

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 LATAR BELAKANG

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang paling sering digunakan saat ini. Tingkat pertumbuhan konstruksi yang sangat besar dengan persaingan dunia konstruksi yang tinggi menuntut untuk selalu tersedianya material beton. Material penyusun beton saat ini yang paling utama adalah semen. Terbatasnya jumlah material semen di alam menjadi suatu masalah untuk kedepannya.

Proses produksi semen juga menghasilkan suatu masalah sendiri. Reaksi kimia proses produksi semen adalah sebagai berikut :



Dalam proses tersebut dihasilkan CO<sub>2</sub> sebagai hasil buangan, dimana produksi 1 ton semen secara langsung menghasilkan 0,55 ton CO<sub>2</sub> dan membutuhkan pembakaran bahan bakar karbon untuk melepaskan 0,4 ton CO<sub>2</sub>. Pada tahun 1987, 1 miliar ton produksi semen juga terhitung terlepasnya 1 miliar ton CO. Dengan semakin banyaknya pemakaian semen, berarti semakin banyak pula gas karbon dioksida yang dihasilkan dari produksi semen. Besarnya gas karbon dioksida yang dihasilkan dapat menyebabkan dampak yang buruk terhadap lingkungan. Dalam hal ini adalah terciptanya efek rumah kaca (*green house effect*) yang merupakan penyebab terjadinya kenaikan suhu global.

Atas alasan itu maka diperlukan suatu material alternatif sebagai perkembangan beton. Penggantian sejumlah material penyusun semen dalam proses pembuatan beton atau mengganti secara total material beton tersebut

dengan menggunakan material yang lebih ramah lingkungan merupakan suatu pilihan yang akan menjadi alternatif yang lebih baik kedepannya.

Salah satu alternatif tersebut adalah dengan menggunakan material geopolimer. Material geopolimer pertama kali diperkenalkan oleh Joseph Davidovits. Davidovits memberikan nama material temuannya geopolimer dikarenakan menggunakan sintesa bahan-bahan alam non-organik lewat suatu proses polimerisasi. Senyawaan-senyawaan yang tersusun sangat besar yang terbentuk oleh penggabungan berulang dari banyak molekul kecil (monomer) disebut polimer. Geopolimer adalah polimer yang tersusun dari mineral sebagai monomer. Bahan dasar utama yang diperlukan untuk pembuatan material geopolimer ini adalah bahan-bahan yang banyak mengandung unsur silikon dan aluminium. Unsur kimia ini banyak dijumpai, salah satu diantaranya adalah pada material buangan hasil sampingan industri yang menggunakan batu bara sebagai bahan bakarnya. Hasil dari pembakaran batu bara tersebut adalah abu terbang (*fly ash*).

Pemanfaatan abu terbang hasil pembakaran batu bara sampai saat ini hampir tidak ada. Umumnya hanya dipakai sebagai bahan timbunan. Penimbunan yang tidak teratur dengan baik dapat menyebabkan berbagai permasalahan. Dikarenakan ukuran partikel abu terbang yang sangat kecil, maka abu terbang ini sangat mudah berterbangan diudara. Sehingga sangat mudah mencemari lingkungan terutama pencemaran udara dan dapat pula menyebabkan pencemaran air karena partikel-partikel logam yang terkandung didalamnya sangat mudah larut.

Geopolimer juga dikatakan ramah lingkungan karena pada proses pembuatannya tidak terlalu memerlukan banyak energi, selain dari alasan sebelumnya yaitu dikarenakan menggunakan bahan material sisa atau buangan. Proses pembuatan beton geopolimer ini cukup memerlukan pemanasan dengan suhu kurang lebih 60 derajat Celsius selama satu hari penuh untuk mencapai kekuatan tinggi.

Kelebihan yang bisa diperoleh dengan pemakaian beton geopolimer ini adalah menurunkan emisi gas penyebab rumah kaca hingga sekitar 80% akibat produksi semen. Selain itu, beton geopolimer dapat mencapai kekuatan 20 Mpa hanya dalam waktu 4 jam dan dapat mencapai kekuatan hingga 100 Mpa. Performa yang dimiliki beton geopolimer diantaranya susut dan rangkai yang timbul tidak signifikan. Selain itu beton geopolimer juga tahan terhadap bahan korosi larutan sulfat, asam dan air laut. Dari sifat-sifat tadi beton geopolimer dapat menunjukkan durabilitas yang tinggi.

## 1.2 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan dan mengetahui perilaku dari balok yang dibuat dari bahan geopolimer setelah dibebani melalui suatu analisa numerik. Dengan memperkirakan perilaku balok beton geopolimer sebelum balok beton geopolimer itu dibuat, maka diharapkan akan menghasilkan balok beton yang efisien baik dari sisi ekonomi maupun kekuatannya. Adapun hal-hal yang akan dipelajari dalam penelitian ini adalah :

### § Kurva *stress-strain*

Kurva tarik dan tekan menjadi hal yang penting dalam penelitian ini. Mengetahui batas-batas kekuatan beton geopolimer akan mempermudah dalam merencanakan suatu desain.

### § Analisa Penampang Balok

Penampang balok yang dianalisa dalam percobaan ini adalah bagaimana menentukan letak garis netral, besarnya gaya-gaya yang bekerja baik gaya tekan maupun gaya tarik.

### § Kurva Momen-kurvatur

Kurva momen-kurvatur merupakan kurva yang dapat dihasilkan dari perencanaan balok yang akan didesain.

### § Pemrograman *Matlab*

Program *Matlab* sebagai alat bantu piranti lunak (*software*) yang digunakan untuk proses perhitungan numerik.

### 1.3 RUANG LINGKUP PERMASALAHAN

Penelitian beton geopolimer sudah pernah dilakukan sebelumnya. Namun yang dilakukan hanya berupa tes tekan terhadap sample-sample beton pada umumnya. Penelitian terhadap aplikasi penggunaan pada lapangan, dalam hal ini adalah balok beton geopolimer, belum dilakukan. Perilaku beton seperti susut (*shrinkage*) atau rangkak (*creep*) belum diketahui pada beton geopolimer.

Kelebihan menggunakan beton geopolimer adalah beton ini menggunakan bahan sisa (*waste material*) yaitu abu terbang yang merupakan sisa hasil pembakaran batu bara. Persediaan semen di alam juga terbatas sehingga diperlukan alternatif beton untuk kedepannya.

Perencanaan balok beton geopolimer yang akan dibuat berdasarkan perhitungan analisa numerik menggunakan metode fiber model.

Batasan masalah pada skripsi ini adalah sebagai berikut :

- a. Analisa Fiber model dilakukan dengan membagi penampang balok beton bertulang menjadi serat-serat dan memberikan sifat non-linear material pada masing-masing serat. Sifat non-linear geometri penampang balok diabaikan.
- b. Analisa fiber model dilakukan dengan empat asumsi dasar :
  1. Penampang datar sebelum mengalami lentur akan tetap datar setelah mengalami lentur. Sesuai dengan Teori Bernoulli. Regangan longitudinal beton dan baja pada berbagai titik di sepanjang penampang sebanding dengan jaraknya dari garis netral.
  2. Kurva tegangan-regangan baja diketahui. Hubungan tegangan-regangan baja diasumsikan berupa kurva tegangan-regangan bilinear.
  3. Kuat tarik beton dianggap 10 % dari kuat tekannya.
  4. kurva tegangan-regangan beton yang menggambarkan besar dan distribusi tegangan tekan diketahui. Hubungan regangan-regangan beton menggunakan model Desayi dan Krishnan

c. Penggunaan Metode Numerik dengan batasan sebagai berikut :

1. Integrasi Persamaan menggunakan aturan trapesium
2. Akar persamaan ditentukan dengan metode bagi dua
3. Interpolasi dilakukan secara linear

#### **1.4 HIPOTESA AWAL**

Dengan penelitian ini diharapkan mendapatkan beton geopolimer yang efisien. Mampu memperhitungkan komposisi yang tepat dan memperhitungkan batas aman dari beton geopolimer bahkan sebelum beton tersebut dibuat. Selain itu untuk membuktikan hasil yang didapat berdasarkan percobaan.

#### **1.5 METODOLOGI PENELITIAN**

Metodologi penelitian yang digunakan adalah dengan melakukan studi literatur, membuat hipotesa, melakukan percobaan awal, melakukan analisa penampang, perhitungan dengan menggunakan program *Matlab*, kemudian menyimpulkan.

#### **1.6 SISTEMATIKA PENULISAN**

Sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

- BAB I**           Pendahuluan  
Tentang latar belakang permasalahan, ruang lingkup dan tujuan dari penelitian
- BAB II**          Studi Literatur  
Tentang kurva hubungan tegangan-regangan beton dan baja serta teori-teori analisa penampang
- BAB III**        Metodologi Penelitian  
Tentang teori dasar perhitungan analisa penampang dengan analisa fiber model serta metode-metode integral
- BAB IV**        Analisa Numerik  
Tentang penjelasan lebih lanjut mengenai tahapan-tahapan dalam melakukan analisa numerik

- BAB V      Analisa Hasil Percobaan  
Pembahasan hasil-hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium  
dan juga hasil yang didapat dari analisa numerik
- BAB VI     Penutup  
Berisi kesimpulan dan saran dari skripsi ini.

