

T. SIPIL
2006

STUDI IDENTIFIKASI TULANGAR
PADA BENDA UJI BETON BERTULANG DENGAN
MENGUNAKAN ALAT ULTRASONIC PULSE VELOCITY



LAPORAN TUGAS AKHIR
Dibuat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:
REDY MARVINO
0311110028

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

7
C.1/1

S
691.307
Mar
8
2006

R:15434
15796



**STUDI IDENTIFIKASI TULANGAN
PADA BENDA UJI BETON BERTULANG DENGAN
MENGUNAKAN ALAT ULTRASONIC PULSE VELOCITY**



LAPORAN TUGAS AKHIR
Dibuat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana
Pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:
REDY MARVINO
03013110098

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2006

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Kampus Universitas Sriwijaya Inderalaya 30662

Telepon (0711) 580139-580062

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : REDY MARYINO
NIM : 03013110098
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : STUDY IDENTIFIKASI TULANGAN PADA BENDA
UJI BETON BERTULANG DENGAN
MENGUNAKAN ALAT ULTRASONIK PULSE
VELOCITY (UPV)**

Inderalaya, Mei 2006

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Sriwijaya



Dr. H. Imron Fikri Astira, MS

NIP. 131 472 645

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Kampus Universitas Sriwijaya Inderalaya 30662

Telepon (0711) 580139-580062

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : REDY MARVINO
NIM : 03013110098
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : STUDY IDENTIFIKASI TULANGAN PADA BENDA
UJI BETON BERTULANG DENGAN
MENGUNAKAN ALAT ULTRASONIK PULSE
VELOCITY (UPV)**

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal : _____ Pembimbing Utama :



Dr. Ir. H. Maulid M. Iqbal, MS
NIP. 131 894 345

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK - UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Kampus Universitas Sriwijaya Inderalaya 30662

Telepon (0711) 580139-580062

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : REDY MARVINO
NIM : 03013110098
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : STUDY IDENTIFIKASI TULANGAN PADA BENDA
UJI BETON BERTULANG DENGAN
MENGUNAKAN ALAT ULTRASONIK PULSE
VELOCITY (UPV)**

PEMBIMBING TUGAS AKHIR

Tanggal : 30/10/06
5 Pembimbing Kedua :



Rosidawani, ST, MT

NIP. 131 472 645

MOTTO:

- Sesungguhnya orang-orang yang beriman dan beramal saleh, mereka itu adalah sebaik-baiknya makhluk. (Q.S. Al – Bayyinah : 7).
- Orang yang berilmu lebih utama daripada orang yang selalu bersholat, berpuasa, dan berjihad. Apabila meninggal orang yang berilmu, maka akan terdapat kekosongan dalam Islam yang tidak dapat ditutup selain oleh orang yang berilmu pula. (Sayyidina Ali Bin Abi Thalib).
- Kebutuhan orang lain kepada dirimu adalah sebuah nikmat , maka jangan pernah bosan menghadapinya. (DR. A'idh Al – Qarni).
- Menjadi pemenang hanyalah sebuah keputusan untuk tidak menjadi pecundang.

Kupersembahkan Kepada:

Ayahanda tercinta, untuk setiap titik keringat dan peluh yang jatuh.

Ibunda tersayang, untuk setiap tetes air susu yang mengalir di dalam darahku.

Saudara-saudaraku terkasih, untuk setiap hembusan kasih sayangnya yang selalu ditiupkan saudaramu yang nakal ini.

STUDY IDENTIFIKASI TULANGAN PADA BENDA UJI BETON BERTULANG DENGAN MENGGUNAKAN ALAT ULTRASONIK PULSE VELOCITY (UPV)

ABSTRAK

Beton merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan pada konstruksi di bidang teknik sipil. Beton yang dipakai harus memiliki kekuatan yang dapat memikul beban yang bekerja pada beton tersebut. Untuk mengetahui kualitas kekuatan beton, diperlukan pengukuran-pengukuran, baik pengukuran yang bersifat merusak ataupun yang bersifat tidak merusak. Pemeriksaan kerusakan beton pada bangunan yang sudah ada biasanya menggunakan metode *nondestructive-test* dan langsung dilaksanakan di tempat bangunan tersebut. Metoda Pulsa Ultrasonik digunakan untuk menafsirkan kondisi struktur seperti, balok, kolom, dinding, dan plat lantai. Pori, *honeycomb*, retak, identifikasi tulangan, serta kerusakan lain pada beton bisa dicari melalui metoda ini, yaitu dengan cara merambatkan gelombang ultrasonik langsung ke benda uji dengan menggunakan alat *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)*.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi tulangan (diameter dan panjang tulangan) pada benda uji beton bertulang dengan menggunakan alat *Ultrasonic Pulse Velocity*. Dengan mencatat kecepatan gelombang ultrasonik yang merambat pada benda uji balok beton bertulang ini, akan didapatkan karakteristik gelombang ultrasonik yang dapat dipakai untuk mengetahui diameter dan panjang tulangan.

Penelitian ini menggunakan benda uji beton berbentuk balok ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm dengan variasi diameter tulangan bermacam-macam, yaitu 8 mm, 10 mm dan 12 mm, dan variasi panjang 30 cm, 40 cm dan 50 cm. Jumlah tulangan yang dipakai adalah satu tulangan dan dua tulangan untuk setiap diameter dan panjang. Sedangkan mutu beton yang dipakai adalah beton $f_c' = 22,5$ MPa umur 28 hari. Dari penelitian ini diharapkan dapat mengidentifikasi tulangan pada struktur beton bertulang dan verifikasi terhadap keakuratan hasil pengukuran dimensi tulangan dengan alat *UPV*.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan berkat, rahmat dan karunia – Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **“Studi Identifikasi Tulangan Pada Benda Uji Beton Bertulang dengan menggunakan Alat *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)* ”** dengan baik. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan serta kekeliruan dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, untuk itu kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan.

Pada kesempatan ini, izinkan penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah banyak membantu dan turut serta dalam penyusunan Tugas Akhir ini, yaitu:

1. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. H. Maulid M. Iqbal, MS selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan ilmu, saran dan pengarahan selama Tugas Akhir.
3. Ibu Rosidawani, ST, MT selaku Dosen Pembimbing Kedua dan Pembimbing Akademik yang telah banyak memberikan saran dan pengarahan selama proses penyusunan Laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Taufik Ari Gunawan, ST., MT. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Freddy Sembiring sebagai joint partner dan teman sejobi, yang selalu mendukung dan menemani dalam Tugas Akhir ini, dari ngelab, assistensi dan penyusunan Laporan Tugas Akhir.
6. Kak Rudi, David, dan juga Baim Irsan (Dynamic Duo) untuk semua bantuan sehingga perencanaan dan pembuatan benda uji dapat dilaksanakan dengan baik, dan seluruh teman-teman yang pernah menggunakan laboratorium Material dan Bahan Universitas Sriwijaya.
7. Seluruh staf karyawan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik: Yuk Tini, Yuk Ida, Kak Edi, kak Lukman, Yuk Fitri, Kak Bambang yang telah banyak membantu terutama dalam bidang administrasi selama penyusunan Laporan Tugas Akhir.

8. Kedua orang tuaku: Ayahanda Anas dan Ibunda Nurhayati, yang telah membesarkan dan memberikan kasih-sayanganya yang tulus dan tak terbalaskan selama hidupku. Semoga doa dan restunya selalu mengiringi langkahku dalam menjalani kehidupan ini. Serta saudara-saudaraku Ari, Iles dan Nia yang selalu ada lubuk hatiku yang paling dalam.
9. Teman-teman sehidup semati Zoel Adly, Hastaman. BS, Akhmad Rizal dan Khoiruddin Alfa (please deh!) yang selalu mengisi hari-hariku penuh luka, air mata, dan penderitaan (dak oi maen-maen). Pokokke yU GuYs Are eVerything (please deh!)
10. Guru-guru dan Dosen-dosen yang telah memberikan ilmu dan bimbingannya. Semoga jasamu yang tak ternilai, dibalas Oleh Allah SWT.
11. Teman-teman seperjuangan: anak-anak Layo: Gusti, Riko Padang, Panca Cakol, Selamat, Hifzil Kacang, Yengky, Janfer Ucox, Liza, Arif Bulu, Aprian Lavigne, Edy, Andri. Anak-anak Palembang: Endi', Kharisma (Mascot), Andreyo (Yo kapan-kapan ramal aq lagi), Desty dan Dian (teman seperjuangan bimbingan Pak Iqbal), dan teman-teman civil'01 kelas A dan B yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
12. Orang yang menjadi inspirasi: Monkey D. Luffy (tuk selalu menjalani hidup pantang menyerah), Yoh Asakura (tuk selalu menjalani hidup dengan santai) dan komik-komikku (Harta kArunku) yang selalu ku jaga dan tetaplah selalu dibawah bantalku.
Akhirnya, penulis berharap semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memenuhi apa yang menjadi tujuan dan dapat bermanfaat bagi kita semua.

Palembang, Mei 2006

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin: 0 auto; width: 80%;"> <p style="text-align: center; margin: 0;">UPT. PERPISTAKAAN</p> <p style="text-align: center; margin: 0;">UNIVERSITAS SEWALIJAYA</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 2px 0;"/> <p style="text-align: center; margin: 0;">No. DAFTAR : 20175</p> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 2px 0;"/> <p style="text-align: center; margin: 0;">TANGGAL : 19 JUN 2008</p> </div>	i
Halaman Persetujuan		ii
Halaman Pengesahan		iv
Halaman Persembahan		v
Abstrak		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		2
1.3. Tujuan Penelitian		2
1.4. Metodologi Penelitian		2
1.5. Ruang Lingkup Penelitian		3
1.6. Sistematika Penulisan		3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA		5
2.1. Umum		5
2.2. Metode Pengujian Kualitas Beton		6
2.2.1. Metode Pengujian Dengan Cara Merusak (<i>Destructive Method</i>)		7
2.2.2. Metode Pengujian Dengan Cara Tidak Merusak (<i>Non-destructive Method</i>)		9
2.3. Manfaat <i>UPV</i>		20
2.4. Penelitian Yang Pernah Dilakukan		20
2.5. Penggunaan Alat <i>UPV</i>		20

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1. Diagram Alir Percobaan	24
3.2. Persiapan Laboratorium	25
3.3. Pengujian Agregat Halus dan Kasar	26
3.4. Job Mix Design	26
3.5. Rancangan Percobaan	28
3.6. Pengujian <i>UPV</i> pada Besi Tulangan	29
3.7. Pembuatan Benda Uji	29
3.7.1. Pengecoran Benda Uji	29
3.7.2. Pengujian <i>Slump</i>	29
3.7.3. Perawatan Beton	30
3.8. Pengujian <i>UPV</i> pada Benda Uji	30
3.9. Pengujian Kuat Tekan Beton	30
3.10. Pengamatan	31
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Perencanaan Beton	32
4.2. Pengukuran Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik	33
4.2.1. Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik Pada Besi Tulangan (V_s)	33
4.2.2. Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik Pada Benda Uji Beton (V_c)	34
4.2.3. Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik Pada Benda Uji Beton Bertulang (V_m)	35
4.3. Perhitungan Diameter dan Panjang Tulangan Pada Benda Uji Balok	36
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1. Kesimpulan	43
5.2. Saran	43

DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Pengambilan Benda Uji Beton Inti (Kiri); Benda Uji Beton Inti (Tengah); dan Pengujian Kuat Tekan (Kanan)	8
2.2 Mode Keruntuhan Tipikal Dari Uji Silinder Beton, “ <i>Shear Cone</i> ” (Kiri); “Belah” (Tengah); dan “Belah dan Geser” (Kanan)	8
2.3 Besi Tulangan Di Dalam Benda Uji Silinder	8
2.4 Alat Uji <i>Hammer Schmid's</i> (Kiri); Pengukuran Kekerasan Pada Permukaan Komponen (Tengah)	9
2.5 Alat <i>UPV</i> untuk mengukur kecepatan gelombang ultrasonik	11
2.6 Karakteristik rambatan gelombang, (a) pada beton berpori, (b) pada beton dengan tulangan besi, (c) pada beton retak	14
2.7 Mekanisme pengukuran panjang tulangan	15
2.8 Mekanisme pengukuran diameter tulangan	16
2.9 Pengukuran Retakan Dengan Melakukan Pengujian <i>UPV</i>	18
2.10 Alat Uji Ultrasonic Pulse Velocity (Kiri); Pengukuran Retakan Balok (Tengah); dan Pelat Lantai (Kanan)	18
2.11 Tiga cara pembacaan <i>transducers</i> , (a) <i>Opposite faces (Direct Transmission)</i> , (b) <i>. Adjacent Faces (semi-direct Transmission)</i> , (c) <i>Same Face (Indirect Transmission)</i>	22
3.1 Benda uji balok dengan tulangan, (a) dengan satu tulangan, (b) dengan dua tulangan	27
3.2 Benda uji balok dengan tulangan	27
3.3 Mekanisme pengukuran cepat rambat gelombang ultrasonik pada beton	28
3.4 Pengukuran diameter tulangan pada balok dengan alat <i>UPV</i>	28
3.5 Pengukuran panjang tulangan pada balok dengan alat <i>UPV</i>	28
3.6 Mekanisme pengukuran cepat rambat gelombang ultrasonik pada tulangan	29
3.7 pengujian identifikasi tulangan dengan cara <i>direct method</i>	31

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Hubungan Antara Kecepatan Rambat Gelombang dengan Kualitas Beton	13
2.2 Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik Pada Berbagai Jenis Material	17
2.3 Hubungan Antara Pengujian Ultrasonik dengan Pengujian Kuat Tekan	19
4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Specimen Kubus Ukuran (15 x 15 x 15) cm ³ umur 28 hari	32
4.2 Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik pada Tulangan	33
4.3 Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik pada Beton Benda Uji Balok dan Kubus Beton	34
4.4 Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik pada Benda Uji Balok Beton Bertulang (Satu Tulangan) Arah Pengukuran Melintang	35
4.5 Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik pada Benda Uji Balok Beton Bertulang (Satu Tulangan 1) Arah Pengukuran Memanjang	35
4.6 Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik pada Benda Uji Balok Beton Bertulang (Dua Tulangan) Arah Pengukuran Melintang	36
4.7 Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik pada Benda Uji Balok Beton Bertulang (Dua Tulangan) Arah Pengukuran Memanjang	36
4.8 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Diameter dan Panjang Tulangan pada Benda Uji Balok dengan Satu Tulangan	39
4.9 Rekapitulasi Hasil Perhitungan Diameter dan Panjang Tulangan pada Benda Uji Balok dengan Dua Tulangan	40

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1: *Job Mix Formula dan Concrete Mix Design*
- Lampiran 2: Tabel Hasil Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity*
- Lampiran 3: Hasil Perhitungan
- Lampiran 4: Foto Dokumentasi

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Pengujian pada konstruksi bangunan ditujukan untuk mengetahui kondisi bangunan yang telah ada (*existing*) dan untuk melakukan kontrol kualitas (*quality control*) terhadap suatu struktur yang sedang dibangun, sehingga dapat dilakukan tindakan pengendalian. Tindakan pengendalian dimaksudkan agar penyimpangan yang terjadi dapat dikurangi semaksimal mungkin sejak dini, sehingga kerusakan atau menurunnya kualitas struktur yang telah direncanakan dapat dihindarkan.

Terjadinya penyimpangan kualitas atau kerusakan pada konstruksi bangunan yang telah ditetapkan bukan hanya disebabkan oleh faktor manusia saja, tetapi alam juga memegang peranan yang penting dalam mempengaruhi penurunan kualitas beton. Kondisi lingkungan, seperti curah hujan yang tinggi, letak bangunan pada tepi laut serta bencana gempa dan kebakaran dapat mempengaruhi kekuatan beton. Sebelum dilakukan jenis perbaikan yang, terlebih dahulu dilakukan pengujian untuk mengetahui tingkat kerusakan struktur bangunan. Karena metode pengujian sangat bervariasi, maka diperlukan kehati-hatian dalam memilih metode pengujiannya. Pengujian yang tepat akan memberikan hasil yang paling baik. Metode pengujian terhadap komponen-komponen struktur bangunan yang diperiksa secara umum dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu metode dengan cara merusak dan metode tanpa merusak. Kadang-kadang untuk suatu kebutuhan pemeriksaan diperlukan penggunaan kedua metode tersebut.

Metode Pulsa Ultrasonik digunakan untuk menafsirkan kondisi struktur seperti, balok, kolom, dinding, dan plat lantai. Pori, *honeycomb*, retak, serta kerusakan lain pada beton bisa dicari melalui metode ini. Metode ini termasuk uji tak merusak (*Non-destructive*) yaitu dengan cara merambatkan gelombang ultrasonik langsung ke benda uji dengan menggunakan alat *UPV (Ultrasonic Pulse Velocity)*. Gelombang ultrasonik yang merambat dalam benda uji akan mengalami penurunan kecepatan atau peningkatan kecepatan dan perubahan arah rambatan bila gelombang tersebut melalui suatu bidang lemah (bidang kosong) atau bidang kuat yang terdapat pada benda uji tersebut. Jadi dengan mengamati waktu tempuh yang dialami gelombang ultrasonik, baik akibat

perubahan kecepatan ataupun perubahan arah rambatan, maka dapat diketahui adanya bidang-bidang lemah yang diakibatkan oleh retak, pori dan *honeycombs* yang berupa bidang diskontinu. Hal ini menunjukkan bahwa semakin padat dan seragam suatu material, semakin cepat gelombang ultrasonik merambat pada material tersebut.

1.2. Perumusan Masalah

Masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah untuk mengidentifikasi tulangan pada benda uji beton bertulang dengan diameter yang diketahui adalah 8 mm, 10 mm, dan 12 mm, serta panjang tulangan yang diketahui adalah 30 cm, 40 cm, dan 50 cm. Beton yang digunakan adalah beton dengan mutu K-225 dan umur beton 28 hari. Pengukuran cepat rambat gelombang ultrasonik pada benda uji dengan menggunakan alat *Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)* dan alat *Compression Test Machine* untuk mencari nilai kuat tekan beton.

1.3. Tujuan Penelitian

Dalam penelitian ini, pengujian dengan Alat *UPV* pada benda uji beton bertujuan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui diameter dan panjang tulangan pada benda uji balok.
2. Untuk menentukan akurasi alat *UPV* dalam mengidentifikasi benda uji beton bertulang dengan diameter dan panjang tulangan yang bervariasi.

1.4. Metodologi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Material dan Bahan Jurusan Teknik Sipil UNSRI, Inderalaya.

Pendekatan dari pembahasan yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur yang berkenaan dengan penelitian yang dilakukan.
2. Persiapan material-material yang dipakai sebagai benda uji.
3. Pengujian bahan dasar pembentuk beton.
4. Pengukuran cepat rambat gelombang ultrasonik pada besi tulangan dengan menggunakan alat *UPV*.

5. Pembuatan benda uji kubus berukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm, balok berukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm tanpa tulangan dan balok 15 cm x 15 cm x 60 cm dengan tulangan.
6. Melaksanakan perawatan (*curing*) beton dengan cara perendaman air.
7. Pengukuran cepat rambat gelombang ultrasonik dengan alat *Ultrasonic Pulse Velocity* pada saat umur beton 28 hari.
8. Pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari.
9. Analisa data hasil pengujian.
10. Diskusi dan konsultasi kepada Dosen Pembimbing.
11. Penulisan hasil analisa dan penyelesaian laporan.

1.5. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dibatasi hanya untuk menentukan diameter tulangan dan panjang tulangan pada benda uji balok ukuran 15 cm x 15 cm x 60 cm dengan mutu beton K-225 dan umur beton 28 hari. Untuk menentukan mutu beton yang digunakan dilakukan pengujian kuat tekan pada benda uji kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm. Variasi tulangan yang dipakai adalah diameter 8 mm, 10 mm, dan 12 mm, dan variasi panjang tulangan 30 cm, 40 cm, dan 50 cm. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah direct transmitter. Pengujian dilakukan dengan pemeriksaan kecepatan rambat gelombang ultrasonik pada benda uji untuk mendapatkan cepat rambat gelombang ultrasonik pada beton (V_c), cepat rambat gelombang ultrasonik pada besi tulangan (V_s), dan cepat rambat gelombang ultrasonik pada beton bertulang (V_m), sehingga dari variabel-variabel tersebut dapat dihitung panjang dan diameter tulangan.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan laporan tugas akhir, sistematika penulisan laporan terdiri atas lima bab, yaitu:

1. Bab I. Pendahuluan

Bab ini terdiri dari:

- Latar Belakang yang menjelaskan uraian permasalahan.
- Perumusan Masalah yang berisi identifikasi masalah yang ditinjau.

- Tujuan Penelitian yang berisi arah penelitian serta manfaat yang diperoleh dari hasil penelitian.
- Metodologi Penelitian yang berisi urutan penelitian yang dilakukan.
- Ruang Lingkup Penelitian yang berisi penekanan batasan lokasi, waktu, metode dan sampel yang akan digunakan.
- Sistematika Penulisan

2. Bab II. Tinjauan Pustaka

Yang mencakup informasi yang bersifat umum, data penting yang khusus digunakan dalam penelitian.

3. Bab III. Metodologi Penelitian.

Bab ini mencakup waktu dan tempat penelitian, bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian serta prosedur penelitian.

4. Bab IV. Analisis dan Pembahasan

Berisi hasil penelitian, analisa pengujian terhadap agregat halus, analisa hasil pengujian agregat kasar, perhitungan desain campuran beton dan hasil pengujian kuat tekan beton, serta pembahasan hasil penelitian.

5. Bab V. Kesimpulan dan Saran

Berisi tentang kesimpulan dan saran dari penulisan laporan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bungey J.H., Millard S.G., *Testing Of Concrete in Structures*, Blackie Academic & Professional Glasgow, 3rd edition, 1996.
2. Bungey J.H., *The Validity of Ultrasonic Pulse Velocity Testing In-place Concrete for Strength*, N.D.T.International IPC Press, December pp. 296-300, 1980.
3. ELE PUNDIT 6, *Portable Ultrasonic Non-Destructive Digital Indicating Tester, Operating Manual*.
4. Kamarudin Mohd. Yusof, Mohammad Fauzi Bahari, *Perubahan Kekuatan Mampatan Kongkrit Muda Terhadap Amplitud relatif Gelombang Ultrasonik: Jurnal Kejuruteraan UKM Engineering Faculty*, 2000.
5. Neville, A.M., *Properties of Concrete*, John Wiley and Sons, New York, 1981.
6. Amri Sjafei, *Teknologi Beton A-Z*, Yayasan Jhon Hi-Tec Idetama, Jakarta 2005.
7. Aswandy, *Studi Hubungan Kepadatan dan Kekuatan Tekan Beton Dengan Menggunakan Portable Ultrasonic Nondestructive Digital Indicating Tester (Pundit)*, ITENAS, Bandung.