**PERILAKU LENTUR BALOK BETON TULANGAN BAMBU DAN TULANGAN POLOS DENGAN MATERIAL LOKAL**

**Hardik Rejdianto**

***Hardik Rejdianto*,** *Perilaku Lentur Balok Beton Tulangan Bambu Dan Tulangan Polos Dengan Material Lokal, dibawah bimbingan Syahrul,S.T.,M.Eng, dan Achmad Munajir,ST.,MT.*

ABSTRACT

*Beton bertulang (reinforced concrete) adalah struktur komposit yang sangat baik untuk digunakan pada konstruksi bangunan. Pada struktur beton bertulang terdapat berbagai keunggulan akibat dari penggabungan dua buah bahan, yaitu beton (PC + aggregat halus + aggregat kasar + zat aditif) dan baja sebagai tulangan.*

*Bambu dipilih sebagai bahan alternatif pengganti tulangan baja, dimana bambu merupakan produk alam yang dapat diperbarui, diperoleh dengan mudah, murah dan memiliki nilai lentur yang cukup tinggi. Untuk mendukung manfaat penggunaan material alternatif di Provinsi Kalimantan Timur, agregat kasar dari batu gunung Desa Senoni, agregat halus dari sungai Mahakam dari Desa Loa Duri.*

*Mix design atau komposisi campuran beton menggunakan metode (perbandingan 1:2:3) dalam pengujian material agregat kasar menggunakan batu 40 mm. Penggunaan sampel balok dalam beton bertulang dengan tulangan bambu dan tulangan besi polos memberikan variasi campuran berdasarkan umur beton agregat kasar, agregat halus dan tulangan. Umur 14, 21, dan 28 hari total sampel 36 buah. Dari hasil uji kuat lentur pada balok yang menggunakan campuran dan tulangan pada umur 14, 21, 28 hari didapat kuat lentur untuk campuran tulangan besi polos dan pasir Mahakam (fc) : 102,667 kg/cm², dan campuran tulangan bambu dan tulangan polos pasir mahakam (fc) : 22.778 kg/cm².*

Kata Kunci : Beton Bertulang, Bahan Lokal, Kuat Lentur.

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Beton bertulang (*reinforced concrete*) adalah struktur komposit yang sangat baik untuk digunakan pada konstruksi bangunan. Pada struktur beton bertulang terdapat berbagai keunggulan akibat dari penggabungan dua buah bahan, yaitu beton (PC + aggregat halus + aggregat kasar + zat aditif) dan baja sebagai tulangan. Kita tahu bahwa keunggulan dari beton adalah kuat tekannya yang tinggi, sementara baja tulangan sangat baik untuk menahan gaya tarik dan geser. Penggabungan antara material beton dan baja tulangan memungkinkan pelaku konstruksi untuk mendapatkan bahan baru dengan kemampuan untuk menahan gaya tekan, tarik, dan geser sehingga struktur bangunan secara keseluruhan lebih kuat dan aman.

Karena kelebihan yang dimilikinya, maka penggunaan beton bertulang sebagai bahan struktur utama bangunan sangat populer. Beton bertulang lebih menjadi pilihan dibandingkan material lain seperti bambu, kayu, beton konvensional atau baja. Penerapan beton bertulang pada struktur bangunan biasanya dapat dijumpai pada: pondasi (jenis pondasi dalam seperti tiang pancang, *bored pile*), balokikat (*sloof*), kolom balok plat beton dan dinding geser (*Shear Wall*).

Bambu adalah [tanaman](https://id.wikipedia.org/wiki/Tanaman) jenis rumput-rumputan dengan rongga dan ruas di batangnya. Bambu memiliki banyak tipe. Nama lain dari bambu adalah buluh, aur, dan eru. Di dunia ini bambu merupakan salah satu tanaman dengan pertumbuhan paling cepat. Karena memiliki sistem rhizoma-dependen unik, dalam sehari bambu dapat tumbuh sepanjang 60 cm (24 [Inchi](https://id.wikipedia.org/wiki/Inchi)) bahkan lebih, tergantung pada kondisi tanah dan [klimatologi](https://id.wikipedia.org/wiki/Klimatologi) tempat ia ditanam

Bambu diklasifikasikan ke lebih dari 10 genus dan 1450 spesies. Spesies bambu ditemukan di berbagai lokasi iklim, dari iklim dingin pegunungan hingga daerah tropis panas. Mereka terdapat di sepanjang Asia Timur dari 50o Lintang Utara di [Sakhalin](https://id.wikipedia.org/wiki/Sakhalin) sampai ke sebelah utara Australia, dan di bagian barat India hingga ke [Himalaya](https://id.wikipedia.org/wiki/Himalaya). Mereka juga terdapati di [sub-Sahara Afrika](https://id.wikipedia.org/wiki/Sub-Sahara_Afrika), dan di Amerika dari [pertengahan Atlantik Amerika Utara](https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Pertengahan_Atlantik_Amerika_Utara&action=edit&redlink=1) hingga ke selatan ke Argentina dan Cili, mencapai titik paling selatan Bambu pada 47o Lintang Selatan. Benua Eropa tidak memiliki spesies bambu asli.

Baru-baru ini telah diupayakan untuk membudidayakan bambu secara komersial di [Danau Besar Afrika](https://id.wikipedia.org/wiki/Danau_Besar_Afrika) di Afrika Tengah bagian timur, terutama di Rwanda. Selain itu, berbagai perusahaan di Amerika Serikat juga menumbuhkan, memanen, dan mendistribusikan spesies bambu seperti [Phyllostachys edulis](https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Phyllostachys_edulis&action=edit&redlink=1).

Terdapat dua bentuk bambu secara umum, yaitu bambu berkayu dari suku [Arun dinarieae](https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Arundinarieae&action=edit&redlink=1) dan [Bambuseae](https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Bambuseae&action=edit&redlink=1), dan bambu rerumputan dari suku [Olyreae](https://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Olyreae&action=edit&redlink=1). Analisis molekuler dari pastida menunjukkan bahwa terdapat tiga sampai lima garis keturunan utama dari bambu

## Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana perilaku untuk beton tulangan bambu dan tulangan polos ?
2. Berapa kuat lentur yang di hasilkan beton menggunakan tulangan bambu dan tulangan polos ?
3. Berapa komposisi campuran pasir Tenggarong dan batu Senoni ?

Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui perilaku tulangan bambu dan tulangan polos pada beton bertulang.

2. Untuk mengetahui berapa kuat lentur balok beton bertulang yang mengunakan tulangan bambu dan tulangan polos.

3. Untuk mengetahui komposisi campuran beton pasir tenggarong dan batu Senoni.

**Manfaat Penelitian**

1. Penelitian ini merupakan penelitian dasar atau awal yang di harapkan dapat menjadi acuan bagi para peneliti selanjutnya.

2. Dengan adanya penelitian pemanfaatan bambu sebagai bahan campuran balok beton bertulang dengan campuran material batu Senoni , dan pasir Kutai Kartanegara yang di harapkan bambu dan pasir yang digunakan sebagai bahan pengujian dapat menjadi alternatif bahan dalam campuran beton bertulang.

## DASAR TEORI

**Pengertian Beton**

Beton adalah campuran semen *Portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk masa padat *(SNI 03-2834-1993).*

Beton atau *concrete* berasal dari bahasa latin *concretus* yang berarti tumbuh bersama, suatu pengertian yang menggambarkan penyatuan partikel-partikel lepas menjadi suatu masa yang utuh *(Raina, 1989).*

Seiring dengan penambahan umur, beton akan semakin mengeras dan akan mencapai kekuatan rencana *(f’c)* pada usia 28 hari. Kecepatan kekuatan beton ini sangat dipengaruhi pada factor air semen *(FAS)* dan suhu selama perawatan. Salah satu kinerja beton yang sering diperhatikan adalah kekuatan beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk dapat menerima gaya persatuan luas *(Mulyono, 2004).*

Bambu tulup adalah bambu yang sangat mirip warnanya dengan bambu tali, perbedaannya terletak pada diameternya yang jauh lebih kecil dan tingginya yang pada umunya maksimal 5 meter. Jarak antara ruas yang satu denga yang lain cukup panjang.

**Semen Portland Cement**

Portland Cementmerupakan bahan pengikat utama untuk adukan beton dan pasangan batu yang digunakan untuk menyatukan bahan menjadi satu kesatuan yang kuat. Jenis atau tipe semen yang digunakan merupakan salah satu factor yang mempengaruhi kuat tekan beton, dalam hal ini perlu diketahui tipe semen yang distandarisasi di Indonesia. Semen Portland dibagi menjadi 5 tipe, yaitu :

1. **Semen Portland Tipe I *(Ordinary Portland Cement)***

Semen ini biasa digunakan untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memerlukan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal. Cocok digunakan untuk bangunan rumah pemukiman, gedung-gedung bertingkat dan lain-lain.

1. **Semen Portland Tipe II *(Modified Portland Cement)***

Semen ini biasa digunakan untuk keperluan konstruksi bangunan dari beton massa (tebal) yang memerlukan ketahanan sulfat (pada lokasi tanah dan air yang mengandung sulfat antara 0,10 % - 0,20 % dan panas hidrasi sedang, misalkan bangunan dipinggir laut, bangunan dibekas tanah rawa, saluran irigasi, beton massa, dan landasan jembatan.

1. **Semen Portland tipe III *(High Early Satrengh Porladn Cement)***

Smen ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan yang memerlukan kekuatan tekan awal tinggi fan fase permulaan setelah pengikatan terjadi, misalnya untuk pembuatan jalan beton, bangunan-banguna tingkat tinggi, bangunan-bangunan dalam air yang tidak yang tidak memrlukan ketahanan terhadap serangan sulfat. Semen yang mempunyai panas hidrasi tinggi untuk penggunaan beton dengan kekuatan awak tinggi (cepat mengeras). Kekuatan yang dicapainya dalam 24 jam akan sama dengan kekuatan beton dari semen biasa dalam 7 hari. Hanya sekitar 3 hari kekuatan tekannya setara dengan kekuatan tekan 28 hari beton dengan semen biasa.

1. **Semen Portland Tipe IV *(Low Heat Portland Cement)***

Semen yang mempunyai panas hidrasi rendah, biasa digunakan untuk pengecoran dengan volume yang sangat besar.

1. **Semen Portland Tipe V *(Sulphate Resistant Portland Cement)***

Semen ini biasa digunakan untuk konstruksi bangunan dan sangat cocok untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan dan pembangkit tenaga nuklir. Setiap karakteristik dari semen tersebut mempunyai kekuatan yang berbeda-beda sesuai dengan keunggulan dan kelemahan masing-masing semen.

**AIR**

Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut (Standar SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A)

1. Air harus bersih.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton.
4. Tidak mengadung senyawa sulfat (sebagai SO3), lebih dari 1 gram/ liter.

**KUAT LENTUR**

Kuat lentur beton yang diisyratkan fc adalah kuat lentur beton yang ditetapkan oleh perencana struktur (benda uji berbentuk balok dengan panjang 60 cm tinggi 15 cm dan lebar 15 cm), balok beton yang diletakan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah tegak lurus sumbu benda uji sampai benda uji patah, dinyatakan dalam *Mega Paskal* atau Mpa *(SNI-4431-2011)*.

**METODE PENELITIAN**

**Lokasi Penelitian**

Penelitian tentang Rancangan Beton Balok Bertulang dengan menggunakan Tulangan Bambu dan tulangan Polos dengan pasir Mahakam, Batu Pecah Senoni ini dilakukan di Laboratorium Beton UPTD Dinas Pekerjaan Umum Provinsi Kalimantan Timur, dan Laboratorium Beton Politeknik Negeri Samarinda.

dimana benda yang diuji adalah 36 buah sampel beton.

**Metode Analisa Data**

Penelitian Beton yang dilakukan mengunakan metode SNI 03-2847-2002.

1. Menetukan nilai slump yang akan digunakan.
2. Menentukan ukuran butir agregat.
3. Estimasi jumlah air.
4. Mencari factor air semen.
5. Menghitung jumlah semen.
6. Estimasi jumlah agregat kasar.
7. Estimasi jumlah agregat halus.
8. Koreksi untuk kelengasan agregat.
9. Melakukan takaran percobaan *(trial batch).*
10. Rancangan campuran.

Dari hasil pengujian laboratorium didapatkan hasil-hasil yang disajikan pada Table sebagai berikut :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Jenis Pengujian** | **Hasil** |
| 1 | **Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar**  |  |
| * Penyerapan
 | 14,646 % |
| * Berat Jenis
 | 2,144  |
| * Berat Isi
 | 1,269% |
| * Analisa Saringan
 | Masuk Jenis Agregat Kasar Ukuran  |
| * Pengujian Kadar Lumpur
 | 0,336% |
| * Pengujian Kadar Air
 | 0,079% |
|  | * Modulus Halus
 | 65% |
| 2 | **Hasil Pemeriksaan Agregat Halus** |  |
| * Penyerapan
 | 1,750% |
| * Berat Jenis
 | 1,821 |
| * Berat isi
 | 1,152% |
| * Analisa Saringan
 | Masuk Jenis Pasir Sangat Halus |
| * Pengujian Kadar Lumpur
 | 1,140% |
| * Pengujian Kadar Air
 | 5,599% |
|  | * Modulus Halus
 | 35% |

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

**PERANCANGAN CAMPURAN ( *MIX DESIGN )***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Uraian** | **Nilai** |
| 1 | Kuat tekan beton yang disyaratkan,pada umur 28 hari | 30.00 | N/mm² |
| 2 | Deviasi Standar *(s)*  | 5 | N/mm² |
| 3 | Nilai Tambah *(m)* | 8.0 | N/mm² |
| 4 | Kuat Tekan Rata-rata Yang Ditargetkan *(f'cr = f'c + m)* | 38.00 | N/mm² |
| 5 | Jenis Semen  | Pcc |  |
| 6 | Jenis Agregat :  |  |  |
| 1. Jenis Agregat Halus (pilih : Alami/Pecahan)
 | Alami |  |
| 1. Jenis Agregat Kasar (pilih : Alami/Pecahan)
 | Pecah |  |
| 7 | Faktor Air Semen Bebas  | 0.5 |  |
| 8 | Nilai Slump | 10s/d12 | Cm |
| 9 | Ukuran Maksimum Butir Agregat  | 30.0 | Mm |
| 10 | Kadar Air Bebas  | 205.00 | Liter |
| 11 | Kebutuhan semen  | 410.00 | Kg |
| 12 | Jumlah Susunan Butir Agregat Halus | Zona 1 |  |
| 13 | Persentase Agregat Halus Terhadap Campuran  | 65% |  |
| 14 | Berat Jenis Agregat Campuran  | 1.93 |  |
| 15 | Perkiraan Berat Beton per meter kubik | 2400.0 | Kg |
| 16 | Kebutuhan Agregat Campuran per meter kubik | 1785.00 | Kg |
| 17 | Kebutuhan Agregat Halus per meter kubik beton  | 624.75 | Kg |
| 18 | Kebutuhan Agregat Kasar per meter kubik Beton  | 1160.25 | Kg |

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

**HASIL PENGUJIAN KUAT LENTUR BALOK**

**Tulangan Besi Pasir Mahakam Umur (14 Hari)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No benda uji** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **Jenis benda uji** | **Balok** | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  |
| **Berat benda uji (gram)** | **32700** | **32520** | **32524** | **32680** | **32685** | **32720** |
| **Volume benda uji (cm3)** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** |
| **Berat isi benda uji (kg/cm3)** | **2.42** | **2.41** | **2.41** | **2.42** | **2.42** | **2.42** |
| **Jarak bentang (cm)** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** |
| **Lebar tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Tinggi tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Slump (cm)** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** |
| **Tanggal pembuatan** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** |
| **Tanggal pengujian** | **28/05/2016** | **28/05/2016** | **28/05/2016** | **28/05/2016** | **28/05/2016** | **28/05/2016** |
| **Umur benda uji (hari)** | **14** | **14** | **14** | **14** | **14** | **14** |
| **Posisi patah** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** |
| **Kuat lentur rumus 1 atau 2 (KN)** | **0.867** | **0.800** | **0.867** | **0.960** | **0.867** | **0.800** |
| **Factor koreksi umur 28 hari** | **0.88** | **0.88** | **0.88** | **0.88** | **0.88** | **0.88** |
| **Kuat lentur estimasi 28 hari (kg/cm3)** | **98.485** | **90.909** | **98.485** | **109.091** | **98.485** | **90.909** |
| **Kuat lentru rata-rata (kg/cm3)** | **97.727** |

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

**Tulangan Bambu Pasir Mahakam Umur (14 Hari)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No benda uji** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **Jenis benda uji** | **Balok** | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  |
| **Berat benda uji (gram)** | **31750** | **31690** | **31600** | **31620** | **31700** | **31683** |
| **Volume benda uji (cm3)** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** |
| **Berat isi benda uji (kg/cm3)** | **2.35** | **2.35** | **2.34** | **2.34** | **2.35** | **2.35** |
| **Jarak bentang (cm)** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** |
| **Lebar tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Tinggi tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Slump (cm)** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** |
| **Tanggal pembuatan** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** |
| **Tanggal pengujian** | **28/05/2016** | **28/05/2016** | **28/05/2016** | **28/05/2016** | **28/05/2016** | **28/05/2016** |
| **Umur benda uji (hari)** | **14** | **14** | **14** | **14** | **14** | **14** |
| **Posisi patah** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** |
| **Kuat lentur rumus 1 atau 2 (KN)** | **0.427** | **0.400** | **0.400** | **0.427** | **0.400** | **0.373** |
| **Factor koreksi umur 28 hari** | **0.88** | **0.88** | **0.88** | **0.88** | **0.88** | **0.88** |
| **Kuat lentur estimasi 28 hari (kg/cm3)** | **48.485** | **45.455** | **45.455** | **48.485** | **45.455** | **42.455** |
| **Kuat lentru rata-rata** **(kg/cm3)** | **22.980** |

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

**Tulangan Besi Pasir Mahakam Umur (21 Hari)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No benda uji** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **Jenis benda uji** | **Balok** | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  |
| **Berat benda uji (gram)** | **32700** | **32520** | **32524** | **32680** | **32685** | **32720** |
| **Volume benda uji (cm3)** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** |
| **Berat isi benda uji (kg/cm3)** | **2.42** | **2.41** | **2.41** | **2.42** | **2.42** | **2.42** |
| **Jarak bentang (cm)** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** |
| **Lebar tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Tinggi tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Slump (cm)** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** |
| **Tanggal pembuatan** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** |
| **Tanggal pengujian** | **4/06/2016** | **4/06/2016** | **4/06/2016** | **4/06/2016** | **4/06/2016** | **4/06/2016** |
| **Umur benda uji (hari)** | **21** | **21** | **21** | **21** | **21** | **21** |
| **Posisi patah** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** |
| **Kuat lentur rumus 1 atau 2 (KN)** | **0.867** | **0.800** | **0.867** | **0.960** | **0.867** | **0.800** |
| **Factor koreksi umur 28 hari** | **0.95** | **0.95** | **0.95** | **0.95** | **0.95** | **0.95** |
| **Kuat lentur estimasi 28 hari (kg/cm3)** | **91.228** | **84.211** | **91.228** | **109.053** | **91.228** | **84.211** |
| **Kuat lentru rata-rata (kg/cm3)** | **45.263** |

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

**Tulangan Bambu Pasir Mahakam Umur (21 Hari )**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No benda uji** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **Jenis benda uji** | **Balok** | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  |
| **Berat benda uji (gram)** | **31420** | **31930** | **31938** | **31423** | **31970** | **31968** |
| **Volume benda uji (cm3)** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** |
| **Berat isi benda uji (kg/cm3)** | **2.33** | **2.37** | **2.37** | **2.33** | **2.37** | **2.37** |
| **Jarak bentang (cm)** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** |
| **Lebar tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Tinggi tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Slump (cm)** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** |
| **Tanggal pembuatan** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** |
| **Tanggal pengujian** | **4/06/2016** | **4/06/2016** | **4/06/2016** | **4/06/2016** | **4/06/2016** | **4/06/2016** |
| **Umur benda uji (hari)** | **21** | **21** | **21** | **21** | **21** | **21** |
| **Posisi patah** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** |
| **Kuat lentur rumus 1 atau 2 (KN)** | **0.467** | **0.480** | **0.480** | **0.373** | **0.400** | **0.480** |
| **Factor koreksi umur 28 hari** | **0.95** | **0.95** | **0.95** | **0.95** | **0.95** | **0.95** |
| **Kuat lentur estimasi 28 hari (kg/cm3)** | **49.123** | **50.526** | **50.526** | **39.298** | **42.105** | **50.526** |
| **Kuat lentru rata-rata (kg/cm3)** | **23.509** |

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

**Tulangan Besi Pasir Mahakam Umur (28 Hari)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No benda uji** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **Jenis benda uji** | **Balok** | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  |
| **Berat benda uji (gram)** | **32500** | **32580** | **32520** | **32554** | **32600** | **32582** |
| **Volume benda uji (cm3)** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** |
| **Berat isi benda uji (kg/cm3)** | **2.41** | **2.41** | **2.41** | **2.41** | **2.41** | **2.41** |
| **Jarak bentang (cm)** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** |
| **Lebar tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Tinggi tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Slump (cm)** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** |
| **Tanggal pembuatan** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** |
| **Tanggal pengujian** | **11/06/2016** | **11/06/2016** | **11/06/2016** | **11/06/2016** | **11/06/2016** | **11/06/2016** |
| **Umur benda uji (hari)** | **28** | **28** | **28** | **28** | **28** | **28** |
| **Posisi patah** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** |
| **Kuat lentur rumus 1 atau 2 (KN)** | **1.187** | **0.933** | **1.093** | **0.960** | **0.920** | **1.067** |
| **Factor koreksi umur 28 hari** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** |
| **Kuat lentur estimasi 28 hari (kg/cm3)** | **118.667** | **93.333** | **109.333** | **96.000** | **92.000** | **106.667** |
| **Kuat lentru rata-rata (kg/cm3)** | **102.667** |

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

**Tulangan Bambu dan Pasir Mahakam Umur (28 Hari)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **No benda uji** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| **Jenis benda uji** | **Balok** | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  | **Balok**  |
| **Berat benda uji (gram)** | **31550** | **31630** | **31560** | **31628** | **31558** | **31680** |
| **Volume benda uji (cm3)** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** | **13500** |
| **Berat isi benda uji (kg/cm3)** | **2.34** | **2.34** | **2.34** | **2.34** | **2.34** | **2.35** |
| **Jarak bentang (cm)** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** | **45** |
| **Lebar tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Tinggi tampak melintang (cm)** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** | **15** |
| **Slump (cm)** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** | **10** |
| **Tanggal pembuatan** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** | **14/05/2016** |
| **Tanggal pengujian** | **11/06/2016** | **11/06/2016** | **11/06/2016** | **11/06/2016** | **11/06/2016** | **11/06/2016** |
| **Umur benda uji (hari)** | **28** | **28** | **28** | **28** | **28** | **28** |
| **Posisi patah** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** | **Posisi 1** |
| **Kuat lentur rumus 1 atau 2 (KN)** | **0.507** | **0.533** | **0.507** | **0.507** | **0.507** | **0.533** |
| **Factor koreksi umur 28 hari** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** | **1.00** |
| **Kuat lentur estimasi 28 hari (kg/cm3)** | **50.667** | **53.333** | **50.667** | **50.667** | **50.667** | **53.333** |
| **Kuat lentru rata-rata (kg/cm3)** | **25.778** |

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

# KESIMPULAN DAN SARAN

## Kesimpulan

Dari analisa penelitian dilakukan di laboratorium UPTD PU Provinsi Kalimantan Timur, Laboratorium Politeknik Samarinda, hasil pengujian balok tulangan menggunakan tulangan bambu dan tulangan besi polos 8 mm.

 Prilaku beton tulangan bambu dan tulangan polos dijelaskan dalam tabel sebagai berikut :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Uraian  | Berat Volume Benda Uji (Gram) | Volume Benda Uji (Cm²) | Berat Volume Benda Uji (kg/Cm²) |
| 1 | Tulangan Besi Pasir Mahakam  | 32700 | 13500 | 2.42 |
| 2 | Tulangan Bambu Pasir Mahakam | 31970 | 13500 | 2.37 |

**Tabel**. Berat Balok Tulangan Bambu dan Tulangan Polos 8 mm

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

Dikarenakan agregat halus pasir Mahakam memilik berat jenis yang tergolong sangat ringan, ini menyebabkan berat beton yang menggunakan campuran agregat halus pasir Mahakam tersebut mendapat berat yang lebih ringan.

**Tabel.** Hasil Uji Lentur Balok Rata-Rata (Umur 14, 21, dan 28 hari)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Umur Beton | 14 Hari (Kg/cm²) | 21 Hari (Kg/Cm²) | 28 Hari (kg/Cm²) | Keterangan |
|  | Kuat Lentur Rata-Rata | 48.864 | 45.263 | 51.333 | Tulangan Besi Pasir Mahakam |
|  | 22.98 | 23.509 | 25.778 | Tulangan Bambu Pasir Mahakam |

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

Hasil uji lentur ,Memperlihatkan bahwa Tulangan Besi Pasir Mahakam lebih kuat dibandingan dengan Tulangan Bambu Pasir Mahakam.

**Tabel.** Komposisi Beton Balok ( Beton Senoni dan Pasir Mahakam )

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Uraian** | **Nilai** |
| 1 | Kuat tekan beton yang disyaratkan,pada umur 28 hari | 30.00 | N/mm² |
| 2 | Deviasi Standar *(s)*  | 5 | N/mm² |
| 3 | Nilai Tambah *(m)* | 8.0 | N/mm² |
| 4 | Kuat Tekan Rata-rata Yang Ditargetkan *(f'cr = f'c + m)* | 38.00 | N/mm² |
| 5 | Jenis Semen  | Pcc |  |
| 6 | Jenis Agregat :  |  |  |
| 1. Jenis Agregat Halus (pilih : Alami/Pecahan)
 | Alami |  |
| 1. Jenis Agregat Kasar (pilih : Alami/Pecahan)
 | Pecah |  |
| 7 | Faktor Air Semen Bebas  | 0.5 |  |
| 8 | Nilai Slump | 10s/d12 | Cm |
| 9 | Ukuran Maksimum Butir Agregat  | 30.0 | Mm |
| 10 | Kadar Air Bebas  | 205.00 | Liter |
| 11 | Kebutuhan semen  | 410.00 | Kg |
| 12 | Jumlah Susunan Butir Agregat Halus | Zona 1 |  |
| 13 | Persentase Agregat Halus Terhadap Campuran  | 65% |  |
| 14 | Berat Jenis Agregat Campuran  | 1.93 |  |
| 15 | Perkiraan Berat Beton per meter kubik | 2400.0 | Kg |
| 16 | Kebutuhan Agregat Campuran per meter kubik | 1785.00 | Kg |
| 17 | Kebutuhan Agregat Halus per meter kubik beton  | 624.75 | Kg |
| 18 | Kebutuhan Agregat Kasar per meter kubik Beton  | 1160.25 | Kg |

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

 Koreksi Proporsi Campuran :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Banyaknya Bahan | Semen *(Kg)* | Air *(Liter)* | Pasir *(Kg)* | Batu *(Kg)* |
| Tiap m3 dengan ketelitian 5 Kg | 410.00 | 205.00 | 624.75 | 1160.25 |
| Setelah dikoreksi tiap m3 | 410.00 | 380.19 | 619.42 | 990.40 |
| Tiap campuran uji 0.588237068 | 241.00 | 223.64 | 364.36 | 582.59 |
|  |  | ***175.19*** | ***-5.33*** | ***-169.85*** |

*Sumber : Laboratorium UPTD PU Provinsi Kal-Tim ( Hardik* *Rejdianto )*

**Tabel.** Hasil Uji Tarik Tulangan Bambu dan Tulangan Polos 8 mm

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| BAHAN | F Yiled (KN) | F MAX (KN) | F Patah (KN) | yiled (Kg/mm²) |  max (Kg/mm²) |  patah (Kg/mm²) | ɛ % |
| BAMBU | 10.13 | 11.70 | 10.75 | 20.17 | 23.29 | 21.40 | 21.67 |
| BESI 8 mm | 12.17 | 18.67 | 15.27 | 31.04 | 47.62 | 38.95 | 24.92 |

*Sumber : Laboratorium Politeknik Samarinda ( Hardik Rejdianto )*

Bambu memiliki gaya tarik yang kecil tetapi memilik nilai regangan yang sangat tinggi dan besi justru sebaliknya, memiliki gaya tarik yang tinggi dan nilai regangan yang tergolong kecil.

Dari hasil *eksperimen* dan analisis tedapat beberapa perbedaan hasil uji beton tulangan besi dan beton yang menggunakan tulangan bambu antara lain :

1. Penggunaan bahan lokal pada campuran beton dengan variasi tulangan bambu dan tulangan besi 8 mm, menghasilkan perbandingan hampir dua kali lipat dari hasil uji kuat lentur balok tulangan besi 8 mm dan balok tulangan Bambu.
2. Penggunaan bahan lokal untuk percobaan dalam penelitian ini menghasilkan kuat lentur yang sangat tinggi dengan menetapkan nilai factor air semen mutu tinggi (FAS:0,5) dan dengan memperhitungkan komposisi dengan metode perbandingan 1:2:3.
3. Rata-rata kuat lentur dari campuran batu senoni dan pasir Mahakam memiliki mutu yang tinggi ditambah menggunakan tulangan besi 8 mm.
4. Jika ditinjau dari hasil uji kuat lentur yang di hasilkan maka material lokal yang digunakan dalam penelitian ini layak untuk digunakan dengan predikat beton mutu tinggi, tetapi agar menjaga keamanan penggunakan material yang digunakan perlu diuji ulangan karena dalam pengkoposisian bahan tidak sembarangan.

## Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan dan mengacu pada hasil penelitian yang diperoleh, maka ada beberapa saran yang dikemukakan oleh penulis diantaranya :

1. Perlunya diteliti perilaku beton dengan kombinasi tulangan bambu dan tulangan polos.
2. Perlunya diteliti kuat lentur balok menggunakan kombinasi tulangan bambu dan tulangan polos.
3. Perlunya diteliti komposisi campuran pasir Tenggarong dan batu Senoni dengan menggunakan metode perbandingan yang lain.

**DAFTAR PUSTAKA**

Adi, S.A, 2014, *Teknologi Beton*, Diktat Kuliah Fakultas Teknik Universitas 17 Agustus 1945 Samarinda.

Puslitbang pemukiman, 1982, *Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia (PUBI),* D3\_TS\_0906821,Bandung

Rahmadiyanto dan Sumekto (2001:41), pada peraturan beton bertulang Indonesia 1971.

SNI-03-4154-1996, *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton dengan Balok Uji Serderhana yang Dibebani Terpusat Langsung,* Badan Standarisasi Nasional (BSN), Bandung

SNI-03-2823-1992, *Metode Pengujian Kuat Lentur Beton\Memakai Gelagar Sederhana dengan Sistem Beban Titik di Tengah,* Badan Standarisasi Nasional (BSN), Bandung

SNI-03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal,* Badan Standarisasi Nasional (BSN), Bandung

Standar Nasional Indonesia 1969:2008, *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar.*

Standar Nasional Indonesia 2493:2011, *Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium*, BSN 2011

Mulyono. T, 2004 *Teknologi Beton*, Yogyakarta,.

Tjokrodimuljo, 2007 *Teknologi Beton*, Yogyakarta,.

Kultsum, U, dkk, 2014, *Kajian Kuat Lentur Balok Beton Bertulangan BambuWulung Takikan Tipe v Dengan Jarak 2cm dan 3cm,* 2988-5558-1-sm,Surakarta

Wiratman, W, 1970, *Perhitungan* Lentur Dengan Cara “n”, Departemen Pekerjaan Umum dan Listrik Direktorat Jendral Ciptakarya, ISSN 2354-8630, Bandung