena serat baja dari indonesia memiliki jumlah yang terbatas dan harga yang tinggi apabila membeli dari luar negeri, sehingga menggunakan bahan lokal yaitu kawat yang dipotong-potong sebagai alternatif.

Soroushian & Bayasi (1991) berpendapat, jenis-jenis baja yang biasa digunakan sesuai dengan fungsinya masing-masing yaitu antara lain:

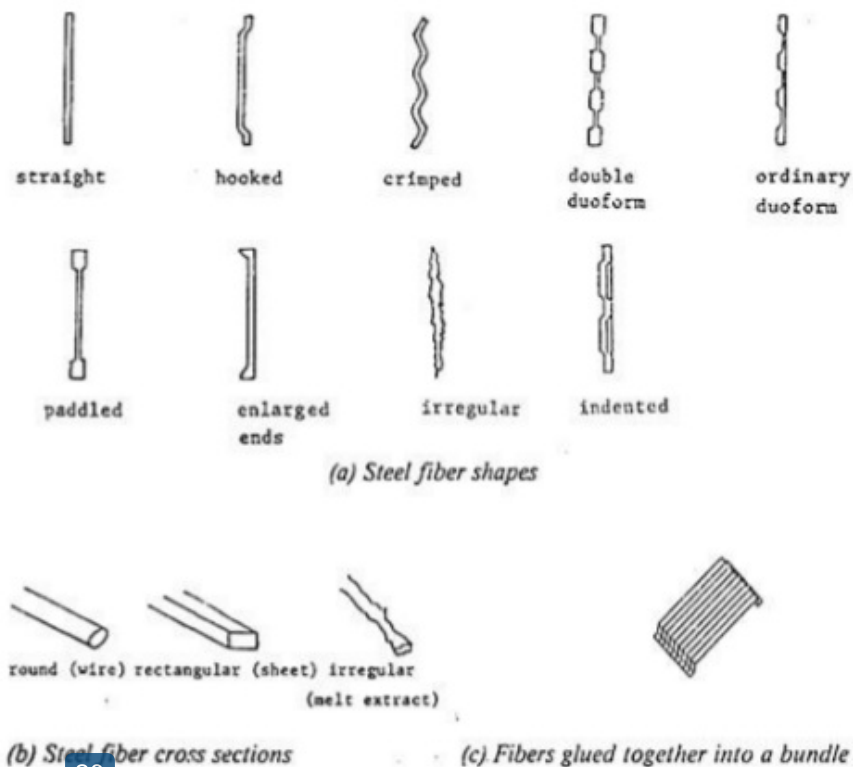
a. Bentuk serat baja

Bentuk-bentuk serat baja yaitu lurus bergigi (*idented*) , tidak teratur (*irregular*), kedua ujung ditekuk (*enfarged ends*), bundel (*paddled*), *double duo form*, *ordinary duo form*, bergelombang (*crimped*), berkait (*hooked*), dan (*straight*).

b. Penampang serat baja

Penampang serat baja terdiri dari tidak teratur/bentuk dilelehkan (*irregular/melt extract*), lingkaran (*round/wire*), dan persegi/lembaran (*rectangular/sheet*).

c. *fibers glued together into a bundle* atau Serat yang dilekatkan bersama dalam satu ikatan.



Gambar 2.1 Berbagai bentuk geometri serat baja (Soroushian & Bayasi, 1991)

2.4 Konsep Beton Serat

Pada penelitian (Soroushian & Bayasi, 1987), Menurut ACI Committee 544 (1993), beton berserat adalah campuran beton dari agregat kasar, semen hidrolis, agregat halus, dan sebagian dikit

fiber yang tercampur secara merata, dan kemungkinan bisa di tambahkan bahan campuran lainnya.

Dengan aspek ratio (l/d) diatas 100 pada umumnya menyebabkan distribusi serat yang tidak merata dan kelecakan yang tidak baik menurut penelitian-penelitian sebelumnya. *Balling efek* biasanya akan terjadi apabila aspek ratio pada serat lebih dari 100 sehingga serat mengalami kesulitan dalam penyebarannya selama prosedur pengadukan yang semakin tinggi dalam VB-time.

Akibat dari berkurangnya kelecakan dan sulitnya segregasi karena serat dianggap sebagai material yang bentuknya irregular. Fungsi serat adalah mencegah adanya retakan agar membuat beton serat lebih *ductile* dibanding beton normal (Tjokrodinuljo, 2007).

Jenis serat mempengaruhi sifat-sifat mekanis beton serat, pembuatan benda uji serta agregat, geometri, kekuatan beton, *volume fraction* serat dan aspek rasio serat (*fiber aspect ratio*). Menurut ACI Committee 544 (1988), agar mencapai kelecakan yang bagus dan campuran *homogen* diperlukan batasan *fly ash* atau bahan campur lain (*super plasticizer*), penambahan kadar semen, gradasi yang tepat, dan ukuran maksimum agregat. Umumnya, besarnya aspek rasio dan seiring bertambahnya serat dalam campuran beton maka nilai kelecakan beton akan menurun.

Penilaian kelecakan pada beton biasa hanya dapat dinilai dengan slump tes, sedangkan kelecakan sekarang dapat diukur

dengan metode selain slump test. Kelebihan dan kekurangan dari setiap jenis serat pun berbeda-beda berdasarkan dari tujuan perencanaan. Beton serat memiliki beberapa kelebihan yaitu:

1. Daktilitas meningkat

Beton serat mampu menyerap energi lebih besar sebelum mencapai keruntuhan dibandingkan dengan penyerapan energi beton normal, baik akibat beban tekan maupun akibat beban lentur. Dengan demikian sifat *ductile* pada beton meningkat.

2. *Compressive strenght* dan *tensile strenght* meningkat

Serat dalam campuran beton secara signifikan dapat menaikkan kuat tekan dan kuat lentur beton yang rendah.

3. Peningkatan *durability* terhadap beban kejut berulang

Ketahanan beton serat terhadap beban kejut lebih baik daripada beton normal . Beton normal sangat lemah dalam menerima beban kejut.

4. Peningkatan terhadap kelelahan beton

Kekuatan untuk *fatigue* dapat dioptimalkan dengan *volume fraksi* serat sebagai tambahan campuran beton, meminimalisir lendutan dan retakan yang diakibatkan pembebanan terus menerus (*fatigue*).

5. Peluang penciutan mengecil

Penciutan pada beton dapat dikurangi dengan tambahan serat dan memperkecil keretakan susut.

Di lain sisi kebanyakan faktor yang harus diwaspadai terhadap beton serat yaitu:

1. Problematika dalam pelaksanaan pekerjaan dan kemudahan pengecoran di lapangan (*workability*).
2. Penyebaran serat yang tidak merata pada adukan beton sehingga terjadinya penggumpalan (*balling effect*).
3. Ketelitian yang sempurna digunakan untuk mencapai kebutuhan mix design yang optimum sesuai dengan perencanaan.
4. Serat akan mengalami korosi saat tidak tercover secara keseluruhan dalam beton.

2.5 Landasan Teori

2.5.1 Kuat tekan

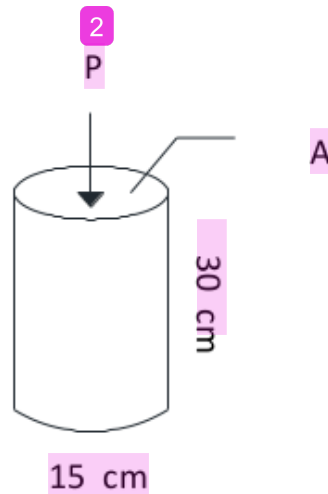
Kuat tekan beton merupakan besarnya beban per satuan luas, yang mengakibatkan benda uji beton pecah bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh *compressor machine* (SNI 03-1974-1990). Berdasarkan standar ASTM C 39, *compressive test* beton dilakukan pada benda uji berbentuk tabung berdimensi 15 cm x 30 cm (Purwanto, 1999). Perumusan kuat tekan beton dapat dicari dengan :

$$f'_c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

f'_c = Kuat tekan beton (MPa)

- P = Beban tekan maksimum (N)
A = Luas penampang kubus (mm²)



Gambar 2.3 Benda uji beton tabung

2.5.2 Kuat tarik belah (*brazzilian test*)

Diuji menggunakan cara memberikan tegangan tarik beton dengan perantara setengah silinder besi pada benda uji yang dimiringkan dan ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada benda uji beton. Perumusan nilai kuat tarik belah beton dapat di cari dengan :

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots(3)$$

dengan:

- f_{ct} = Kuat tarik beton/beton serat (MPa)
P = Beban tekan maksimum (N)
L = Panjang silinder beton/beton serat (mm)

D = Diameter silinder beton/beton serat (mm)

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang beton serat sudah dilaksanakan oleh peneliti terdahulu, spesifiknya mengenai adukan beton dengan serat lokal yaitu serat bendrat. Percobaan pengujiannya pun bermacam-macam seperti efek dari dimensi serat maupun ragam campuran serat didalam adukan beton. Selain itu, Peneliti sebelumnya sudah banyak melakukan penelitian beton dengan menggunakan beban tekan berulang pada beton benda uji silinder.

Pada penelitian Saleh (2016) Berdasarkan penelitian pengaruh penambahan serat fiber optik 0,1%; 0,15%; 0,2% dan pecahan kaca 20% terhadap kuat tekan beton serat yang dilaksanakan, diperoleh beberapa intisari sebagai berikut :

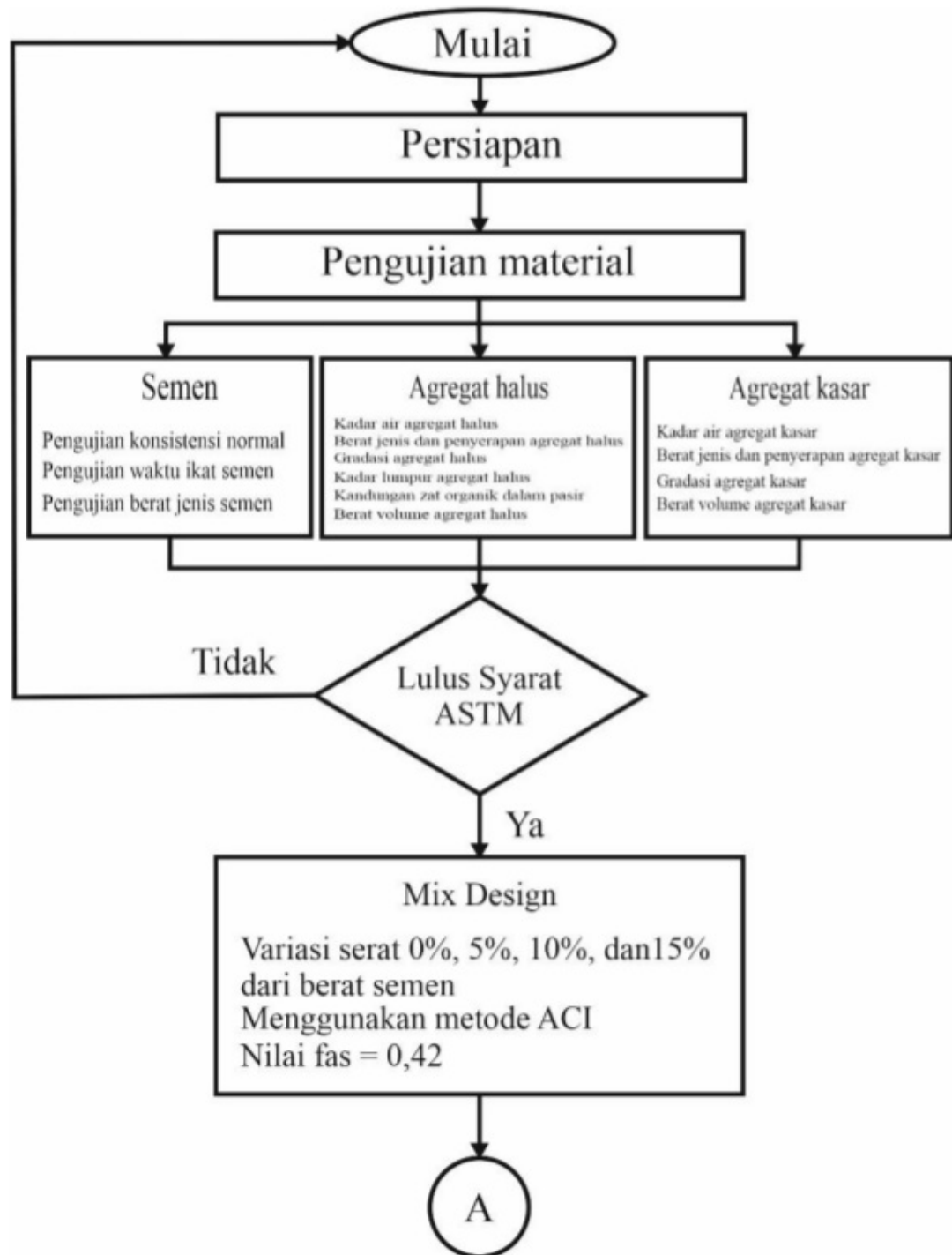
- a. **Kuat tekan rata-rata** kadar serat 0,1%; 0,15%; dan 0,2% berturut-turut diperoleh sebesar 22,43 MPa, 24,31 MPa, dan 29,63 MPa.
- b. Penambahan serat dari 0,1% menjadi 0,15% mengalami peningkatan kuat tekan rata-rata sebesar 8,4% dan penambahan serat dari 0,15% menjadi 0,2% mengalami peningkatan kuat tekan rata-rata sebesar 21,9%.
- c. Nilai modulus elastisitas yang diperoleh berturut-turut adalah 22259,35 Mpa, 23173,43 Mpa, dan 25583,72 Mpa.

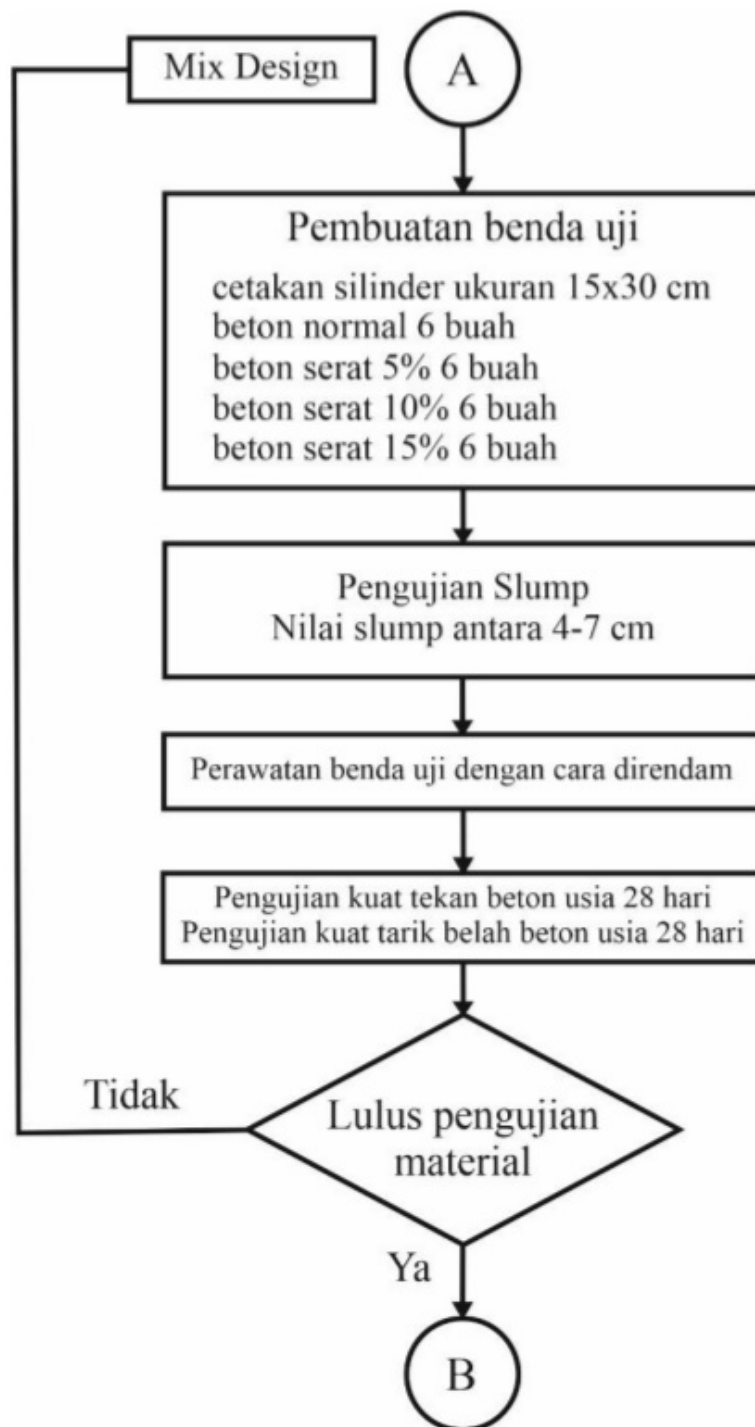
BAB III

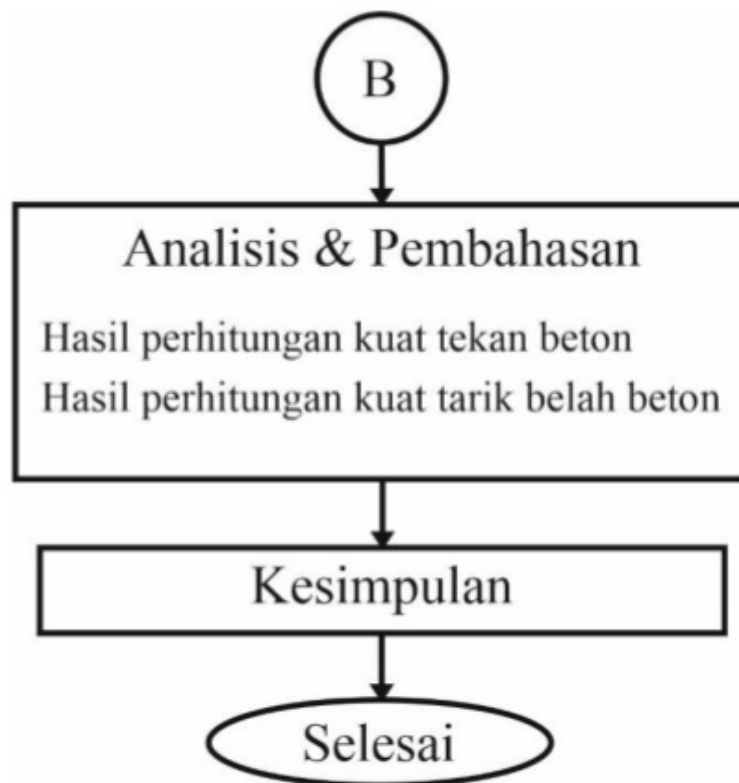
METODOLOGI PENELITIAN

Laboratorium test methode di Laboratorium Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Wijaya Kusuma Surabaya sebagai metode yang saya gunakan pada penelitian ini dengan membuat beton normal dan memberikan prosentase serat kawat besi ¹⁷ *irregular* sebanyak 0%, 5%, 10% dan 15% dari kebutuhan semen (kg) ² dalam 1 kubik beton. Direncanakan untuk mutu beton yang digunakan yaitu 40 MPa. Benda uji berbentuk tabung beton dengan dimensi 15 cm x 30 cm. Pengujian beban tekan maksimum dilakukan pada beton saat berusia 28 hari untuk kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton.

3.1 Diagram Alir Penelitian







Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.2 Bahan - Bahan

Dalam penelitian ini digunakan bahan sebagai berikut :

3.2.1 *Cement*

Semen gresik dengan berat 40 kg akan di jadikan bahan pecobaan pada penelitian ini.

3.2.2 *Fine aggregate*

Pasir Lumajang, Jawa Timur menjadi bahan utama untuk agregat halus dalam penelitian ini.

3.2.3 *Coarse aggregate*

Maksimum ukuran agregat kasar adalah 20 mm dan menggunakan batu pecah yang berasal dari jawa timur.

3.2.4 *Water*

Kebersihan air dalam penelitian ini harus diperhatikan, kadar lumpur yang minimal, minyak dan zat perusak lainnya yang terlihat dengan langsung dan tidak ada kandungan garam. Pada penelitian ini menggunakan air bersih dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

3.2.5 *Iron wire*

Penelitian ini menggunakan serat berjenis kawat besi dengan panjang potongan 60 mm dan berdiameter 1 mm. Kawat Besi juga berbentuk *irregular* seperti gambar 3.2.

Jenis	: Kawat besi
Panjang	: 60 mm
Diameter	: 1 mm
Bentuk	: <i>Irregular</i> /acak
Berat jenis	: 7850 kg/m ³
Berat total	: 144 kg



Gambar 3.2 limbah kawat besi *irregular*

3.3 Peralatan

Berikut adalah peralatan yang digunakan :

3.3.1 Cetakan Benda Uji

Alat yang dibutuhkan untuk mencetak beton segar adalah cetakan berbentuk silinder dengan luas penampang 15 cm dan tinggi permukaan 30 cm seperti yang terlihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Cetakan benda uji silinder

3.3.2 Timbangan

Menggunakan timbangan digital yang dapat mengukur satuan miligram sampai dengan kilogram yang terdapat di laboratorium Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya terlihat pada gambar 3.4.



Gambar 3.4 Timbangan digital

3.3.3 Oven

Pengeringan benda uji beton (agregat kasar dan halus) menggunakan oven. Oven yang di gunakan terdapat pada laboratorium Universitas Wijaya Kusuma Subaya dengan suhu maksimal 150 °C dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Oven

3.3.4 Satu set ayakan

Prngukuran gradasi pada butiran pasir dapat dilakukan dengan cara di ayak menggunakan ayakan standar untuk agregat halus . sebagai acuan agregat kasar dan halus penelitian ini menggunakan pedoman SNI 03-1968-1990. Variasi saringan untuk

benda uji adalah sebagai berikut : 76,2 mm; 38,1 mm; 19,1 mm; 9,5 mm; 4,76 mm; 2,38 mm; 1,19 mm; 0,59 mm; 0,297 mm; 0,148 mm; dan pan.



Gambar 3.6 Satu set saringan agregat

3.3.5 Piknometer

Piknometer berfungsi untuk mengukur kepadatan atau volume padatan dari agregat halus maupun semen. Kapasitas dari piknometer sebesar 100 ml dan 50 ml.



Gambar 3.7 Piknometer

3.3.6 Alat Vicat

Waktu yang di butuhkan oleh semen portland untuk mengikat dan mengeras dapat diketahui dengan menggunakan jarum vicat yang di jatuhkan diatas semen yang terdapat dalam cetakan.



Gambar 3.8 Alat vicat

3.3.7 Concrete Mixer

Mesin pengaduk beton bertujuan mempermudah peneliti dalam pencampuran agregat kasar, agregat halus, semen dan air dalam pembuatan beton dengan volume yang besar.



Gambar 3.9 Concrete mixer

3.3.8 Slump Test Apparatus

Kerucut Abrams memiliki diameter atas dan bawah 10 cm dan 20 cm dengan tinggi 30 cm dan alat perojok sepanjang 60 cm berdiameter 16 mm. Fungsi dari kerucut abram adalah untuk mengetahui kelecakan pada beton dan fungsi dari besi perojok berguna untuk memadatkan beton sehingga tidak terdapat rongga dalam kerucut abrams.



Gambar 3.10 Alat slump test

3.3.9 *Compressing Testing Machine (CTM)*

Alat ini berfungsi untuk mengetahui kuat tekan beton dan kuat tarik belah beton serat maupun normal. Dengan kapasitas tekan maksimal 1300 kN dan ketelitian sebesar 5 kN terlihat pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Alat compressing beton

3.3.10 Kolam Perendam

Curing dilakukan dengan cara direndam selama 28 hari, kolam yang digunakan adalah bak perendam dengan ukuran 2 m x 1 m x 0,5 m seperti pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Bak perendam beton

2 3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini terbagi menjadi 9 prosedur, yaitu persiapan bahan, pengetesan bahan, pembuatan rencana campuran (*mix design*), pembuatan beton segar, pengujian slump, perawatan terhadap beton (*curing*) dengan cara direndam, pelaksanaan pengujian, analisis hasil penelitian dan kesimpulan akhir.

3.4.1 Persiapan Bahan

Tahap awal dimana seluruh kebutuhan dalam penelitian dipersiapkan dengan sempurna sehingga dalam proses penelitian tidak terjadi kekurangan material.

3.4.2 Pengujian material

Bahan yang akan di gunakan harus di lakukan pengujian terlebih dahulu guna mengetahui sifat bahan yang akan di gunakan, guna menentukan apakah material tersebut lulus standar, dan untuk mengambil data benda uji. Pengujian memiliki beberapa macam

2

sebagai berikut:

a. Pengujian agregat halus

23

- 1) Kadar air agregat halus (SNI 03-1970-1990)
- 2) Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 03-1970-1990)
- 3) Gradasi agregat halus (SNI 03-1968-1990)
- 4) Kadar lumpur agregat halus (SNI 03-4428-1997)
- 5) Kandungan zat organik dalam pasir (SNI 03-2816-2014)
- 6) Berat volume agregat halus (SNI 03-4804-2014)

b. Pengujian agregat kasar

23

- 1) Kadar air agregat kasar (SNI 03-1971-1990)
- 2) Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 03-1968-1990)
- 3) Gradasi agregat kasar (SNI 03-1968-1990)
- 4) Berat volume agregat kasar (SNI 03-4804-2014)

c. Pengujian semen

19

- 1) Pengujian konsistensi normal (SNI 03-6826-2002)
- 2) Pengujian waktu ikat semen (SNI 03-6827-2002)
- 3) Pengujian berat jenis semen (SNI 2531-2015)

3.4.3 Pembuatan *Mix Design*

Dalam penelitian acuan yang di gunakan adalah metode ACI comittee 544 dengan material pasir dari lumajang, batu pecah, semen portland merk SG, air bersih dan tambahan kawat besi

dengan panjang 60 mm dan diameter 1 mm kawat berbentuk *irregular*.

Langkah-langkah metode ACI adalah sebagai berikut :

- 1) Menghitung kuat tekan rata-rata beton, berdasarkan kuat tekan rencana dan margin, $f'_{cr} = m + f'_c$

Tabel 3.1 mutu pelaksanaan terhadap volume pekerjaan

6 Volume Pekerjaan	Mutu Pelaksanaan (Mpa)		
	Baik Sekali	Baik	Cukup
Kecil (< 1000 m ³)	4.5 < sd ≤ 5.5	5.5 < sd ≤ 6.5	6.5 < sd < 8.5
Sedang (1000 - 3000 m ³)	3.5 < sd ≤ 4.5	4.5 < sd ≤ 5.5	5.5 < sd < 7.5
Besar (> 3000 m ³)	2.5 < sd ≤ 3.5	3.5 < sd ≤ 4.5	4.5 < sd < 6.5

Berdasarkan pada tabel untuk volume pekerjaan lebih kecil dari 1000 m³ dan mutu pelaksanaan baik didapat nilai:

- a. $S_d = 6$

$$m = 1,64 \times S_d$$

$$m = 1,64 \times 6$$

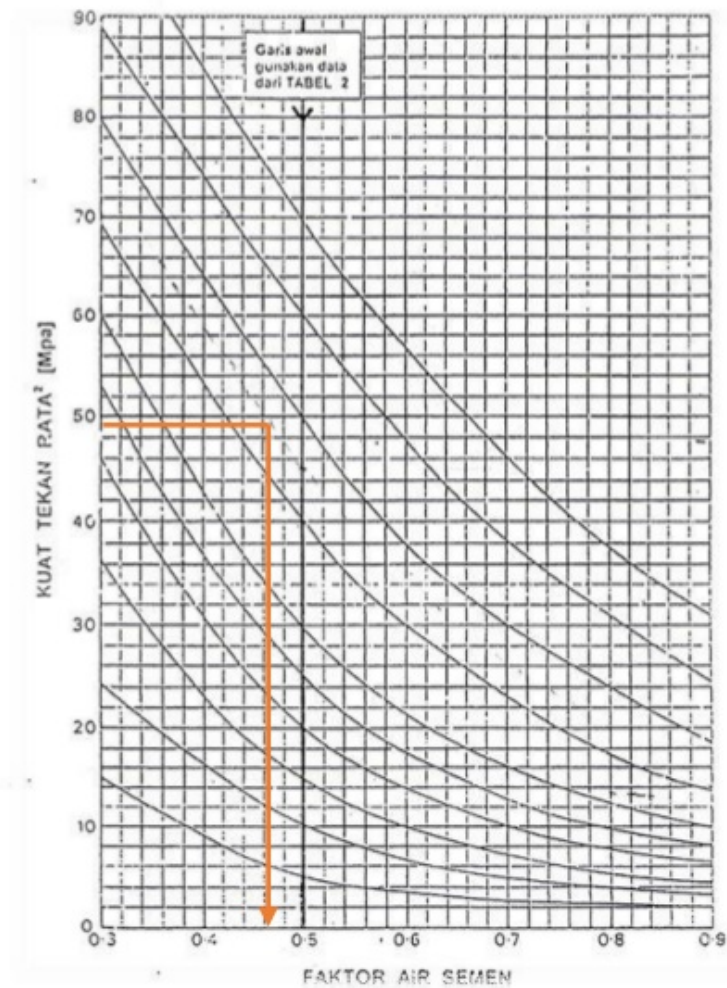
$$m = 9,84$$

- b. Kuat tekan rata2 (f'_{cr})

$$f_{cr} = f_c + m$$

$$= 40 + 9,84 = 49,84 \text{ MPa}$$

2) Menentukan (fas), berdasarkan Gambar berikut untuk $f_{cr} = 49,84$



Gambar 3.13 kebutuhan fas

Untuk bangunan beton didalam ruangan, keadaan sekeliling non *korosif* didapat fas = 0,6

Dari tabel diatas didapat nilai fas terendah = 0,46

3) Menetapkan nilai slump, dan butir maksimum agregat

- a. Slump ditentukan. Jika tidak dapat, data diambil dari Tabel 3.2 Slump yang disyaratkan untuk berbagai konsentrasi menurut ACI.

Jenis Konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding Penahan dan Pondasi	76.2	25.4
Pondasi sederhana, sumuran, dan dinding sub struktur	76.2	25.4
Balok dan dinding beton	101.6	25.4
Kolom struktural	101.6	25.4
Perkerasan dan slab	76.2	25.4
Beton masal	50.8	25.4

Dari tabel tersebut di dapat nilai slump 2,5 – 7,6 cm

- b. Ukuran maksimum agregat dihitung dari 1/3 tebal plate dan atau 3/4 jarak bersih antar baja tulangan, tendon, bundle bar, atau ducting dan atau 1/5 jarak terkecil bidang bekisting ambil yang terkecil, jika tidak diambil dari Tabel.

Tabel 3.3 Ukuran Maksimum Agregat

Dimensi Minimim, mm	Balok / kolom	Plat
62.5	12.5 mm	20 mm
150	40 mm	40 mm
300	40 mm	80 mm

750	80 mm	80 mm
-----	-------	-------

Dari tabel diatas ukuran maksimum agegat di gunakan 12,5 mm

- 4) Menetapkan jumlah air yang dibuhkan berdasarkan ukuran maksimum agregat dan nilai slump dari Tabel

Tabel 3.4 kebutuhan air dalam campuran beton

Slump (mm)	Air (lt/m ³)							
	9.5 mm	12.7 mm	19.1 mm	25.4 mm	38.1 mm	50.8 mm	76.2 mm	152.4 mm
25.4 s/d 50.8	210	201	189	180	165	156	132	114
76.2 s/d 127	231	219	204	195	180	171	147	126
152.4 s/d 177.8	246	231	216	204	189	180	162	-
Mendekati jumlah kandungan udara dalam beton air entertained (%)	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2
25.4 s/d 50.8	183	177	168	162	150	144	123	108
76.2 s/d 127	204	195	183	177	165	159	135	120
152.4 s/d 177.8	219	207	195	186	174	168	156	-

Kandungan udara total rata – rata yang di setujui								
Diekspos sedikit	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Diekspos menengah	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Sangat ekspos	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Dari tabel diatas di dapat jumlah air yang di butuhkan untuk slump 7,6 dengan besaran agregat 20mm = 204 lt/m^3 dengan udara terperangkap sebanyak 2%

- 5) Menetapkan nilai Faktor Air Semen. Untuk nilai kuat tekan dalam Mpa yang berada di antara nilai yang diberikan dilakukan interpolasi.

Tabel 3.5 Nilai Faktor Air Semen

Kekuatan Tekan 28 hari (Mpa)	FAS	
	Beton Air-entrained	Beton Non Air-entrained
41.4	0.41	-

34.5	0.48	0.4
27.6	0.57	0.48
20.7	0.68	0.59
13.8	0.62	0.74

Untuk mutu 40 Mpa dan beton memiliki kandungan udara maka fas yang di gunakan pada tabel diatas menggunakan interpolasi sebagai berikut :

$$y = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \cdot (x - x_1) + y_1$$

$$y = \frac{(0,41 - 0,48)}{(41,4 - 34,5)} \cdot (40 - 34,5) + 0,48$$

$$y = 0,42$$

Maka fas yang di gunakan untuk campuran adalah 0,42

- 6) Menghitung semen yang diperlukan, yaitu jumlah air dibagi dengan factor air semen.

$$\text{Kebutuhan semen} = \frac{\text{kebutuhan air}}{\text{fas}} = \frac{204}{0,42} = 481 \text{ kg}$$

$$\text{Volume semen} = \frac{\text{Berat semen}}{\text{BJ semen}} = \frac{350}{3150} = 0,18 \text{ m}^3$$

- 7) Menetapkan volume agregat kasar berdasarkan agregat maksimum dan MHB agregat halusnya sehingga didapat persen agregat kasar. Jika nilai Modulus Halus Butirnya berada di antaranya, maka dilakukan interpolasi.

Tabel 3.6 modulus halus butir (MHB)

Ukuran Agregat Maks (mm)	Volume Agregat kasar kering * persatuan volume untuk berbagai modulus halus butir			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5	0.50	0.48	0.46	0.44
12.7	0.59	0.57	0.55	0.53
19.1	0.66	0.64	0.62	0.60
25.4	0.71	0.69	0.67	0.65
38.1	0.75	0.73	0.71	0.69
50.8	0.78	0.76	0.74	0.72
76.2	0.82	0.80	0.78	0.76
152.4	0.87	0.85	0.83	0.81

$$\begin{aligned}
 \text{Volume agregat kasar} &= y = \frac{(y_2 - y_1)}{(x_2 - x_1)} \cdot (x - x_1) + y_1 \\
 &= \frac{(0.46 - 0.48)}{(2.8 - 2.6)} \cdot (2.77 - 2.6) + 0.46 \\
 &= 0.55 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Berat agregat kasar} &= \text{volume agregat kasar} \times \text{berat jenis} \\
 &= 0.55 \times 2700 \\
 &= 1493 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

8) Mengestimasi berat beton segar berdasarkan Tabel, kemudian

hitung agregat halus, yaitu berat beton segar – (berat air + berat semen + berat agregat kasar).

$$\begin{aligned}\text{Volume agregat halus} &= 1 - (0,18 + 0,55 + 0,02) \\ &= 0,249\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Berat agregat halus} &= \text{volume agregat halus} \times \text{berat jenis} \\ &= 0,249 \times 1950 \\ &= \underline{485 \text{ kg}}\end{aligned}$$

- 9) Menghitung ⁴proporsi bahan, semen, air, agregat kasar dan agregat halus, kemudian koreksi berdasarkan nilai daya serap air pada agregat.

Kebutuhan material dalam 1 m³ asukan beton :

$$\text{Semen} = 481 \text{ kg}$$

$$\text{Pasir} = 485 \text{ kg}$$

$$\text{Batu pecah} = 1228 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 204 \text{ liter}$$

$$\begin{aligned}\text{Perbandingan berat} &= \text{Semen} = \frac{481}{481} = 1 \\ &= \text{Pasir} = \frac{485}{481} = 1,01 \\ &= \text{Batu pecah} = \frac{1228}{481} = 2,55 \\ &= \text{Air} = \frac{204}{481} = 0,42\end{aligned}$$

Untuk tambahan serat ¹⁷sebesar 5%, 10%, dan 15% dari berat kebutuhan semen (Kg).

Tabel 3.7 Kebutuhan bahan dalam campuran beton per m³

Campuran	Semen (kg)	Pasir (kg)	Batu pecah (kg)	Air (lt)	Kawat (kg)	Berat total (kg)
0%	481	485	1228	204	0	2398
5%	481	485	1228	204	24	2422
10%	481	485	1228	204	48	2446
15%	481	485	1228	204	72	2470

3.3.4 Pembuatan Benda Uji

Menggunakan benda uji berdimensi 15 cm x 30 cm sebagai cetakan. Setiap macam terdiri dari 6 (enam) benda uji silinder yang di tes pada umur 28 hari terlihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Kebutuhan benda uji dan label beton

<i>Volume Fraction</i>	0%	5 %	10 %	15 %	Total
18 Kuat tekan	T.0.1	T.5.1	T.10.1	T.15.1	24
	T.0.2	T.5.2	T.10.2	T.15.2	
	T.0.3	T.5.3	T.10.3	T.15.3	
Kuat tarik belah	TB.0.1	TB.5.1	TB.10.1	TB.15.1	
	TB.0.2	TB.5.2	TB.10.2	TB.15.2	
	TB.0.3	TB.5.3	TB.10.3	TB.15.3	
Total	6	6	6	6	

2

Adapun tahap-tahap pembuatan benda uji antara lain:

1. Pembuatan mix design sesuai kebutuhan tiap material hasil

perhitungan beton serat.

2. Penambahan serat kawat besi *irregular*

3. Pembuatan beton benda uji silinder

3.3.5 Pengujian nilai *slump*

Menyiapkan alat kerucut abrams diatas plat besi dengan alas rata dengan tanah. Kemudian beton segar dari concrete mixer di tuangkan kedalamnya sebanyak sepertiga kerucut kemudian di tumbuk sebanyak 25 kali. Hali ini terus di lakukan sampai beton segar mencapai maksimum tinggi kerucut, setelah penuh maka permukaan dihaluskan menggunakan besi rojok. Kerucut diangkat secara perlahan dan nilai slum dapat di lihat menggunakan penggaris.

3.3.6 Perawatan terhadap benda uji (*Curing*)

Beton segar yang sudah di tes slump dan di cetak selama kurang lebih 1 hari selanjutnya akan di masukkan kedalam kolam perendam guna untuk perawatan beton. Perawatan sendiri di lakukan selama 28 hari dengan air bersih dan suhu normal.

3.3.7 Pelaksanaan Pengujian

Setelah benda uji direndam selama kurang lebih 28 hari selanjutnya akan di lakukan pengujian tekan dan tarik belah beton. Untuk pengujian tekan beton menggunakan alat CTM dengan ketelitian 5kN, beton di letakkan tegak lurus dengan alat penekan

kemudian di lakukan pengujian. Dari hasil tes tekan data diambil dan dianalisa. Untuk tes kuat tarik belah beton juga menggunakan mesin CTM dengan ketelitian 5kN. Beton diletakkan miring/horizontal di dalam alat penekan dengan alas besi dan permukaan dilapisi besi cembung. Kemudian tes dilakukan sampai jarum sudah tidak mengalami kenaikan. Dari jarum tersebut nilai kuat tarik belah dapat diambil dan dianalisa.

3.3.8 Analisis Hasil

Anilisa penelitian dan hasil akhir di lakukan seperti berikut :

1. Menghitung berat beton basah dan kering tiap tiap benda uji
2. Pembuatan grafik untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah.
3. Perhitungan kuat tekan dan kua ttarik belah beton normal dan serat.
4. Membuat grafik campuran serat untuk tiap-tiap benda uji
5. Analisis data menggunakan metode regresi linier dan menentukan hubungan antara keduanya menggunakan metode korelasi.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan Pembahasan

4.1.1 Hasil pengujian resapan pasir

Tabel 4.1 Resapan Pasir

Pengujian nomor	1
Berat pasir SSD (A)	500
Berat pasir oven (B)	460
Kadar air resapan	2,12%

4.1.2 Hasil pengujian berat jenis pasir

Tabel 4.2 Berat Jenis Pasir

Pengujian nomor	1	2	3
Berat pasir SSD (A)	250 gram	250 gram	250 gram
Berat labu + Pasir + air (B)	715 gram	780 gram	780 gram
Berat labu + Air (C)	645 gram	645 gram	640 gram
Berat jenis pasir	2,38 gram	2,29 gram	2,17 gram

4.1.3 Hasil pengujian kadar lumpur

Tabel 4.3 Kadar lumpur

Percobaan nomor	1
-----------------	---

Tinggi lumpur (h)	0,5
Tinggi pasir (H)	5,5
Kadar lumpur (%)	0,1 %

4.1.4 Hasil ⁷ pengujian berat volume pasir

Tabel 4.4 Berat Volume Pasir

Pengujian nomor	Dengan rojokan	Tanpa rojokan
Berat silinder (A)	4755 gr	4755 gr
Berat silinder + Pasir (B)	12890 gr	11855 gr ¹
Berat pasir : (B – A)	8135 gr	7100 gr
Volume silinder (V)	5000 cm ³	5000 cm ³
Berat volume pasir (B – A)/V	1,627g/cm ³	1,42 g/cm ³
Berat volume rata-rata	1,5235 gr/cm ³	

4.1.5 Hasil ¹ pengujian resapan batu pecah

Tabel 4.5 Air Resapan Batu pecah

Pengujian Nomor	1
Berat batu pecah SSD (3000 gr)	3000 gr
Berat batu pecah oven (A)	2960 gr
Kadar air resapan (%)	1,35 %

4.1.6 Hasil pengujian berat jenis batu pecah

Tabel 4.6 Berat Jenis Batu pecah

Pengujian nomor	1
Berat batu pecah SSD diudara (A)	3000 gr
Berat batu pecah di air (B)	4350 gr
Berat Jenis batu pecah	2,22

4.1.7 Hasil pengujian berat volume batu pecah

Tabel 4.7 Berat Volume Kerikil Batu pecah

Percobaan nomor	Dengan Rojokan		Tanpa rojokan	
	1	2	1	2
Berat Silinder (A)	9465 gram	9465	9465 gram	9465
Berat silinder + batu pecah (B)	26350 gram	26310	28500 gram	28455
Berat batu pecah (B – A)	16885 gram	16845	19035 gram	18990
Volume silinder (V)	10000 cm ³	10000	10000 cm ³	10000
Berat Volume : (B – A)/V	1,688 kg/cm ³	1,684	1,903kg/cm ³	1,899
Berat Volume rata-rata	1,7935 kg/ cm ³			

4.1.8 Hasil pengujian ¹ konsistensi semen portland

Tabel 4.8 Konsistensi Semen Portland

No Pengujian	Semen (gr)	Air (cc)	Penurunan jarum tiap 30 detik (mm)	Konsis tensi (%)
1	250	70	34	28
2	250	75	39	30
3	250	80	45	32

4.1.9 Hasil pengujian waktu mengikat dan mengeras semen

⁵ Tabel 4.9 Waktu mengikat dan mengeras semen Portland

No Pengujian	Waktu penurunan (menit)	Penurunan (mm)
1	45	33
2	60	29
3	75	28
4	90	14
5	105	9
6	120	4
7	135	0

4.1.10 Hasil pengujian *Workability*

Workability (kelecekan) beton normal dan beton serat dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4.10 hasil pengujian slump

Kode benda Uji	T.0	T.5	T.10	T.15	TB.0	TB.5	TB.10	TB.15
Nilai slump	7	6.7	6	5.5	7	6.7	6	5.5

Keterangan :

T.0 = Tekan campuran serat 0%

T.5 = Tekan campuran serat 5%

T.10 = Tekan campuran serat 10%

T.15 = Tekan campuran serat 15%

TB.0 = Tarik belah campuran serat 0%

TB.5 = Tarik belah campuran serat 5%

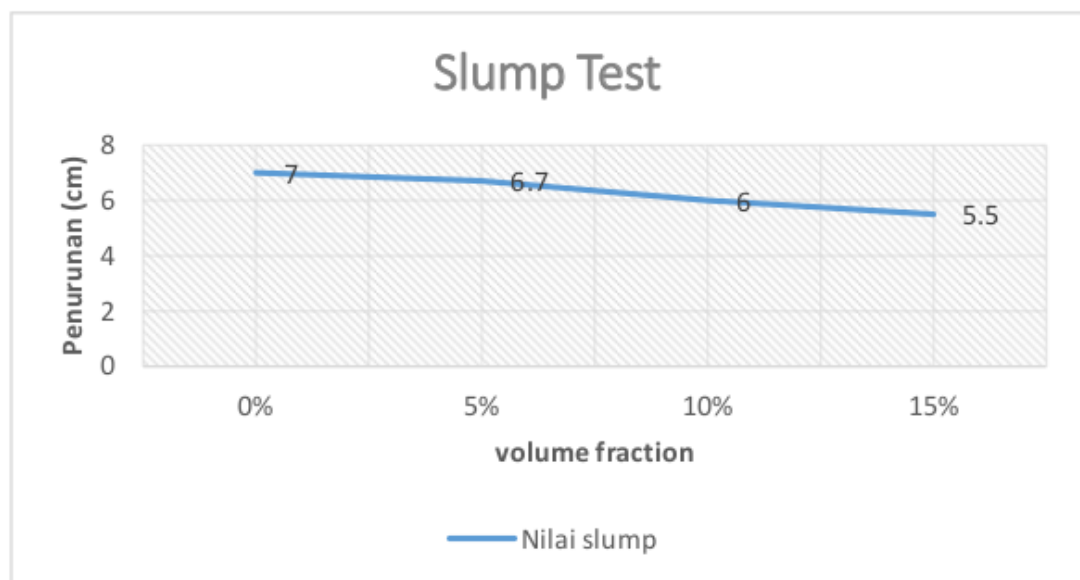
TB.10 = Tarik belah campuran serat 10%

TB.15 = Tarik belah campuran serat 15%

Hasil slump digunakan untuk menilai kelecekan (*workability*) campuran beton pada penelitian beton dengan campuran serat 5% diperoleh nilai slump antara 6,7 cm, untuk diameter campuran serat 10% diperoleh nilai slump 6 cm dan untuk campuran serat 15% diperoleh nilai slump 5,5 cm mm dengan nilai fas sebesar 0,42.

Nilai slump mengecil dikarenakan mutu beton adalah mutu tinggi sehingga kebutuhan semen lebih banyak serta faktor air semen dan *water concrete ratio* yang sangat minim daripada beton normal. Standar nilai slump masih terpenuhi yaitu antara 2,5-10 cm. dapat dilihat pada tabel 4.1 untuk pengujian kelecakan beton

Beton serat memiliki slump lebih kecil dari beton normal. Dari Tabel 4.10 dan Gambar 4.1 diambil kesimpulan semakin sedikit campuran serat maka *workability* akan membesar. Semakin banyak campuran serat ke dalam campuran beton akan menyebabkan penurunan kelecakan beton. Dikarenakan bertambahnya *volume fraction* serat maka akan mempersulit dalam pelaksanaannya dan kelecakan menurun.



Gambar 4.1 Hubungan slump dengan kadar kawat

4.1.11 Hasil pengujian berat beton umur 28 hari

Hasil pengujian berat beton basah dan kering dapat dilihat di Tabel 4.11 berikut

Tabel 4.11 hasil pengujian berat beton benda uji silinder

Kode benda Uji	Berat (Kg)					
	basah			kering		
	1	2	3	1	2	3
T.0	11.090	10.965	11.105	11.000	10.910	10.960
T.5	11.095	11.105	11.115	10.925	11.045	11.080
T.10	11.275	11.285	11.295	11.225	11.035	11.190
T.15	11.480	11.490	11.500	11.370	11.435	11.460
TB.0	11.090	10.965	11.105	11.000	10.910	10.960
TB.5	11.095	11.105	11.115	10.925	11.045	11.080
TB.10	11.275	11.285	11.295	11.225	11.035	11.190
TB.15	11.480	11.490	11.500	11.370	11.435	11.460

Keterangan :

T.0 = Tekan campuran serat 0%

T.5 = Tekan campuran serat 5%

T.10 = Tekan campuran serat 10%

T.15 = Tekan campuran serat 15%

TB.0 = Tarik belah campuran serat 0%

TB.5 = Tarik belah campuran serat 5%

TB.10 = Tarik belah campuran serat 10%

TB.15 = Tarik belah campuran serat 15%

1

4.1.12 Hasil pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dengan v_f

Hasil pengujian kuat tekan dan kuat Tarik belah beton dapat dilihat di Tabel 4.12 dan Gambar 4.2 berikut :

Tabel 4.12 hasil pengujian beban maksimum pada beton

Kode benda Uji	Kuat tekan (kN)	Kode benda Uji	Kuat tarik belah (kN)
T.0	707	TB.0	214
T.5	727	TB.5	223
T.10	735	TB.10	227
T.15	739	TB15	216

Keterangan :

T.0 = Tekan campuran serat 0%

T.5 = Tekan campuran serat 5%

T.10 = Tekan campuran serat 10%

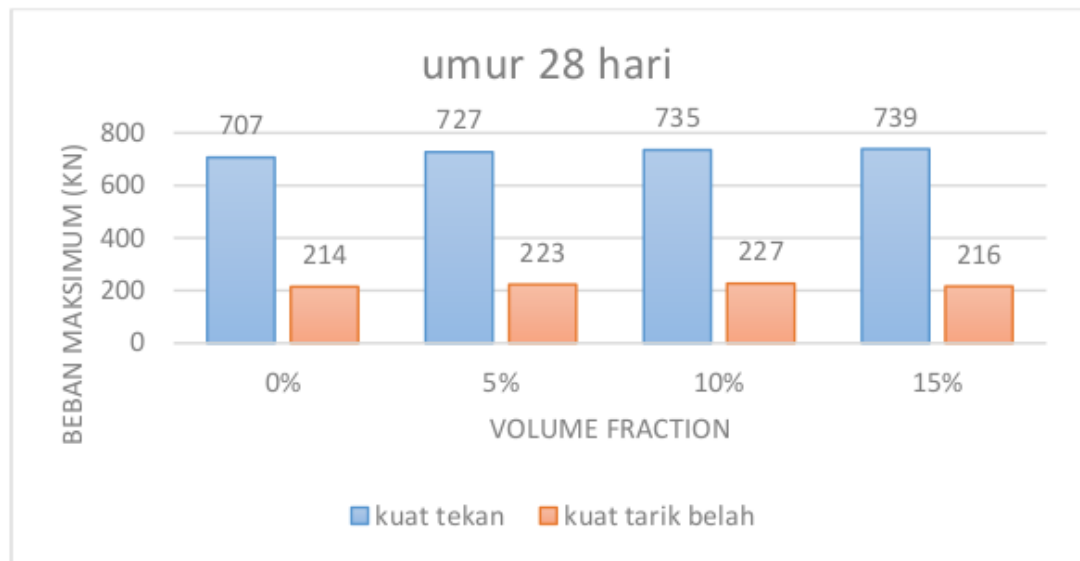
T.15 = Tekan campuran serat 15%

TB.0 = Tarik belah campuran serat 0%

TB.5 = Tarik belah campuran serat 5%

TB.10 = Tarik belah campuran serat 10%

TB.15 = Tarik belah campuran serat 15%



Gambar 4.2 pengujian beban maksimum dengan v_f

4.1.13 Perhitungan kuat tekan beton

Hasil pengujian kuat tekan beton dapat dilihat di tabel 4.4 berikut, dan gambar dapat dilihat pada lampiran 13 - 16 :

Tabel 4.13 hasil perhitungan kuat tekan beton

Kode benda Uji	Kuat Tekan (MPa)			rata-rata (MPa)
	1	2	3	
T.0	40,03	40,14	39,86	40,01
T.5	40.93	41.22	41.33	41.16
T.10	41.67	41.39	41.84	41.63
T.15	41.90	41.61	42.01	41.84

Keterangan :

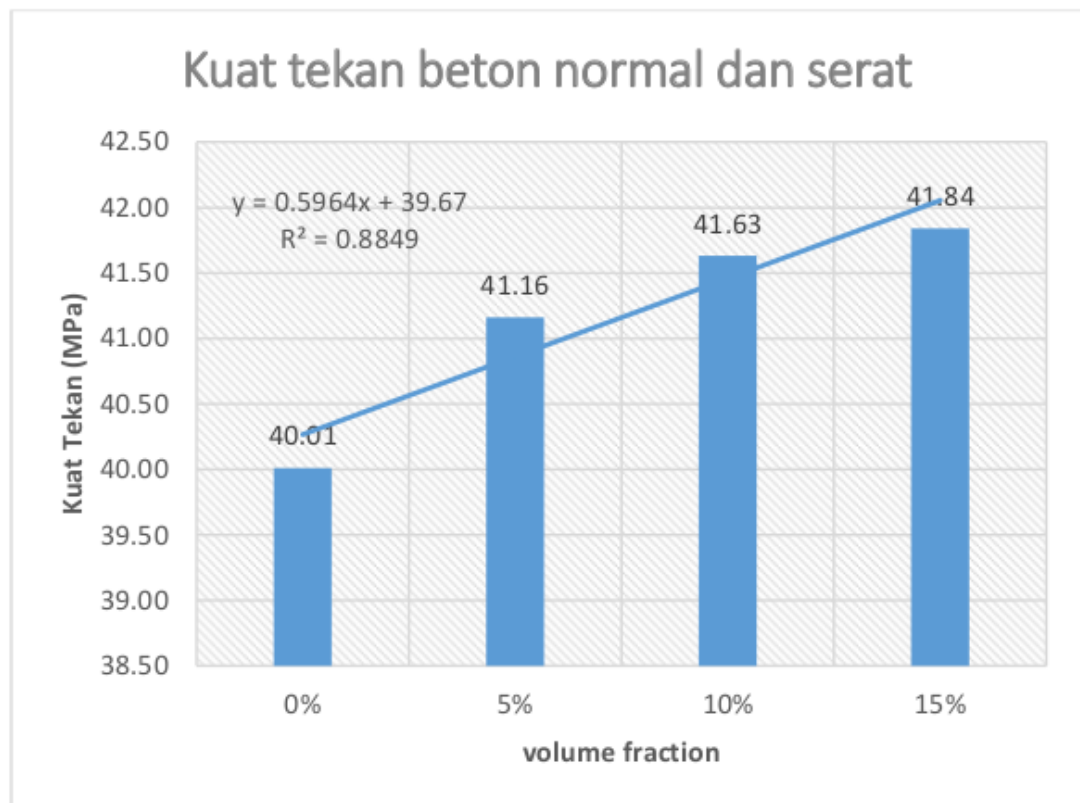
T.0 = Tekan campuran serat 0%

T.5 = Tekan campuran serat 5%

T.10 = Tekan campuran serat 10%

T.15 = Tekan campuran serat 15%

Lekatan pasta semen pada agregat dalam campuran beton memeperngaruhi kuat tekan beton tersebut, komposisi material penyusun dan kekuatan setiap material penyusun. Kuat tekan beton lebih besar daripada kuat tarik beton. Sifat inilah yang sering digunakan sebagai bahan struktur.



Gambar 4.3 Hubungan antara kuat tekan beton dengan v_f

Dari Gambar 4.3 dapat dilihat bahwa semakin banyak serat yang di campurkan maka semakin besar kuat tekan yang terjadi. Hal itu di karenakan pori-pori pada beton di penuh dengan serat sehingga menambah kuat tekan beton.

Dari hasil analisa regresi linier tersebut dengan persamaan garis $y = 11,927x + 40,266$, didapatkan nilai minimum x terjadi pada persentase serat 1%. Pada persentase 1% mencapai nilai minimum y yaitu 40,39 MPa. Sedangkan nilai maksimum serat x terjadi pada presentase 15% mencapai nilai maksimum y sebesar 42,06 MPa. Dengan hasil korelasi 0,8849 dari perhitungan excel dengan artian campuran serat memiliki ikatan yang sangat kuat terhadap mutu beton.

Tabel4.14 Regresi Linier kuat tekan beton

X	Y
0%	40,01
1%	40,39
2%	40,50
3%	40,62
4%	40,74
5%	40,86
6%	40,98
7%	41,10
8%	41,22
9%	41,34
10%	41,46

11%	41,58
12%	41,70
13%	41,82
14%	41,94
15%	42,06

Hasil pengujian kuat tekan beton serat menunjukkan bahwa beton tidak mengalami pecah saat mengalami beban maksimum, dengan serat sebagai kuat tarik pada beton menyebabkan partikel beton tidak terpisah dari yang lainnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan kawat besi pada campuran beton mengalami kenaikan mutu dari beton normal.

Pada pecahan beton terlihat bahwa batuan dalam campuran pecah secara vertical, hal ini menandakan bahwa batu tersebut memiliki ³kekerasan yang tinggi dan dipengaruhi lekatan pasta semen pada agregat. Beton mengalami kenaikan sebesar 2,80% dari mutu beton biasa 40,01 MPa menjadi 41,16 MPa untuk campuran 5% serat, dan mengalami kenaikan sebesar 3,9% pada campuran 10% serat, dan pada campuran 15% serat naik menjadi 41,84 MPa atau 4,38% dari beton normal ³

4.1.14 Perhitungan kuat tarik belah beton

Hasil pengujian kuat tarik beton dapat dilihat di tabel 4.15 berikut, dan gambar pengujian dapat dilihat di lampiran 17 - 20 :

Tabel 4.15 hasil perhitungan kuat tarik belah beton

Kode benda Uji	Kuat Tarik belah (MPa)			rata-rata (MPa)
	1	2	3	
TB.0	2.99	3.07	3.04	3.03
TB.5	3.10	3.17	3.18	3.15
TB.10	3.21	3.11	3.30	3.21
TB15	3,10	3,01	3,04	3,05

Keterangan :

TB.0 = Tarik belah campuran serat 0%

TB.5 = Tarik belah campuran serat 5%

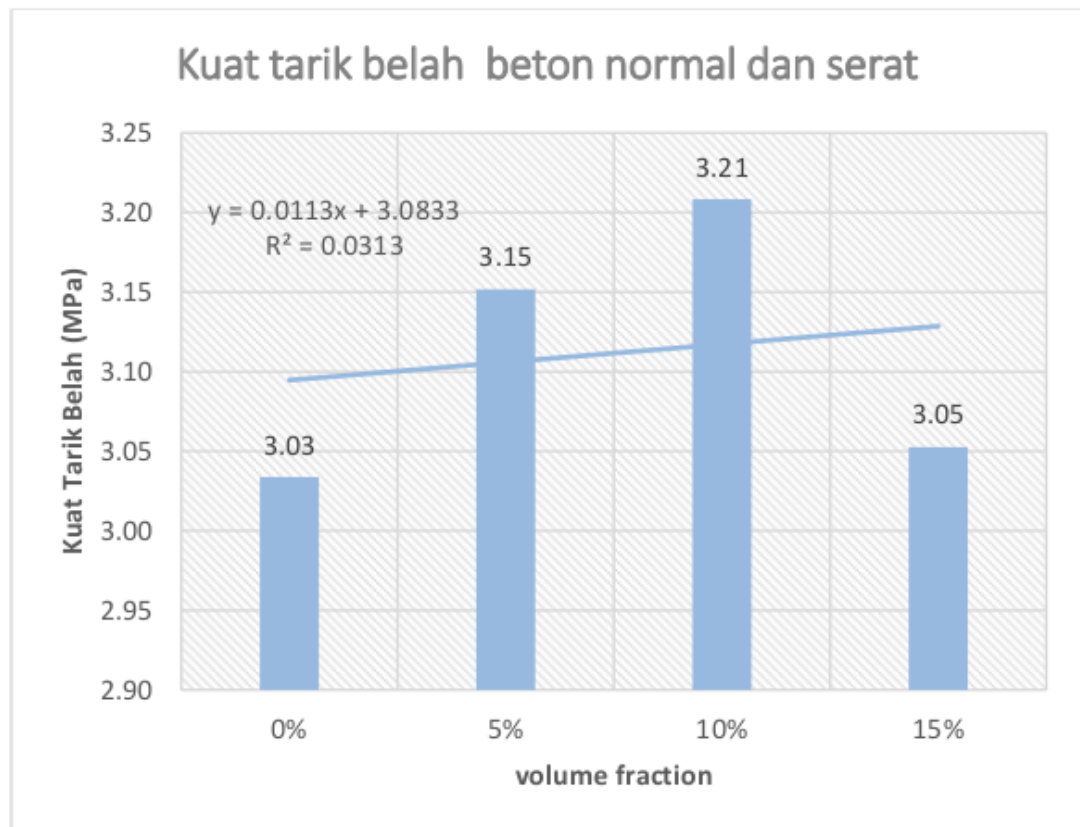
TB.10 = Tarik belah campuran serat 10%

TB.15 = Tarik belah campuran serat 15%

Adukan beton dengan serat dapat memperbaiki sifat beton yang *brittle*. Retakan yang terjadi di dalam beton dapat diatasi oleh serat. Keretakan yang dapat ditahan oleh serat dengan tiga cara yaitu dengan bentuk dari serat, lekatan antara serat dengan pasta semen, dan kekuatan serat sendiri.

Disaat pengujian beton normal akan ada suara yang sangat kencang yang menandakan lekatan antara semen dan agregat kasar melekat dengan sempurna sehingga pada retakan tidak terdapat slip diantara agregat. Sedangkan pada beton serat suara yang keluar

relatif lembut menandakan bahwa kehadiran serat berfungsi dengan baik sebagai bahan penahan beton dalam kondisi *brittle*.



Gambar 4.4 Hubungan antara kuat tarik belah beton dengan vf

Dari hasil analisa regresi linier pada Tabel 4.16 tersebut dengan persamaan garis $y = 0,2265x + 3,0946$, didapatkan nilai minimum x terjadi pada persentase serat 1%. Pada persentase 1%, mencapai nilai minimum y yaitu 3,10 MPa. Sedangkan nilai maksimum x terdapat pada persentase serat 15% dengan nilai y maksimum sebesar 3,13 MPa. Dengan hasil korelasi 0,0313 dari

perhitungan excel dengan artian campuran serat hampir tidak memiliki ikatan terhadap mutu beton.

Tabel 4.16 regresi linier kuat tarik belah beton

X	Y
0%	3,03
1%	3,10
2%	3,10
3%	3,10
4%	3,10
5%	3,11
6%	3,11
7%	3,11
8%	3,11
9%	3,11
10%	3,12
11%	3,12
12%	3,12
13%	3,12
14%	3,13
15%	3,13

Dari penjelasan intisari dari hal diatas bahwa penambahan kawat besi kedalam campuran beton paling optimal pada campuran 15%.

Hasil perhitungan beton serat menghasilkan kuat Tarik belah optimum pada campuran 15% senilai 3.13 MPa sedangkan mengalami nilai minimum pada campuran serat 1% senilai 3,1 MPa. Beton mengalami kenaikan mutu dari 3,03 Mpa menjadi 3,15

MPa atau sebanyak 3,74%, untuk campuran serat 10% beton mengalami peningkatan mutu sebesar 5,44% dari mutu normal atau 3,21 MPa, dan untuk campuran serat 15% beton meningkat sebanyak 0,62% dari mutu normal dari 3,03 MPa menjadi 3,05 MPa.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pada pengujian *workbility* (kelecakan) beton mengalami penurunan seiring bertambahnya campuran kawat.
2. Pada perhitungan kuat tekan beton, beton dengan tambahan kawat besi kedalam campurannya meningkatkan nilai kuat tekan beton dari pada beton normal, beton masih mengalami kenaikan nilai kuat tekan pada campuran 15%.
3. Pada perhitungan kuat tarik belah beton, beton dengan tambahan kawat besi pada campurannya meningkatkan nilai kuat tarik belah beton dari pada beton normal, nilai kuat tarik belah beton mencapai optimum pada campuran kawat 10%.
4. Hasil dari regresi linier untuk kuat tekan pada campuran serat 15% masih terjadi kemungkinan penambahan kekuatan tekan, dan untuk kuat tarik belah beton pada campuran 15% sudah mencapai nilai optimum mutu beton.

5.2 Saran

1. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik beton disarankan setiap 14 hari, 21 hari dan 28 hari untuk mendapatkan nilai optimum beton

- 3
2. Hasil penelitian dapat diaplikasikan pada lapisan perkerasan jalan / rigid pavement.
3. Sebaiknya diadakan penelitian lebih lanjut mengenai diameter optimum kawat besi. Diameter kawat besi yang optimal akan memberikan hasil yang lebih maksimal.
4. Sebaiknya dilakukan pengujian dengan mutu beton normal guna untuk mencari perbandingan besarnya pengaruh antara keduanya.
5. Penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dengan panjang dan diameter serat kawat lebih variatif.
- 3
6. Penelitian selanjutnya sebaiknya diadakan pengujian kuat lentur untuk mengetahui kekuatan lentur beton serat.

DAFTAR PUSTAKA

ACI Committee 544 (1988) Design Consideration For Steel Fiber Reinforced Concrete. Report : ACI 544.4R – 88.

² ASTM C-33 (2003) Standard Specification for Concrete Aggregates. United States.

ASTM C-39 (2003) Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. United States.

ASTM C-78 (2003) Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading). West Conshohocken. United States.

Arijoeni (2013) “Studi Perilaku Kuat Tekan Pada Beton Berserat Baja”, Fiber Concrete Research, Teknik Sipil, Universitas Indonesia, Depok.

Luhar, S., Khandelwal, U (2015) Compressive Strength Of Translucent Concrete. Ijeset. Volume 8, Issue 2. pp: 52-54.

Mulyono, T (2004) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.

Nugraheni, (2017), Pengaruh Penambahan Serat Bendrat Berkait (Hooked) Dengan Perilaku Beton Pada Beban Tekan Berulang, Skripsi, Universitas Lampung, Lampung.

² Purwanto, E (1999) *Perilaku Fiber Lokal Pada Perilaku dan Kuat*

Torsi Ultimit Balok Beton Bertulang. Tesis Program Pasca Sarjana UGM. Yogyakarta.

Rizky Sudiro, Albani Musyafa (2018) “Analisis Sisa Material Pekerjaan Struktur Pada Proyek Konstruksi”, Laporan penelitian, ISSN 0853-8557, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Saleh (2016) “Compressive Strength of Fibre Concrete Using Fibre Optic Variation and Glass Fracture”, *Fibre Concrete Research*, Vol. 19, No. 1, hal. 55-67.

² Suhendro, B. (1992) *Ketahanan Kejut (Impact Resistance) Beton Fiber Lokal dan Kemungkinan Aplikasinya Pada Struktus SABO Untuk Penanggulangan Bahaya Gunung Berapi*. Laporan Penelitian, Dikti. Yogyakarta.

² Setiawan, W. (2013) *Pengaruh Beban Fatik Terhadap Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang*. Universitas Hasanuddin. Makassar.

SNI 03-1974-1990. (1990) *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

SNI 03-2847-2002. (2002) Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. ¹⁵ Badan Standarisasi Nasional. Bandung.

Soroshian, P., Bayasi, Z. (1987) *Concept of Fiber Reinforced*

Concrete. Proceeding of the International Seminar on Fiber Reinforced Concrete. Michigan State University. Michigan, USA.

Soroushian, P., Bayasi, Z. (1991) Fiber Type Effects on the Performance of Steel Fiber Reinforced Concrete. Michigan State University. Michigan, USA.

Tjokrodimuljo, K. (2007) Teknologi Beton. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.

20 Tjokrodimuljo, K. (2010) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit KMTS FT UGM.

Lampiran 1

5

Tabel Resapan Pasir

Pengujian nomor	1
Berat pasir SSD (A)	500
Berat pasir oven (B)	460
Kadar air resapan	2,12%

Kadar air resapan pasir SSD :

$$\frac{A-B}{A} \times 100\% = \frac{500-460}{500} \times 100\% = 0,08\%$$

9

Menurut SNI 03-1970-1990, Standar kadar resapan pasir adalah $< 3\%$, berdasarkan data dan perhitungan diatas, kadar resapan pasir yang digunakan dalam praktikum sebesar $0,08\% < 3\%$. Dapat disimpulkan bahwa pasir yang digunakan dalam praktikum memenuhi standart serta layak digunakan dalam campuran agregat beton.

Lampiran 2

Tabel 1 Berat Jenis Pasir

Pengujian nomor	1	2	3
Berat pasir SSD (A)	250 gram	250 gram	250 gram
Berat labu + Pasir + air (B)	715 gram	780 gram	780 gram
Berat labu + Air (C)	645 gram	645 gram	640 gram
Berat jenis pasir	2,38 gram	2,29 gram	2,17 gram

Berat jenis pasir :

$$\frac{A}{A-B+C} = \frac{250}{250-715+645} = 1,39$$

$$\frac{A}{A-B+C} = \frac{250}{250-780+645} = 2,17$$

$$\frac{A}{A-B+C} = \frac{250}{250-780+640} = 2,27$$

Rata- rata berat jenis pasir :

$$\frac{1,39+2,17+2,27}{3} = 1,95 \text{ gram}$$

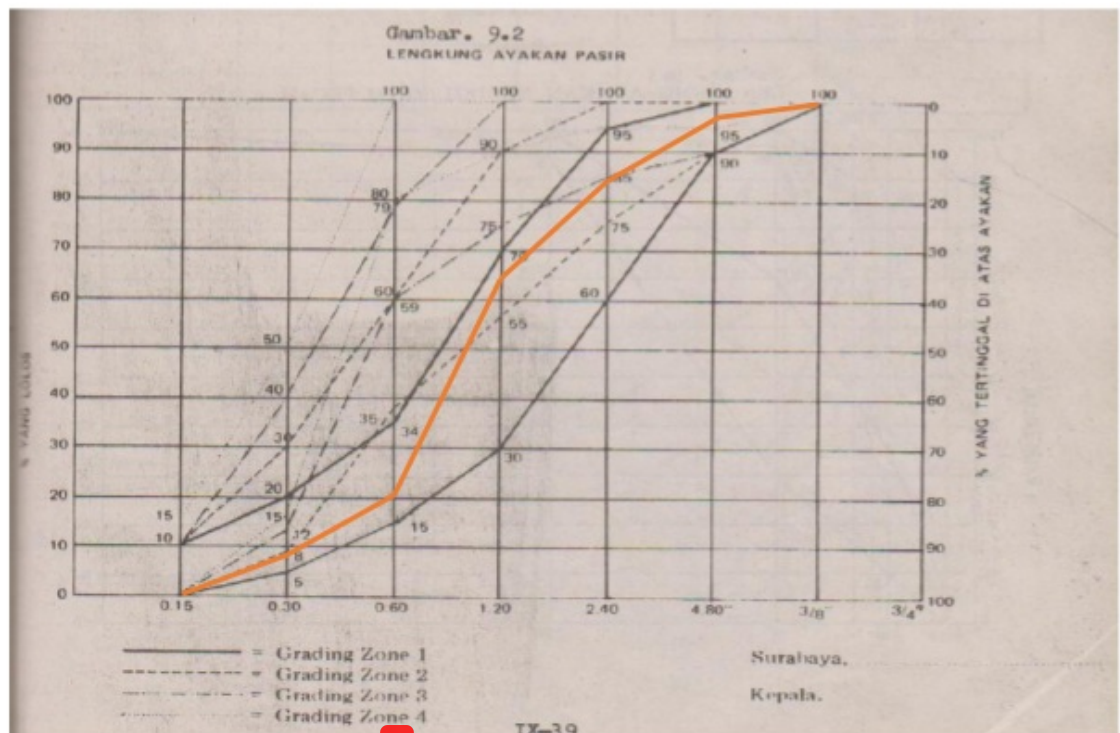
Menurut SNI 03-1970-1990 Standart berat jenis pasir adalah tidak lebih dari 3. Berdasarkan data dan perhitungan diatas

diperoleh berat jenis pasir yang digunakan dalam praktikum $1,95 < 3$. Jadi, pasir yang digunakan dalam praktikum memenuhi standart berat jenis pasir untuk digunakan dalam campuran agregat beton.

Lampiran 3

¹ Tabel Analisa Gradasi pasir dan modulus halus

Saringan		Yang tertinggal pada Saringan		% kumulatif	
No	Mm	Gram	%	Lolos	Tertinggal
4	4.76	75	3,18	96,82	3,18
8	2.38	300	12,74	84,08	15,92
16	1.19	435	18,47	65,61	34,39
30	0.59	1035	43,95	21,66	78,34
50	0.297	320	13,59	8,07	91,93
100	0.149	165	7,01	1,06	98,94
Pan	0.00	25	1,06	0,00	100,00
Jumlah		2355	100,00	277,28	422,72
		Modulus kehalusan = $\frac{422,72}{100} = 4,23$			



Gambar 1
Lengkung Ayakan Pasir

Keterangan:

- Grading Zone 1
- Grading Zone 2
- . - . - Grading Zone 3

Berdasarkan Gambar 1 diatas dapat dilihat bahwa lengkung ayakan berada pada grading zone 1 dengan nilai modulus kehalusan sebesar 4,23. Dalam hal ini pasir memenuhi syarat mutu menurut SNI 03-1968-1990. Jadi, pasir yang digunakan dalam praktikum memenuhi standart analisa gradasi pasir dan modulus halus.

Lampiran 4

Tabel Kadar lumpur

Percobaan nomor	1
Tinggi lumpur (h)	0,5
Tinggi pasir (H)	5,5
Kadar lumpur (%)	0,1 %

$$\text{Kadar lumpur} : \frac{h}{H} \times 100\% = \frac{0,5}{5,5} \times 100\% = 0,1$$

¹ Berdasarkan SNI 03-4428-1997 kebersihan pasir terhadap Lumpur dengan cara basah kurang dari 5% untuk layak digunakan dalam campuran agregat beton. Datadan perhitungan diatas diperoleh besarnya kebersihan pasir terhadap Lumpur dengan cara basah mencapai 0,1% < 5%. Sehingga pasir yang digunakan dalam praktikum memenuhi standar pengujian dan layak digunakan dalam agregat campuran beton.

Lampiran 5

1

Dari proses pengujian didapatkan bahwa warna pasir setelah ditambahkan NaOH 3% , dikocok dan didiamkan selama 24 jam. Menurut SNI 03-2816-2014 jika larutan menjadi berwarna coklat mengindikasikan kandungan organik dalam agregat termasuk kedalam kategori 3 (standart).



Gambar pasir dengan NaOH

Lampiran 6

5

Tabel Berat Volume Pasir

Pengujian nomor	Dengan rojokan	Tanpa rojokan
Berat silinder (A)	4755 gr	4755 gr
Berat silinder + Pasir (B)	12890 gr	11855 gr
Berat pasir : (B – A)	8135 gr	7100 gr
Volume silinder (V)	5000 cm ³	5000 cm ³
Berat volume pasir (B – A)/V	1,627g/cm ³	1,42 g/cm ³
Berat volume rata-rata	1,5235 gr/cm ³	

Berat Volume pasir dengan rojokan (γ_v)

$$\begin{aligned}\gamma_v &= \frac{B-A}{V} \\ &= \frac{12890-4755}{5000} \\ &= 1,627 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Berat Volume pasir tanpa rojokan (γ_v)

$$\begin{aligned}\gamma_v &= \frac{B-A}{V} \\ &= \frac{11855-4755}{5000} \\ &= 1,42 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

$$\text{Berat Volume rata – rata } (\gamma_{v\text{rata-rata}}) = \frac{1,627 + 1,42}{2}$$

$$= 1,5235 \text{ gr/cm}^3$$

1

Menurut SNI 03-4804-2014, Standart berat volume pasir adalah antara 1,0 – 1,8, berdasarkan data dan perhitungan diatas diperoleh berat volume pasir memiliki nilai 1,5235 gr/cm³. Jadi pasir yang digunakan dalam praktikum memenuhi standart berat volume pasir untuk digunakan dalam campuran agregat beton.

Lampiran 7

Tabel Air Resapan Batu pecah

Pengujian Nomor	1
Berat batu pecah SSD (3000 gr)	3000 gr
Berat batu pecah oven (A)	2960 gr
Kadar air resapan (%)	1,35 %

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Air Resapan} &= \frac{3000 - A}{A} \times 100\% \\
 &= \frac{3000 - 2960}{2960} \times 100\% \\
 &= 1,35 \%
 \end{aligned}$$

Menurut SNI 03-1971-1990, Standar kadar resapan batu pecah adalah $< 2\%$. Berdasarkan data dan perhitungan diatas diperoleh kadar resapan batu pecah sebesar $1,35 \% < 2 \%$. Jadi batu pecah yang digunakan dalam praktikum memenuhi standart kadar air kerikil dan layak digunakan dalam campuran agregat beton.

Lampiran 8

1
Tabel Berat Jenis Batu pecah

Pengujian nomor	1
Berat batu pecah SSD diudara (A)	3000 gr
Berat batu pecah di air (B)	4350 gr
Berat Jenis batu pecah	2,22

Berat Jenis Batu pecah

$$= \frac{3000}{B-3000} = \frac{3000}{4350-3000} = 2,22$$

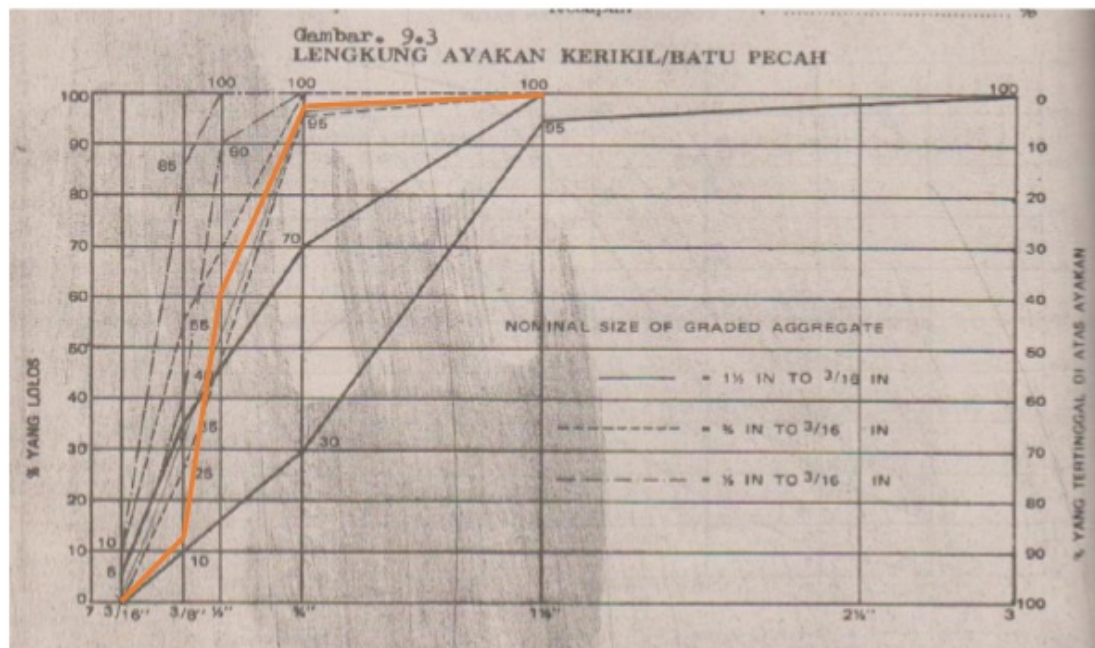
Menurut SNI 03-1969-1990, standar berat jenis batu pecah adalah < 3,5. Berdasarkan data dan perhitungan diatas berat jenis batu pecah sebesar $2,22 < 3,5$. Jadi dapat disimpulkan bahwa batu pecah yang digunakan dalam praktikum memenuhi standart yang telah ditentukan dan dapat digunakan dalam campuran agregat beton.

Lampiran 9

Tabel Analisa Gradasi Batu Pecah dan MHB

Saringan		Tertinggal di saringan		% kumulatif	
No	mm	Gram	%	Tinggal	Lolos
3"	76.2	0	0,00%	0,00%	100,00%
1 1/2"	38.1	445	1,74%	1,74%	98,26%
3/4"	19.1	9955	38,97%	40,71%	59,29%
3/8"	9,5	11860	46,43%	87,14%	12,86%
4	4,76	810	3,17%	90,31%	9,69%
8	2,38	255	1%	91,31%	8,69%
16	1.19	0	0%	91,31%	8,69%
30	0.59	0	0%	91,31%	8,69%
50	0.297	0	0%	91,31%	8,69%
100	0.149	0	0%	91,31%	8,69%
Pan		2220	9%	100,00%	0,00%
Jumlah		25545	100%	776,45%	323,55%
		Modulus kehalusan		7,76	

$$\text{Modulus kehalusan: } \frac{\% \text{komulatif}}{100} = \frac{776,45}{100} = 7,76\%$$



Gambar lengkung ayakan agregat kasar

1

Keterangan:

- Grading Zone 1
- Grading Zone 2
- . - . - Grading Zone 3

1

Hasil percobaan analisa gradasi batu pecah didapatkan pada daerah grading zone 2 dan modulus kehalusan sebesar 7,76%. Dalam hal ini batu pecah memenuhi syarat mutu menurut SNI 03-1968-1990, yakni berada diantara 6,0 – 8,0. Jadi, kerikil yang digunakan dalam praktikum memenuhi standart analisa gradasi batu pecah dan modulus halus.

Lampiran 10

5

Tabel Berat Volume Kerikil Batu pecah

Percobaan nomor	Dengan Rojokan		Tanpa rojokan	
	1	2	1	2
Berat Silinder (A)	9465 gram	9465	9465 gram	9465
Berat silinder + batu pecah (B)	26350 gram	26310	28500 gram	28455
Berat batu pecah (B – A)	16885 gram	16845	19035 gram	18990
Volume silinder (V)	10000 cm ³	10000	10000 cm ³	10000
Berat Volume : (B – A)/V	1,688 kg/cm ³	1,684	1,903 kg/cm ³	1,899
Berat Volume rata-rata	1,7935 kg/ cm ³			

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Volume rata – rata} &= \frac{\text{no.1} + \text{no.2} + \text{no.3} + \text{no.4}}{4} \\
 &= \frac{1,688 + 1,684 + 1,903 + 1,899}{4} \\
 &= 1,7935 \text{ kg/cm}^3
 \end{aligned}$$

Menurut SNI 03-4804-2014, Standar berat volume batu pecah adalah 1,2 – 1,8. Berdasarkan data dan perhitungan diatas didapat berat volume batu pecah sebesar 1,7935 kg/cm³. Jadi dapat disimpulkan bahwa batu pecah yang digunakan dalam praktikum

memenuhi standart yang telah ditentukan dan layak digunakan dalam campuran agregat beton.

Lampiran 11

1

Tabel Konsistensi Semen Portland

No Pengujian	Semen (gr)	Air (cc)	Penurunan jarum tiap 30 detik (mm)	Konsistensi (%)
1	250	70	34	28
2	250	75	39	30
3	250	80	45	32

$$\text{Konsistensi} = \frac{\text{Kadar air}}{\text{Semen}} \times 100$$

$$\text{Konsistensi 1} = \frac{70}{250} \times 100 = 28\%$$

$$\text{Konsistensi 2} = \frac{75}{250} \times 100 = 30\%$$

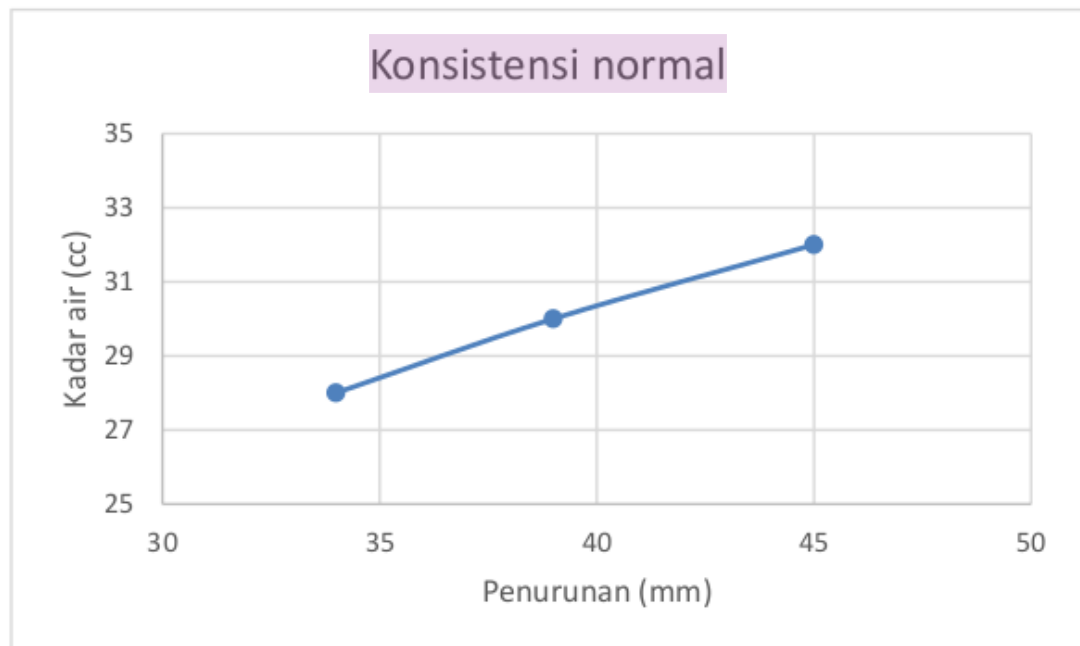
$$\text{Konsistensi 3} = \frac{80}{250} \times 100 = 32\%$$

Penurunan jarum tiap 30 detik (mm) nilai ukuran dari alat :

- 34 mm
- 39 mm
- 35 mm

Pada keterangan diatas kita diharapkan dapat menentukan besarnya kadar air agar mencapai kedalaman 10 mm. Untuk mendapatkan

besarnya kadar air yang dimaksud maka kita bisa menggunakan Gambar sebagai berikut:



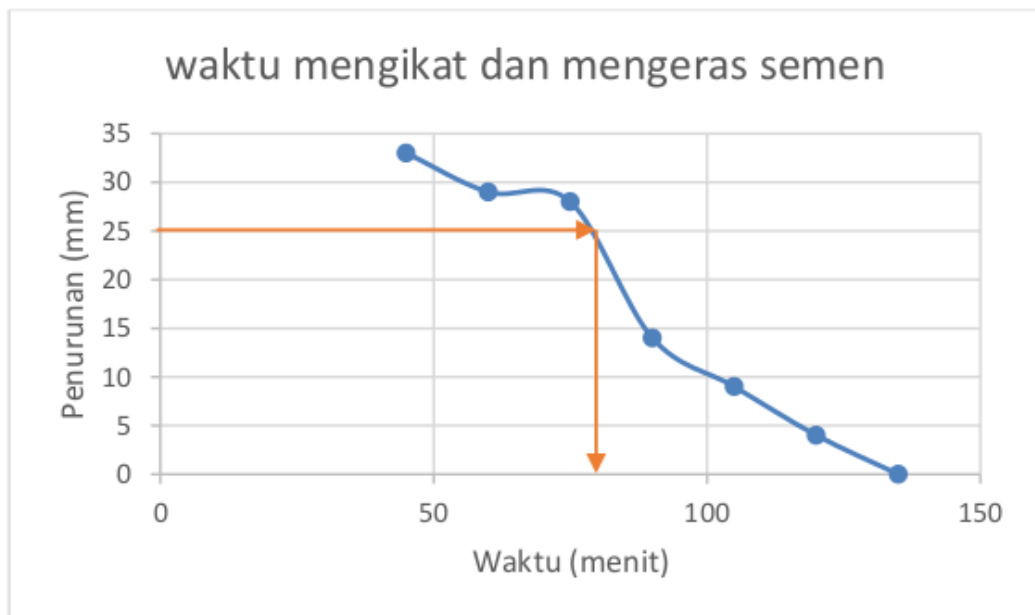
Gambar hubungan antara kadar air dan penurunan

Berdasarkan Gambar ¹ diatas maka dapat disimpulkan bahwa Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali. Pengujian pertama menghasilkan konsistensi sebesar 28%, pengujian kedua menghasilkan konsistensi sebesar 30%, dan pengujian ketiga menghasilkan konsistensi sebesar 32%,. Sehingga berdasarkan Gambar konsistensi-penetrasi jarum vicat diperoleh konsistensi sebesar 30,5%.

Lampiran 12

Tabel Waktu mengikat dan mengeras semen Portland

No Pengujian	Waktu penurunan ⁵ (menit)	Penurunan (mm)
1	45	33
2	60	29
3	75	28
4	90	14
5	105	9
6	120	4
7	135	0



Gambar Konsistensi Normal Semen dengan Kadar Air

Dari Gambar ⁵ diperoleh :

- Waktu mengikat semen : 80 menit
- Waktu mengeras semen : 135 menit

Dari Gambar ¹ diatas diperoleh bahwa penurunan jarum vikat sebesar 25 mm terjadi pada menit ke-80 menit. Waktu yang terjadi pada penurunan tersebut merupakan waktu mengikat semen. Sedangkan waktu mengeras semen ditentukan bila jarum vikat turun sebesar 0 mm terjadi pada menit ke-135 menit.

Lampiran 13

Gambar hasil pengujian kuat tekan beton campuran kawat 0%



Lampiran 14

Gambar hasil ⁸ pengujian kuat tekan beton campuran kawat 5%



Lampiran 15

Gambar hasil pengujian kuat tekan beton campuran kawat 10%



Lampiran 16

8

Gambar hasil pengujian kuat tekan beton campuran kawat 15%



Lampiran 17

Gambar hasil pengujian kuat tarik belah campuran kawat 0%



Lampiran 18

Gambar hasil pengujian kuat tarik belah campuran kawat 5%



Lampiran 19

Gambar hasil pengujian kuat tarik belah campuran kawat 10%



Lampiran 20

Gambar hasil pengujian kuat tarik belah campuran kawat 15%



STUDI PENAMBAHAN LIMBAH KAWAT BESI IRREGULAR KEDALAM CAMPURAN BETON MUTU TINGGI

ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

26%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

id.123dok.com

Internet Source

6%

2

digilib.unila.ac.id

Internet Source

4%

3

eprints.undip.ac.id

Internet Source

2%

4

idoc.pub

Internet Source

1%

5

kuntunuryoso2.blogspot.com

Internet Source

1%

6

ilmu-civil1001.blogspot.com

Internet Source

1%

7

repository.its.ac.id

Internet Source

1%

8

fr.scribd.com

Internet Source

1%

9

text-id.123dok.com

Internet Source

1%

10	repository.upi.edu Internet Source	1 %
11	www.scribd.com Internet Source	1 %
12	docobook.com Internet Source	1 %
13	repository.unj.ac.id Internet Source	1 %
14	pt.scribd.com Internet Source	<1 %
15	teknik.unik-kediri.ac.id Internet Source	<1 %
16	repository.usu.ac.id Internet Source	<1 %
17	sipil.studentjournal.ub.ac.id Internet Source	<1 %
18	ft-sipil.unila.ac.id Internet Source	<1 %
19	repositori.umsu.ac.id Internet Source	<1 %
20	journal.eng.unila.ac.id Internet Source	<1 %
21	Submitted to Griffth University Student Paper	<1 %

Submitted to Korea National Open University

22

Student Paper

<1 %

23

edoc.pub
Internet Source

<1 %

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 25 words