

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Obyek Penelitian

Objek penelitian ini melibatkan penggunaan beton geopolimer menggunakan *fly ash* sebagai bahan dasar, yang kemudian diperkuat dengan menggunakan serat nilon sebagai bahan tambahan. Beton geopolimer tersebut terdiri dari campuran abu terbang, larutan alkali, agregat halus, agregat kasar, air, dan serat nilon. Beton geopolimer ini akan diproses dalam cetakan silinder berukuran 10 cm x 20 cm yang akan menjadi spesimen pengujian dalam rangka penelitian ini.

3.2 Variabel Penelitian

Berikut adalah variabel yang akan diteliti pada penelitian ini:

1. Variasi persentase penambahan serat nilon, pada campuran beton geopolimer sebagai faktor variasi yang akan diamati. Penelitian ini akan membandingkan tiga tingkatan persentase penambahan serat nilon, yaitu 0,5%, 0,75%, dan 1%. Selain itu, dilakukan perbandingan dengan beton geopolimer tanpa penambahan serat nilon (0%).
2. Nilai kuat tekan beton geopolimer, yang diperkuat dengan serat nilon dan beton geopolimer tanpa penambahan serat nilon sebagai hasil pengamatan atau pengukuran dalam penelitian ini. Variabel dependen ini akan diukur dalam satuan megapascal (MPa) sebagai indikator kekuatan beton geopolimer.

3.3 Pengumpulan Data

Data diperoleh dengan melakukan uji tekan pada campuran beton geopolimer $f'c = 35$ MPa yang telah diperkuat dengan tambahan serat nilon berbentuk silinder. Pengujian dilakukan pada empat variasi kadar serat berurutan, yaitu 0,00%, 0,5%, 0,75%, dan 1%. Untuk memberikan hasil akurat, setiap variasi diuji tiga kali. Pengujian dilakukan dengan memasukkan campuran beton dan serat nilon ke dalam cetakan berdimensi tinggi 20 cm dan diameter 10 cm, kemudian dilakukan proses pengovenan

beton pada suhu dan waktu yang telah ditentukan secara konsisten dan sesuai dengan prosedur tahapan yang telah ditetapkan.

Dalam tahap pengovenan beton, cetakan yang berisi campuran beton dan serat nilon ditempatkan di dalam oven dengan suhu yang telah diatur sesuai dengan parameter yang ditentukan. Proses pengovenan dilakukan untuk memastikan pengerasan dan pembentukan struktur beton geopolimer yang optimal. Setelah mencapai waktu pengovenan yang ditentukan, cetakan beton dikeluarkan dari oven dan dibiarkan mendingin pada suhu ruangan. Hasil pengujian tersebut akan dicatat dan dianalisis untuk memperoleh data kuat tekan beton geopolimer dengan variasi kadar serat nilon yang berbeda.

3.3.1 Pengujian Material

Untuk memastikan kualitas material yang dipergunakan dalam

- membuat beton geopolimer berserat nilon, agregat kasar dan halus diuji. Uji yang dilakukan antara lain:

3.3.1.1 Uji Agregat Kasar

Proses pengujian material pada penelitian ini meliputi dua tahap, yakni uji agregat kasar dan agregat halus. Tahap pengujian ini dilakukan sebelum kedua jenis agregat tersebut dicampurkan dengan zat perekat yang relevan. Proses ini dilakukan dengan tujuan untuk mencapai hasil optimal selama proses pembuatan beton. Dengan melakukan pengujian yang terinci dan terarah pada agregat kasar dan agregat halus sebelum penggunaannya, diharapkan kualitas beton yang dihasilkan dapat memenuhi standar yang ditetapkan serta menjamin keberlangsungan dan keandalan struktur konstruksi.

3.3.1.1.1 Uji Berat Jenis dan Daya Serap Air Agregat Kasar

SNI 03-1969-1990 mengatur uji standar untuk memperoleh berat jenis dan kadar penyerapan air untuk material agregat kasar. Pengujian dilaksanakan menggunakan agregat yang memiliki ukuran lebih dari 4,75 mm atau saringan No.4. Uji berat jenis curah dilakukan untuk memastikan bahwa penyerapan air tercapai pada kondisi yang ideal.

A. Alat dan Bahan

1. Sebuah timbangan gantung yang memiliki akurasi ketelitian 0,1% dan kapasitas 5 kg.
2. Sebuah wadah yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan agregat kasar.
3. Selambar kain yang digunakan untuk mengeringkan agregat yang sudah terendam air.
4. Sebuah oven dengan pengatur suhu yang digunakan untuk memanaskan bahan hingga mencapai suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$.
5. Sejumlah 3 kg agregat kasar.
6. Sebuah ember yang memiliki bentuk dan kapasitas yang tepat untuk digunakan sebagai penampung air

B. Pengujian Berat Jenis dan Daya Serap Air dilakukan sebagai berikut:

1. Bersihkan benda uji dari residu dan bahan menempel lainnya.
2. Keringkan benda uji menggunakan oven dalam suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai berat yang stabil.
3. Dinginkan benda uji dalam suhu ruang selama 1 - 3 jam, lalu timbang (Bk).
4. Merendam benda uji di air pada temperatur ruangan selama (24 ± 4) jam.
5. Setelah benda uji dikeluarkan dari rendaman, gunakan kain untuk mengeringkannya hingga tidak ada lapisan air di permukaannya.
6. Timbang benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (Bj).
7. Menempatkan benda uji pada wadah yang berisi air, mengguncangkan wadah untuk menyingkirkan udara yang terperangkap, dan menimbanginya di dalam air (Ba) pada suhu $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$.

C. Perhitungan

1. Berat Jenis Curah Kering

Perhitungan Berat Jenis Curah Kering dilaksanakan untuk menghitung berat jenis curah kering (S_d) yang dilakukan pada suhu air 23°C atau suhu agregat 23°C . Perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut:

Berat jenis curah kering (bulk) :

$$\frac{B_k}{B_j - B_a} \dots \dots \dots (3.1)$$

Dimana:

B_k = Berat benda uji kering oven (gr)

B_j = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)

B_a = Berat benda uji dalam air (gr)

2. Berat Jenis Jenuh Kering Permukaan

Penelitian ini menghitung berat jenis curah jenuh kering permukaan (S_s) pada suhu air 23 °C atau suhu agregat 23 °C. Perhitungan ini menggunakan rumus berikut:

$$\frac{B_j}{B_j - B_a} \dots \dots \dots (3.2)$$

Dimana:

B_j = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)

B_a = Berat benda uji dalam air (gr)

3. Berat Jenis Semu

Penelitian ini menghitung berat jenis semu (S_a) pada suhu air 23 °C atau suhu agregat 23 °C. Dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\frac{B_k}{B_k - B_a} \dots \dots \dots (3.3)$$

B_k = Berat benda uji kering oven (gr)

B_a = Berat benda uji dalam air (gr)

4. Penyerapan Air

Rumus yang digunakan dalam menghitung persentase penyerapan air adalah sebagai berikut:

Persentase Penyerapan Air =

$$\frac{B_j - B_k}{B_k} \dots \dots \dots (3.4)$$

Dimana :

B_k = Berat benda uji kering oven (gr)

B_j = Berat benda uji dalam keadaan jenuh kering permukaan di udara (gr)

3.3.1.1.2 Uji Berat Isi Agregat Kasar

Berdasarkan SNI-03-4804-1998, uji berat isi agregat kasar dilakukan dengan membagi berat beton dengan volume wadah ukur. Dalam pelaksanaan pengujian ini, digunakan beberapa alat sebagai berikut:

A. Alat

1. Batang penusuk baja dengan ujung tumpul setengah bundar dengan panjang 610 mm dan diameter 16 mm.
2. Alat penakar berupa silinder yang terbuat dari bahan kedap air yang memiliki permukaan rata di ujung dan dasar.
3. Digunakan sebuah sekop atau sendok sesuai dengan kebutuhan pengambilan sampel.
4. Plat gelas kalibrasi yang harus memiliki ketebalan minimal 6 mm. Ukuran diameter plat harus setidaknya 25 mm lebih besar dari diameter takaran yang akan dikalibrasi.
5. Sebuah timbangan dengan tingkat ketelitian sebesar 0,1 gram. Timbangan tersebut memiliki kapasitas 2 kg untuk agregat halus dan kapasitas 20 kg untuk agregat kasar.

B. Langkah Pengujian

1. Lapisan agregat ditusuk dengan batang penusuk sebanyak 25 kali.
2. Penakar kembali diisi hingga dua per tiga dari volume penuh, kemudian diratakan dan ditusuk seperti sebelumnya.
3. Penakar diisi hingga melebihi kapasitasnya dan ditusuk kembali.
4. Permukaan agregat diratakan menggunakan batang Perata.
5. Berat penakar beserta isinya dan berat penakar itu sendiri ditentukan.
6. Seluruh berat dicatat dengan tingkat ketelitian sebesar 0,05 kg.
7. Berat agregat yang terdapat dalam penakar dihitung.

3.3.1.1.3 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Mengacu pada SNI 03-4142-1996, pengujian untuk mengukur persentase kandungan lumpur agregat dilakukan untuk menentukan kelayakan agregat.

A. Alat

1. Untuk melakukan pengukuran yang presisi, digunakan timbangan dengan tingkat ketelitian maksimum sebesar 0,1% dari berat benda uji.
2. Dalam proses pengovenan, digunakan oven yang memiliki pengatur suhu agar dapat mencapai suhu tertentu, yaitu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$.
3. Dalam proses penyaringan, terdapat dua saringan dengan ukuran yang berbeda. Saringan bagian bawah memiliki ukuran Nomor 200 (0,075 mm), sedangkan saringan bagian atas memiliki ukuran Nomor 16 (1,18 mm).
4. Untuk mencuci benda uji, digunakan wadah yang memiliki kapasitas yang cukup besar agar benda uji dan air pencuci dapat ditempatkan dengan baik dan agar tidak tumpah.

B. Langkah Pengujian

1. Lakukan penimbangan dengan menggunakan timbangan untuk mengukur berat wadah kosong tanpa adanya benda uji di dalamnya.
2. Ukur berat benda uji dan letakkan dalam wadah yang telah ditimbang sebelumnya.
3. Tuang air pencuci dan bahan pembersih ke wadah. Pastikan benda uji benar-benar terendam dalam air.
4. Aduk bahan uji secara perlahan dalam wadah. Tujuannya adalah untuk membedakan bahan kasar dan bahan halus yang dapat melalui saringan dengan ukuran Nomor 200 (0,075 mm). Pemisahan yang lebih mudah dapat tercapai dengan memastikan bahan halus mengapung di dalam larutan air pencuci.
5. Tuang air pencuci secara perlahan di atas saringan dengan ukuran Nomor 16 (1,18 mm) yang berada di bawah saringan dengan ukuran Nomor 200 (0,075 mm). Pastikan agar bahan kasar tidak ikut terbang saat proses pencairan.
6. Ulangi langkah (3), (4), dan (5) untuk memastikan bahwa air pencuci yang dituangkan sudah jernih tanpa adanya bahan yang terbawa.
7. Letakan benda uji pada saringan dengan nomor 16 (1,18 mm) dan 200 (0,075 mm) dan keringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga

massanya tetap. Ukur berat benda uji dengan tingkat akurasi ketelitian maksimum sebesar 0,1% dari berat contoh.

- Gunakan saringan Nomor 200 (0,075 mm) untuk menghitung persentase material yang lolos.

3.3.1.1.4 Analisis Saringan Agregat Kasar

SNI 03-1968-1990 menyatakan, uji dilakukan dengan tujuan menentukan berat dari benda uji yang lolos pada saringan tertentu, sehingga dapat disusun sebagai grafik analisa saringan. Adapun dalam pengujian ini, terdapat beberapa alat, bahan, ukuran agregat, dan langkah-langkah pelaksanaan yang perlu diperhatikan, yaitu:

A. Alat dan Bahan Pengujian

- Sebuah timbangan digital dengan tingkat ketelitian sebesar 0,2% dari massa benda uji.
- Oven yang disertai pengatur suhu untuk memanaskan hingga mencapai suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$.
- Talam-talam sebagai tempat pengujian.
- Wadah khusus untuk menampung agregat yang akan diuji.
- Agregat kasar sebagai bahan uji dalam pengujian.
- Ayakan dengan berbagai ukuran sebagai bagian dari proses penyaringan agregat, yaitu:
 - Ayakan standar dengan ukuran lubang 37,5 mm (3").
 - Ayakan dengan ukuran lubang 19,1 mm (3/4").
 - Ayakan dengan ukuran lubang 12,5 mm (1/2").
 - Ayakan dengan ukuran lubang 9,5 mm (3/8").
 - Ayakan dengan ukuran lubang 4,75 mm (No.4).
 - Ayakan dengan ukuran lubang 2,36 mm (No.8).
 - Ayakan dengan ukuran lubang 1,19 mm (No.16).
 - Lubang-lubang pada ayakan memiliki bentuk lubang bujur.

B. Benda Uji

Pengujian ini menggunakan agregat kasar dalam berbagai ukuran yang ditentukan. Berikut adalah detail ukuran agregat kasar dan berat minimum yang harus dipenuhi:

1. Ukuran agregat maksimum 3,5" dengan berat minimum 35,0 kg. Ukuran agregat maksimum 3" dengan berat minimum 30,0 kg.
2. Ukuran agregat maksimum 2,5" dengan berat minimum 25,0 kg. Ukuran agregat maksimum 2" dengan berat minimum 20,0 kg.
3. Ukuran agregat maksimum 1,5" dengan berat minimum 15,0 kg.
4. Ukuran agregat maksimum 1" dengan berat minimum 10,0 kg.
5. Ukuran agregat maksimum 3/4" dengan berat minimum 5,0 kg.
6. Ukuran agregat maksimum 1/2" dengan berat minimum 2,5 kg.
7. Ukuran agregat maksimum 3/8" dengan berat minimum 1,0 kg.

C. Langkah Pengujian

Berikut adalah proses urutan proses dalam pengujian analisis saringan agregat kasar:

1. Benda uji dikeringkan dalam oven pada suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga beratnya tetap.
2. Benda uji disaring melalui rangkaian saringan, di mana saringan dengan ukuran terbesar akan diletakan pada bagian atas. Saringan tersebut diguncangkan secara manual atau menggunakan mesin pengguncang selama kurang lebih 15 menit.

3.3.1.1.5 Uji Keausan Agregat

Studi ini menggunakan standar SNI 2417-2008, yang menetapkan prosedur pengujian keausan agregat dengan mesin abrasi *Los Angeles*. Pengujian ini melibatkan penggunaan alat dan prosedur berikut: **Alat**

1. Mesin abrasi *Los Angeles*, yang berfungsi melakukan uji keausan pada agregat.
2. Saringan dengan nomor 12, digunakan untuk menyaring agregat yang telah melalui proses uji.
3. Alat ukur berupa timbangan dengan tingkat akurasi ketelitian 0,1%, digunakan untuk mengukur massa benda uji dan bola-bola baja.
4. Bola-bola baja dengan diameter rata-rata 4,68 cm (1 27/32 inci) dan berat antara 390 gram hingga 445 gram, digunakan sebagai benda uji dalam pengujian.

5. Oven yang dilengkapi pengatur suhu untuk mengeringkan bahan uji dan menjaga suhu pada tingkat yang diinginkan.
6. Alat bantu berupa wadah dan kuas, digunakan untuk mempermudah proses pengujian dan penanganan benda uji.

A. Langkah Pengujian

1. Untuk menguji keausan, bola baja dan benda uji dimasukkan ke dalam mesin abrasi *Los Angeles*.
2. Mesin dioperasikan dengan kecepatan rotasi antara 30 hingga 33 putaran per menit.
3. Sesudah proses pemutaran selesai, benda uji disingkirkan dari mesin dan disaring menggunakan saringan nomor 12 dengan lubang 1,70 mm.
4. Jika sampel material homogen, pengujian dapat dilakukan dengan 100 putaran mesin. Sesudah pengujian selesai, benda uji dapat disaring tanpa pencucian menggunakan saringan nomor 12.

3.3.1.2 Uji Agregat Halus

3.1.1.2.1 Uji Berat Jenis dan Daya Serap Air Agregat Halus

Berdasarkan standar SNI 03-1969-1990, pengujian standar dilakukan untuk mengetahui berat jenis dan tingkat penyerapan air pada agregat kasar dengan menggunakan agregat berukuran lebih dari 4,75 mm atau saringan No.4. Pengujian berat jenis curah dilakukan untuk mengetahui apakah kondisi penyerapan yang ideal telah tercapai.

A. Alat

1. Timbangan, digunakan untuk mengukur massa benda dengan kapasitas minimal 1 kg dan ketelitian 0,1 gram.
2. Piknometer
3. Kerucut terpancung, terbuat dari logam tebal dengan tinggi (75 ± 3) mm, diameter bagian atas (40 ± 3) mm, dan diameter bagian bawah (90 ± 3) mm. Alat ini berfungsi sebagai wadah untuk pengujian tertentu.
4. Batang penumbuk, merupakan batang dengan permukaan rata dan berat (340 ± 15) gram, serta diameter penumbuk (25 ± 3) mm. Digunakan untuk melakukan proses penumbukan.

5. Saringan No. 4 (4,75 mm), saringan dengan lubang berukuran 4,75 mm, digunakan untuk menyaring benda uji.
6. Oven, dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanaskan benda uji hingga mencapai suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$.
7. Pengukuran suhu, dilakukan menggunakan alat pengukur suhu yang memiliki ketelitian pembacaan 1 derajat Celcius.
8. Talam, berfungsi sebagai wadah untuk meletakkan benda uji atau sampel selama proses pengujian.
9. Bejana tempat air, digunakan untuk menyimpan air yang diperlukan dalam pengujian.
10. Pompa hampa udara atau tungku, digunakan untuk menciptakan kondisi hampa udara pada beberapa tahapan pengujian.
11. Desikator.

B. Langkah Pengujian

1. Mulailah mengeringkan material uji di dalam oven pada suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ sampai beratnya stabil. Pastikan kadar air benda uji tidak berubah lebih dari 0,1% selama tiga kali penimbangan dan dua jam pemanasan dalam oven. Setelah itu, biarkan material uji mendingin pada suhu ruang dan rendam dalam air selama (24 ± 4) jam.
2. Pastikan untuk membuang air perendam dengan hati-hati. Sebarkan agregat di atas talam dan keringkan benda uji di udara panas hingga permukaannya kering sepenuhnya.
3. Memasukkan benda uji ke dalam kerucut terpancung dan padatkan dengan batang penumbuk sebanyak 25 kali untuk memastikan bahwa benda uji tidak runtuh tetapi tetap tercetak pada kerucut. Ini akan menunjukkan tingkat kekeringan permukaan.
4. Masukkan lima ratus gram bahan uji ke dalam piknometer setelah permukaan menjadi kering. Untuk menghilangkan gelembung udara di dalam piknometer, tambahkan air suling hingga kapasitasnya mencapai 90%. Kemudian, putar dan goyangkan piknometer. Jika memungkinkan, cepatkan proses dengan pompa hampa udara, tetapi

pastikan tidak ada air yang ikut terhisap. Merebus piknometer juga dapat digunakan untuk melakukan proses ini.

5. Ukur suhu air, menggunakan suhu standar 25 °C, setelah merendam piknometer dalam air.
6. Lanjutkan dengan menambahkan air ke piknometer hingga mencapai batas yang ditentukan.
7. Timbang benda uji dan air dengan piknometer dengan ketelitian 0,1 gram (Bt).
8. Benda uji harus diangkat dari piknometer, dikeringkan pada suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga mencapai berat yang stabil, dan kemudian didinginkan dalam desikator.
9. Timbang ulang benda uji setelah sepenuhnya dingin (Bk).
10. Selanjutnya, sesuaikan suhu air dengan suhu standar 25°C (B) dan menimbang piknometer setelah diisi dengan air.

3.1.1.2.2 Uji Berat Isi Agregat Halus

Mengacu pada SNI-03-4804-1998 pelaksanaan uji berat isi agregat kasar dengan membagi berat beton dengan volume wadah ukur.

A. Alat

1. Ukur sampel agregat halus menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,1 gram dan kapasitas 2 kg. Gunakan timbangan dengan kapasitas 20 kg dan ketelitian 1 gram untuk sampel agregat kasar.
2. Persiapkan batang tusuk yang terbuat dari bahan baja dengan bentuk batang lurus, memiliki diameter 16 mm dan panjang 610 mm, serta pucuk batang tusuk dibuat tumpul setengah bundar.
3. Sediakan alat penakar berbentuk silinder yang terbuat dari logam atau bahan tahan air yang memiliki permukaan yang benar-benar rata di bagian atas dan ujungnya.
4. Sediakan sekop atau sendok yang sesuai dengan kebutuhan untuk pengambilan sampel.

B. Langkah Pengujian

1. Isilah penakar dengan jumlah yang setara dengan sepertiga dari volume penuhnya. Kemudian, ratakannya menggunakan batang perata.

2. Lakukan 25 kali tusukan menggunakan batang penusuk untuk mengaduk lapisan agregat.
3. Isilah penakar kembali hingga mencapai dua per tiga dari volume penuhnya. Lalu, ratakannya lagi menggunakan batang perata seperti sebelumnya.
4. Isilah penakar hingga berlebih dan lakukan tusukan lagi dengan batang penusuk.
5. Ratakan permukaan agregat dalam penakar dengan menggunakan batang perata.
6. Tentukan berat keseluruhan penakar beserta isinya, serta berat penakar itu sendiri.
7. Catat berat tersebut dengan ketelitian hingga 0,05 kg.
8. Hitung berat agregat yang ada di dalam penakar.

3.1.1.2.3 Kadar Lumpur Agregat Halus

Mengacu pada SNI 03-4142-1996 menentukan presentasi lumpur dari agregat untuk mengetahui agregat tersebut layak atau tidak.

A. Alat

1. Saringan yang digunakan terdiri dari dua ukuran, dengan saringan Nomor 200 (0,075 mm) dipasang di bagian bawah dan saringan Nomor 16 (1,18 mm) dipasang di bagian atas.
2. Wadah pencucian yang disiapkan memiliki kapasitas yang cukup besar untuk menampung benda uji sehingga saat proses pencucian dilakukan, benda uji dan air pencuci dapat dikendalikan dengan baik dan tidak mudah tumpah.
3. Timbangan yang digunakan memiliki ketelitian maksimum sebesar 0,1% dari berat benda uji. Hal ini penting untuk memastikan akurasi pengukuran yang diperlukan dalam proses pengujian.
4. Oven yang digunakan dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanaskan benda uji hingga mencapai suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$. Pengaturan suhu yang tepat memastikan kondisi yang konsisten dalam pengujian.

B. Langkah Pengujian

1. Lakukan pengukuran berat wadah kosong tanpa adanya benda uji.

2. Lakukan pengukuran berat benda uji dan letakkan ke dalam wadah.
3. Tuangkan larutan pembersih dengan berbagai bahan pembersih ke dalam wadah dan celupkan benda uji sepenuhnya.
4. Lakukan pengadukan material uji di dalam wadah secara menyeluruh untuk mencapai pemisahan optimal antara butir halus dan kasar yang dapat melewati saringan dengan ukuran Nomor 200 (0,075 mm).
5. Secara hati-hati tuangkan larutan air pencuci secara langsung ke atas saringan Nomor 16 (1,18 mm) yang berada di bawah saringan Nomor 200 (0,075 mm), dengan memastikan bahwa bahan kasar tidak ikut terlarut dalam proses pencairan air pencuci.
6. Lakukan kembali proses yang telah dijelaskan pada langkah-langkah 3, 4, dan 5, dengan mengulangi pengadukan benda uji, pemisahan antara butir kasar dan bahan halus, serta tuangan air pencuci, hingga air pencuci yang dituangkan terlihat bening dan bebas dari partikel yang mengotorinya.
7. Kembalikan semua benda uji yang terperangkap pada saringan Nomor 16 (1.18 mm) dan Nomor 200 (0,075 mm) ke dalam wadah asal, kemudian lakukan proses pengeringan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hingga mencapai berat yang konstan. Selanjutnya, timbang sampel dengan tingkat akurasi maksimum 0,1% dari berat contoh yang digunakan.
8. Lakukan perhitungan untuk menentukan persentase komposisi bahan yang berhasil melewati saringan dengan ukuran Nomor 200 (0,075 mm).

3.1.1.2.4 Analisis Saringan Agregat Halus

Mengacu pada SNI 03-1968-1990, uji dilakukan dengan tujuan menentukan berat dari benda uji yang lolos pada saringan, sehingga dapat disusun sebagai grafik analisa saringan.

A. Alat dan Bahan

1. Timbangan digital dengan ketelitian 0.2% dari berat benda uji digunakan untuk melakukan pengukuran yang akurat, yang sangat penting untuk menjamin proses pengujian yang presisi.

2. Digunakan oven yang dilengkapi dengan pengatur suhu untuk memanaskan benda uji hingga mencapai suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$. Pengaturan suhu yang tepat diperlukan untuk mencapai kondisi yang diinginkan dalam pengujian.
3. Digunakan talem-talem sebagai wadah yang sesuai untuk menampung benda uji dan bahan lainnya selama proses pengujian.
4. Wadah agregat digunakan untuk menyimpan dan mengatur agregat yang akan diuji. Wadah ini memungkinkan pengujian yang lebih teratur dan terkontrol.
5. Digunakan agregat kasar sebagai bahan yang akan diuji dalam proses pengujian. Agregat kasar ini memiliki ukuran dan karakteristik yang telah ditentukan sesuai dengan standar pengujian.
6. Ayakan agregat digunakan untuk menyaring agregat kasar dalam berbagai ukuran. Terdapat beberapa jenis ayakan standar yang digunakan, mulai dari ukuran 37,5 mm (3") hingga 1,19 mm (No.16). Ayakan ini memiliki lubang berbentuk lubang bujur yang telah ditentukan sesuai dengan standar pengujian.

B. Benda Uji

1. Agregat kasar dengan ukuran maksimal 4,76 mm, yang memiliki berat minimum sebesar 500 gram.
2. Agregat kasar dengan ukuran maksimal 2,38 mm, yang memiliki berat minimum sebesar 100 gram

C. Langkah Pengujian

1. Benda uji disimpan dalam oven dengan suhu yang diatur pada kisaran $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$ hingga mencapai berat yang tetap.
2. Setelah proses pengeringan selesai, benda uji akan disaring melalui susunan saringan, dimana saringan dengan ukuran terbesar ditempatkan di bagian atas. Proses penyaringan dapat dilakukan dengan menggunakan tangan atau mesin pengguncang selama 15 menit.

3.3.2 Pelaksanaan Pembuatan Benda Uji

1. Benda uji dibuat berdasarkan acuan SNI-2493-2011. Proses pembuatan geopolimer adalah sebagai berikut.

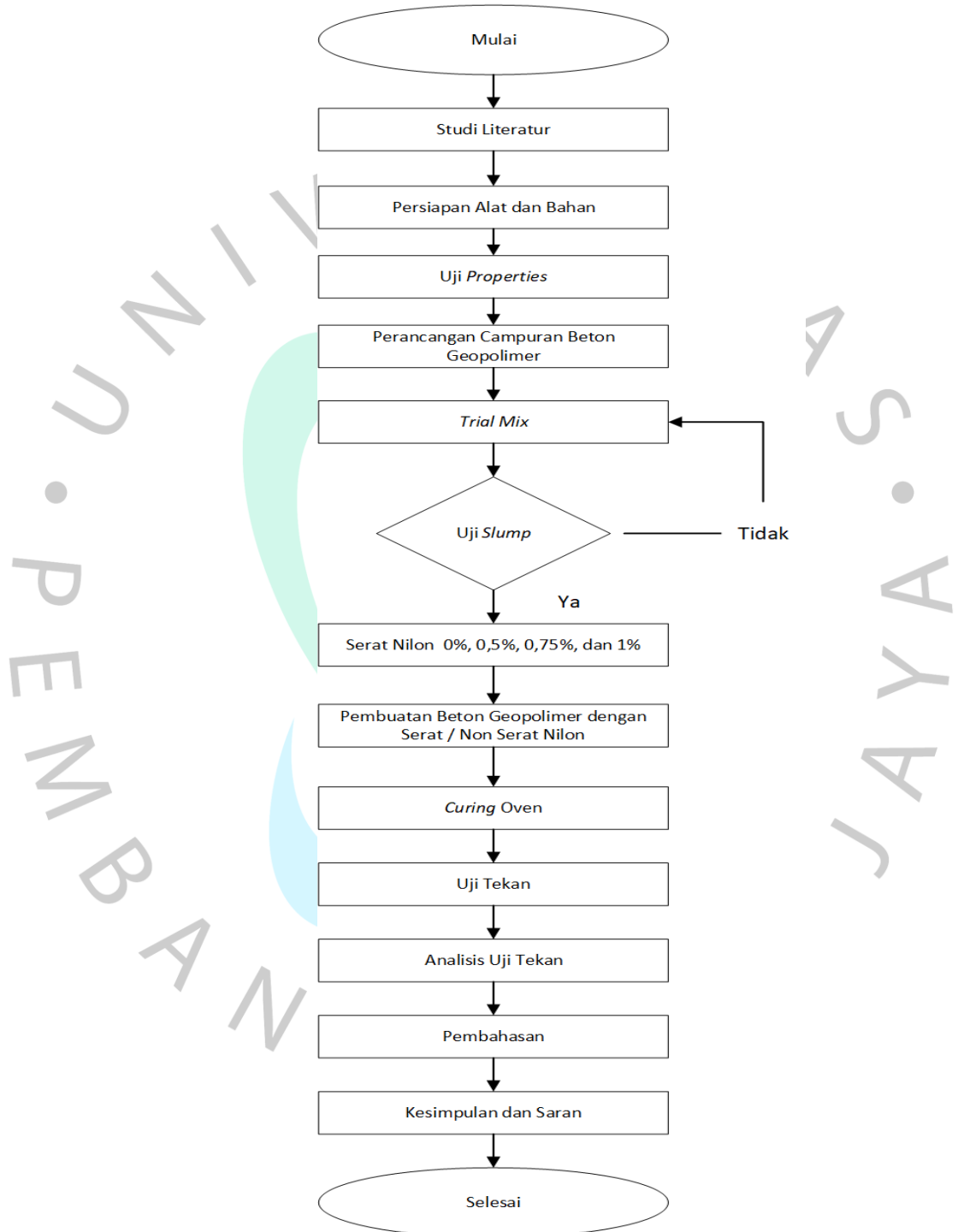
2. Menyiapkan dan menentukan jumlah serta berat senyawa kimia NaOH dan Na₂SiO₃.
3. Mereaksikan NaOH, Na₂SiO₃, dan Aquades sehingga menjadi alkali aktivator.
4. Mencampurkan *fly ash* dengan alkali aktivator sehingga menjadi pasta geopolimer.
5. Mulai proses pencampuran pasta geopolimer dengan agregat.
6. Mencetak beton dalam cetakan silinder berukuran tinggi 20 cm dan diameter 10 cm.
7. Benda uji silinder beton yang baru selesai dicetak wajib disimpan selama 24 jam dalam rentang suhu 16°C hingga 27°C, dengan menjaga kelembaban tetap stabil.
8. Melakukan pengovenan pada suhu 60 °C selama 4 jam, setelah beton sudah dilepas dari cetakan.
9. Simpan beton geopolimer di suhu ruang setelah 7,14,28 hari.

3.4 Analisis Data

Pengolahan data dilakukan pada sub bab ini, yang melibatkan pengenalan dan pemilihan data dari hasil pengujian kekuatan tekan beton geopolimer yang diperkuat dengan serat nilon. Selanjutnya, analisis statistik akan dilakukan dengan grafik untuk membandingkan kuat tekan beton pada setiap variasi persentase serat nilon dan menarik kesimpulan yang signifikan. Hasil analisis akan memberikan informasi tentang persentase optimal penambahan serat nilon dan manfaat penggunaan serat nilon dalam memperkuat beton geopolimer

3.5 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan dalam gambar 3.1 sebagai berikut:



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian