

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah kantong plastik, khususnya yang berbahan dasar *High Density Polyethylene* (HDPE), merupakan salah satu tantangan lingkungan yang mendesak. Kantong plastik banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti untuk belanja, kemasan botol, dan berbagai jenis kemasan lainnya. Meskipun memiliki ketahanan dan daya tahan yang tinggi, kantong plastik sulit terurai di alam setelah dibuang, menyebabkan penumpukan limbah yang signifikan di tempat pembuangan akhir. Menurut Jambeck (2015), sekitar 8 juta ton plastik setiap tahun memasuki lautan, dengan limbah kantong plastik menyumbang proporsi yang besar dari total limbah plastik tersebut. Data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menunjukkan bahwa pada tahun 2022, timbulan sampah di Indonesia mencapai 36 juta ton per tahun, dengan 18,13% di antaranya adalah sampah plastik. Kementerian Perindustrian juga mencatat bahwa plastik jenis HDPE merupakan jenis plastik yang paling banyak diproduksi di Indonesia, mencapai 46% dari total produksi plastik nasional (*United States Agency for International Development*, 2022). Apabila limbah kantong plastik ini tidak dikelola dengan baik, maka dampaknya akan memperburuk penumpukan limbah padat di lingkungan.

Dalam sektor konstruksi, beton adalah material utama yang digunakan, dengan hampir 60% dari total material yang digunakan dalam pembangunan adalah beton, yang sering dipadukan dengan baja atau material lainnya (Saputro, 2010). Beton terdiri dari campuran air, semen Portland, agregat halus, dan agregat kasar. Selain sifatnya yang tahan api dan mudah diperoleh, beton juga dikenal karena kekuatan tekan yang tinggi. Penelitian mengenai pemanfaatan limbah kantong plastik dalam beton menunjukkan potensi untuk mengurangi dampak lingkungan, sekaligus memanfaatkan material yang sulit terurai. Sharma (2017) meneliti efek penambahan plastik daur ulang dalam campuran beton dan menemukan bahwa penggunaan limbah kantong plastik dapat menurunkan kepadatan beton, sekaligus memperbaiki beberapa sifat mekanisnya. Namun, jika tidak diolah dengan baik, penambahan plastik dapat mengurangi kekuatan tekan beton. Pengolahan limbah kantong plastik untuk digunakan dalam beton umumnya melibatkan penghancuran plastik menjadi serpihan atau agregat halus. Faris (2018) mengemukakan bahwa pengolahan yang tepat sangat penting untuk memastikan distribusi yang merata dalam campuran beton, yang pada gilirannya mempengaruhi kekuatan akhir beton. Ukuran partikel plastik juga berpengaruh pada sifat beton, di mana partikel yang lebih kecil cenderung lebih efektif dalam meningkatkan kekuatan beton.

Penelitian yang dilakukan oleh Fitri Junarti (2023) menunjukkan pengaruh substitusi limbah kantong plastik (HDPE) terhadap kuat tekan beton dengan metode *dry curing*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan variasi substitusi limbah kantong plastik sebesar 0,0% (normal), 0,50%, 0,70%, dan

0,90% berturut-turut adalah 15,12 MPa, 17,92 MPa, 15,55 MPa, dan 15,69 MPa. Penelitian ini menemukan bahwa nilai optimum substitusi limbah kantong plastik (HDPE) dalam campuran beton terjadi pada kadar 0,66% dengan kuat tekan sebesar 19,71 MPa. Berdasarkan temuan ini, penulis menyarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh substitusi limbah kantong plastik dalam campuran beton.

Berdasarkan kajian tersebut, terdapat peluang untuk melakukan penelitian mengenai perbandingan metode pelelehan dan tetesan limbah kantong plastik *high density polyethylene* (HDPE) sebagai substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton dengan perawatan basah, menggunakan variasi yang sama yaitu 0,00%, 0,50%, 0,70%, dan 0,90%. Pemilihan variasi 0,5%, 0,7%, dan 0,9% berupaya untuk menemukan titik keseimbangan antara penggunaan limbah kantong plastik sebagai substitusi agregat halus yang efektif tanpa mengurangi kekuatan beton secara signifikan, serta berkontribusi terhadap keberlanjutan lingkungan dalam sektor konstruksi. Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh metode pengolahan limbah kantong plastik (HDPE) sebagai agregat halus terhadap kualitas kuat tekan beton. Diharapkan, penelitian ini dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai pemanfaatan limbah kantong plastik dalam beton secara efektif, serta menemukan solusi yang tidak hanya mengurangi dampak limbah plastik terhadap lingkungan, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kualitas dan keberlanjutan dalam konstruksi beton.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh metode pelelehan dan tetesan limbah kantong plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai bahan substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton dengan variasi 0,00%, 0,50%, 0,70%, dan 0,90% pada pengujian umur 7 hari dengan perawatan basah?
2. Berapa perbandingan nilai optimum kuat tekan beton yang dihasilkan dari pelelehan dan tetesan limbah kantong plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai bahan substitusi agregat halus dari berat agregat halus berdasarkan variasi 0,00%, 0,50%, 0,70%, dan 0,90% ?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh metode pelelehan dan tetesan limbah kantong plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai bahan substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton dengan variasi 0,00%, 0,50%, 0,70%, dan 0,90% pada pengujian umur 7 hari dengan perawatan basah.
2. Membandingkan nilai optimum kuat tekan beton yang dihasilkan dari pelelehan dan tetesan limbah kantong plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai bahan substitusi agregat halus berdasarkan variasi 0,00%, 0,50%, 0,70%, dan 0,90%.

Adapun Manfaat dari penelitian ini, antara lain :

1. Secara Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan bagi dunia pendidikan atau sebagai bahan referensi penelitian, menambah dan membuka wawasan pengetahuan tentang perbandingan metode pelelehan dan tetesan limbah kantong plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai bahan substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton dengan perawatan basah.

2. Secara Praktis

- a. Penelitian ini diharapkan sebagai bahan pertimbangan dalam pembuatan beton.
- b. Memberikan sumbangan pemikiran bagi penelitian selanjutnya dan sebagai bahan referensi yang diharapkan dapat menambah wawasan pengetahuan bagi pembaca.
- c. Memberikan hasil tentang perbandingan metode pengolahan limbah kantong plastik *High Density Polyethylene* (HDPE) sebagai bahan substitusi agregat halus terhadap kuat tekan beton dengan metode *wet curing*.
- d. Menjadikan limbah kantong plastik sebagai limbah yang bermanfaat serta mengurangi dampak negatif bagi lingkungan.

1.4 Batasan Masalah

Untuk mencapai tujuan penelitian dan menguraikan rumusan masalah diatas, maka penelitian ini dilakukan dengan beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Penggunaan agregat kasar dan halus yang berasal dari daerah Gowa. Semen yang digunakan adalah *Portland Cement* (PC) tipe I yaitu semen tonasa.
2. Limbah kantong plastik *High Density Polyethylene* yang digunakan adalah limbah kantong plastik yang dikumpulkan dari berbagai penghasil limbah kantong plastik di kota Maros.
3. Standar pengujian pada penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI).
4. Rencana campuran beton menggunakan cara *Development Of Enviroment* (DOE).
5. Variasi substitusi limbah kantong plastik yang di gunakan untuk campuran agregat halus pada beton adalah 0,00%, 0,50%, 0,70%, dan 0,90%.
6. Penelitian ini menggunakan metode perawatan basah.
7. Pengujian kuat tekan beton dengan substitusi limbah kantong plastik HDPE menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM). Sampel silinder diameter 10 cm dan tinggi 20 cm sebanyak 21 buah dengan jumlah sampel beton masing-masing 3 buah untuk variasi umur 7 hari.
8. Penelitian dilakukan di Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan, Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Gowa.
9. Tidak membahas secara detail mengenai reaksi kimia yang terjadi pada campuran terhadap bahan-bahan yang digunakan.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan disusun agar pembahasan lebih terarah dan tetap menjurus pada pokok permasalahan dan kerangka isi. Dalam skripsi penelitian ini sistematika penulisan disusun dalam 4 (lima) bab yang secara berurutan menerangkan hal-hal sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan bab pendahuluan yang menguraikan tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan serta tinjauan pustaka teori yang mendukung. Pada bagian ini diharapkan akan diperoleh gambaran tentang betapa pentingnya penelitian ini dilakukan sehingga akan diperoleh data-data yang terkait dalam pencapaian tujuan penelitian.

BAB II METODE PENELITIAN

Bab ini menyajikan bahasan mengenai jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, jenis variabel dan data penelitian, instrumen penelitian, metode pengambilan data, metode analisis data serta kerangka kerja penelitian.

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil analisis perhitungan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian serta pembahasan dari hasil pengujian yang diperoleh. Bab ini menguraikan tentang pra rancangan, pengaruh perbandingan hasil kuat tekan beton limbah kantong plastik HDPE terhadap kuat tekan beton

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Merupakan bab penutup yang berisikan kesimpulan dari hasil analisis masalah dan disertai dengan saran-saran yang diusulkan.

1.6 Keaslian Penelitian

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan, penulis menemukan 4 judul penelitian tentang penggunaan material yang berkaitan dengan jenis plastik HDPE sebagai bahan substitusi agregat halus dalam pembuatan beton. Tabel perbandingan dengan penelitian terdahulu adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Perbandingan dengan penelitian

Judul Penelitian	Penulis	Tahun Penelitian	Uraian
Pengaruh Substitusi Limbah kantong plastik (HDPE) Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Metode Dry Curing	Fitri Junarti	2023	Penelitian ini dilakukan dengan variasi penambahan limbah kantong plastik HDPE yaitu 0.0% (normal), 0.50%, 0.70% dan 0.90% terhadap volume agregat halus. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penggantian sebagian agregat halus dengan limbah kantong plastik HDPE mampu meningkatkan nilai kuat tekan beton. Adapun nilai kuat tekan beton umur 28 hari dengan variasi substitusi limbah kantong plastik HDPE 0.0% (normal), 0.50%, 0.70% dan 0.90% berturut-turut sebesar 15.12 Mpa, 17.92 Mpa, 15.55 Mpa, dan 15.69 Mpa. Nilai optimum dicapai pada substitusi limbah kantong plastik HDPE pada campuran beton yaitu 0.66% dengan nilai 19.71 Mpa.
Analisis Pengaruh Penambahan Agregat Limbah kantong plastik PET Terhadap Kuat Tekan Beton	Masril Jefry Rizaldo	2021	Penelitian ini dilakukan dengan variasi penambahan limbah plastic PET yaitu 0%, 5%, dan 10% terhadap volume agregat halus. Dari hasil penelitian didapatkan kuat tekan pada variasi 0% sebesar 14,5 MPa, variasi 5% sebesar 14,14 MPa, dan variasi 10% sebesar 17,05 MPa. Dari pengujian tersebut masing-masing persentase yang dibuat mengalami penambahan kuat tekan seiring dengan persentase jumlah limbah plastic PET yang ditambahkan pada campuran beton.

Judul Penelitian	Penulis	Tahun Penelitian	Uraian
Pengaruh Efektifitas Penggunaan Serat Plastik <i>Polypropylene</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Normal	Fransisco Faldo Mahfuz Hudori	2021	Penelitian dilakukan dengan variasi campuran serat polypropylene yaitu 1%, 2%, dan 3%. Pada variasi 1% mengalami penurunan kuat tekan beton yakni 438,86 kg/cm ² . Sedangkan pada variasi 2% mengalami peningkatan yakni 505,70 kg/cm ² . Namun pada variasi 3% mengalami penurunan yakni 330,31 kg/cm ² .
Pengaruh Tambahan Limbah kantong plastik HDPE (<i>High Density Polyethylene</i>) Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu K.125	Sari Utama Dewi Rudi Purnomo	2016	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tambahan limbah plastic HDPE terhadap kuat tekan pada mutu beton K.125 dengan metode perawatan <i>Wet Curing</i> serta variasi penambahan plastic yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Dari hasil penelitian, pada variasi 10% dan 15% justru merusak/menurunkan kualitas beton. Tetapi pada variasi 5% justru selalu menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi dari beton normal (variasi 0%).

Judul Penelitian	Penulis	Tahun Penelitian	Uraian
Pengaruh Penggunaan serat HDPE Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Beton	Erwin Rommel Yunan Rusdianto Anita Kurniati	2014	Penelitian ini dilakukan dengan variasi penambahan serat HDPE yaitu 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10% dari volume campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat HDPE dapat meningkatkan nilai sisi kekuatan tarik. Ada tarik yang kuat disisi tingkat optimum dari 4% dengan kekuatan tarik 2,86 MPa meningkat sebesar 18% dari beton normal (0%) dengan kuat tarik 2,40 MPa.
Pengaruh Penambahan Limbah kantong plastik Jenis HDPE Pada Kuat Lentur Beton	Dantje A. T. Sina I Made Udiana Bernad D. Da Costa	2012	Berdasarkan hasil penelitian, nilai kuat lentur beton normal tanpa penambahan cacahan plastik (0%) sebesar 4,12 MPa, variasi (0,50%) sebesar 4,30 MPa meningkat 4,37% dari beton normal, sedangkan pada variasi (0,70%) kuat lentur beton sebesar 4,21 MPa meningkat 2,19% dari beton normal. Namun pada variasi (0,90%) kuat lentur beton sebesar 3,97 MPa menurun 3,64% dari beton normal.

1.7 Beton

Beton adalah bahan komposit yang terbuat dari campuran beberapa material, dengan bahan utama berupa semen, agregat halus, agregat kasar, air, dan, apabila diperlukan, bahan tambah lainnya, yang dicampurkan dalam perbandingan tertentu. Sebagai bahan komposit, kualitas beton sangat bergantung pada kualitas masing-masing material penyusunnya (Kardiyono Tjokrodimulyo, 2007). Untuk menghasilkan kuat tekan beton yang sesuai dengan perencanaan, diperlukan perancangan campuran (*mix design*) yang tepat untuk menentukan jumlah masing-masing bahan yang dibutuhkan. Selain itu, adukan beton harus diolah dengan cara yang memastikan homogenitas campuran dan kekentalan tertentu agar tidak terjadi segregasi. Selain perbandingan bahan, kekuatan beton juga dipengaruhi oleh kepadatan campuran tersebut. Semakin sedikit rongga udara dalam campuran beton, semakin tinggi pula kuat tekan beton yang dihasilkan.

Beton terdiri dari bahan-bahan penyusun seperti semen hidrolis (semen Portland), agregat kasar, agregat halus, air, serta bahan tambah (*admixture* atau *additive*) yang digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat beton. Untuk memahami perilaku campuran beton, sangat penting untuk mengetahui karakteristik masing-masing komponen penyusun beton. Pemilihan bahan dengan komposisi yang tepat akan menghasilkan beton yang efisien, memenuhi syarat kekuatan yang ditentukan, serta memenuhi persyaratan (*serviceability*), yaitu kemampuan beton untuk berfungsi secara handal dalam jangka panjang dengan mempertimbangkan aspek ekonomi (Mulyono, 2005).

Beton memiliki keunggulan terutama dalam hal berat, sehingga penggunaannya pada bangunan bertingkat tinggi (*high-rise building*) dapat mengurangi berat sendiri bangunan secara signifikan. Pengurangan berat ini berdampak langsung pada perhitungan desain pondasi, yang dapat direncanakan lebih efisien.

1. Kelebihan dari Beton, yaitu :

- a. Balok mudah dibentuk. Sehingga dapat dengan cepat dan akurat dipotong atau dibentuk untuk memenuhi tuntutan dekorasi gedung. Alat yang digunakan pun sederhana, cukup menggunakan alat pertukangan kayu.
- b. Karena ukurannya yang akurat tetapi mudah dibentuk, sehingga dapat meminimalkan sisa-sisa bahan bangunan yang tak terpakai.
- c. Mengurangi biaya struktur besi sloss atau penguat.
- d. Mengurangi biaya penguat atau pondasi
- e. Waktu pembangunan lebih pendek. Tukang yang mengerjakan lebih sedikit. Sehingga secara keseluruhan bisa lebih murah dan efisien
- f. Tahan panas dan api, karena berat jenisnya rendah.
- g. Kedap suara
- h. Tahan lama
- i. Anti jamur
- j. Tahan gempa
- k. Anti serangga
- l. Biaya perawatan yang sedikit, bangunan tak terlalu banyak mengalami perubahan atau renovasi hingga 20 tahun.
- m. Nyaman

- n. Aman, karena tidak mengalami rapuh, bengkok, berkarat, korosi.
- 2. Beton juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu :
 - a. Karena ukurannya yang besar, untuk ukuran yang tanggung, akan memakan waste yang cukup besar. Diperlukan keahlian tambahan untuk tukang yang akan memasangnya, karena dampaknya berakibat pada waste dan mutu pemasangan.
 - b. Perekat yang digunakan harus disesuaikan dengan ketentuan produsennya, umumnya adalah semen instan.
 - c. Harganya cenderung lebih mahal dari bata konvensional.

1.8 Karakteristik Beton

Jenis beton cukup beragam berdasarkan karakteristik yang dimiliki. Pada umumnya, beton dapat dibagi menjadi tiga kelas berdasarkan tingkat kepadatan dan kekuatan beton yang dihasilkan. Kelas beton ini juga didasarkan pada penggunaan jenis agregat ringan yang digunakan. Berikut ini beton dan jenis-jenisnya berdasarkan density atau kerapatan beton yang dihasilkan:

1. Jenis beton insulasi
 Beton ini memiliki kerapatan atau densitas antara 300 kg / m^3 hingga 800 kg / m^3 . Untuk kekuatan kompresi yang dimiliki yaitu berkisar antara 0,69 dan 6,89 MPa. Dengan karakter tersebut, maka beton isolasi banyak dimanfaatkan untuk menahan panas dan merupakan isolator yang baik. Peran ini disebut juga sebagai insulasi termal atau low density beton. Peran beton ini didukung dengan kapasitas konduktivitas termal di dalamnya yang rendah.
2. Beton dengan kekuatan sedang
 Beton dengan densitas sedang ini memiliki density antara 800 kg / m^3 hingga 1440 kg / m^3 . Beton jenis ini terbuat dari agregat buatan yang ringan seperti: terak, fly ash, lempung, batu tulis, agregat alami lainnya yang lembut, seperti batu apung, skoria dan tufa. Untuk beton dan jenis-jenisnya ini memiliki kekuatan tekan yang bervariasi, yaitu 6,89 hingga 17,24 MPa.
3. Beton struktural
 Beton jenis struktural memiliki densitas antara 1440 kg / m^3 hingga 1850 kg / m^3 . Beton ini sangat kuat dengan kuat tekan yang tinggi. Maka, untuk pembuatannya, beton jenis ini harus memakai material terbaik.

Beton dan jenis-jenisnya di atas adalah didasarkan pada densitas atau kerapatan beton. Sementara itu, ada beberapa cara untuk menghasilkan beton, yang bergantung pada ketersediaan rongga udara pada beton. Beton dan jenis-jenisnya sangat beragam. Bukan hanya bergantung dari bahan pembuatnya saja namun bisa pula berdasarkan kekuatan beton. Bagi yang ingin mencari jenis beton untuk keperluan konstruksi, maka akan lebih baik jika mencari tahu dengan detail, beton seperti apa yang dibutuhkan, karena masing-masing tipenya memiliki karakter yang berbeda hingga akan mempengaruhi fungsi dan kekuatan konstruksi.

Berikut ini jenis beton yang didasarkan pada kekuatannya yang dibagi menjadi 3 jenis:

- a. Beton Kelas I
 Inilah beton yang banyak dipakai untuk konstruksi non struktural. Implementasinya pada umumnya mudah dan tidak membutuhkan pengawasan khusus. Kontrol dan

pengawasan pada jenis beton ini ialah ditekankan pada kualitas bahan dan proses pembuatannya.

b. Beton Kelas II

Beton kelas II banyak digunakan untuk pekerjaan struktural. Karena cukup krusial, maka dalam implementasinya, harus disertai dengan pengalaman yang cukup. Tenaga kerja harus profesional dengan pengawasan kerja yang ketat agar benar dalam implementasinya. Biasanya para ahli akan mengawasi dalam aplikasi beton ini. Tidak lupa pula, untuk pembuatan beton dan jenis-jenisnya, khususnya beton jenis ini, dilakukan kontrol kualitas beton dan bahannya.

c. Beton Kelas III

Selanjutnya ada beton kelas III adalah beton yang khusus digunakan untuk pekerjaan struktural. Kualitas beton harus lebih tinggi dari K225. Untuk implementasinya membutuhkan keterampilan khusus dan dilakukan di bawah pengawasan para ahli. Diperlukan juga adanya peralatan lengkap dalam implementasi.

Kontrol kualitas beton inipun juga harus sangat serius dilakukan karena merupakan beton yang krusial untuk sebuah struktur. Itulah tadi beberapa jenis beton yang diperlukan dalam dunia konstruksi sesuai dengan kebutuhan. Untuk beton sendiri merupakan suatu kebutuhan yang cukup krusial dalam sebuah konstruksi. Untuk memastikan kualitas beton dan jenis-jenisnya, maka dilakukan uji kekuatan beton pada umur tertentu. Hasilnya harus memenuhi standar yang dipersyaratkan.

Bahan beton tidak jauh berbeda dari beton pada umumnya. Hasil dari beton didapat dari pencampuran bahan-bahan agregat halus dan kasar, seperti pasir, kerikil/ batu apung. Campuran ditambahkan dengan semen dan air agar mampu melekat sempurna. Penambahan ini membantu proses pengerasan beton.

Untuk lebih jelasnya, berikut penjabaran masing-masing karakteristik beton di atas:

1. Kuat tekan

Kuat tekan disebut pula dengan istilah *Compressive Strength*. Tahap ini memakai mesin uji tekan. Caranya dengan memberikan beban pada beton hingga beton tersebut runtuh dan hancur. Kuat tekan inilah yang menunjukkan kekuatan maksimum yang mampu dihasilkan oleh beton.

2. Permeabilitas beton

Pada beton dan jenis-jenisnya perlu pula diukur permeabilitasnya. Permeabilitas ialah kemampuan pori-pori pada beton untuk bisa dilalui oleh air. Uji permeabilitas berguna untuk mengetahui pengaruh dari variasi semen dan agregat yang dipakai dalam pembuatan beton. Semuanya bermanfaat untuk mengetahui daya serap, saluran kapiler, dan juga ketahanan beton terhadap pembekuan dan daya angkatnya.

3. Densitas

Densitas berguna untuk mengukur kepadatan beton. Untuk mengukurnya maka memakai perbandingan massa dan juga volume material yang diukur. Metode Archimedes sering dipakai dalam proses penghitungan ini.

4. Absorbs atau daya serap air

Proses untuk mengetahui karakteristik beton dan jenis-jenisnya ini sangat penting. Secara singkat, daya serap air ini menggambarkan kemampuan untuk menyerap air

ketika beton tersebut direndam ke dalam air. Pengukuran selsai ketika sudah memasuki massa jenuh atau ketika beton sudah tidak bisa menyerap air lagi.

1.9 Material Penyusun Beton

Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 4%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75% . Pencampuran bahan – bahan tersebut menghasilkan suatu adukan yang mudah dicetak sesuai dengan bentuk yang diinginkan, karena adanya hidrasi semen oleh air maka adukan tersebut akan mengeras dan mempunyai kekuatan untuk memikul beban.

Penggunaan material lain yang memiliki berat jenis ringan dalam campuran beton akan mengurangi berat beton secara keseluruhan. Adapun material penyusun beton yang digunakan pada penelitian ini yakni Semen PCC, agregat kasar dan halus, air, serta limbah kantong plastik dengan perbandingan variasi yakni 0.00%, 0.50%, 0.70%, dan 0.90% terhadap berat pasir.

a. Semen Portland Komposit

Semen adalah suatu jenis bahan yang memiliki sifat adhesi (*adhesive*) dan kohesif (*cohesive*) yang memungkinkan melekatnya fragmen-fragmen mineral menjadi suatu massa yang padat. Semen portland komposit merupakan bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gipsum dengan satu atau lebih bahan anorganik. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), *pozolan*, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6-35% dari massa semen portland komposit. Semen portland komposit dikategorikan sebagai semen ramah lingkungan dan digunakan untuk hampir semua jenis konstruksi.

Tabel 2 Komposisi Kimia Semen

Oksida	Komposisi (%)
Kapur (CaO)	65
Silika (SiO ₂)	20
Alumina (Al ₂ O ₃)	5
Besi (Fe ₂ O ₃)	3,7
Magnesia (MgO)	0,97
Sulfur (SO ₃)	2.16
Potash (Na ₂ O + K ₂ O)	0,8

Sumber: Parthasarathi, 2017

Berdasarkan SNI S-041989-F semen Portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan pemakaiannya, yaitu :

1. Tipe I

Semen Portland untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

2. Tipe II

Semen Portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.

3. Tipe III

Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.

4. Tipe IV

Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.

5. Tipe V

Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

Tabel 3 Jenis-jenis Semen Portland dengan Sifat-sifatnya

Tipe semen	Sifat pemakaian	Kadar senyawa (%)				Kehalusan blaine (m ² /kg)	Kuat 1 hari (kg/cm ²)	Panas hidrasi (J/g)
		C3S	C2S	C3A	C3AF			
I	Umum	50	24	11	8	350	1000	330
II	Modifikasi	42	33	5	13	350	900	250
III	Kekuatan awal tinggi	60	13	9	8	450	2000	500
IV	Panas hidrasi rendah	25	50	5	12	300	450	210
V	Tahan sulfat	40	40	9	9	350	900	250

Sumber : Nugraha, P dan Antoni, 2007

b. Agregat

Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*), dan ekonomis. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Agregat yang baik dalam pembuatan beton harus memenuhi persyaratan, yaitu (PBI, 1971) :

1. Harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 % untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar.
3. Tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang reaktif alkali, dan
4. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.

a). Agregat Halus

Dalam penelitian ini digunakan agregat halus yang berasal dari Sungai Jeneberang, Sulawesi Selatan. Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Ukurannya bervariasi antara No. 4 dan No. 100 saringan standar Amerika.

Agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 jenis (Wuryati Samekto 2001:16) yaitu :

a. Pasir Galian

Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pada umumnya pasir jenis ini tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.

b. Pasir Sungai

Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat proses gesekan yang terjadi sehingga daya lekat antar butir menjadi agak kurang baik.

c. Pasir Laut

Pasir laut adalah pasir yang diperoleh dari pantai. Bentuk butiran halus dan bulat, karena proses gesekan. Pasir jenis ini banyak mengandung garam, oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan. Garam yang ada dalam pasir ini menyerap kandungan air dalam udara, sehingga mengakibatkan pasir selalu agak basah, dan juga menyebabkan pengembangan setelah bangunan selesai dibangun.

Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 100 atau bahan-bahan lain yang dapat merusak campuran beton. Agregat halus merupakan pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. (SK SNI 03-2847-2002). Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi ASTM C-33, yaitu:

- Mempunyai butiran yang halus.
- Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
- Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5%. Untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.
- Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama)

Tabel 4 Batas Gradasi Agregat Halus

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butiran yang Lewat Ayakan			
	Zona I (Pasir Kasar)	Zona II (Pasir Agak Kasar)	Zona III Pasir Agak Halus)	Zona IV (Pasir Halus)
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	90-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	5-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Sumber : SK SNI 03-2847-2002.

b). Agregat Kasar

Dalam penelitian ini digunakan agregat kasar yang berasal dari Sungai Jeneberang, Sulawesi Selatan dengan ukuran diameter maksimum 20 mm. Agregat kasar diperoleh dari alam dan juga dari proses memecah batu alam. Agregat alami dapat diklasifikasikan ke dalam sejarah terbentuknya peristiwa geologi, yaitu agregat beku, agregat sediment dan agregat metamorf, yang kemudian dibagi menjadi kelompok-kelompok yang lebih kecil. Agregat pecahan diperoleh dengan memecah batu menjadi berukuran butiran sesuai yang diinginkan dengan cara meledakan, memecah, menyaring dan seterusnya. Agregat disebut agregat kasar apabila ukurannya sudah melebihi $\frac{1}{4}$ in (6 mm).

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen.

Tabel 5 Batas Gradasi Agregat Kasar

Lubang ayakan (mm)	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan		
	4,8-38	4,8-19	4,8-9,6
38	95-100	100	100
19	35-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Sumber : SNI 03-2834-1993

c. Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton. Berfungsi untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Pada umumnya air minum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula atau bahan kimia lainnya, bila dipakai untuk campuran beton akan sangat menurunkan kekuatannya dan dapat juga mengubah sifat-sifat semen. Selain itu air yang demikian dapat mengurangi afinitas antara agregat dengan pasta semen dan mungkin pula mempengaruhi kemudahan pengerjaan. (Nawy 1998 : 12).

Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor di bawah ini :

1. Ukuran agregat maksimum : diameter membesar, maka kebutuhan air menurun.
2. Bentuk butir : bentuk bulat, maka kebutuhan air menurun (batu pecah perlu banyak air).
3. Gradasi agregat : gradasi baik, maka kebutuhan air menurun untuk kelecakan yang sama.
4. Kotoran dalam agregat : makin banyak silt, tanah liat dan lumpur, maka kebutuhan air meningkat.
5. Jumlah agregat halus (dibandingkan agregat kasar) : agregat halus lebih sedikit, maka kebutuhan air menurun. (Paul Nugraha 2007:74).

Adapun air yang digunakan pada penelitian ini adalah air PDAM yang berada di Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan, Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa.

1.10 Plastik HDPE (Kantong Plastik)

Plastik telah menjadi bahan yang sangat penting dalam kehidupan manusia, terutama dalam penggunaannya sebagai bahan pengemas. Keunggulan plastik dibandingkan bahan pengemas lainnya, seperti gelas atau logam, antara lain terletak pada massa yang lebih ringan. Beberapa jenis plastik yang umum digunakan dalam industri pengemasan meliputi *tereftalat*, *polipropilen*, *polistiren*, dan *polietilen* (PE). Di antara jenis-jenis plastik tersebut, *polietilen* (PE) merupakan jenis plastik yang paling banyak dikonsumsi di dunia, dengan produksi tahunan mencapai 140 juta ton (Clarinsa dan Sutoyo, 2021).

Polyethylene (PE) adalah polimer yang termasuk dalam kelompok *polyolefin*, yang dihasilkan melalui *polimerisasi etilena* ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$). PE umumnya dibagi menjadi tiga golongan, yaitu *low density polyethylene* (LDPE), *medium density polyethylene* (MDPE), dan *high density polyethylene* (HDPE). HDPE adalah jenis PE yang memiliki struktur molekul lebih padat dibandingkan dengan LDPE dan MDPE. HDPE memiliki massa yang lebih berat, lebih kuat, dan lebih keras daripada LDPE, dengan kerapatan massa yang berkisar antara 0,93 hingga 0,97 g/cm³. Meskipun kerapatan massa HDPE hanya sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan MDPE dan LDPE, HDPE memiliki sedikit percabangan pada struktur molekulnya, yang memberikan kekuatan tarik antar molekul yang jauh lebih kuat daripada LDPE. HDPE juga memiliki ketahanan terhadap suhu yang lebih tinggi, mampu menahan suhu hingga 120°C (248°F) dalam jangka pendek, dan 110°C (230°F) untuk penggunaan jangka panjang.

Karena keunggulan-keunggulannya tersebut, HDPE banyak digunakan dalam produksi tas belanja sekali pakai. HDPE adalah polietilena termoplastik yang dihasilkan dari minyak bumi. Menurut Haryana (2008), HDPE memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap suhu tinggi (hingga 120°C), serta tahan terhadap berbagai bahan kimia, sehingga memiliki beragam aplikasi, antara lain dalam kemasan deterjen, kemasan susu, tangki bahan bakar, kayu plastik, meja lipat, kursi lipat, kantong plastik, wadah pengangkut bahan kimia, sistem perpipaan untuk transfer panas bumi, pipa gas alam, pipa air, pembungkus kabel, dan papan luncur salju. Meskipun bukan satu-satunya jenis plastik yang tahan korosi, HDPE unggul dibandingkan produk plastik lainnya dalam hal ketahanan terhadap elemen-elemen lingkungan. Plastik ini dapat bertahan terhadap cuaca ekstrem, hujan, kelembapan, serta pengaruh bahan kimia seperti asam, basa, detergen, dan cairan pembersih. Kepadatan materialnya juga membuat HDPE tahan terhadap penetrasi cairan, sehingga tidak mudah meresap atau tembus. Berikut contoh material kantong plastik HDPE sebagai berikut :



Gambar 1 Kantong Plastik HDPE

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Henry Miller (2006) tentang penggunaan limbah kantong plastik sebagai pengganti bahan baku beton, dapat diketahui bahwa limbah kantong plastik dapat digunakan sebagai bahan alternatif campuran beton tanpa efek yang merugikan. Menurut Van Vlack, (1995) karakteristik HDPE adalah sebagai berikut :

Tabel 6 Karakteristik Plastik HDPE

Karakteristik	Unit	Nilai
1. Berat Jenis	g/cm^3	0.96
2. Kritisinitas	v/o	-50
3. Muai Panas	$^{\circ}C^{-1}$	120×10^{-6}
4. Daya Hantar Panas	$(watt/m^2)$ $(^{\circ}C/M)$	0.52
5. Kekuatan Tarik	Mpa	20-40
6. Modulus Young	Mpa	400-1200
7. Ketahanan panas terhadap pemakaian terus-menerus	$^{\circ}C$	80-120
8. Daya hantar 10 menit	$^{\circ}C$	120-125

Sumber : Arman Setiawan, 2011

Berikut beberapa kelebihan dari plastik jenis HDPE dalam hal ini kantong plastik adalah:

- 1) HDPE memiliki ketahanan yang sangat baik terhadap sebagian besar bahan kimia hidup dan industri. Ini dapat menahan korosi dan pembubaran oksidankuat, garam asam-basa dan pelarut organik.
- 2) HDPE adalah non-higroskopis dan memiliki sifat uap tahan air yang baik, yang dapat digunakan untuk kelembaban-bukti dan anti-rembesan atau kemasan.
- 3) HDPE memiliki kinerja listrik yang baik, terutama kekuatan dielektrik isolasi tinggi, sehingga cocok untuk kawat dan kabel. Nilai berat molekul sedang hingga tinggi memiliki ketahanan dampak yang sangat baik pada suhu kamar dan bahkan pada suhu rendah -40f.
- 4) HDPE memiliki kemampuan mesin yang baik dan penyegelan panas.
- 5) HDPE memiliki sifat seperti kertas, persegi dan terbuka yang tinggi, dan 4-5 kali lebih keras dari film LDPE. Kekerasan permukaannya, kekuatan tarik, kekakuan dan kekuatan mekanis lainnya dekat dengan PP, dari ketangguhan PP.
- 6) HDPE tidak beracun dan tidak berbau. Ini juga dapat digunakan dalam bahan kemasan seperti makanan, pakaian dan pakaian rajut.

Selain memiliki kelebihan plastik HDPE juga memiliki beberapa kekurangan antara lain sebagai berikut:

- 1) Sifat ketahanan terhadap penuaan dan tekanan lingkungan tidak sebaik LDPE, terutama kinerjanya akan berkurang karena oksidasi termal. Oleh karena itu, polietilen densitas tinggi ditambahkan dengan anti oksidan dan penyerap uv untuk meningkatkan kekurangannya saat membuat lembaran plastik.
- 2) Transparansi rendah HDPE, penghalang buruk untuk oksigen dan gas lainnya.
- 3) Sulit untuk mencetak. Selama pencetakan, pelepasan permukaan harus dilakukan.

1.11 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2005).

Rumus yang digunakan untuk mencari kuat tekan beton adalah :

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Dimana :

f_c = kuat tekan beton (MPa)

P = beban tekan (N)

A = luas penampang benda uji (mm²)

Kekuatan beton yang sebenarnya tidak sama dengan kekuatan yang diukur saat pengujian dilakukan. Kuat tekan ini sendiri dipengaruhi oleh:

1. Efek dari jenis dan jumlah semen

Semakin banyak jumlah semen yang terdapat dalam campuran, maka kuat tekan beton akan semakin tinggi.

2. Efek dari agregat

Kekuatan beton meningkat seiring peningkatan dari modulus kehalusan dari agregat halus, yang menggambarkan ukuran dari agregatnya. Agregat kasar dengan tekstur permukaannya yang kasar serta bersudut seperti granit dan kapur dapat meningkatkan kekuatan beton sampai 20% disbanding dengan menggunakan batu kali dengan rasio air-semen yang sama

3. Efek dari rasio air-semen

Rasio air-semen adalah perbandingan antara berat air dan semen dalam campuran beton. Kekuatan optimum dapat dicapai bila jumlah air campuran cukup untuk proses hidrasi, namun ketika kadar air meningkat, dengan jumlah semen yang tetap, maka rongga yang ada semakin besar dan kuat tekannya akan menurun.

4. Pengaruh rongga udara (*void*)

Peningkatan kandungan air akan meningkatkan *void* dalam beton sehingga daya tahan, impermeabilitas dan kuat tekan menjadi berkurang.

5. Keuntungan dari *curing*

Beton memiliki kekuatan yang semakin besar seiring dengan waktu dan curing yang baik. *Curing* yang baik dapat menjaga kelembaban suhu serta mengontrol hidrasi dari beton.

Hubungan antara umur dan kekuatan tekan beton menurut PBI-1971 adalah sebagai berikut:

Tabel 7 Hubungan antara Umur dan Kuat Tekan Beton

Umur	Kuat Tekan Beton (%)
3	40
7	65
14	88
21	95
28	100
90	120
365	135

Nilai uji tekan yang diperoleh dari setiap benda uji akan sering berbeda cukup jauh karena beton merupakan material heterogen, yang kekuatannya dipengaruhi oleh proporsi campuran, bentuk dan ukuran, komposisi material pembentuk beton, perbandingan air semen dan kepadatan, umur beton, jenis dan jumlah semen, sifat semen, kecepatan pembebanan serta kondisi pada saat pengujian.

Tabel 8 Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur

Umur Beton (Hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland Biasa	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35
Semen Portland dengan kekuatan awal yang tinggi	0.55	0.75	0.90	0.95	1.00	1.15	1.20

Sumber : Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971:34)

1.12 Mutu Beton

Mutu beton selalu digambarkan sebagai nilai kuat tekan beton. Untuk pembangunan Gedung dan bangunan infrastruktur kadang diperlukan beton dengan spesifikasi yang ditentukan oleh konsultan perencanaan struktur. Satuan mutu beton terdiri atas K, f'c dan lain-lain, tetapi di Indonesia yang sering digunakan pada umumnya adalah K (Karakteristik). Mutu beton K ini menyatakan kuat tekan karakteristik minimum, misalnya mutu beton K250, maka kuat tekan karakteristik minimum beton tersebut adalah 250 kg/cm². Pada (Peraturan Beton Indonesia, Tahun 1971), jika benda uji atau sampelnya berbentuk kubus maka kekuatannya dinyatakan dengan K. Sedangkan mutu beton f'c misalnya beton dengan f'c 25. Hal ini menunjukkan bahwa beton memiliki kuat tekan minimum sebesar 25 MPa. Satuan ini untuk mengatur kekuatan benda uji atau sampelnya berbentuk silinder.

Adapun rumus untuk mengkonversi satuan-satuan tersebut, yakni :

$$\text{Mutu beton K ke f'c} \quad (2)$$

$$f'c = K \times 0,083$$

$$\text{Mutu beton f'c ke K} \quad (3)$$

$$K = f'c / 0,083$$

Keterangan :

f'c : Kuat Tekan (MPa)

K : Kuat Tekan (Kg/cm²)

1.13 Wet curing

Perawatan basah atau *wet curing* adalah metode perawatan beton yang bertujuan untuk menjaga kelembapan beton setelah proses pencetakan. Metode ini sangat penting karena beton membutuhkan kelembapan yang cukup untuk proses hidrasi semen, yang akan mempengaruhi kekuatan dan daya tahan beton. Tanpa proses *curing*

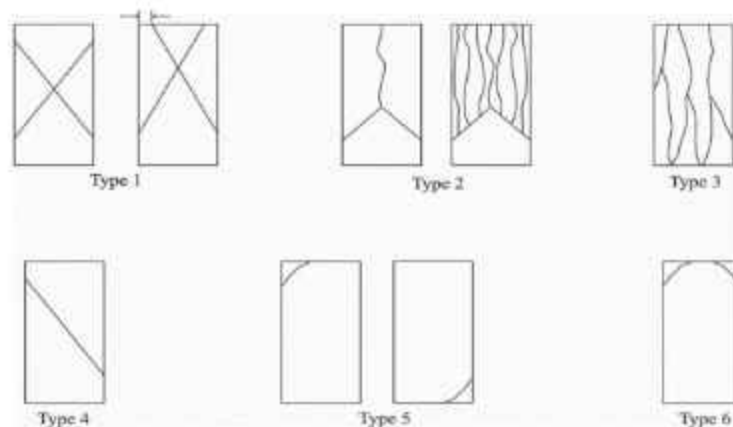
yang baik, beton berpotensi mengalami kerusakan seperti retak. Berikut beberapa manfaat perawatan basah sebagai berikut :

1. Mencegah Retak: Dengan menjaga kelembapan, *wet curing* membantu mencegah retak pada permukaan beton akibat penguapan air yang cepat.
2. Meningkatkan Kekuatan: Kelembapan yang konsisten selama proses hidrasi membantu meningkatkan kekuatan dan kepadatan beton.
3. Mengurangi Permeabilitas: *Wet curing* dapat membantu mengurangi permeabilitas beton, yang membuatnya lebih tahan terhadap air dan zat kimia.

1.14 Pola Retak Beton

Jenis pola retak dalam ASTM C39/C39M-14 *Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens* tahun 2014 terbagi atas beberapa tipe, yaitu sebagai berikut:

1. Pola retak kerucut (*cone*)
2. Pola retak kerucut dan belah (*cone and split*)
3. Pola retak memanjang (*columnar*)
4. Pola retak geser (*diagonal*)
5. Pola retak sisi atas dan bawah (*side fractures at top and bottom*)
6. Pola retak sama tipe 5 tetapi dengan retak sisi atas pada titik tengah (*similiar to type 5 but end of cylinder is pointed*)



Gambar 2 Pola Retak

Sumber: ASTM C39/C39M-14

1.15 Penelitian Terdahulu Yang Relevan

Tabel 9 Penelitian Yang Terdahulu

Judul Penelitian	Penulis	Tahun Penelitian	Uraian
Pengaruh Substitusi Limbah kantong plastik (HDPE) Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Metode Dry Curing	Fitri Junarti	2023	Penelitian ini dilakukan dengan variasi penambahan limbah kantong plastik HDPE yaitu 0.0% (normal), 0.50%, 0.70% dan 0.90% terhadap volume agregat halus. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penggantian sebagian agregat halus dengan limbah kantong plastik HDPE mampu meningkatkan nilai kuat tekan beton. Adapun nilai kuat tekan beton umur 28 hari dengan variasi substitusi limbah kantong plastik HDPE 0.0% (normal), 0.50%, 0.70% dan 0.90% berturut-turut sebesar 15.12 Mpa, 17.92 Mpa, 15.55 Mpa, dan 15.69 Mpa. Nilai optimum dicapai pada substitusi limbah kantong plastik HDPE pada campuran beton yaitu 0.66% dengan nilai 19.71 Mpa.
Analisis Pengaruh Penambahan Agregat Limbah kantong plastik PET Terhadap Kuat Tekan Beton	Masril Jefry Rizaldo	2021	Penelitian ini dilakukan dengan variasi penambahan limbah plastic PET yaitu 0%, 5%, dan 10% terhadap volume agregat halus. Dari hasil penelitian didapatkan kuat tekan pada variasi 0% sebesar 14,5 MPa, variasi 5% sebesar 14,14 MPa, dan variasi 10% sebesar 17,05 MPa. Dari pengujian tersebut masing-masing persentase yang dibuat mengalami penambahan kuat tekan seiring dengan persentase jumlah limbah plastic PET yang ditambahkan pada campuran beton.

Judul Penelitian	Penulis	Tahun Penelitian	Uraian
Pengaruh Efektifitas Penggunaan Serat Plastik <i>Polypropylene</i> Terhadap Kuat Tekan Beton Normal	Fransisco Faldo Mahfuz Hudori	2021	Penelitian dilakukan dengan variasi campuran serat polypropylene yaitu 1%, 2%, dan 3%. Pada variasi 1% mengalami penurunan kuat tekan beton yakni 438,86 kg/cm ² . Sedangkan pada variasi 2% mengalami peningkatan yakni 505,70 kg/cm ² . Namun pada variasi 3% mengalami penurunan yakni 330,31 kg/cm ² .
Pengaruh Tambahan Limbah kantong plastik HDPE (<i>High Density Polyethylene</i>) Terhadap Kuat Tekan Beton Pada Mutu K.125	Sari Utama Dewi Rudi Purnomo	2016	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tambahan limbah plastic HDPE terhadap kuat tekan pada mutu beton K.125 dengan metode perawatan <i>Wet Curing</i> serta variasi penambahan plastic yaitu 0%, 5%, 10%, dan 15%. Dari hasil penelitian, pada variasi 10% dan 15% justru merusak/menurunkan kualitas beton. Tetapi pada variasi 5% justru selalu menghasilkan nilai kuat tekan lebih tinggi dari beton normal (variasi 0%).

Judul Penelitian	Penulis	Tahun Penelitian	Uraian
Pengaruh Penggunaan serat HDPE Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Beton	Erwin Rommel Yunan Rusdianto Anita Kurniati	2014	Penelitian ini dilakukan dengan variasi penambahan serat HDPE yaitu 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, 7%, 8%, 9%, dan 10% dari volume campuran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat HDPE dapat meningkatkan nilai sisi kekuatan tarik. Ada tarik yang kuat disisi tingkat optimum dari 4% dengan kekuatan tarik 2,86 MPa meningkat sebesar 18% dari beton normal (0%) dengan kuat tarik 2,40 MPa.
Pengaruh Penambahan Limbah kantong plastik Jenis HDPE Pada Kuat Lentur Beton	Dantje A. T. Sina I Made Udiana Bernad D. Da Costa	2012	Berdasarkan hasil penelitian, nilai kuat lentur beton normal tanpa penambahan cacahan plastik (0%) sebesar 4,12 MPa, variasi (0,50%) sebesar 4,30 MPa meningkat 4,37% dari beton normal, sedangkan pada variasi (0,70%) kuat lentur beton sebesar 4,21 MPa meningkat 2,19% dari beton normal. Namun pada variasi (0,90%) kuat lentur beton sebesar 3,97 MPa menurun 3,64% dari beton normal.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian menggunakan penelitian kuantitatif dengan metode eksperimental Penelitian kuantitatif. Menurut wikipedia (2011) adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya. Proses pengukuran adalah bagian yang sentral dalam penelitian kuantitatif karena hal ini memberikan hubungan yang fundamental antara pengamatan empiris dan ekspresi matematis dari hubungan-hubungan kuantitatif. Tujuan penelitian eksperimen adalah untuk meneliti kemungkinan sebab akibat dengan mengenakan satu atau lebih kondisi perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimen dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok control yang tidak diberi perlakuan.

Eksperimental yang dilakukan adalah mensubstitusi limbah kantong plastik dengan beberapa variasi pada campuran beton. Dari hasil pengamatan dan perencanaan campuran, diharapkan dapat diketahui pengaruh substitusi limbah kantong plastik terhadap kuat tekan beton dengan perawatan basah.

2.2 Lokasi Dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan, Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Waktu penelitian dilakukan kurang lebih 3 bulan.

2.3 Variabel Penelitian

Variabel adalah segala sesuatu yang akan menjadi objek pengamatan penelitian. Variabel juga dapat diartikan sebagai faktor-faktor yang berperan penting dalam peristiwa atas gejala yang akan diteliti. Penelitian ini menggunakan 3 variabel dalam menganalisis yang tercantum pada tabel dibawah ini :

Tabel 10 Variabel Penelitian

Variabel Terikat	Kuat tekan
Variabel Bebas	Usia pengujian beton 7 hari Persentase substitusi Limbah kantong plastik pelelehan dan tetesan (0,00, 0,50, 0,70, dan 0,90) % dari berat agregat halus (Pasir) Metode perawatan <i>wet curing</i>
Variabel Kontrol	Campuran material beton (air, semen, dan agregat halus (pasir), dan agregat kasar (kerikil))

Tabel 11 Jumlah Benda Uji

Variasi Persentasi Beton	Sampel Normal	Sampel Pelelehan	Sampel Tetesan	Total Jumlah
0.00%	3	-	-	3
0.50%	-	3	3	6
0.70%	-	3	3	6
0.90%	-	3	3	6
Total				21

Tabel 12 Coding Benda Uji Dalam Penelitian

Variasi Bahan Tambah	Jumlah Sampel/ Benda Uji	Simbol Benda Uji	
		Hari ke-7	
0.00%	3	S1-0-7	
		S2-0-7	
		S3-0-7	
0.50%	6	X-S1-0,5-7	Y-S1-0,5-7
		X-S2-0,5-7	Y-S2-0,5-7
		X-S3-0,5-7	Y-S3-0,5-7
0.70%	6	X-S1-0,7-7	Y-S1-0,7-7
		X-S2-0,7-7	Y-S2-0,7-7
		X-S3-0,7-7	Y-S3-0,7-7
0.90%	6	X-S1-0,9-7	Y-S1-0,9-7
		X-S2-0,9-7	Y-S2-0,9-7
		X-S3-0,9-7	Y-S3-0,9-7
Jumlah Benda Uji : 21			

Keterangan :

X : Variasi pelelehan

Y : Variasi tetesan

S : Sampel/Benda uji

7 : Pengujian kuat tekan benda uji pada umur beton 7 hari

2.4 Sumber Data

Sumber data adalah segala sesuatu yang dapat memberikan informasi mengenai data. Berdasarkan sumbernya, data di bedakan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder

- Data primer adalah data empiris yang diperoleh langsung dari laboratorium, yaitu pemeriksaan bahan campuran (karakteristik semen), pengujian karakteristik campuran beton

- b. Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui studi kepustakaan berupa buku, jurnal, dan penelitian yang akurat serta relevan dengan bahan kajian.

2.5 Metode Pengolahan Limbah Kantong Plastik

a. Metode Pelelehan

1. Limbah kantong plastik dibersihkan sampai tidak ada lagi kotoran-kotoran yang menempel.
2. Plastik yang telah dicuci dikeringkan di bawah terik matahari langsung.
3. Melelehkan dengan cara membakar limbah kantong plastik
4. Hasil lelehan limbah kantong plastik itu dibentuk menjadi bongkahan- bongkahan plastik.
5. Bongkahan-bongkahan plastik itu didinginkan pada udara terbuka hingga mengeras.
6. Bongkahan plastik yang sudah mengeras dipecahkan hingga didapat pecahan-pecahan yang bentuknya menyerupai agregat halus (pasir).

b. Metode Tetesan

1. Limbah kantong plastik dibersihkan sampai tidak ada lagi kotoran-kotoran yang menempel.
2. Plastik yang telah dicuci dikeringkan di bawah terik matahari langsung.
3. Pembakaran limbah kantong plastik sampai meleleh. Lelehan tersebut kemudian ditetaskan pada wadah yang telah berisi air
4. Hasil pendinginan tetesan limbah kantong plastik itu membentuk sebuah butiran plastik kecil.
5. Butiran plastik yang sudah mengeras lalu disaring sesuai agregat halus (pasir).

2.6 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan metode atau cara yang digunakan untuk memperoleh data yang diperlukan bagi suatu penelitian. Untuk mendapatkan data penelitian, peneliti melakukan uji eksperimen kuat tekan beton dengan penambahan variasi limbah kantong plastik yang dilakukan di laboratorium.

2.7 Teknik Analisa Data

Tahapan pertama saat menganalisa data adalah menganalisa hasil uji fisis agregat. Setelah analisa hasil uji fisis, peneliti akan memulai pencampuran beton dengan persentase yang bervariasi. Setelah beton dicampur, peneliti akan menguji nilai slump pada beton sebelum beton dicor dan peninjauan terhadap beton selama 1 kali di hari ke-7. Kuat tekan beton akan diuji selama masa peninjauan untuk menemukan kuat tekan optimum, mutu beton, dan persentase kenaikan. Data yang telah didapat akan dikelola dan dikonversikan oleh peneliti berdasarkan standar-standar yang berlaku sebelum penarikan kesimpulan. Hasil pengujian akan digambarkan dalam tabel dan grafik.

2.8 Alat dan Bahan Penelitian

a. Alat Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat-alat yang tersedia di Laboratorium Material, Struktur, dan Konstruksi Bangunan, Departemen Arsitektur, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin. Alat-alat yang digunakan adalah:

1. Cetakan Benda Uji
Cetakan yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm untuk pembuatan sampel beton yang akan diuji kuat tekan.
2. Ayakan
Ayakan baja yang digunakan berdasarkan ASTM. Bentuk ayakan lingkaran dengan ukuran yang digunakan untuk agregat kasar yaitu 37.50mm, 19.00mm, 9.50mm, 4.75mm, dan pan. Sedangkan untuk ayakan agregat halus yaitu 2.36mm, 0.60mm, 0.30mm, 0.15 mm, 0.075mm, dan pan.
3. Mesin Penggetar Ayakan (siver)
Mesin ini digunakan sebagaiudukan sekaligus penggetar ayakan untuk memudahkan pekerjaan.
4. Timbangan
Timbangan digunakan untuk mengukur bahan susun adukan.
5. Gelas Ukur
Gelas ukur digunakan untuk mengukur banyaknya air yang digunakan pada pembuatan beton
6. Kerucut Abrams
7. Kerucut Abrams dari baja digunakan untuk mengukur nilai slump adukan beton
8. Oven
Oven digunakan untuk mengeringkan agregat halus, agregat kasar, dan material lainnya. Oven digunakan untuk pengujian kadar air, kadar lumpur, uji gradasi, berat jenis, dan penyerapan benda uji.
9. Mesin Pencampur Bahan (Molen/mixer)
Mesin Pencampur Bahan ini digunakan untuk pencampuran pada saat pembuatan benda uji.
10. Mesin Pengaduk (*Electric Mixer*)
Mesin pengaduk (*Electric Mixer*) adalah mesin pengaduk yang digerakkan menggunakan tangan. Alat ini berfungsi untuk mengaduk bahan tambah agar tercampur secara merata dalam beton segar yang telah dicampur secara *homogeny* dalam mesin molen.
11. Universal Testing Machine
Universal Testing Machine digunakan untuk pengujian kuat tekan benda uji beton.
12. Peralatan Penunjang
Selama proses pembuatan benda uji digunakan beberapa alat penunjang diantaranya adalah ember, sendok semen, mistar, palu dan container.

b. Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan yang terdiri dari:

1. Semen Portland

Penelitian ini menggunakan semen portland tipe 1 merek Semen Tonasa dengan satuan 40 kg/sak.

2. Agregat Halus

Dalam penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir yang berasal dari daerah Gowa, Sulawesi Selatan.

3. Agregat Kasar

Agregat Kasar yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan kerikil yang berasal dari daerah Gowa, Sulawesi Selatan.

4. Air

Air yang digunakan adalah air yang bersih, tidak mengandung lumpur, minyak, dan tidak mengandung garam dan zat-zat lain yang dapat larut dan dapat merusak beton. Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboratorium Bahan, Konstruksi, dan Struktur Bangunan Departemen Arsitektur Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa.

5. Limbah Kantong Plastik

Limbah kantong plastik yang digunakan adalah limbah yang telah di bersihkan yang berasal dari daerah Maros.

2.9 Tahap dan Prosedur Penelitian

a. Tahap Persiapan

Pada tahap ini seluruh bahan dan peralatan yang dibutuhkan dalam penelitian di persiapkan terlebih dahulu agar penelitian dapat berjalan dengan lancar yakni menyiapkan agregat halus, agregat kasar, dan semen serta menyiapkan bahan substitusi pada penelitian ini yaitu limbah kantong plastik.

b. Tahap Mengolah Limbah kantong plastik

Adapun langkah-langkah untuk membuat agregat halus dari limbah kantong plastik :

- 1). Limbah kantong plastik dibersihkan sampai tidak ada lagi kotoran-kotoran yang menempel.
- 2). Plastik yang telah dicuci dikeringkan di bawah terik matahari langsung.
- 3). Melelehkan dengan cara membakar limbah kantong plastik
- 4). Hasil lelehan limbah kantong plastik itu dibentuk menjadi bongkahan - bongkahan plastik melalui 2 proses yaitu pelelehan langsung dan pelelehan melalui proses tetesan yang dibiarkan pada ruang terbuka.
- 5). Bongkahan-bongkahan plastik itu didinginkan pada udara terbuka hingga mengeras.
- 6). Bongkahan plastik yang sudah mengeras dipecahkan hingga didapat pecahan-pecahan yang bentuknya menyerupai agregat halus (pasir).

c. Tahap Pemeriksaan Bahan

Pada tahap ini dilakukan pemeriksaan terhadap agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir). Hal ini dilakukan untuk mengetahui sifat dan karakteristik bahan

tersebut apakah memenuhi persyaratan atau tidak. Selain itu, hasil dari pengujian ini akan digunakan sebagai data rancangan campuran beton (*mix design*). Adapun tahapan pemeriksaan bahannya sebagai berikut :

1. Berat Volume Agregat Halus (pasir) (SNI-03-4804-1998)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi dalam kondisi padat atau gembur pada agregat halus (pasir). Alat dan bahan yang digunakan di dalam pengujian kelembapan:

- 1). Mould/ alat penakar
- 2). Timbangan dengan ketelitian 0.1 gram
- 3). Tongkat pemadat dari baja
- 4). Pasir dalam keadaan asli

Prosedur pengujian:

- 1). Mould ditimbang dalam keadaan kosong
- 2). Pasir dimasukkan kedalam mould dalam dua keadaan yaitu padat dan lepas
- 3). Mould yang telah berisi pasir ditimbang dan dicatat hasilnya

2. Kadar Air Agregat Halus (pasir) (SNI 03-1971-1990)

Uji kadar air pasir bertujuan untuk menentukan kadar air agregat halus (pasir) dengan cara pengeringan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering. Alat dan bahan yang digunakan di dalam pengujian kadar air :

- 1). Timbangan digital
- 2). Oven
- 3). Talam
- 4). Pasir dalam keadaan asli

Prosedur Pengujian:

- 1). Pasir dalam keadaan asli ditimbang 100gr.
- 2). Pasir yang sudah ditimbang dimasukkan dalam oven 24 jam dengan suhu 110°C.
- 3). Keluarkan pasir dalam oven, setelah dingin ditimbang beratnya.

3. Kebersihan Pasir Terhadap Lumpur (SNI 03-4141-1996)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan No.200 dengan cara pencucian. Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian analisis saringan pasir:

- 1). Timbangan digital
- 2). Talam
- 3). Oven
- 4). Aquades
- 5). Saringan No.200 dan No.16
- 6). Pasir dalam keadaan asli

Prosedur pengujian:

- 1). Pasir kering ditimbang lalu dicuci dengan prosedur sebagai berikut: Masukkan pasir kedalam saringan No.16 dan dibawahnya saringan No.200 kemudian diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam. Guncangkan saringan selama kurang lebih 5 menit dan ulangi prosedur sebelumnya hingga air cucian menjadi jernih (lumpur hilang).
- 2). Benda uji di keringkan kembali dalam oven selama kurang lebih 24 jam dengan suhu 110°C.
- 3). Setelah dioven, ditimbang kembali (berat kering) dan dicatat hasilnya.
4. Berat Jenis Pasir dan Penyerapan Air Agregat halus (pasir) (SNI 1970:2008)

Berat jenis pasir bertujuan untuk menentukan berat jenis curah, berat jenis permukaan jenuh, berat jenis semu pada agregat halus (pasir). Proses penyerapan air dalam beton sangat berpengaruh terhadap waktu untuk beton mengeras. Masing-masing bahan campuran beton mempunyai tingkat resapan berbeda tergantung jumlah rongga udara yang terjadi. Alat dan bahan yang digunakan didalam pengujian air resapan:

- 1). Timbangan
- 2). Piknometer
- 3). Talam
- 4). Oven
- 5). Mould
- 6). Tongkat pemadat

Prosedur pengujian:

- 1). Benda uji dikeringkan dalam oven hingga beratnya tetap, ditimbang. Kemudian direndam didalam air selama kurang lebih 24 jam
- 2). Setelah itu keringkan sampai kering permukaan (SSD) dengan cara : Sebagian pasir yang telah direndam angin-anginkan, masukkan kedalam mould, lalu padatkan dengan tongkat pemadat sampai 25 kali tumbukan. Kondisi SSD (*Surface Dry Condition*) diperoleh jika cetakan mould diangkat, maka pasir akan runtuh tetapi masih dalam keadaan tercetak.
- 3). Timbang berat piknometer + air (B)
- 4). Masukkan contoh pasir 500 gram ke dalam piknometer
- 5). Kemudian diisi lagi dengan air, putar dan guncangkan selama 15-20 menit untuk mengeluarkan udara yang terdapat dalam agregat
- 6). Timbang piknometer berisi air + contoh pasir (Bt)
- 7). Keluarkan pasir dari piknometer lalu oven selama 24 jam
- 8). Timbang dalam keadaan kering (Bk).

5. Analisa Saringan Pasir (SNI ASTM C136-2012)

Analisis saringan pasir bertujuan untuk memperoleh modulus kehalusan pasir. Menurut SNI 03-2847-2002 kekasaran pasir dapat dibagi menjadi 4 kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar. Alat dan bahan yang

digunakan di dalam pengujian analisis saringan pasir :

- 1). Timbangan digital
- 2). Oven
- 3). Talam
- 4). Mesin penggetar (*shieve shaker*)
- 5). Satu set saringan ASTM 2.36 mm, 1.20mm, 0.60 mm, 0.30 mm, 0.15 mm, 0.075 mm dan pan
- 6). Pasir dalam keadaan asli

Prosedur pengujian :

- 1).Pasir dikeringkan dalam oven selama 24 jam
- 2).Timbang masing-masing saringan dalam keadaan kosong
- 3).Pasir yang telah dioven dimasukkan kedalam saringan dengan saringan paling besar ditempatkan paling atas
- 4).Saringan diguncangkan dengan mesin penggetar selama 15 menit
- 5).Timbang kembali masing-masing saringan beserta isinya dan catat hasilnya.

6. Berat Volume Agregat Kasar (batu pecah) (SNI 03-4804-1998)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi dalam kondisi padat atau gembur pada agregat kasar (batu pecah). Alat dan bahan yang digunakan di dalam pengujian kelembapan :

- 1). Mould/alat pencakar
- 2). Timbangan dengan ketelitian 0.1 gram
- 3). Tongkat Pemadat dari baja
- 4). Batu pecah dalam keadaan asli.

Prosedur pengujian:

- 1). Mould ditimbang dalam keadaan kosong
- 2). Batu pecah dimasukkan ke dalam mould dalam dua keadaan yaitu padat dan lepas
- 3). Mould yang telah berisi batu pecah ditimbang dan dicatat hasilnya

7. Kadar Air Agregat Kasar (batu pecah) (SNI 03-1971-1990)

Uji kadar air batu pecah bertujuan untuk menentukan kadar air agregat kasar (batu pecah) dengan cara pengeringan. Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang dikandung agregat dengan agregat dalam keadaan kering. Alat dan bahan yang digunakan didalam pengujian kadar air:

- 1).Timbangan digital
- 2).Oven
- 3).Talam
- 4).Batu pecah dalam keadaan asli

Prosedur pengujian:

- 1).Batu pecah dalam keadaan asli ditimbang 2000 gram.
- 2).Batu pecah yang sudah ditimbang dimasukkan dalam oven 24 jam dengan suhu 110°C.
- 3).Keluarkan batu dalam oven, setelah dingin ditimbang beratnya.

8. Kebersihan Batu pecah Terhadap Lumpur (SNI 03-4142-1996)

Bertujuan untuk mengukur kadar lumpur batu pecah. Alat dan bahan yang digunakan di dalam pengujian ini :

- 1). Timbangan digital
- 2). Oven
- 3). Talam
- 4). Aquades
- 5). Saringan No.200 dan No.16
- 6). Batu pecah kering oven

Prosedur pengujian :

- 1). Batu pecah kering ditimbang lalu dicuci dengan prosedur sebagai berikut: Masukkan batu pecah ke dalam saringan No.16 dan dibawahnya saringan No.200 kemudian diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam. Guncangkan saringan selama kurang lebih 5 menit dan ulangi prosedur sebelumnya hingga air cucian menjadi jernih (lumpur hilang).
- 2). Benda uji dikeringkan kembali dalam oven selama kurang lebih 24 jam dengan suhu 110°C.
- 3). Setelah oven, ditimbang kembali (berat kering) dan dicatat hasilnya.

9. Berat Jenis Batu Pecah dan Penyerapan Air Agregat kasar (batu pecah) (SNI1969-2008)

Berat jenis batu pecah bertujuan untuk mengukur berat jenis batu pecah dalam kondisi SSD (kering permukaan). Proses penyerapan air dalam beton sangat berpengaruh terhadap waktu untuk beton mengeras. Masing- masing bahan campuran beton mempunyai tingkat resapan berbeda tergantung jumlah rongga udara yang terjadi. Alat dan bahan yang digunakan didalam pengujian ini adalah:

- 1). Timbangan digital
- 2). Oven
- 3). Keranjang saringan kawat kapasitas 2 kg
- 4). Agregat kurang lebih 2 kg (tertahan saringan No.4)

Prosedur pengujian:

- 1). Cuci dan keringkan benda uji dalam oven sampai beratnya tetap, timbang sesuai kebutuhan.
- 2). Dinginkan benda uji pada suhu kamar kemudian timbang (Bk)
- 3). Rendam dalam air selama kurang lebih 24 jam
- 4). Keluarkan benda uji dari air, keringkan sampai permukaan (SSD) dan ditimbang
- 5). Letakkan benda uji dalam keranjang, tentukan beratnya dalam air (Ba)

10. Analisis Saringan Batu pecah (SNI ASTM C136-2012)

Analisis saringan batu pecah bertujuan untuk mengukur distribusi ukuran batu pecah/gradasi batu pecah. Alat dan bahan yang digunakan didalam pengujian analisis saringan pasir:

- 1). Timbangan digital
- 2). Oven dan pan

- 3). Agregat kasar (batu pecah) dalam keadaan kering oven
- 4). Alat penggetar (shieve shaker)
- 5). Satu set saringan ASTM 37.50mm, 19.00mm, 9.50mm, 4.75mm, danpan

Prosedur pengujian :

- 1). Batu pecah dikeringkan dalam oven selama 24 jam
- 2). Timbang masing-masing saringan dalam keadaan kosong
- 3). Batu pecah yang telah dioven dimasukkan kedalam saringan dengan saringan paling besar ditempatkan paling atas
- 4). Saringan diguncangkan dengan mesin penggetar selama 15 menit
- 5). Timbang kembali masing-masing saringan beserta isinya dan catat hasilnya

11. Pemeriksaan Semen

Semen diperiksa dengan mengamati secara visual kemasan kantong atau zak dalam keadaan tertutup rapat, bahan butiran halus tidak menggumpal.

12. Pemeriksaan Air

Air diperiksa warna dan kejernihannya secara visual.

c. Tahap Perhitungan Mix Design

Tahapan dalam pembuatan Mix Design adalah:

1. Menetapkan kuat tekan beton yang disyaratkan pada umur yang direncanakan ($f_c = 20 \text{ Mpa}$).
2. Menetapkan nilai standard deviasi (S_d)

Nilai standard deviasi dapat ditetapkan pada table daftar deviasi standard.

3. Menghitung besarnya margin (M)

$$M = K \times S_r \quad (4)$$

Dengan :

M = nilai tambah

$M = K \times S_r$ S_r = standard deviasi

$K = 1.64$

jika $S_r < 4 \text{ Mpa}$

$K = 2.64$

Jika $S_r < 4 \text{ Mpa}$

4. Menetapkan kuat tekan rata-rata (f'_{cr}) uji silinder umur 21 hari

$$f'_{cr} = f'_c + M \quad (5)$$

Dengan :

f'_{cr} = kuat tekan rata-rata

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan

M = nilai tambah

5. Menetapkan tipe semen

Type semen yang dipakai harus dinyatakan dalam desain campuran beton.

6. Menetapkan tipe agregat (pasir dan batu pecah)

Dalam menghitung mix design beton, perlu dinyatakan tipe agregat yang dipakai yaitu agregat alam atau agregat batu pecah, karena hal ini mempengaruhi kekuatan dan kadar air bebas. Penetapan tipe agregat ini dapat ditetapkan dalam tipe agregat dan perkiraan kadar air bebas beton.

7. Menetapkan faktor air semen (antara 0.4 – 0.6)

8. Faktor air semen adalah perbandingan antara berat air bebas dan berat semen dalam pembuatan campuran beton. Besar faktor air semen (Fas) berdasarkan kuat tekan rata-rata (fcr) dalam grafik hubungan faktor airsemen dan kuat tekan rata-rata silinder beton.

9. Menetapkan faktor air semen maksimum

Untuk berbagai kondisi lingkungan dimana beton yang dirancang campurannya akan dikonstruksikan, disyaratkan suatu faktor air semen maksimum yaitu fas yang tidak boleh dilewati, hal ini sudah ditetapkan oleh beberapa pedoman-pedoman beton.

Tabel 13 Persyaratan Faktor Air Semen Maksimum

Jenis Pembetonan	Fas Maksimum
Beton didalam ruang bangunan :	
Keadaan keliling non-korosif	0.60
Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	0.52
Beton diluar ruang bangunan :	
Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.55
Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	0.60
Beton yang masuk kedalam tanah :	
Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	0.55
Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	Mengacu ke fas beton sulfat
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/air laut	Mengacu ke fasbeton dalam air

Sumber :Petunjuk Praktikum Teknologi Bahan Beton, Perencanaan Campuran Beton di Laboratorium, Universitas Pasir Pengaraian

10. Menetapkan nilai slump

Untuk menetapkan nilai slump memerlukan pengalaman pelaksanaan beton, tetapi untuk ancap-ancang slump dapat dijadikan patokan pada tabel nilai slump berdasarkan jenis strukturnya.

11. Menetapkan kadar air bebas

Kadar air bebas merupakan berat air yang dibutuhkan jika agregatnya jenuh kering muka (SSD). Penetapan besar kadar air bebas (air yang diluar air jenuh) ditetapkan berdasarkan nilai slump yang dipilih, ukuran maksimum agregat dan tipe agregat.

12. Menetapkan kadar semen (kg/m³) beton

Untuk menetapkan kebutuhan semen digunakan persamaan berikut :

$$\text{Kadar semen} = \frac{\text{kadar air bebas}}{\text{faktor air semen}} \quad (6)$$

Berat semen minimum berdasarkan pembetonan f' cr

Tabel 14 Kebutuhan Semen Minimum

Jenis pembetonan	Fas Maksimum
Beton didalam ruang bangunan :	
Keadaan keliling non-korosif	275
Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi atau uap korosi	325
Beton diluar ruang bangunan :	
Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325
Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275
Beton yang masuk kedalam tanah :	
Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325
Mendapat pengaruh sulfat dan alkali daritanah	Mengacu ke fas beton sulfat
Beton yang selalu berhubungan dengan air tawar/payau/air laut	Mengacu ke fas betondalam air

Sumber : Petunjuk Praktikum Teknologi Bahan Beton, Perencanaan Campuran Beton di Laboratorium, Universitas Pasir Pengaraian

13. Menentukan perkiraan berat jenis spesifik gabungan pasir dan batu pecah B_j spesifik gabungan

$$(a\% \times B_J \text{ Spesifik Pasir}) + (b\% \times B_J \text{ Spesifik Batu pecah}) \quad (7)$$

Dimana:

a% = persentase penggabungan agregat halus (pasir) terbaik

b% = persentase penggabungan agregat kasar (batu pecah) terbaik

14. Penetapan proporsi agregat

Berat agregat halus (pasir)

$$A = a\% \times (D - W_s - W_a) \quad (8)$$

Berat agregat kasar (batu pecah)

$$B = b\% \times (D - W_s - W_a) \quad (9)$$

Dimana :

$a\%$ = persentase penggabungan agregat halus (pasir)

$b\%$ = persentase penggabungan agregat kasar (batu pecah)

D = berat volume beton basah (kg/m^3)

W_s = kadar semen (kg/m^3)beton

W_a = kadar air bebas (kg/m^3)

A = berat agregat halus (pasir) kondisi SSD (kg/m^3)

B = berat agregat kasar (batu pecah) kondisi SSD (kg/m^3)

15. Hasil rancangan campuran beton (bahan kondisi SSD)

d. Tahap Pembuatan Beton Segar (Benda Uji)

Berikut adalah langkah-langkah dalam dalam pembuatan benda uji :

1. Alat-alat yang akan digunakan untuk membuat beton segar dibersihkan terlebih dahulu yaitu wadah pengaduk, ember, skop, timbangan, saringan, loyang, perojok besi, sendok cekung.
2. Menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil *mix design* yang telah di tentukan, kemudian mensubstitusi agregat halus dari limbah kantong plastik HDPE ke dalam agregat halus konvensional (pasir) sesuai dengan variasi yang telah ditentukan.
3. Sebelumnya basahi terlebih dahulu wadah yang akan digunakan dengan air atau melembabkan terlebih dahulu dinding wadah agar pada proses pencampuran, komposisi air yang telah dihitung tidak berkurang akibat diserap oleh dinding-dinding bagian dalam wadah saat proses mencampur beton.
4. Pencampuran dilakukan sebanyak 7 kali sesuai dengan banyaknya variasi, mulai dari variasi beton 0.00% (beton normal), Variasi substitusi Plastik pelelehan langsung 0.50%, 0.70% dan 0.90% - dan Variasi substitusi Plastik pelelehan tetesan 0.50%, 0.70% dan 0.90%.
5. Masukkan secara perlahan pasir + plastik yang sebelumnya sudah dicampur, lalu masukkan material semen sambil dimixer kemudian dimasukkan secara perlahan batu pecah kedalam wadah dalam keadaan *hand mixer* berputar. Setelah itu, Putar *hand mixer* tersebut untuk beberapa menit agar material pasir+plastik, batu pecah, dan semen yang telah dimasukkan terlebih dahulu dapat tercampur dengan merata.
6. Setelah ketiga bahan tersebut tercampur rata memasukkan air sedikit demi sedikit. Air yang akan dimasukkan dalam campuran sebelumnya dibagi menjadi 2/3 bagian

dan 1/3 bagian. Kemudian diputar dalam mesin *hand mixer* dengan lama pencampuran minimum 3.0 menit hingga campurannya menjadi homogen.

7. Campuran yang telah homogen atau tercampur rata dikeluarkan dari dalam wadah *hand mixer* kemudian dilakukan pengujian slump sebelum dilakukan pencetakan benda uji.

e. Tahap Pengujian Slump

Pengujian slump bertujuan untuk mengetahui atau mengukur workabilitas dari beton yaitu sifat atau perihal mudah atau tidaknya beton segar dikerja. Berdasarkan SNI 03-1972-1990, metode pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan sebuah pelat datar yang telah diatur dengan waterpass agar benar-benar rata. Kerucut abrams diletakkan diatas plat datar tersebut. Pelat dan cetakan dibasahi.
2. Mengisi cetakan sampai penuh dengan beton segar dalam 3 lapis. Tiap lapis berisi 1/3 cetakan, setiap lapis dirojak dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali rojokan secara merata.
3. Meratakan permukaan benda uji dengan tongkat dan semua sisa benda uji yang jatuh disekitar cetakan harus disingkirkan. Kemudian kerucut diangkat perlahan-lahan tegak lurus keatas. Seluruh pengujian mulai dari pengisian sampai cetakan diangkat harus selesai dalam jangka waktu 2,5 menit.
4. Membalik cetakan dan meletakkan perlahan-lahan disamping benda uji, kemudian mengatur slump dengan menentukan perbedaan tinggi cetakan dengan tinggi rata-rata benda uji.

Bila slump adukan beton segar sama atau lebih besar dari slump yang diharapkan maka campuran sudah baik dan proporsi berat pada langkah (8) tidak berubah. Bila slump adukan beton segar ini kurang dari pada yang di harapkan, tambahkan pasta semen cadangan kedalam bejana pengaduk beton sedikit demi sedikit, sampai mencapai slump yang diinginkan. Kemudian hitunglah proporsi berat yang baru, dengan menambahkan berat semen dan air yang ditambahkan kedalam bejana, yaitu:

$$(W_s + W_{s.tambahan}) : (W_a + W_{a.tambahan}) : W_{psr} : W_{krk} \quad (10)$$

f. Tahap Pencetakan Benda Uji

Setelah adukan beton diuji slump maka langkah selanjutnya adalah mencetak beton untuk pengujian kuat tekan. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- 1). Menyiapkan cetakan silinder dengan diameter alas silinder 10 cm dan tinggi silinder 20 cm kemudian melumasi dinding bagian dalam cetakan dengan oli
- 2). agar memudahkan pelepasan benda uji dari cetakan setelah benda uji mengering.
- 3). Mengisi beton segar kedalam cetakan 2 lapisan. Setelah sebelumnya dilakukan uji slump. Tiap lapis berisi 1/2 cetakan, setiap lapis dirojak dengan tongkat pemadat sebanyak 15 kali rojokan secara merata sampai tampak suatu lapisan mortar diatas permukaan beton dipadatkan.
- 4). Kemudian beton tersebut digetarkan melalui mesin penggetar agar campuran beton menjadi lebih padat dan tidak ada rongga udara

- 5). Ratakan permukaan atas cetakan beton, kemudian diamkan selama kurang lebih 48 jam.
- 6). Setelah sampel didiamkan selama kurang lebih 48 jam, lepaskan sampel dari cetakannya kemudian lakukan proses perawatan benda uji.

g. Tahap Perawatan Benda Uji

Pada tahap ini dilakukan perawatan terhadap benda uji yang telah dibuat pada tahap sebelumnya. Sebelum dilakukan perawatan, benda uji yang telah dibuat didiamkan selama 1 hari kemudian dikeluarkan dari cetakan silinder tersebut. Benda uji diletakkan pada suhu ruangan bebas dan dilakukan pengujian pada umur 7 hari.

h. Tahap Pengujian Benda Uji

Pada tahap ini dilakukan pengujian kuat tekan pada umur beton 7 hari. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat Universal Testing Machine kapasitas 1000 KN.

Menurut (SNI 03-1974-1990), langkah-langkah dalam pemeriksaan kuat tekan beton adalah :

1. Beton perawatan kering disiapkan.
2. Masing-masing silinder beton diukur diameter, tinggi dan beratnya.
3. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentries.
4. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/m² per detik.
5. Lakukan pembebanan sampai benda uji hancur dan catat hasilnya.

i. Tahap Analisis Data

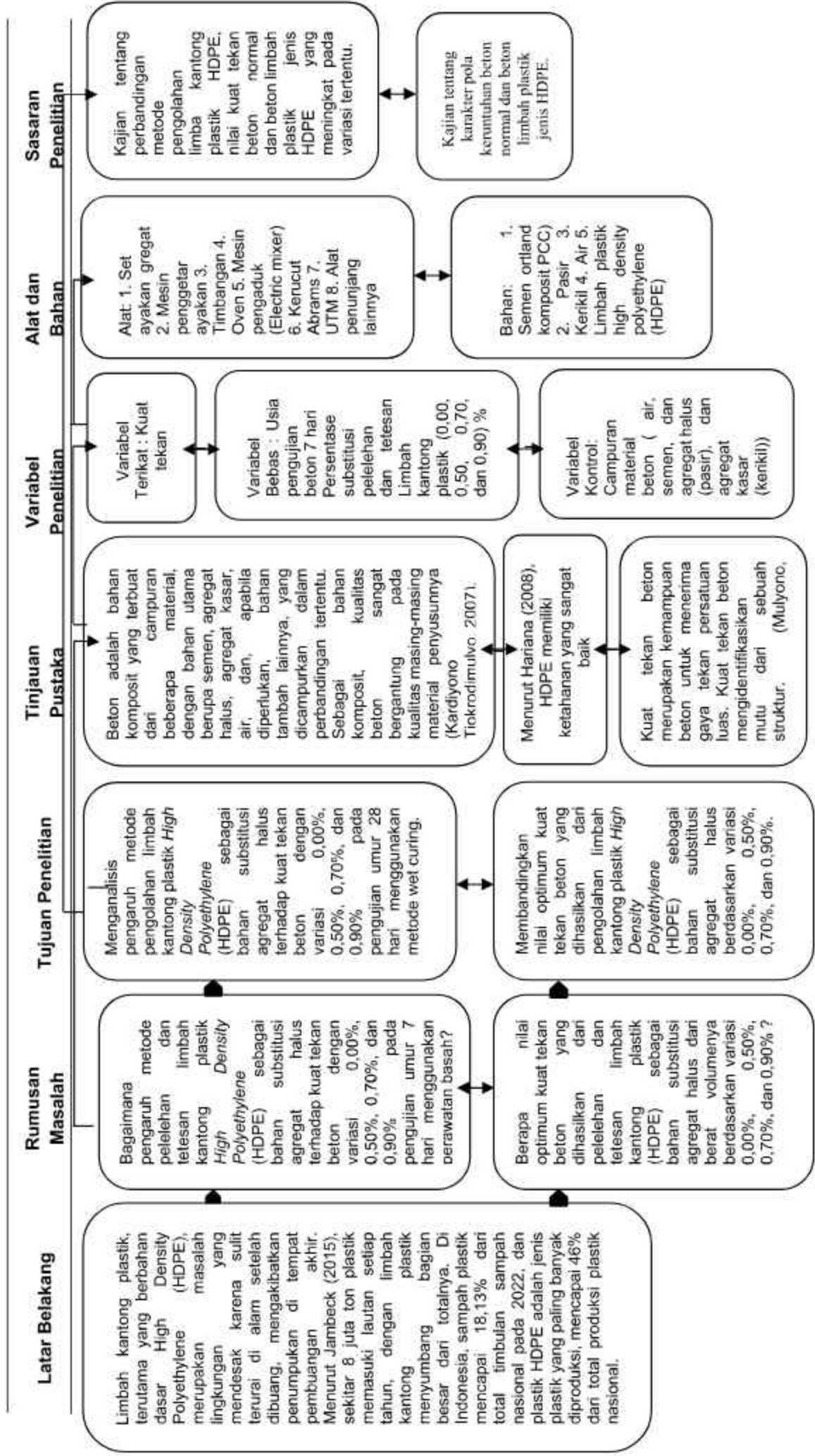
Data yang diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium, dianalisis untuk mendapatkan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti dalam penelitian. Pada tahapan ini akan diketahui apakah penambahan limbah kantong plastik berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Analisis yang dimaksud disini adalah data yang telah didapatkan di lapangan dikaitkan dengan teori dan standar yang berhubungan dengan penelitian.

j. Simpulan Penelitian

Data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian. Dimana, telah didapatkan data-data hasil pengukuran dan pengujian untuk kebutuhan analisis dalam format tabel dan grafik terhadap nilai-nilai hasil uji kuat tekan benda uji, baik benda uji dengan campuran normal ataupun benda uji dengan penambahan limbah kantong kresek dengan beberapa variasi pada masing-masing waktu pengujian yakni umur 7 hari.

2.10 Kerangka Penelitian

Tabel 15 Kerangka Penelitian



Limbah kantong plastik berbahan dasar High-Density Polyethylene (HDPE) merupakan salah satu masalah lingkungan yang serius karena sifatnya sulit terurai dan jumlahnya yang terus meningkat. Di Indonesia, HDPE menyumbang 46% dari total produksi plastik nasional, dengan sampah plastik mencapai 18,13% dari total timbunan sampah pada tahun 2022. Limbah ini tidak hanya mencemari lingkungan tetapi juga menambah volume sampah yang sulit dikelola. Penelitian ini mencoba memberikan solusi inovatif dengan memanfaatkan limbah HDPE sebagai bahan substitusi agregat halus dalam beton. Langkah ini tidak hanya bertujuan mengurangi dampak lingkungan tetapi juga mengeksplorasi potensi peningkatan performa beton melalui metode pengolahan limbah yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan dua metode pengolahan limbah HDPE, yaitu pelelehan dan tetesan, dalam meningkatkan kuat tekan beton dengan variasi substitusi 0,00%, 0,50%, 0,70%, dan 0,90%. Selain itu, penelitian ini juga mengkaji pola retak yang dihasilkan dari masing-masing metode. Dengan menggunakan campuran material beton yang terkontrol dan pengujian pada usia 7 hari setelah perawatan basah, penelitian ini diharapkan mampu memberikan data empiris terkait metode optimal untuk memanfaatkan limbah HDPE sebagai bahan konstruksi. Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi penting dalam upaya pengelolaan limbah plastik yang lebih berkelanjutan sekaligus mendukung inovasi material bangunan.

2.11 Diagram Alur Penelitian

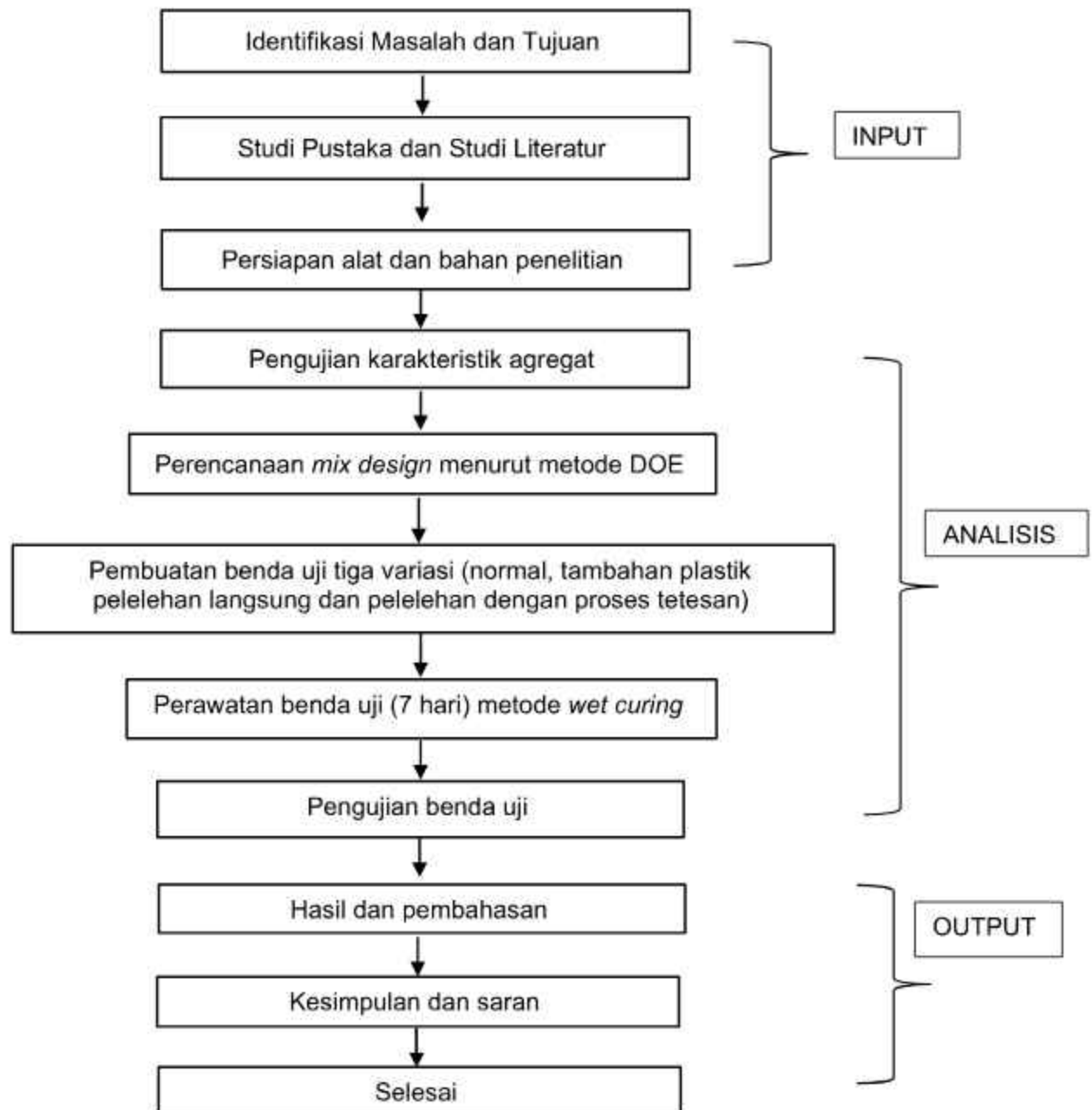


Diagram alur penelitian adalah rencana dan struktur penyelidikan yang dirancang untuk memperoleh jawaban atas pernyataan-pernyataan penelitian. Rencana ini mencakup keseluruhan proses penelitian, mulai dari langkah-langkah operasional yang dilakukan peneliti hingga analisis data (Apsari, 2015). Penelitian ini diawali dengan identifikasi masalah, studi literatur, persiapan alat dan bahan, diikuti oleh pengujian karakteristik material. Selanjutnya, dirancang mix desain campuran beton untuk pembuatan beton segar. Setelah itu, dilakukan pengujian slump sebelum mencetak beton, yang kemudian dibiarkan selama 48 jam untuk perawatan benda uji selama 7 hari. Setelah tahap perawatan, dilakukan uji kuat tekan beton. Hasil analisis data akan

disajikan dan dibandingkan dengan menggunakan program software abaqus dan diinterpretasikan, diakhiri dengan kesimpulan dan saran.

2.12 Perbedaan Dengan Penelitian Terdahulu

Dari hasil penelitian terdahulu, terdapat beberapa titik yang membedakan dengan penelitian ini, yaitu :

1. Kajian dalam penelitian ini ingin mendeskripsikan perbandingan kuat tekan beton dengan penggunaan limbah kantong plastik HDPE dengan 2 metode pengolahan lelehan dan tetesan dengan variasi yang yaitu 0,50%, 0,70%, 0,90% sebagai bahan substitusi agregat halus.
2. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui perbandingan nilai kuat tekan dengan penggunaan limbah kantong plastik HDPE dengan 2 metode pengolahan lelehan dan tetesan dengan variasi yaitu 0,50%, 0,70%, 0,90%
3. Penelitian ini diharapkan dapat mengetahui perbedaan hasil nilai optimum uji kuat tekan beton pada beton normal terhadap beton yang menggunakan limbah kantong plastik dengan proses pengolahan lelehan dan tetesan dengan variasi yaitu 0,50%, 0,70%, 0,90%