

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Beton adalah salah satu bahan bangunan yang paling banyak pemakaiannya di seluruh dunia selain baja dan kayu. Beton digunakan di hampir semua tempat. Di atas tanah seperti gedung dan jembatan, di bawah tanah seperti fondasi dan terowongan, di dasar laut seperti pipa minyak dan anjungan lepas pantai, di atas air seperti kapal-kapal *ferosemen* dan bahkan saat ini sedang dikaji pembuatan beton di bulan. Hal ini karena mudahnya memperoleh bahan penyusun beton dan kesederhanaan pembuatan struktur beton. Beton dapat dibuat dengan berbagai macam mutu. Beton digunakan karena sifatnya yang mampu menopang dan memberikan tahanan tekan terhadap gaya-gaya yang bekerja kepadanya. Material beton yang secara umum digunakan memiliki komposisi utama yaitu batuan (agregat), air, dan semen (semen portland). Perbedaan mutu beton ini biasanya ditunjukkan oleh perbedaan pada kuat tekannya. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu beton meliputi perbandingan semen/air, jenis semen yang digunakan, ada atau tidaknya bahan tambahan, agregat yang digunakan, kelembaban dan suhu pengeringan, umur beton maturitas dan kecepatan pembebanan.

Dengan melihat kondisi lingkungan saat ini yang memiliki masalah serius dengan keberadaan gas CO₂ di udara, maka industri semen dan beton sebagai salah satu pencemarnya diharapkan dapat dikurangi, karena dalam memproduksi satu ton semen Portland akan dihasilkan sekitar satu ton gas karbon dioksida yang dilepaskan ke atmosfer. Jumlah produksi semen di dunia pada tahun 1995 tercatat 1,5 miliar ton, hal ini berarti industri semen melepaskan karbon dioksida sejumlah 1,5 miliar ton ke alam bebas pada saat itu. Menurut *International Energy Authority: World Energy Outlook*, jumlah karbon dioksida yang dihasilkan tahun

1995 adalah 23,8 miliar ton. Angka itu menunjukkan produksi semen portland menyumbang tujuh persen dari keseluruhan karbon dioksida yang dihasilkan berbagai sumber. Tampaknya proporsi ini akan terus bertahan atau bahkan meningkat sesuai dengan peningkatan produksi semen kalau tidak ada perubahan berarti dalam teknologi produksi semen atau didapatkan bahan pengganti semen. Pada tahun 2010, diperkirakan total produksi semen di dunia mencapai angka 2,2 miliar ton. Isu lingkungan ini tampaknya akan memainkan peran penting dalam kaitan dengan isu pembangunan berkelanjutan di masa mendatang.

Melihat pada besarnya sumbangan industri semen terhadap total emisi karbon dioksida, perlu segera dicarikan upaya untuk bisa menekan angka produksi gas yang mencemari lingkungan ini. Tampaknya perbaikan teknologi produksi semen tidak terlalu bisa diharapkan dapat menekan produksi karbon dioksida secara signifikan. Penggantian sejumlah bagian semen dalam proses pembuatan beton, atau secara total menggantinya dengan bahan lain yang lebih ramah lingkungan menjadi pilihan yang lebih menjanjikan.

Seorang ilmuwan Perancis bernama Prof. Joseph Davidovits, sekitar 20 tahun lalu sudah meneliti tentang penggunaan abu terbang sebagai pengganti semen lewat proses yang disebut polimerisasi anorganik (geopolimer). Abu terbang atau *fly ash* adalah abu sisa pembakaran batu bara yang dipakai dalam banyak industri. Abu terbang sendiri tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Tetapi dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh abu terbang akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat. Adanya kalsium hidroksida dalam beton selama ini ditengarai sebagai sumber perusak beton sebelum waktunya, khususnya bila beton berada di lingkungan yang agresif. Karenanya, penambahan atau penggantian sejumlah semen dengan abu terbang berpotensi menambah keawetan beton tersebut.

Selama ini abu terbang tidak dimanfaatkan dan dibuang begitu saja, sehingga memiliki potensi mencemari lingkungan. Pada tahun 1989, total abu yang dihasilkan dari pembakaran batu bara di seluruh dunia mencapai 440 miliar ton. Sekitar 75 persen adalah abu terbang. Produsen utama adalah negara-negara

bekas Uni Soviet (99 miliar ton), diikuti Cina (55 miliar ton), Amerika Serikat (53 miliar ton) dan India (40 miliar ton). Produksi abu ini terus meningkat dari tahun ke tahun. Cina sendiri menghasilkan lebih dari 110 miliar ton abu di tahun 2000, dengan total produksi abu dunia tahun 2000 mencapai angka 661 miliar ton.

Tingkat pemanfaatan abu terbang dalam produksi semen saat ini masih tergolong amat rendah. Cina memanfaatkan sekitar 15 persen dan India kurang dari lima persen untuk memanfaatkan abu terbang dalam pembuatan beton. Abu terbang ini sendiri, kalau tidak dimanfaatkan juga bisa menjadi ancaman bagi lingkungan. Karenanya dapat dikatakan, pemanfaatan abu terbang akan mendatangkan efek ganda pada tindak penyelamatan lingkungan, yaitu penggunaan abu terbang akan memangkas dampak negatif kalau bahan sisa ini dibuang begitu saja dan sekaligus mengurangi penggunaan semen Portland dalam pembuatan beton.

Geopolimer semen, demikian nama yang diberikan, menjadi harapan utama mereduksi penggunaan semen untuk keperluan pembangunan infrastruktur. Setidaknya untuk pembuatan beton pracetak. Walaupun tahapan yang harus dilalui untuk memasalkan penggunaan teknologi ini masih jauh, setidaknya hasil riset yang ada selama ini menunjukkan hasil menjanjikan. Saat ini, riset beton geopolimer giat dilakukan di sejumlah lembaga riset atau universitas di berbagai negara.

Pembuatan semen geopolimer dapat mereduksi hingga 80 persen jumlah karbon dioksida yang dihasilkan dari proses pembuatan semen biasa (Semen Portland). Bahkan para peneliti dari Universitas Melbourne, Australia, di bawah pimpinan Prof. J Van Deventer mengemukakan hasil riset mereka bahwa beton geopolimer dapat dimanfaatkan untuk memasung (*'immobilise'*) bahan-bahan berbahaya yang mengandung radioaktif maupun bahan-bahan beracun lain, seperti tailing. Dalam laporan penelitian disebutkan hampir semua bahan buangan industri yang mengandung unsur-unsur silika dan alumina bisa dibuat menjadi semen geopolimer.

Kenyataan bahwa semen geopolimer dapat diproduksi dari bahan-bahan buangan atau limbah industri, mengurangi emisi karbon dioksida secara sangat

signifikan, memiliki sifat keawetan unggul dan mampu memasung bahan-bahan beracun, mengukuhkannya sebagai material konstruksi masa depan.

1.2 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan dan sifat dari beton geopolimer yang masih dalam tahap pengembangan. Dengan penelitian ini, juga diharapkan dapat diaplikasikan dan digunakan secara berkelanjutan penggunaan beton geopolimer dalam struktur bangunan.

Selain tujuan diatas, ada juga tujuan lain seperti dibawah ini :

- Agar mahasiswa dapat mengetahui permasalahan-permasalahan yang timbul di lapangan dan menemukan solusi dari permasalahan tersebut.
- Agar mahasiswa dapat melihat aplikasi dari teori yang telah diperoleh selama menjalani perkuliahan dengan praktek di lapangan.
- Memperoleh pengetahuan tambahan yang tidak diperoleh di lapangan.
- Sebagai salah satu syarat kelulusan bagi setiap mahasiswa Departemen Sipil Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

1.3 RUANG LINGKUP PENELITIAN

Penelitian ini dibatasi pada perilaku struktur balok beton berbahan dasar geopolimer dalam analisis pembebanan dinamik yang dilakukan di Laboratorium Bahan Departemen Teknik Sipil FTUI. Beton geopolimer yang digunakan menggunakan agregat berupa bahan agregat halus dan kasar, dan tanpa menggunakan semen sebagai pengikat tetapi menggunakan *fly ash*, larutan *water glass* dan *natrium hidroksida*.

Pada penelitian ini akan dianalisa perilaku dinamik dari balok beton geopolimer dengan menggunakan tulangan dengan menggunakan alat pengukur percepatan / akselerometer yang terhubung dengan alat *Pile Integrity Test (PIT)*. Lalu dengan mengolah data yang di dapat menggunakan *software microsoft Excel* dan *Matlab*, akan diperoleh data-data lain yang dibutuhkan.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Komposisi campuran material geopolimer (prekursor dan aktivator) telah diteliti sebelumnya, sehingga penelitian ini dibatasi untuk menganalisa perilaku struktural balok beton geopolimer akibat pembebanan dinamik.

1.5 HIPOTESA AWAL

Pada percobaan ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekakuan dari balok beton geopolimer dengan cara pemberian gaya dinamik. Apabila didapat nilai akselerasi dari benda uji maka bisa juga didapat nilai kecepatan dan displacement dari benda uji tersebut, sehingga diketahui nilai dari sifat balok beton geopolimer berupa redaman dan kekakuannya.

1.6 METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan studi literatur, membuat hipotesa, membuat metode percobaan, melakukan percobaan, membuat pengolahan data percobaan, menganalisa hasil percobaan, dan membuat kesimpulan.

Urutan kegiatannya adalah :

1. Studi literatur.
2. Pemahaman karakteristik beton geopolimer.
3. Pembuatan hipotesa.
4. Penentuan komposisi benda uji.
5. Pembuatan benda uji di laboratorium.
6. Pengujian benda uji di laboratorium.
7. Mempersiapkan alat/program pengolah data.
8. Pengumpulan data percobaan di laboratorium.
9. Pengolahan data percobaan.
10. Pembuatan analisa hasil dan kesimpulan.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan yang digunakan adalah sebagai berikut :

- **BAB I Pendahuluan**
Berisi tentang latar belakang, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, batasan penelitian, hipotesa awal, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.
- **Bab II Studi Literatur**
Berisi tentang dasar teori tentang beton dan beton polimer, dasar pemikiran tentang sifat dinamik struktur, dasar teori alat akselerometer, pengaplikasian alat pengukur percepatan, dan dasar pengolahan hasil data.
- **Bab III Metode Penelitian**
Berisi tentang pembuatan sampel beton semen portland, sampel beton geopolimer berbahan dasar sisa, sampel beton geopolimer, sampel balok beton geopolimer dengan tulangan baja, dan metodologi pengujian dengan akselerometer.
- **Bab IV Hasil dan Analisa Percobaan**
Berisi tentang data hasil percobaan, proses pengolahan data hasil percobaan, dan analisa hasil percobaan.
- **Bab V Kesimpulan dan Saran**
Berisi tentang penarikan kesimpulan dari hasil kegiatan penelitian yang telah dilakukan serta saran mengenai hasil penelitian.