

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Lokasi pembuatan beton dengan *admixture* dan pengujian material dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta sedangkan pengujian durabilitas dan pengujian densitas beton dilaksanakan di Laboratorium Geofisika, Universitas Gadjah Mada.

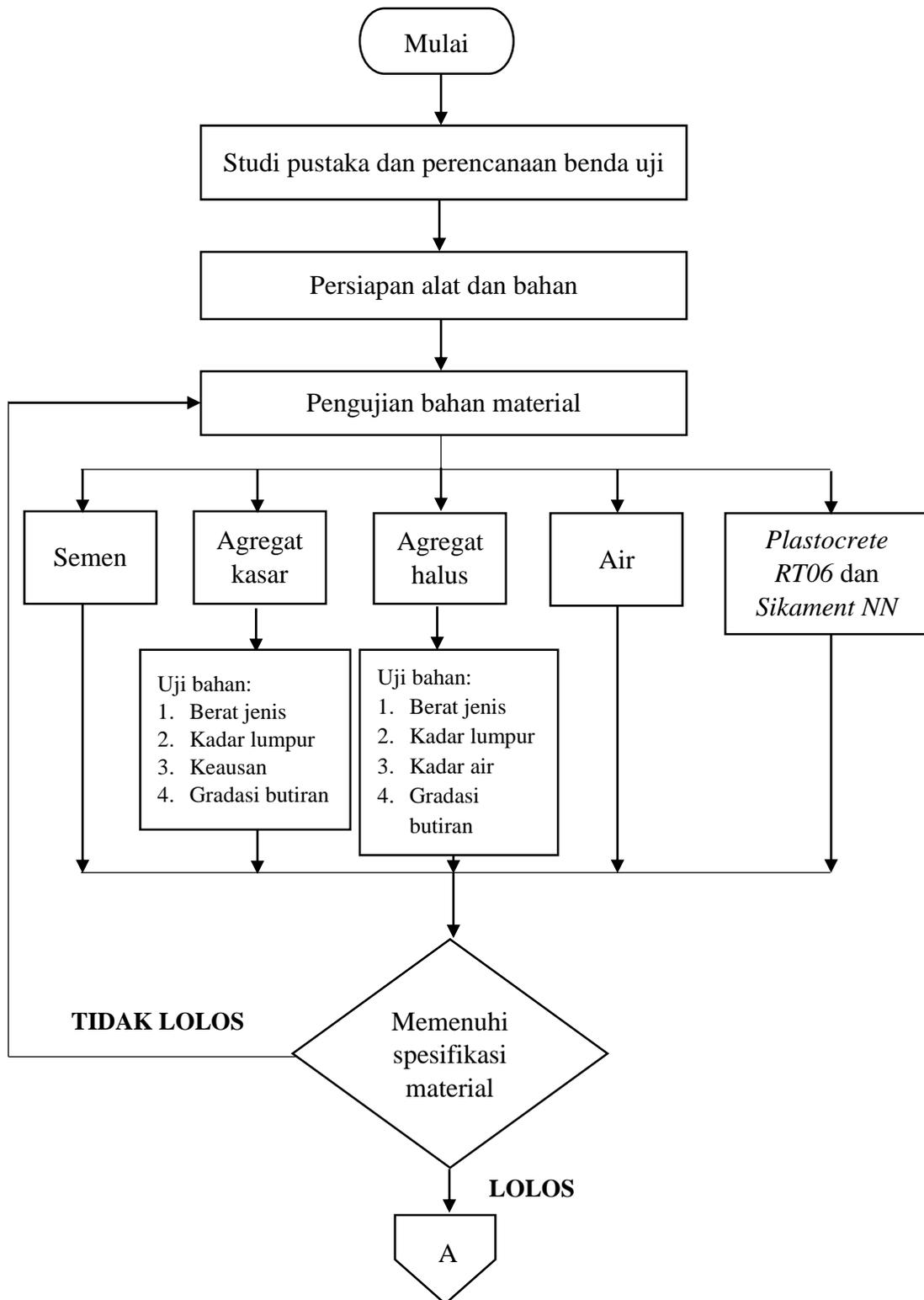
Pada penelitian ini metode yang digunakan adalah metode percobaan atau eksperimen di laboratorium. Metode ini dilakukan untuk menguji dan mengamati pengaruh dari suatu variabel. Seperti yang dikemukakan oleh Sugiyono 2002:2 (dalam Oktaria, 2013) bahwa variabel adalah atribut dari sekelompok objek yang mempunyai variasi antara satu objek dengan objek lainnya dalam kelompok tersebut. Variabel terikat dari penelitian ini yaitu beton dengan *admixture* (bahan tambahan) berupa *Plastocrete RT06* sebesar 0,6% dari berat semen dan *Sikament NN* sebesar 2,3% dari berat semen dengan menggunakan sampel berbentuk kubus berukuran $15 \times 15 \times 15$ cm. Sedangkan untuk variabel bebasnya adalah lingkungan basa dengan metode perendaman pada air yang mengandung Natrium Hidroksida (NaOH) dengan $\text{pH} > 8,5$ pada masa *curing* (perawatan) beton.

Sebelum sampel diuji, sampel dikeringkan pada suhu atmosfer selama 1 hari. Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini berjumlah 36 buah seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.1 dan akan diuji beban dinamis dengan menggunakan *Resistivitymeter* dan *Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT)*.

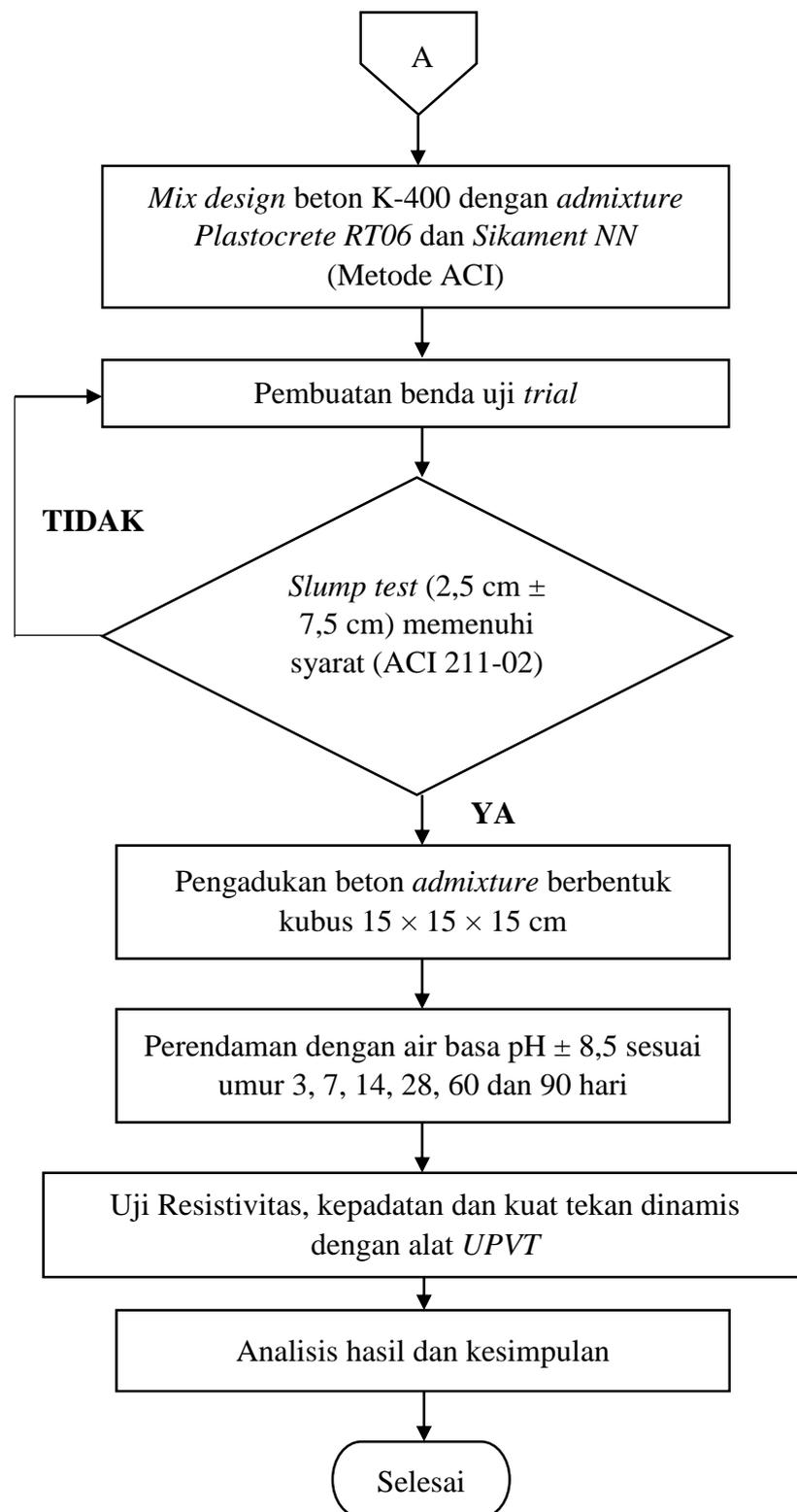
Tabel 3. 1 Jumlah Sampel Benda Uji

Kelompok beton	Jumlah sampel						Jumlah
	3 hari	7 hari	14 hari	28 hari	60 hari	90 hari	
Normal	3	3	3	3	3	3	18
Basa (NaOH)	3	3	3	3	3	3	18
Total	6	6	6	6	6	6	36

3.2. Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Bagan alir penelitian



Gambar 3. 2 Bagan alir penelitian (Lanjutan)

3.3. Peralatan Penelitian

3.3.1. Alat Pengujian Material

Alat yang digunakan untuk pengujian material antara lain sebagai berikut. Alat untuk mencuci material digunakan selang air dan ember, piknometer dan oven untuk pengujian berat jenis, gelas ukur untuk pengujian kadar lumpur, saringan untuk menyaring agregat kasar dan agregat halus dengan ukuran yang disesuaikan dengan kebutuhan, alat untuk pengujian gradasi butiran yaitu *Electric Sieve Shaker Machine* seperti dan pengujian keausan pada agregat kasar digunakan mesin *Los Angeles* serta alat bantu lainnya. Beberapa alat uji dapat dilihat pada Gambar 3.3 dibawah ini.



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3. 3 (a) *Electric Sieve Shaker Machine*, (b) Mesin *Los Angeles*, (c) Mesin Oven dan (d) Saringan

3.3.2. Alat Pembuatan Benda Uji

Alat yang digunakan untuk pembuatan benda uji antara lain sebagai berikut.

Mixer Concrete digunakan untuk alat pengadukan beton, cetakan beton untuk mencetak beton dengan ukuran $15 \times 15 \times 15$ cm, *stick* besi sebagai penumbuk dan pembantu pemadatan beton, sekop dan loyang untuk tempat penuangan beton segar, kerucut terpancung atau kerucut Abrams untuk uji slump dan alat bantu lain seperti meteran, gelas ukur, jirigen, bak perendam untuk *curing* dan sebagainya. Beberapa alat uji dapat dilihat pada Gambar 3.4 dibawah ini.



(a)



(b)



(c)

Gambar 3. 4 (a) *Mixer Concrete*, (b) Cetakan beton dan (c) Kerucut Abrams

3.3.3. Alat Pengujian Beban Dinamis

Pengujian beban dinamis terdapat dua alat yang digunakan yaitu *Resistivity meter* untuk menguji ketahanan beton (resistivitas beton) dan *Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT)* untuk menguji kepadatan dan mutu beton. Alat uji dapat dilihat pada Gambar 3.5 berikut ini.



(a)

(b)

Gambar 3. 5 (a) *Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT)* dan (b) *Resistivity meter*

3.4. Bahan Penelitian

Bahan material yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat halus (pasir) daerah Progo dan agregat kasar (batu pecah/*split*) yang berasal dari daerah Clereng seperti pada Gambar 3.6 dengan prosedur pengujian sebagai berikut:

1. Pengujian agregat halus.
 - a. Pengujian gradasi agregat halus (pasir) dan modulus halus butiran sesuai dengan ASTM C33-03 dan ASTM C136-01, nilai Modulus Halus Butir (MHB) yang dianjurkan berkisar antara 1,5 – 3,8. Nilai Modulus Halus Butir (MHB) dihitung berdasarkan persamaan 2.1.
 - b. Pengujian berat jenis dan penyerapan air pada agregat halus (pasir) mengacu pada ASTM C128-01. Batas berat jenis agregat halus (pasir) berkisar antara 2,3 – 2,6. Pengujian berat jenis agregat dan penyerapan air menggunakan persamaan 2.2 dan 2.3.
 - c. Pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus (pasir) sesuai dengan ASTM C117-03, kadar lumpur maksimal yang diperbolehkan 5% dari total berat kering. Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus (pasir) memakai persamaan 2.5.

d. Pengujian kadar air agregat halus (pasir) mengacu pada ASTM C566-04 dengan menggunakan persamaan 2.4 sebagai metode pengujian kadar air agregat halus (pasir).

2. Pengujian agregat kasar.

a. Pemeriksaan berat jenis agregat dan penyerapan air agregat untuk kerikil sesuai dengan ASTM C127-01. Berat jenis agregat kasar (kerikil) normal berkisar 2,5 – 2,7; agregat kasar (kerikil) berat > 2,7; dan agregat kasar (kerikil) ringan < 2,7. Pemeriksaan menggunakan persamaan 2.6 dan 2.7, sedangkan untuk penyerapan air maksimum adalah sebesar 2%.

b. Pemeriksaan kadar air pada agregat kasar (kerikil) sesuai dengan ASTM C566-04 dengan menggunakan persamaan 2.8.

c. Pengujian kadar lumpur agregat kasar (kerikil) mengacu pada ASTM C142-97, besar kadar lumpur maksimal adalah 1% dari berat kering agregat dengan menggunakan persamaan 2.9.

d. Pengujian keausan pada agregat kasar (kerikil) mengacu pada ASTM C535-03, besar presentase maksimal adalah < 50% dengan menggunakan persamaan 2.10.



(a)

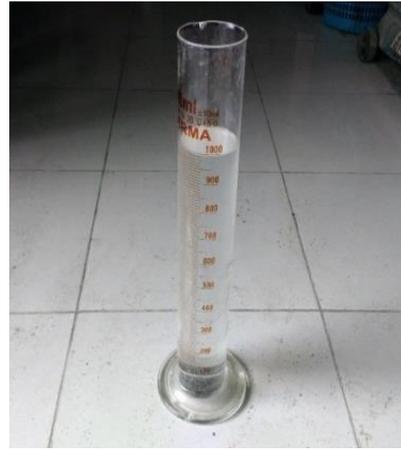


(b)

Gambar 3. 6 (a) Agregat halus (pasir) dan (b) Agregat kasar (batu pecah)



(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 3. 7 (a) Semen, (b) Air, (c) *Sikament NN* dan (d) *Plastocrete RT06*

Pada Gambar 3.7 disajikan bahan yang digunakan untuk penelitian berupa semen PPC (*Portland Pozzolan Cement*), air yang digunakan berasal dari Laboratorium Struktur dan Bahan Konstruksi UMY, dan bahan tambah (*admixtures*) berupa *Sikament NN* dan *Plastocrete RT06*.

3.5. Perencanaan Pencampuran Beton (*Mix design*)

Pada penelitian ini pencampuran beton (*mix design*) mengacu pada metode ACI 318-95 dengan mutu rencana K-400 (33,2 MPa) dan fas 0,48. Perencanaan pembuatan benda uji dengan bentuk kubus berdimensi $15 \times 15 \times 15$ cm dengan pengurangan air sebesar 25% dan dengan bahan tambah admixture berupa *Plastocrete RT06* dan *Sikament NN*. *Mix design* pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 3.2 dan Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 2 *Mix Design* untuk 1 benda uji

Bahan	Jumlah
Air	0,71 kg
Semen	1,96 kg
Pasir	3,74 kg
Kerikil	3,52 kg
Plastocrete RT06 0,6%	11,76 ml
Sikament NN 2,3%	45,07 ml

Tabel 3. 3 *Mix Design* untuk 3 benda uji

Bahan	Jumlah
Air	2,13 kg
Semen	5,88 kg
Pasir	11,22 kg
Kerikil	10,56 kg
<i>Plastocrete RT06 0,6%</i>	35,28 ml
<i>Sikament NN 2,3%</i>	135,21 ml

3.6. Penggunaan Bahan Tambah (*Admixture*)

Pada penelitian ini digunakan bahan tambah (*admixture*) sebagai pengurangan jumlah air yang digunakan untuk beton (*water reducing*) dan memperlambat waktu ikat (*set retarder*). Bahan tambah ini merupakan zat *additive* dan termasuk bahan kimia yang juga berfungsi sebagai *superplasticizier* untuk membantu meningkatkan kualitas beton menghasilkan beton dengan kekuatan awal dan kekuatan akhir yang tinggi. Adapun variasi penggunaan dari kedua bahan tambah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Beton normal dengan penggunaan tambahan *Plastocrete RT06* sebesar 0,6% dari berat semen dan *Sikament NN* sebesar 2,3% dari berat semen yang akan direndam dengan air biasa (air normal) dalam tahap perawatan.
2. Beton normal dengan penggunaan tambahan *Plastocrete RT06* sebesar 0,6% dari berat semen dan *Sikament NN* sebesar 2,3% dari berat semen yang akan direndam dengan air dengan pH basa dalam tahap perawatan.

Campuran yang direncanakan akan menghasilkan spesifikasi yang sesuai mengikuti aturan pakai yang tertera di petunjuk penggunaan.

3.7. Pengujian Slump dan Waktu Ikat Beton

Pengujian slump bertujuan untuk mengetahui kelecakan beton dalam proses pengerjaan beton segar dengan kekentalan adukan beton yang memudahkan pekerjaan (*workability*). Pada pengujian ini digunakan kerucut Abrams, *stick* penumbuk untuk membantu pemadatan dan meteran. Metode pengujian slump mengacu pada ASTM C143-05. Rencana nilai slump yang didapat adalah ± 7 cm sehingga ketika nilai slump tidak sesuai dengan rencana maka dilakukan pengadukan ulang.

Waktu ikat (*setting time*) merupakan waktu yang dibutuhkan untuk pengikatan semen terhadap agregat. Pada saat semua campuran beton saling terikat dan tidak dapat dirubah lagi. Perhitungan waktu ikat ini dilakukan dengan cara manual yang dimulai saat proses pengadukan hingga tahap beton telah mengeras dan tidak dapat dirubah lagi.

3.8. Perawatan Beton (*Curing*)

Perawatan beton (*curing*) pada penelitian ini dilakukan dengan metode perendaman untuk menjaga kelembaban sehingga memperlambat beton kehilangan air. Pada metode perendaman ini digunakan air basa dengan $\text{pH} > 8,5$ sebagai pengaruh terhadap durabilitas beton dan air biasa dengan pH normal sebagai perbandingan. Metode perendaman pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

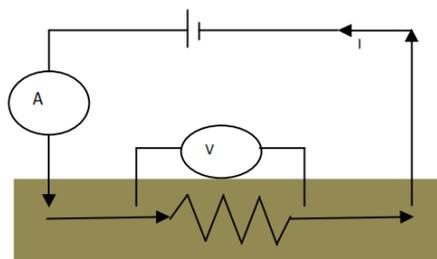
1. Setelah benda uji kering selama 24 jam dalam cetakan, benda uji dilepas dari cetakan dan dimasukkan kedalam 2 bak *curing* yang berisi air normal dan air basa dengan masing-masing bak *curing* 3 sampel untuk masing-masing umur beton.
2. Sehari sebelum dilakukan pengujian pada umur 3, 7, 14, 28, 60 dan 90 hari, benda uji dikeluarkan dari bak *curing* dan disimpan pada suhu ruangan.
3. Setelah disimpan pada suhu ruangan selama 24 jam, dilakukan pengujian durabilitas beton.

3.9. Pengujian Durabilitas Beton

Penelitian ini beton *admixture* mengalami perendaman pada air basa yang akan berpengaruh pada durabilitas beton. Maka dilakukan pengujian ketahanan jenis (resistivitas) beton dan kepadatan (densitas) beton.

3.9.1. Pengujian Resistivitas Beton

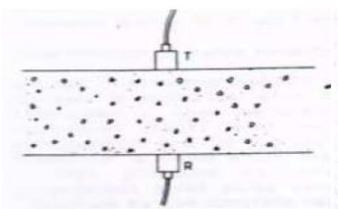
Pengujian ketahanan beton pada beton umur 3, 7, 14, 28, 60 dan 90 hari dilakukan sehari setelah disimpan dalam suhu ruang setelah dikeluarkan dari bak perendaman. Sebelum dilakukan pengujian, beton diukur dimensi tinggi dan luas penampangnya. Pada penelitian ini digunakan alat *Resistivity meter* merk “GammaTech” dengan cara menempelkan dua arus elektroda di kedua sisi benda uji dan 2 buah kawat seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3.8 dan untuk diperoleh nilai resistivitas dihitung dengan menggunakan persamaan 2.11 dan 2.12.



Gambar 3. 8 Ilustrasi Metode Uji Resistivitas (Putra dan Lapanporo, 2014)

3.9.2. Pengujian Densitas Beton

Pengujian densitas beton pada umur 3, 7, 14, 28, 60 dan 90 hari dilakukan setelah pengujian resistivitas beton. Sebelum dilakukan pengujian, beton diukur dimensi tinggi dan luas penampangnya. Pada penelitian ini digunakan *Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT)*. *UPVT* bertujuan untuk mengetahui kualitas beton dan bersifat *nondestruktif* atau tidak merusak. Pengujian ini dilakukan dengan cara memancarkan gelombang kedalam beton kemudian membaca kecepatan gelombang tersebut melalui alat *UPV*.



Gambar 3. 9 Ilustrasi Metode Uji Pengukuran Langsung dengan UPVT
(Anggraeni dkk., 2013)

Pada Gambar 3.9 di atas merupakan ilustrasi pengujian densitas beton dengan metode UPVT secara langsung. Pengujian diawali dengan kalibrasi alat uji hingga mendapatkan nilai 025,8 μ S. Setelah alat dikalibrasi, pastikan *transducer* tidak bergeser ketika ditempelkan pada benda uji. *Transducer* ditempel di kedua sisi saling berhadapan kemudian dilakukan pembacaan terhadap waktu perpindahan (t) dan hitung kecepatan rambatan (V) pada setiap lintasan lalu hasil dirata-rata. Pengujian *UPVT* dilakukan 2 kali secara berurutan untuk mendapatkan nilai mutu dari beton setelah mendapatkan nilai densitas (kepadatan beton) dengan menggunakan persamaan 2.13.

3.9.3. Pengujian Kuat Tekan Dinamis Beton

Pengujian kuat tekan dinamis beton pada umur 3, 7, 14, 28, 60 dan 90 hari dilakukan untuk mengetahui perkiraan nilai kuat tekan beton dengan menggunakan hasil *Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPVT)*. Perkiraan nilai kuat tekan beton diperoleh dari perhitungan dengan menggunakan persamaan regresi perkiraan nilai kuat tekan beton hasil pengujian UPV formula Mahure dkk dari hasil penelitian terdahulu pada persamaan 2.14.