PENGARUH JARAK SENGKANG SPIRAL TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Skripsi

disajikan sebagai syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan

Prodi Pendidikan Teknik Bangunan

Oleh

Bambang Wijanarko

5101404015

PERPUSTAKAAN UNNES

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2011

ABSTRAK

Wijanarko, Bambang. 2010. "*Pengaruh Jarak Sengkang Spiral Terhadap Kuat Tekan Beton* ". Skripsi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing I Mego Purnomo, S.T, M.T., Pembimbing II Aris Widodo, S.Pd.,M.T.

Kata kunci : Sengkang, Confined Concrete.

Beton jika ditekan dengan gaya (P) maka akan memampat/memendek sehingga luas penampang menjadi membesar. Dengan adanya pembesaran dan mencapai regangan (ε) > 0.03 maka beton akan retak dan pecah. Sebenarnya sengkang selain berfungsi sebagai penahan gaya geser juga dapat menahan gaya horizontal, makin pendek jarak antar sengkang maka akan makin tinggi penahanan gaya horizontal dari sengkang. Perihal struktur tersebut dalam peraturan Standart Nasional Indonesia (SNI) belum dibahas. Beton yang terkurung *(confined concrete)* mempunyai kuat tekan (fc) dan regangan (ε) yang lebih baik dibandingan beton yang tidak terkurung *(unconfined concrete)*. Kuat tekan pada beton yang berada di dalam sengkang lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan beton berada di luar sengkang sehingga sengkang mempunyai pengaruh terhadap peningkatan kuat tekan beton.

Benda uji yang digunakan berupa silinder beton diameter 15 cm tinggi 30 cm dengan jumlah total 20 buah. Terdiri dari 5 buah tanpa sengkang spiral, 5 buah dengan sengkang spiral jarak 7.5 cm, 5 buah dengan sengkang spiral jarak 5 cm, dan 5 buah dengan sengkang spiral jarak 3 cm. Mutu beton rencana yang digunakan fc 10.375 MPa, tulangan yang digunakan diameter 3.20 mm dan menggunakan fas 0.6. Pengujian yang dilakukan dengan uji tekan.

Dari hasil penelitian dengan adanya sengkang dapat meningkatkan kuat tekan beton dan makin pendek jarak sengkang akan makin tinggi kuat tekan beton tersebut. Mutu beton rata-rata 10.40 MPa dapat meningkat menjadi 16.28 MPa atau 56.54% dengan penambahan sengkang spiral jarak sengkang 7.5 cm, meningkat menjadi 18.79 MPa atau 80.67% dengan penambahan sengkang spiral jarak sengkang 5 cm, dan meningkat menjadi 26.92 Mpa atau 158.85% pada penambahan sengkang spiral berjarak 3 cm. Hubungan antara jarak sengkang spiral dan kuat tekan beton berbentuk garis lengkung dan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$y = 38.114x^{-0.396}$, dengan y= Kuat tekan beton (MPa) dan x= Jarak sengkang (cm)

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul " PENGARUH JARAK SENGKANG SPIRAL TERHADAP KUAT TEKAN BETON", telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang Panitia Skripsi Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang pada :

Hari : Jum'at

Tanggal : Agustus 2011

Semarang, Agustus 2010

Pembimbing I	Pembimbing II
Mego Purnomo, ST ,MT	Aris Widodo, S.Pd, MT.
NIP. 19730618 200501 1 001	NIP. 19710207 199903 1 001

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

PENGESAHAN

"Pengaruh Jarang Sengkang Spiral Terhadap Kuat Tekan Beton",

Oleh :
Bambang Wijanarko
5101404015

Telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Fakultas Teknik UNNES pada :

Hari : Jum'at
Tanggal : Agustus 2011

Panitia Ujian Skripsi :

Ketua

Ir. H. Agung Sutarto,MT
NIP. 19610408 199102 1001

Sekretaris

Aris Widodo, S.Pd, MT
NIP. 19710207 199903 1 001

Anggota Dewan Penguji:

Pembimbing I

Mego Purnomo, ST ,MT
NIP. 19730618 200501 1 001

1. Endah Kanti P,ST, MT
NIP. 19720709 199803 2 003

2. Mego Purnomo, ST ,MT
NIP. 19730618 200501 1 001

Pembimbing II

Aris Widodo, S.Pd, MT
NIP. 19710207 199903 1 001

3. Aris Widodo, S.Pd, MT
NIP. 19710207 199903 1 001

Dekan Fakultas Teknik

Drs. Abdurrahman, M.Pd
NIP 19600903 198503 1 002

PERPUSTAKAAN UNNES

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa yang tertulis dalam skripsi ini benar-benar hasil karya sendiri, bukan jiplakan dari karya tulis orang lain. Pendapat atau temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah.

Semarang, Agustus 2011

Penulis,

Bambang Wijanarko
NIM. 5101404015

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- “Alloh tidak akan mengubah nasib suatu kaum jika kaum tersebut tidak berupaya mengubahnya”. (Q.S. Ar Ra’du : 11).
- “Keberhasilan apa pun yang diraih seseorang, pasti dimulai dari tempat Ia berada, bagaimanpun kondisi tempat itu”. (Dr. Ibrahim Elfiky).
- “Kemuliaan manusia terletak pada pikirannya”. (Pascal).

PERSEMBAHAN

- Bapak, Ibu, Kakak dan Adikku atas semangat dan fasilitas yang diberikan.
- Bapak/Ibu Dosen Pembimbing dan Penguji yang telah dengan sepenuh hati membimbing saya.
- Teman - teman seperjuangan Teknik Sipil.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Penyusunan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidik Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

Maksud utama penulisan skripsi ini adalah mengetahui pengaruh jarak sengkang spiral terhadap kuat tekan beton kajian terhadap beban tekan aplikasi pada kolom. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan konstribusi terhadap perkembangan dunia sipil.

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak. Untuk itu dengan segenap ketulusan hati, penulis ingin sekali mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Drs. Abdurrahman, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang;
2. Ir. Agung Sutarto, M.T, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang;
3. Aris Widodo, S.Pd, MT., selaku Kepala Prodi Pendidikan Teknik Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang dan Dosen pembimbing;
4. Endah Kanti Pangestuti, ST.MT. Selaku penguji yang telah memberi arahan untuk skripsi ini:
5. Mego Purnomo, ST. MT, atas bimbingannya dalam penyusunan skripsi ini;
6. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil, atas pengajarannya selama kuliah.
7. Bapak dan Ibuku, atas dorongan spirit dan materil sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
8. Teman-teman PTB’05, terima kasih atas bantuan dan motivasinya dalam penulisan skripsi ini;
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas bantuan dalam penyusunan skripsi ini.

PERPUSTAKAAN UNNES

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kesalahan, untuk itu kami harapkan atas kritik dan saran dari pembaca. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk kita semua.

Semarang, Agustus 2011

Penulis

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
ABSTRAK ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING iii
PENGESAHAN iv
PERNYATAAN v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 4
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 5
1.6 Sistematika Penulisan 6
BAB II KAJIAN PUSTAKA
2.1 Kajian Pustaka 8
2.1.1 Efektifitas Pengekangan *Fine Mesh* Pada Kolom Bulat Beton Bertulang 8
2.1.2 Analisa Pada *Confined Concrete* (Beton Terkurung) 9
2.1.3 Karakteristik Peningkatan dari *Confined Concrete* (Beton Terkurung) 11
2.1.4 Perilaku Beton *Compressive* yang Terkurung Serat Pilihan 13
2.1.5 Modulus Elastisitas Beton 17
2.1.6 Perilaku Struktur Kolom 17

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

2.1.7 Perhitungan Struktur Kolom Lingkaran 21
2.2 Kerangka Berpikir 22
BAB III METODE PENELITIAN
3.1 Uraian Umum 24
3.2 Variabel Penelitian 24
3.3 Tahap Penelitian 26
3.4 Prosedur Penelitian 27
3.4.1. Bahan Pengujian 27
3.4.2. Standar Pengujian Bahan 28
3.4.3. Tempat Penelitian 29
3.5 Peralatan Penelitian 29
3.5.1. Peralatan Pengujian Bahan 29
3.5.2. Alat-alat Pembuatan Beton 30
3.5.3. Peralatan Pengujian Benda Uji 30
3.6 Perhitungan Campuran 31
3.7 Pembuatan Benda Uji 33
3.8 Pengujian Kekuatan Beton 33
3.9 Analisa Data 35
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
4.1 Hasil Pemeriksaan Bahan 38
4.1.1. Semen 38
4.1.2. Air 38
4.1.3. Pasir 38
4.1.4. Kerikil 40
4.1.5. Gradasi Campuran 41
4.2 Perencanaan Adukan Beton 42
4.3 Kelecakan Adukan Beton 43
4.4 Kuat Tekan Beton 43
BAB V. PENUTUP
5.1 Kesimpulan 48
5.2 Saran 48

DAFTAR PUSTAKA 50
LAMPIRAN-LAMPIRAN

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram interaksi P – M uniaxial 2
Gambar 1.2 Beton dengan Sengkang dan Beton Tanpa Sengkang Akibat Gaya Tekan 4
Gambar 2.1 Kurva Tegangan dan Regangan pada Beton Terkurung *(Confined Concrete)* dan Beton Tidak Terkurung *(Unconfined Concrete)* 9
Gambar 2.2 Gaya Tekan Antara Beton Di Dalam Sengkang dan Beton Di Luar Sengkang 11
Gambar 2.3 Hubungan Tegangan dengan Regangan Lateral dan Aksial Akibat *Fibre Reinforced Plastics (FRP)* 12
Gambar 2.4 Penulangan Fibre Spiral Sebelum Dicor 14
Gambar 2.5 Bentuk Benda Uji Setelah Diuji 15
Gambar 2.6 Perbandingan *Displacement* antara Hasil Percobaan (Kiri) dengan *Displacement* Teoritis (Kanan) 16
Gambar 2.7 Pengaruh Eksentrisitas pada Kolom 18
Gambar 2.8 Pengaruh Eksentrisitas pada Penampang Kolom 19
Gambar 2.9 Penampang Ekovalen 22
Gambar 2.10 Kolom Lingkaran 22
Gambar 2.11 Alur Berfikir Penelitian 23
Gambar 3.1 Penulangan Beton 25
Gambar 3.2 Setting Pengujian Beton 35
Gambar 4.1 Gradasi Pasir Muntilan dan Batasan Gradasi Pasir Zone II Menurut SK-SNI-T-15-1990-03 39
Gambar 4.2 Gradasi Krikil Pudak Payung dan Syarat Batas Agregat Kasar 40 mm Menurut SK-SNI-T-15-1990-03 41
Gambar 4.3 Gradasi Campuran Pasir Muntilan dan Krikil Pudak Payung Serta Batasan Gradasi Campuran Menurut SK-SNI-T-15-1990-03 42
Gambar 4.4 Hubungan Kuat Tekan Beton dengan Jarak Sengkang 45
Gambar 4.5 Benda uji dengan sengkang setelah diuji tekan 46

PERPUSTAKAAN UNNES

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Variabel Penelitian 25
Tabel 4.1 Hasil Uji Tekan 44
Tabel 4.2 Prosentase Peningkatan Kuat Tekan Beton dan Jarak Sengkang 46

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengujian Berat Jenis Pasir Muntilan 52
Lampiran 2 Hasil Pemeriksaaan Kadar Lumpur Pasir Muntilan 53
Lampiran 3 Hasil Pengujian Gradasi Pasir Muntilan..... 54
Lampiran 4 Hasil Pengujian Berat Jenis Kerikil Pudak Payung..... 55
Lampiran 5 Hasil Pengujian Gradasi Kerikil Pudak Payung 56
Lampiran 6 Hasil Pengujian Gradasi Campuran..... 57
Lampiran 7 Rencana *Mix Design* 58
Lampiran 8 Hasil Pengujian Kuat Tekan 59
Lampiran 9 Dokumentasi Penelitian 60
Lampiran 10 RPP Kompetensi Dasar Pengaruh Jarak Sengkang Terhadap Kuat Tekan Beton 62
Lampiran 11 Surat Tugas Pembimbing..... 68
Lampiran 12 Surat Keterangan Telah Penelitian 69
Lampiran 13 Surat Tugas Penguji..... 70

PERPUSTAKAAN UNNES

BAB I

PENDAHULUAN

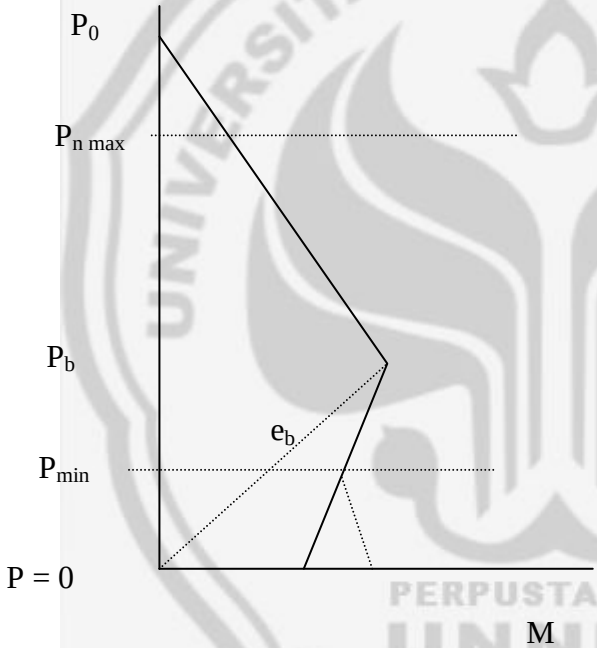
1.1 LATAR BELAKANG.

Beton merupakan elemen struktur bangunan yang banyak dikenal dan banyak dimanfaatkan sampai saat ini. Beton banyak mengalami perkembangan baik dalam pembuatan campuran maupun dalam pelaksanaan konstruksinya. Salah satu perkembangan beton yaitu pembuatan kombinasi antara material beton dan baja tulangan menjadi satu kesatuan konstruksi yang disebut dengan beton bertulang. Beton bertulang banyak diterapkan pada bangunan-bangunan seperti: gedung, jembatan, perkerasan jalan, bendungan, tandon air dan berbagai konstruksi lainnya. Beton bertulang pada bangunan terdiri dari beberapa elemen struktur, misalnya balok, kolom, plat lantai, pondasi, sloof, ring balk, maupun plat lantai. (Basuki dan Hidayat, N 2006 ; 36).

Beton bertulang sebagai elemen balok atau kolom harus diberi penulangan lentur (memanjang) dan penulangan geser. Penulangan lentur dipakai untuk menahan beban momen lentur yang terjadi pada balok atau kolom. Penulangan geser (sengkang) digunakan untuk menahan pembebanan geser (gaya lintang) yang terjadi pada balok atau kolom. Ada beberapa penulangan geser yaitu sengkang vertikal, sengkang spiral, dan sengkang miring. (Wahyudi, 1997 ; 1).

Kolom adalah merupakan elemen struktur yang dominan terhadap beban tekan. Kolom selain menerima beban tekan biasanya disertai juga dengan beban lentur, oleh karena itu dalam perencanaan kolom harus mampu untuk memikul

kombinasi kedua beban tersebut. Kemampuan kolom memikul kombinasi beban aksial dan lentur dapat dibuat dalam bentuk diagram interaksi kolom. Berdasarkan gambar 1.1 tersebut kemampuan kolom terhadap lentur terbesar adalah pada kondisi *balance*. Untuk beban aksial diatas kondisi *balance* semakin besar beban aksial akan semakin kecil kemampuan kolom memikul beban lentur, tetapi bila beban aksial dibawah kondisi *balance* semakin besar beban aksial akan semakin besar pula kemampuan kolom terhadap lentur. (Purnomo, M 2008 ; 53).

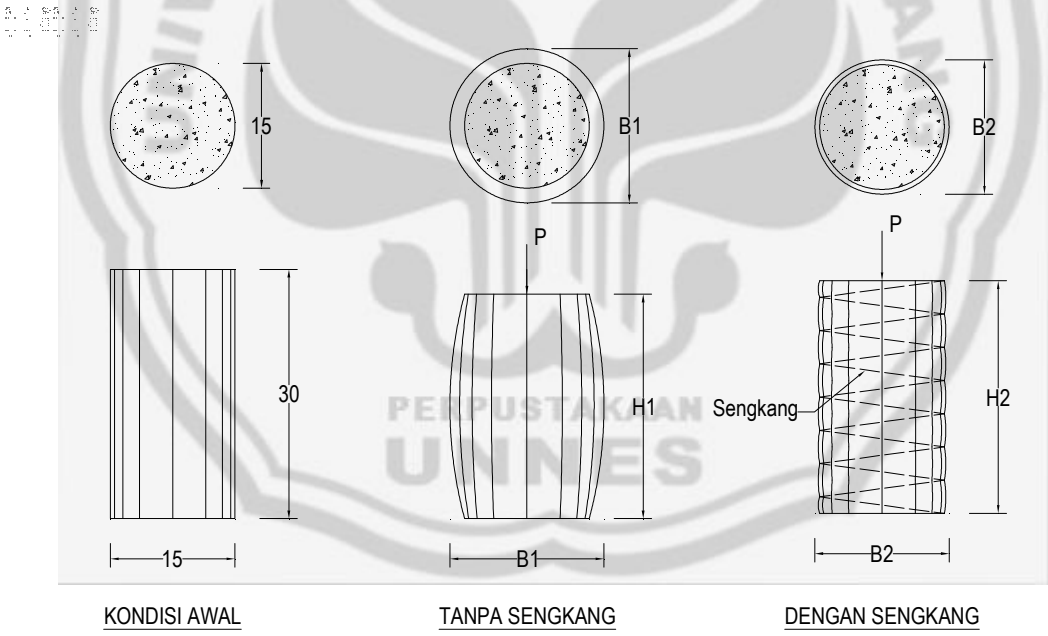


Gambar 1.1. Diagram interaksi P – M uniaxial
(Purnomo, M 2008:53).

Faktor yang mengakibatkan kegagalan kolom antara lain perencanaan kolom yang tidak memperhatikan daktailitas atau pengekangan, detailing kolom yang kurang baik sehingga kinerja kolom tersebut menurun dari yang direncanakan, salah satu cara untuk meningkatkan daktailitas kolom pada struktur gedung lama adalah meretrofit kolom tersebut dengan cara meliliti kolom dengan

tulangan transfersal yang berfungsi sebagai tulangan pengekang. Namun dalam penelitian ini hanya akan dikaji pengaruh sengkang terhadap kuat tekan beton. (Manaha dan Yosimson Petrus 2008 http://digilib.its.ac.id).

Beton jika ditekan dengan gaya (P) maka akan memampat/memendek sehingga luas penampang menjadi membesar. Dengan adanya pembesaran dan mencapai regangan (ε) > 0.03 maka beton akan retak dan pecah. Sebenarnya sengkang selain berfungsi sebagai penahan gaya geser juga dapat menahan gaya horizontal, makin pendek jarak antar sengkang maka akan makin tinggi penahanan gaya horizontal dari sengkang. Perihal struktur tersebut dalam peraturan Standart Nasional Indonesia (SNI) belum dibahas.



Gambar 1.2 Beton dengan sengkang dan beton tanpa sengkang akibat gaya tekan.

Dari gambar 1.2 dapat dilihat bahwa H1 < H2 dan B1> B2, hal ini menunjukan bahwa perubahan bentuk (pemampatan dan pelebaran) pada beton

tanpa sengkang lebih besar dari pada beton dengan sengkang karena perubahan bentuk pada beton dengan sengkang tertahan oleh sengkang.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul: **" Pengaruh Jarak Sengkang Spiral Terhadap Kuat Tekan Beton ".**

1.2 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka muncul permasalahan utama yang menarik untuk diteliti yaitu seberapa besar pengaruh jarak sengkang terhadap kuat tekan beton.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh jarak sengkang spiral terhadap kuat tekan beton.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat memberikan konstribusi yang bermanfaaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khusunya dan masyarakat pada umumnya di antaranya adalah :

1. Dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh jarak sengkang spiral terhadap kuat tekan beton.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG PERPUSTAKAAN UNNES

2. Secara akademis dapat memberikan wawasan pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya dalam perbaikan struktur beton dengan sengkang spiral untuk meningkatkan kuat tekan beton.
3. Dapat diaplikasikan pada perbaikan kolom paska kebakaran maupun gempa bumi.
4. Dapat digunakan sebagai masukan pada peraturan beton Standar Nasional Indonesia (SNI).

1.5 BATASAN MASALAH

Data yang diharapkan dari penelitian ini, yaitu : kuat tekan beton tanpa sengkang spiral dan beton sengkang dengan jarak sengkang spiral yang telah ditentukan. Macam dan jenis penelitian ini dibatasi pada permasalahan sebagai berikut :

1. Pengujian terhadap kuat tekan beton tanpa sengkang spiral dan beton dengan sengkang spiral.
2. Benda uji yang dipakai silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm, dengan jumlah benda uji 20 buah, 5 buah tanpa sengkang spiral, 5 buah dengan sengkang spiral jarak 7.5 cm, 5 buah dengan sengkang spiral jarak 5 cm, dan 5 buah dengan sengkang spiral jarak sengkang 3 cm.Sengkang yang digunakan diameter rata-rata 3.20 mm.
3. Untuk kuat tekan rencana beton dalam mutu fc 10,375 MPa.
4. Kajian terhadap beban tekan aplikasi pada kolom.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Urutan pokok permasalahannya maupun pembahasannya yang akan diuraikan dalam skripsi ini adalah :

1. **Bagian awal skripsi**

   Bagian ini berisi : halaman judul, abstrak, persetujuan pembimbing halaman pengesahan, pernyataan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, dan daftar lampiran.

2. **Bagian isi skripsi.**

   Bagian ini terdiri dari :

   Bab I Pendahuluan

   Dalam bab ini penulis menguraikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan.

   Bab II Kajian Pustaka

   Bab ini berisi teori yang menunjang penelitian, yakni menguraikan tentang *confined concrete* (beton terselubung), modulus elastisitas beton, perhitungan struktur kolom, perhitungan struktur kolom lingkaran dan kerangka berfikir.

   Bab III Metodologi Penelitian

   Menjelaskan tentang uraian umum, variabel penelitian, tahap penelitian, prosedur penelitian, peralatan penelitian, perhitungan campuran, pembuatan benda uji, pengujian kuat tekan beton, dan analisis data.

Bab IV Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Merupakan lanjutan dari bab sebelumnya, yaitu pelaksanaan pengolahan data yang telah diperoleh dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan dengan disertakan tabel dan grafik-grafik untuk memperjelas hasil penelitian.

Bab V Penutup

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran sebagai implikasi dari hasil penelitian.

3. **Bagian akhir skripsi**

Bagian ini berisi : Daftar pustaka dan lampiran-lampiran

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 KAJIAN PUSTAKA

2.1.1 Efektifitas Pengekangan *Fine Mesh* Pada Kolom Bulat Beton Bertulang

Untuk meningkatkan daktalitas kolom dapat dapat menggunakan tulangan transversal sebagai pengekang. Dan berikut ini merupakan pengaruh pengekangan yang menggunakan Fine Mesh.

> Keruntuhan bangunan yang terjadi banyak disebabkan oleh kegagalan struktur memikul beban gempa terutama elemen struktur kolom. Faktor yang mengakibatkan kegagalan kolom antara lain perancangan kolom yang tidak memperhitungkan daktilitas atau pengekangan, detailing kolom yang kurang baik sehingga kinerja kolom tersebut menurun dari yang direncanakan, selain itu perencana masih mengabaikan konsep *Strong Columns Weak Beam.*
>
> Salah satu cara untuk meningkatkan daktilitas kolom pada struktur gedung lama adalah meretrofit kolom tersebut dengan cara meliliti kolom menggunakan tulangan transversal yang berfungsi sebagai tulangan pengekang. Namun pada penelitian ini akan dikaji apakah fungsi tulangan transversal sebagai tulangan pengekang mungkin digantikan oleh *Fine Mesh* (FM). Permasalahan yang perlu diteliti adalah kedua parameter itu dibutuhkan untuk mempertahankan kinerja kolom terhadap beban siklik gempa yang lebih besar dari beban gempa nominal. Untuk memverifikasi peningkatan efektifitas seperti yang diprediksi melalui pendekatan analisis, maka dilakukan uji eksperimental. Pengujian eksperimental tersebut memakai benda uji kolom bulat diameter 250 mm dengan empat tipe kolom yaitu kolom beton polos (CCP), kolom beton terkekang *fine mesh* (CCFM), kolom beton terkekang tulangan spiral BJTP (CCS) dan kolom beton terkekang tulangan spiral BJTP yang dibungkus *fine mesh* (CCFMS).
>
> Hasil penelitian yang diperoleh dibandingkan dengan hasil analisis teoritis berdasarkan hubungan tegangan-regangan beton terkekang yang dikembangkan oleh Mander, dkk. Yaitu pada kolom beton terkekang tulangan spiral yang dibungkus lagi oleh *fine mesh* (CCFMS) memberi efektifitas pengekangan yang setara dengan kolom

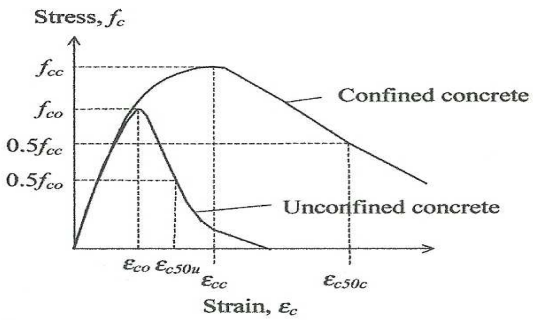
beton terkekang tulangan spiral BJTP (CCS) dengan perbedaan rasio tulangan transversal 13,23%, kuat tekan berbeda 5,94%, regangan beton terkekang berbeda 3,35% dan regangan beton ultimit berbeda 2,68%. Sebaiknya kolom beton yang belum dirancang memikul beban gempa dapat diretrofit menggunakan *fine mesh*, agar dapat meningkatkan daktilitas dari kolom tersebut. (Manaha dan Yosimson Petrus 2008 http://digilib.its.ac.id).

Dari kutipan Manaha dan Yosimson Petrus diatas dapat disimpulkan bahwa *fine mesh* cukup efektif bilamana digunakan sebagai tulangan pengekang pada kolom beton yang dapat meningkatkan daktilitas beton. Referensi dari (Manaha dan Yosimson Petrus 2008 http://digilib.its.ac.id).

2.1.2 Analisa Pada *Confined Concrete* (Beton Terkurung)

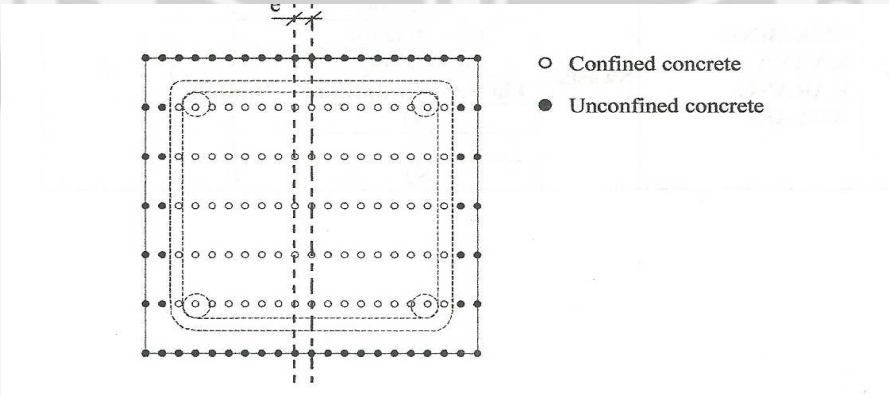
Berikut ini merupakan grafik hubungan tegangan dan regangan antara beton terkurung *(confined concrete)* dan beton tidak terkurung *(unconfined concrete)*.

This model takes into account the different stress-strain curves of the concrete cover and the confined core. Furthermore, it does not assume that the stirrup yields; it estimates the actual stress in the stirrups at peak concrete stress. These features made it attractive to use in the analysis for concrete in compression. An example of stress-strain curves for unconfined and confined concrete is shown in Figure.



Gambar 2.1. Kurva tegangan dan regangan pada beton terkurung *(confined concrete)* dan beton tidak terkurung *(unconfined concrete).*
Sumber : Christina Claeson Research Assistant, M.Sc 2010 Http://web.eng.fiu.edu/~mirmiran/Paper/dilation *caracteristics of convinate concrete*.pdf

A material model was coded as a user material subroutine and added to the general-purpose nonlinear finite element package ABAQUS /7/. The proposed material model was designed to be used for beam elements available in the ABAQUS element library. Generally, the beam elements can not include stirrups, which is a disadvantage when modeling concrete columns. However, by including the effect of confinement in the stress-strain curve and giving the confined core and the unconfined cover separate stress-strain curves, a confined concrete column can be analyzed effectively. Two different stress-strain curves for the beam cross section were obtained by identifying each integration point, combining the integration points of the concrete core into one group and the points of the cover into another group, and then assigning each group a material model, see Figure 2.2. By this approach, the model takes into account the following effects: the complete stress-strain relation of the steel, including hardening; the non-linear stress-strain relation for the concrete, including confinement effects in compression and tension stiffening effects in tension; and changes in the geometry of a section due to progressive spalling of the concrete cover under high strain. However the model does not take into account either the possible buckling of the reinforcement bars or the premature buckling of the high-strength concrete cover.



Gambar 2.2. Gaya tekan antara beton di dalam sengkang dan beton di luar sengkang.
Sumber : Christina Claeson Research Assistant, M.Sc 2010Http://web.eng.fiu.edu/~mirmiran/Paper/dilation *caracteristics of convinate concrete*.pdf

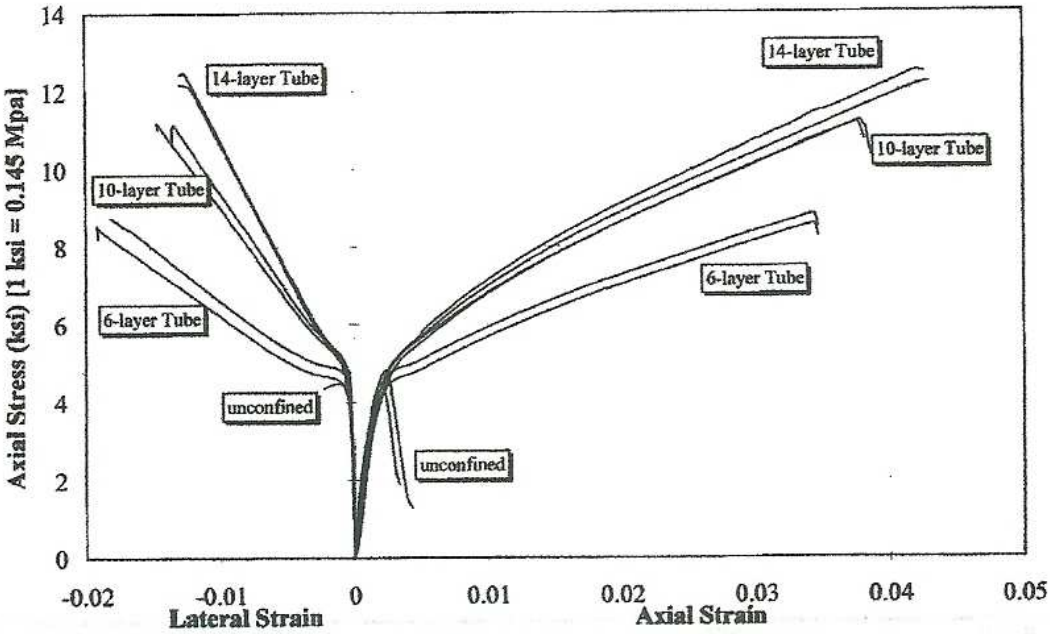
Dari kutipan Christina Claeson Research Assistant, M.Sc 2010 dan Gambar 2.1. menerangkan bahwa beton yang terkurung *(confined concrete)* mempunyai kuat tekan (fc) dan regangan (ε) yang lebih baik dibandingan beton

yang tidak terkurung *(unconfined concrete)*. Dan gambar 2.2 dapat dijelaskan bahwa kuat tekan pada beton yang berada di dalam sengkang lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan beton yang berada di luar sengkang. Berdasarkan dua kutipan pada analisa *confined concrete* (beton terkurung) dapat memberi kesimpulan bahwa *confined concrete* (beton terkurung) mempunyai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan *unconfined concrete* (beton yang tidak terkurung) sehingga sengkang mempunyai pengaruh terhadap peningkatan kuat tekan beton.

2.1.3 Karakteristik Peningkatan Dari *Confined Concrete* (Beton Terkurung)

Berikut ini merupakan penjelasan dari pengaruh pengurungan beton terhadap gaya ke samping .

> *Confinement of concrete enhances its strength and ductility by restraining lateral dilation. The accuracy of a confinement model depends on how well it captures the dilation tendency of concrete. In recent years, external confinement of concrete by fibre composites has become increasingly popular for civil infrastructure applications. This includes fibre-wrapping of existing columns or encasement of concrete in a fibre reinforced plastics (FRP) shell. A total of 54-concrete-filled FRP tubes were tested in uniaxial compression under displacement control mode. Full instrumentation of the specimens has allowed the variation of tangent Poisson's ratio for concrete to be captured. The dilation trend of confined concrete is shown to be a function of jacket stiffness. In steel-encased members, once steel yields, confining pressure becomes constant and the jacket renders itself ineffective in containing the dilation of concrete. On the other hand, for linear-elastic materials such as fibre composites, a strain reversal occurs that results in containment of dilation. A method for predicting the dilation is developed that can be easily adopted in any active confinement model. Moreover, a new confinement model for FRP-encased concrete is discussed*. (Amir Mirmiran dan Mohsen Shahawy 1997 http://www.tekna.no/ikb_vieuwer/content/738966/doc-22-1.pdf).



Gambar 2.3. Hubungan tegangan dengan regangan lateral dan aksial akibat *fibre reinforced plastics* (FRP).
Sumber : Amir Mirmiran dan Mohsen Shahawy 1997 http://www.tekna.no/ikbvieuwer/content/738966/doc-22-1.pdf.

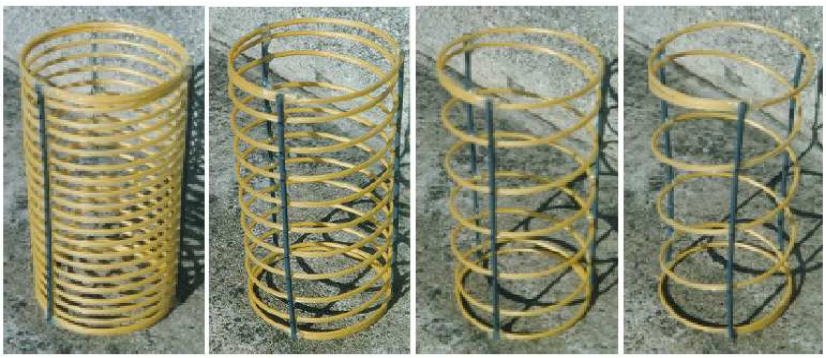
Dari kutipan Amir Mirmiran dan Mohsen Shahawy dan gambar 2.3. di atas maka dapat dijelaskan bahwa pengurungan beton dapat meningkatkan daktailitas dan kekuatan dengan menahan gaya ke samping. Peningkatan daktailitas dan kekuatan tergantung pada seberapa baik pengurungan beton menahan gaya desak ke samping. Kecenderungan pembesaran beton terkurung dapat ditahan oleh pembungkus beton (FRP). Tulangan sengkang dapat menghasilkan dan membatasi tekanan.

2.1.4 Perilaku Beton *Compressive* Yang Terkurung Serat Pilihan

The paper reports the experimental results of compressive tests on concrete cylinders wrapped by aramid fibre spirals. Both circular concrete cylinders with a single spiral and rectangular concrete specimens with two interlocking spirals are investigated. Concentric compression tests were carried out. It was found that the behaviour of

confined concrete is influenced not only by the concrete strength, but also the spiral leg spacing and the degree of interlocking. Concrete cylinders with close spacing and a high degree of interlocking usually gave higher strength and ductility. For the concrete cylinders with a single spiral, it was observed that the longitudinal cracking of the cover concrete commenced near the mid-height of most samples. Such cracks gradually propagated to both ends with increasing load. When the load reached the concrete compressive strength, severe spalling of the cover occurred. However, it was noted that complete disintegration of the cover concrete did not occur. The cover failure was more noticeable in cylinders with closely-spaced spirals which physically separate the cover from the core. At the ultimate stage, fracture of the spiral, which occurred at mid-level of specimens, was sudden and explosive. Severe internal cracking was also noticed by examining the failed samples. (H. Y. Leung and C. J. Burgoyne 2000 http://www-civ.eng.can.ac.ok/cjb/papers/cp53.pdf).

Dari kutipan H. Y. Leung and C. J. Burgoyne di atas maka dapat dijelaskan bahwa perilaku beton tidak hanya dipengaruhi oleh kuat tekan beton (mutu beton) tetapi juga dipengaruhi oleh jarak pilinan serat. Pernyataan tersebut juga menguatkan bahwa sengkang dapat mempengaruhi penambahan kuat tekan beton, semakin dekat/pendek jarak antar sengkang maka makin kecil pula kerusakan beton. Kerusakan beton yang paling besar terjadi pada beton yang jarak sengkangnya paling kecil. Kegagalan beton ditunjukan yang paling besar berada pada tengah–tengah karena mempunyai gaya tekan keluar yang paling besar.

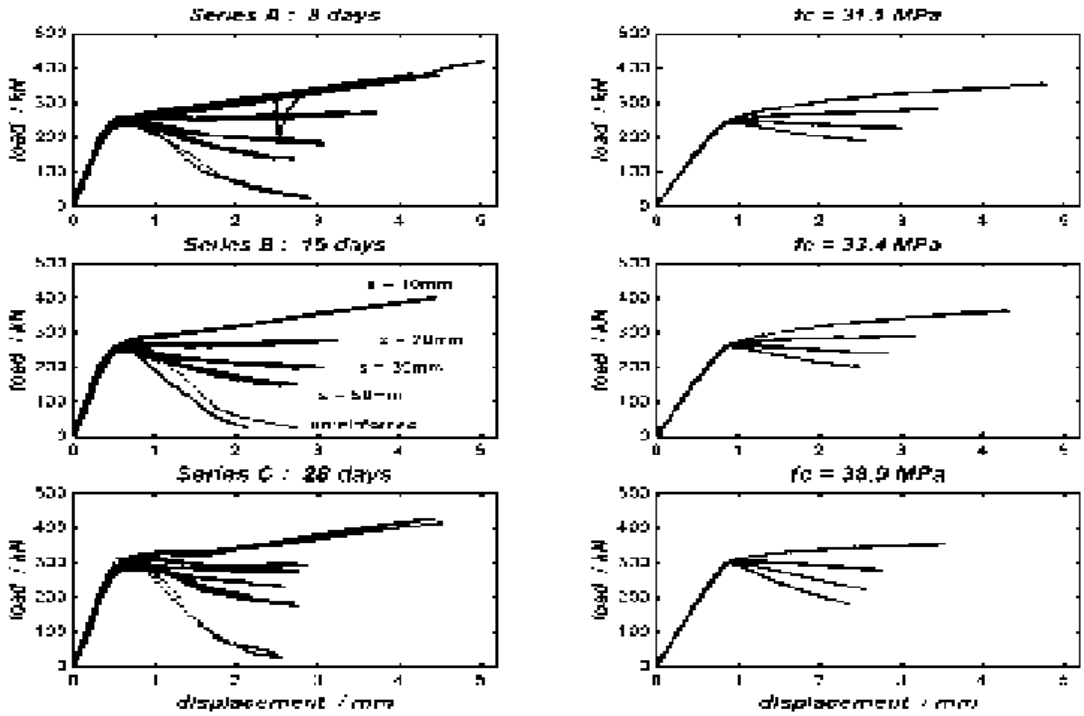


Gambar 2.4. Penulangan fiber Spiral Sebelum Dicor
Sumber : H. Y. Leung and C. J. Burgoyne
2000http://wwwciv.eng.can.ac.ok/cjb/papers/cp53.pdf.

Gambar 2.4. merupakan gambar fiber sengkang sebelum dicor yang telah dibentuk sengkang sesuai dengan jarak yang telah ditentukan. Pengaturan jarak sengkang menggunakan bantuan bahan yang tidak banyak mempengaruhi terhadap hasil penelitian tetapi dapat membuat jarak sengkang tersebut stabil. pada gambar 2.4 terlihat masing-masing jarak sengkang sudaah sesuai dengan yang disyaratkan.

Gambar 2.5. Bentuk Benda Uji Setelah Diuji
Sumber : H. Y. Leung and C. J. Burgoyne
2000http://wwwciv.eng.can.ac.ok/cjb/papers/cp53.pdf.

Gambar 2.5. merupakan foto benda uji setelah di uji dan bentuk kerusakan kerusakannya. Dari empat benda uji dengan jarak sengkang 10 mm, 20 mm, 35 mm dan 50 mm terlihat bahwa kerusakan yang paling besar berturut-turut terjadi pada benda uji jarak 50 mm, jarak 35, jarak 20, dan yang paling kecil kerusakanya pada benda uji jarak 10 mm. Kerusakan beton yang paling besar berada di bagian tengah karena bagian tersebut menerima gaya tekan yang paling besar. Dari gambar 2.5. tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa tulangan sengkang dapat menghasilkan dan membatasi tekanan, makin pendek jarak sengkang maka akan makin kecil kerusakan yang terjadi pada beton tersebut.



Gambar 2.6. Perbandingan *displacement* antara hasil percobaan (pada sisi kiri) dengan *displacement* teoritis (pada sisi kanan)
Sumber : H. Y. Leung and C. J. Burgoyne 2000http://wwwciv.eng.can.ac.ok/cjb/papers/cp53.pdf.

Concentric compression tests on short AFRP spirally-confined concrete cylinders have been described. The critical variables, including the concrete compressive strength, spiral spacing, arrangement of spirals and degree of interlocking, have been considered. A promising increase in strain is obtained experimentally and theoretically for a high degree of overlap. But a reverse situation is reported for high concrete strength and large spiral spacing. Bulging failure was found to be the governing mode for most uniaxially compressed concrete cylinders, which is usually followed by fracture of the spiral. (H. Y. Leung and C. J. Burgoyne 2000 http://www-civ.eng.can.ac.ok/cjb/papers/cp53.pdf).

Kesimpulan dari kutipan H. Y. Leung and C. J. Burgoyne dan gambar 2.6. bahwa uji takanan pada AFRP pendek beton *spirally-confined* silinder dapat diuraikan bahwa variabel yang mempengaruhi *displacement* mencakup antara lain kuat mampat beton, jarak pilinan spiral, pengaturan pilinan dan derajat tingkat

menyambungkan. Peningkatan tegangan diperoleh secara eksperimen dan secara teoritis mengalami peningkatan secara drastis. Tetapi situasi menjadi kebalikannya untuk kekuatan beton tinggi dan jarak pilinan besar.

Tabel 2.1 Data Teoritis Dan Bersifat Percobaan Untuk Silinder Beton Pilinan Tunggal Dengan Tekanan Berporos Tunggal
Sumber : H. Y. Leung and C. J. Burgoyne 2000http://wwwciv.eng.can.ac.ok/cjb/papers/cp53.pdf.

Umur Pengujian	Jarak Pilinan (mm)	Diameter tulangan (mm)	Muatan Maksimum (KN)	Jarak Patahan Teoritis (mm)
8 days [A series]	Kosong	0.622	243.9	-
	50		245.3	2.562
	35		249.4	3.007
	20		269.8	3.452
	10		389.2	4.790
15 days [B series]	Kosong	0.622	252.1	-
	50		262.3	2.497
	35		268.9	2.851
	20		271.3	3.195
	10		392.9	4.303
28 days [C series]	Kosong	0.622	287.9	-
	50		294.4	2.348
	35		301.3	2.555
	20		305.8	2.768
	10		412.8	3.543

Dari hasi uji coba H. Y. Leung and C. J. Burgoyne dapat ditarik kesimpulan bahwa beton dengan mutu sama tetapi dengan umur yang berbeda antara lain dari umur 8 hari, 15 hari, dan 28 hari memiliki muatan maksimum yang berbeda pula dengan peningkatan yang lebih besar berturut-turut dari umur 8 hari, 15 hari, dan 28 hari.

2.1.5 Pengaruh Jarak Sengkang Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Kasus Dengan Sengkang Lingkaran)

Dari kutipan penelitian sebelumnya tentang pengaruh jarak sengkang terhadap kuat tekan beton (studi kasus dengan sengkang lingkaran) yang dilakukan oleh Badri mahasiswa Universitas Negeri Semarang. Didapatkan hasil pengujian laboratorium dengan mutu beton 10 Mpa menggunakan sengkang lingkaran diameter 4.25 mm dengan data sebagai berikut :

Tabel 2.2 Hasil Uji Tekan Beton Silinder Dengan Sengkang Lingkaran Diameter 4.25 mm. Sumber :(Badri 2010)

No	Jarak Sengkang (cm)	Luas Penampang (cm2)	Berat (kg)	Daya Tekan (ton)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata - Rata (MPa)
1	3.00	176.79	13.50	62.00	35.07	32.69
2	3.00	176.79	13.50	57.00	32.24	
3	3.00	176.79	13.60	61.00	34.51	
4	3.00	176.79	13.40	51.00	28.85	
5	3.00	176.79	13.50	58.00	32.81	
6	5.00	176.79	13.40	43.00	24.32	23.98
7	5.00	176.79	13.00	41.00	23.19	
8	5.00	176.79	13.40	45.00	25.45	
9	5.00	176.79	13.10	41.00	23.19	
10	5.00	176.79	13.10	42.00	23.76	
11	7.50	176.79	13.00	37.00	20.93	20.93
12	7.50	176.79	13.10	39.00	22.06	
13	7.50	176.79	13.00	37.00	20.93	
14	7.50	176.79	12.90	36.00	20.36	
15	7.50	176.79	13.00	36.00	20.36	
16	Kosong	176.79	12.90	21.00	11.88	10.75
17	Kosong	176.79	12.80	19.00	10.75	
18	Kosong	176.79	12.90	18.00	10.18	
19	Kosong	176.79	12.90	19.00	10.75	
20	Kosong	176.79	12.90	18.00	10.18	

Dari hasil uji tekan beton silinder dengan sengkang lingkaran diatas dapat diambil kesimpulan bahwa semakin rapat jarak antar sengkang akan menghasilkan kuat tekan yang semakin tinggi. Untuk perbandingan antara penelitian saudara Badri yang menggunakan sengkang lingkaran diameter 4.25 mm dan penelitian saya yang menggunakan sengkang spiral diameter 3.20 mm dengan mutu beton yang sama yaitu 10 Mpa, didapatkan hasil bahwa kuat tekan rata-rata beton yang menggunakan sengkang diameter lebih besar akan menghasilkan kuat tekan yang lebih besar juga.

2.1.6 Modulus Elastisitas Beton

Digunakan rumus nilai modulus elastisitas beton sebagai berukut:

Ec = 0.043 x (Wc)1.5 x $\sqrt{fc'}$ (dalam MPa). (SNI 03 – 2847 - 2002) dimana :

Wc = berat volume beton (kg/m3)

fc' = kuat tekan beton (MPa)

Rumus empiris tersebut hanya berlaku untuk beton dengan berat volume berkisar antara 1500 dan 2500 kg/m3. Untuk beton kepadatan normal dengan berat volumne ± 23 KN/m3 dapat digunakan nilai

Ec = 4700 x $\sqrt{fc'}$. (SNI 03 – 2847 - 2002).

2.1.7 Perhitungan Struktur Kolom

Kuat tekan kolom rencana ϕPn dari komponen struktur tekan tidak boleh diambil lebih besar dari :

- dengan tulangan spiral

$$\phi P_{n\max} = 0{,}85\phi\left[0{,}85 f_C'\left(A_g - A_{st}\right) + f_y A_{st}\right]$$

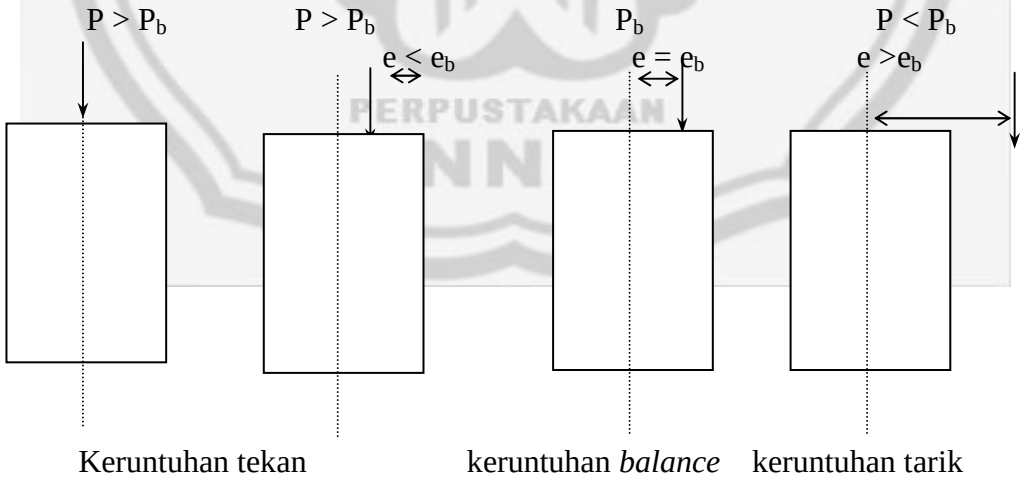
- dengan tulangan sengkang pengikat

$$\phi P_{n\max} = 0{,}80\phi\left[0{,}85 f_C^{'}\left(A_g - A_{st}\right) + f_y A_{st}\right]$$

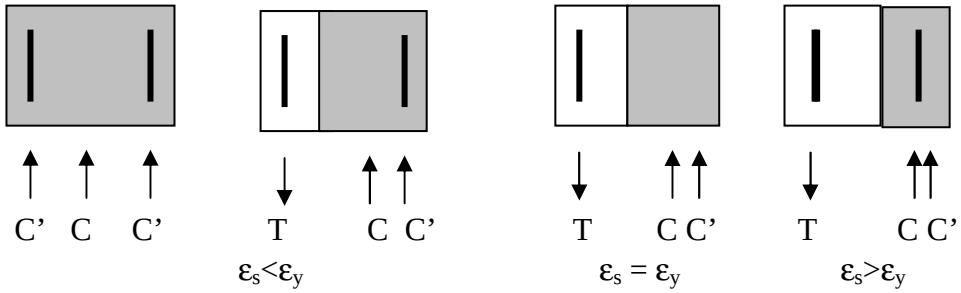
Luas tulangan longitudinal komponen struktur tekan tidak boleh kurang dari 0,01 ataupun lebih dari 0,08 kali luas bruto penampang A_g. Jumlah minimum batang tulangan longitudinal pada komponen struktur tekan adalah 4 untuk batang tulangan di dalam sengkang pengikat segi empat atau lingkaran, 3 untuk batang tulangan didalam sengkang pengikat segitiga, dan 6 untuk batang tulangan yang dilingkupi oleh spiral. Rasio tulangan spiral ρs tidak boleh kurang dari :

$$\rho_s = 0{,}45\left(\frac{A_g}{A_C} - 1\right)\frac{f_C^{'}}{f_y}$$

dengan f_y adalah kuat leleh tulangan spiral dan tidak boleh diambil lebih dari 400 Mpa.



Gambar 2.7 Pengaruh eksentrisitas pada kolom
Sumber : (Purnomo, M 2008)



Gambar 2.8. Pengaruh eksentrisitas pada penampang kolom
Sumber : (Purnomo, M 2008)

Keruntuhan pada kolom dapat terjadi dalam kondisi yang berbeda-beda tergantung pada kondisi pembebanan. Macam–macam keruntuhan kolom adalah:

a) Keruntuhan Tekan

Keruntuhan tekan terjadi apabila letak garis netral penampang c > cb, P > Pb atau e < eb pada eksentrisitas nol e = 0 kolom mampu menahan beban sebesar : P0 = 0,85 fc' (Ag – Ast) + fy. Ast

Dalam praktek tidak akan ada kolom yang dibebani tanpa eksentrisitas. Eksentrisitas beban dapat terjadi akibat timbulnya momen antara lain disebabkan oleh kekangan pada ujung-ujung kolom yang dicetak secara monolit dengan komponen lain, pelaksanaan pemasangan yang kurang sempurna. Untuk kolom yang bersengkang besarnya beban P direduksi 20% sedangkan dengan spiral 15% sehingga :

$P_{nmax} = 0{,}8\{0{,}85.f_c'(A_g - A_{st}) + f_y.A_{st}\}$ penampang dengan sengkang

$P_{nmax} = 0{,}85\{0{,}85.f_c'(A_g - A_{st}) + f_y.A_{st}\}$ penampang dengan spiral

b) Keruntuhan *Balance*

keruntuhan *balance* adalah keruntuhan kolom dimana pada saat regangan beton diserat tepi terdesak mencapai εc = 0,003 pada saat itu pula regangan baja tulangan tarik εS ≥ ey atau tulangan tarik mencapai leleh.

$P_b = 0.85.f_c'.a_b.b + A_s'.f_s' - A_s.f_y$

$$c_b = \left\{\frac{600}{600 + fy}\right\}d$$

$$\varepsilon_S' = \left\{1 - \frac{d'}{c}\right\}\varepsilon_c$$

jika $\varepsilon_s' \geq \varepsilon_y$ maka $f_s' = f_y$

$P_b\,(e_b + 0.5.h - d') = 0{,}85.f_c'.b.a_b\,(d - ½.a_b) + A_s'.f_s'(d - d')$

$M_b = P_b.e_b$

c) Keruntuhan Tarik

Keruntuhan tarik terjadi apabila c < cb, P < Pb atau e > eb bila e = ~ maka pada kolom terjadi lentur murni yaitu pada saat P = 0 sehingga kesetimbangan yang terjadi adalah C + C' = T

$0.85.f_c'.a.b + A_s'.f_s' - A_s.f_y = 0$

$$\varepsilon_S' = \left\{1 - \frac{d'}{c}\right\}\varepsilon_c$$

$M_n = 0{,}85.f_c'.a.b(d - 1/2\ .a) + A_s'.f_s'(d - d')$

jika $\varepsilon_s' \geq \varepsilon_y$ maka $f_s' = f_y$

dengan berdasarkan kesetimbangan pada masing-masing kondisi tersebut dapat digambarkan suatu diagram interaksi beban axial (P) dan Momen (M) seperti pada gambar 1.1.

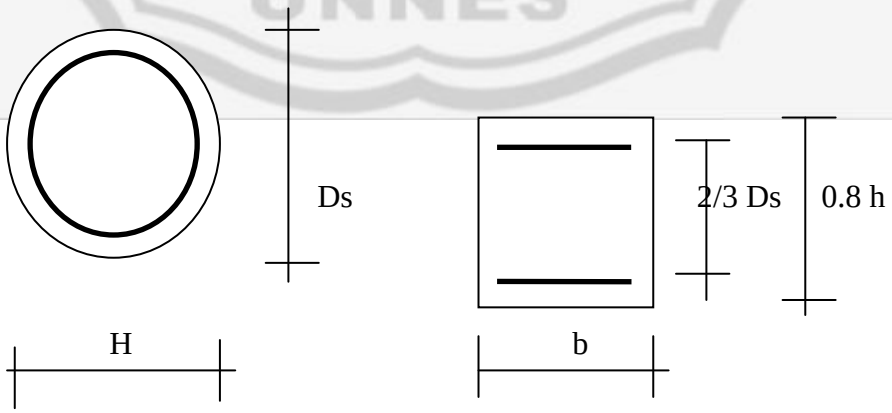
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

2.1.8 Perhitungan Struktur Kolom Lingkaran

Kolom lingkaran perhitungannya dengan uniaxial, karena dimanapun letak beban tersebut maka penampang beton selalu membentuk daerah beton tertekan yang sama yaitu berbentuk tembereng lingkaran serta garis netralnya selalu sejajar dengan sumbu lentur yang terjadi akibat beban yang bekerja. Kolom lingkaran bila keruntuhannya berupa keruntuhan tekan maka penampang lingkaran boleh diperhitungkan dengan penampang persegi ekivalen, tetapi bila keruntuhannya berupa keruntuhan tarik maka harus digunakan penampang sebenarnya. Ketentuan penampang persegi ekivalen seperti pada gambar 2.9 sebagai berikut :

1. Tinggi dalam arah lentur sebesar 0,8.h dimana h adalah diameter luar kolom.
2. Lebar kolom segi empat ekivalen adalah b = Ag/0.8.h
3. Luas tulangan tarik sama dengan luas tulangan tekan sebesar ½ luas tulangan total As = As’ = ½ Ast

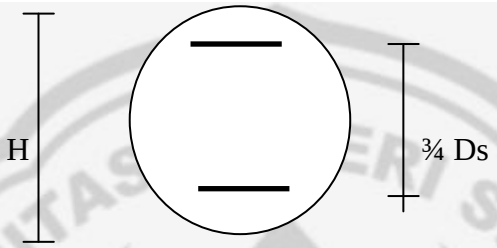
Ds = diameter tulangan terjauh as ke as



Gambar 2.9. Penampang ekivalen
Sumber : (Purnomo, M 2006)

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN UNNES

Untuk keruntuhan tarik maka digunakan kolom aktual, luas tulangan tarik sama dengan luas tulangan tekan besarnya 40 % luas tulangan total seperti pada gambar 2.10.

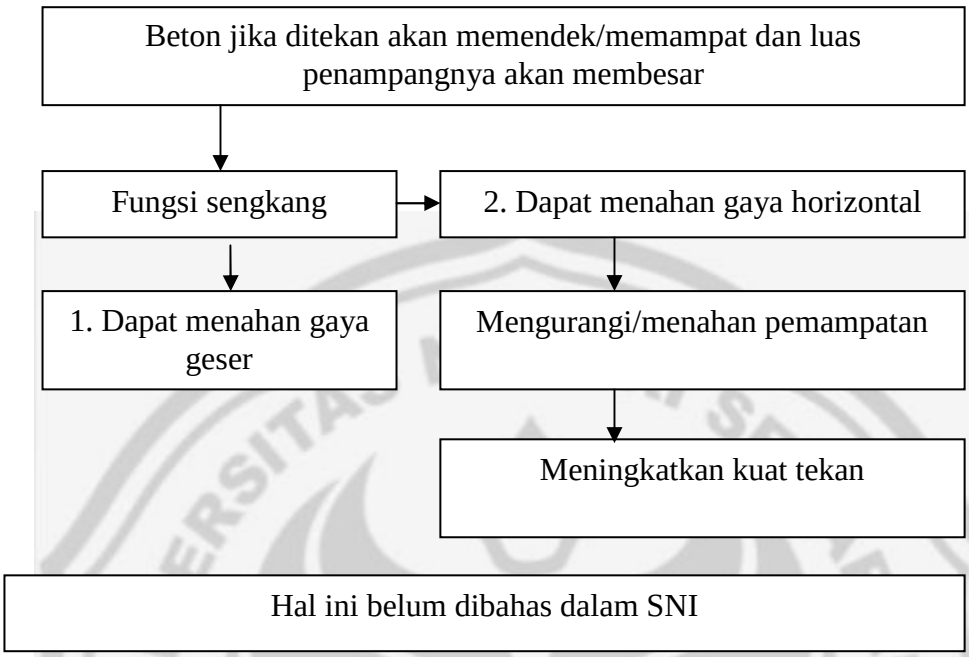


Gambar 2.10. Kolom lingkaran
Sumber : (Purnomo, M 2006)

2.2 KERANGKA BERPIKIR

Sejalan dengan meningkatnya kegiatan pembangunan dan banyaknya penggunaan beton sebagai konstruksi bangunan, perlu dilakukan upaya untuk mengetahui tentang beton itu sendiri. Salah satu hal yang perlu diketahui adalah pengaruh sengkang terhadap kuat desak beton.

Pengurungan (dalam penelitian ini pengaruh sengkang) beton meningkatkan kekuatannya dan duktilitas dengan menahan pembesaran arah ke samping. Pengaruh peningkatan kuat tekan tergantung seberapa baik pengurungan beton tersebut aplikasi dalam sengkang makin pendek jarang sengkang makin baik pengurungan yang terjadi pada beton. Agar dapat diketahui dengan pasti seberapa besar pengaruh jarak sengkang terhadap peningkatan kuat tekan beton perlu diadakan penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan pengujian kuat tekan beton pada umur baton 28 hari.



Gambar 2.11 Alur Berfikir Penelitian

PERPUSTAKAAN UNNES

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. URAIAN UMUM

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen dilakukan dengan kegiatan penelitian di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik UNNES. Untuk mendapatkan suatu hasil yang akan menjelaskan hubungan klausa antara variabel-variabel yang akan diselidiki. Dalam penelitian ini yang mempengaruhi kuat tekan adalah besarnya kenaikan beban (P) yang bekerja pada benda uji.

Faktor utama yang di teliti adalah pengaruh jarak sengkang terhadap kuat tekan beton. Faktor yang lain seperti susunan gradasi agregat, kadar lumpur, berat jenis, pembuatan benda uji, cara pemadatan, perawatan benda uji slamp, kualitas air, proses pengerasan digunakan cara-cara standar pada beton umumnya.

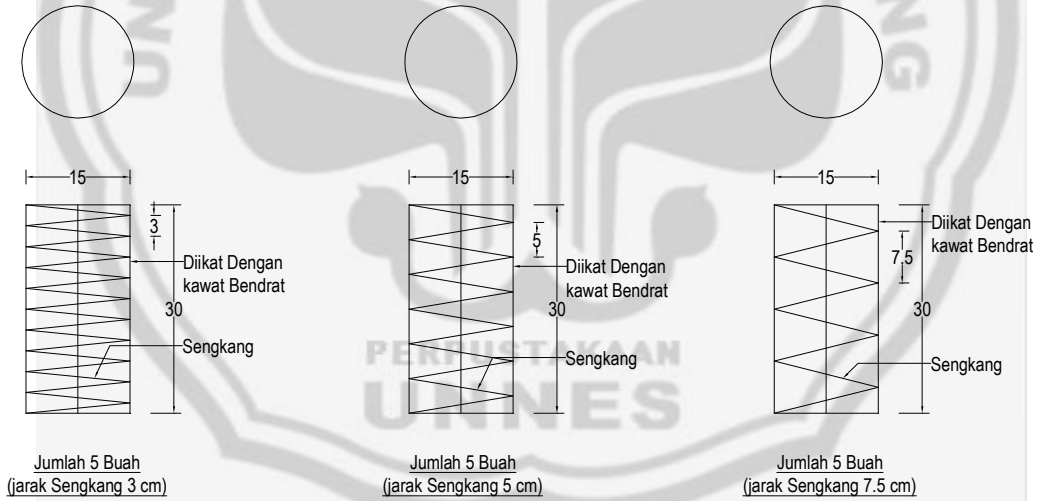
3.2. VARIABEL PENELITIAN

Variabel penelitian yang dimaksud ini adalah segala sesuatu yang akan menjadi obyek pengamatan penelitian. Variabel juga dapat diartikan sebagai factor-faktor yang berperan penting dalam peristiwa atau gejala yang akan diteliti. Variabel dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan berat semen 350 kg/m3 dengan fas 0,6. Variabel dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 di bawah ini.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

Diameter Silinder (cm)	Tinggi Silinder (cm)	Berat Semen (kg/m3)	Diameter Sengkang (mm)	Fas	Jarak sengkang (cm)	Jumlah benda uji (buah)
15	30	350	3.20	0.6	Tanpa sengkang	5
					7.5	5
					5	5
					3	5

Pada variabel penelitian ini diharapkan dapat diketahui kuat tekan beton masing-masing variabel sehingga dapat dilihat pengaruh jarak sengkang terhadap kuat tekan beton. Untuk memperjelas hal itu maka bentuk benda ujinya dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut :



Gambar 3.1. Penulangan beton

3.3. TAHAP PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini direncanakan menggunakan beberapa tahapan kerja, yang diuraikan sebagai berikut :

1. Tahap I

Mempersiapan peralatan dan bahan, yang meliputi pemeriksaan ketersediaan peralatan dan melakukan penyediaan bahan pembentuk beton, menyiapkan bahan untuk tulangan.

2. Tahap II

Melakukan pengujian terhadap bahan-bahan, baik yang digunakan untuk beton maupun tulangannya.

3. Tahap III

Melakukan perencanaan campuran *(mix design)* berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian tahap II, diteruskan pembuatan adukan beton, pengujian nilai *slump* dan dilanjutkan dengan pembuatan benda uji silinder normal dengan penentuan fc' beton yang dihasilkan dan pembuatan silinder dengan penambahan sengkang tulangan.

4. Tahap IV

Perawatan dari benda uji silinder beton tanpa sengkang dan benda uji silinder dengan sengkang tulangan dengan cara merendam dalam bak air.

5. Tahap V

Pengujian kuat tekan yang dilakukan pada umur 28 hari.

6. Tahap VI

Analisa terhadap hasil yang diperoleh dari pengujian *slump*, kuat tekan silinder normal, dan kuat tekan silinder benda uji dengan penambahan sengkang tulangan.

7. Tahap VII

Menarik kesimpulan berdasarkan analisis data.

3.4. PROSEDUR PENELITIAN

3.4.1. Bahan pengujian

a. Semen

Semen yang digunakan dalam pembuatan beton adalah semen Portland PC Tipe I, semen Padang dengan berat 40 kg/zak.

b. Agregat halus

Agregat halus yang dipakai dalam penelitian ini diambil dari Muntilan Yogyakarta. Yang dibeli pada TB. Tri Jaya, Patemon, Gunung Pati, Semarang.

c. Agregat kasar

Agregat kasar yang dipakai dalam penelitian ini adalah batu pecah mesin ukuran 40 mm dari Pudak Payung, Semarang. Yang dibeli pada TB. Tri Jaya, Patemon, Gunung Pati, Semarang.

d. Baja Tulangan

Baja tulangan yang dipakai ukuran Ø 3.20 mm.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

e. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang ada di Laboratorium Teknik Sipil UNNES Semarang.

3.4.2. Standar Pengujian Bahan

a. Pengujian terhadap agregat halus

1) Pengujian gradasi pasir

Menggunakan standar SK SNI M-08-1989-F tentang ”standar pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar ”. Pengujian dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil, Universitas Negeri Semarang.

2) Pengujian kandungan lumpur dalam pasir

Menggunakan standar SK SNI M-02-1990-F tentang ”metode pengujian kadar air agregat”.

3) Pemeriksaan berat jeis agregat halus

Menggunakan standar pengujian SK SNI M-10-1989-F tentang ”metode pengujian berat jenis agregat halus”.

b. Pengujian terhadap agregat kasar

1) Pemkeriksaan berat jenis batu pecah

2) Pemeriksaan gradasi batu pecah

3.4.3. Tempat Penelitian

Tempat penelitian yang digunakan adalah di Laboratorium Bahan Teknik sipil UNNES Semarang.

3.5. PERALATAN PENELITIAN

Dalam melakukan pengujian Laboratorium diperlukan peralatan sebagai berikut :

3.5.1. Peralatan Pengujian bahan

a. Satu set ayakan agregat halus dan agregat kasar untuk pengujian gradasi pasir dan gradasi agregat kasar.
b. Timbangan dengan kapasitas 500 gram dan ketelitian 0,1 gram untuk menimbang pasir dan batu pecah ukuran 20 mm.
c. Neraca analisis dengan kapasitas 2000 gram digunakan untuk menentukan berat batu pecah.
d. Timbunan dengan kapasitas 45 kg, untuk menimbang benda uji.
e. Mesin ayakan yang digunakan untuk mengayak agregat halus dan agregat kasar.
f. Corong konic dengan ukuran diameter atas 3,8 cm, diameter bawah 8,9 cm, tinggi 7,8 cm dan tongkat baja sebagai alat tumbuk seberat 336 gram. Alat ini digunakan untuk mengukur keadaan SSD (kering permukaan) agregat halus.
g. Loyang almunium untuk tempat agregat di dalam oven

h. Gelas kaca ukuran 1000 cc dan 500 cc untuk mengukur volume air yang digunakan.

i. *Desikator* untuk membantu mendinginkan sampel setelah diambil dari oven.

j. Oven dengan kemampuan sampai 240 C, untuk mengeringkan bahan agregat.

3.5.2. Alat-alat untuk pembuatan beton, yaitu :

a. *Mixer* untuk mencampur air, semen, pasir, dan batu pecah.

b. Kerucut Abram dari baja dengan diameter atas 16 cm, diameter bawah 20 cm. Alat ini digunakan untuk menentukan nilai slump adukan beton.

c. Timbangan untuk menentukan ukuran berat semen, pasir, agregat, dan air.

d. Cetok untuk mengisi adukan beton kedalam cetakan beton dan krucut Abram.

e. *Vibrator* untuk membantu proses pemadatan beton dalam cetakan beton.

f. Cetakan benda uji untuk sampel berbentuk silinder sudah tersedia.

3.5.3. Peralatan pengujian benda uji.

a. Alat uji tekan untuk menguji kuat tekan.

b. *Manometer* untuk mengetahui besarnya beban (P).

c. *Hiudroulic jack* kapasitas 25 ton untuk memberi beban.

d. Lampu untuk mempermudah membaca *dial gage.*

3.6. PERHITUNGAN CAMPURAN

Perhitungsan rencana campuran dilakukan untuk menentukan proporsi semen, agregat dan air. Untuk mendapatkan kekuatan beton rencana. Dalam penelitian ini digunakan metode Inggris berdasarkan SK SNI T-15-1991-03. Langkah – langkah perhitungan mix desain adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kuat tekan yang disyaratkan pada umur 28 hari.
2. *Deviasi standart* (S) ditetapkan berdasarkan tingkat mutu pengendalian pelaksanaan pencampuran betonnya.
3. Menentukan nilai tambah margin (M) berdasarkan ayat 3.3.1 butir sub butir 5.
4. Menentukan nilai kuat tekan rata–rata yang direncanakan menurut ayat 3.3.1 butir 3, yaitu f’cr = f’c + M.
5. Menentukan jenis semen Portland
6. Menentukan jenis agregar, agregat kasar (krikil) batu pecah atau alami dan agregat halus dengan jenis alami atau proses pemecahan.
7. Menentukan faktor air semen.
8. Menentukan faktor air semen maksimal.
9. Menentukan nilai slump.
10. Menentukan ukuran maksimal butir kerikil.
11. Menetukan kebutuhan air bebas, dengan tabel. Setelah kebutuhan air dihitung dengan rumus 2/3 Wh + 1/3 Wk.
12. Menentukan kebutuhan semen dengan jalan membagi kadar air bebas dengan faktor air semen (fas).

13. Menentukan kebutuhan semen minimum.
14. Menyesuaikan kebutuhan semen, apabila hasil kebutuhan semen dari langkah (12) lebih besar dari hasil perhitungan yang lebih besar yang dipakai.
15. Menyesuaikan faktor air semen (fas), apabila kadar semen dari perhitungan (12) lebih besar dari kebutuhan semen minimum maka tidak perlu menyesuaikan faktor air semen.
16. Menentukan prosentase berat gradasi agregat halus terhadap campuran.
17. Menentukan berat jenis campuran, dari langkah 17 diketahui juga *prosentase* berat gradasi agregat halus. Dari langkah 17 akan diketahui juga prosentase berat gradasi agregat kasar. Untuk menentukan berat jenis campuran dengan rumus : P/(100XBJ). Agregat halus + K(100XBJ) Agregat kasar.
18. Menentukan berat jenis beton.
19. Menentukan kebutuhan agregat halus, dengan jalan mengurangi berat jenis beton dengan berat seman dan berat air.
20. Menentukan kebutuhan agregat halus, dengan jalan mengalikan *prosentase* berat gradasi agregat halus terhadap campuran dengan kebutuhan agregat gabungan.
21. Menentukan kebutuhan agregat kasar, dengan jalan mengurangi berat agregat gabungan berat agregat halus.

3.7. PEMBUATAN BENDA UJI

Benda uji yang dibuat yaitu benda uji silinder beton berdiameter 150 mm dengan tinggi 300 mm untuk pengujian kuat tekan beton. Benda uji beton silinder diameter 15 cm tinggi 30 cm dengan perbandingan jaran sengkang spiral, beton sinder tanpa sengkang spiral (sebagai kelompok kontrol), beton silinder dengan jarak sengkang spiral 7.5 cm diameter sengkang 3.20 mm (kelompok eksperimen 1), beton silinder dengan jarak sengkang spiral 5 cm diameter sengkang 3.20 mm (kelompok eksperimen 2), beton silinder dengan jarak sengkang spiral 3 cm diameter sengkang 3.20 mm (kelompok eksperimen 3).

Langkah langkah pembuatan benda uji diuraikan sebagai berikut :

1. Membuat dan merangkai sengkang sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.
2. Menyiapkan cetakan silinder dan memasang rangkaian besi tulangan spiral kedalam cetakan silinder, dengan rincian sebagai berikut :
   a. Silinder dengan diameter 15 cm tinggi 30 cm tanpa sengkang spiral sebanyak 5 buah.
   b. Silinder dengan diameter 15 cm tinggi 30 cm jarak sengkang spiral 7.5 cm sebanyak 5 buah.
   c. Silinder dengan diameter 15 cm tinggi 30 cm jarak sengkang spiral 5 cm sebanyak 5 buah.
   d. Silinder dengan diameter 15 cm tinggi 30 cm jarak sengkang spiral 3 cm sebanyak 5 buah.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

3. Sesuai dengan pebandingan pada *mix design*, maka untuk setia*p mix* (campuran) dilakukan pencampuran adukan ke dala*m concrete mixer*.
4. Nilai *slumpnya* dites dan dicatat. Hasilnya dicantumkan pada tabel.
5. Pengecoran benda uji.
6. Benda – benda uji tersebut disimpan mengikuti standar perawatan beton *(curing).*
7. Setelah beton sudah cukup umur maka dilakukan penelitian dengan uji tekan.

3.8. PENGUJIAN KEKUATAN BETON

a. Masing – masing silinder beton diukur diameter, tinggi dan beratnya.
b. Benda uji diletekkan pada mesin tekan secara sentris.
c. Mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban secara konstan sesuai standart mesin.
d. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur.

Untuk mendapat besarnya tegangan hancur dari benda uji beton dilakukan dengan perhitungan :

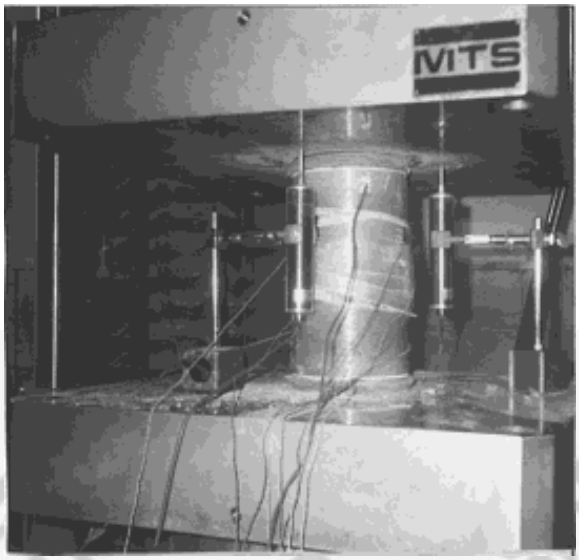
f’c = P/A

Dengan :

f’c = Kuat tekan beton yang didapat dari benda uji (MPa)

P = Beban tekan maksimum (Ton)

A = Luas permukaan benda uji tertekan (cm2)



Gambar 3.2. Setting pengujian beton

3.9. ANALISA DATA

1. Berat jenis pasir

$$Bpj = \frac{B2}{B3 + B0 - B1}$$ .....(Pers 3.1)

Dimana :

B_0 = Berat pasir pada kondisi jenuh kering muka : 500 gr.

B_1 = Berat piknometer berisi pasir dan air.

B_2 = Berat pasir setelah kering tungku.

B_3 = Berat piknometer berisi air.

2. Berat jenis kerikil (batu pecah)

$$Bpj = \frac{B1}{B3 + B3}$$ .....(Pers 3.2)

Dimana :

B_1 = Berat kerikil kering.

B_2 = Berat kerikil pada keadaan jenuh

PERPUSTAKAAN UNNES

B_3 = Berat kerikil dalam air.

3. Kandungan lumpur pada pasir

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{B1 - B2}{B1} \text{ X } 100\ \% \quad \text{.....(Pers 3.3)}$$

Dimana :

B_1 = Berat pasir kering oven.

B_2 = Berat pasir kering oven setelah dicuci.

4. Kandungan lumpur pada krikil (batu pecah)

$$\text{Kandungan lumpur} = \frac{B1 - B2}{B1} \text{ X } 100\ \% \quad \text{.....(Pers 3.4)}$$

Dimana :

B_1 = Berat krikil kering oven.

B_2 = Berat krikil kering oven setelah dicuci.

5. Kuat tekan beton

$$f'c = \frac{P}{f} \quad \text{.....(Pers 3.5)}$$

Dimana :

F'c = kuat tekan beton (MPa)

P = beban maksimum (N)

F = luas permukaan benda uji (mm^2)

6. Buat grafik hubungan antara kuat tekan dengan jarang sengkang.

7. Membuat rumus persamaan dari hasil penelitian.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL PEMERIKSAAN BAHAN

4.1.1 Semen

Pemeriksaan semen dilakukan dengan cara visual yaitu semen dalam keadaan tertutup rapat dan setelah dibuka tidak ada gumpalan serta butirannya halus. Hasil pemeriksaan menunjukan bahwa semen yang digunakan dalam kondisi kemasan yang baik dan pada saat dibuka tidak ada gumpalan serta butirannya halus.

4.1.2 Air

Pemeriksaan terhadap air juga dilakukan secara visual yaitu air harus bersih, tidak mengandung lumpur, minyak dan garam sesuai dengan persyaratan air untuk minum. Hasil pemeriksaan menunjukan bahwa air dari Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang dalam kondisi sesuai persyaratan tersebut sehingga dapat digunakan karena telah memenuhi syarat SK SNI-S-04-1989-F).

4.1.3 Pasir

4.1.3.1. Berat Jenis

Untuk pemeriksaan berat jenis pasir dilakukan dengan 2 sampel, kemudian dirata-rata. Pada kondisi kering didapat berat jenis rata-rata pasir muntilan sebesar 2,620 (Lampiran 1.1)

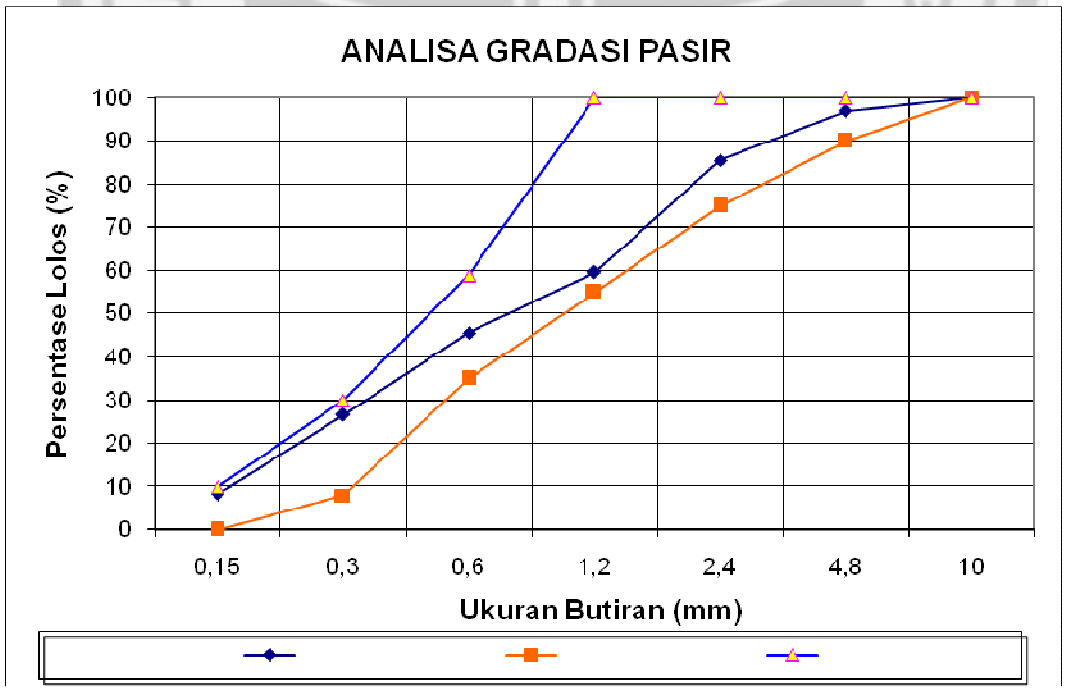
Berat jenis pasir muntilan dipakai termasuk dalam agregat normal (berat jenisnya antara 2,5 – 2,7), sehingga dapat dipakai untuk beton normal dengan kuat tekan 15-40 MPa (Tjokrodimulyo, 1996).

4.1.3.2. Kadar Lumpur

Hasil pemeriksaan kadar lumpur didapatkan sebesar 2,440 (lampiran 1.2), menurut SK-SNI-S-04-1989-F kadar lumpur maksimum pasir adalah 5%. Dari hasil pemeriksaan pasir muntilan dapat langsung digunakan sebagai bahan beton. Untuk kadar lumpur diatas 5 %, pasir perlu dicuci terlebih dahulu.

4.1.3.3. Gradasi Pasir

Hasil pemeriksaan gradasi pasir Muntilan dapat dilihat dalam lampiran 1.3 dan 1.4. menurut SK-SNI-T-15-1990-03, Pasir Muntilan termasuk *Zone II* (pasir agak kasar) dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1. Gradasi Pasir Muntilan dan Batasan Gradasi Pasir *Zone II* menurut SK-SNI-T-15-1990-03

Menurut SK-SNI-T-15-1990-03, Pasir Muntilan telah memenuhi syarat sebagai bahan penyusun beton normal dengan MHB sebesar 3.77, adapun syarat MHB agregat halus adalah 1,50 – 3,80.

4.1.4 Kerikil Pudak Payung

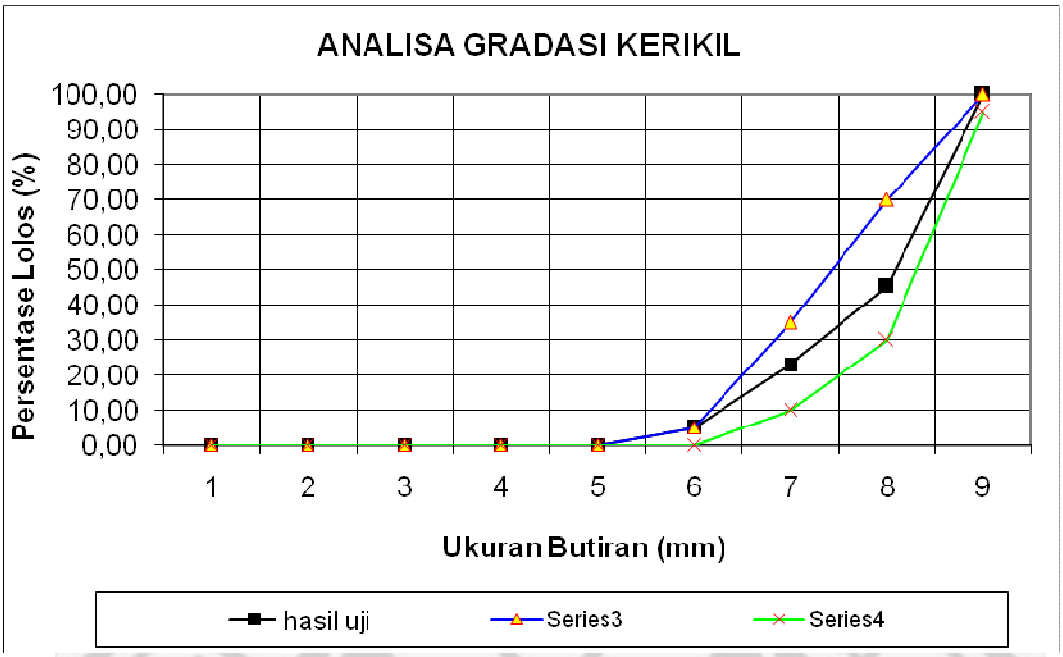
4.1.4.1. Berat Jenis

Pemeriksanaan yang dilakukan dengan 2 sampel benda uji, kemudian dirata-rata (lampiran 1.5). Pada kondisi kering didapat berat jenis Kerikil Pudak Payung adalah 2,610 ton/m3. Kerikil Pudak Payung termasuk dalam agregat normal (berat jenisnya antara 2,5-2,7), sehingga dapat dipakai untuk beton normal dengan kuat tekan 15-40 Mpa (Tjokrodimulyo 1996: 15)

4.1.4.2. Gradasi Kerikil

Hasil pemeriksaan gradasi batu pecah Pudak Payung dengan butir maksimum 40 mm dapat dilihat dalam lampiran 1.6 dan 1.7. Hasil analisis gradasi Kerikil Pudak Payung dan batasan gradasi kerikil menurut SK-SNI-T-15-1990-03 yang sesuai dengan gambar 4.2.

PERPUSTAKAAN UNNES

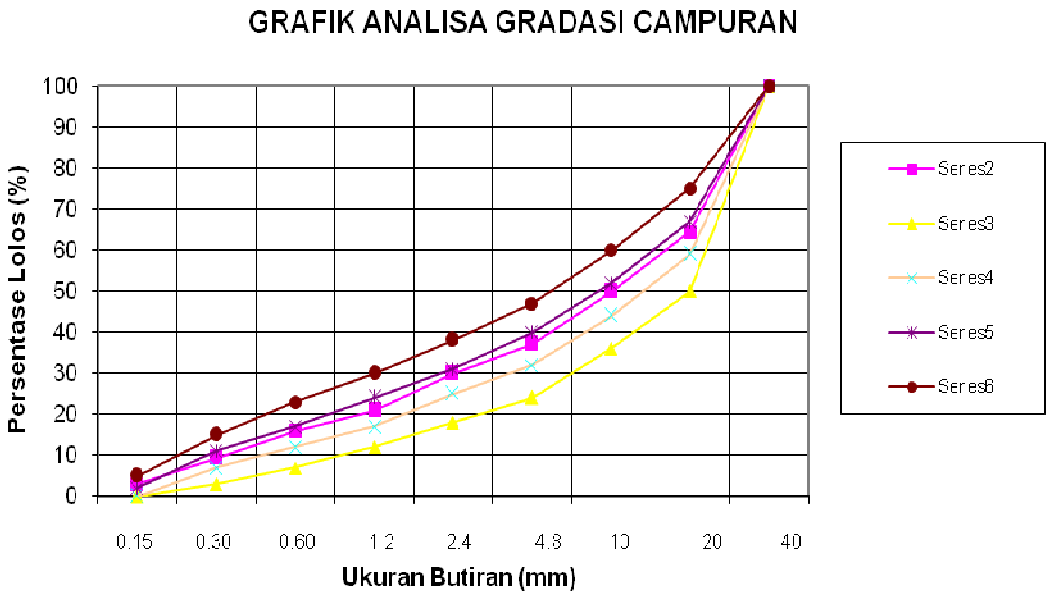


Gambar 4.2. Gradasi Krikil Pudak Payung dan Syarat Batas Agregat Kasar 40 mm menurut SK-SNI-T-15-1990-03

Dari Gambar 4.2. gradasi kerikil Pudak Payung dengan MHB 7.27 telah memenuhi syarat, batas MHB agregat kasar adalah 5.0 – 8.0

4.1.5 Gradasi Campuran (Pasir Muntilan dan Kerikil Pudak Payung)

Dalam pemeriksaan gradasi agregat di atas yaitu Pasir Muntilan dan Kerikil Pudak Payung. Untuk mendapatkan campuran yang baik maka harus masuk dalam kurva gradasi campuran sesuai SK-SNI-T-15-1990-03 dengan butir maksimum 40 mm. Dengan cara coba-coba, maka diperoleh perbandingan campuran Pasir Muntilan 35% dan kerikil Pudak Payung 65%. Hasil pencampuran gradasi antara pasir muntilan dan kerikil Pudak Payung dapat dilihar pada gambar 4.3.



Gambar 4.3. Gradasi Campuran Pasir Muntilan dan Krikil Pudak Payung serta Batasan Gradasi Campuran menurut SK-SNI-T-15-1990-03

dengan Butir Maksimum 40 mm.

4.2 PERENCANAAN ADUKAN BETON

Mutu beton yang digunakan mutu fc 10 MPa, hasil hitungan terlampir pada lampiran 5. Bahan susun campuran beton yang dipakai meliputi agregat halus berupa Pasir Muntilan, agregat kasar berupa batu pecah mesin dari Pudak Payung dengan butir maksimum 40 mm, semen tipe 1 dengan merek Semen Padang ukuran 40 kg, air dari Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang dan Sengkang spiral dengan jarak 7.5 cm, 5 cm, dan 3 cm.

PERPUSTAKAAN UNNES

4.3 KELECAKAN ADUKAN BETON

Dari hasil pengadukan campuran dan kebutuhan bahan susun beton diperoleh hasil seperti dalam Lampiran 14, dengan fas 0.6 mendapatkan nilai *slump* 14 cm.

Dari hasil pemeriksaan nilai *slump* yang dilakukan dengan berat semen 350 kg/m3 dan air 240 Liter/m3, hasilnya sesuai dengan Perkiraan kebutuhan Air tiap meter kubik (Tjokrodimuljo 1996), yang menyebutkan gradasi kasar batu pecah dengan butir maksimum 20 mm dengan jumlah air 255 Liter/m3 akan menghasilkan nilai slump 0-15 cm.

4.4 KUAT TEKAN BETON

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan setelah umur beton mencapai umur 28 hari atau lebih. Data hasil pengujian kuat tekan beton tanpa sengkang dan beton dengan sengkang dengan jarak sengkang spiral 7.5 cm, 5 cm, dan 3 cm disajikan dalam Lampiran 2. Untuk melihat pengaruh jarak sengkang terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

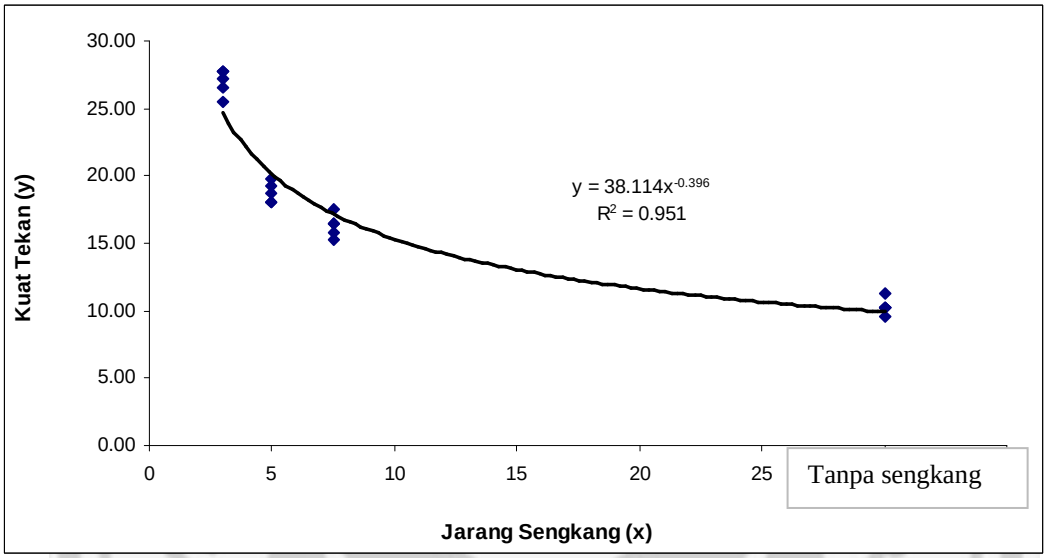
PERPUSTAKAAN UNNES

Tabel 4.1 Hasil uji tekan

No	Jarak Sengkang (cm)	Luas Penampang (cm2)	Berat (kg)	Daya Tekan (kg)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rata - Rata (MPa)
1	3.00	176.79	12.70	49000	27.72	26.92
2	3.00	176.79	13.00	49000	27.72	
3	3.00	176.79	12.60	45000	25.45	
4	3.00	176.79	12.80	47000	26.58	
5	3.00	176.79	12.60	48000	27.15	
6	5.00	176.79	12.90	35000	19.79	18.79
7	5.00	176.79	12.80	33000	18.66	
8	5.00	176.79	12.70	32000	18.10	
9	5.00	176.79	12.80	32000	18.10	
10	5.00	176.79	12.60	34000	19.32	
11	7.50	176.79	12.70	27000	15.27	16.28
12	7.50	176.79	12.80	31000	17.53	
13	7.50	176.79	12.50	29000	16.40	
14	7.50	176.79	12.60	29000	16.40	
15	7.50	176.79	13.00	28000	15.84	
16	Tanpa Sengkang	176.79	12.60	17000	9.62	10.40
17	Tanpa Sengkang	176.79	12.60	18000	10.18	
18	Tanpa Sengkang	176.79	12.50	18000	10.18	
19	Tanpa Sengkang	176.79	12.60	20000	10.82	
20	Tanpa Sengkang	176.79	12.70	18000	10.18	

Dari tabel di atas menjelaskan bahwa dengan adanya sengkang dapat meningkatkan kuat tekan beton dan makin pendek jarak sengkang spiral akan makin tinggi kuat tekan beton tersebut. Mutu beton rata-rata 10.40 MPa dapat meningkat menjadi 16.28 MPa dengan penambahan sengkang spiral jarak sengkang 7.5cm, meningkat menjadi 18.79 MPa dengan penambahan sengkang

spiral jarak sengkang 5cm, dan meningkat menjadi 26.92 MPa pada penambahan sengkang spiral berjarak 3cm.



Gambar 4.4. Hubungan Kuat Tekan Beton Dengan Jarak Sengkang

Dari Gambar 4.4. hubungan antara jarak sengkang dan kuat tekan beton berbentuk garis lengkung dan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$y = 38.114x^{-0.396}$

Dimana :

y= Kuat tekan beton (MPa)

x= Jarak sengkang (cm)

Jika dihitung persentase peningkatan kuat tekan beton dengan jarak sengkang terhadap beton tanpa sengkang terlihat pada tabel 4.2 :

Tabel 4.2. Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Dan Jarak Sengkang

Jarak sengkang (cm)	**Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm^2)**	**Peningkatan Kuat Tekan (%)**
30 (kosong)	10.40	0
7.5	16.28	56.54
5	18.79	80.67
3	26.92	158.85

Selain dari hasil Tabel 4.2. di atas pengaruh sengkang terhadap kuat tekan beton juga dapat dilihat dari proses kerusakan benda uji. proses awal kerusakan benda uji terjadi pada selimut beton kemudian setelah beban ditingkatkan kerusakan terjadi pada bagian dalam sengkang, hal ini menandakan bahwa bagian yang tidak terselimuti sengkang mempunyai kuat tekan yang lebih kecil dibandingkan dengan beton yang terselimuti sengkang. Kerusakan yang paling besar terjadi pada bagian tengah benda uji karena mempunyai gaya tekan yang paling besar.

Jarak 3 cm | *Jarak 5 cm* | *Jarak 7.5 cm*

Gambar 4.5. Benda uji dengan sengkang setelah diuji tekan

Gambar 4.5 merupakan foto benda uji setelah diuji dan bentuk kerusakan-kerusakannya. Mulai dari sisi paling kiri benda uji dengan sengkang spiral jarak 3 cm, bagian tengah benda uji dengan sengkang spiral jarak 5 cm, dan yang paling kanan benda uji dengan sengkang spiral jarak 7.5 cm. Dari gambar terlihat bahwa makin pendek jarak sengkang makin kecil kerusakan yang terjadi. Bentuk kerusakan pada jarak sengkang yang pendek merata mulia dari bagian atas sampai bawah dan beton didalam sengkang kerusakanya kecil.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sengkang selain dapat menahan gaya geser juga dapat meningkatkan kuat tekan beton di dalamnya karena beton didalamnya tertahan oleh sengkang. Hubungan antara jarak sengkang dan kuat tekan beton berbentuk garis lengkung dan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$y = 38.114x^{-0.396}$$

Dimana :

y= Kuat tekan beton (MPa)

x= Jarak sengkang (cm)

Kenaikan kuat tekan beton jarak sengkang spiral 7.5 cm sebesar 56.54%, jarak sengkang spiral 5 cm sebesar 80.67%, dan jarak sengkang spiral 3 cm sebesar 158.85%. Dengan adanya sengkang dapat menambah angka keamanan pada konstruksi beton bertulang.

5.2 SARAN

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan pada penelitian ini baik pada pelaksanaan penelitian maupun pada hasil yang diperoleh, maka diberikan saran-saran sebagai berikut :

1) Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh sengkang terhadap kuat tekan beton dengan sengkang lingkaran menggunakan mutu beton dan tulangan yang berbeda.
2) Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh jarak sengkang spiral terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan diameter sengkang sama tetapi dengan mutu beton yang berbeda dan menggunakan diameter sengkang berbeda dengan mutu beton yang sama.
3) Perlu diadakan penelitian penyempurnaan dengan tambahan pengujian terhadap regangan pada tulangan.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES

DAFTAR PUSTAKA

Berbentuk artikel di dalam buku

Amir Mirmiran dan Mohsen Shahawy. (1997). *Dilation characteristik of confined concrete.* Online.] Available at Http://web.eng.fiu.edu/~mirmiran/Paper/dilation caracteristics of convinate concrete.pdf):

Anonim, 2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta

Berbentuk artikel di dalam buku

Claeson, C. (2010). *Finite Element Analysis Of Confined Concrete Columns*. Online.] Available at http://www.tekna.no/ikb vieuwer/content/738966/doc-22-1.pdf).

Istimawan, 1994, *Struktur Beton Bertulang*, Gramedia, Jakarta

Berbentuk artikel di dalam buku

Leung H. Y. and Burgoyne C. J. (2000). *Compressive behaviour of concrete Confined by aramid fibre spirals.* Online.] Available at http://www-civ.eng.can.ac.ok/cjb/papers/cp53.pdf).

Manaha and Petrus, Y (2008). *Confinement Efefectiveness With Fine Mesh On Circular Reinforced Concrete Column*. Online.] Available at http://digilib.its.ac.id)

Purnomo, M. 2008. *Diktat Mata Kuliah Struktur Beton 2*. Semarang : Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.

Sudarmoko, 1996, *Perancangan dan Analisis Kolom Beton Bertulang*, T. Sipil UGM, Yogyakarta

Sudjana. 2002. *Metode Statistika*. Bandung : Tarsito.

Sugiyono. 2006. *Metode Penelitian Administrasi*. Bandung: Alfabeta.

Sugiono. 2007. *Metode Statika*. Bandung: Alfabeta.

Suroso. Hery, *Buku Ajar Teknologi Beton*, Universitas Negeri semarang, Semarang 2006.

W.C Vis dan Gideon H.K., 1993, *Dasar – dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta

Wibowo, M.E., dkk. 2007. *Panduan Penulisan Karya Ilmiah*. Semarang: UPT UNNES.

Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung 1983*, Bandung: DPMB Departemen Pekerjaan Umum RI, 1983.

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
PERPUSTAKAAN
UNNES