

BAB IV

METODE PELAKSANAAN

4.1 Umum

Penelitian yang dilakukan adalah studi eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik dan Laboratorium Jalan Raya Jurusan Teknik Sipil FTSP UII Jogjakarta. Bahan dasar tanah liat diambil dari daerah Gunung Sari, Balikpapan, Kalimantan Timur. Benda uji yang direncanakan sebanyak 36 buah silinder beton dengan ukuran 150 mm x 300 mm. Untuk mengetahui karakteristik agregat, dilakukan beberapa variasi, meliputi campuran abu sekam padi dan suhu pembakaran. Variasi penambahan abu sekam padi pada agregat adalah 0%, 5%, 10%, dan 15% untuk tiap variasi suhu 500° C, 700° C, dan 900° C. Untuk tiap-tiap variasi penambahan atau tanpa penambahan abu sekam dibuat 3 buah benda uji. Nilai slump yang digunakan adalah sebesar 0,4450 untuk semua silinder. Pengujian desak silinder dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

Penelitian ini merupakan studi eksperimental dan dilakukan untuk mencari pemecahan masalah. Agar penelitian berjalan runtut, terarah dan lancar maka digunakan metode penelitian dalam pelaksanaannya. Metode penelitian yang digunakan akan disesuaikan dengan prosedur yang ada. Penelitian dilakukan dengan membandingkan kekuatan, keausan dan berat jenis agregat tanah liat bakar sebagai agregat kasar, dengan variasi penambahan atau tanpa penambahan abu

sekam, suhu dan waktu pembakaran. Pengujian kuat desak pada saat beton berumur 28 hari. Rencana campuran beton menggunakan metode campuran coba-coba.

Dalam penelitian ini terdapat beberapa langkah atau tahapan yang terdiri dari :

1. Pengiriman dan penyediaan agregat kasar
2. Pembuatan dan penyediaan alat cetak agregat kasar
3. Pembuatan agregat kasar
4. Pembakaran agregat kasar
5. Penentuan keausan agregat kasar
6. Penentuan gradasi agregat
7. Penentuan serapan air agregat kasar
8. Penentuan berat jenis agregat
9. Persiapan material pembuat beton
10. Persiapan pembuatan benda uji
11. Pembuatan beton
12. Perawatan beton
13. Pengujian beton

4.1.1 Pengiriman dan Penyediaan Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah agregat kasar yang terbuat dari tanah liat bakar, yang diambil dari daerah Gunung Sari, Balikpapan, Kalimantan Timur. Abu sekam padi (*rice husk ash*) berasal dari

daerah Pleret, Bantul, Jogjakarta. Tanah liat sebagai bahan agregat kasar dikirim melalui pesawat dengan perincian sekali pengangkutan sebanyak 80 kg, sebanyak 5 kali pengiriman, dan 40 kg sebanyak satu kali pengiriman. Tanah liat yang sudah dikirim tersebut langsung dicetak menjadi agregat sesuai yang diinginkan.

4.1.2 Pembuatan dan Penyediaan Alat Cetak Agregat Kasar

Alat cetak dibuat sederhana berbentuk segiempat berukuran 40x40 cm dengan bahan:

1. triplek
2. kayu ukuran 2x2 cm
3. plastik
4. pisau
5. Kayu berbentuk silinder

Triplek dipotong dengan ukuran 40x40 cm sebanyak 4 buah, kemudian pada pinggiran triplek dipasang kayu ukuran 2x2 cm dengan menggunakan paku. Sedangkan plastik dipotong dengan bentuk segiempat, dan disesuaikan dengan ukuran cetakan.

4.1.3 Pembuatan Agregat Kasar

Pembuatan agregat ini meliputi beberapa langkah sebagai berikut :

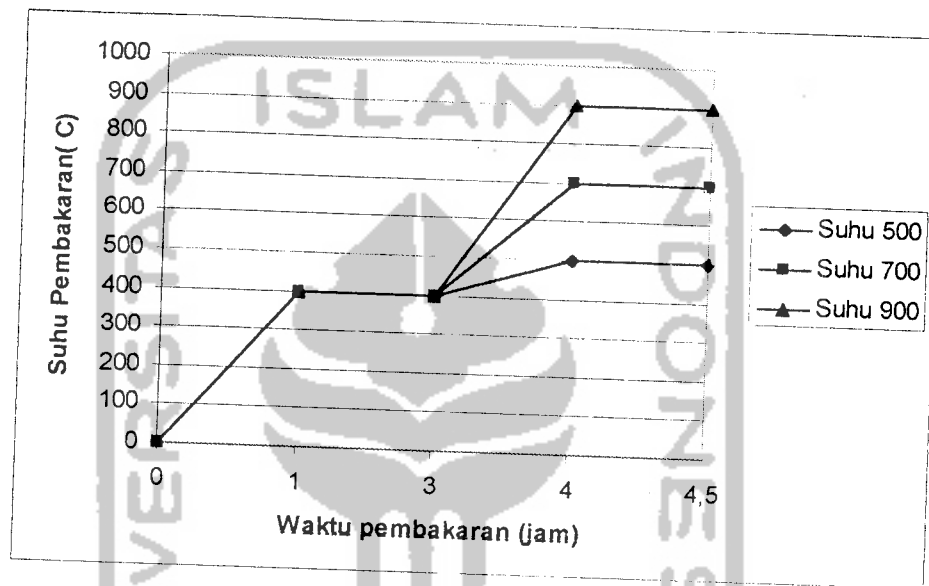
1. Tanah dipecah-pecah menjadi butiran, kemudian ditambahkan abu sekam padi (untuk agregat dengan penambahan abu sekam) sesuai persentase yang diinginkan, dan dicampur sampai menyatu.

2. Selanjutnya tanah dimasukan kedalam cetakan yang sudah diberi plastik pada alasnya agar tidak lengket sewaktu dikeluarkan, dipukul-pukul dan kemudian ditekan dengan silinder kayu sebagai alat penekan supaya padat.
3. Langkah selanjutnya tanah dikeluarkan dari cetakan, kemudian ditunggu hingga agak mengering dan dipotong-potong dengan bentuk bersudut masing-masing sisinya dengan ukuran bervariasi, dan ukuran maksimal 2 cm.
4. Tanah kemudian dijemur hingga kering, dan dimasukan kedalam karung.

4.1.4 Pembakaran Agregat Kasar

Pembakaran agregat dilakukan pada UPT (Unit Pelayanan Teknis) Kasongan, Bantul, Jogjakarta. Tanah liat dipisahkan menurut suhu pembakaran dan variasi campuran abu sekam. Pembakaran dilakukan dengan suhu 500° C, 700° C dan 900° C, dengan menggunakan 2 buah *Blower*, yang ada dua sumbu pembakar pada tiap *Blower* tersebut. Pada awal pembakaran, hanya satu sumbu saja yang dihidupkan pada tiap *Blower*. Pada saat satu jam pertama suhu yang dicapai kira-kira 400 °C, kemudian kedua sumbu berikutnya dinyalakan. Kondisi tersebut ditahan sampai dua jam berikutnya, setelah waktu pembakaran tiga jam kran minyak pada sumbu diperbesar. Api yang semakin membesar tersebut menaikkan suhu dan dikontrol sesuai suhu yang diinginkan. Untuk mencapai suhu yang diinginkan waktu pembakarannya tergantung dari besarnya bukaan kran minyak pada sumbu. Kalau dikehendaki waktu untuk mencapai suhu yang diinginkan, misalnya satu jam, maka yang diatur adalah besarnya bukaan kran bahan bakar pada sumbu. Setelah jam keempat suhu mencapai suhu yang

diinginkan maka api dikontrol agar suhu yang dihasilkan adalah pada suhu tersebut selama 30 menit. Untuk mengukur suhu digunakan alat pengukur suhu yang dihubungkan dengan tungku pembakaran. Kemudian api dimatikan dan dibiarkan hingga tungku dingin, dan setelah tungku dingin, maka tungku dibuka dan agregat dikeluarkan. Proses pembakaran dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar 4.1 Grafik Hubungan Suhu Pembakaran Agregat dan Waktu

4.1.5 Penentuan Keausan Agregat Kasar

Penentuan keausan ini dilakukan di laboratorium jalan raya FTSP UII. Penentuan keausan ini berdasarkan suhu pembakaran agregat kasar, dengan variasi penambahan abu sekam sebesar 10 %. Hal ini dilakukan karena keterbatasan jumlah agregat kasar buatan dari tanah liat bakar. Untuk penentuan keausan ini tiap sampel agregat seberat 5000 gram. Agregat tersebut disaring berdasarkan dua macam ayakan, yaitu 2500 gram agregat yang lolos ayakan $\frac{3}{4}$ " dan 2500 gram agregat yang lolos ayakan $\frac{1}{2}$ ". Sampel dimasukkan kedalam alat uji

Los Angeles yang menggunakan 11 buah bola baja, dan diputar sebanyak 500 putaran, dengan kecepatan putaran 30 – 33 rpm. Setelah selesai pemutaran, benda uji dikeluarkan dari mesin kemudian disaring dengan saringan No. 12. Butiran yang tertahan ditimbang. Nilai keausan didapat dari berat benda uji semula dikurangi berat yang tertahan oleh saringan No. 12, dibagi dengan berat benda uji semula kemudian dikalikan dengan 100 %. Nilai keausan dalam bentuk persen.

4.1.6 Penentuan Gradasi Agregat

Penentuan gradasi agregat ini dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penentuan gradasi agregat kasar dilakukan untuk tiap variasi suhu pembakaran. Agregat ditimbang seberat 1500 gram dan dimasukkan kedalam satu set ayakan dengan ukuran 38 mm sampai 0,15 mm + pan. Agregat tersebut kemudian diayak dengan mesin penggetar selama 15 menit, kemudian ditimbang berat agregat yang ada tiap ukuran ayakan, dan dicatat untuk dilakukan tahapan perhitungan selanjutnya seperti pada tabel 5.3 sampai 5.5.

Penentuan gradasi pasir dilakukan dengan menyaring pasir dengan saringan diameter 5 mm. Pasir tersebut ditimbang kurang lebih 2500 gram dan dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105° C - 110° C, selama 24 jam. Setelah 24 jam pasir dikeluarkan dan ditimbang seberat 1500 gram. Pasir tersebut dimasukkan kedalam satu set ayakan berukuran 4,75mm sampai 0,15 mm + pan, dan diayak dengan mesin penggetar selama 15 menit. Langkah selanjutnya adalah menimbang pasir



yang tertinggal dalam masing-masing ayakan. Perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 5.2 – 5.6.

4.1.7 Penentuan Serapan Air Agregat Kasar

Penentuan serapan air agregat ini dimaksudkan untuk mengetahui serapan air di dalam agregat, karena air sangat berpengaruh pada kekuatan desak beton. Penentuan serapan air dalam agregat dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penentuan serapan air ini dilakukan untuk tiap variasi suhu pembakaran. Agregat tiap sampel ditimbang, dan dicatat hasilnya, kemudian direndam selama 24 jam. Setelah 24 jam agregat disaring kemudian diangin-anginkan sampai kering permukaannya. Langkah selanjutnya, agregat ditimbang dan dicatat hasilnya. Serapan air didapat dari berat setelah direndam, dikurangi berat sebelum direndam, dibagi berat sebelum direndam, dikalikan dengan 100 %, dan hasilnya adalah dalam persen berat.

4.1.8 Penentuan Berat Jenis Agregat

Penentuan berat jenis agregat dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Penentuan berat jenis ini dilakukan untuk tiap variasi suhu pembakaran agregat. Agregat direndam secukupnya selama 24 jam, agar kondisi didalamnya jenuh air. Setelah direndam selama 24 jam disaring untuk dibuang airnya, kemudian diangin-anginkan sampai agak kering permukaannya. Langkah selanjutnya

agregat ditimbang kurang lebih 400 gram, kemudian dimasukkan kedalam gelas ukur yang telah diisi air sebanyak 500 ml. Setelah ditunggu beberapa saat, hingga airnya tenang kemudian dicatat kenaikan volumenya. Berat jenis didapat dari Berat agregat (400 gram) dibagi dengan kenaikan volume dikurangi volume awal (500 ml). Nilai berat jenis yang didapat dalam satuan gram/cm^3 . Penentuan berat jenis agregat halus (pasir), juga dilakukan langkah-langkah seperti pada agregat kasar.

4.1.9 Persiapan Material Pembuatan Beton

Material yang digunakan untuk pembuatan benda uji dalam penelitian ini adalah :

1. Semen Portland

Semen Portland yang digunakan adalah merek Nusantara dengan berat 40 kg tiap zak. Data-data semen tersebut adalah sebagai berikut :

Tipe semen : Tipe 1

Berat Jenis : $3,15 \text{ g/cm}^3$

2. Agregat Halus

Agregat halus (pasir) yang digunakan adalah pasir alam, dengan data sebagai berikut :

Asal pasir : Kali Krasak, Kabupaten Sleman

Berat Jenis : $2,58 \text{ g/cm}^3$ Agregat Kasar

3. Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar buatan dari tanah liat bakar, dengan data sebagai berikut :

| | |
|--------------|---|
| Asal Agregat | : Gunung Sari, Balikpapan, Kalimantan Timur |
| Berat Jenis | : - suhu pembakaran agregat 500 ° C = 1,8182 gr/cm ³ - suhu pembakaran agregat 500 ° C = 1,9047 gr/cm ³ - suhu pembakaran agregat 500 ° C = 1,9512 gr/cm ³ |

4. Air

Air yang digunakan untuk pembuatan benda uji dalam penelitian ini adalah air yang diambil dari laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Air tersebut harus memenuhi persyaratan air yang dipakai untuk adukan beton, tetapi tidak berarti harus memenuhi persyaratan untuk air minum. Air yang digunakan haruslah air yang tidak mengandung garam-garama yang nantinya akan mengurangi kekuatan beton.

4.1.10 Persiapan Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji terdiri dari dua tahapan persiapan, adapun persiapan tersebut adalah :

1. Penentuan Perbandingan Bahan Penyusun Beton

Penentuan proporsi campuran atau perbandingan bahan penyusun beton, dilakukan dengan menggunakan metode takaran coba-coba. Metode takaran coba-coba ini dilakukan dengan menggunakan nilai pada tabel 3.7, yang disadur dari diktat kuliah Teknologi Beton Prof. Ahmad Antono. Adapun langkah-langkah perencanaan metode takaran coba-coba adalah sebagai berikut :

1. Menentukan nilai fas rencana

Dalam penelitian ini digunakan nilai fas yang sama untuk semua variasi campuran dan suhu pembakaran agregat kasar. Nilai ini diambil sebesar 0,4450 berdasarkan tabel 3.7.

2. Menentukan perbandingan berat agregat

Berdasarkan modulus halus butir pasir seperti yang tercantum pada tabel 5.2, dengan menggunakan tabel 3.7 dapat ditentukan perbandingan berat bahan-bahan penyusun beton, seperti tercantum pada lampiran.

3. Menentukan perbandingan volume bahan-bahan penyusun beton

Berdasarkan berat jenis masing-masing bahan penyusun beton dan perbandingan berat pada langkah 2, maka dapat dihitung perbandingan volumenya, seperti tercantum pada lampiran.

4. Menentukan volume bahan yang dibutuhkan

Berdasarkan pada perbandingan volume pada langkah 3, jumlah perbandingan volume dan volume sampel yang diinginkan, maka dapat dihitung kebutuhan bahan penyusun beton seperti tercantum pada lampiran.

5. Menentukan bahan penyusun beton dalam satuan berat

Berdasarkan pada kebutuhan bahan penyusun beton pada langkah 4 dan berat jenis dari masing-masing bahan, maka dapat dihitung kebutuhan bahan penyusun beton dalam satuan berat, seperti tercantum pada lampiran.

6. Menentukan volume bahan penyusun setelah proses pencampuran selesai

Untuk mencari besarnya penambahan volume bahan penyusun beton agar mencapai nilai slump sebesar 7,5 cm. Adapun besarnya penambahan untuk masing-masing campuran seperti tercantum pada lampiran.

2. Persiapan Alat

Alat-alat harus dipersiapkan terlebih dahulu sebelum proses pencampuran.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain adalah :

1. Ayakan

Alat ini terbuat dari baja dengan lubang ayakan berbentuk bujur sangkar, dan digunakan untuk menyaring agregat halus dan kasar.

2. Timbangan

Alat ini digunakan untuk menimbang dan menentukan jumlah berat dari bahan material yang akan dibuat campuran adukan beton. Timbangan yang digunakan dalam penelitian ini ada dua macam. Timbangan tersebut adalah timbangan untuk menimbang sampel untuk pemeriksaan karakteristik agregat, dan timbangan untuk menimbang material untuk penentuan proporsi campuran adukan beton.

3. Cetakan silinder

Cetakan ini terbuat dari silinder baja dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang dipasang baut pada sisi atas dan bawah cetakan dan dapat dibongkar pasang dengan mudah. Sebelum digunakan alat ini terlebih dahulu diolesi dengan pelumas, agar benda uji mudah dilepas dari cetakan.

4. Baki

Alat ini berbentuk segiempat dengan ukuran 1 m x 1,5 m dan digunakan untuk membuat adukan beton.

5. Cetok.

Alat ini digunakan untuk mengaduk campuran beton dan juga untuk memasukan adukan beton kedalam silinder.

6. Kerucut Abrams dan Penumbuk

Sepasang alat ini digunakan untuk mengukur nilai slump yang terdapat pada adukan beton.

7. Kaliper dan Mistar

Alat ini untuk mengukur tinggi slump dan luas tampang dari silinder beton yang dihasilkan.

8. Mesin Penggetar Ayakan

Alat ini untuk mengayak agregat kasar dan agregat halus yang digerakan dengan tenaga listrik.

Disamping alat-alat tersebut diatas, juga digunakan alat-alat bantu yang lain untuk menunjang pekerjaan, alat-lat tersebut seperti : ember, ayakan dari kawat, kunci baut, kuas, dan lain-lain.

Alat uji desak yang digunakan adalah alat elektrikal hidroulik dengan merek controls. Cara menjalankan alat ini cukup dengan menekan tombol yang ada, kemudian besarnya gaya desak dapat dibaca pada dial pembacaan beban. Gaya desak maksimum ditunjukkan oleh jarum yang berwarna merah dimana jarum tersebut berhenti.

4.1.11 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan beton diawali dengan mempersiapkan jumlah benda uji yang akan dibuat sebanyak 36 buah silinder beton ukuran 150 mm x 300 mm, dengan pembagian sebagai berikut (lihat tabel 4.1)

Tabel 4.1 Deskripsi Benda Uji Silinder Beton

| No. | Kode | Suhu Pembakaran Agregat (°C) | Variasi Penambahan Abu sekam (%) | Jumlah |
|------------------------|-------|------------------------------|----------------------------------|--------|
| 1 | I.a | 500 | 0 | 3 |
| | I.b | | 5 | 3 |
| | I.c | | 10 | 3 |
| | I.d | | 15 | 3 |
| 2 | II.a | 700 | 0 | 3 |
| | II.b | | 5 | 3 |
| | II.c | | 10 | 3 |
| | II.d | | 15 | 3 |
| 3 | III.a | 900 | 0 | 3 |
| | III.b | | 5 | 3 |
| | III.c | | 10 | 3 |
| | III.d | | 15 | 3 |
| Jumlah Total Benda Uji | | | | 36 |

Proses pencampuran bahan susun beton dilakukan secara manual, karena setiap pengadukan hanya dibuat tiga silinder saja, sehingga jika dipakai mixer kurang efisien. Proses pencampuran tersebut dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Pasir dan kerikil dicampur hingga menyatu kemudian dimasukan semen. Ketiga bahan tersebut diaduk dan setelah semua menyatu ditambahkan air sedikit demi sedikit hingga campuran plastis.

2. Setelah campuran bersifat plastis, selanjutnya diperiksa konsistensinya dengan pengujian slump, dalam hal ini ditetapkan nilai slump 7,5 cm. Apabila nilai slump melebihi angka tersebut, maka ditambahkan pasir dan agregat kasar sedikit demi sedikit. Apabila nilai slump kurang dari 7,5 cm maka ditambah pasta semen, dengan nilai fas sesuai dengan fas rencana sedikit demi sedikit. Hal ini dilakukan terus menerus sampai dicapai nilai slump 7,5 cm.
3. Setelah adukan beton mencapai nilai slump 7,5 cm, adukan dimasukkan kedalam cetakan silinder. Pada tiap sepertiga bagian silinder adukan dipadatkan dengan cara ditumbuk sebanyak 25 kali, agar diperoleh beton yang cukup padat dan tidak berongga.
4. Setelah cetakan penuh dengan kepadatan tinggi, maka didiamkan selama kurang lebih dua jam, kemudian diratakan dengan diberi pasta semen dan ditutup dengan kaca serta diberi pemberat di atasnya. Silinder kemudian didiamkan selama kurang lebih 24 jam, kemudian cetakan dilepas.
5. Setelah cetakan didiamkan selama 24 jam, selanjutnya benda uji dilepas dari cetakannya. Untuk menjamin terjadinya proses hidrasi secara terus menerus, benda uji dijaga atau dirawat supaya selalu dalam keadaan basah sampai usia yang direncanakan selama 28 hari.

4.1.12 Perawatan Beton

Dalam penelitian ini benda uji dirawat dengan menggunakan karung goni yang selalu dalam keadaan basah, yaitu dengan cara menyiram karung goni tersebut setiap hari.

4.1.13 Pengujian Beton

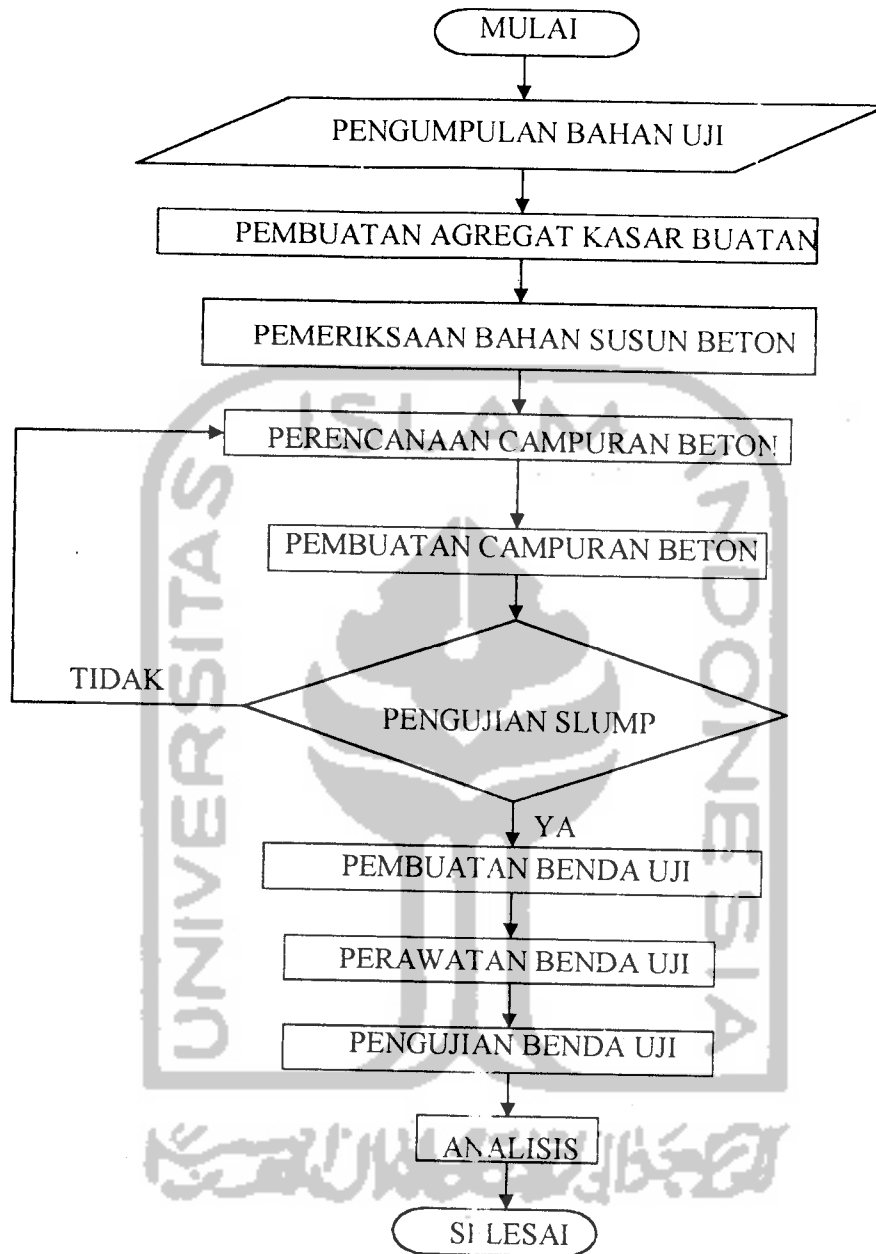
Benda uji silinder beton yang telah berumur 28 hari, selanjutnya diadakan pengujian. Pengujian tersebut terdiri dari dua macam pengujian, yaitu : pengujian berat volume silinder beton dan pengujian kuat desak silinder beton. Langkah-langkah pengujian tersebut meliputi :

1. Perhitungan Berat Volume

Untuk mendapatkan nilai berat volume beton yang dihasilkan, terlebih dahulu benda uji diukur tiap-tiap sisinya, untuk mengetahui volumenya. Untuk memperkecil kesalahan dalam pengukuran maka tiap-tiap sisi benda uji diukur sebanyak tiga kali pada tempat yang berbeda, selanjutnya diambil nilai rata-ratanya. Setelah dilakukan pengukuran volume silinder benda uji, kemudian benda uji ditimbang dan dicatat berat tiap-tiap silinder beton. Berat volume tiap silinder beton didapatkan dengan cara membagi berat benda uji dengan volumenya.

2. Pengujian Kuat desak Beton

Pengujian kuat desak dilakukan dengan cara memberikan pembebanan dengan menggunakan mesin desak hidraulik. Cara pengujiannya setelah benda uji siap, kemudian diletakan pada mesin pengujian dan diberikan pembebanan secara berangsur-angsur hingga mencapai beban maksimum, yang ditandai dengan hancurnya benda uji. Setelah mencapai beban maksimum kemudian pembebanan dihentikan dan hasilnya dicatat.



Gambar 4.2 Bagan Alur Prosedur Penelitian