



**PERBANDINGAN KUAT LEKAT TULANGAN
LIMBAH BETON BERTULANG TERHADAP
TULANGAN BARU DENGAN PENJANGKARAN
25 CM**

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan

Oleh

WAHYU SETYO UTOMO

NIM 5101411021

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2017

PERSETUJUAN PEMBIMBING

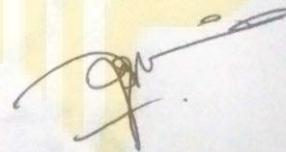
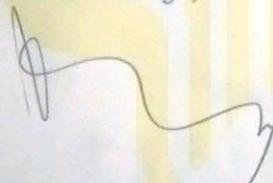
Nama : Wahyu Setyo Utomo
NIM : 5101411021
Program Studi : S-1 Pendidikan Teknik Bangunan
Judul Skripsi : PERBANDINGAN KUAT LEKAT TULANGAN LIMBAH
BETON BERTULANG TERHADAP TULANGAN BARU
DENGAN PENJANGKARAN 25 CM.

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Bangunan FT. UNNES

Semarang, 13 Oktober 2017

Pembimbing 1,

Pembimbing 2,



Drs. Henry Apriyatno, M.T.

Aris Widodo, SPd., M.T.

NIP. 195403251983031001

NIP. 197102071999031001

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul *Perbandingan Kuat Lekat Tulangan Limbah Beton Bertulang Terhadap Tulangan Baru Dengan Penjangkaran 25 cm* telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada tanggal bulan tahun

Ketua Panitia,

Dra. Sri Handayani, M.Pd
NIP. 196711081991032001

Sekretaris,

Eko Nugroho Julianto, S.Pd, M.T
NIP. 197207021999031002

Penguji I,

Drs. Lashari, M.T
NIP. 195504101985031001

Penguji II/Pembimbing I,

Drs. Henry Apriyanto, M.T
NIP. 195904091987021001

Penguji III/Pembimbing II,

Aris Widodo, S.Pd, M.T
NIP. 197102071999031001

UNNES
Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG



Dr. Nur Qudus, M.T.

NIP. 196911301994031001

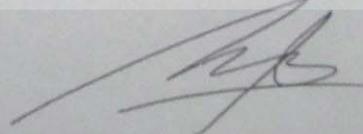
PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa :

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Semarang, 13 Oktober 2017

Yang membuat pernyataan,



Wahyu Setyo Utomo

NIM. 5101411021

MOTTO

- Maka sesungguhnya disamping kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai dari semua pekerjaan atau tugas, kerjakanlah yang lain dengan sungguh-sungguh. Dan kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap (QS. Al-Insyirah : 6-8).
- Jangan andalkan orang lain terlalu banyak dalam hidup, karena, bahkan bayanganmu sendiri meninggalkanmu saat gelap (Ibnu Taimiyah).

PERSEMBAHAN

- Kepada kedua orang tuayang tiada henti memberikan do'a, kekuatan, dorongan serta motivasi untukku.
- Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, UNNES sebagai naunganku dalam belajar.
- Untuk seluruh teman-teman seperjuangan PTB angkatan 2011 yang telah memberikan bantuan dan dukungan.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRAK

Setyo Utomo, Wahyu. 2017. PERBANDINGAN KUAT LEKAT TULANGAN LIMBAH BETON BERTULANG TERHADAP TULANGAN BARU DENGAN PENJANGKARAN 25 CM. Dosen Pembimbing: Drs. Henry Apriyatno, M.T., dan Aris Widodo, SPd., M.T..Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan.

Beton merupakan salah satu material struktur yang banyak digunakan untuk membangun sebuah bangunan. Sebagai bahan bangunan beton mempunyai kelebihan terhadap gaya tekan, mudah pengerjaan dan perawatannya, mudah dibentuk, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap api dan korosi serta memiliki kuat desak yang tinggi, namun beton juga memiliki kekurangan, yaitu lemah terhadap gaya tarik. Kekurangan beton tersebut dapat ditutupi dengan menambahkan tulangan. Tulangan sendiri mempunyai sifat lemah terhadap gaya tekan, namun mempunyai kelebihan kuat terhadap gaya tarik. Perpaduan antara material tulangan dan beton ini akan memberikan nilai –nilai ekonomis dan efisiensi yang diperoleh dari hasil kerja sama antara tulangan dan beton, salah satu persyaratan dalam beton bertulang adalah adanya lekatan antara tulangan dan beton sehingga apabila beton diberikan beban tidak akan terjadi selip antara baja tulangan dan beton. Dalam prakteknya, tulangan yang ditambahkan pada beton ada yang menggunakan baja bekas atau limbah baja, sehingga mungkin dapat menurunkan daya lekat dari baja dan beton tersebut. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk membandingkan kekuatan lekat antara baja baru dan baja bekas pada beton bertulang untuk mengetahui sejauh mana perbedaan tegangan lekat antara kedua jenis tulangan tersebut.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimental laboratorium, yaitu suatu pengujian yang dilakukan di laboratorium untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Benda uji yang dibuat adalah benda uji beton berbentuk silinder sebanyak 14 benda uji, dibagi menjadi 3 benda uji untuk uji kuat tekan, 3 benda uji untuk kuat tarik belah, dan masing-masing 4 benda uji untuk uji kuat lekat dengan panjang penjangkaran 25 cm.

Dari hasil perhitungan, perbandingan kuat lekat baja tulangan baru dan baja tulangan bekas (limbah) menghasilkan selisih kekuatan antara keduanya. Kuat lekat maksimum baja tulangan bekas yaitu sebesar 2150 kg dan kuat lekat baja tulangan baru yaitu 1900 kg. Selisih kekuatan lekat dari keduanya yaitu sebesar 250 kg, sedangkan tegangan lekat maksimum tulangan baru yaitu sebesar $36,02 \text{ kg/cm}^2$ dan tegangan lekat maksimum tulangan bekas yaitu sebesar $37,21 \text{ kg/cm}^2$. Jadi selisih antara tegangan lekat baja tulangan baru dengan baja tulangan bekas adalah 3,19%. Kuat lekat dengan menggunakan baja tulangan bekas memang lebih baik untuk nilai lekat maksimumnya, akan tetapi setelah mencapai titik maksimum, maka akan terjadi penurunan kuat lekat yang meninjau ketahanan dari baja tulangan baru maupun baja tulangan bekas. Untuk baja tulangan baru memiliki ketahanan yang lebih baik daripada baja tulangan bekas. Oleh karena itu diperlukan penelitian serupa dengan variasi berbeda agar mendapatkan hasil yang diinginkan. Misalnya dengan kuat tekan beton yang berbeda-beda atau dengan diameter tulangan yang berbeda.

Kata kunci: kuat lekat beton; tulangan baru dan bekas.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT dan mengharapkan ridho yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul Perbandingan kuat lekat tulangan limbah beton terhadap tulangan baru. Shalawat dan salam disampaikan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat-Nya di yaumul akhir nanti, Amin.

Penelitian ini diangkat sebagai upaya untuk mengetahui seberapa perbandingan antara baja baru dengan yang bekas.

Penyelesaian skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dra. Sri Handayani, M.Pd., Ketua Jurusan dan Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
4. Drs. Henry Apriyatno, M.T., sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan serta pengarahan selama pembuatan skripsi.
5. Aris Widodo, SPd., M.T., sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta pengarahan selama pembuatan skripsi.

6. Drs. Lashari, M.T., sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan masukan, saran, ralat, menambah bobot dan kualitas karya tulis ini.
7. Mahasiswa-mahasiswa Teknik Sipil, S1 angkatan 2011.
8. Staf Dosen Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah membekali penulis dengan berbagai ilmu selama mengikuti perkuliahan dan saat penulisan skripsi ini.
9. Rekan-rekan dari kost “Sarjiyem”, Putra Adhy, Bahrul Ulum, Imam, Rizal, Arisky, Angga, dan Fariz yang telah memberikan dukungan, do’a serta partisipasinya selama penulis menyelesaikan skripsi sehingga penulisan skripsi ini berjalan dengan baik dan lancar.
10. Ayah, Ibu dan adikku tercinta atas semua kasih sayang, kesabaran, do’a, jasa-jasanya, yang selalu memberi motivasi terhadap penulis demi kelancaran penulisan skripsi ini.
11. Semua pihak yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini..

Semoga Tuhan YME memberikan balasan berlipat ganda kepada semuanya. Demi perbaikan selanjutnya, saran dan kritik yang membangun akan penulis terima dengan senang hati. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua khususnya bagi penulis.

Semarang, 13 Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman	
SAMPUL/COVER.....	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penyusunan Skripsi.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1 Tinjauan Pustaka	7

2.1.1	Pengertian Beton	7
2.1.2	Material Pembentuk Beton.....	8
	2.1.2.1 Semen.....	8
	2.1.2.2 Agregat	10
	2.1.2.2.1 Agregat Halus.....	11
	2.1.2.2.2 Agregat Kasar (Kerikil).....	12
	2.1.2.3 Air.....	14
2.2	Baja Tulangan	15
2.2.1	Pengertian Baja Tulangan	15
2.2.2	Baja.....	15
2.2.3	Jenis Baja Tulangan	16
2.3	Mix Design.....	17
2.3.1	Tahapan Perancangan <i>Mix Design</i> Beton.....	17
2.4	Benda Uji (Beton)	22
2.4.1	Benda Uji.....	22
2.4.2	Pembuatan Benda Uji	23
2.4.3	Perawatan Benda Uji.....	24
2.4.4	Pengangkutan Benda Uji.....	26
2.5	<i>Curing</i> (Perawatan Beton).....	26
2.6	Pengujian Beton	28
2.6.1	Kuat Tekan Beton.....	28

2.6.2	Kuat Tarik Belah Beton.....	30
2.6.3	Kuat Lekat Beton	31
2.7	Kerangka Berfikir.....	35
BAB III.	METODE PENELITIAN	38
3.1	Benda Uji.....	38
3.2	Tahap Penelitian.....	39
3.2.1	Tahap Persiapan	39
3.2.1.1	Persiapan Bahan	39
3.2.1.2	Persiapan Alat	39
3.2.2	Tahap Pengujian Bahan.....	42
3.2.2.1	Agregat Halus (Pasir).....	43
3.2.2.2	Agregat Kasar (Kerikil).....	46
3.2.2.3	Material Baja Tulangan.....	50
3.2.3	Pembuatan Benda Uji.....	52
3.2.4	Pengujian Benda Uji.....	54
3.2.4.1	Pengujian Kuat Lekat.....	54
3.2.4.2	Pengujian Kuat Tekan	55
3.2.4.3	Pengujian Kuat Tarik Belah	55
3.2.5	Diagram Alur Penelitian.....	56
BAB IV.	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	57

4.1	Hasil Penelitian	57
4.1.1	Data Pengujian Bahan	57
4.1.1.1	Hasil Pengujian Agregat Halus	57
4.1.1.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	59
4.1.1.3	Mix Design	60
4.1.2	Hasil Pengujian Sampel	61
4.1.2.1	Hasil Pengujian Kuat Tekan Sampel	61
4.1.2.2	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	64
4.1.2.3	Hasil Pengujian Kuat Lekat Baja Tulangan	67
4.2	Pembahasan	83
BAB V.	SIMPULAN DAN SARAN	85
5.1	Kesimpulan	85
5.2	Saran	85
DAFTAR PUSTAKA	87



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Panjang Penyaluran	34
2.2. Diagram Kerangka Berfikir	37
3.1. Oven	40
3.2. Cetakan Beton Silinder	41
3.3. Timbangan Digital	42
3.4. Beton dengan Tulangan Baru.....	54
3.5. Beton dengan Tulangan Bekas.....	54
3.6. Panjang penjangkaran tulangan terhadap beton sepanjang 25 cm	54
3.7. Diagram Alur Penelitian	56
4.1. Grafik Analisa Gradasi Agregat Halus	58
4.2. Grafik Analisa Gradasi Agregat Kasar	60
4.3. Grafik perbandingan hasil pengujian kuat tekan dengan hasil perhitungan kuat tekan rencana	64
4.4. Mesin untuk Pengujian Kuat Lekat.....	67
4.5. Grafik Tegangan Regangan Rata-Rata Tulangan Baru.....	73
4.6. Grafik Beban Uji Lekat Tulangan Baru	74
4.7. Grafik Tegangan Regangan Rata-Rata Tulangan Bekas.....	80
4.8. Grafik Beban Uji Lekat Tulangan Bekas	81
4.9. Grafik Beban Uji Lekat Tulangan Bekas dan Baru	82

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1.	Komposisi Limit Semen Portland	9
2.2	Batasan Prosentase Gradasi Agregat Halus (Pasir).....	12
2.3.	Dimensi Efektif Tulangan Polos	16
2.4.	Nilai Slump yang Direkomendasikan untuk Berbagai Type Konstruksi ...	17
2.5.	Perkiraan Jumlah Air Pengaduk Dan Kadar Udara.....	19
2.6.	Hubungan Antara Rasio Air Semen (fas) Dan Kekuatan Tekan Beton	20
2.7.	Volume Agregat Kasar untuk Setiap Unit Beton	20
2.8.	Perkiraan (Estimasi) Awal Berat Beton Segar/m ³	21
2.9.	Jumlah Lapisan Pada Pembuatan Benda Uji Silinder	23
2.10.	Jumlah Penusukan Untuk Benda Uji Silinder	24
2.11.	Konversi Kuat Tekan Beton.....	29
4.1.	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Setiap Variasi sampel per 1 m ³	60
4.2.	Proporsi Campuran Adukan Beton untuk Keperluan Penelitian.....	61
4.3.	Konversi Beton.....	62
4.3.2.	Hasil Pengujian Kuat Tekan 21 Hari Sampel Beton	63
4.4.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	65
4.5.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beon Rata-Rata	66
4.6.	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah konversi 28 Hari.....	66
4.7.	Hasil Pengujian Kuat Lekat Tulangan Baru.....	67
4.8.	Perhitungan Tegangan Lekat dan Regangan Baja Tulangan Baru.....	69
4.9.	Perhitungan Rata-Rata Tegangan Lekat dan Regangan Tulangan Baru (praktek)	71
4.10.	Perhitungan Rata-Rata Tegangan Lekat dan Regangan Tulangan Baru (teori).....	72
4.11.	Hasil Pengujian Kuat Lekat Tulangan Bekas.....	75
4.12.	Perhitungan Tegangan Lekat dan Regangan Baja Bekas.....	76

4.13. Perhitungan Rata-Rata Tegangan Lekat dan Regangan Tulangan Bekas (praktek)	78
4.14. Perhitungan Rata-Rata Tegangan Lekat dan Regangan Tulangan Bekas (Teori).....	79



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Halus	89
2. Hasil Pengujian Gradasi Agregat Kasar	90
3. Campuran Adukan Beton (<i>Mix Design</i>)	91
4. Dokumentasi	92
5. Usul topik	97
6. Surat Penetapan Dosen Pembimbing Skripsi	98
7. Surat Tugas Pembimbing Skripsi	99
8. Surat dan Berita acara Seminar Proposal Skripsi	100



BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Beton merupakan salah satu material struktur yang banyak digunakan untuk membangun sebuah bangunan. Banyaknya penggunaan beton dalam suatu konstruksi menuntut upaya pencapaian mutu yang baik. Usaha yang serius terhadap upaya pengembangan teknologi perlu didukung dengan penelitian guna menyempurnakan kekurangan-kekurangan yang dimiliki oleh suatu bahan bangunan.

Sebagai bahan bangunan beton mempunyai kelebihan terhadap gaya tekan, mudah pengerjaan dan perawatannya, mudah dibentuk, tahan terhadap perubahan cuaca, lebih tahan terhadap api dan korosi serta memiliki kuat desak yang tinggi, namun beton juga memiliki kekurangan, yaitu lemah terhadap gaya tarik. Kekurangan beton tersebut dapat ditutupi dengan menambahkan tulangan. Tulangan sendiri mempunyai sifat lemah terhadap gaya tekan, namun mempunyai kelebihan kuat terhadap gaya tarik menahan gaya tarik,

Perpaduan antara material tulangan dan beton ini akan memberikan nilai – nilai ekonomis dan efisiensi yang diperoleh dari hasil kerja sama antara tulangan dan beton, salah satu persyaratan dalam beton bertulang adalah adanya lekatan antara tulangan dan beton sehingga apabila beton diberikan beban tidak akan terjadi selip antara baja tulangan dan beton.

Hilangnya lekatan antara beton dan baja tulangan pada struktur mengakibatkan keruntuhan total pada balok. Untuk menghindari hal tersebut perlu ditinjau nilai kuat lekat beton dan baja tulangan agar diperoleh keseimbangan antara beton dan baja tulangan yaitu gaya yang dapat ditahan beton dan gaya yang dapat ditahan oleh tulangan.

Dalam prakteknya, tulangan yang ditambahkan pada beton ada yang menggunakan baja bekas atau limbah baja, sehingga, mungkin dapat menurunkan daya lekat dari baja dan beton tersebut. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk membandingkan kekuatan lekat antara baja baru dan baja bekas pada beton bertulang untuk mengetahui sejauh mana perbedaan tegangan lekat antara kedua jenis tulangan tersebut.

Berdasarkan penjabaran diatas, maka dilakukan penelitian tentang pengujian kuat lekat baja tulangan pada beton bertulang. Sehingga diharapkan dapat bermanfaat dikemudian hari. Adapun judul yang peneliti angkat dalam penelitian ini adalah **“PERBANDINGAN KUAT LEKAT BAJA TULANGAN LIMBAH BETON BERTULANG TERHADAP TULANGAN BARU DENGAN PANJANG PENJANGKARAN 25 CM”**.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya, maka rumusan masalah yang dapat diambil yaitu, adakah perbedaan kekuatan lekat antara baja tulangan bekas dan baja tulangan baru?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan penelitian diatas, maka dapat dirumuskan tujuan penelitian yaitu, untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan kekuatan lekat antara baja baru dengan baja tulangan bekas dengan diameter tulangan yang sama.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah yang diterapkan untuk menghindari perkembangan permasalahan yang terlalu luas. Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi:

1. Kuat lekat tulangan baja baru.
2. Kuat lekat tulangan baja bekas.
3. Tidak meneliti usia baja tulangan dan asal bangunan bongkaran.
4. Tidak meneliti korosi baja tulangan secara kimiawi.

Tahap pengujianbeton:

1. *Mix desain* dibuat sendiri fc 20
2. Pengecoran beton yaitu 6 beton tanpa tulangan untuk uji geser dan tekan, dan 8 beton ditanami besi sepanjang 25 cm untuk uji lekat.
3. Perawatan beton selama 21 hari karena dalam waktu tersebut kekuatan beton sudah mencapai lebih dari 90%.
4. Pengujian tekan yaitu untuk mengetahui kekuatan tekan dari beton yang di uji.

5. Pengujian tarik belah yaitu untuk mengetahui kekuatan tarik dari beton yang di uji.
6. Pengujian kuat lekat beton yaitu untuk mengetahui kekuatan lekat dari beton yang di uji.

1.5. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan diantaranya adalah:

1. Dapat diketahui perbedaan penggunaan limbah baja tulangan dengan baja tulangan baru terhadap kuat lekat baja tulangan pada beton.
2. Dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk kegiatan penelitian yang sejenis.
3. Untuk menambah dan menyebarluaskan informasi tentang uji tarik pada baja tulangan akibat adanya lekatan beton dan baja tulangan.

1.6. Sistematika Penulisan

Secara garis besar penulisan skripsi dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian awal, isi, dan bagian akhir.

a. Bagian awal

Bagian awal skripsi meliputi: judul, abstrak, lembar pengesahan, motto, dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar dan daftar lampiran.

b. Bagian isi

Isi skripsi disajikan dalam lima bab dengan beberapa sub bab pada tiap babnya.

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi gambaran mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB II : LANDASAN TEORI

Mengemukakan tentang kajian pustaka dan landasan teori mengenai pengertian beton, material pembentuk beton, baja tulangan, mix desain, benda uji, curing, kuat tekan beton, kuat tarik beton dan kuat lekat beton yang mendukung dalam pelaksanaan penelitian.

BAB III : METODE PENELITIAN

Berisi tentang metode penelitian, lokasi penelitian, alat, bahan, benda uji dan tahap penelitian yang digunakan dalam penelitian.

BAB IV : HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Mencakup analisis data penelitian, pembahasan dan juga hasil dari penelitian.

BAB V : PENUTUP

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian dan saran-saran yang relevan dengan penelitian yang telah dilaksanakan.

c. Bagian akhir

Bagian akhir skripsi berisikan daftar pustaka dan lampiran-lampiran.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1 Pengertian Beton

Jenis bahan yang sering digunakan dalam kebanyakan struktur adalah kayu, baja, dan beton dengan tulang penguatan (termasuk prategang). Bahan. Bahan yang ringan seperti aluminium dan plastic juga sering digunakan. Beton, merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus air, dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Nawy (1998:8) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya

Beton bertulang adalah gabungan dari dua jenis bahan yaitu beton polos yang memiliki kekuatan tekan tinggi akan tetapi kekuatan tarik yang rendah. Sehingga dengan batangan - batangan baja yang ditanamkan dalam beton dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan.

Agregat merupakan bagian yang terbanyak dalam pembentukan beton sedangkan semen dan air akan membentuk pasta yang akan mengikat agregat. Tugas perekat yaitu menghubungkan pasir atau kerikil dan mengisi lubang-lubang diantaranya. Tambahan air baru memungkinkan pengikat dan pengerasan dari perekat.

Semen Portland tergolong sebagai bahan pengikat hidrolis, yaitu bila semen dicampur dengan air, maka terjadi proses pengerasan.

Proses pengerasan itu sendiri memakan waktu yang cukup lama dengan kata lain mempunyai umur pengerasan dari beton itu sendiri.

Sifat-sifat beton di pengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

- a. Kualitas semen, untuk konstruksi beton bertulang pada umumnya dapat
- b. Digunakan jenis-jenis semen yang memenuhi syarat-syarat yang sudah ditetapkan.
- c. Perbandingan campuran semen Portland, bahan tambahan (aditif) dan air.
- d. Cara mencampur komponen.
- e. Agregat kasar (kerikil atau batu pecah).
- f. Ketelitian pekerjaan perawatan.
- g. Umur beton, dan
- h. Suhu udara waktu mencampur dan waktu proses pengerasan beton.

2.1.2 Material PembentukBeton

2.1.2.1 Semen

Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimiadengan air, sehingga membentuk material yang padat. Secara umum, komposisi kimia semen Portland adalah seperti yang diperlihatkan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Komposisi limit semen Portland

Oksida	Komposisi (% berat)
CaO (kapur)	60 – 67
SiO ₂ (Silika)	17 – 25
Al ₂ O ₃ (Alumina)	3 – 8
Fe ₂ O ₃ (Besi)	0,5 – 6
MgO (Magnesia)	0,1 – 5,5
Alkalis	0,2 – 1,3
SO ₃ (Sulfur)	1 – 3

Sumber : A.M. Nneville, Concrete Technology, 1987

Semen Portland dibagi menjadi lima jenis sebagai berikut :

1. Jenis I : Semen untuk umum tidak memenuhi persyaratan khusus
2. Jenis II : Semen untuk beton tahan sulfat dan memiliki panas hidrasi sedang
3. Jenis III : Semen untuk beton dengan kekuatan awal tinggi (cepat mengeras)
4. Jenis IV : Semen untuk beton yang memerlukan panas hidrasi rendah
5. Jenis V: Semen untuk beton yang sangat tahan terhadap sulfat
6. PPC :Portland Pozzolan Cement (PPC), semen Portland pozzolan adalah campuran dari semen tipe I biasa dengan pozzolan.

2.1.2.2 Agregat

Penjelasan didalam SNI-15-1991-03, agregat didefinisikan sebagai material granular, misalnya pasir, kerikil dan batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan satu media pengikat untuk membentuk beton semen hidrolis atau adukan. Dalam struktur beton biasanya agregat biasa menempati kurang lebih 70 % – 75 % dari volume beton yang telah mengeras.

Pada umumnya, semakin padat agregat-agregat tersebut tersusun, semakin kuat pula beton yang dihasilkannya, daya tahannya terhadap cuaca dan nilai ekonomis dari beton tersebut. Atas dasar inilah gradasi dari ukuran-ukuran partikel dalam agregat mempunyai peranan yang sangat penting untuk menghasilkan susunan beton yang padat.

Faktor penting yang lainnya ialah bahwa permukaannya haruslah bebas dari kotoran seperti tanah liat, lumpur dan zat organik yang akan memperoleh ikatannya dengan adukan semen dan juga tidak boleh terjadi reaksi kimia yang tidak diinginkan diantara material tersebut dengan semen.

Agregat yang digunakan untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Ketentuan dan persyaratan dari SII 0052-80 “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton”. Bila tidak tercakup dalam SII 0052-80 maka agregat harus memenuhi ASTM C33 “*Specification for Structural Concrete Agregates*”.

b. Ketentuan dari ASTM C330 “*Specification for Light Weight Agregates for Structural Concrete*”, untuk agregat dan struktur beton.

Berdasarkan ukurannya, agregat dapat dibedakan menjadi :

- i. Agregat halus, diameter 0 – 5 mm disebut pasir, yang dibedakan
Pasir halus : \emptyset 0 – 1 mm
- ii. Pasir kasar : \emptyset 1 – 5 mm
- iii. Agregat kasar, diameter \geq 5 mm, biasanya berukuran antara 5 – 40 mm yang disebut kerikil.

2.1.2.2.1 Agregat Halus

Pasir merupakan agregat halus yang ukurannya antara 0.15 mm dan 5 mm. golongan pasir dibagi menjadi 4 yaitu :

1. Pasir kasar
2. Pasir agak kasar
3. Pasir agak halus
4. Pasir halus

Untuk menentukan golongan pasir dilakukan dengan analisa gradasi agregat. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran butir dari agregat. Sebagai pernyataan gradasi dipakai nilai persentase dari berat butiran yang tertinggal atau lewat didalam suatu susunan ayakan.

Berikut ini Tabel 2.2 adalah batasan prosentase batasan tiap-tiap golongan :

Tabel 2.2. Batasan prosentase gradasi agregat halus (pasir)

Lubang	Persen berat butir yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4.8	90-100	90-100	90-100	95-100
2.4	60-95	75-100	85-100	95-100
1.2	30-70	55-90	75-100	90-100
0.6	15-34	35-59	60-79	80-100

Keterangan:

Daerah I : pasir kasar

Daerah II : pasir agak kasar

Daerah III : pasir agak halus

Daerah IV : pasir halus

2.1.2.2.2 Agregat Kasar (Kerikil)

Kerikil adalah agregat kasar yang berukuran antara 5 mm sampai 40 mm. Untuk agregat kasar tidak boleh mengandung butiran-butiran yang pipih dan panjang lebih dari 20% dari berat keseluruhan. Hal ini disebabkan kepipihan dan kepanjangan butir agregat berpengaruh jelek terhadap daya tahan atau keawetan

beton, agregat tersebut cenderung berkedudukan pada bidang rata air atau horizontal sehingga terhadap rongga udara dibawahnya.

Agregat pipih adalah agregat yang ukuran terkecil agregatnya kurang dari $\frac{3}{5}$ ukuran rata-ratanya. Ukuran rata-rata agregat adalah rata-rata ukuran ayakan yang meloloskan dan yang menahan butiran agregat. Contoh : agregat yang lolos pada saringan 20 mm dan tertahan di saringan 10 mm mempunyai ukuran rata-rata 15 mm. agregat akan dikatakan pipih jika ukuran terkecil butirannya lebih kecil dari $\frac{3}{5} \times 15 = 9$ mm.

Agregat panjang adalah bila ukuran terbesar (yang paling panjang) lebih dari $\frac{9}{5}$ dari ukuran rata-rata. Untuk agregat di atas maka ukuran terbesar butirannya lebih dari 27 mm.

Ukuran agregat maksimum yang membatasi adalah :

1. Ukuran maksimum butir tidak boleh lebih besar dari $\frac{3}{4}$ kali jarak bersih antar baja tulangan atau antara baja tulangan dan cetakan.
2. Ukuran agregat maksimum butir tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{3}$ kali tebal plat.
3. Ukuran butir maksimum agregat tidak boleh lebih besar dari $\frac{1}{5}$ kali jarak terkecil antara bidang samping cetakan.

2.1.2.3 Air

Air yang dimaksud disini adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas beton.

Menurut PBI 1971, persyaratan dari air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan adalah sebagai berikut :

- 1). Air untuk pembuatan dan perawatan beton tidak boleh mengandung minyak, asam alkali, garam-garam, bahan-bahan organik atau bahan lain yang dapat merusak daripada beton.
- 2). Apabila dipandang perlu maka contoh air dapat dibawa ke Laboratorium Penyelidikan Bahan untuk mendapatkan pengujian sebagaimana yang dipersyaratkan.
- 3). Jumlah air yang digunakan adukan beton dapat ditentukan dengan ukuran berat dan harus dilakukan setepat-tepatnya.

Air yang digunakan untuk proses pembuatan beton yang paling baik adalah air bersih yang memenuhi persyaratan air minum. Air yang digunakan dalam proses pembuatan beton jika terlalu sedikit maka akan menyebabkan beton akan sulit untuk dikerjakan, tetapi jika kadar air yang digunakan terlalu banyak maka kekuatan beton akan berkurang dan terjadi penyusutan setelah beton mengeras.

Untuk memperoleh kepadatan beton dengan rasio air semen yang rendah sebaiknya menggunakan alat penggetar adukan (*vibrator*). Menjaga

kelembaban dan panas agar dapat konstan sewaktu proses hidrasi berlangsung, misalnya dengan menutupi permukaan dengan karung basah.

2.2 Baja Tulangan

2.2.1 Pengertian Baja Tulangan

Baja tulangan merupakan baja yang digunakan untuk konstruksi beton atau yang lebih dikenal adalah beton bertulang. Tulangan menyediakan gaya tarik yang tidak dimiliki beton. Secara umum baja tulangan memiliki dua bentuk, yaitu besi polos dan besi ulir. Besi polos adalah besi yang memiliki penampang bundar dengan permukaan licin, sedangkan besi ulir adalah besi dengan permukaan sirip melintang.

2.2.2 Baja

Baja merupakan logam paduan, logam besi sebagai unsur dasar dengan beberapa elemen lainnya, termasuk karbon. Kandungan karbon yang berada dalam baja antara 0,2 % hingga 2,1 % yang beratnya sesuai dengan gradennya.

Elemen yang terkandung dalam baja antara lain karbon, mangan, fosfor, silikon, dan sulfur. Karbon berfungsi sebagai penguat dengan mencegah dislokasi.

2.2.3 Jenis Baja Tulangan

a. Tulangan Polos (Plain)

Baja tulangan ini tersedia dalam beberapa macam diameter, tapi karena ketentuan SNI hanya memperkenalkan pemakaiannya untuk sengkang dan

tulang spiral, pemakaiannya terbatas. Saat ini tulangan polos yang mudah dijumpai adalah hingga diameter 16mm, dengan panjang standar 12 meter.

Tabel 2.3. Dimensi Efektif Tulangan Polos

Diameter (mm)	Berat (kg/m)	Kliling (cm)	Luas Penampang (cm ²)
6	0,222	1,88	0,283
8	0,395	2,51	0,503
10	0,617	3,14	0,785
12	0,888	3,77	1,13
16	1,58	5,02	2,01

Untuk melindungi tulangan terhadap bahaya kebakaran dan korosi disebelah tulangan harus diberi tebal minimum beton.

Tebal selimut beton bervariasi tergantung pada tipe konstruksi dan kondisi lingkungan. tebal selimut beton tidak langsung berhubungan dengan cuaca luar atau tanah. Jika beton tersebut berhubungan langsung dengan tanah, tebal selimut beton minimum adalah 40-50 mm, tergantung dari diameter tulangnyaaa, tetapi jika dicor langsung ditanah tanpa adanya lapisan dasar atau lantai kerja, tebal selimut beton minimum 70 mm.

2.3 Mix Design

Mix design adalah Proses memilih bahan-bahan pembetonan yang tepat dan memutuskan jumlah/kuantitas ketergantungan dari bahan-bahan tersebut dengan mempertimbangkan syarat mutu beton, kekuatan (*strength*), ketahanan (*durability*) dan kemudahan pengerjaan (*workability*) serta nilai ekonomisnya (Anonim, 1991)

2.3.1. Tahapan Perancangan *Mix Design* Beton

Tahapan perancangan mix design beton berdasarkan metode ACI 211.1-1991 adalah sebagai berikut :

1. Langkah ke-satu

Pilih atau tentukan slump beton yang direncanakan. Dapat menggunakan tabel 2.4.

Tabel 2.4. Nilai Slump yang direkomendasikan untuk Berbagai Type Konstruksi

Jenis Pekerjaan	Slump (mm)	
	Maks.	Min.
a. Dinding, plat pondasi dan pondasi telapak bertulang	125	50
b. Pondasi telapak tidak bertulang, kaosin, dan konstruksi di bawah tanah	90	25
c. Pelat, balok, kolom dan dinding	150	75
d. Pengerasan jalan	75	50
e. Beton massa (tebal)	75	25

2. Langkah ke-dua

Pilih ukuran nominal maksimum agregat yang akan digunakan.
(9,5 mm; 12,5 mm; 19 mm; 25 mm; 37,5 mm; 50 mm; 75 mm;
dan 150 mm).

3. Langkah ke-tiga

Perkiraan (estimasi) jumlah air pengaduk dan kadar udara beton.
Gunakan tabel 2.5.

Tabel 2.5. Perkiraan Jumlah Air Pengaduk dan Kadar Udara yang
Disyaratkan Untuk berbagai Nilai Slump dan Ukuran Nominal
Butir Maksimum Agregat

Slump (mm)	Jumlah Air, kg/m ³ Beton untuk Ukuran Besar Butir Maksimum Agregat yang Diketahui			
	9,5	12,5	19	25
Beton Tanpa Kadar Udara				
25 sampai 50	207	199	190	179
75 sampai 100	228	216	205	193
150 sampai 175	243	228	216	202
Perkiraan Kadar Udara Terjebak (%)	3	2,5	2	1,5

Slump (mm)	Jumlah Air, kg/m ³ Beton untuk Ukuran Besar Butir Maksimum Agregat yang Diketahui			
	37,5	50	75	150
Beton Tanpa Kadar Udara				
25 sampai 50	166	154	130	113
75 sampai 100	81	169	145	124
150 sampai 175	190	178	160	-
Perkiraan Kadar Udara Terjebak (%)	1	0,5	0,3	0,2

4. Langkah ke-empat

Pilih perbandingan antara berat air pengaduk dengan berat semen Portland yang akan digunakan (W/C). Gunakan tabel 2.6., untuk mendapatkan nilai fas.

Tabel 2.6. Hubungan Antara Rasio Air Semen (fas) dan Kekuatan Tekan Beton

Kuat Tekan Beton 28 Hari (Mpa)	Rasio Air- Semen Dalam Berat Beton Tanpa AEA
	40
35	0,47

30	0,54
25	0,61
20	0,69
15	0,79

AEA (Air entrained Agent)

5. Langkah ke-lima

Hitung kadar semen yang dibutuhkan. Dengan cara membagi kadar air (hasil pada langkah keempat) dengan rasio air-semen / fas (hasil pada langkah keempat).

6. Langkah ke-enam

Perkiraan (estimasi) volume agregat kasar. Dengan dasar ukuran nominal maksimum agregat kasar dan nilai angka kehalusan agregat halus. Gunakan tabel 2.7, sehingga didapat volume kering agregat kasar untuk setiap unit beton.

Tabel 2.7. Volume Agregat Kasar untuk Setiap Unit Beton

Ukuran Maksimum Agregat Nominal(mm)	Volume Agregat Kasar yang Dicocok-padat Tiap Unit volume Beton Untuk Berbagai Nilai Angka Kehalusan Agregat Halus			
	0,50	0,48	0,45	0,44
9,5	0,50	0,48	0,45	0,44
12,4	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60

25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

7. Langkah ke-tujuh

Pertkirakan (estimasi) kadar agregat halus. Atas dasar perhitungan beratTerlebih dahulu tentukan berat / volume beton segar dengan menggunakan tabel 2.8. sehingga kadar agregat halus dapat dicari dengan mengurangi berat / volume beton oleh jumlah berat / volume semen, air dan agregat kasar.

Tabel 2.8. Perkiraan (Estimasi) Awal Berat Beton Segar / m³

Besar Butir Maksimum Nominal (mm)	Perkiraan awal Untuk Beton Segar (kg/m ³)
	Beton Tanpa Kadar Udara
9,5	2280
12,5	2310
19	2345
25	2380
37,5	2410
50	2445
75	2490
150	2530

8. Langkah ke-delapan

Koreksi kadar air agregat yang sebenarnya. Karena keadaan kadar air yang dikandung agregatnya yang ada di lapangan, belum tentu sesuai dengan perkiraan (kering), maka perbandingan campuran beton (agregat dan air), perlu dikoreksi dengan kondisi / keadaan kadar air agregat yang sebenarnya.

2.4 Benda Uji (Beton)

Menurut SNI 03-4810-1998, tentang metode pembuatan dan perawatan benda uji beton di lapangan.

2.4.1. Benda Uji

Benda uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

1. Untuk uji kuat tekan benda uji berupa silinder yang dicetak dalam posisi tegak :
 - 1) Ukuran standar 150 mm x 300 mm atau 152 mm x 305 mm bila ukuran maksimum agregat kadar tidak melebihi 50 mm;
 - 2) Untuk agregat kasar yang lebih besar dari 50 mm bila disyaratkan spesifikasi peoyek, diameter benda uji harus tiga kali ukuran maksimum agregat kasar;
2. Untuk uji kuat lentur, benda uji berbentuk balok :
 - (1) Ukuran standar, lebar 150 mm, tinggi 150 mm dan panjang minimal (3x150) mm + 50 mm bila ukuran maksimum agregat kasar tidak melebihi 50 mm;

- (2) Untuk agregat kasar yang lebih besar dari 50 mm, bila disyaratkan spesifikasi proyek, lebar dan tinggi benda uji tiga kali ukuran maksimum agregat kasar dan panjang minimal benda uji tiga kali lebar benda uji + 50 mm

2.4.2. Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- 1) Penuangan adukan beton ke dalam cetakan harus lapis demi lapis sesuai Tabel 2.12 dan pada penuangan akhir kelebihan tinggi tidak boleh lebih dari 6 mm;
- 2) Pemadatan sebagai berikut :
 - a. Untuk slump, lebih besar 75 mm, dengan penusukan;
 - b. Untuk slump antara 25 mm-75 mm, dengan penusukan dan penggetaran;
 - c. Untuk slump kurang dari 25 mm, dengan penggetaran;
 - d. Selama proses pemadatan, penggetar tidak boleh menyentuh dasar atau sisi cetakan.

Tabel 2.9. Jumlah Lapisan pada Pembuatan Benda Uji Silinder

NO	TINGGI I BEND A UJI (mm)	CARA PEMADATAN	JUMLAH LAPISAN	PERKIRAAN TEBAL LAPISAN
1	300	Penusukan	3 Lapisan	100 mm
2	>300	Penusukan	Lapisan Disesuaikan	100 mm
3	300 – 460	Penggetaran	2 Lapisan	Setengah tinggi benda uji
4	>460	Penggetaran	3 Lapisan atau lebih	200 mm sedekat mungkin dengan yang dapat dilakukan

3) Penusukan pada lapisan beton sebagai berikut :

Untuk benda uji silinder, sesuai Tabel 2.10 yaitu :

Tabel 2.10. Jumlah Penusukan untuk Benda Uji Silinder

DIAMETER SILINDER (MM)	JUMLAH PENUSUKAN TIAP LAPIS
150	25
200	50
250	75

- 4) Distribusi penusukan harus seragam, penusuk harus dibiarkan menembus kira-kira 12 mm ke lapis dibawahnya bila ketebalan lapisan kurang dari 100 mm, dan kira-kira 25 mm bila ketebalan 100 mm atau lebih;
- 5) Setelah masing-masing dipadatkan permukaan harus diratakan dengan alat roskam sampai rata dengan sisi atas cetakan dan tidak terjadi penyimpangan lebih dari 3,2 mm;
- 6) Penambahan adukan beton pada lapisan akhir setelah proses perataan tidak boleh melebihi 3 mm dan harus diratakan kembali.

2.4.3. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- 1) Penutupansetelah penyelesaian, yaitu benda uji ditutup dengan bahan yang tidak mudah menyerap air, tidak reaktif dan dapat menjaga kelembaban sampai saat benda uji dilepas dari cetakan;
- 2) Perawatanuntuk pemeriksaan proporsi campuran untuk kekuatanatau sebagai dasar untuk penerimaan atau pengendalian mutu;

(1) Perawatan awal sesudah pencetakan :

- a) Benda uji harus disimpan dalam suhu antara 16° sampai 27°C dan dalam lingkungan yang lembab selama 48 jam, harus terlindungi dari sinar matahari langsung atau alat yang memancarkan panas;

- b) Benda uji dilepas dari cetakan dan diberi perawatan standar;
- c) Jika benda uji tidak akan diangkut selama 48 jam, cetakan harus dilepas dalam waktu 24 jam ± 8 jam dan diberi perawatan standar sampai tiba waktu pengangkutan.

(2) Perawatan standar sebagai berikut :

a) Benda uji silinder :

(a) Dalam waktu 30 menit sesudah dilepas dari cetakan, harus disimpan dalam keadaan lembab pada suhu $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$;

(b) Tidak lebih dari 3 jam sebelum pengujian pada suhu antara 20°C sampai 30°C ;

(c) Benda uji tidak boleh terkena tetesan atau aliran air;

(d) Penyimpangan dalam keadaan basah, yaitu dengan perendaman dalam air kapur jenuh atau dengan ditutupi kain basah;

b) Benda uji balok harus dirawat sama seperti benda uji silinder kecuali sekurang-kurangnya 20 jam sebelum pengujian, balok harus disimpan dalam air kapur jenuh pada suhu $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$.

3) Perawatan untuk menentukan saat pelepasan cetakan atau saat struktur boleh menerima beban :

(1) Silinder disimpan pada atau sedekat mungkin dengan struktur yang dan suhu serta kelembabannya harus sama;

(2) Balok uji dan struktur yang diwakilinya harus memperoleh perawatan yang sama:

a) Balok uji dilepas dari cetakan setelah 48 jam \pm 4 jam;

b) Balok uji harus disimpan dalam air kapur pada suhu 23°C \pm 1,7°C selama 24 jam \pm 4 jam sebelum pengujian.

2.4.4. Pengangkutan Benda Uji

Lama pengangkutan ke laboratorium, maksimal 4 jam dan harus dilindungi dari kerusakan serta kelembabannya.

2.5 *Curing* (Perawatan Beton)

Perawatan beton/*curing* adalah suatu usaha untuk mencegah kehilangan air pada beton segar dan membuat kondisi suhu didalam beton berada pada suhu tertentu segera setelah beton dicor sehingga sifat-sifat beton yang diinginkan dapat berkembang dengan baik. Perawatan beton sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton keras seperti keawetan, kekuatan, sifat rapat air, ketahanan abrasi, stabilitas volume dan ketahanan terhadap pembekuan. Agar perawatan berlangsung dengan baik, perlu diperhatikan dua hal berikut:

- Mencegah kehilangan kelembaban (air) dalam adukan beton
- Memelihara temperatur untuk suatu jangka waktu tertentu

Dengan melaksanakan perawatan beton yang seharusnya, akan didapat beton yang lebih kuat, lebih padat, lebih awet dan lebih tahan abrasi dibandingkan beton yang dibuat dengan tanpa perawatan beton (Nizal ,2011).

Waktu yang diperlukan untuk perawatan beton tergantung pada tipe semen, proporsi campuran, teknik perawatan, dan kuat tekan rencana. Untuk beton

dilapangan juga tergantung pada cuaca, bentuk dan ukuran elemen beton. Agar kualitas dan biaya yang dikeluarkan ekonomis, perawatan beton normal seperti perawatan dengan perendaman biasanya minimum 7 hari pada suhu 20 - 30°C. Waktu ini dapat dikurang sampai 3 hari untuk jenis pemakaian semen yang menghasilkan kuat tekan awal yang tinggi. Waktu curing bisa sampai 3 minggu terutama untuk beton dengan semen yang sedikit yang digunakan pada struktur masif seperti bendungan. Apabila dengan perawatan dengan pemanasan maka dapat dipersingkat sampai 24 jam.

Suhu *curing* yang tinggi pada awal umur beton akan meningkatkan kuat tekan beton. Pada umur 28 hari, peningkatan suhu *curing* akan menurunkan kuat tekan beton (Nizal, 2011).

Temperature maksimum perawatan beton terletak diantara 40-100°C. Akan tetapi, temperatur optimum terletak diantara 65-80°C.

Temperatur yang membahayakan berada pada jarak antara naiknya kekuatan dan batas kekuatan. Lebih tinggi temperatur yang ada, semakin rendah batas kekuatan. Temperatur optimum tergantung kegunaan dari beton. Penggunaan temperatur yang lebih rendah membutuhkan perawatan yang lebih lama tapi memberikan kekuatan batas yang lebih baik (Mindess & Young, 1981).

Kuat tekan beton bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton tersebut sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain: faktor air - semen dan suhu perawatan. Semakin tinggi faktor air - semen semakin lambat kenaikan kekuatan beton, semakin tinggi suhu perawatan semakin cepat kenaikan kekuatan beton. Laju kenaikan kuat tekan

beton ini mula-mula cepat, akan tetapi semakin lama laju kenaikan itu makin lambat (Tjokrodimuljo, 1996).

2.6 Pengujian Beton

2.6.1 Kuat Tekan Beton

Kuat tekan merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan dengan menggunakan alat uji tekan dan benda uji berbentuk silinder dengan prosedur uji ASTM C-39.

Faktor-faktor yang mempengaruhi besarnya kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Jenis semen dan kualitasnya, mempengaruhi kuat tekan rata rata dan kuat batas beton.
2. Jenis dan lekak lekuk bidang permukaan agregat kasar (kerikil).
3. Perawatan beton harus diperhatikan, sebab kehilangan kekuatan akibat pengeringan sebelum waktunya sekitar 40%.
4. Suhu mempengaruhi kecepatan pengerasan, semakin tinggi suhu semakin cepat pengerasan pada beton.
5. Umur pada keadaan normal kekuatan beton bertambah dengan umumnya.

Tabel 2.11. Konversi Beton

Umur Beton (hari)	Perbandingan Kuat Tekan
3	0,46
7	0,70
14	0,88
21	0,96
28	1,00

Pemeriksaan kuat tekan beton dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan beton apakah sesuai dengan yang direncanakan atau tidak. Pada mesin uji tekan benda diletakan dan diberikan beban sampai benda runtuh, yaitu pada saat beban maksimum bekerja.

Kuat tekan beton dapat dihitung dengan rumus:

$$F_c = \frac{P}{A} \quad (\text{Pers.2.1})$$

Dimana:

P = gaya maksimum tekan benda uji, (N)

A = luas penampang benda uji, (mm²)

2.6.2. Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik beton bervariasi antara 8% sampai 15% dari kuat tekannya. Alasan utama dari kuat tarik yang kecil ini adalah kenyataan bahwa beton dipenuhi oleh retak – retak halus. Retak-retak ini tidak berpengaruh besar bila

beton menerima beban tekan karena beban tekan menyebabkan retak menutup sehingga memungkinkan terjadinya penyaluran tekanan. Jelas ini tidak terjadi bila balok menerima beban tarik.

Meskipun biasanya diabaikan dalam perhitungan desain, kuat tarik tetap merupakan sifat penting yang mempengaruhi ukuran beton dan seberapa besar retak yang terjadi. Selain itu, kuat tarik dari batang beton diketahui selalu akan mengurangi jumlah lendutan. (Karena kuat tarik beton tidak besar, hanya sedikit usaha yang dilakukan untuk menghitung modulus elastisitas tarik dari beton. Namun, berdasarkan informasi yang terbatas ini, diperkirakan bahwa nilai modulus elastisitas tarik beton sama dengan modulus elastisitas tekannya.)

Selanjutnya, Anda mungkin ingin tahu mengapa beton tidak diasumsikan menahan tegangan tarik yang terjadi pada suatu batang lentur dan baja yang menahannya. Alasannya adalah bahwa beton akan mengalami retak pada regangan tarik yang begitu kecil sehingga tegangan – tegangan rendah yang terdapat pada baja hingga saat itu akan membuat penggunaannya menjadi tidak ekonomis.

Kuat tarik beton tidak berbanding lurus dengan kuat tekan ultimatnya f_c' . Meskipun demikian, kuat tarik ini diperkirakan berbanding lurus terhadap akar kuadrat dari f_c' . Kuat tarik ini cukup sulit untuk diukur dengan beban – beban tarik aksial langsung akibat sulitnya memegang specimen uji untuk menghindari konsentrasi tegangan dan akibat kesulitan dalam meluruskan beban-beban tersebut. Sebagai akibat dari kendala ini, diciptakanlah dua pengujian yang

agak tidak langsung untuk menghitung kuat tarik beton. Keduanya adalah uji *modulus keruntuhan* dan uji pembelahan silinder.

Kuat Tarik beton dapat dihitung dengan rumus :

$$Fct = \frac{2P}{\pi LD} \quad (Pers.2.2)$$

Dimana:

Fct = kuat Tarik belah ($\frac{N}{mm^2}$)

P = beban uji maksimum (N)

L = Panjang benda uji (cm)

D = diameter benda uji (cm)

2.6.3. Kuat Lekat Beton

Kuat lekat merupakan kombinasi kemampuan antara baja tulangan dan beton yang menyelimutinya dalam menahan gaya-gaya yang dapat menyebabkan lepasnya lekatan antara batang tulangan dan beton (Winter,1993).

Gaya lekat terus meningkat seiring bertambahnya diameter tulangan,hal ini disebabkan karena gaya lekat merupakan luas bidang singgung dikalikan dengan tegangan lekat penjangkaran. Rumus tersebut menerangkan bahwa diameter yang lebih besar mempunyai luas permukaan yang lebih besar juga,sehingga gaya yang dibutuhkan untuk menarik keluar juga semakin besar.

Percobaan *pull-out* dapat memberikan perbedaan yang baik antara efisien lekatan berbagai jenis permukaan tulangan dan panjang penanamannya (*embedment length*), akan tetapi hasilnya belum memberikan tegangan lekat sesungguhnya pada struktur rangka. Pada percobaan ini beton mengalami tekan dan baja mengalami Tarik, dimana beton dan baja disekelilingnya mengalami tegangan yang sama (Nawy, 1990)

Pada penggunaan sebagai salah satu komponen bangunan, beton selalu diperkuat dengan batang baja tulangan yang diharapkan baja dapat bekerja sama dengan baik, sehingga hal ini akan menutup kelemahan yang ada pada beton yaitu kurang kuat dalam menahan gaya tarik, sedangkan beton hanya diperhitungkan untuk menahan gaya tekan.

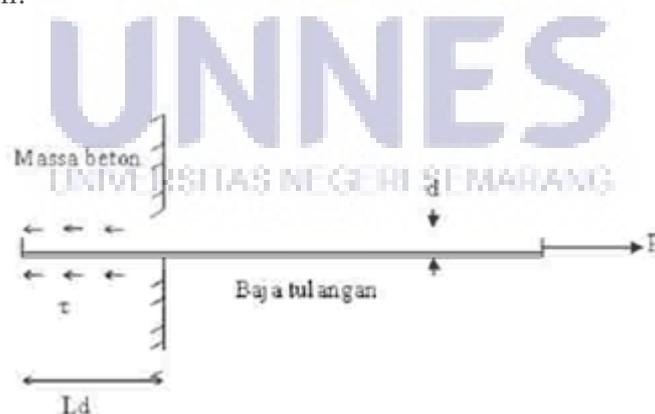
Menurut Nawy (1998), kuat lekat antara baja tulangan dan beton yang membungkusnya dipengaruhi oleh faktor :

1. Adesi antara elemen beton dan bahan penguatnya yaitu tulangan baja dengan beton di sekelilingnya.
2. Efek *gripping* (memegang) sebagai akibat dari susut pengeringan beton di sekeliling tulangan, dan saling geser antara tulangan
3. Efek kualitas beton dan kekuatan tarik dan tekannya.
4. Efek mekanis penjangkaran ujung tulangan.
5. Diameter tulangan.

Kuat lekat antara beton dan baja tulangan akan berkurang apabila mendapat tegangan yang tinggi karena pada beton terjadi retak-retak. Hal ini apabila terus berlanjut akan dapat mengakibatkan retakan yang terjadi pada

beton menjadi lebih lebar dan biasanya bersamaan dengan itu akan terjadi defleksi pada balok. Meskipun demikian, penggelinciran yang terjadi antara baja tulangan dan beton disekelilingnya, kadang tidak mengakibatkan keruntuhan balok secara menyeluruh. Hal ini disebabkan karena ujung-ujung baja tulangan masih berjangkar dengan kuat sekalipun telah terjadi pemisahan diseluruh batang baja tulangan.

Dasar utama teori panjang penyaluran adalah dengan memperhitungkan suatu baja tulangan yang ditanam di dalam massa beton. Sebuah gaya F diberikan pada baja tulangan tersebut. Gaya ini selanjutnya akan ditahan antara baja tulangan dengan beton di sekelilingnya. Tegangan lekat bekerja sepanjang baja tulangan yang tertanam di dalam massa beton, sehingga total gaya yang harus dilawan sebelum batang baja tercabut keluar dari massa beton adalah sebanding dengan luas selimut baja tulangan yang tertanam dikalikan dengan kuat lekat antara beton dengan baja tulangan.



Gambar 2.1 Panjang penyaluran baja tulangan

Gaya yang dapat ditahan oleh lekatan sepanjang panjang penjangkaran adalah ;

$$P = \mu \cdot l \cdot d \cdot \pi \cdot d_b$$

Dimana ;

P : Gaya tarik yang terjadi (N)

σ : Tegangan lekat antara baja tulangan dan beton (MPa)

l : Panjang penjangkaran (mm)

d_b : Diameter tulangan (mm)

π : Phi

Sehingga tegangan lekat rata-ratanya :

$$\sigma = \frac{P}{l \cdot d \cdot \pi \cdot d_b}$$

Gaya lekat terus meningkat seiring bertambahnya diameter tulangan, hal ini disebabkan karena gaya lekat merupakan luas bidang singgung dikalikan dengan tegangan lekat penjangkaran. Rumus tersebut menerangkan bahwa diameter yang lebih besar mempunyai luas permukaan yang lebih besar juga, sehingga gaya yang dibutuhkan untuk menarik keluar juga semakin besar.

Percobaan *pull-out* dapat memberikan perbedaan yang baik antara efisien lekatan berbagai jenis permukaan tulangan dan panjang penanamannya (*embedment length*), akan tetapi hasilnya belum memberikan tegangan lekat sesungguhnya pada struktur rangka. Pada percobaan ini beton mengalami tekan dan baja mengalami Tarik, dimana beton dan baja di sekelilingnya mengalami tegangan yang sama (Nawy,1998).

2.7 Kerangka Berpikir

Beton sangat banyak digunakan secara luas sebagai bahan bangunan. Banyaknya penggunaan beton dalam suatu konstruksi menuntut upaya pencapaian mutu yang baik. Usaha yang serius terhadap upaya pengembangan teknologi perlu didukung dengan penelitian guna menyempurnakan kekurangan kekurangan yang dimiliki oleh suatu bahan bangunan.

Namun, beton juga memiliki kelemahan secara structural yaitu mempunyai kuat tarik yang rendah, sifat yang getas, sehingga terbatas dalam penggunaannya. Untuk menahan gaya tarik, beton diberi tulangan sehingga struktur beton merupakan kombinasi dari beton dan baja yang disebut beton bertulang. salah satu persyaratan dalam beton bertulang adalah adanya lekatan antara tulangan dan beton sehingga apabila beton diberikan beban tidak akan terjadi selip antara baja tulangan dan beton.

Kuat lekat adalah kemampuan baja tulangan dan beton yang menyelimuti dalam menahan gaya-gaya dari luar ataupun faktor lain yang dapat menyebabkan lepasnya lekatan antara baja tulangan dan beton (Winter, 1993).

Di lapangan baja tulangan bekas atau limbah baja digunakan lagi sebagai material penguat beton terhadap kuat tarik dan digunakan untuk membuat konstruksi bangunan selayaknya baja tulangan baru. Daya dukung beton terhadap gaya tarik sangat dipengaruhi oleh kualitas baja tulangan.

Pembuatan beton (benda uji) sebanyak 14 buah benda uji untuk dilakukannya pengujian-pengujian untuk mengetahui adanya perbedaan daya lekat baja tulangan baru dan baja tulangan bekas dengan benda uji menggunakan mutu

beton 20 MPa. 14 buah benda uji dibagi menjadi 4 (empat) kelompok pengujian.

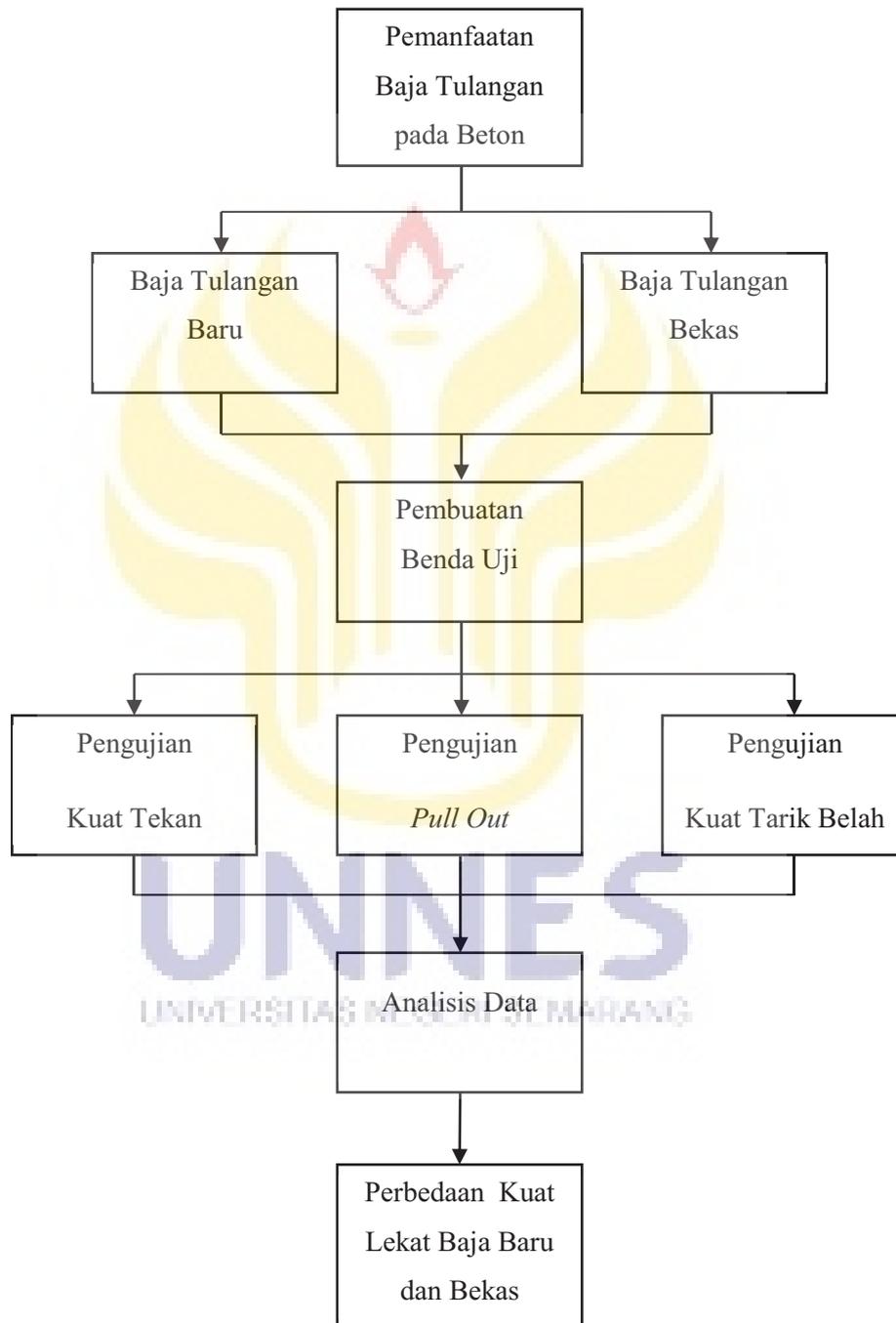
Pengujian-pengujian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengujian Kuat Tekan (3 buah benda uji)
2. Pengujian Kuat Tarik Belah (3 buah benda uji)
3. Pengujian Kuat Lekat Baja Tulangan Baru (4 buah benda uji)
4. Pengujian Kuat Lekat Baja Tulangan Bekas (4 buah benda uji)

Pembuatan 6 (enam) buah benda uji pada pengujian kuat tekan dan tarik belah, nantinya dicari reratanya sebagai hasil penelitian dan 8 (delapan) buah benda uji untuk pengujian kuat lekat baja tulangan baru dan baja tulangan bekas, yang nantinya direratakan dan dilihat perbedaan hasil nilai kuat lekat antara baja tulangan baru dan baja tulangan bekas.



Berdasarkan latar belakang masalah yang diuraikan dan tujuan penelitian yang ingin dicapai, maka digambarkan diagram seperti dibawah ini:



Gb 2.2. Diagram Kerangka Berfikir

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran dari hasil penelitian dan saran terhadap hal – hal yang terkait dengan kuat lekat beton yang dapat dijadikan sebagai acuan penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data penelitian tentang tegangan lekat pada baja tulangan baru dan baja tulangan bekas didapat kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat lekat baja tulangan bekas lebih besar dibandingkan baja tulangan baru terhadap beton dengan mutu beton 20 Mpa dan dengan kedalaman penjangkaran 25 cm. Ini disebabkan karena permukaan baja tulangan bekas memiliki permukaan yang lebih kasar akibat sisa pengecoran.
2. Kuat lekat baja tulangan baru sebesar 1900 kg lebih kecil dibandingkan dengan kuat lekat tulangan bekas yaitu sebesar 2150 kg. selisih besarnya kuat lekat antara keduanya sebesar 250 kg.

5.2 Saran

Saran bagi penelitian serupa adaah sebagai berikut :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan kuat tekan (f_c) beton yang berbeda – beda.

2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan baja tulangan dengan diameter yang berbeda – beda.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap karakteristik baja tulangan bekas (limbah baja).



DAFTAR PUSTAKA

- Antoni, Nugraha. P. 2007. *Teknologi Beton*. Surabaya: Andi.
- Afif, Muhammad. 2013. *Pengaruh Penambahan Silika Fume dan Superplasticizer dengan Pemakaian Semen PPC dan Tipe PCC Terhadap Peningkatan Mutu Beton*. Semarang : Jurusan Teknik Sipil FT UNNES.
- ASTM C-33, *Standart Spesification for Concrete Aggregates*, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002.
- ASTM C-39, *Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Sesimens*, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002
- Budiono, Bambang. *Struktur Beton Bertulang*. Bandung : ITB
- Cahyono, Teguh A. 2015. *Analisa Pengujian Perbandingan Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Baja Tulangan Baru dan Baja Tulangan Bekas Bongkaran*. Universitas Jember.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. SK SNI T-15-1990-03 *Tata Cara Pembuatan rencana Campuran Beton Normal*, Yayasan LPMB, Bandung.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1990. *SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. 1991. SK SNI-T-15-1991-03. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Bandung: Yayasan LPMB.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2002. *Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton SNI 03-2491-2002*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional
- Departemen Pekerjaan Umum. 2013. *SK SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.
- Dispohusodo, Istimawan. 1999. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia.
- Kardiyono, Tjokrodimuljo, 1996, *Teknologi Beton*, Yogyakarta.
- Kusuma, Gideon H. 2013 *.Dasar Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga

- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Yogyakarta : ANDI.
- McCormoc, Jack C. *Desain Beton Bertulang*. Jakarta : Erlangga
- Nawy, E.G. 1998. *Beton Bertulang – Suatu Pendekatan Dasar*. Terjemahan. Cetakan Keempat. Refika Aditama. Bandung.
- Nizar, R.F., 2011. “*Menentukan Kuat Tekan Beton dengan Perbandingan Campuran 1:3:5 Berdasarkan Perawatan (Curing)*”, Skripsi: Universitas Komputer Indonesia
- Nugraha, Paul. Antoni. 2007. *Teknologi Beton : Dari Material, Pembuatan, KeBeton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta : ANDI
- Sutarto.1998 .*Konstruksi Beton Bertulang Dengan Pendimensia Cara Ultimit*. Jakarta : Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan
- SK SNIT-15-1990Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal
- SKSNI15-7064-2004 Semen Portland Komposit
- Winter, G., and Nilson, A.H., 1993, *Perencanaan Struktur Beton Bertulang*, Pradya Paramita, Jakarta.