

PENGARUH PENAMBAHAN KAWAT BENDRAT PADA CAMPURAN BETON TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Nugraha Sagit Sahay ¹⁾

Giris Ngini ²⁾

ABSTRAKSI

Umumnya peningkatan mutu beton/kuat tekan beton hanya disertai dengan peningkatan kecil dari kuat tarik betonnya sehingga usaha meningkatkan kuat tarik beton. Peningkatan kuat tekan beton dibarengi dengan kuat tarik beton, munculkan istilah beton serat. Penelitian tentang beton serat telah dilakukan, baik dengan melakukan pencampuran pada campuran beton normal maupun beton ringan. Mengacu pada penelitian yang dilakukan (Loura, 2006) dengan menambahkan kawat bendrat terhadap volume adukan yang diberikan pada saat proses pencampuran/pengadukan bahan pembentukan beton ringan di dalam mollen (alat pengaduk bahan pembuatan campuran beton).

Melihat dari penelitian tersebut dicoba kembali, pemakaian kawat bendrat untuk peningkatan kuat tekan beton pada campuran beton ringan dengan menggunakan agregat kasar lempung bekah dari Sei Gohong Palangka Raya yang dicampurkan pada saat pemadatan benda uji. Sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi. Dengan demikian untuk meninjau mutu beton biasanya secara kasar hanya ditinjau kuat tekannya saja.

Dalam teori teknologi beton dijelaskan bahwa faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kekuatan beton ialah :

1. *Faktor air semen dan kepadatan*

Semakin rendah nilai faktor air semen semakin tinggi kuat tekan beton, namun pada suatu nilai faktor air semen tertentu semakin rendah nilai faktor air semen kuat tekan betonnya semakin rendah pula. Dengan demikian ada suatu nilai faktor air semen tertentu yang optimum yang menghasilkan kuat tekan beton maksimum.

2. *Umur Beton*

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umumnya beton itu. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain : faktor air semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi f.a.s semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya, dan semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan beton.

3. *Jenis Semen*

Jenis-jenis semen mempunyai laju kenaikan kekuatan yang berbeda sesuai keperluan beton.

4. *Jumlah Semen*

Jumlah kandungan semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton

5. *Sifat Agregat*

Pengaruh kekuatan agregat terhadap kekuatan beton sebenarnya tidak begitu besar karena umumnya kekuatan agregat lebih tinggi dari pada pastanya. Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton ialah kekasaran permukaan dan ukuran maksimum

Kata Kunci : Kuat Tekan Beton

Pendahuluan

Kalimantan Tengah di beberapa daerahnya merupakan daerah yang memiliki kondisi tanah lembek (tanah gambut). Kondisi tanah tersebut menuntut bangunan yang ringan. Bangunan yang ringan memerlukan berat sendiri yang relatif ringan. Untuk bangunan yang terbuat dari beton, dengan bahan pembentuk materialnya menempatkan porsi terbanyak adalah agregat kasar.

¹⁾ Dosen Tetap Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya

²⁾ Dosen Tetap Jurusan Arsitektur Universitas Palangka Raya

Agregat ringan dapat dibuat dari lempung yang dibekahkan dengan proses pemanasan membentuk butiran yang keras dan ringan. Penelitian tentang lempung bekah menggunakan lempung lokal kota Palangka Raya yaitu dari Sei Kahayan dan Sei Gohong telah dilakukan. Hasil kuat tekan karakteristik yang diperoleh sebesar 18,072 MPa. Dan dari sifat materialnya yang lebih baik adalah dari Sei Gohong. (Gusnaini dan Dewi Mundiari, 2000).

Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan kawat bendrat pada campuran beton terhadap kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui persentase penambahan kawat bendrat pada campuran beton ringan untuk memperoleh kuat tekan yang maksimum.

Rumusan Masalah

Dasar perumusan masalah dari penelitian ini yaitu adanya perbedaan kuat tekan beton ringan dengan penambahan kawat bendrat dan beton ringan tanpa penambahan kawat bendrat dengan superplastisizer yang tetap.

Tinjauan Pustaka

Beton ringan seperti halnya beton biasa merupakan bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan agregat halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan halus, kadang-kadang ditambah *additive* atau *admixture* bila diperlukan. Perbedaannya dengan beton biasa, beton ringan merupakan beton yang memakai agregat ringan atau campuran agregat kasar ringan dan pasir sebagai pengganti agregat halus ringan.

Beton ringan untuk tujuan struktural harus memenuhi ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum 1850 kg/m³ dan kuat tekan dan kuat tarik belah beton memenuhi persyaratan sebagai beton untuk tujuan struktural (SKSNI S-16-1990-F, 1990).

Persyaratan kuat tekan dan kuat tarik belah rata-rata untuk beton ringan struktural dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Persyaratan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Rata-rata untuk Beton Ringan Struktural

Berat isi kering udara 28 hari, maksimum (kg/m ³)	Kuat Tarik Belah (Tidak Langsung) rata-rata (MPa)	Kuat Tekan rata-rata 28 hari, minimum (MPa)
	Semua agregat ringan	
1760	2,2	28
1680	2,1	21
1600	2,0	17
	Agregat Ringan dan Pasir	
1850	2,3	28
1760	2,1	21
1680	2,0	17

Sumber : SK SNI S-16-1990-F, Spesifikasi Agregat Ringan untuk Beton Struktural, Yayasan LPMB, Bandung, 1990.

Dalam konstruksi beton maka berat sendirinya memberikan proporsi yang besar dalam total pembebanannya terhadap suatu struktur. Layaklah pengurangan beban dari konstruksi beton diperlukan sekali. Dengan memakai beton ringan, diharapkan mengurangi beban total suatu konstruksi.

Pada dasarnya beton ringan di buat dengan 3 cara (Ir. Nadhiroh Masruri, 1985) :

- A. Dengan tidak memakai agregat halus (pasir). Hasilnya disebut "*No Fines Concrete*" atau beton tanpa pasir.
- B. Dengan memakai suatu agregat ringan baik yang berukuran tunggal ataupun dengan berbagai ukuran besar butir mulai dari yang halus sampai yang kasar, sebagai agregat halus dapat juga di pakai pasir alami.

- C. Dengan memasukkan gelembung-gelembung udara atau gas sebagai pengganti agregat kasar ke dalam botol. Hasilnya dikenal dengan berbagai nama seperti "beton gas".

Agregat merupakan komponen terbesar dalam campuran beton, karena itu kualitas dan sifat-sifat agregat sangat berpengaruh pada sifat-sifat beton. Pemilihan dan penentuan agregat yang akan digunakan (komposisi dan gradasi) merupakan bagian yang penting dalam pembuatan beton. Semen secara umum dapat digambarkan sebagai material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif yang memungkinkannya mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi satu-kesatuan yang kompak (A.M. Neville, 1978).

Dalam dunia konstruksi, pengertian semen dibatasi pada material pengikat yang digunakan bersama batu, pasir, batu-bata dan bahan tambahan lainnya. Semen yang digunakan untuk membentuk beton mempunyai sifat dapat mengeras dengan adanya air melalui reaksi kimia, sebab itu disebut semen hidrolik.

Air merupakan salah satu bahan yang penting dalam pembuatan beton. Peranan air sebagai material beton dapat menentukan mutu dalam campuran beton. Air yang dipergunakan dalam campuran beton harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Workabilitas sering didefinisikan sebagai jumlah energi yang dibutuhkan untuk pemadatan tanpa terjadi segregasi atau kemudahan pekerjaan beton. Workabilitas beton tergantung dari jumlah air beton, faktor air semen, proporsi campuran, sifat-sifat beton, waktu, temperatur, semen dan *mix design*

Mobilitas adalah kemudahan mengisi acuan dan membungkus tulangan. Beton dengan mobilitas yang baik umumnya mempunyai kompaktilitas yang baik pula

Segregasi adalah pemisahan komponen-komponen beton segar yang menghasilkan campuran beton yang tidak seragam. Pada umumnya istilah ini adalah pemisahan agregat kasar dari mortar

Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.

Bahan dan Alat

- Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
Semen Portland tipe I merek dagang Gresik, Agregat Halus berupa pasir alam dari Tangkiling Kota Palangka Raya, Lempung Bekah dari Sei Gohong Kota Palangka Raya, Abu terbang dari limbah pembakaran PLTU Asam-Asam Kalimantan Selatan, Superplasticizer dari PT. Sika Nusa Pratama yaitu Sikament NN, serta Air yang digunakan adalah air sumur bor Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya.
- Alat yang digunakan :
Alat Uji Tekan, Alat Pencampur Beton (Mollen), Slump Test, Timbangan, Oven Listrik, Mesin Los Angeles, Alat pemadatan beton, 1 Unit Specific Gravity Agregat Halus, 1 Unit Specific Gravity Agregat Kasar, 1 Unit, Specific Gravity Semen, Alat Analisis Saringan, Gelas Ukur, Cetok, Sekop, Ember, Cetakan Silinder 100 mm x 200 mm, dan Silinder Besi/ Bohler.

Langkah-langkah Penelitian

Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Pembuatan Agregat Kasar Ringan

Agregat kasar ringan dibuat dari lempung yang dibentuk menjadi kotak-kotak dengan menggunakan ukuran kombinasi gradasi fraksi yaitu ukuran:

- ukuran 19 mm sebanyak 10 %.
- ukuran 9,5 mm sebanyak 40 %.
- ukuran 4,75 mm sebanyak 50 %.

Kondisi lempung pada saat pembuatan agregat masih dalam kondisi basah sehingga memudahkan dalam pembentukan agregat. Setelah agregat dibentuk kemudian agregat dikeringkan dengan cara mengangin-angikan ataupun dikeringkan dengan oven pada suhu $\pm 100^{\circ}$ C sampai agregat tersebut kering. Setelah kering kemudian agregat dibakar ke dalam tanur tegak dengan suhu 1000° C - 1060° C selama ± 15 menit untuk memperoleh agregat kasar yang padat dan kuat. Setelah 15 menit agregat tersebut dikeluarkan dari oven dan akan tampak agregat yang sudah mengeras dan mempunyai ikatan yang lebih kokoh.



Gambar 3.1 Agregat Kasar dari Lempung Sudah Dioven.

2. Pemeriksaan Material Pembentuk Beton

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengujian atau pemeriksaan terhadap bahan penyusun beton. Pemeriksaan bahan dilakukan di Laboratorium Beton Jurusan/Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Palangka Raya yang meliputi :

- Pemeriksaan berat jenis semen.
- Pemeriksaan berat volume agregat.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Pemeriksaan analisis saringan agregat.
- Pemeriksaan kadar organik agregat.
- Pemeriksaan keausan agregat kasar dengan mesin *Los Angeles*.
- Pemeriksaan berat volume kawat bendrat



Gambar 3.2 Kawat Bendrat yang sudah dipotong sepanjang 5 cm

3. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran pada penelitian ini menggunakan metode ACI 211.1-91. Sifat fisik material yang harus diketahu dalam perencanaan ini diperlihatkan pada tabel 3.1

Tabel 3.1 Data Fisik Material

Data Fisik Material	Agregat Kasar Ringan Lempung Bekah	Pasir	Semen	Kawat Bendrat
Ukuran Maksimum Agregat	19 mm	-	-	-
Modulus Kehalusan	-	2,96	-	-
<i>Specific Gravity Agregat (SSD)</i>	1,385	2,761	-	-
Berat Volume (Kering Padat)	0,986	1,736	-	0,571
Kadar air	0	0,54%	-	-
Penyerapan air	13,69 %	4,535%	-	-
<i>Specific Gravity Cement</i>	-	-	2,939	-

Sumber : Penulis, 2009

Adapun langkah-langkah dari perencanaan campuran ini adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan nilai slump

Nilai slump dapat dipilih menurut berbagai jenis pengerjaan konstruksi yang dapat dilihat pada tabel 2.8 berikut ini:

Dari tabel 2.8 diambil nilai slump yang maksimum untuk berbagai jenis konstruksi yaitu 75 – 100 mm.

2. Pemilihan ukuran maksimum agregat

Ukuran maksimum agregat kasar ringan lempung bekah sebesar 19 mm.

3. Jumlah air pencampur persatuan volume beton tergantung dari ukuran maksimum agregat dan nilai slump pada tabel 2.9.

Dari Tabel 2.9 dengan nilai slump 75-100 mm dan ukuran maksimum agregat kasar 19 mm, didapat rencana air adukan untuk beton = 201,9 Kg/m³.

4. Pemilihan rasio air semen

Kekuatan tekan beton dipengaruhi oleh rasio air semen, disamping itu jenis agregat dan semen yang digunakan. Hubungan rasio air semen dan kuat tekan beton untuk jenis beton tanpa *air- entrained* dapat dilihat pada tabel 2.10.

Untuk beton $f_c' = 30$ MPa, rasio air semen dalam perbandingan berat (w/c) = 0,54.

5. Perhitungan kandungan semen

Berat semen yang dibutuhkan adalah jumlah air pencampur dibagi rasio air semen.

$$\text{Berat semen} = 201,9 / 0,54 = 373,890 \text{ Kg.}$$

$$\text{Berat Abu Terbang} = 6,83 \% \times 373,89 = 25,5370 \text{ Kg.}$$

$$\text{Jadi, berat semen} = 373,89 - 25,537 = 348,353 \text{ Kg.}$$

6. Perkiraan Volume Agregat Kasar

Volume agregat kasar (berdasarkan berat volume kering) yang dibutuhkan persatuan volume beton merupakan fungsi dari ukuran maksimum agregat kasar dan modulus kehalusan agregat halus. Semakin halus pasir dan ukuran agregat kasar semakin banyak volume agregat kasar (lihat Tabel 2.11)

Berdasarkan tabel 2.11 untuk agregat kasar dengan ukuran maksimum 19 mm dan modulus kehalusan pasir 2,96 maka volume agregat kasar yang diperlukan persatuan volume beton sebesar = 0,684 m³.

$$\text{Berat agregat kasar kondisi kering} = \text{volume agregat kasar kondisi kering} \times \text{berat volume agregat kasar}$$

$$= 0,684 \times 0,986 \times 1000 = 674,424 \text{ kg}$$

$$\text{Berat agregat kondisi SSD} = (1 + 13,69 \%) \times 674,42 \text{ kg}$$

$$= 766,748 \text{ kg}$$

7. Menghitung pemakaian agregat halus

Menghitung volume agregat halus dengan cara volume absolut, didapat dengan mengurangi volume satuan beton dengan volume total beton yang sudah didapat sebelumnya (air, udara, semen, dan agregat kasar).

Volume Absolut Kondisi SSD

$$\text{- Vol. Semen} = 348,353 / (2,939 \times 1000) = 0,118 \text{ m}^3$$

$$\text{- Vol. Air} = 201,9 / 1000 = 0,202 \text{ m}^3$$

$$\text{- Vol. Udara terperangkap} = = 0,020 \text{ m}^3$$

$$\text{- Vol. Abu Terbang} = 25,537 / (2,4 \times 1000) = 0,0106 \text{ m}^3$$

$$\text{- Vol. Agregat kasar} = 766,883 / (1,385 \times 1000) = 0,553 \text{ m}^3$$

$$\text{Jumlah} = \mathbf{0,9036 \text{ m}^3}$$

$$\text{Vol agregat halus} = 1 \text{ m}^3 - 0,9036 \text{ m}^3 = 0,0964 \text{ m}^3$$

$$\text{Jadi berat agregat halus kondisi SSD} = 0,0964 \times 2,761 \times 1000 = 266,160 \text{ Kg}$$

Tabel 3.2 Komposisi Campuran untuk kondisi SSD per m³

Material	Berat (kg)
Semen	348,353
Abu Terbang	25,537
Air	201,9
Agregat kasar lempung bekah	766,748
Pasir	266,160

Sumber : Penulis 2006

8. Koreksi kandungan air pada agregat

Komposisi agregat kasar ringan lempung bekah dan pasir pada tabel 3.6 masih dalam kondisi SSD. Pada umumnya dilapangan agregat tidak dalam kondisi SSD sehingga perlu dikoreksi. Koreksi jumlah air sesuai kondisi di lapangan.

- Tambahan air untuk agregat kasar adalah absorpsi agregat kasar dikurangi kadar airnya dikalikan dengan berat agregat kasar kondisi kering.
- Tambahan air untuk agregat halus adalah absorpsi agregat halus dikurangi kadar airnya dikalikan dengan satu kurang absorpsi kali berat agregat halus kondisi SSD.

Tambahan air pada agregat lempung

$$= (13,69\% - 0) \times 766,748 = 104,968 \text{ Kg}$$

Tambahan air di pasir

$$= (1 - 4,535\%) \times (4,535\% - 0,54\%) \times 266,160 = 10,15 \text{ Kg}$$

$$\text{Jadi Berat air} = 201,9 + 105,139 + 10,15 = 317,189 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat Agregat} = 766,748 - 104,968 = 661,780 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat Pasir} = 266,16 - 10,15 = 256,010 \text{ Kg}$$

Tabel 3.3 Komposisi Campuran untuk Kondisi Lapangan per m³

Material	Berat (kg)
Semen	348,353
Abu Terbang	25,537
Air	317,189
Agregat kasar lempung bekah	661,780
Pasir	256,010

Sumber : Penulis, 2006

9. Penambahan serat kawat bendrat per berat semen.

Berat volume serat = 0,571 kg/liter

Berat serat yang ditambahkan untuk masing-masing persentase penambahan per m³ beton adalah

$$1\% = 0,01 \times 1 \times 0,571 = 5,71 \text{ kg}$$

$$2\% = 0,02 \times 1 \times 0,571 = 11,42 \text{ kg}$$

$$3\% = 0,03 \times 1 \times 0,571 = 17,13 \text{ kg}$$

$$4\% = 0,04 \times 1 \times 0,571 = 22,84 \text{ kg}$$

10. Perhitungan Superplasticier

Superplasticizer (SP) menggunakan jenis C 494-92 tipe F dengan Merek Sikament-NN dengan data teknis sebagai berikut :

Tabel 3.4 Data Teknis Superplasticizer

Nama Bahan	Sikament-NN
Wujud Bahan	Cairan
Warna	Coklat Gelap
Specific Gravity	1,20 kg/liter
PH	± 8
Dosis Pemakaian	0,8% - 3% (dari berat semen)

Sumber : Label Produksi

Persentase pemakaian SP ditetapkan sebesar 1,403% dari berat semen (dari penelitian sebelumnya, Simson Setia Dehen, 2002), maka :

$$\begin{aligned} \text{Banyaknya SP} &= (\text{Persentase SP} \times \text{Berat Semen}) / \text{Berat Jenis SP} \\ &= (1,403\% \times 348,353) / 1,20 \\ &= 4,073 \text{ liter} \end{aligned}$$

Tabel 3.5 Rekapitulasi Campuran Per m³ Beton

Serat (%)	Agregat Kasar (Kg)	Agregat Halus (Kg)	Semen (Kg)	Air (Kg)	Serat (Kg)	SP (Liter)	Abu Terbang (Kg)
0	661,780	256,010	348,353	313,116	0	4,073	25,537
1	661,780	256,010	348,353	313,116	5,71	4,073	25,537
2	661,780	256,010	348,353	313,116	11,42	4,073	25,537
3	661,780	256,010	348,353	313,116	17,13	4,073	25,537
4	661,780	256,010	348,353	313,116	22,84	4,073	25,537

4. Pengecoran/pembuatan benda uji

Benda uji tekan dibuat berbentuk silinder yang berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm, dengan perincian seperti pada tabel 3.10 berikut ini.

Tabel 3.6 Jumlah Benda Uji

No	Jenis Benda Uji	Jumlah Benda Uji				
		Tiap Variasi Penambahan Serat Kawat Bendrat				
		0 %	1 %	2 %	3 %	4 %
1.	Silinder 10 x 20 cm ²	2 buah	2 buah	2 buah	2 buah	2 buah

Sumber : Penulis, 2006

Adapun langkah – langkah pembuatan benda uji adalah sebagai berikut :

1. Timbang bahan-bahan penyusun beton kemudian letakkan di tempat terpisah.
2. Masukkan agregat kasar dan agregat halus ke dalam mesin pengaduk (*mollen*) yang sedang berputar. Setelah itu masukkan air + SP sedikit demi sedikit, sampai adukan beton itu tercampur dengan merata, selanjutnya semen + abu terbang.
Setelah adukan mortar beton merata, adukan mortar beton dituang ke dalam talam baja.
4. Pada setiap adukan beton dilakukan pemeriksaan *slump* untuk mengetahui kelecikan campuran beton. Lakukan pemeriksaan ini paling lama 15 menit setelah pengadukan.
5. Setelah dilakukan pemeriksaan *slump*, ambil adukan atau beton segar untuk pembuatan benda uji.
6. Sebelum dimasukkan ke cetakan, cetakan terlebih dahulu diolesi oli sehingga setelah beton mengeras, cetakan mudah lepas.
7. Penuangan adukan dilakukan dalam tiga tahap, tiap tahap penuangan dimasukkan kawat kawat bendrat ke dalam cetakan sambil dilakukan pemadatan dengan menggunakan meja getar dan tongkat pemadatan agar tidak terbentuk rongga.
8. Setelah mengeras beton boleh dilepas apabila cetakan beton berumur 8 sampai dengan 24 jam setelah adukan selesai dipadatkan. Selanjutnya benda uji diberi label yang berisi tanggal pembuatan benda uji dan persentase kawat.



Gambar 3.3 Benda Uji Beton

5. Pemeriksaan Kelecekan Beton Segar
6. Perawatan Benda Uji

Perawatan beton (*curing*) dilakukan setelah beton mencapai *final setting* yang artinya beton telah mengeras. Perawatan dilakukan agar proses hidrasi selanjutnya tidak mengalami gangguan. Jika hal ini terjadi beton akan mengalami keretakan akibat kehilangan air dengan begitu cepat. Perawatan beton dilaksanakan tidak hanya dimaksudkan untuk mendapatkan kekuatan tekan beton yang tinggi juga untuk memperbaiki mutu dari keawetan beton, kedekatan terhadap air, ketahanan terhadap aus serta stabilitas dari dimensi struktur. (Mulyono, 2003).

Perawatan benda uji yang dilakukan adalah dengan merendam benda uji di dalam air selama 28 hari. Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan air minum. Diusahakan dalam meletakkan benda uji pada perendaman harus diatur sedemikian rupa. Hal ini dimaksudkan agar menghindari terjadinya pembebanan antara benda uji.

Beberapa cara perawatan yang biasa dilakukan antara lain :

1. Menaruh beton segar di dalam ruang yang lembab.
2. Menaruh beton segar di atas genangan air
3. Menaruh beton segar di dalam air
4. Menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.
5. Menggenangi permukaan beton dengan air.
6. Menyirami permukaan beton setiap saat secara terus menerus.

Pada penelitian ini, cara perawatan dilakukan dengan cara menyelimuti permukaan beton dengan karung basah.

7. Pengujian Kuat Tekan



Gambar 3.4 Pengujian Benda Uji

Pengujian yang dilakukan adalah Uji Kuat Tekan. Pengujian dilakukan dengan memberikan pembebanan

pada benda uji dengan mesin uji tekan. Sample akan diuji dengan menggunakan standar ASTM C³⁹⁻⁸⁶ "Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens". Beban akan didistribusikan secara merata sepanjang sumbu longitudinal dengan tegangan sebesar

$$f_c' = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

f_c' = kuat tekan beton (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas penampang (mm^2)

Metode Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan dengan membuat benda uji sebanyak 10 buah. Variabel pengamatan yang akan diukur adalah kuat tekan beton.

Teknik Analisis Data

Kuat tekan beton dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$f_{ci} = \frac{P}{A}$$

Keterangan :
 fci = Kekuatan tekan tiap silinder beton (MPa)
 P = Beban tekan maksimum (N)
 A = Luas penampang benda uji (mm²)

Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan. Pembebanan dilakukan sampai benda uji runtuh yaitu pada saat beban maksimum yang mampu ditahan oleh benda uji tersebut. Beban yang bekerja akan terdistribusi secara merata melalui titik berat penampang sepanjang sumbu longitudinal dengan tegangan sebesar fci

Analisis Statistik

Analisis statistik yang digunakan adalah Analisis varian digunakan untuk menguji hipotesis komparatif rata-rata k sampel bila data-datanya berbentuk interval atau ratio. Menguji hipotesis komparatif berarti menguji bentuk perbandingan melalui ukuran sampel yang juga berbentuk perbandingan. Hal ini berarti juga menguji kemampuan generalisasi (signifikansi hasil penelitian) yang berupa perbandingan keadaan variabel dari dua sampel atau lebih.

Ada beberapa jenis analisis varian, yaitu :

- Analisis Varian Klasifikasi Tunggal (*Single Classification*), biasa disebut anova satu jalan yang digunakan untuk menguji hipotesis komparatif rata-rata k sampel dimana dalam setiap sampel hanya terdiri dari satu kategori.
- Analisis Varian Klasifikasi Ganda (*Multiple Classification*), yang biasa disebut anova dua jalan yang digunakan untuk menguji hipotesis komparatif rata-rata k sampel dimana dalam setiap sampel terdiri dari dua atau lebih kategori.

Variabel pengamatan yang diukur meliputi :

- Variasi penambahan kawat bendrat pada beton ringan sebagai variabel bebas.
- Nilai kuat tekan beton pada berbagai variasi penambahan kawat bendrat pada beton ringan sebagai variabel terikat.

Sebelum analisis varians dilakukan maka harus ada beberapa asumsi yang harus dipenuhi, yaitu :

- Sampel diambil secara random
- Data berdistribusi normal
- Varians antar sampel homogen.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

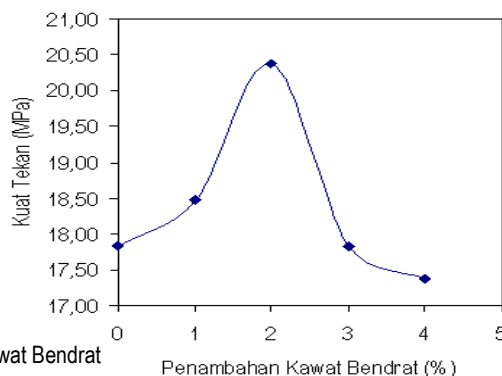
Hasil pengujian kuat tekan benda uji beton seperti yang terdapat dalam tabel 4.2

Tabel 4.2 Kuat Tekan Beton

No	Variasi Penambahan Kawat	Berat (Gram)	Beban (Ton)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata	Jenis Keruntuhan
1	0 %	2968	14,40	18,335	17,826	Columnar
		3045	13,60	17,316		Columnar
2	1 %	3011	15,00	19,099	18,462	Columnar
		3106	14,00	17,826		Columnar
3	2 %	3044	15,80	20,117	20,372	Columnar
		3130	16,20	20,626		Columnar
4	3 %	3092	13,40	17,061	17,826	Columnar
		3112	14,60	18,589		Columnar
5	4 %	3036	14,00	17,826	17,380	Columnar
		3251	13,30	16,934		Columnar

Sumber : Hasil Penelitian, 2006.

Dari tabel 4.2. Hasil pengujian kuat tekan beton, diperoleh nilai kuat tekan beton tertinggi sebesar 20,372 MPa pada persentase penambahan kawat bendrat sebesar 2 %. Nilai ini masih belum mencapai kuat tekan beton rencana sebesar 30 MPa.



Gambar 4.2 Hubungan Kuat Tekan dengan Penambahan Kawat Bendrat

Dari data pengujian dilakukan analisis statistik meliputi :

1 Pengujian Homogenitas

Untuk mengetahui apakah masing-masing variasi penambahan serat merupakan satu sampel (homogen), maka diperlukan pengujian homogenitas. Dalam penelitian ini menggunakan *Metode Bartlett*.

Pengujian homogenitas untuk kuat tekan beton dapat dilihat pada perhitungan berikut :

- a. Menghitung nilai rata-rata masing-masing variasi serat
- b. Menghitung simpangan baku masing-masing kelompok

Tabel 4.3 Perhitungan Simpangan Baku Benda Uji Kelompok 1 (0%)

No	X_i	\bar{X}_1	$(X_i - \bar{X})^2$
1	18,335	17,826	0,259
2	17,316	17,826	0,260
Jumlah			0,519

$$\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,519}{2-1}} = 0,721$$

Selanjutnya nilai S dapat dilihat pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Simpangan Baku

No.	Variasi Penambahan Kawat	Kuat Tekan Rata-Rata (X)	S
1	0	17,826	0,721
2	1	18,462	0,900
3	2	20,372	0,360
4	3	17,826	1,080
5	4	17,380	0,631

Sumber : Hasil Penelitian, 2009.

C. Menghitung nilai F

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (n_i - 1) S_i^2}{(n - k)}$$

$$= \frac{(2-1)0,721^2 + (2-1)0,900^2 + (2-1)0,360^2 + (2-1)1,080^2 + (2-1)0,631^2}{(10-5)}$$

$$= 0,605$$

$$q = (n-k)\ln Sp^2 - \sum [(n_i-1)\ln Si^2]$$

$$= (10-5)\ln 0,605 - [(2-1)\ln 0,721^2 + (2-1)\ln 0,900^2 + (2-1)\ln 0,360^2 + (2-1)\ln 1,080^2 + (2-1)\ln 0,631^2]$$

$$= 1,162$$

$$A = \frac{1}{3(k-1)} \left[\sum \left(\frac{1}{n_i-1} \right) - \frac{1}{(n-k)} \right]$$

$$= \frac{1}{3(5-1)} \left[\sum \left(\frac{1}{2-1} + \frac{1}{2-1} + \frac{1}{2-1} + \frac{1}{2-1} + \frac{1}{2-1} \right) - \frac{1}{10-5} \right]$$

$$= 0,400$$

$$v^1 = k-1 = 5-1 = 4$$

$$v^2 = \frac{k+1}{A^2} = \frac{5+1}{(0,400)^2} = 37,500$$

$$B = \frac{v_2}{1-A + \frac{2}{v_2}} = \frac{37,500}{1-0,400 + \frac{2}{37,500}} = 57,398$$

$$F = \frac{v_2 \cdot q}{v_1(B-q)} = \frac{(37,500) \cdot (1,162)}{4(57,398 - 1,162)} = 0,194$$

d. Menghitung F hasil perhitungan dengan F^{tabel}

Dengan nilai $v^1 = 4$ dan $v^2 = 37,500$ maka dari tabel didapat nilai $F = 2,620$.

$F^{\text{hitung}} = 0,194 < F^{\text{tabel}} = 2,620$, maka dapat diambil kesimpulan bahwa sampel serat kawat bendrat yang dipakai merupakan sampel dengan jenis yang sama atau bersifat homogen.

2. Pengujian Distribusi (Uji Normalitas)

Untuk mengetahui jenis distribusi dari data yang diperoleh dari hasil penelitian digunakan metode *Liliefors* yang terdiri dari dua macam, yaitu distribusi normal dan distribusi tidak normal.

Tabel 4.5 Pengujian Distribusi Data Hasil Uji Kuat Tekan Beton dengan Penambahan Kawat 0 %

No	X_i	$(X_i - \bar{X})^2$	S	Z_i	F(Z_i)	S(Z_i)	$\frac{1}{2}F(Z_i) - S(Z_i)$	Lo	L_{kritis}
1	18,335	0,259	0,721	0,706	0,240	0,500	0,260	0,2	0,381
2	17,316	0,260	0,721	-0,706	0,760	1,000	0,240	60	
S	35,561	0,519							

a. Menghitung kuat tekan rata-rata

$$\bar{X} = \frac{\sum X_i}{n} = \frac{35,561}{2} = 17,826 \text{ MPa}$$

b. Menghitung simpangan baku

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,519}{2-1}} = 0,721$$

c. Mengubah nilai pengamatan (X_i) menjadi bilangan baku (Z_i)

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s} = \frac{18,335 - 17,826}{0,721} = 0,706$$

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s} = \frac{17,316 - 17,826}{0,721} = -0,706$$

d. Menghitung peluang F(Z_i)

Untuk $Z_i = 0,705$ dari tabel distribusi normal baku diperoleh F(Z_i) = 0,240.

Untuk $Z_i = -0,705$ dari tabel diperoleh F(Z_i) = 0,760

e. Menghitung proporsi S(Z_i)

$$S(Z_i) = \frac{\text{Banyaknya } Z_1, Z_2, \dots, Z_n \text{ yang } \leq Z_i}{n}$$

$$= \frac{2}{2} = 0,500$$

f. Menghitung harga mutlak dari $\frac{1}{2}F(Z_i) - S(Z_i)$

$$\frac{1}{2}F(Z_i) - S(Z_i) = \frac{1}{2}0,760 - 0,500 = 0,240$$

g. Menentukan nilai Lo

Lo merupakan nilai terbesar dari $\frac{1}{2}F(Z_i) - S(Z_i)$

Dari tabel diperoleh nilai Lo = 0,260

h. Menentukan nilai L kritis

Untuk taraf nyata (α) = 0,05 dan jumlah data 2 dari tabel nilai kritis diperoleh nilai L kritis = 0,381.

Karena nilai Lo = 0,260 < L kritis = 0,381, maka data hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan kawat bendrat 0% berdistribusi normal.

Selanjutnya hasil pengujian distribusi data hasil uji kuat tekan dari setiap perlakuan dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Pengujian Distribusi Data Hasil Uji Kuat Tekan

Penambahan Serat	Lo	L_{kritis}	Keterangan
0 %	0,260	0,381	Distribusi Normal
1 %	0,261	0,381	Distribusi Normal
2 %	0,260	0,381	Distribusi Normal
3 %	0,260	0,381	Distribusi Normal
4 %	0,260	0,381	Distribusi Normal

Dari pengujian distribusi normal dapat diketahui bahwa data hasil kuat tekan tersebut berdistribusi normal, sehingga analisis selanjutnya dapat dilanjutkan.

3. Uji Hipotesis Komparatif Kuat Tekan Beton

Tabel 4.7 Operasi Perhitungan Untuk Kuat Tekan Beton

No	0%	1%	2%	3%	4%
	X^1	X^2	X^3	X^4	X^5
1	18,335	19,099	20,117	17,061	17,826
2	17,316	17,826	20,626	18,589	16,934
S	35,651	36,925	40,743	35,650	34,760
\bar{X}	17,826	18,462	20,372	17,826	17,380
S	0,721	0,900	0,360	1,080	0,631
S^2	0,519	0,810	0,130	1,166	0,398

Sumber : Hasil Perhitungan (2009)

Pengujian menggunakan F dapat dihitung :

$$F = \frac{\text{Varians terbesar}}{\text{Varians terkecil}}$$

Berdasarkan atas perhitungan pada tabel 4.15, dapat diketahui bahwa varians terbesar = 1,166 dan varians terkecil = 0,398. Sehingga dengan demikian harga F dapat dihitung :

$$F = \frac{1,166}{0,398} = 2,930$$

Selanjutnya harga F_{hitung} tersebut dibandingkan dengan harga F_{tabel} dengan dk pembilang $n^2 - 1$ dan dk penyebut $n^1 - 1$. Karena jumlah n^1 dan n^2 sama, maka didapatkan dk pembilang = 1 dan dk penyebut = 1.

Berdasarkan tabel F (lampiran), harga $F_{tabel,0,05} = 161$. Ternyata diketahui harga $F_{hitung} = 2,930 < F_{tabel,0,05} = 161$, dapat disimpulkan bahwa varians data yang akan dianalisis adalah homogen sehingga perhitungan anova dapat dilanjutkan.

Tabel 4.8 Penolong Untuk Perhitungan Anova

No.	Penambahan Kawat (%)					X^1^2	X^2^2	X^3^2	X^4^2	X^5^2
	X^1 (0%)	X^2 (1%)	X^3	X^4 (3%)	X^5					
1	18,3 35	19,09 9	20,11 7	17,06 1	17,8 26	336,172	364,772	404,694	291,077	317,766
2	17,3 16	17,82 6	20,62 6	18,58 9	16,9 34	299,844	317,766	425,432	345,551	286,760
	183,729					3389,835				

Sumber : Hasil Perhitungan (2009)

- Menghitung jumlah kuadrat total (JK_{total}) dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 JK_{total} &= \sum X_{total}^2 - \frac{(\sum X_{total})^2}{N} \\
 &= (3389,835) - \frac{(183,729)^2}{10} \\
 &= 14,200
 \end{aligned}$$

- Menghitung jumlah kuadrat antar kelompok (JK_{antar}) dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 JK_{antar} &= \left(\sum \frac{(\sum X_k)^2}{n_k} \right) - \frac{(\sum X_{total})^2}{N} \\
 &= \frac{(\sum X_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum X_2)^2}{n_2} + \frac{(\sum X_3)^2}{n_3} + \frac{(\sum X_4)^2}{n_4} + \frac{(\sum X_5)^2}{n_5} - \frac{(\sum X_{total})^2}{N} \\
 &= 11,176
 \end{aligned}$$

- Menghitung jumlah kuadrat dalam kelompok (JK_{dalam}) dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 JK_{dalam} &= JK_{total} - JK_{antar} \\
 &= 3,024
 \end{aligned}$$

- Menghitung Mean Kuadrat antar kelompok (MK_{antar}) dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 MK_{antar} &= \frac{JK_{antar}}{m-1} \\
 &= 2,794
 \end{aligned}$$

Keterangan :

M = Jumlah kelompok sampel
 = 5 kelompok

- Menghitung Mean Kuadrat dalam kelompok (MK_{dalam}) dengan rumus :

$$MK_{dalam} = \frac{JK_{dalam}}{N - m}$$

6. Menghitung F_{hitung} :

$$F_{hitung} = \frac{MK_{antar}}{MK_{dalam}}$$

$$= \frac{2,794}{0,605} = 4,618$$

Tabel 4.9 Ringkasan Anova Hasil Perhitungan

Sumber Variasi	dk	Jumlah kuadrat	Mk	F_{hitung}	F_{tabel}	Keputusan
Total	10-1 = 9	14,200	-	4,618	$F_{0.05} = 5,19$	$F_{hitung} < F_{tabel}$ 4,618 < 5,19 Jadi H_0 diterima
Antar Kelompok	5-1 = 4	11,176	2,794			
Dalam Kelompok	10-5 = 5	3,024	0,605			

Sumber : Hasil Perhitungan (2009)

Harga F_{hitung} sebesar 3,091 dibandingkan dengan F_{tabel} dengan dk pembilang $m - 1$ dan dk penyebut $N -$

m. Nilai dk pembilang adalah $5 - 1 = 4$ dan dk penyebut $10 - 5 = 5$, sehingga diketahui $F_{tabel,0,05} = 5,19$ dan

$F_{tabel,0,01} = 11,39$. Karena F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} baik untuk kesalahan 5 % maupun 1%, maka Hipotesis Nol (H_0) yang diajukan diterima dan H_a ditolak, dengan hipotesis :

H_0 = Tidak terdapat pengaruh secara signifikan pada kuat tekan beton dengan penambahan kawat bendrat.

H_a = Terdapat pengaruh yang signifikan pada kuat tekan beton dengan berbagai penambahan kawat bendrat.

Hipotesis H_0 "diterima" sehingga dapat disimpulkan penambahan kawat bendrat pada beton ringan yang menggunakan lempung bekah tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penambahan kuat tekan rata-rata beton.

Kesimpulan

Penambahan kawat bendrat diameter 0,8 mm dan panjang 5 cm yang dicampurkan ke dalam campuran beton ringan dengan persentase penambahan 0 %, 1 %, 2 %, 3 % dan 4 % terhadap volume cetakan dengan menggunakan agregat kasar lempung bekah dari Sei Gohong, disimpulkan sebagai berikut :

1. Penambahan kawat bendrat tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap kuat tekan beton ringan.
2. Kuat tekan rata-rata beton ringan maksimum dihasilkan pada penambahan kawat bendrat 2% sebesar 20,374 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI.211.2-91. 1993. **Standard Practice for Selection Proportion for Structural Lightweight Concrete**. ACI Jurnal.
- Anonim, 1995. **Kursus Singkat Beton Mutu Tinggi**. Makalah Teknik. Fakultas Teknik. Universitas Andalas. Padang.
- Asido. 2004. **Kajian Lanjutan Penggunaan Lempung Bekah Sebagai Agregat Kasar Dari Sungai Gohong Untuk Campuran Beton Ringan**. Tugas Akhir. Program Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya.
- Anggreini,D dan Purwandari,Y.2002. **Kawat Bendrat Sebagai Bahan Substitusi Semen dalam Campuran Beton Mutu Tinggi**. Tugas Akhir. Program Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. **SK SNI T-15-1990-03**. Yayasan LPMB. Bandung.
- Dipohusodo, I.1999. **Struktur Beton Bertulang**. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Frick, H. 1999. **Ilmu Bahan Bangunan**. Terjemahan Ch. Koesmartadi. Kanisius. Yogyakarta.
- Ismanto, R. 2004. **Uji Tarik Belah Pada Beton Serat Dengan Kawat Bendrat**. Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya.
- Mundiar, D dan Gusnaini. 2002. **Tinjauan Kuat Tekan Beton Ringan Dari Agregat Kasar Ringan Lempung Bekah**. Tugas Akhir. Program Teknik Sipil. Fakultas Teknik. Universitas Palangka Raya.
- Masruri, N. dalam Asido. 2004. **Kajian Lanjutan Penggunaan Lempung Bekah Sebagai Agregat Kasar Dari Sungai Gohong Untuk Campuran Beton Ringan**. Tugas Akhir.