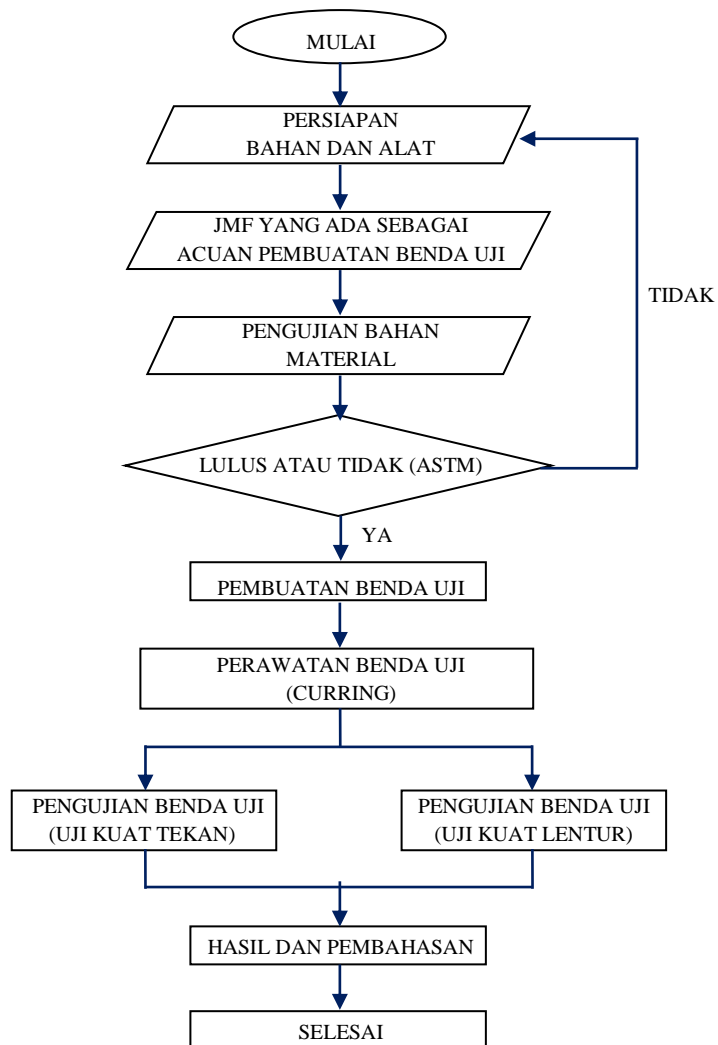


BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian atau Bagan Alir Penelitian

Secara garis besar, tahapan alur penelitian dapat dilihat seperti bagan di bawah ini:



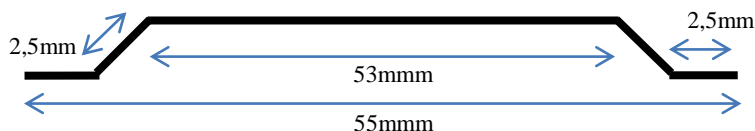
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.

3.2 Persiapan Bahan

Dalam penelitian ini bahan – bahan yang diperlukan adalah:

- a. Semen
Semen merupakan bahan pembentuk beton yang berfungsi sebagai pengikat butiran agregat dan mengisi ruang antar agregat sehingga terbentuk massa yang padat. Penelitian ini menggunakan semen PCC (*Portland Composite Cement*) Semen Gresik yang didapat dari toko dalam keadaan baik, tertutup rapat dalam kemasan (zak) 50kg.
- b. Agregat Halus (Pasir)
Agregat halus terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan terhadap kadar air, berat jenis dan penyerapan, analisa saringan, kadar lumpur dan uji kandungan zat organik (memenuhi standar ASTM C 33). Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang berasal dari daerah sekitar Kediri.
- c. Agregat Kasar (Koral)
Pada penelitian ini, agregat kasar yang digunakan terlebih dahulu dilakukan uji bahan terhadap *gradasi* yang memenuhi standar ASTM. Agregat kasar yang digunakan pada penelitian yaitu batu pecah yang menggunakan tangan (manual) dan berasal dari daerah sekitar Kediri.
- d. Air
Air yang digunakan pada penelitian harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan benda-benda merusak lainnya yang dapat dilihat secara visual serta tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan merusak beton. Pada penelitian, air yang digunakan berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Kadiri.

- e. Serat Baja *steel fiber (dramix)*
Serat yang digunakan adalah serat baja yang memiliki diameter 1mm dan sepanjang 55mm berkait (*hooked*) dibeli dari produsen Bekaert tipe 3D.



Gambar 3.2 Desain *Steel Fiber (Dramix)* 3D.

3.3 Persiapan Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

1. Cetakan Benda Uji
Cetakan digunakan untuk mencetak beton dengan bentuk silinder. Cetakan berbentuk silinder dengan panjang 15cm dan tinggi 30cm digunakan pada pengujian kuat tekan, balok dengan panjang 60cm lebar 15cm.
2. Timbangan
Timbangan digunakan untuk mengukur berat masing-masing bahan penyusun beton sesuai dengan komposisi yang direncanakan. Timbangan yang digunakan yaitu timbangan berkapasitas maksimum 50kg dengan ketelitian pembacaan 10gram yang digunakan untuk mengukur berat beton (timbangan besar) dan timbangan berkapasitas maksimum 12kg dengan ketelitian pembacaan 1gram digunakan untuk mengukur berat bahan campuran beton (timbangan kecil).
3. Oven
Oven digunakan untuk mengeringkan bahan-bahan pada saat pengujian material yang membutuhkan kondisi kering. Oven yang digunakan mempunyai kapasitas suhu maksimum 110°C dengan daya sebesar 2800 Watt.

4. 1 set Ayakan
Alat ini digunakan untuk mengukur gradasi agregat sehingga dapat ditentukan nilai modulus kehalusan butir agregat halus dan agregat kasar. Untuk penelitian ini gradasi agregat halus dan agregat kasar berdasarkan standar ASTM C-33. Ukuran saringan yang digunakan untuk pengujian ini yaitu 37,5mm; 25mm; 19mm; 12,5mm; 9,5mm; 4,75mm; 2,36mm; 1,18mm; 0,6mm; 0,3mm; 0,15mm; dan pan.
5. Mesin Pengaduk Beton (*Concrete Mixer*)
Alat ini berfungsi untuk mengaduk campuran beton. Alat yang digunakan ini memiliki kapasitas 0,125m³ dengan kecepatan 20-30 putaran permenit.
6. Alat *Slump*
Kerucut Abrams yang digunakan beserta tilam plat baja dan tongkat baja ini berfungsi untuk mengetahui kelecakan (*workability*) adukan secara sederhana dengan percobaan *Slump Test*. Ukuran kerucut Abrams memiliki diameter bagian bawah 200mm, diameter bagian atas 100mm, dan tinggi 300mm. Ukuran tongkat baja memiliki panjang 60cm dan diameter 16mm.
7. *Compressing Testing Machine* (CTM)
Alat uji tekan merk Wykeham FARANCE ini digunakan untuk melakukan pengujian kuat tekan beton silinder. CTM yang digunakan berkapasitas beban maksimum 1500kN dengan ketelitian 5kN serta kecepatan pembebanan sebesar 0,14-0,34MPa/det.
8. *Hydraulic Jack*
Alat ini berkapasitas 32ton yang merupakan alat bantu untuk melakukan pengujian lentur beton.

9. Alat Bantu

Untuk memperlancar dan mempermudah pelaksanaan penelitian, digunakan beberapa alat bantu antara lain cetok, sendok semen, timba, gela sukur, gerinda, jangka sorong, mistar, kunci mur baut, ember, dan alat tulis.

3.4 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Pada penelitian ini dibagi menjadi tujuh tahap, yaitu persiapan bahan, pemeriksaan bahan campuran beton, pembuatan rencana campuran (*mix design*), pembuatan benda uji, pemeliharaan terhadap benda uji (*curing*), pelaksanaan pengujian dan analisis hasil penelitian.

1. Persiapan bahan.

Pada tahap ini, seluruh bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian dipersiapkan terlebih dahulu agar penelitian dapat berjalan dengan baik.

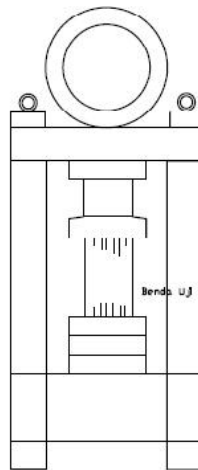
2. Pemeriksaan bahan campuran beton.

Merupakan tahap uji bahan. Pada tahap ini dilakukan penelitian terhadap agregat kasar dan agregat halus yang akan digunakan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat bahan tersebut. Selain itu untuk mengetahui apakah agregat kasar maupun halus tersebut memenuhi persyaratan atau tidak. Hasil dari pengujian ini, juga digunakan sebagai data rancang campur adukan beton. Pengujian dan pemeriksaan bahan campuran beton terdiri dari:

- a. Gradasi agregat kasar dan agregat halus (*ASTM C-33*).
- b. Berat jenis dan penyerapan agregat halus dan agregat kasar (*ASTM C-128 & ASTM C-127*).
- c. Kadar air agregat halus dan agregat kasar (*ASTM C-566 & ASTM C-556*).
- d. Berat volume agregat kasar dan agregat halus (*ASTM C-29*).
- e. Kadar lumpur agregat halus kandungan zat organik dalam pasir (*ASTM C-117 & ASTM C-40*).

3. Rencana Campuran Beton (*Mix Design*)
Rencana campuran semen, air, dan agregat-agregat sangat penting untuk mendapatkan kekuatan beton yang diinginkan. Dalam penelitian ini rencana campuran beton menggunakan metode ACI dengan kekuatan yang direncanakan (f_c') Beton Normal. *Fiber* baja seling dengan aspek rasio (l/d) 31,25. Dengan mengikuti prosedur pada metode tersebut diperoleh kebutuhan bahan-bahan susun beton serat untuk 1m³ beton.
4. Pembuatan Benda Uji
Benda uji yang akan dibuat terdiri dari silinder diameter 15cm dengan tinggi 30cm. Pengujian pada saat berumur 28 hari, untuk kuat tekan sejumlah 20 benda uji, dan untuk kuat lentur sejumlah 6 benda uji.
5. Pemeliharaan terhadap benda uji (*curing*)
Perawatan beton adalah suatu pekerjaan menjaga agar permukaan beton segar selalu lembab sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin agar proses *hidrasi* dapat berlangsung dengan baik dan proses pengerasan terjadi dengan sempurna sehingga tidak terjadi retak-retak pada beton dan mutu beton dapat terjamin. Perawatan ini dilakukan dengan cara merendam benda uji silinder pada hari kedua selama 13 hari untuk beton yang akan diuji pada umur 14 hari dan 21 hari untuk beton yang akan diuji pada umur 28 hari. Sedangkan untuk benda uji balok direndam hingga hari pengujian, yaitu 14 hari dan 28 hari.
6. Pelaksanaan Pengujian
 - a. Uji Kuat Tekan Beton
Nilai kuat tekan beton didapat melalui tata-cara pengujian standar ASTM C-192, pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan menggunakan alat CTM dengan cara meletakkan silinder beton (diameter 150mm, tinggi 300mm) tegak lurus

dan memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan 0,15MPa/detik sampai 0,34MPa/detik sampai benda uji hancur. Sebelum melakukan pengujian, maka permukaan tekan benda uji silinder harus rata agar tegangan terdistribusi secara merata pada penampang benda uji. Dalam hal ini maka benda uji harus diberi lapisan belerang (*capping*) setebal 1,5mm sampai 3mm pada permukaan tekan benda uji silinder. Cara lain dapat juga dilakukan dengan memberi pasta semen. Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari. Dari hasil pengujian ini didapat beban maksimum yang mampu ditahan oleh silinder beton sampai silinder beton tersebut hancur. *Setting up* pengujian tekan dilihat pada Gambar 3.3.

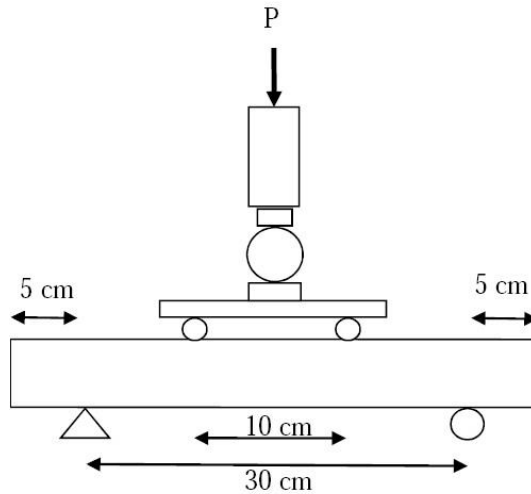


Gambar 3.3 *Setting up* pengujian kuat tekan.

b. Uji Kuat Tarik Lentur Beton

Pengujian kuat lentur pada penelitian ini menggunakan alat *Hydraulic Jack* dan pembacaan beban dengan *proving ring*. Pengujian kuat lentur dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari.

Langkah-langkah pengujian sebagai berikut: Benda uji diletakkan di atas dua tumpuan sejarak 300mm, kemudian pada balok tersebut diberi dua beban terpusat $1/2 P$ yang masing-masing berjarak $1/3$ bentang dari tumpuan sesuai ASTM C 78. Di tengah bentang pada bagian bawah balok diletakkan *proving ring* yang berguna untuk mengukur lendutan (mm) saat pengujian lentur. Selanjutnya diberi beban secara bertahap dari *Hydraulic Jack* dengan sistem pompa yang terhubung pada alat tersebut. Pembebanan terus dilakukan sampai balok runtuh kemudian dicatat beban maksimum yang didapat dari pembacaan *proving ring*.



Gambar 3.4 *Setting up* pengujian kuat tarik lentur.

3.5 Persiapan JMF (*Job Mix Formula*)

Dalam penelitian kali ini menggunakan JMF (*Job Mix Formula*) yang sudah ada.

Tabel 3.1 Komposisi 1 m³ Beton f_c' 29.5MPa.

No.	Bahan	Jumlah	Satuan
1	PC	448	Kg
2	Pasir	667	kg
3	Koral	1000	kg
4	Air	215	liter
Total Berat		2.330	Kg

Sumber: www.sentosamortar.com

3.6 Pengujian Bahan dan Material

Sebelum dilaksanakan pembuatan benda uji semua bahan harus dipastikan dengan baik agar dapat mencapai kekuatan beton yang rencanakan. Untuk agregat halus harus diperiksa apakah agregat tersebut sesuai dengan peraturan standar indonesia.

Langkah pertama untuk bisa mengetahui kadar lumpur pada agregat halus yaitu dengan cara sebagai berikut:

- Siapkan gelas ukur dan bersihkan.
- Ambil sampel pasir secukupnya.
- Tambahkan air pada gelas ukur secukupnya.
- Tutuplah ujung gelas ukur dengan plastik agar air tidak tumpah.
- Kemudian kocok/aduklah sampai dengan kurang lebih 50 kali.
- Selanjutnya simpan gelas ukur dan diamkan selama 24 jam sampai benar-benar air menjadi jernih.
- Ukur tinggi kadar lumpur yang terletak di atas pasir.

3.7 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang akan dibuat terdiri dari silinder diameter 15cm dengan tinggi 30cm. Pengujian pada saat berumur 28 hari, yang dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 3.2 Jumlah benda uji.

<i>Volume Fraction</i>	Normal	10%	15%	20%	30%	<i>Wire mesh</i>	Total
Kuat Tekan	N.1	DSF.10.A	DSF.15.A	DSF.20.A	DSF.30.A		20
	N.2	DSF.10.B	DSF.15.B	DSF.20.B	DSF.30.B		
	N.3	DSF.10.C	DSF.15.C	DSF.20.C	DSF.30.C		
	N.4	DSF.10.D	DSF.15.D	DSF.20.D	DSF.30.D		
Kuat Lentur	N.1	N.10	N.15	N.20	N.30	W.1	6

Sumber: Hasil kajian penulis, 2020.

Adapun tahapan untuk membuat benda uji yaitu:

- a. Pembuatan campuran adukan beton sesuai proporsi campuran hasil perhitungan beton serat.
 1. Persiapan bahan campuran adukan beton
Bahan-bahan penyusun beton seperti agregat halus, agregat kasar, dan semen disiapkan terlebih dahulu dalam kondisi *saturated surface dry (SSD)*. Ini dilakukan agar bahan-bahan tersebut tidak menyerap air atau menambah air pada proses pencampuran yang akan mempengaruhi kekuatan beton.
 2. Setelah persiapan bahan, tahap selanjutnya yaitu dilakukan pencampuran.
Perbandingan berat bahan-bahan susun beton diperhitungkan. Mula-mula memasukkan agregat kasar, sebagian air pencampur dan cairan bahan tambah bila diperlukan. Kemudian,

menghidupkan mesin pengaduk, lalu tambahkan agregat halus, semen, dan sisa air saat mesin pengaduk berputar. Proses pengadukan berlangsung selama 3menit, dan diikuti dengan 3menit berhenti, dilanjutkan dengan pengadukan terakhir selama dua menit.

3. Penambahan serat baja *steel fiber (dramix)*

1. Penaburan serat baja *steel fiber (dramix)* secara merata kedalam *concrete mixer* berisi adukan beton biasa yang berputar dengan kecepatan normal.
2. Setelah diaduk beberapa menit, selanjutnya adonan beton dituang pada wadah yang sudah disediakan. Dengan adanya penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* adonan beton ada perbedaan bentuk fisik yang terjadi.
3. Perbedaan yang terjadi pada keduanya yaitu berada pada tampilan visual adonan beton tersebut. Adonan beton normal lebih terlihat halus dan teratur, tapi dengan adonan beton yang ada penambahan serat baja *steel fiber (dramix)* lebih terlihat berantakan tak beraturan.

4. Pemeriksaan nilai *slump*

1. Menyiapkan alat *Slump test* (kerucut Abrams) dan diletakkan di atas meja, lalu adukan beton dimasukkan di dalamnya hingga 1/3 bagian, lalu dipadatkan dengan alat penumbuk sebanyak 25 kali. Menambahkan adukan sampai 2/3 bagian lalu ditumbuk 25 kali kembali. Menambahkan adukan sampai penuh lalu ditumbuk sebanyak 25 kali lalu bagian atas diratakan.
2. Setelah didiamkan selama satu menit, kerucut Abrams diangkat lurus ke atas dan mengukur penurunan yang terjadi (*nilai Slump*).

5. Pencetakan benda uji silinder dan balok
 1. Menyiapkan cetakan benda uji.
 2. Memasukkan adukan ke dalam cetakan hingga penuh sambil dipadatkan dengan *vibrator*, hal ini bertujuan agar tidak terjadi *segregasi* di campuran beton.
 3. Setelah cetakan penuh dan padat, permukaan diratakan.
 4. Melepaskan beton dari cetakan setelah 24jam.
 5. Memberi masing-masing kode sampel di atas cetakan beton.

6. Perawatan terhadap benda uji (*Curing*).

Tahap ini bertujuan agar permukaan beton segar selalu lembab sejak adukan beton dipadatkan sampai beton dianggap cukup keras. Hal ini dimaksudkan untuk menjamin agar proses *hidrasi* dapat berlangsung dengan baik dan proses pengerasan terjadi dengan sempurna sehingga tidak terjadi retak-retak pada beton dan mutu beton dapat terjamin. Perawatan ini dilakukan dengan cara merendam benda uji silinder dalam bak air. Setelah benda uji direndam selama waktu yang sudah ditentukan, benda uji diangkat dan diangin-anginkan untuk selanjutnya dilakukan pengujian.

7. Pelaksanaan Pengujian.
 - a. Uji kuat tekan beton

Uji tekan beton dilakukan dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine (CTM)* berkapasitas 150ton dengan kecepatan pembebanan 0,14-0,34MPa/detik. Pengujian dilakukan dengan mengatur alat CTM agar memberikan beban yang berulang. Benda uji silinder beton yang telah dianginkan setelah melalui proses *curing* diangkat dan ditimbang. Kemudian, dicatat dan diberi tanda. Dalam hal ini, benda uji diberi lapisan belerang setebal 1,5mm - 3mm pada permukaan tekan benda uji, atau dapat dilakukan dengan memberi pasta semen. Pengujian ini dilakukan pada umur beton 28 hari.

Benda uji diletakkan pada ruang penekan CTM dengan posisi tegak lurus dan memastikan jarum penunjuk tepat pada titik nol. Kemudian mesin tekan dihidupkan dan secara perlahan alat akan menekan benda uji silinder. Dalam penelitian ini, benda uji diberi beban tekan dengan pembebanan awal sebesar 10% dari kuat tekan karakteristik. Pembebanan dilakukan sesuai dengan kelipatan dari pembebanan awal sampai beton mencapai hancur.

Mengamati setiap perubahan atau penambahan kuat tekan pada jarum pengukurnya berdasarkan dari hasil pembebanan. Dan apabila Mengamati setiap perubahan atau penambahan kuat tekan pada jarum pengukurnya berdasarkan dari hasil pembebanan berulang. Dan apabila jarum sudah tidak bergerak lagi (benda uji sudah hancur) maka mesin dimatikan. Membaca dan mencatat angka pada jarum pengukur yang merupakan besarnya beban tekan beton untuk setiap benda uji. Kemudian menghitung besarnya kuat tekan benda uji silinder. Dari pengujian ini didapat hasil beban maksimum yang mampu ditahan oleh silinder beton sampai silinder beton hancur berdasarkan pembebanan tekan.

b. Uji kuat lentur beton

Pengujian ini dilakukan pada umur beton 28 hari. Kuat lentur diteliti dengan membebani balok tiap sepertiga bentang dengan beban titik $1/2 P$. Selanjutnya, diberikan beban tekan berulang dari *Hydarulic Jack* dengan sistem pompa, sampai kondisi balok mengalami keruntuhan lentur, di mana retak utama yang terjadi pada sekitar tengah-tengah bentang. Proses pembebanan dilakukan secara berulang sebesar 10% dari beban maksimum. Beban maksimum diperoleh dari nilai momen lentur

nominal penampang balok. Kemudian mencatat dan menganalisis beban maksimum yang didapat.

3.8 Lokasi dan Waktu Penelitian

Adapun waktu dan tempat pengamatan selama penelitian ini berlangsung adalah sebagai berikut:

Tempat:

1. Laboratorium fakultas teknik sipil Universitas Kadiri (pembuatan benda uji dan uji kuat tekan beton).
2. Pengumpulan bahan material dan persiapan tanggal 25 Maret 2020 sampai dengan tanggal 31 Maret 2020.
3. Pembuatan benda uji tanggal 1 April 2020.
4. Pengujian dilakukan tanggal 28 April 2020.

3.9 Teknik Analisis Data

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Kadiri dengan membuat beton mutu normal dan menambahkan kadar serat Baja Tipe 3D sebanyak 10%, 15%, 20% dan 30% dari volume adukan beton. Dalam perencanaan awal, mutu beton yang digunakan yaitu f_c' 29,05MPa. Benda uji berbentuk silinder beton dengan 15cm dan tinggi 30cm dan balok ukuran 15cm x 15cm x 60cm. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari.