

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Diagram alir penelitian ini menunjukkan urutan kegiatan yang dilakukan mulai dari tahap identifikasi masalah dan studi Pustaka, perancangan campuran beton (*mix design*), hingga proses pembuatan dan pengujian benda uji. Setelah dilakukan pemeriksaan terhadap bahan penyusun seperti semen, agregat, pasir pantai, dan air laut, selanjutnya beton dicampur dan dirawat dengan variasi air tawar serta air laut selama 28 hari. Tahap berikutnya adalah pengujian kuat tekan benda uji, kemudian data hasil pengujian dianalisis untuk mengetahui pengaruh pasir pantai dan air laut terhadap kuat tekan beton, sehingga diperoleh kesimpulan dan saran penelitian (Gambar 3.1).

3.2 Studi Literatur

Beberapa literatur dan peraturan yang digunakan dalam menganalisis kuat tekan beton :

1. Falah M. Wegian. *Effect of seawater for mixing curing on structural concrete*
2. Ruslan Ramang, Dantje A. T. Sina, Muhamad Irpan. *Studi Kelayakan Teknis Penggunaan Pasir Laut Alor Kecil Terhadap Kualitas Beton Yang Dihasilkan*
3. Fahrizal Zulkarnain¹, Rahayu Dwi Alqory². *Pengaruh Penggunaan Pasir Pantai Sebagai Campuran Agregat Halus Dengan Penambahan Bahan Aditif Beton Sikacim Cair Terhadap Kuat Tarik*

3.3 Pemeriksaan Material

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan material pada agregat kasar dan agregat halus. Setelah itu, data yang dikumpulkan disesuaikan dengan persyaratan ASTM saat ini. Selanjutnya, hasil pemeriksaan material digunakan untuk menghitung komposisi campuran beton.

Pada agregat kasar dilakukan pengujian, antara lain:

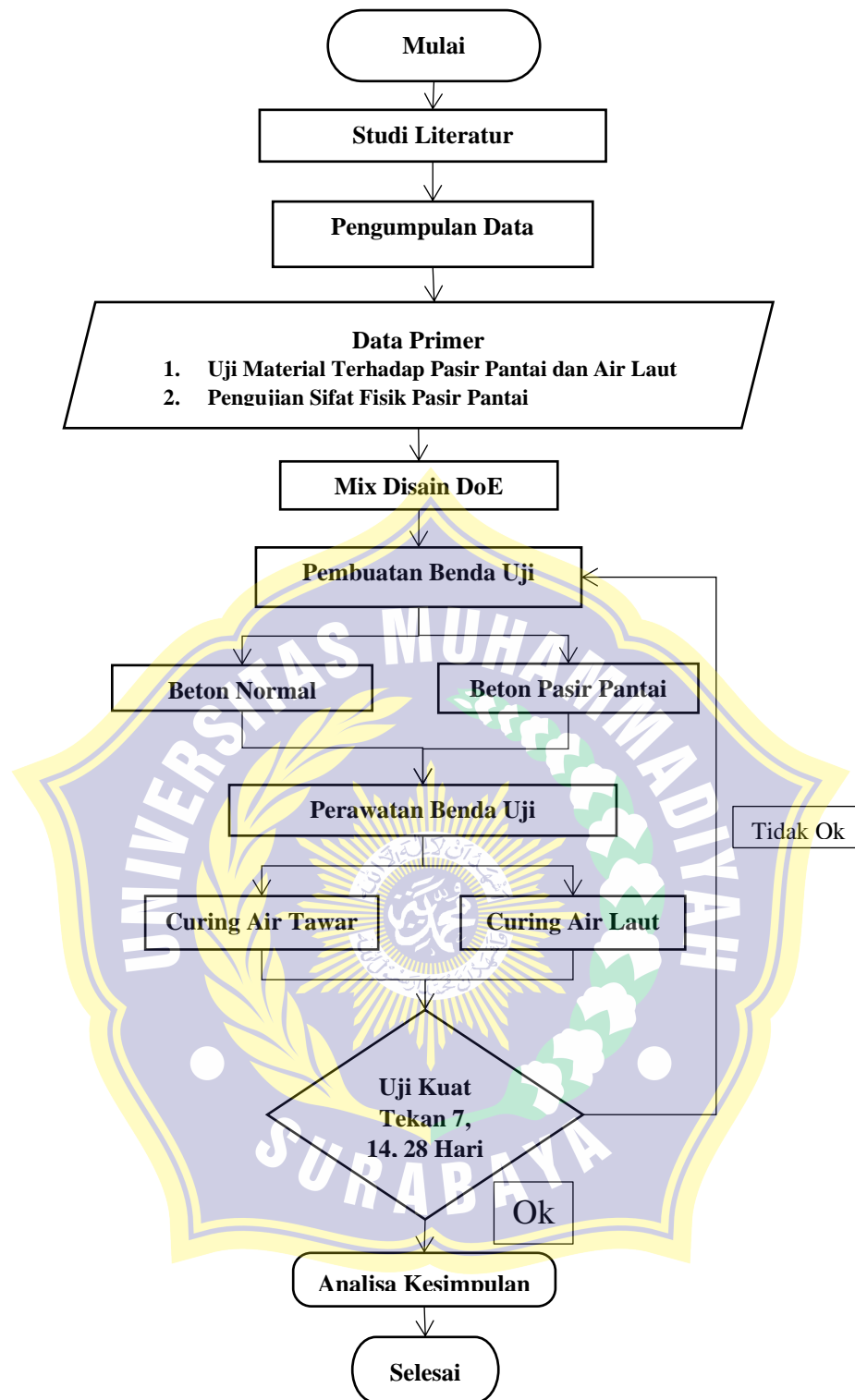
- a. Kadar air agregat kasar (ASTM C 556/SNI 1969-2008)
- b. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (ASTM C 127/SNI 1969-2008)
- c. Analisa saringan agregat kasar (SNI ASTM C 136-2012)
- d. Berat volume agregat kasar (ASTM C 29/SNI 03-4804-1998)

Pada agregat halus dilakukan pengujian, antara lain :

- a. Kadar air agregat halus (ASTM 566-78/SNI 1971-2011)
- b. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (ASTM C 128-01/SNI 1970-2008)
- c. Kadar lumpur agregat halus (ASTM C 117/SNI 03-4428-1997)
- d. Analisa saringan agregat halus (SNI ASTM C 136-2012)
- e. Berat volume agregat halus (ASTM C 29/SNI 03-4804-1998)

Pada semen dilakukan pengujian, antara lain :

- a. Pengikat awal semen (ASTM C191-13)



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Hasil Pengujian *Properties Material*

Pengujian material bertujuan untuk mengetahui data fisik material yang akan digunakan untuk perhitungan *mix design*. Adapun pengujian material diantaranya kadar air, berat jenis, penyerapan, gradasi, berat volume, dan kadar lumpur terhadap material penyusun beton.

Tabel 3.1 Hasil Pengujian Material Penyusun Beton

Jenis pengujian	Material Yang Dipakai	Nilai Hasil Pengujian	Standar ASTM
Kadar Air	Agregat Halus (Pasir Normal)	0,418%	3 – 5 %
	Agregat Halus (Pasir Pantai)	10,622 %	3 – 5 %
	Agregat Kasar	0,618%	0,5 – 2 %
Berat Jenis	Agregat Halus (Pasir Normal)	2,89%	2,0 – 2,9 %
	Agregat Halus (Pasir Pantai)	5,158%	2,0 – 2,9 %
	Agregat Kasar	2,808%	2,5 – 2,9 %
Penyerapan	Agregat Halus (Pasir Normal)	1,709%	1 – 3 %
	Agregat Halus (Pasir Pantai)	5,606%	1 – 3 %
	Agregat Kasar	1,418%	1 – 3 %
Modulus Kehalusan	Agregat Halus (Pasir Normal)	1,914	2,3 – 3,1 %
	Agregat Halus (Pasir Pantai)	2,045	2,3 – 3,1 %
	Agregat Kasar	7,38	6 – 8 %

Berdasarkan data yang diperoleh saat pengujian Material, dapat dikatakan material penyusun beton yang digunakan telah memenuhi standard ASTM sehingga dapat digunakan sebagai campuran beton.

3.5 Timeline dan Pembuatan Benda Uji

3.5.1 Timeline Pembuatan Benda Uji

Tabel berikut ini merupakan *Time Line* pembuatan benda uji yang dilakukan di laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Surabaya.

Tabel 3. 2 Timeline Pengerjaan

No	Kegiatan	Maret				April				Juni				Juli			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Pengambilan Sempel agregat halus dan air																
2	Pegujian fisik agregat halus & kasar																
3	Job mix deign																
4	Pembuatan Benda Uji																
5	Perawatan																
6	Pengujian kuat tekan 7 hari																
7	Pengujian kuat tekan 14 hari																
8	Pengujian kuat tekan 28 hari																
9	Penyusunan BAB 4																
10	Penarikan Kesimpulan																

3.5.2 Pembuatan Benda Uji

Untuk sampel benda uji dibuat sebanyak 36 sampel dengan bentuk *cylinder* berukuran 15 cm x 30 cm. semua sampel tersebut dilakukan pengujian pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan keterangan berikut:

Tabel 3. 3 Data Jumlah Benda Uji Kuat Tekan Beton

Kode Benda Uji	Persentase	Jumlah Kuat Tekan Cylinder			Jumlah
	Campuran Pasir Pantai	Umur			
		7	14	28	
BATPPCAT	10%	3	3	3	9
	30%	3	3	3	9
	50%	3	3	3	9
BATPPCAL	10%	3	3	3	9
	30%	3	3	3	9
	50%	3	3	3	9
BALPPCAT	10%	3	3	3	9
	30%	3	3	3	9
	50%	3	3	3	9
BALPPCAL	10%	3	3	3	9
	30%	3	3	3	9
	50%	3	3	3	9
BETON NORMAL CURING AIR TAWAR		3	3	3	9
BETON NORMAL CURING AIR LAUT		3	3	3	9
Total					126

Keterangan:

BATPPCAT = Beton Air Tawar Pasir Pantai Curing Air Tawar

BATPPCAL = Beton Air Tawar Pasir Pantai Curing Air Laut

BALPPCAT = Beton Air Laut Pasir Pantai Curing Air Tawar

BALPPCAL = Beton Air Laut Pasir Pantai Curing Air Laut

3.6 Perencanaan Campuran Benda Uji (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton atau mix design adalah proses menentukan komposisi bahan penyusun beton secara proporsional agar memenuhi persyaratan mutu, kekuatan, durabilitas, dan workability yang dibutuhkan sesuai dengan kondisi lingkungan dan jenis konstruksi yang direncanakan.

Pada penelitian ini dilakukan trial mix untuk menghasilkan nilai slump dengan standard 10 ± 2 cm. Untuk persyaratan berat material dengan variasi yang berbeda menggunakan air laut, dan pasir laut dibuat sesuai dengan beton biasa, dan mengabaikan perbedaan dalam sifat material yang berbeda. Proses berikutnya dapat memperoleh bahan yang diperlukan untuk susunan beton dapat diperoleh untuk 1 m^3 .

Tabel 3. 4 Kebutuhan Material Per 1 m³

Material	Beton
Semen	395,0 kg
Agregat Halus	601,25 kg
Agregat Kasar	1023,8 kg
Air	205 liter

3.7 Perawatan Benda Uji

Perawatan beton (*Curing*) adalah proses menjaga kelembapan dan suhu yang optimal setelah pengecoran agar reaksi hidrasi semen berlangsung dengan sempurna. *Curing* sangat penting untuk memastikan beton mencapai kekuatan dan durabilitas maksimal. Salah satu metode curing yang umum digunakan adalah perendaman benda uji dalam air, baik air tawar maupun air laut.

i) *Curing* dengan air tawar

Curing dengan air tawar merupakan metode yang paling umum digunakan dalam perawatan beton. Air tawar yang digunakan harus bersih dan bebas dari zat yang dapat menghambat proses hidrasi semen. *Curing* ini mempunyai manfaat untuk menjaga beton agar proses hidrasi berlangsung optimal, mengurangi risiko retak akibat penguapan air, membantu beton mencapai kuat tekan yang diharapkan, menghindari efek negative dari zat kimia yang dapat merusak struktur.

ii) *Curing* dengan air laut

Curing menggunakan air laut sering dilakukan di daerah pesisir, dimana air tawar sulit diperoleh. Namun, garam (NaCl) dan ion klorida (Cl⁻) dalam air laut dapat mempengaruhi karakteristik beton.

Proses perawatan beton dilakukan untuk pemeriksaan proporsi campuran untuk kekuatan atau sebagai dasar untuk penerimaan atau pengendalian mutu;

Perawatan awal sesudah pencetakan:

- Benda uji harus disimpan dalam suhu antara 16 sampai 27^o C dan dalam lingkungan yang lembab selama 24 jam, harus terlindungi dari sinar matahari langsung atau alat yang memancarkan panas;
- Benda uji dilepas dari cetakan dan diberi perawatan standar;
- Jika benda uji tidak akan diangkut selama 24 jam, cetakan harus dilepas dalam waktu 24 jam \pm 8 jam dan diberi perawatan standar sampai tiba waktu pengangkutan.

Perawatan standar sebagai berikut:

- Benda uji silinder:
 - Dalam waktu 30 menit sesudah dilepas dari cetakan, harus disimpan dalam keadaan lembab pada suhu 23^o C \pm 1,7^o C;
 - Tidak lebih dari 3 jam sebelum pengujian pada suhu antara 20^o C sampai 30^o C;
 - Benda uji tidak boleh terkena tetesan atau aliran air;
 - Penyimpangan dalam keadaan basah, yaitu dengan perendaman dalam air kapur jenuh atau dengan ditutupi kain basah;

- Benda uji balok harus dirawat sama seperti benda uji silinder kecuali sekurang-kurangnya 20 jam sebelum pengujian, balok harus disimpan dalam air kapur jenuh pada suhu $23 \pm 1,7^\circ \text{C}$.

Perawatan untuk menentukan saat pelepasan cetakan atau saat struktur boleh menerima beban:

- a. Silinder disimpan pada atau sedekat mungkin dengan struktur yang dan suhu serta kelembabannya harus sama

3.8 Pengujian Kuat Tekan Benda Uji

Proses pengujian kuat tekan beton I Indonesia dapat dilakukan dengan SNI 03-197-1990. Untuk memeriksa kuat tekan pada objek uji, beberapa peralatan diperlukan, seperti mesin penguji, penggaris, cincin penahan dan peralatan capping belerang. Proses uji sampel menurut ASTM C39, berikut beberapa peralatan yang diperlukan untuk uji kuat tekan:



Gambar 3. 2 Mesin Uji Kuat Tekan Beton

- a. Mesin penguji kuat tekan beton adalah alat yang digunakan untuk mengukur kuat tekan beton, terutama untuk mengevaluasi apakah beton akan mencapai kekuatan rencana (f'_c) sesuai dengan standard desain. Alat ini adalah alat utama laboratorium teknologi beton dan digunakan untuk memeriksa silinder atau kubus setelah beton mencapai usia tertentu (7 hari, 14 hari, 28 hari)
- b. Cincin penahan (*Bearing Ring*) adalah komponen tambahan dari mesin penguji kuat tekan beton yang digunakan untuk mempertahankan dan menstabilkan posisi sampel uji terutama beton silinder selama uji kuat tekan. Alat ini digunakan untuk tekanan yang diberikan oleh mesin dapat disalurkan secara merata ke seluruh permukaan sampel uji dan mencegah geser saat menerapkan beban
- c. Capping belerang adalah proses pelapisan permukaan benda uji beton khususnya silinder dengan campuran belerang untuk membentuk permukaan datar, sehingga tekanan yang diberikan selama uji tekan dapat disalurkan secara merata dan vertical untuk seluruh permukaan beton.



Gambar 3.3 Alat Capping Belerang

3.9 Analisa Penelitian

3.9.1 Analisa Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan salah satu indikator utama dalam menilai kualitas dan kinerja struktur beton. Dalam penelitian ini, pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari terhadap sampel silinder beton berukuran standard (150 mm x 300 mm).

Penggunaan pasir pantai berpotensi menurunkan kuat tekan karena butiran halus dan kandungan garam dapat mengganggu ikatan antar partikel agregat dan semen. Sedangkan penggunaan air laut juga dapat mempengaruhi reaksi hidrasi semen, bahkan bias mempercepat pada awal umur, namun beresiko terhadap penurunan kualitas jangka panjang efek klorida terhadap tulangan.

Dengan melakukan analisa hasil kuat tekan pada variasi campuran, dapat diperoleh pemahaman mengenai bagaimana bahan local seperti pasir pantai dan air laut mempengaruhi kekuatan struktur, dan apakah masih memungkinkan digunakan pada pekerjaan konstruksi ringan di daerah pesisir

3.10 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penggunaan pasir pantai dan air laut berpengaruh signifikan terhadap penurunan kuat tekan beton K-175. Hal ini disebabkan oleh karakteristik pasir pantai yang lebih halus dan mengandung garam, serta air laut yang mengandung ion klorida yang dapat mengganggu proses hidrasi semen.
2. Campuran beton dengan material lokal (pasir pantai dan air laut) masih bisa digunakan untuk konstruksi ringan di daerah pesisir, asalkan disertai dengan perhatian khusus pada perlindungan struktur (misalnya dengan coating anti-karat atau aditif tertentu) untuk mengurangi dampak korosi jangka panjang.
3. Dari segi teknis, penggunaan metode *Design of Experiment* (DoE) terbukti efektif dalam merancang variasi campuran dan mengidentifikasi kombinasi bahan yang memberikan performa terbaik dalam batas keterbatasan sumber daya lokal.