

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BENDRAT DAN ABU SEKAM PADI TERHADAP KUAT TEKAN DAN KAPASITAS LENTUR MAKSIMUM BALOK BETON BERTULANG PADA BETON MUTU TINGGI

¹⁾Slamet Prayitno, ²⁾Supardi, ³⁾Deny Wijaya

^{1),2)}Pengajar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta

³⁾Mahasiswa Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret Surakarta, Jln Ir. Sutami 36A, Surakarta 57126

e-mail : dheniewe@gmail.com

Abstract

One of construction material that is still broadly used to build a building, structural foundations, pavement and bridge is concrete. High strength concrete is a kind of concrete which strength is higher than standard concrete. Its strength is depended from several things, such as water cement ratio, quality of aggregate, additional material and contract quality of the concrete manufacture. Fiber reinforced concrete is a type of concrete that composed of hydraulic cement, fine aggregate, coarse aggregate and a small amount of fiber as an additive that are spread evenly and randomly oriented with a certain proportion.

This research method is experimental and the data were processed using Excel. Compression test using cylinder with dimension 15 cm x 30 cm and flexural test using beam with dimension 8 cm x 12 cm x 100 cm. The variations of the percentage of fiber are 0%; 0.5%; 1%; 1.5%, and 2%. There were 3 samples used for each percentage. The concrete was expected with high strength concrete. The test of compressive strength and flexural test will be performed after 28 days.

The highest value of compressive test with addition of fibers and rice husk ash is 50,06 MPa. The highest capacity flexural maximum on the test object beam with addition of fibers and rice husk ash is 8,423 kNm. The 1% influence is the highest.

Keywords: compressive strength, flexural strength, high strength concrete, American Concrete Institute, binding wire, rice husk ash

Abstrak

Salah satu struktur konstruksi yang masih banyak dipakai untuk konstruksi bangunan gedung, struktur pondasi, perkerasan jalan dan jembatan adalah beton. *High strength concrete* yaitu beton dengan kekuatan yang cukup tinggi atau diatas kekuatan standar yang dipengaruhi dari beberapa hal, seperti FAS (faktor air semen), kualitas agregat, bahan tambah dan kontrak kualitas dari pembuatan beton tersebut. Beton serat adalah beton yang tersusun dari semen hidrolis, agregat dan sejumlah kecil serat sebagai bahan tambahan yang tersebar secara merata berorientasi random dan dengan proporsi tertentu.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen dan data diolah menggunakan excel. Pengujian kuat tekan dilakukan pada silinder berukuran 15 cm x 30 cm dan kuat lentur dilakukan pada balok berukuran 8 cm x 12 cm x 100 cm dengan variasi persentase serat 0%; 0,5%; 1%; 1,5%, dan 2% berjumlah 3 buah per persentase serat. Mutu beton yang direncanakan adalah beton mutu tinggi. Pengujian kuat tekan dan kuat lentur balok bertulang dilakukan pada umur 28 hari dengan metode rancang campur *American Concrete Institute*.

Nilai kuat tekan tertinggi dengan penambahan serat bendrat dan abu sekam padi adalah 50,06 MPa. Kapasitas lentur maksimum tertinggi hasil pengujian dengan penambahan serat bendrat dan abu sekam padi adalah 8,423 kNm. Penambahan serat bendrat 1% merupakan penambahan yang memberikan hasil optimum.

Kata kunci : kuat tekan, kuat lentur, beton mutu tinggi, *American Concrete Institute*, serat bendrat, abu sekam padi,

PENDAHULUAN

Salah satu struktur konstruksi yang masih banyak dipakai untuk konstruksi bangunan gedung, struktur pondasi, perkerasan jalan dan jembatan adalah beton. Dalam metode *American Concrete Institute (ACI)* kuat tekan yang disyaratkan untuk menentukan proporsi campuran beton mutu tinggi dapat dipilih untuk umur 28 hari atau 56 hari. Untuk mencapai kuat tekan yang disyaratkan, campuran harus diproporsikan sedemikian rupa sehingga kuat tekan rata-rata dari hasil pengujian di lapangan lebih tinggi daripada kuat tekan yang disyaratkan. Beton mutu tinggi diperoleh dengan menambahkan serat bendrat dan abu sekam padi ke dalam adukan beton segar yang diharapkan ketika beton telah mengeras serat-serat dan abu sekam padi akan memberikan kontribusi perbaikan sifat-sifat beton.

TINJAUAN PUSTAKA

Beton Serat

Beton serat (*fiber reinforced*) adalah beton yang tersusun dari bahan semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat sebagai bahan tambahan yang tersebar secara merata berorientasi random dan dengan proporsi tertentu. Tujuan penambahan serat kedalam beton adalah untuk meningkatkan kuat tarik beton, mengingat beton mempunyai kuat tarik yang rendah pada beton bertulang bagian yang mengalami tegangan tarik akan retak-retak terlebih dahulu. Sebelum tulangan baja memberikan dukungan terhadap tarikan secara optimal yang akibatnya terjadi retak-retak rambut yang secara struktur tidak berbahaya, tapi apabila ditinjau dari segi keawetan bangunan akan berkurang (ACI committee 544,1993 dalam Vian Dhalik Pratama, 2007).

Beton Mutu Tinggi

Menurut *American Concrete Institute* (ACI), beton mutu tinggi adalah beton dengan perlakuan khusus dan persyaratan yang seragam yang tidak dapat selalu dicapai secara rutin hanya dengan penggunaan material konvensional dan pencampuran secara normal, penempatan dan cara perawatannya. *Metode American Concrete Institute* (ACI) mensyaratkan suatu campuran perancangan beton dengan mempertimbangkan sisi ekonomisnya dengan memperhatikan ketersediaan bahan-bahan di lapangan, kemudahan pekerjaan, serta keawetan kekuatan dan pekerjaan beton. Cara ACI melihat bahwa dengan ukuran agregat tertentu, jumlah air perkubik akan menentukan tingkat konsistensi dari campuran beton yang pada akhirnya akan mempengaruhi pelaksanaan pekerjaan (*workability*).

Abu Sekam Padi

Abu sekam padi yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi pada suhu 800 C akan menjadi silika amorphous dan pada suhu lebih besar dari 850 C akan menjadi silika kristalin. Silika amorphous yang dihasilkan dari abu sekam padi diduga sebagai sumber penting untuk menghasilkan silikon murni, karbid silikon, dan tepung nitrid silikon (Katsuki et al., 2005). Konversi sekam padi menjadi abu silika setelah mengalami proses karbonisasi juga merupakan sumber pozzolan potensial sebagai SCM (*Supplementary Cementitious Material*). Abu sekam padi memiliki aktivitas pozzolanic yang sangat tinggi sehingga lebih unggul dari SCM lainnya seperti *fly ash*, *slag*, dan *silica fume*. Beberapa hasil ikutan industri dan pertanian seperti *slag*, *fly ash*, dan *rice husk ash* (abu sekam padi) ternyata merupakan polutan potensial yang dapat digunakan sebagai bahan substitusi atau bahan tambahan semen.

Pengujian

Kuat Tekan

Kekuatan tekan beton merupakan salah satu dari kinerja utama beton. Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Pengujian dilakukan dengan memberikan beban/tekanan hingga benda uji runtuh. Untuk mengetahui tegangan hancur dari benda uji tersebut dilakukan dengan perhitungan:

$$f_c : P/A$$

(1)

dengan :

f_c : Kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji (MPa).

P: beban maksimum (N)

A: Luas penampang benda uji (mm²)

Kapasitas Lentur Maksimum

Kapasitas lentur maksimum balok beton adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya maksimum dengan arah tegak lurus sumbu benda uji, sampai benda uji patah dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa) gaya tiap satuan luas (SNI 0-4431-1997). Nilai kapasitas lentur maksimum dapat dihitung dengan persamaan.

(2)

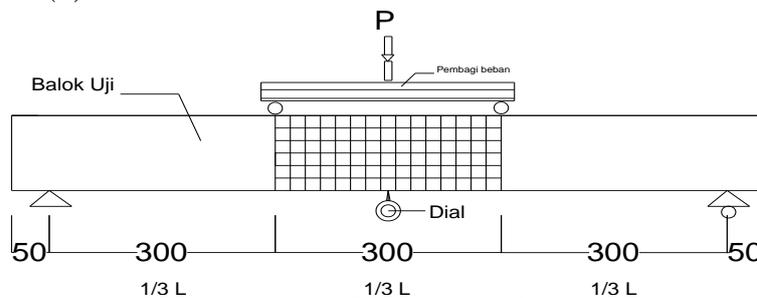
Dengan:

M_u = Momen ultimate (Nm)

q = beban sendiri balok (kg/cm³)

L = jarak tumpuan balok (mm)

P = gaya yang diterima (N)



Gambar 1. Skema Pengujian Kuat Lentur

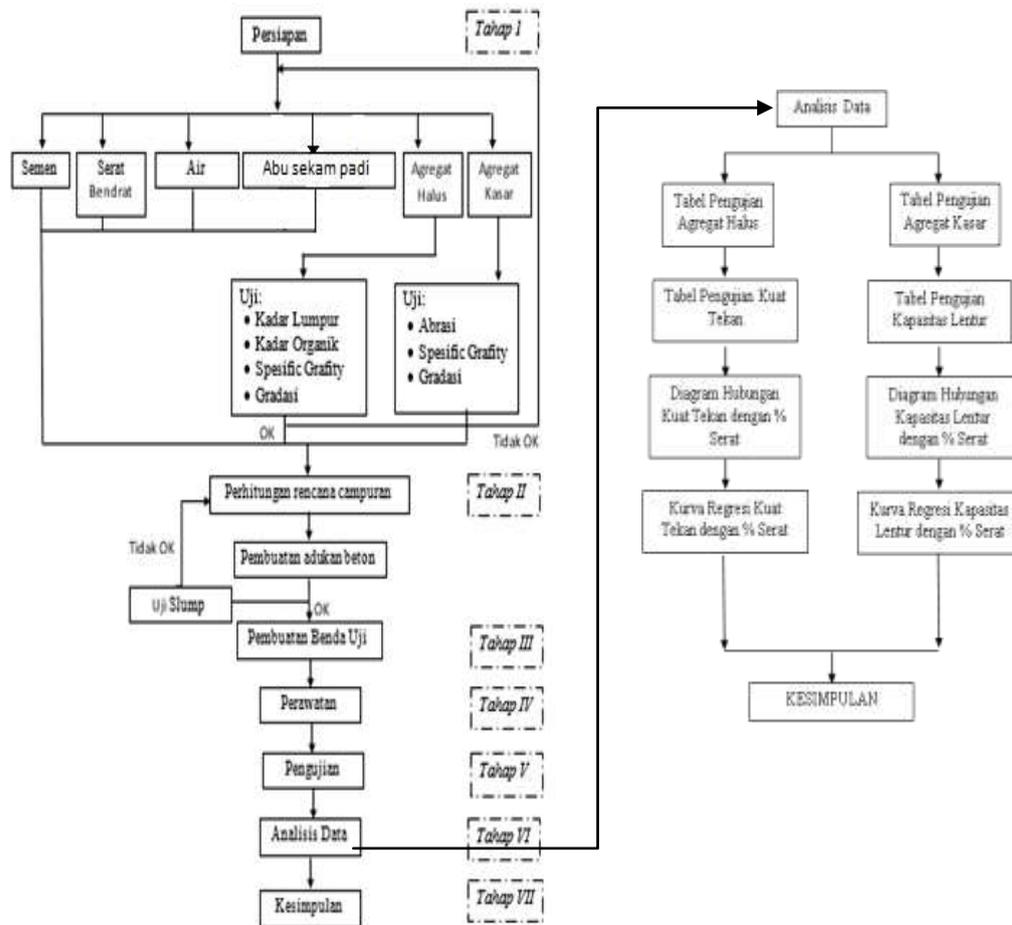
METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bahan Fakultas Teknik Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu variasi persentase serat bendrat (0%; 0,50%; 1,0%; 1,50%; dan 2,0%) sementara variabel terikat dalam penelitian ini yaitu agregat lainnya seperti abu sekam padi, semen, pasir, kerikil dan air. Kuat tekan menggunakan benda uji berbentuk silinder yang berukuran 15 cm x 30 cm dan untuk kapasitas lentur maksimum menggunakan balok 8 cm x 12 cm x 100 cm dan pengujian dilakukan pada umur 28 hari.

Tabel 1. Jumlah dan Kode Benda Uji Kuat Tekan dan Kapasitas Lentur

| No | Kadar Serat Bendrat | Kode Benda Uji Kuat Tekan | Kode Benda Uji Kapasitas Lentur |
|----|---------------------|---------------------------|---------------------------------|
| 1 | 0% | BS - 0 | L - 0 |
| 2 | 0,5% | BS - 0,5 | L - 0,5 |
| 3 | 1 % | BS - 1 | L - 1 |
| 4 | 1,5% | BS - 1,5 | L - 1,5 |
| 5 | 2 % | BS - 2 | L - 2 |

Tahapan penelitian dan analisis data dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir seperti berikut:



Gambar 4. Bagan Alir Tahap Metode Penelitian dan Analisis Data

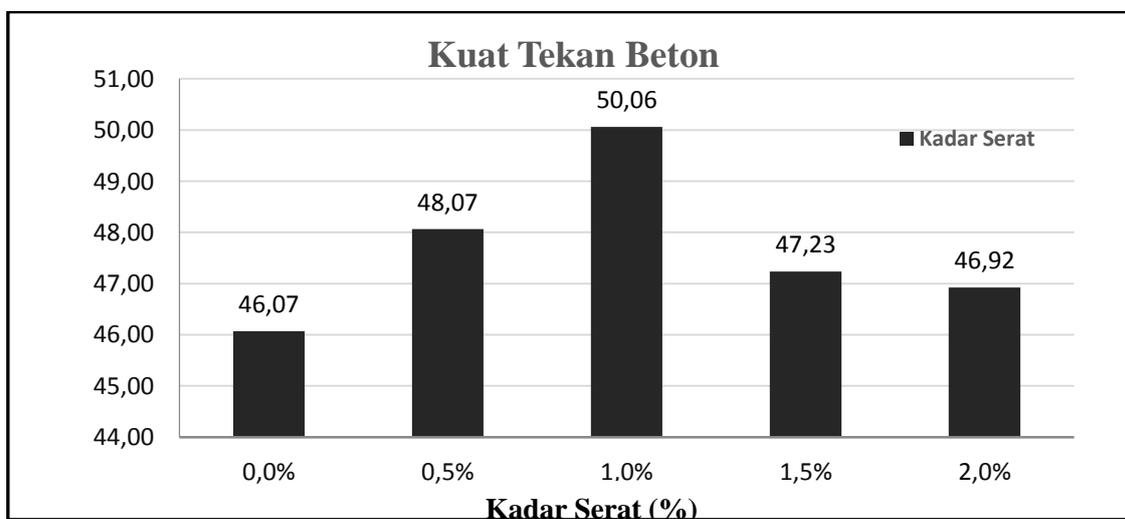
HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian didapat hasil data meliputi beban maksimum dan lendutan maksimum. Pada proses pengujian benda uji, *dial gage* yang digunakan hanya 1 buah, dan terletak di tengah bentang yang berjarak 45 cm dari panjang bentang balok uji 1 meter.

Hasil Pengujian dan Pembahasan Kuat Tekan

Tabel 2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

| NO | KADAR SERAT | KODE BENDA UJI | NO BENDA UJI | LUAS PERM. (mm ²) | UJI TEKAN (kN) | f _c (MPa) |
|----|-------------|----------------|--------------|-------------------------------|----------------|----------------------|
| 1 | 0% | BS | 1 | 17662,50 | 795000 | 45,01 |
| | | | 2 | 17662,50 | 825000 | 46,71 |
| | | | 3 | 17662,50 | 800000 | 45,29 |
| | | | 4 | 17662,50 | 835000 | 47,28 |
| | | | Rerata | | | 46,07 |
| 2 | 0,5% | BS | 1 | 17662,50 | 850000 | 48,12 |
| | | | 2 | 17662,50 | 851000 | 48,18 |
| | | | 3 | 17662,50 | 840000 | 47,56 |
| | | | 4 | 17662,50 | 855000 | 48,41 |
| | | | Rerata | | | 48,07 |
| 3 | 1 % | BS | 1 | 17662,50 | 870000 | 49,26 |
| | | | 2 | 17662,50 | 890000 | 50,39 |
| | | | 3 | 17662,50 | 892000 | 50,50 |
| | | | 4 | 17662,50 | 885000 | 50,11 |
| | | | Rerata | | | 50,06 |
| 4 | 1,5% | BS | 1 | 17662,50 | 830000 | 46,99 |
| | | | 2 | 17662,50 | 836000 | 47,33 |
| | | | 3 | 17662,50 | 836000 | 47,33 |
| | | | 4 | 17662,50 | 835000 | 47,28 |
| | | | Rerata | | | 47,23 |
| 5 | 2 % | BS | 1 | 17662,50 | 810000 | 45,86 |
| | | | 2 | 17662,50 | 835000 | 47,28 |
| | | | 3 | 17662,50 | 830000 | 46,99 |
| | | | 4 | 17662,50 | 840000 | 47,56 |
| | | | Rerata | | | 46,92 |



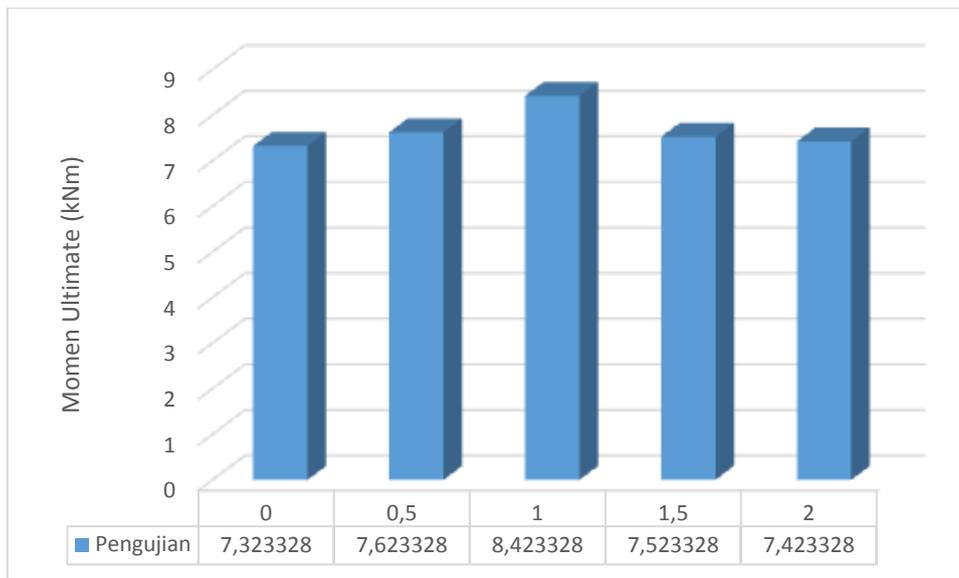
Gambar 5. Diagram Hubungan Kuat Tekan Beton dengan % serat bendrat

Berdasarkan hasil penelitian didapat nilai kuat tekan dengan kadar serat bendrat sebesar 0 %; 0,5 %; 1 %; 1,5 %; dan 2% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 46,07 MPa; 48,07 MPa; 50,06 MPa; 47,23 MPa; dan 46,92 MPa. Kuat tekan maksimum adalah pada beton mutu tinggi metode ACI dengan kadar penambahan serat sebesar 1%, menghasilkan kuat tekan sebesar 50,06 MPa atau terjadi kenaikan kuat tekan sebesar 8,66% dibandingkan dengan beton beton mutu tinggi metode ACI tanpa serat. Berdasarkan grafik fungsi polynomial, kuat tekan optimum terjadi pada kadar serat 0,946 % dengan nilai sebesar 51,51 MPa.

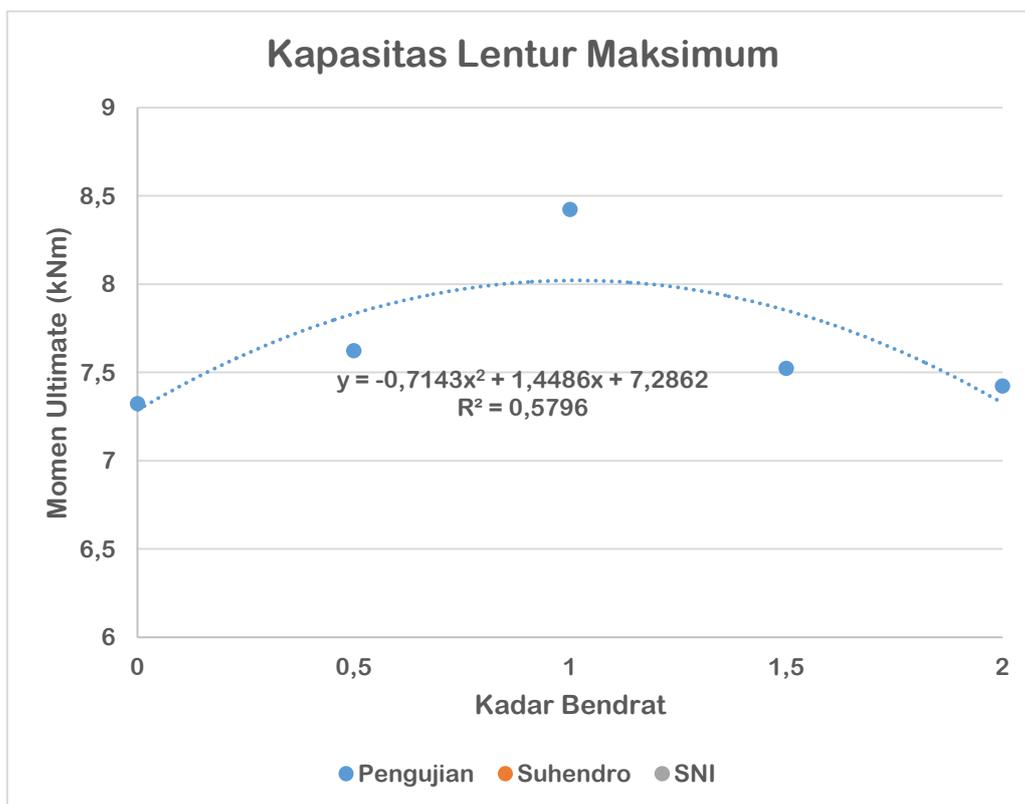
Hasil Pengujian Kapasitas Lentur Maksimum dan Pembahasan

Tabel 3. Hasil Pengujian Kapasitas Lentur Maksimum

| Kode Benda Uji | P maks (KN) | Lendutan Saat Beban maksimum (mm) | Momen Ultimate Rata – Rata (kNm) |
|----------------|-------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| L - 1 (0 %) | 50 | 26,0 | |
| L - 2 (0 %) | 48 | 27,1 | 7,3230 |
| L - 3 (0 %) | 48 | 24,7 | |
| L - 1 (0,5 %) | 50 | 25,1 | |
| L - 2 (0,5 %) | 50 | 27,2 | 7,6230 |
| L - 3 (0,5 %) | 52 | 26,4 | |
| L - 1 (1 %) | 54 | 32,1 | |
| L - 2 (1 %) | 56 | 32,0 | 8,4230 |
| L - 3 (1 %) | 58 | 25,0 | |
| L - 1 (1,5 %) | 48 | 26,1 | |
| L - 2 (1,5 %) | 52 | 29,6 | 7,5230 |
| L - 3 (1,5 %) | 50 | 28,1 | |
| L - 1 (2 %) | 50 | 28,0 | |
| L - 2 (2 %) | 48 | 34,5 | 7,4230 |
| L - 3 (2 %) | 50 | 34,2 | |



Gambar 6. Diagram Kapasitas Lentur Maksimum Hasil Pengujian



Gambar 7. Grafik Fungsi Polinomial Kapasitas Lentur Maksimum Hasil Pengujian

Dari hasil analisa regresi terhadap hasil perhitungan didapatkan kapasitas lentur maksimum sebesar 7,99 kNm pada kadar serat 1,013% dari hasil pengujian.

SIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa:

- a. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kuat tekan beton mutu tinggi metode ACI berserat bendrat dengan abu sekam padi dengan kadar serat bendrat sebesar 0 %; 0,5%; 1 %; 1,5 %; dan 2%, yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 46,07 MPa; 48,07 MPa; 50,06 MPa; 47,23 MPa; dan 46,92 MPa. Penambahan serat bendrat 1% merupakan persen penambahan serat yang memberikan hasil maksimal.
- b. Kapasitas lentur yang terjadi pada benda uji balok dengan penambahan serat bendrat 0 % 0,5 % 1 % 1,5 % dan 2 % berturut turut adalah sebesar : 7,323 kNm; 7,623 kNm; 8,423 kNm; 7,523 kNm dan 7,423 kNm. Penambahan serat bendrat 1% merupakan persen penambahan serat yang memberikan hasil maksimal.

REKOMENDASI

Pada pembuatan benda uji, diharapkan memperhatikan kondisi bahan dan mempelajari penggunaan alat-alat yang akan digunakan. Memperhatikan cara pembuatan, perawatan dan pengujian benda uji supaya data yang diperoleh lebih akurat.

REFERENSI

1. ACI Committee 544. 1996. *Fiber Reinforced Concrete*. ACI International Michigan, Michigan.
2. American Standard Testing of Materials (ASTM). 1918. *Concrete and Material Aggregates (Including Manual of Aggregates and Concrete Testing)*. ASTM Philadelphia, Philadelphia.
3. Dwicahyani, Arum.2012.*Perbandingan Kuat Tekan dan kuat Lentur Beton Serat Limbah Bubut Besi Terhadap Beton Serat Pabrikasi*. Universitas Sebelas Maret. Surakarta
4. Patria, Agustinus Sungsang Nana (2014). *Pengaruh Penambahan Serat Kawat Bendrat Terhadap Kuat Lentur Balok Menggunakan Tulangan Minimum*. Universitas Atmajaya : Yogyakarta
5. Paul Nugraha dan Antono, 2007. *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi* . Andi :Yogyakarta.
6. Pratama, Vian Dhalik. 2007. *Tinjauan Kuat Desak dan Modulus Elastis Beton Ringan ALWA Tanpa Pasir Berserat Bendrat*. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UNS. Surakarta
7. Primasasti, Dyah K, 2010. *Tinjauan Kuat Tekan dan Kuat Lentur Repair Mortar dengan Bahan Tambah Polymer*. Universitas Sebelas Maret : Surakarta
8. Sriyadi, Eko.2010.*Analisis Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Bahan Tambah Abu Sekam Padi dan Bestmittel*. UMS. Surakarta
9. Standar Nasional Indonesia. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002)*.Bandung
10. Sulisty, Budi. 2007. *Tinjauan Kuat Lentur Balok Beton Ringan Bertulang Dengan Bahan Tambah Metakaolin, superplasticizer Jenis Sikament NN, dan Serat Aluminium*. Surakarta: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UNS.
11. Suhendro, Bambang.1991. *Pengaruh Pemakaian Fiber Secara Parsial Pada Balok Beton Bertulang*. UGM. Yogyakarta
12. Tjokrodimulyo, K. 1996. *Teknologi Beton*, Nafitri. Yogyakarta.
13. <http://www.slideshare.net/nfariadh/beton-mutu-tinggi-dg-admixture>
14. <http://ginamlda.blogspot.com/2014/11/perancangan-campuran-beton-metode-aci.html>