

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur di Indonesia mengalami peningkatan yang begitu pesat beberapa tahun terakhir. Proyek-proyek konstruksi terus berjalan sepanjang tahun. Beton merupakan salah satu bahan utama dalam proyek konstruksi. Beton harus mempunyai mutu yang baik agar konstruksi yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik. Menurut SNI-03-2834-2000, beton merupakan campuran antara semen portland (PC) atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan-tambah membentuk massa padat. Beton secara struktural kuat dalam menahan gaya tekan, namun lemah dalam menahan gaya tarik. Dalam penggunaannya di lapangan, beton dikombinasikan dengan baja tulangan agar lebih kuat dalam menahan gaya tarik.

Menurut data KLHK pada tahun 2020, terdapat 2,29% sampah kaca. Kaca dapat dengan mudah di jumpai di lingkungan sekitar. Kaca dapat diolah menjadi serbuk kaca. Serbuk kaca memiliki ukuran berkisar 0,075 mm - 0,15 mm yang bersifat pozzolanic dan tidak porous. Kandungan serbuk kaca antara lain SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , dan CaO yang memiliki potensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen (Hanafiah, 2011). Kandungan silika yang terdapat dalam kaca cukup tinggi, sehingga akan memberikan pengaruh terhadap semen, karena semakin banyak silika yang terdapat dalam semen, maka nilai kuat tekan beton akan semakin tinggi (Darmawan dkk., 2007).

Fly ash dapat didefinisikan sebagai bahan hasil pembakaran batubara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus dan bersifat pozzolanik. Komponen utama dari *fly ash* batubara yang berasal dari pembangkit listrik adalah silikat (SiO_2), alumina (Al_2O_3), dan besi oksida (Fe_2O_3) sisanya adalah karbon, kalsium, magnesium, dan belerang. Keberadaan komponen silika dan alumina memungkinkan abu layang untuk dapat disintesis menjadi material yang strukturnya mirip dengan zeolit atau dikenal dengan *zeolite like material* (ZLM). Struktur zeolit yang berpori merupakan sifat yang dapat dimanfaatkan sebagai material adsorben (Mufrodi Z, Bachrun dkk, 2010)

Pembuangan *Fly ash* biasanya hanya ditumpuk di area sekitar industry atau dibuang di *landfill* (tempat pembuangan). Dengan penanganan limbah *fly ash* yang kurang maksimal maka menjadi dampak yang berbahaya bagi lingkungan sekitar seperti *fly ash* dapat menyebabkan polusi udara dan menyebabkan gangguan pernapasan. Maka dari itu dengan meningkatnya jumlah pemakaian batubara, maka dapat menimbulkan beban lingkungan yang semakin berat, oleh sebab itu diperlukan antisipasi dengan mencari pemanfaatan *fly ash* secara optimal agar dapat mengurangi tingkat pencemaran lingkungan (Irawan, C., Basri, dkk, 2015).

Kelebihan beton yang memiliki mutu baik adalah beton yang mempunyai kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, dan tahan terhadap cuaca (panas, dingin, sinar matahari, hujan). Beton juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu lemah terhadap kuat tarik, bila terjadi perubahan suhu beton mudah mengembang dan menyusut, tidak bisa kedap air secara sempurna, dan bersifat getas (Tjokrodinuljo, 1996).

Diharapkan dengan dilakukannya penelitian ini dapat mengurangi permasalahan ditimbulkan oleh *Fly ash* dan limbah kaca juga dapat memberikan pengaruh terhadap mutu beton berdasarkan kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat lentur beton. Pada penelitian ini untuk menjaga mutu beton maka penambahan *fly ash* dan serbuk kaca dibuat bervariasi, pada penelitian ini *fly ash* digunakan sebagai bahan tambah semen, dan serbuk kaca sebagai bahan pengganti agregat halus dan akan di *curing* selama 28 hari

1.2. Rumusan Masalah

Dari latar belakang yang sudah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh *fly ash* sebagai bahan tambah semen dan limbah serbuk kaca sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton terhadap sifat mekanik beton mutu tinggi?
- b. Seberapa besar persentase optimum penambahan *fly ash* dan serbuk kaca dalam adukan beton, sehingga diperoleh kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur yang maksimum?
- c. Bagaimana pengaruh berat jenis beton terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maksud dan tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Untuk mengetahui pengaruh *fly ash* sebagai bahan tambah semen dan serbuk kaca sebagai pengganti agregat halus pada campuran beton terhadap sifat mekanik beton mutu tinggi
- b. Untuk mengetahui persentase optimum penambahan *fly ash* dan serbuk kaca dalam adukan beton, sehingga diperoleh kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur yang maksimum.
- c. Untuk mengetahui pengaruh berat jenis terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan kuat lentur beton.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini akan membahas mengenai pengaruh *fly ash* dan serbuk kaca sebagai bahan tambah campuran beton terhadap sifat mekanik beton, ada beberapa Batasan permasalahan sebagai berikut:

- a. Standard yang digunakan dalam perencanaan campuran beton (*mix design*) adalah berdasarkan SNI 7656-2012
- b. Standard yang digunakan untuk uji kuat tekan beton adalah SNI 1974:2011, untuk uji kuat tarik belah SK SNI M60-1990-03, dan uji kuat tarik lentur SNI 4431:2011.
- c. Standar yang digunakan dalam pengujian material berdasarkan *American Standard Testing and Material (ASTM)*.
- d. Benda uji dengan campuran semen, agregat kasar, agregat halus, air, dan *fly ash* dan limbah serbuk kaca.
- e. Kandungan *fly ash* sebagai bahan tambah semen dalam campuran beton mutu tinggi dengan variasi 25%
- f. Kandungan limbah serbuk kaca sebagai bahan pengganti agregat halus dalam campuran beton mutu tinggi dengan variasi 5%, 7%, 9%, dan 11%.
- g. Pengujian beton mutu tinggi yaitu uji kuat tekan beton, uji kuat tarik belah beton, dan uji kuat lentur beton.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Dapat menghasilkan formulasi pengaruh formulasi pengaruh *fly ash* dan limbah serbuk kaca yang mampu meningkatkan kekuatan tekan beton
- b. Dapat mengetahui seberapa besar pengaruh *fly ash* dan limbah serbuk kaca terhadap sifat mekanik beton mutu tinggi.
- c. Dapat memberikan solusi alternatif untuk penambahan bahan tambah dalam konstruksi beton.
- d. Sebagai bahan acuan untuk meningkatkan kualitas beton yang lebih baik lagi.

1.6. State of The Art

1.6.1. Pengaruh Penambahan *Fly Ash* Dan Serbuk Kaca Terhadap Kuat Tekan Beton K-300

Pada penelitian ini digunakan beberapa jurnal untuk menunjang penelitian, salah satunya jurnal Ir. Erny Agusri, MT, dan Fajriyansyah Erfanda (2019). Dengan judul “Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Serbuk Kaca Terhadap Kuat Tekan Beton K-300”.

Tujuan Penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penggunaan fly ash dan serbuk kaca terhadap kuat tekan beton K-300. Metodologi penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm dengan variasi penambahan *fly ash* dan serbuk kaca adalah 0%, fly ash 14% + serbuk kaca 18%, fly ash 15% + serbuk kaca 18%, fly ash 16% + serbuk kaca 18% , dan fly ash 17% + serbuk kaca 18%. Setelah dilakukan uji kuat tekan beton, kuat tekan optimum ada pada variasi fly ash 14 % dan serbuk kaca 18% didapat nilai kuat tekan beton maksimum sebesar 180,55 Kg/cm² pada umur 3 hari, 252,59 Kg/cm² pada umur 14 hari, dan 355,30 Kg/cm² pada umur 28 hari. Hasil tersebut melebihi nilai kuat tekan karakteristik beton normal dan menunjukkan bahwa fly ash dan serbuk kaca meningkatkan kuat tekan beton. Terjadi pengaruh yang kuat dari penambahan fly ash dan serbuk kaca dengan variasi penambahn dan umur beton tertentu.

1.6.2. Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Memanfaatkan Fly Ash dan Bubuk Kaca Sebagai Bahan Pengisi

Pada penelitian ini digunakan beberapa jurnal untuk menunjang penelitian, salah satunya jurnal Siska Apriwelni, dan Nugraha Bintang Wirawan 2020. Dengan judul “Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Memanfaatkan Fly Ash dan Bubuk Kaca Sebagai Bahan Pengisi ”.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton pada masing-masing variasi, mengetahui persentase campuran beton untuk menghasilkan kuat tekan maksimum, dan mengetahui apakah fly ash dan serbuk kaca efektif digunakan secara bersamaan sebagai bahan campuran beton. Komposisi fly ash terdiri dari 5 variasi yaitu persentase 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. Sedangkan untuk komposisi serbuk kaca terdiri dari 2 variasi yaitu persentase 5% dan 10%. Jumlah benda uji 30 buah silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan 3 benda uji untuk setiap variasi. Perencanaan campuran beton menggunakan SNI 03-2834-2000 yang dimodifikasi. Pengujian kuat tekan diuji pada umur beton 28 hari. Beton dengan fly ash 0% dan serbuk kaca 10% memiliki kuat tekan paling tinggi dibandingkan dengan beton dengan tambahan fly ash, yaitu 46,77%. Selain itu, dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya jumlah persentase serbuk kaca yang digunakan menunjukkan bahwa kuat tekan beton semakin bertambah juga. Penambahan fly ash pada campuran beton mempengaruhi kuat tekan beton yang dihasilkan. Pada variasi fly ash 0% memiliki kuat tekan tertinggi baik pada saat campuran serbuk kaca 5% dan 10%. Variasi fly ash 15% adalah kondisi optimum campuran beton dengan kuat tekan beton yaitu 43,31 Mpa. Kedua limbah ini dapat dikombinasikan dan dimanfaatkan dengan baik dan digunakan dalam pembuatan beton mutu tinggi.

1.6.3. Uji Eksperimental Kuat Tekan Beton Daur Ulang Dengan Bahan Tambah Abu Terbang (*Fly Ash*) Dan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen

Pada penelitian ini digunakan beberapa jurnal untuk menunjang penelitian, salah satunya Jurnal Meri Apsari Punusingon, Banu D. Handono, Ronny Pandaleke (2019).. Jurnal Sipil Statik. Dengan judul “UJI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON DAUR ULANG DENGAN

BAHAN TAMBAH ABU TERBANG (*FLY ASH*) DAN SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN”.

Penggunaan material daur ulang merupakan salah satu usaha memanfaatkan limbah yang ada sekaligus meminimalkan jumlah limbah konstruksi dan limbah batubara. Tujuan penelitian untuk mendapatkan berapa proporsi yang tepat serta mengetahui nilai kuat tekan beton yang optimum dengan penambahan *fly ash* dan serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen pada campuran beton. Jumlah benda uji 36 buah silinder berukuran diameter 10 cm dan tinggi 20 cm dengan 3 benda uji untuk setiap variasi. 5 variasi untuk *Fly ash* terdiri dari 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20%. 7 variasi untuk serbuk kaca yaitu 0%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10.5%, 12.5%, dan 15%.

Perencanaan campuran beton menggunakan Metode ACI 211.1-91 yang dimodifikasi. Pengujian kuat tekan diuji pada umur beton 28 hari. Hasil pemeriksaan agregat dari pecahan limbah beton didapat keausan agregat kasar 34.4% dengan absobsi sebesar 8.52% dan 12.74% untuk agregat halus. Beton dengan menggunakan agregat buatan dari pecahan limbah beton tergolong beton normal dengan berat volume beton berkisar 2021.23 kg/m³ - 2061.57 kg/m³. Kuat tekan optimum pada *fly ash* 20% sebesar 18.61 MPa. Variasi C dengan proporsi 20% *fly ash* dan 5% serbuk kaca menghasilkan nilai kuat tekan optimum sebesar 16.93 MPa. Dengan adanya penambahan serbuk kaca 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% dan 15% kuat tekan beton meningkat sampai penambahan 5% serbuk kaca. Namun kuat tekan menurun seiring dengan penambahan serbuk kaca 7.5%, 10%, dan 12.5% kemudian naik pada 15% serbuk kaca.

1.6.4. Kajian Pemanfaatan Limbah Kaca Ssebagai Pengganti Agergat Halus Dan *Fly Ash* 30% Dari Berat Semen Ditinjau Dari Kuat Tarik Belah, Daya Serap Dan Porositas Beton

Pada penelitian ini digunakan beberapa jurnal untuk menunjang penelitian, salah satunya Jurnal Cahyo Didit Prasetyo, Ernawati Sri Sunarsih, dan Taufiq Lilo Adi Sucipto (2020). Dengan judul “KAJIAN PEMANFAATAN LIMBAH KACA SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT

HALUS DAN FLY ASH 30% DARI BERAT SEMEN DITINJAU DARI KUAT TARIK BELAH, DAYA SERAP DAN POROSITAS BETON”.

Dalam penelitian ini bertujuan . Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui, 1) pengaruh limbah kaca sebagai bahan pengganti agregat halus terhadap kuat tarik belah beton 2) pengaruh limbah kaca sebagai bahan pengganti agregat halus terhadap daya serap air beton 3) pengaruh limbah kaca sebagai bahan pengganti agregat halus terhadap porositas beton 4) persentase kuat tarik belah maksimal yang dihasilkan dari penggantian agregat halus dengan kaca 5) persentase daya serap air minimal yang dihasilkan dari penggantian agregat halus dengan kaca 6) persentase porositas minimal yang dihasilkan dari penggantian agregat halus dengan kaca. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium dengan pengujian sampel. Adapun pengujian yang dilakukan berupa pengujian kuat tarik belah, daya serap dan porositas beton. Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa, variasi penggantian serbuk kaca sebagai agregat halus berpengaruh negatif sebesar 46,2% terhadap kuat tarik belah. Variasi penggantian serbuk kaca sebagai agregat halus berpengaruh negatif sebesar 63,9% terhadap daya serap air beton. Variasi penggantian serbuk kaca sebagai agregat halus berpengaruh negatif sebesar 73% terhadap porositas beton. Persentase serbuk kaca optimal sebagai pengganti agregat halus yang menghasilkan kuat tarik belah beton maksimal terdapat pada persentase penggantian serbuk kaca 10% yaitu sebesar 2,258 MPa, Persentase serbuk kaca optimal sebagai pengganti agregat halus yang menghasilkan daya serap beton minimal terdapat pada persentase penggantian serbuk kaca 10% yaitu sebesar 6,407%, Persentase serbuk kaca optimal sebagai pengganti agregat halus yang menghasilkan porositas beton minimal terdapat pada persentase penggantian serbuk kaca 10% yaitu sebesar 14,006%,

1.6.5. Pengaruh Penggunaan FLY ASH sebagai Substitusi Semen dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton

Pada penelitian ini digunakan beberapa jurnal untuk menunjang penelitian, salah satunya Jurnal Mohamad Fadli Muharram, dan Eko Walujodjati (2021). Dengan judul “Pengaruh Penggunaan FLY ASH sebagai

Substitusi Semen dan Limbah Kaca Sebagai Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton”.

Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa kuat tekan beton yang dihasilkan dengan menggunakan fly ash sebagai substitusi semen dan limbah kaca sebagai substitusi agregat halus pada campuran untuk beton. Metode itu yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji eksperimen pembuatan beton. Perencanaan campuran beton menggunakan metode SNI 7656-2012. Jumlah banyak sampel dalam penelitian ini sebanyak 15 buah dengan benda uji yang silinder berukuran 150 mm x 300 mm dengan persentase fly ash 15% dan 25% sebagai substitusi semen serta limbah kaca 5% dan 15% sebagai substitusi agregat halus. Pengujian untuk kuat tekan dilakukan pada umur 14 hari. Hasil pengujian memperoleh nilai kuat tekan beton normal sebesar 10,37 MPa, dan nilai kuat tekan beton berturut-turut pada campuran 1 yaitu fly ash 15% dan limbah kaca 5%, campuran 2 yaitu fly ash 15% dan limbah kaca 15%, campuran 3 yaitu fly ash 25% dan limbah kaca 5%, campuran 4 yaitu fly ash 25% dan limbah kaca 15% adalah sebesar 10,57 MPa, 11,61 MPa, 10,28 MPa, dan 9,53 MPa. Nilai kuat tekan maksimum terjadi pada substitusi fly ash 15% dan limbah kaca 15% yaitu sebesar 11,61 MPa dengan kenaikan kuat tekan sebesar 11,95% terhadap beton normal.

1.7. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang menjadi pedoman dalam penyusunan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Terdiri dari latar belakang dilakukannya penelitian, maksud dan tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, manfaat penelitian, *State Of The Art*, dan Sistematika Penulisan

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan dibahas mengenai uraian tentang beton dan uraian tentang *fly ash* yang digunakan, bahan-bahan pembentuk beton yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, semen, air, dan *fly ash*, dan serbuk kaca

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini membahas tentang standar yang digunakan dalam penelitian dan pengujian, sifat-sifat beton dilihat dari pemeriksaan agregat halus, dan kasar pembuatan benda uji, dan perhitungan kekuatan tekan betonm dan kuat tarik belah beton, dan kuat tarik lentur beton.

BAB 4 ANALISA PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan tentang analisa hasil pengujian bahan-bahan beton, data dan perhitungan, analisa hasil kuat tekan bata beton, dan temuan penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN

Pada bab ini berisikan tentang kesimpulan yang di ambil dari hasil penelitian dan pembahasan secara teoritis, setelah ini di berikan saran – saran dari penulisan.