

Perbandingan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Biasa Dengan Balok Beton Bertulang Geopolymer

Brenda Frisheila Maleke¹, M. D. J. Sumajouw², Ronny E. Pandaleke³

Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado, Jl. Kampus Bahu-Unsrat Manado, 95115

¹brenda.maleke06@gmail.com; ²dody_sumajouw@unsrat.ac.id; ³ronny_pandaleke@yahoo.com

Abstrak - Beton bertulang adalah kombinasi dari beton dan baja, dimana baja tulangan memberikan kekuatan tarik yang tidak dimiliki beton. Beton geopolymer merupakan beton yang dibuat tanpa menggunakan semen dan digunakan fly ash sebagai bahan penggantinya. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan kuat lentur beton bertulang biasa dan beton bertulang geopolymer melalui pengujian di laboratorium. Metode pengujian yang digunakan adalah System Two Point Loading Test pada benda uji balok ukuran 100 mm x 100 mm x 400 mm. Hasil penelitian menyatakan bahwa nilai kuat lentur beton bertulang geopolymer lebih besar dari pada nilai kuat lentur beton bertulang biasa.

Kata kunci – beton geopolymer, beton bertulang, kuat lentur

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan material beton sebagai material bangunan sangat penting dan dominan dibandingkan material lain dalam industri konstruksi. Keunggulan serta keuntungan karena bahan pembuat beton mudah didapat, lebih murah dan lebih praktis dalam pengerjaan dan perawatannya serta mampu menahan beban yang besar menjadi alasan penggunaan beton. Nilai kuat tekan beton berbanding terbalik dengan nilai kuat tariknya. Menurut Mosley dan Bugay (1989) kekuatan tarik beton besarnya hanya kira – kira 10% kekuatan tekannya. Nilai kuat tarik yang relatif lebih kecil dari kuat tekan merupakan salah satu kelemahan dari beton biasa.

Untuk menutupi kelemahan beton, beton dikombinasikan dengan tulangan baja. Beton tersebut biasa dikenal dengan beton bertulang. Beban tarik pada beton bertulang ditahan oleh

baja tulangan, sedangkan beban tekan cukup ditahan oleh beton.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, beton bertulang yang pada umumnya menggunakan semen sebagai bahan pengikat utama, dikatakan tidak ramah lingkungan. Sehingga muncul gagasan untuk mengurangi pemakaian semen. Berbagai usaha telah dilakukan para ahli material konstruksi bangunan untuk mendapatkan beton yang ramah lingkungan, salah satunya penelitian tentang beton Geopolymer. Beton Geopolymer adalah beton yang dibuat tanpa menggunakan semen sebagai bahan pengikat, sebagai bahan pengganti semen digunakan fly ash dicampur dengan alkalin aktivator.

Fly ash merupakan salah satu material hasil sampingan (by-product) industri, yang dihasilkan dari pembakaran batu bara pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Fly ash dikategorikan dalam material “pozzolon” yakni material cementious seperti yang ada pada semen Portland. Material ini dapat bereaksi secara kimia dengan cairan alkalin pada temperatur tertentu untuk membentuk material campuran yang memiliki sifat seperti semen.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas penulis ingin melakukan penelitian seberapa besar perbandingan kuat lentur antara benda uji balok beton bertulang biasa dengan balok beton bertulang geopolymer.

C. Batasan Masalah

Hal – hal yang akan diteliti dibatasi pada beberapa hal, yaitu:

1. Material Pembentuk Beton Geopolymer:
 - a. Fly Ash yang berasal dari PLTU Amurang
 - b. Cairan Alkalin yaitu kombinasi cairan Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida;
 - c. Superplasticizer digunakan Viscocrete 1003 dengan merk dagang Sika®;
 - d. Agregat Kasar yang di pakai adalah Batu Pecah Lansot;
 - e. Agregat Halus yang di pakai adalah Pasir Girian;
 - f. Semen Portland merk Tiga Roda.
2. Penelitian ini hanya membandingkan kuat lentur balok beton bertulang biasa dengan balok beton bertulang geopolymer
3. Benda Uji Balok berpenampang (100 x 100 x 400) mm.

Brenda Frisheila Maleke adalah mahasiswa tingkat akhir jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado pada bidang Material (email: brenda.maleke06@gmail.com);

M. D. J. Sumajouw adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi dan guru besar pada bidang Material (email: dody_sumajouw@unsrat.ac.id);

Ronny E. Pandaleke adalah dosen jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi pada bidang Struktur (email: ronny_pandaleke@yahoo.com)

4. Benda Uji Silinder berpenampang (100 x 200) mm.
5. Tulangan Longitudinal dengan Diameter 8 mm.
6. Sengkok dengan Diameter 6 mm.
7. Perawatan Benda Uji menggunakan Suhu Ruangan.
8. Pengujian pada umur 28 hari.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mendapatkan Nilai Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Geopolymer pada temperatur ruangan, kemudian dibandingkan dengan balok beton bertulang biasa.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Penelitian ini dapat menjadi salah satu sumber informasi tentang pembuatan beton bertulang geopolymer;
2. Penelitian ini dapat memberikan informasi tentang kekuatan lentur beton bertulang geopolymer dan perbandingannya dengan beton bertulang biasa.

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

B. Komposisi Campuran Beton

Komposisi campuran beton biasa dan beton bertulang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

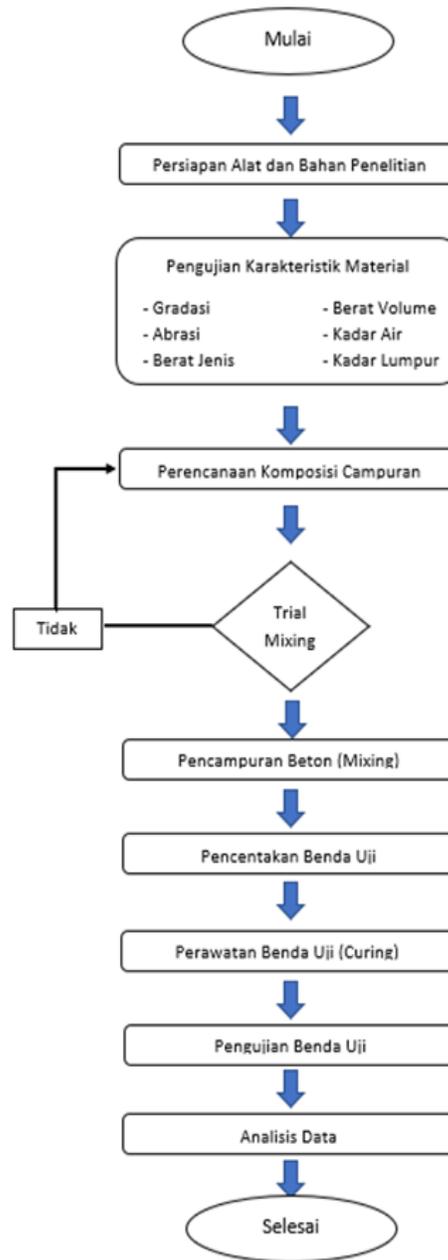
TABEL 1. KOMPOSISI CAMPURAN BETON BIASA

| Material | Berat (kg/m ³) |
|----------------------------|----------------------------|
| Agregat Kasar (Batu Pecah) | 1031 |
| Agregat Halus (Pasir) | 746.7 |
| Semen | 372.5 |
| Air | 175.1 |

TABEL2. KOMPOSISI CAMPURAN BETON GEOPOLYMER

| Material | Berat (kg/m ³) |
|--------------------------------|----------------------------|
| Agregat Kasar (Batu Pecah) | 1031.0 |
| Agregat Halus (Pasir) | 746.7 |
| Abu Terbang (<i>Fly ash</i>) | 372.5 |
| Cairan Natrium Hidroksida | 94.1 (14 m) |
| Cairan Natrium Silika | 235.3 |
| Superplasticizer | 9.6 |

DIAGRAM ALIR PENELITIAN



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

C. Pemakaian Tulangan Tarik Baja

Data-data sebagai berikut:

- Balok berpenampang 100 x 100 x 400 mm
- Tulangan longitudinal yang digunakan berdiameter 8 mm
- Jumlah tulangan yang digunakan 5Ø8
- Sengkok yang digunakan berdiameter 6 mm
- $f'_c = 25$ MPa
- $A_s = 50,24$ mm²

D. Pembuatan Benda Uji Beton

Tahap dalam pembuatan benda uji adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan campuran beton (mixing);
2. Pencetakan benda uji balok (100 x 100 x 100) mm untuk pengujian kuat lentur dan silinder (100 x 200) mm untuk pengujian kuat tekan
3. Perawatan benda uji menggunakan suhu ruangan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perencanaan Mix Design Beton

Untuk agregat kasar dari Lansot, berat jenis kering sebesar 2,681, berat jenis sebsar SSD 2,711, berat volume padat sebesar 1,485 kg/m³, berat volume gembur sebesar 1,343 kg/m³, absorpsi maksimum sebesar 1,514 %, kadar air sebesar 1,247 %, keausan sebesar 18,772 %.

Untuk agregat halus dari Girian, modulus kehalusan butir sebesar 3,326, berat jenis kering sebesar 2,040, berat jenis sebesar SSD 2,257, berat volume padat sebesar 1,242 kg/m³, berat volume gembur sebesar 1,162 kg/m³, absorpsi maksimum sebesar 10,669 %, kadar air sebesar 5,532 %, kadar lumpur sebesar 0,412 %.

B. Berat Volume Beton

Berat volume beton adalah perbandingan antara berat beton (berat benda uji) dengan volume beton (volume benda uji). Contoh perhitungan berat volume beton:

- Pada benda uji silinder
 Berat benda uji = 3,31 kg
 $Volume = \pi \times 0,05^2 \times 0,2 = 0,00157 \text{ m}^3$
 Berat volume beton = $3,31 / 0,00157 = 2107,21 \text{ kg/m}^3$
- Pada benda uji balok
 Berat benda uji = 8,20 kg
 $Volume = 0,10 \times 0,10 \times 0,40 = 0,0040 \text{ m}^3$
 Berat volume beton = $8,20 / 0,0040 = 2050 \text{ kg/m}^3$

Perhitungan berat volume rata-rata tiap benda uji dilihat pada Tabel 1.

TABEL 1. BERAT VOLUME RATA-RATA PADA UMUR 28 HARI

| No | Benda Uji | Berat Volume Rata-rata pada umur 28 hari |
|----|---------------------|--|
| | | (Kg/m ³) |
| 1 | Silinder biasa | 2088.82 |
| 2 | Silinder geopolimer | 2072.551 |
| 3 | Balok biasa | 1954.167 |
| 4 | Balok Geopolymer | 2195.833 |

(Sumber: Hasil Penelitian)

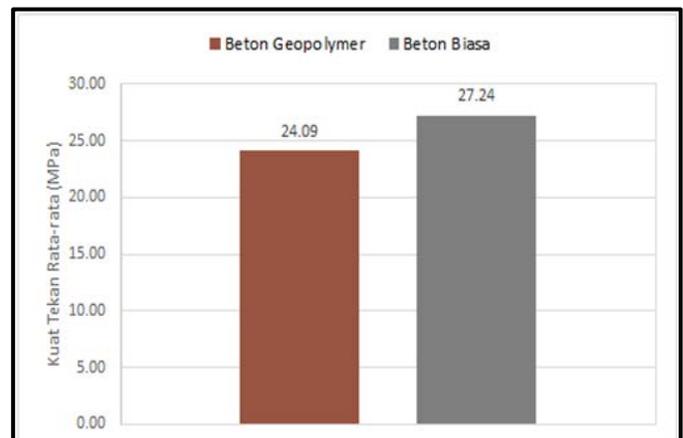
C. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Dalam penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder (100 x 200) mm. Adapun hasil pengujian kuat tekan dijelaskan pada Tabel 2.

TABEL 2. KUAT TEKAN

| No | Kuat Tekan (Mpa) | |
|----|------------------|------------------|
| | Beton Biasa | Beton Geopolymer |
| 1 | 26,5 | 23,34 |
| 2 | 263,9 | 23,21 |
| 3 | 27,5 | 24,32 |
| 4 | 27,8 | 24,65 |
| 5 | 27,2 | 24,36 |
| 6 | 27,4 | 24,6 |
| 7 | 27,4 | 24,21 |
| 8 | 27,4 | 23,76 |
| 9 | 27,1 | 24,32 |

(Sumber: Hasil Penelitian)



Gambar 2. Diagram Hasil Kuat Tekan Rata-rata

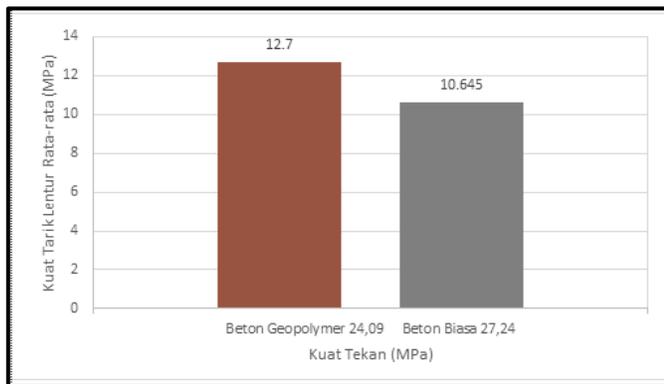
Berdasarkan tabel dan diagram diatas, dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan beton biasa lebih tinggi dari nilai kuat tekan beton geopolimer.

D. Hasil Pengujian Kuat Tekan Lentur

Dalam penelitian ini menggunakan benda uji berbentuk balok (100 x 100 x 400) mm. Adapun hasil pengujian kuat lentur dijelaskan pada Tabel 3.

TABEL 3. PENGUJIAN KUAT LENTUR

| Benda Uji | As [mm ²] | ρ | P [kN] | P[kN] rata-rata | Kuat Lentur [MPa] | Momen Nominal [kNm] | Berat [kg] |
|-----------|-----------------------|--------|--------|-----------------|-------------------|---------------------|------------|
| G1 | 150,72 | 0,0201 | 42,8 | 42,3333 | 12,84 | 2,12067 | 8.9 |
| G2 | | | 42,3 | | 12,69 | 2,12058 | 8.7 |
| G3 | | | 42,6 | | 12,78 | 2,12058 | 8.7 |
| G4 | | | 42,7 | | 12,81 | 2,12067 | 8.9 |
| G5 | | | 41,1 | | 12,33 | 2,12072 | 9.0 |
| G6 | | | 42,5 | | 12,75 | 2,12048 | 8.5 |
| B1 | 150,72 | 0,0201 | 34,8 | 35,4833 | 10,44 | 2,1202 | 7.9 |
| B2 | | | 36,1 | | 10,83 | 2,12016 | 7.8 |
| B3 | | | 35 | | 10,5 | 2,12002 | 7.5 |
| B4 | | | 36 | | 10,8 | 2,12016 | 7.8 |
| B5 | | | 35,8 | | 10,74 | 2,1202 | 7.9 |
| B6 | | | 35,2 | | 10,56 | 2,12025 | 8.0 |



Gambar 3. Diagram Nilai Fr Rata-rata Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok

Berdasarkan tabel dan diagram di atas, dapat dilihat bahwa nilai kuat lentur beton geopolymer lebih tinggi dari nilai kuat lentur beton biasa.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengolahan data yang diperoleh, maka ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada Umur 28 hari, hasil kuat tekan Beton biasa rata-rata sebesar 27.24 MPa. Untuk Beton Geopolymer didapat hasil kuat tekan rata-rata sebesar 24.08 MPa.
2. Berdasarkan kualifikasi berat jenis beton, hasil pemeriksaan berat volume beton didapat berat volume beton berkisar 2072.551 kg/m³ – 2195.833 kg/m³. Maka jenis beton dalam penelitian ini termasuk dalam jenis beton normal karena berat massa volume beton tersebut berada pada interval 2000-3000 kg/m³. Sehingga material hasil produk sampingan industri seperti abu terbang (fly ash) yang terdapat dalam campuran Beton geopolymer dapat dimanfaatkan untuk mengurangi limbah dan mengurangi penggunaan semen pada campuran beton.
3. Pengujian Kuat lentur didapat hasil sebesar 10,64 MPa untuk Balok Beton Bertulang Biasa. Dan Balok Beton Bertulang Geopolymer sebesar 12,70 MPa. Sehingga Kuat Lentur Beton Geopolymer lebih besar dari Balok Beton Bertulang Biasa

B. Saran

1. Karena workabilitas dari beton geopolymer kecil, yaitu beton cepat mengeras dan melekat, maka pada saat

pemadatan perlu dilakukan dengan cepat dan alat-alat yang digunakan sebaiknya langsung dibersihkan.

2. Bekisting yang digunakan perlu diberi pelumas sebelum digunakan, karena mempermudah pada saat mengeluarkan benda uji dari bekisting.

V. KUTIPAN

A. Buku

- [1] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 1974:2011 Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2011.
- [2] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 03-2834-2000 tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2000.
- [3] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2002.
- [4] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 03-2976-1995 tentang Tata Cara Pengadukan Dan Pengecoran Beton*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 1995.
- [5] J. Davidovits, *Chemistry of Geopolymer System, Terminology*. France: Paper presented at the Geopolymer'99 International Conference, Saint-Quentin, 1999,
- [6] T. Mulyono, *Teknologi Beton*. Bandung: Penerbit Andi, 2005.
- [7] E. G. Nawy, *Beton Bertulang: Suatu Pendekatan Dasar*. Bandung: PT Refika Aditama, 1998.
- [8] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 03-2847-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2002.
- [9] Badan Standardisasi Nasional, *SNI 03-4431-1997 tentang Metode Pengujian Kuat Lentur Normal Dengan Dua Titik Pembebanan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 1997.
- [10] M. D. J. Sumajouw, Servie O. Dapas, *Elemen Struktur Beton Bertulang Geopolymer*. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2013.

B. Jurnal

- [11] Andrian Stevie, M. D. J. Sumajouw, Reky S. Windah, "Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Bertulang dengan Variasi Rasio Tulangan Tarik," dalam *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 3, No. 3, hal. 175-182, ISSN: 2337-6732, Maret, 2015.
- [12] Riger Manuahe, M. D. J. Sumajouw, Reky S. Windah, "Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Fly Ash," dalam *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 2, No. 16, ISSN: 2337-6732, September, 2014.
- [13] Sofia Filia Eunike Paat, Steenie E. Wallah, Reky S. Windah, "Kuat Tarik Lentur Beton Geopolymer Berbasis Abu Terbang (Fly Ash)," dalam *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 2, No. 7, hal. 337-343, ISSN: 2337-6732, November, 2014.
- [14] Fiki R. Tambingon, M. D. J. Sumajouw, Steenie E. Wallah, "Kuat Tekan Beton Geopolymer dengan Perawatan Temperatur Ruangan," dalam *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 6, No. 9, hal. 641-648, ISSN: 2337-6732, September, 2018.