

TUGAS AKHIR

**TEKNIK EVALUASI TAK MERUSAK DAN METODE
PERBAIKAN PADA STRUKTUR BETON SERTA
METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN STRUKTUR
BANGUNAN GEDUNG**

Disusun:

**MELVINO AYUB ULING
NIM : 14 012 042**



**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
PROGRAM STUDI KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG
MANADO
2018**

DAFTAR ISI

Cover	
Halaman Judul	
Lembar Pengesahan Seminar	
Lembar Pengesahan Tugas Akhir	
Lembar Pengesahan Keaslian Tulisan	
Kata Pengantar	i
Abstrak	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Gambar	viii
Daftar Tabel	xi
Daftar Lampiran	xii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Pembatasan Masalah	3
1.6 Metodologi Penulisan	3
1.7 Sitematika Penulisan	4

BAB II DASAR TEORI

2.1 Beton	5
2.2 Kerusakan Pada Beton	5
2.2.1 Jenis-jenis Kerusakan	5
2.2.2 Faktor Penyebab Kerusakan Pada Beton	8
2.3 Alat Inspeksi	10

2.3.1	Hammer Test	10
2.3.1.1	Kelebihan dan Kekurangan Hammer Test	11
2.2.1.2	Kalibrasi	12
2.3.1.3	Detail Hammer Test	12
2.3.1.4	Rumus Kuat Tekan Hammer Test	14
2.3.2	<i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	15
2.3.2.1	Gelombang Ultrasonik	16
2.3.2.2	Prinsip Dasar Ultrasonic Pulse Velocity	18
2.3.2.3	Cara Kerja Ultrasonic Pulse Velocity	18
2.3.2.4	Detail Ultrasonic Pulse Velocity	19
2.3.2.5	Metode <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	21
2.3.2.6	Kelebihan dan Kekurangan <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	22
2.3.2.7	Rumus Kuat Tekan <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	23
2.3.3	Infrared Thermographic	23
2.3.3.1	Prinsip Kerja Infrared Thermographic	24
2.3.3.2	Pengaplikasian Infrared Thermographic	25
2.3.3.3	Kelebihan dan Kekurangan Infrared Thermographic	25
2.3.3.4	Detail Infrared Thermographic	26
2.4	Perbaikan Beton	27
2.4.1	Pemilihan Material untuk Perbaikan	27
2.4.2	Sifat-sifat yang dibutuhkan pada Material Perbaikan	28
2.4.3	Jenis-jenis Material untuk Perbaikan	29
2.5	Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bangunan Gedung	33
2.6	Pengembangan penelitian teknik evaluasi tidak merusak dan metode perbaikan pada Struktur beton serta metode pelaksanaan pekerjaan struktur bangunan gedung	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metode Pengumpulan Data	38
3.2	Diagram Alir	38
3.3	Observasi Awal	38
3.4	Pelaksanaan Pengambilan Data Lapangan	39
3.5	Langkah-Langkah Kerja	40
	3.5.1 Hammer Test	40
	3.5.2 <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	41
	3.5.3 <i>Infrared Thermographic</i>	43

BAB IV PEMBAHASAN

4.1	<i>Visual Inspection</i> Pada Struktur Bangunan Pengujian	45
4.2	<i>Infrared Thermographic, Hammer Test Dan Ultrasonic Pulse Velocity</i> Pada Struktur Bangunan Pengujian	51
	4.2.1 Pengujian <i>Infrared Thermographic</i> Pada Struktur Bangunan	51
	4.2.2 Pengujian <i>Hammer Test</i> Pada Struktur Bangunan	54
	4.2.3 Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> Pada Struktur Bangunan	63
	4.2.4 Perbandingan Hasil <i>Hammer Test</i> dan <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	73
	4.2.5 Grafik Hasil <i>Hammer Test</i> dan <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	75
4.3	Kerusakan Dan Penyebab Kerusakan Pada Struktur Bangunan Pengujian	76
4.4	Perbaikan Kerusakan Pada Struktur Bangunan Pengujian	78
4.5	Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung	78
	4.5.1 Pekerjaan Kolom	80
	4.5.2 Pekerjaan Balok	81
	4.5.3 Pekerjaan Plat	82

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	84
5.2 Saran	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Retak pada beton	6
Gambar 2.2. <i>Voids</i> pada beton	7
Gambar 2.3. <i>Scalling</i> pada beton	8
Gambar 2.4. Alat Hammer Test	10
Gambar 2.5. <i>Anvil</i> , Alat Kalibrasi <i>Hammer Test</i>	12
Gambar 2.6. Detail alat <i>Hammer Test</i>	13
Gambar 2.7. Grafik koreksi sudut tembakan	14
Gambar 2.8. <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>	16
Gambar 2.9. Gelombang <i>Transversal</i>	17
Gambar 2.10. Gelombang longitudinal	18
Gambar 2.11. Detail alat V-C-400 V-Meter Mark I	20
Gambar 2.12. Metode Langsung	21
Gambar 2.13. Metode semi langsung	21
Gambar 2.14. Metode tidak langsung	22
Gambar 2.15. Prinsip Kerja Infared Thermographic	24
Gambar 2.16. Detail depan alat Flir Ex Seris (E5)	26
Gambar 2.17. Detail tombol alat Flir Ex Seris (E5)	27
Gambar 3.1. Diagram Alir	38
Gambar 3.2. Gambar koordinat Masjid Al-Muhajirin	39
Gambar 3.3. Gambar koordinat Gedung Kuliah Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado	40
Gambar 3.4. Pengujian <i>Hammer Test</i> pada kolom bangunan kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado	41
Gambar 3.5 Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> pada bangunan Masjid Al-Muhajirin	42
Gambar 3.6 Alat <i>Infrared Thermographic</i>	44
Gambar 4.1 Tampak struktur bangunan Masjid Al-Muhajirin	45

Gambar 4.2 Tampak struktur lantai.2 bangunan Masjid Al-Muhajirin	46
Gambar 4.3 Tampak pertemuan kolom& balok bangunan Masjid Al-Muhajirin	46
Gambar 4.4 Tampak kolom bangunan Masjid Al-Muhajirin	47
Gambar 4.5 Tampak balok bangunan Masjid Al-Muhajirin	47
Gambar 4.6. Tampak lantai 1 – lantai 4 struktur bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado	48
Gambar 4.7 Tampak lantai dasar & lantai basement struktur bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado	49
Gambar 4.8 Tampak lantai 3 struktur bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado	49
Gambar 4.9 Tampak lantai dasar struktur bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado	50
Gambar 4.10 Tampak kolom dan balok bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado	50
Gambar 4.11 Tampak pertemuan kolom dan balok bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri manado	51
Gambar 4.12 Foto visual dan thermal pada balok 1	52
Gambar 4.13 Foto visual dan thermal imaging pada balok 2	52
Gambar 4.14 Foto visual dan thermal imaging pada kolom lantai 1	52
Gambar 4.15 Foto visual dan thermal imaging pada kolom lantai 2	52
Gambar 4.16 Foto visual dan thermal imaging pada kolom dan balok lantai 1	53
Gambar 4.17 Foto visual dan thermal imaging pada kolom lantai 2	53
Gambar 4.18 Foto visual dan thermal imaging pada kolom lantai 3	53
Gambar 4.19 Grafik kuat tekan kolom, balok dan plat pada bangunan Masjid Al-Muhajirin	75
Gambar 4.20 Grafik kuat tekan kolom, balok dan plat pada bangunan kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado	76
Gambar 4.21 Kerusakan kolom pada bangunan Masjid Al-Muhajirin	77
Gambar 4.22 Kerusakan kolom pada bangunan Masjid Al-Muhajirin	77

Gambar 4.23 Kerusakan kolom pada bangunan Masjid Al-Muhajirin	78
Gambar 4.24 Kerusakan kolom pada bangunan Kuliah Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri manado	78
Gambar 4.25 Tahap-Tahap Grouting	80
Gambar 4.26 Proses pengecoran kolom pada bangunan Puskesmas Paniki Bawah	81
Gambar 4.27 Proses pengecoran balok pada bangunan Puskesmas Paniki Bawah	82
Gambar 4.28 Proses pengecoran plat pada bangunan Puskesmas Paniki Bawah	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Koreksi umur beton	15
Tabel 2.2. Klasifikasi kualitas beton berdasarkan kecepatan gelombang	19
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Lantai 1	54
Tabel 4.2 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Lantai 1	55
Tabel 4.3 Hasil Kuat Tekan Kolom Lantai 2	56
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Balok & Plat Lantai 3	57
Tabel 4.5 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan Balok & Plat Lantai 2	58
Tabel 4.6 Pengujian Kuat Tekan Kolom Balok & Plat Lantai 1	59
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Balok & Plat Lantai 2	60
Tabel 4.8 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Balok & Plat Lantai 2	61
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Balok & Plat Lantai 3	62
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom Lantai 1	63
Tabel 4.11 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom Lantai 1	64
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom Lantai 2	65
Tabel 4.13 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom Lantai 2	66
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Balok dan Plat Lantai 2	67
Tabel 4.15 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Balok dan Plat Lantai 2	68
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom, Balok dan Plat Lantai 1	69
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom, Balok dan Plat Lantai 2	70
Tabel 4.18 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom, Balok dan Plat Lantai 2	71
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom, Balok dan Plat Lantai 3	72
Tabel 4.20 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom, Balok dan Plat Lantai 3	73
Tabel 4.21 Hasil Perbandingan Hammer Tesat dan Ultrasonic Pulse Velocity	74
Tabel 4.22 Hasil Perbandingan Hammer Tesat dan Ultrasonic Pulse Velocity	75

DAFTAR LAMPIRAN

BIODATA

LEMBAR PERSUTUJUAN SIAP SEMINAR

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

LEMBAR REVISI TUGAS AKHIR

Lampiran A Data Sekunder

Lampiran B Dokumentasi Pengujian

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembangunan untuk pekerjaan teknik sipil saat ini terus meningkat, dalam membangun suatu struktur bangunan gedung dan dalam segi teknologi. Pada pekerjaan pembangunan, beton memiliki peranan penting dalam proses pembangunan. Kualitas beton harus sesuai dengan spesifikasi struktur untuk memastikan kekuatan stabilitas struktur dan desain struktur harus sesuai dengan perencanaan. Oleh karena itu, perlu adanya evaluasi kembali yang harus dilakukan pada struktur bangunan terutama pada beton serta meninjau kembali metode pelaksanaan pekerjaan pada struktur bangunan gedung berdasarkan pekerjaan struktur yang ada dilapangan dan pekerjaan struktur yang sesuai dengan standar acuan yang ada.

Proses evaluasi kembali pada bangunan tidak terlepas dari masalah kerusakan pada bangunan, baik pada bagian struktur yang terlihat maupun bagian struktur yang tidak terlihat. Kejadian ini antara lain disebabkan oleh faktor-faktor yang sebelumnya tidak diperhitungkan misalnya kesalahan dalam perencanaan dan pelaksanaan serta adanya pelampauan beban akibat perubahan fungsi dari bangunan

Masalah kerusakan pada struktur ini dapat diselesaikan dengan menggunakan metode perbaikan yang tepat. Ada beberapa metode perbaikan yang dapat digunakan untuk perbaikan pada beton atau elemen struktur. Namun dalam memilih metode perbaikan yang tepat maka tingkat kerusakan struktur beton harus dianalisa terlebih dahulu untuk dipertimbangkan. Maka perlu dilakukannya pengujian terhadap struktur pada bangunan guna menanggulangi resiko yang membahayakan serta menimbulkan kerugian.

Ada dua macam pengujian pada struktur bangunan yaitu, pengujian dengan merusak (*Destructive Test*) dilakukan dengan cara pembebanan atau penekanan sampai benda uji tersebut rusak dengan pengujian ini diperoleh informasi mengenai kekuatan dan sifat mekanik bahan, dan pengujian tidak

merusak (*Non Destructive Test*) dilakukan untuk menjamin kualitas juga menjamin tidak adanya cacat yang membahayakan pengguna.

Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian tidak merusak (*Non Destructive Test*). Dengan menggunakan alat *Hammer Test*, *Ultrasonic Pulse Velocity*, *Infrared Thermographic* untuk mengetahui kondisi di dalam suatu bangunan tersebut apakah dalam kondisi baik atau mengalami kerusakan.

Berdasarkan latar belakang yang sudah diuraikan diatas maka, judul yang diangkat oleh penulis pada laporan tugas akhir ini adalah **“Teknik Evaluasi Tak Merusak Dan Metode Perbaikan Pada Struktur Beton Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung”**

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut :

- 1) Bagaimana cara memeriksa dan mengidentifikasi kerusakan pada eksisting struktur dengan *Visual Inspection* ?
- 2) Bagaimana cara memeriksa dan mengidentifikasi kerusakan pada eksisting struktur dengan *Hammer Test*, *Ultrasonic Pulse Velocity* dan *Infrared thermographic* ?
- 3) Apa penyebab terjadinya kerusakan ?
- 4) Apa saja rekomendasi untuk perbaikan kerusakan yang terjadi ?
- 5) Bagaimana metode pelaksanaan pekerjaan struktur bangunan gedung?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

- 1) Mengevaluasi eksisting struktur beton dengan menggunakan metode *Visual Inspection*.
- 2) Mengevaluasi eksisting struktur beton dengan metode *Hammer Test*, *Ultrasonic Pulse Velocity* dan *Infrared thermographic*.

- 3) Menganalisa penyebab kerusakan berdasarkan hasil evaluasi menggunakan *Visual Inspection*, *Hammer Test*, *Ultrasonic Pulse Velocity* dan *Infrared thermographic*.
- 4) Merekomendasikan metode perbaikan kerusakan pada struktur beton.
- 5) Menjelaskan metode pelaksanaan pekerjaan struktur bangunan gedung.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai :

1. Bahan informasi bagi perencana, pelaksana dan pengawasan pada pembangunan gedung.
2. Memberikan informasi kepada pemerintah mengenai pengujian menggunakan alat tanpa merusak pada bangunan struktur.

1.5 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dibatasi oleh :

1. Pengujian melibatkan 2(dua) eksisting gedung struktur beton.
2. Pengujian menggunakan alat *Hammer Test α-650.X*, *Ultrasonic Pulse Velocity V-C-400 V-Meter Mark IV* dan *Infrared thermographic Flir Ex Seris (E5)*.
3. Struktur yang diuji kolom, balok dan plat.

1.6 Metodologi Penulisan

Metodologi penulisan tugas akhir yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Metode observasi

Metode observasi dilakukan berdasarkan proses selama pengujian di laboratorium dan pada pengujian struktur bangunan yang sudah jadi.

2. Studi Pustaka

Penyusunan data pendukung yang berasal dari artikel, jurnal ilmiah, referensi buku dan referensi yang didapat dari internet yang dapat

menjelaskan serta memberikan pemecahan terhadap permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan Tugas Akhir ini yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, perumusan masalah, batasan penelitian, serta sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan bacaan yang relevan dengan pokok bahasan studi, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisis data.

BAB IV ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

Bab ini berusaha menguraikan analisis perhitungan dan pemecahan permasalahan yang ada dalam penelitian ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini menguraikan kesimpulan yang diperoleh dari analisis yang telah dilakukan berikut saran-saran dari penulis.

DAFTAR PUSTAKA

Berisi sumber atau referensi tugas akhir.

LAMPIRAN

Berisi lampiran-lampiran berupa data pendukung tugas akhir dan gambar proses pengujian.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Beton

Beton adalah suatu material yang secara harfiah merupakan bentuk dasar dari kehidupan sosial modern. Beton sendiri adalah merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah.

(SK.SNI T-15-1990-03:1) Definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat. Menurut *Nawy* (1985:8) beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. *Neville* dan *Brooks* (1987) Definisi lain tinjau dari keragaman material pembentuk beton yaitu bahan yang terbuat dari berbagai macam tipe semen, agregat dan juga bahan *pozzolan*, abu terbang, terak tanur tinggi, serat dan lain-lain.

2.2 Kerusakan Pada Beton

Dalam istilah dunia konstruksi, kita mengenal beton bertulang. Beberapa jenis beton ini menggunakan *reinforced concrete* maupun *prestressed concrete* yang menggunakan baja untuk strukturnya. Meskipun dalam pelaksanaan proses konstruksi sudah dilakukan dengan sebaik mungkin, namun terkadang kerusakan kecil bahkan besar bisa saja terjadi.

Seringkali, kerusakan yang terjadi pada beton bertulang tidak dapat dihindarkan dikarenakan banyak faktor, seperti faktor alam yang tak bisa dicegah maupun faktor kimiawi.

2.2.1 Jenis-Jenis Kerusakan

Kerusakan yang terjadi umumnya dapat dikelompokkan dalam tiga katagori yaitu:

1. Retak (*cracks*) adalah pecah pada beton dalam garis-garis yang relatif panjang dan sempit, retak ini dapat ditimbulkan oleh berbagai sebab: diantaranya : evaporasi air dalam campuran beton terjadi dengan cepat akibat cuaca yang panas, kering atau berangin. Retak akibat keadaan ini disebut *plastic cracking*, *Bleeding* yang berlebihan pada beton, biasanya akibat proses *curing* yang tidak sempurna. Retakan bersifat dangkal dan saling berhubungan pada seluruh permukaan pada plat, retak jenis ini disebut *crazing*. Pergerakan struktur, sambungan yang tidak baik pada pertemuan kolom dengan balok atau plat, atau tanah yang tidak stabil. Retakan bersifat dalam atau lebar, retak jenis ini disebut *random cracks* Reaksi antara alkali dan agregat, retakan yang terbentuk sekitar 10 tahun atau lebih setelah pengecoran dan selanjutnya menjadi lebih dalam dan lebar, retakan saling berhubungan satu sama lain.



Gambar 2.1 Retak pada beton

2. *Voids* adalah lubang-lubang yang relatif dalam dan lebar pada beton. *Void* pada beton dapat ditimbulkan oleh berbagai sebab: diantaranya pemadatan yang dilakukan dengan vibrator kurang baik yang disebabkan karena jarak antar bekisting dengan tulangan atau jarak antar tulangan terlalu sempit sehingga bagian mortar tidak dapat mengisi rongga antara agregat kasar dengan baik. *Void* yang terjadi berupa lubang-lubang tidak teratur yang disebut *honey combing*. Bocor pada bekisting yang menyebabkan air atau pasta semen keluar, akan lebih parah jika campuran banyak mengandung

air, atau banyak pasta semen atau gradasi agregat yang kurang baik. Keadaan ini disebut *sand streaking*.



Gambar 2.2 *Voids* pada beton

3. *Scalling/spalling/erosion* adalah kelupasan dangkal pada permukaan, yang dapat ditimbulkan oleh beberapa sebab, diantaranya: Eksposisi yang berulang-ulang terhadap pembekuan dan pencairan sehingga permukaan terkelupas, keadaan ini disebut *scalling*, melekatnya material pada permukaan bekisting sehingga permukaan beton terlepas dalam kepingan atau bongkah kecil, keadaan ini disebut *spalling*, terlepasnya partikel-partikel sehalus debu yang dapat terdiri dari semen yang sangat halus atau agregat yang sangat halus, terlepas akibat abrasi misalnya saat lantai disapu, hal semacam ini disebut *dusting*. Terdapatnya material organik dalam campuran, kontaminasi yang reaktif atau korosi pada tulangan dapat menimbulkan rongga pada beton yang disebut sebagai *popouts*, juga dapat disebabkan ekspansi agregat yang *porous* segera setelah pengecoran sampai setahun lebih tergantung *permeabilitas* beton dan ketidakstabilan volume agregat yang digunakan. *Disintegrasi* beton pada titik-titik dimana terdapat aliran air *turbulen* akibat pecahnya gelembung-gelembung pada air, erosi seperti ini sering disebut *water cavitation*. Erosi oleh air dimana abrasi oleh benda-benda padat yang tersuspensi dalam air terhadap permukaan beton mengakibatkan *disintegrasi* beton sepanjang alur aliran air.



Gambar 2.3 *Scalling* pada beton

2.2.2 Faktor Penyebab Kerusakan Pada Beton

1. Sifat Beton

Untuk melihat bagaimana sifat dari beton bertulang yang dapat menimbulkan keretakan kita harus melihat proses dari awal pembuatan beton bertulang tersebut. Pada saat awal pembuatan beton bertulang dengan pencampuran bahan penyusunnya seperti kerikil, pasir, air, semen, dan baja tulangan. Dalam proses pengerasannya beton akan mengalami pengurangan volume, hal ini disebabkan air yang terkandung pada campuran beton akan mengalami penguapan sebagian yang mengurangi volume beton bertulang tersebut.

Sehingga apabila dikondisikan pada saat beton mengalami pengerasan dan akibat dari volume beton berkurang yang akan menyebabkan penyusutan pada beton tetapi beton tersebut dibiarkan untuk menyusut tanpa adanya pembebanan, maka beton pun tidak akan mengalami keretakan. Tetapi pada kondisi sebenarnya dilapangan tidak ada beton yang tidak mengalami pembebanan. Karena tidak ada balok atau kolom pada bangunan yang berdiri sendiri melainkan akan bersambung satu sama lain dan hal ini akan membuat beton bertulang bekerja menahan beban-beban pada bangunan.

Sehingga apabila pada kondisi saat beton mengalami penyusutan volume kemudian terjadi pembebanan, maka retakan pun tidak dapat dihindari.

2. Suhu

Tidak dapat diabaikan suhu juga dapat menyebabkan keretakan pada beton bertulang. Maksud suhu disini adalah suhu campuran beton saat mengalami perkerasan. Karena pada saat campuran beton bertulang mengalami perkerasan suhu yang timbul akibat reaksi dari air dengan semen akan terus meningkat sehingga pada saat suhu campuran beton ini terlalu tinggi sering timbul retak-retak pada permukaan beton.

3. Korosi Pada Tulangan

Sebenarnya untuk mengantisipasi retakan yang terjadi akibat dari sifat beton itu sendiri, beton diberi tulangan pada bagian dalamnya yang terbuat dari baja. Sehingga diharapkan dengan adanya baja tulangan tersebut retakan akibat dari sifat beton disebar pada keseluruhan beton menjadi bagian-bagian yang sangat kecil sehingga retakan tersebut dapat diabaikan. Tetapi apabila tulangan yang dipakai pada saat pembuatan beton sudah mengalami korosi, tulangan tersebut itu pun akan menyebabkan retakan pada saat beton mengeras.

4. Proses Pembuatan Yang Kurang Baik

Banyak sekali penyebab retak yang terjadi pada beton bertulang disebabkan oleh proses pembuatan yang kurang baik. Seperti contoh pada saat beton mengalami perkerasan dimana banyak mengeluarkan air, maka perlu adanya perawatan pada beton agar pengeluaran air dari campuran beton tidak berlebihan.

5. Material Yang Kurang Baik

Banyak sekali terjadi keretakan pada struktur beton bertulang diakibatkan karena material penyusunnya yang kurang baik. Beberapa hal diantaranya yang sering ditemukan adalah agregat halus atau pasir yang kurang bersih, masih bercampur dengan lumpur sehingga ikatan antara PC dan

agregat menjadi terlepas. Sehingga ketika beton mengering maka retakan-retakan akan mudah sekali terjadi.

6. Cara Penulangan

Sering sekali ditemukan struktur beton bertulang dibuat dengan cara yang kurang tepat. Hal yang paling umum terjadi adalah ketebalan dari tulangan melebihi ukuran dari permukaan beton. Hal ini sebenarnya kurang tepat karena fungsi dari baja tulangan tersebut adalah untuk menahan gaya lintang (pada balok dan plat), deformasi akibat lendutan, serta gaya geser.

Jika tebal selimut beton terlampaui besar maka retakan biasa terjadi mulai dari permukaan struktur beton sampai pada bagian tulangan yang ada didalamnya. Seharusnya tulangan dibuat agak keluar, dan selimut atau kulit yang membungkus tulangan dibuat setipis mungkin (1,5 s/d 2 cm). Karena gaya tarik dan gaya tekan paling besar terjadi pada ujung permukaan beton tersebut.

2.3 Alat Inspeksi

2.3.1 *Hammer Test*

Hammer test yaitu suatu alat pemeriksaan mutu beton tanpa merusak beton. Disamping itu dengan menggunakan metode ini akan diperoleh cukup banyak data dalam waktu yang relatif singkat dengan biaya yang murah.



Gambar 2.4 Alat *Hammer Test*

Metode pengujian ini dilakukan dengan memberikan beban *inpact* (tumbukan) pada permukaan beton dengan menggunakan suatu *massa* yang diaktifkan dengan menggunakan energi yang besarnya tertentu. Jarak pantulan yang timbul dari *massa* tersebut pada saat terjadi tumbukan dengan permukaan beton benda uji dapat memberikan indikasi kekerasan juga setelah dikalibrasi. Alat ini sangat berguna untuk mengetahui keseragaman material beton pada struktur. Karena kesederhanaannya, pengujian dengan menggunakan alat ini sangat cepat, sehingga dapat mencakup area pengujian yang luas dalam waktu yang singkat. Alat ini sangat peka terhadap variasi yang ada pada permukaan beton, misalnya keberadaan partikel batu pada bagian-bagian tertentu dekat permukaan.

Oleh karena itu, diperlukan pengambilan beberapa kali pengukuran disekitar setiap lokasi pengukuran, yang hasilnya kemudian dirata-ratakan British *Standards* (BS) mengisyaratkan pengambilan antara 9 sampai 25 kali pengukuran untuk setiap daerah pengujian seluas maksimum 300 mm².

Secara umum alat ini bisa digunakan untuk:

- Memeriksa keseragaman kualitas beton pada struktur.
- Mendapatkan perkiraan kuat tekan beton.

2.3.1.1 Kelebihan dan Kekurangan *Hammer Test*

Kelebihan :

- Murah
- Pengukuran bisa dilakukan dengan cepat
- Praktis (mudah digunakan).
- Tidak merusak

Kekurangan :

- Hasil pengujian dipengaruhi oleh kerataan permukaan, kelembaban beton, sifat-sifat dan jenis agregat kasar, derajat karbonisasi dan umur beton. Oleh karena itu perlu diingat bahwa beton yang akan diuji haruslah dari jenis dan kondisi yang sama.

- Sulit mengkalibrasi hasil pengujian.
- Tingkat keandalannya rendah.
- Hanya memberikan informasi mengenai karakteristik beton pada permukaan

2.2.1.2 Kalibrasi

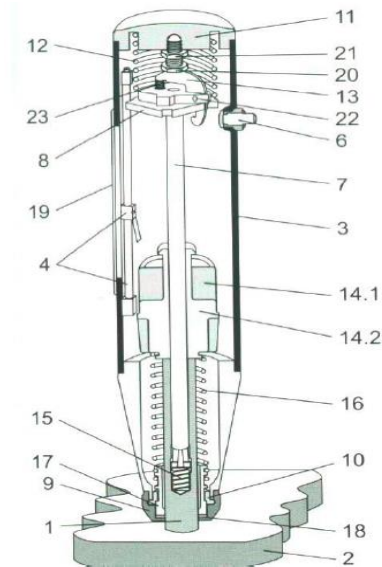


Gambar 2.5 *Anvil*, Alat Kalibrasi *Hammer Test*

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, banyak sekali variabel yang berpengaruh terhadap hasil pengukuran dengan menggunakan peralatan hammer. Oleh karena itu sangat sulit untuk mendapatkan diagram kalibrasi yang bersifat umum yang dapat menghubungkan parameter tegangan beton sebagai fungsi dari pada jumlah skala pemantulan *hammer* dan dapat diaplikasikan untuk sembarang beton. Sebelum melakukan proses pengujian sebaiknya *Hammer Test* di cek kalibrasi terlebih dahulu menggunakan Alat Kalibrasi *Hammer Test Anvil* agar bacaan alat yang didapat lebih akurat nilai kalibrasi yang normal adalah 80 ± 2 atau 78 sampai 82.

2.3.1.3 Detail *Hammer Test*

Detail alat *Hammer Test* adalah sebagai berikut (lihat gambar 2.6) :



Gambar 2.6 Detail alat *Hammer Test*

Keterangan :

1. Palu peluncur baja
2. Contoh benda uji
3. Tabung pembungkus
4. Petunjuk nilai tertinggi bacaan
6. Knop pada tabung
7. Batang besi pengontrol
8. Pelat bundar
9. Penutup
10. Cincin besi yang terdiri dari 2 bagian
11. Penutup ujung belakang
12. Pegas penekan
13. Besi pemegang batang
14. Pemberat
15. Pegas penahan
16. Pegas pemantul
17. Laras pemegang peluncur baja
18. Cincin pelindung
19. Lubang tempat pembacaan data

20. Mur
21. Mur pengunci
22. Jepit
23. Pegas pada besi pemegang pengontrol

2.3.1.4 Rumus Kuat Tekan *Hammer Test*

Untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton menggunakan *Hammer Test* dapat di hitung dengan rumus sebagai berikut :

$$f'c = \alpha n (-184 + 13 \cdot R_o) \quad (2.1)$$

$$R_o = R + \Delta R \quad (2.2)$$

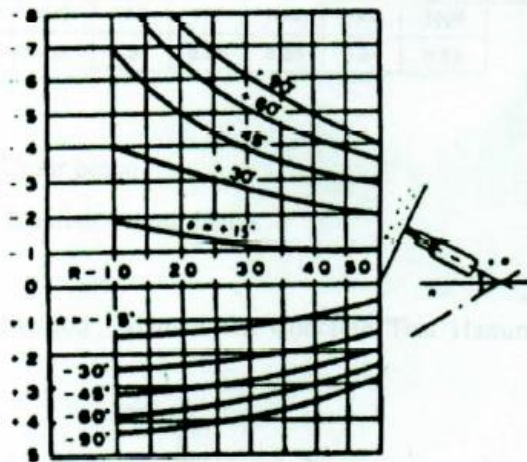
Keterangan :

$f'c$: Kuat tekan beton (mpa)

αn : Koreksi umur beton. (Lihat Tabel 2.1)

R : Rata-rata bacaan alat

ΔR : Koreksi sudut tembakan (Lihat Gambar 2.7)



Gambar 2.7 Grafik koreksi sudut tembakan

Tabel 2.1 Koreksi umur beton

AGE	4	5	6	7	8	9	10	11	12
α_n	1.90	1.84	1.78	1.72	1.67	1.61	1.55	1.49	1.43
AGE	13	14	15	16	17	18	19	20	21
α_n	1.40	1.36	1.32	1.25	1.23	1.22	1.18	1.15	1.12
AGE	22	23	24	25	26	27	28	29	30
α_n	1.10	1.08	1.06	1.04	1.02	1.01	1.00	0.99	0.98
AGE	32	33	34	35	36	37	38	39	40
α_n	0.98	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.9	0.89
AGE	50	52	54	56	58	60	62	64	66
α_n	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86	0.85	0.85	0.85
AGE	68	70	72	74	76	78	80	82	84
α_n	0.84	0.84	0.84	0.83	0.83	0.82	0.82	0.82	0.81
AGE	86	88	90	100	125	150	175	200	250
α_n	0.81	0.80	0.80	0.78	0.76	0.74	0.73	0.72	0.71
AGE	300	400	500	750	1000	2000	3000		
α_n	0.70	0.68	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63		

Sumber : *Instruction manual on concrete test Hammer*

2.3.2 Ultrasonic Pulse Velocity

Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) adalah suatu pengujian yang bertujuan untuk mengetahui mutu beton pada kolom, balok, plat lantai dan struktur beton lainnya tanpa merusak struktur itu sendiri. Alat ini mengukur percepatan gelombang ultrasonic pada struktur beton yang diuji.

Ultrasonic Test merupakan salah satu metode yang banyak digunakan untuk mendeteksi adanya *diskontinuitas* atau tidak seimbang seperti cacat dalam, cacat permukaan dan cacat dekat permukaan (*Subsur face*) dari peralatan yang terbentuk dari logam ataupun paduan (*Alloy*). Diskontinuitas atau cacat pada beton berupa retakan pada bagian dalam beton dan lain-lain. (lihat gambar 2.8)



Gambar 2.8 *Ultrasonic Pulse Velocity*

2.3.2.1 Gelombang Ultrasonik

Ultrasonik adalah suara atau getaran dengan frekuensi yang terlalu tinggi untuk bisa didengar oleh telinga manusia, yaitu kira-kira di atas 20 kiloHertz. Hanya beberapa hewan, seperti lumba-lumba menggunakannya untuk komunikasi, sedangkan kelelawar menggunakan gelombang ultrasonik untuk navigasi.

Gelombang adalah gejala rambatan dari suatu getaran/usikan. Gelombang akan terus terjadi apabila sumber getaran ini bergetar terus menerus. Gelombang membawa energi dari satu tempat ke tempat lainnya. Contoh sederhana gelombang, apabila kita mengikatkan satu ujung tali ke tiang, dan satu ujung talinya lagi digoyangkan, maka akan terbentuk banyak bukit dan lembah di tali yang digoyangkan, inilah yang disebut gelombang. Berikut macam-macam gelombang yang ada.

1. Berdasarkan medium gelombang, gelombang dapat di bagi menjadi 2 jenis yaitu gelombang mekanik dan gelombang elektromagnetik adalah sebagai berikut.

a. Gelombang Mekanik

Gelombang mekanik adalah gelombang yang dalam proses perambatannya memerlukan medium (zat perantara) Artinya jika tidak ada medium, maka gelombang tidak akan terjadi. Contohnya adalah gelombang bunyi yang zat perantaranya udara, jadi jika tidak ada udara bunyi tidak akan terdengar.

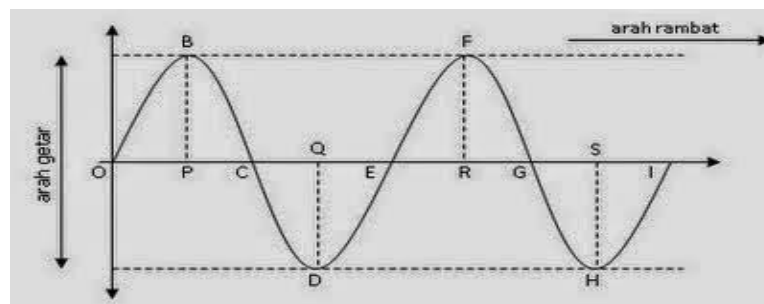
b. Gelombang Elektromagnetik

Gelombang elektromagnetik adalah gelombang yang dalam proses perambatannya tidak memerlukan medium (zat perantara). Artinya gelombang ini bisa merambat dalam keadaan bagaimanapun tanpa memerlukan medium. Contohnya adalah gelombang cahaya yang terus ada dan tidak memerlukan zat perantara.

2. Berdasarkan arah getar dan arah rambat, gelombang dapat dibagi menjadi dua yaitu sebagai berikut.

a. Gelombang *Transversal*

Gelombang *Transversal* adalah gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambatannya. Bentuk Getarannya berupa lembah dan bukit (lihat gambar 2.9).

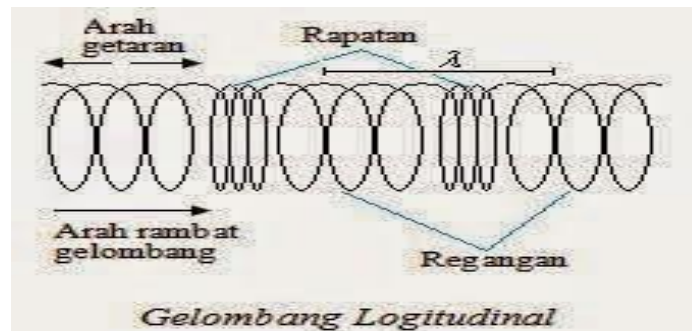


Gambar 2.9 Gelombang *Transversal*

Berdasarkan gambar di atas dapat dijelaskan bahwa arah rambat gelombang di atas adalah ke kiri dan ke kanan, sedangkan arah getarnya adalah ke atas dan ke bawah. Jadi itulah yang dimaksud arah rambat tegak lurus dengan arah getarnya.

b. Gelombang Longitudinal

Gelombang longitudinal adalah gelombang yang arah rambatnya sejajar dengan arah getarannya. Bentuk getarannya berupa rapatan dan renggangan (lihat gambar 2.10).



Gambar 2.10 Gelombang longitudinal

Berdasarkan gambar yang ada dapat diketahui bahwa arah rambat gelombang ke kiri dan ke kanan, dan arah getarnya ke kiri dan ke kanan. Oleh karena itu gelombang ini adalah gelombang longitudinal yang arah getar dan arah rambatnya sejajar. Contoh gelombang ini adalah Gelombang bunyi, di udara yang dirambati gelombang ini akan terjadi rapatan dan renggangan pada molekul-molekulnya, dan saat ada rambatan molekul-molekul ini juga bergetar. Akan tetapi getarnya hanya sebatas gerak maju mundur dan tetap di titik seimbang, sehingga tidak membentuk bukit dan lembah.

2.3.2.2 Prinsip Dasar *Ultrasonic Pulse Velocity*

Prinsip kerjanya adalah dengan memanfaatkan rambatan gelombang *Ultrasonic* yang dikeluarkan oleh transducer pada benda kerja dan kemudian gelombang baliknya ditangkap oleh *receiver*. Gelombang yang diterima ini dapat diukur intensitasnya, waktu perambatan atau resonansi yang ditimbulkan sehingga pada umumnya pemeriksaan *ultrasonic pulse velocity* ini didasarkan pada perbedaan intensitas gelombang yang diterima serta waktu perambatannya.

2.3.2.3 Cara Kerja *Ultrasonic Pulse Velocity*

Cara kerja *ultrasonic pulse velocity* yaitu dengan memberikan getaran gelombang longitudinal lewat *transducer* elektro – akustik, melalui cairan perangkai yang berwujud gemuk atau sejenis gel, yang dioleskan pada permukaan beton sebelum *test* dimulai, cairan ini berfungsi untuk menutup udara dari luar diantara permukaan *transducer* dengan permukaan beton yang di uji. Saat

gelombang merambat dalam medium berbeda, yaitu gel dan beton, pada batas beton dan gel akan terjadi pantulan gelombang yang merambat dalam bentuk gelombang transversal dan longitudinal. Gelombang transversal merambat tegak lurus lintasan, dan gelombang longitudinal merambat sejajar lintasan. Pertama kali yang mencapai *transducer* penerima adalah gelombang longitudinal. Oleh *transducer*, gelombang ini diubah menjadi sinyal gelombang elektronik yang dapat dideteksi oleh *transducer* penerima, sehingga waktu tempuh gelombang dapat diukur. Waktu tempuh T yang dibutuhkan untuk merambatkan gelombang pada lintasan beton sepanjang L dapat diukur, sehingga kecepatan gelombang dapat dicari dengan rumus :

$$v = \frac{L}{T} \quad (2.3)$$

Keterangan :

V = Kecepatan gelombang longitudinal (m/detik)

L = Panjang lintasan beton yang dilewati (m)

T = Waktu tempuh gelombang ultrasonik sepanjang lintasan L (detik)

Kecepatan perubahan kekuatan beton pada *Utrasonik pulse velocity* ditunjukkan dengan perbedaan kecepatan gelombangnya, jika turun adalah tanda bahwa beton mengalami penurunan kekuatan, sebaliknya jika kecepatannya naik, adalah tanda bahwa kekuatan beton meningkat (Hamidian dkk, 2012). Whitehurst melakukan penelitian untuk mengetahui hubungan kecepatan gelombang dan kualitas beton, hasilnya seperti pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 . Klasifikasi kualitas beton berdasarkan kecepatan gelombang

Kecepatan gelombang longitudinal km/det	keterangan
>4,5	Sangat bagus
3,5 – 4,5	Bagus
3,0 – 3,5	Diragukan
2,0 – 3,0	Jelek
< 2,0	Sangat jelek

(Sumber: *International Atomic Energy Agency*, 2002 : 110)

2.3.2.4 Detail *Ultrasonic Pulse Velocity*

Detail alat *Ultrasonic Test V-C-400 V-Meter Mark IV* (lihat gambar 2.11)



Gambar 2.11 Detail alat V-C-400 V-Meter Mark I

Keterangan :

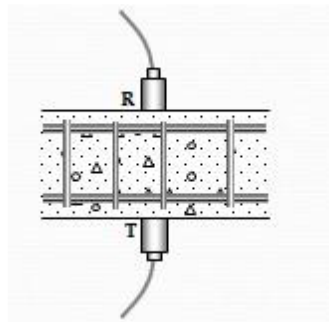
1. CD perangkat lunak V-Meter PC - Digunakan untuk mengunggah data dari V-Meter ke PC.
2. Instrumen V-Meter - Tester kecepatan pulsa ultrasonik
3. AC / Kabel daya - Digunakan untuk menyalakan V-Meter dan
4. Dua Transduser (54 kHz)
5. Tabung Couplant - Digunakan pada beton atau lainnya
6. Konektor Tombol ke Lead Transduser Coaxial
7. Sertifikat Kalibrasi
8. Dua Coaxial Transducer Leads Digunakan untuk menghubungkan Transduser standar ke V-Meter.
9. Support Strap - Digunakan untuk mengamankan V-Meter ke Pengguna selama pengujian.
10. Rec Four Cable Connector - Digunakan untuk menghubungkan *Transduser* dengan tombol saklar ke V-Meter.
11. Case - Digunakan untuk membawa V-Meter dan aksesorisnya.
12. Kabel USB - Digunakan untuk menghubungkan V-Meter ke PC

2.3.2.5 Metode *Ultrasonic Pulse Velocity*

Beberapa metode dalam pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* adalah sebagai berikut:

1. Metode *Direct*

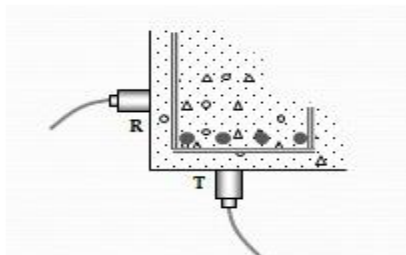
Metode Langsung (*Direct Transmission*) yaitu dimana pengukuran dilakukan dengan cara *receiver transducer* dan *transmitter transducer* diletakan saling berhadapan. (lihat gambar 2.12)



Gambar 2.12 Metode Langsung

2. Metode *Semi Direct*

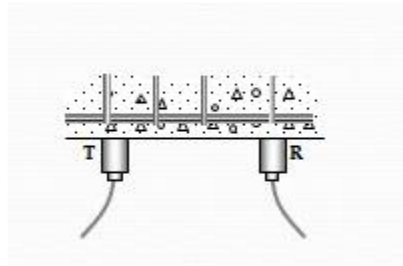
Metode semi langsung (*Semi Direct*) yaitu dimana *receiver transducer* dan *transmitter transducer* diletakan pada posisi axial, satu bidang tegak lurus dan satu bidang mendatar. (lihat gambar 2.13)



Gambar 2.13 Metode semi langsung

3. Metode *Indirect*

Metode tidak langsung (*Indirect*) yaitu dimana *receiver transducer* dan *transmitter receiver* diletakkan dalam satu bidang datar. (lihat gambar 2.14)



Gambar 2.14 Metode tidak langsung

2.3.2.6 Kelebihan Dan Kekurangan *Ultrasonic Pulse Velocity*

Ultrasonic Pulse Velocity adalah salah satu metode yang bermanfaat dan serba guna. Kelebihan dan kekurangan dari *Ultrasonic Pulse Velocity* adalah sebagai berikut

a. Kelebihan

1. Sensitif terhadap *discontinuity* yang ada pada *surface* maupun *subsurface* dari benda uji.
2. Kedalaman jangkauan pendeteksian *discontinuity* menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* lebih baik dari pada metode *Non Destructive Testing* lainnya
3. Hanya butuh akses dari satu sisi benda uji saja.
4. Tingkat keakuratan yang tinggi dalam menentukan posisi *discontinuity*, serta estimasi bentuk dan ukurannya
5. Peralatan yang sederhana
6. Peralatan elektronik yang digunakan pada *Ultrasonic Pulse Velocity* memberikan hasil pengujian secara *instant*
7. Gambaran terperinci dari hasil pengujian dapat diperoleh dengan *automated system*.
8. Dapat digunakan untuk penggunaan lainnya, seperti pengukuran ketebalan

b. Kekurangan

1. Permukaan benda uji harus dapat diakses untuk mentransmisikan gelombang *Ultrasonic Pulse Velocity* .
2. Membutuhkan media perantara untuk mentransfer energi suara pada material uji.
3. Material yang permukaannya kasar, bentuknya itrguler, terlalu kecil, terlalu tipis, atau tidak homogen, agak susah kalau menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity*
4. Butuh *reference standard* untuk kalibrasi alat dan analisis karakteristik dari sinyal yang ditangkap *tranducer*.

2.3.2.6 Rumus Kuat Tekan *Ultrasonic Pulse Velocity*

Untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton menggunakan *Ultrasonic Test* dapat di hitung dengan rumus Chung-Law adalah sebagai berikut :

$$f'c = 4.766. e^{0.55 v} \quad (2.4)$$

Keterangan ;

$f'c$: Kuat tekan beton (MPa)

v : Velocity (m/det)

e : Nilai eksponensial

2.3.3 Infrared Thermographic

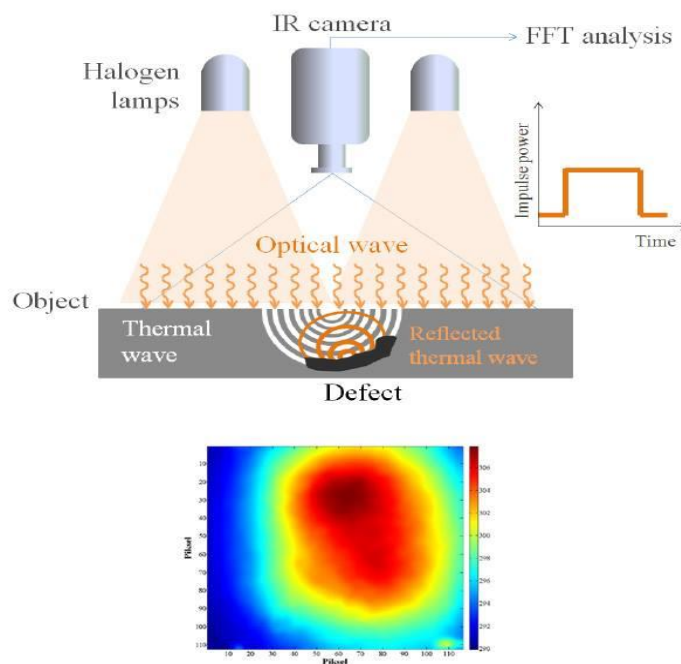
Metode *Infrared Thermography* dapat digunakan sebagai alat untuk mendeteksi adanya keragaman mutu beton dan indikasi adanya kerusakan pada beton. Metode ini merupakan metode pengumpulan data awal yang cepat dengan jangkauan lebih luas dan akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode pengamatan konvensional misalnya dengan cara pengamatan visual ataupun dengan pengambilan foto secara visual. Selanjutnya dari lokasi-lokasi yang diindikasikan terjadi kerusakan, diverifikasi lebih lanjut dengan *Non Destructive Test (NDT)* lainnya seperti:

- *Concrete hammer test*
- UPVT untuk mengetahui mutu beton

- UPVT untuk mengetahui kedalaman retak beton
- *Impact Echo test*
- *Re-bar scan*
- Uji Karbonasi
- *Ground Penetrating Radar*
- *Core Drill*
- dan lainnya yang diperlukan berdasarkan hasil identifikasi menggunakan *Infrared thermograph Imager*

2.3.3.1 Prinsip Kerja *Infrared Thermographic*

Prinsip kerja *Infrared Thermographic* seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 2.15 Prinsip Kerja *Infrared Thermographic*

Radiasi yang dipancarkan oleh permukaan material tergantung pada sifat termal, dan kondisi permukaan. Mutu beton dan kondisi di bawah beton dapat dikorelasikan terhadap radiasi yang dipancarkan dari permukaan beton.

Variasi mutu beton dapat terdeteksi dari perbedaan energi yang dipancarkan oleh permukaan beton yang tergambar dalam *photo thermal imaging*. Semua komponen struktur termasuk dinding penahan, *pier*, *abutment*,

sampai dan komponen *upperstructure* lainnya dapat dipindai menggunakan kamera IRT.

2.3.3.2 Pengaplikasian *Infrared Thermographic*

Adanya kerusakan dalam beton mempengaruhi sifat konduksi panas. Keberadaan cacat dan lokasinya di dalam beton seperti *delaminasi*, rongga atau retak akan ditunjukkan dengan adanya perbedaan suhu di permukaan beton. Begitu pula keragaman mutu beton dapat terindikasi dari perbedaan suhu di permukaan beton yang digambarkan dalam bentuk perbedaan warna pada hasil image yang diperoleh

Teknik ini dianggap cocok untuk pemeriksaan awal struktur beton dalam area yang luas untuk mengetahui keragaman mutu beton dan untuk mengindikasikan lokasi-lokasi pada struktur beton yang diperkirakan mengalami kerusakan.

Jenis kerusakan yang dapat terdeteksi dengan jelas terutama *delaminasi* pada struktur beton dan retak pada permukaan beton. Selain itu dapat juga memberikan indikasi lokasi tulangan, kabel dan *ducting* ataupun benda-benda lain dalam beton.

2.3.3.3 Kelebihan Dan Kekurangan *Infrared Thermographic*

a. Kelebihan

- Pandangan yang komperensif pada suatu tempat
- Memiliki model yang bervariasi dengan kemampuan yang berbeda
- Dapat menangkap gambar secara *instant*
- Mudah digenggam dengan desian kamera
- Dapat langsung diunduh diPC
- Tidak kontak langsung, sehingga dipastikan tidak ada kerusakan pada objek yang sedang diuji

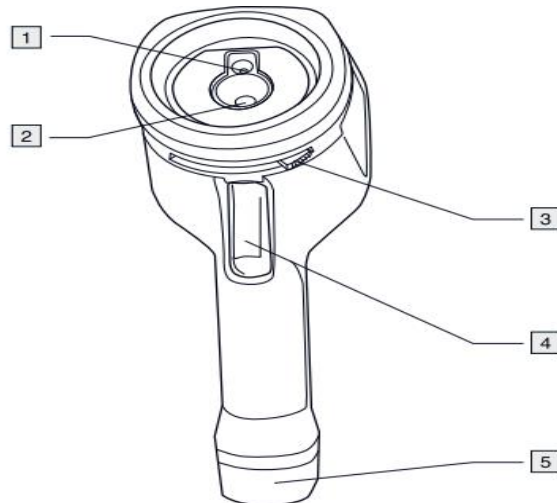
b. Kekurangan

- Kelemahan dari metode ini adalah rentan terhadap pengaruh beberapa kondisi yang terjadi di permukaan beton seperti adanya

puing-puing, air, *wearing*, perubahan warna, retak sealant, angin yang kencang.

2.3.3.4 Detail *Infrared Thermographic*

Bagian Kamera

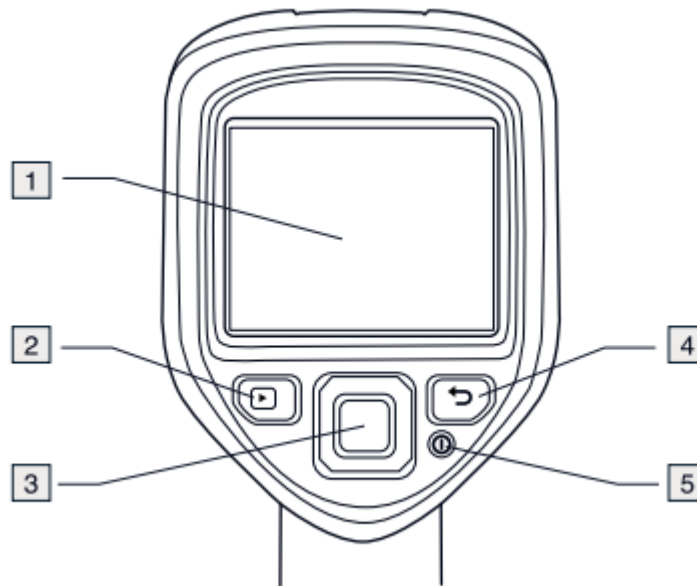


Gambar 2.16 Detail Depan alat Flir Ex Seris (E5)

Keterangan :

1. Kamera Lensa digital
2. Lensa Infrared
3. Tuas untuk menutup dan membuka lensa penutup
4. Pelatuk penyimpan gambar
5. Baterai

Tombol



Gambar 2.17 Detail tombol alat Flir Ex Seris (E5)

Keterangan :

1. Layar Kamera
2. Tombol Arsip
3. Tombol *navigasi*
4. Tombol Pembatalan
5. Tombol *Power*

2.4 Perbaikan Beton

2.4.1 Pemilihan Material Untuk Perbaikan

Pemilihan material yang sesuai merupakan persyaratan yang *absolut* untuk menghasilkan perbaikan yang tahan lama, karena sifatnya dekat dengan beton yang akan diperbaiki, seringkali beton yang dibuat dengan semen Portland atau komposisi yang bersifat *cementitious* lainnya merupakan pilihan yang terbaik untuk material perbaikan. Namun kebutuhan lainnya seperti kondisi kerja tertentu, pencapaian kekuatan secara cepat, perbaikan yang memerlukan ketahanan terhadap serangan bahan kimiawi atau kebutuhan untuk memperoleh permukaan yang estetik seringkali mengakibatkan pilihan jatuh pada material lainnya.

Namun terkadang dalam perbaikan terdapat pilihan lebih dari satu material yang dapat digunakan dengan hasil yang sama, jika ini terjadi, pilihan terakhir

terhadap material atau kombinasi material mesti dilakukan dengan mempertimbangkan kemudahan, penerapan biaya, ketersediaan keterampilan buruh dan peralatan. Pada umumnya tiga hal berikut harus diperhitungkan dalam mempertimbangkan pemilihan material yang akan digunakan: kondisi perbaikan, sifat-sifat material perbaikan, dan keterampilan serta peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pekerjaan perbaikan.

2.4.2 Sifat-Sifat Yang Dibutuhkan Pada Material Perbaikan

1. Stabilitas Dimensional

Salah satu persyaratan utama bagi perbaikan yang berhasil adalah adanya lekatan yang sempurna antara material yang baru dan beton atau *substrate* yang ada di bawahnya. Rusaknya lekatan ini biasanya disebabkan oleh terjadinya perubahan *dimensional* akibat susut. Susut yang terjadi pada beton biasanya diperhitungkan dengan memberikan sambungan (*joint*) yang dapat mengontrol keretakan. Sementara itu sebagian besar perbaikan dilakukan pada beton lama yang sudah tidak mengalami susut lagi sehingga material yang digunakan untuk perbaikan harus bebas dari susut atau dapat menyusut tanpa merusak lekatan dengan beton lama.

2. Koefisien Ekspansi Thermal

Semua material akan berekspansi dan berkontraksi apabila terjadi perubahan temperatur. Untuk suatu perubahan temperatur tertentu, besar ekspansi serta kontraksi ini tergantung dari koefisien ekspansi *thermal* material. Koefisien ekspansi *thermal* untuk beton adalah 0,000006 s.d 0,000012 cm/oc. Jika komposit dari dua material yang memiliki koefisien *thermal* yang jauh berbeda mengalami perubahan temperatur yang berarti, perbedaan dalam perubahan volume ini akan mengakibatkan kerusakan pada garis lekatan atau di dalam penampang yang memiliki kekuatan yang lebih rendah.

3. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas suatu material merupakan ukuran bagi kekakuannya. Material dengan modulus elastisitas yang tinggi tidak berdeformasi sebanyak material dengan modulus elastisitas yang lebih rendah ketika menerima beban. Bila dua material dengan modulus elastisitas yang jauh berbeda berada dalam kontak satu terhadap yang lain material dengan modulus elastisitas lebih rendah cenderung untuk meleleh atau melengkung/menggelembung ketika menerima beban. Selain beban luar yang dapat menimbulkan kerusakan pada komposit dengan perbedaan modulus elastisitas yang besar, susut atau pergerakan thermal pun dapat mengakibatkan hilangnya lekatan (*bond*) kecuali bila modulus elastisitas material perbaikan cukup rendah sehingga memungkinkan pergerakan tanpa menimbulkan tegangan yang eksefis pada garis lekatan.

4. *Permeabilitas*

Permeabilitas berhubungan dengan kemampuan material untuk melakukan cairan atau uap. Beton berkualitas baik secara relatif bersifat tidak *permeabel* terhadap cairan tetapi dapat mentransmisikan uap secara bebas. Bila suatu material yang tidak permeabel digunakan untuk tambalan yang besar, *overlay* atau lapisan permukaan (*surface coating*), uap lembab yang naik ke atas melalui beton yang terdapat di dasar akan terperangkap diantara beton dan perbaikan tersebut. Kelembaban yang terperangkap dapat mengakibatkan kerusakan pada garis lekatan atau pada material yang lebih lemah. Material yang tidak *permeabel* juga umumnya harus dihindarkan pada perbaikan beton yang rusak akibat korosi pada tulangan.

2.4.3 Jenis-Jenis Material Untuk Perbaikan

Pada masa ini tersedia sejumlah besar pilihan material yang dapat digunakan untuk melakukan perbaikan pada struktur beton, diantaranya yang utama adalah:

- Material-material yang *Cementitious*

Material ini berkisar dari mortar dan *grout* serta beton yang konvensional sampai kepada material dengan sifat-sifat yang diperbaiki sesuai kebutuhan dengan menggunakan *admixtures*. Penggunaan *admixtures* antara lain dapat menghasilkan sifat-sifat kohesif, pencapaian kekuatan secara cepat, kelecakan yang lebih tinggi, daya tahan terhadap tercucinya semen dan pengurangan *bleeding* serta susut.

Material perbaikan yang termasuk dalam jenis ini antara lain:

- Beton, mortar atau *grout*, beton terutama digunakan untuk penggantian total penampang atau untuk memperbaiki rongga-rongga yang dalam sampai melalui tulangan beton. Sedangkan mortar dapat digunakan untuk perbaikan rongga-rongga sampai sekecil 4 cm. *Grout* memiliki keuntungan karena bersifat encer dan dapat dipompa sampai kebagian yang tidak terlihat sekalipun, namun *grout* memiliki kandungan air yang tinggi dan konsekuensinya mengalami penyusutan lebih besar dibanding mortar atau beton.
- Beton, dan mortar yang dimodifikasi dengan menambahkan *latex*, merupakan material perbaikan yang sangat berguna untuk melapisi kembali permukaan lantai bangunan atau lantai jembatan yang rusak. Material seperti ini dikenal dengan sebutan beton *latex* (*latex concrete*) atau latex-modified concrete dan pada akhir-akhir ini sering dikenal sebagai *polimer modified concrete*. (Material ini harus dibedakan dari polymer concrete yang mengandung *polimer* yang tidak ditambahkan dalam bentuk *latex*.)
- Beton, mortar atau *grout* yang dimodifikasi dengan menambahkan *polimer*, *polimer* ditambahkan sebagai matrik memiliki beberapa keuntungan bagi pekerjaan perbaikan, keuntungan-keuntungan ini meliputi: kekuatan yang tinggi pada umur dini, kemampuan untuk dicor pada temperature dibawah titik beku memiliki kekuatan lekat

yang baik, durabilitas yang tinggi walaupun bila harus digunakan pada kondisi yang akan merusak beton biasa. Sebagai polimer biasanya digunakan *epoxy*, *polyurethane*, *unsaturated polyester*, *methyl methacrylate* dan lain-lain.

- Beton, mortar atau *grout* yang harus memiliki sifat tertentu untuk suatu tipe perbaikan dapat dibuat menggunakan semen khusus misalnya semen dengan kandungan alumina yang tinggi akan mengalami setting dalam 2 s.d 4 jam dan dapat mencapai kuat tekan sebesar 22 MPa dalam 6 jam. Beton, mortar atau *grout* yang dibuat dengan bahan ini memiliki daya tahan terhadap perusakan asam, sulfat, alkali, air laut dan minyak. Semen Portland tipe III yang dipakai dengan *accelerator* akan menghasilkan bahan yang sesuai untuk pekerjaan perbaikan yang cepat. Selain itu semen magnesium phosphate baik untuk pekerjaan penambalan.
- *Dry Pack*, istilah ini biasanya digunakan untuk mortar dengan bahan dasar semen Portland dengan kandungan air yang cukup rendah sehingga tidak mengalami slump. Sebenarnya setiap material yang dapat digunakan dengan konsistensi sedemikian rupa sehingga tidak mengalami slump (*no-slump consistency*) dapat disebut *dry pack*,
- Beton serat, beton serat memiliki kekuatan tarik, kekuatan lentur, daya tahan terhadap dampak dan daya tahan terhadap abrasi yang lebih baik daripada beton biasa. Serat yang digunakan dapat berupa metal, plastic, gelas atau serat natural.
- *Shotcrete*, atau yang juga biasa disebut *sprayed concrete* atau *sprayed mortar* terdiri dari bahan-bahan pembentuk yang sama seperti beton yaitu semen, agregat dan air. Perbedaan *Shotcrete*

dengan beton biasa adalah bahwa *Shotcrete* biasanya menggunakan agregat kerikil yang bulat dan kandungan semennya lebih tinggi, selain itu *water-cement* rasio dari *Shotcrete* lebih rendah- sekitar 0,4.

➤ Material yang berbahan dasar resin: *Epoxy*

Material ini umumnya dibuat atas dasar *epoxy* resin dan meliputi resin untuk injeksi (*injection resins*), mortar yang dapat dicor dan pasta yang dapat diterapkan dengan tangan. *Epoxy* mortar terdiri dari resin hardener dan filler yang terdiri dari pasir halus , sedangkan *epoxy concrete* terdiri dari resin, hardener, pasir halus dan agregat kasar ukuran kecil.

➤ *Elastomeric Sealants*

Bila retak yang diperbaiki mengalami pergerakan yang berarti, pilihan untuk material yang digunakan sering jatuh pada material ini. Dua tipe *elastomeric sealant* yang biasa dipakai : *hot-applied*, yang biasanya merupakan campuran material yang *bituminous* dengan karet yang kompatibel, *cold applied* yang dapat didasarkan atas berbagai material dan biasanya harus dicampur di lapangan.

➤ *Silicones*

Biasanya digunakan sebagai material perbaikan untuk masalah uap air melalui dinding. Ada dua cara pembuatannya yaitu dengan melarutkan bahan *silicone* padat pada suatu pelarut atau membuat garam alkali dari asam *siliconic* dan melarutkannya dalam air. Larutan material ini disemprotkan ke dinding dengan kecepatan 3m²/ltr dan ketika pelarutnya menguap, silicon resin tertinggal di dalam struktur pori dinding.

➤ *Bentonite*

Merupakan bubuk batuan yang diambil dari debu vulkanik yang mengandung mineral tanah liat dengan persentase tinggi terutama sodium bentonite. Material

ini dapat mengabsorpsi air dalam kuantitas banyak dan mengembang sampai 30 kali volumenya semula dan membentuk massa yang menyerupai jelly yang efektif berfungsi sebagai penghalang air.

2.5 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bangunan Gedung

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, adakalanya juga diperlukan suatu metode terobosan untuk menyelesaikan pekerjaan di lapangan. Khususnya pada saat menghadapi kendala-kendala yang diakibatkan oleh kondisi lapangan yang tidak sesuai dengan dugaan sebelumnya. Untuk itu, penerapan metode pelaksanaan konstruksi yang sesuai kondisi lapangan, akan sangat membantu dalam penyelesaian proyek konstruksi bersangkutan.

Penerapan metode pelaksanaan konstruksi, selain terkait erat dengan kondisi lapangan di mana suatu proyek konstruksi dikerjakan, juga tergantung pada jenis proyek yang dikerjakan. Metode pelaksanaan pekerjaan untuk bangunan gedung berbeda dengan metode pekerjaan bangunan irigasi, bangunan pembangkit listrik, konstruksi dermaga maupun konstruksi jalan dan jembatan.

Semua tahapan pekerjaan gedung mempunyai metode pelaksanaan yang disesuaikan dengan disain dari konsultan perencana. Perencanaan metode pelaksanaan pekerjaan struktur didasarkan atas design, situasi dan kondisi proyek serta site yang ada dalam data-data proyek. Data-data tersebut merupakan data yang mempengaruhi dalam menentukan dan merencanakan metode pelaksanaan gedung.

Adapun tahap-tahap metode pelaksanaan konstruksi gedung sesuai dengan ketentuan yang berlaku adalah sebagai berikut:

1. **Pekerjaan pendahuluan**, merupakan pekerjaan persiapan awal yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek, meliputi; pekerjaan mobilisasi dan demobilisasi, pekerjaan pengukuran dan pembersihan lapangan, pekerjaan pemasangan bouplank, pembuatan direksi keet, pembuatan jalan kerja proyek dan lain-lain.

2. **Pekerjaan Tanah**, merupakan pekerjaan yang mencakup penggalian, pengupasan lahan dan penimbunan yang di perlukan untuk mendukung pekerjaan struktur.
3. **Pekerjaan struktur**, merupakan tahap pekerjaan yang sangat menentukan segala proses pelaksanaan konstruksi bangunan gedung, meliputi; pekerjaan pondasi, pekerjaan sloof, pekerjaan kolom, pekerjaan balok, pekerjaan plat lantai, pekerjaan rangka atap.
4. **Pekerjaan arsitektur**, merupakan pekerjaan tahap akhir atau finishing bangunan gedung, meliputi; pekerjaan dinding, pekerjaan plester dan acian, pekerjaan lantai, pekerjaan kusen pintu dan jendela, pekerjaan mekanikal dan elektrik, pekerjaan plafond, pekerjaan pengecatan dan lain-lain.

2.6 Pengembangan Penelitian Teknik Evaluasi Tidak Merusak Dan Metode Perbaikan Pada Struktur Beton Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung

Banyak penelitian yang terkait pada penyusunan tugas akhir ini, berikut beberapa contoh penelitian yang terkait dalam penyusunan.

1. Termografi inframerah(Ndari. 2009)

Fenomena keabnormalan operasi atau kinerja suatu sistem dapat diketahui melalui parameter temperatur kerja yang terjadi. Baik sistem ini berupa sebuah proses kerja sebuah sistem permesinan maupun aktivitas proses tubuh kita. Temperatur memegang peranan yang cukup penting untuk mendeteksi terjadinya sebuah gangguan atau ketidaknormalan kerja sistem. Fenomena ini dengan mudah dapat dideteksi melalui pengamatan dengan Termografi Inframerah dengan mengamati distribusi panas yang terjadi pada sebuah gambar termal (termogram) melalui beberapa parameter analisa guna prediksi atau analisa lanjut.

Kamera termografi Inframerah merupakan sebuah alat pencitraan distribusi radiasi panas permukaan dalam bentuk gambar termal dan hasil

temperatur terukur. Alat ini merupakan sebuah alat uji tak merusak (*Non destructive Testing*) yang mendeteksi pancaran radiasi obyek langsung melalui medium udara. Thermographic kamera mendeteksi radiasi dalam kisaran inframerah dari spektrum elektromagnetik (sekitar 900-14,000 nanometer atau 0,9-14 μm) dan menghasilkan gambar dari radiasi, yang disebut thermograms. Karena radiasi infra merah yang dipancarkan oleh semua objek berdasarkan suhu mereka, maka sesuai dengan hukum radiasi benda hitam, Termografi memungkinkan untuk mendeteksi salah satu lingkungan dengan atau tanpa terlihat penerangan. Jumlah radiasi yang dipancarkan oleh suatu benda meningkat seiring dengan meningkatnya suhu, sehingga dengan Termografi memungkinkan seseorang untuk melihat variasi suhu. Ketika dilihat oleh kamera termografi, benda-benda hangat, manusia dan hewan berdarah panas menjadi mudah terlihat terhadap lingkungan, baik siang atau malam hari.

2. Penilaian keandalan struktur bangunan gedung eksisting peraturan dan implementasinya.(Wuryanti, W. 2013)

Upaya mewujudkan pembangunan berkelanjutan tidak dibatasi pada pembangunan untuk masa mendatang. Tetapi kepedulian terhadap hasil pembangunan juga perlu dilakukan karena bangunan eksisting merupakan aset ekonomi yang berpengaruh terhadap kebutuhan biaya pemeliharaan. Salah satu pengetahuan rekayasa ilmu sipil yang sedang berkembang saat ini adalah pemeriksaan bangunan gedung eksisting. Pemeriksaan keandalan struktur bangunan gedung eksisting dapat ditempuh melalui dua tahap, yaitu pemeriksaan awal dan pemeriksaan detil melalui serangkaian pengujian sebelum disimpulkan dalam penilaian keandalan. Sampai pada tahap pengujian telah tersedia beberapa standar dan manual yang dapat digunakan sebagai acuan. Tetapi sampai saat ini belum ada pedoman teknis untuk pemeriksaan visual dan penilaian keandalan struktur.

Di sisi lain kebutuhan pemeriksaan keandalan bangunan semakin meningkat. Tidak hanya diperlukan untuk bangunan pasca bencana atau

mengalami deteriorisasi tetapi pada bangunan gedung yang “sehat”. Dari rekaman data pemeriksaan gedung eksisting Puslitbang Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum yang dikordinasi oleh Bidang Standard dan Diseminasi sejak tahun 2008 sampai 2012 telah ditangani sebanyak 45 kasus (Wuryanti, 2012). Jumlah tersebut bertambah bila dijumlahkan dengan pemeriksaan yang dikordinasi langsung oleh Balai lain di dalam lingkungan Puslitbang Permukiman. Jumlah permohonan pemeriksaan bangunan gedung terus meningkat, seiring dengan terbitnya ketentuan untuk melakukan sertifikasi laik fungsi bangunan gedung secara periodik.

Dalam tulisan ini disampaikan berbagai hal terkait dengan acuan standar yang digunakan dalam proses penilaian keandalan dan praktik pemeriksaan bangunan gedung, khususnya yang dilakukan oleh Puslitbang Permukiman, Lingkup pemeriksaan gedung dibatasi pada gedung struktur beton bertulang.

3. Perbaikan dan perkuatan struktur beton bertulang(myeducationsite. 2010)

Dengan makin banyaknya struktur bangunan yang mengalami kerusakan pada saat masa layannya ataupun pada saat proses konstruksi, maka diperlukan pengetahuan mengenai teknologi perbaikan dan perkuatan yang tepat guna. Seperti kita ketahui semua, pada saat ini dengan makin banyaknya bangunan yang mengalami kerusakan struktur maupun non-struktur, pada saat masa layannya ataupun pada saat proses pembangunan yang diakibatkan oleh faktor dari bangunan itu sendiri maupun faktor dari luar. Dimana bentuk dan tingkat kerusakan yang terjadi mulai dari yang ringan sampai berat.

Dengan adanya tuntutan bahwa bangunan yang mengalami kerusakan harus sudah dapat secepatnya difungsikan kembali, maka perlu adanya penanganan terhadap kerusakan yang terjadi, baik dengan melakukan perbaikan ataupun perkuatan. Seringkali dengan terbatasnya waktu, maka perbaikan atau perkuatan yang dilakukan tidak memperhatikan beberapa kaidah yang berkaitan dengan kapasitas struktur dan prosedur pelaksanaan serta control kualitas.

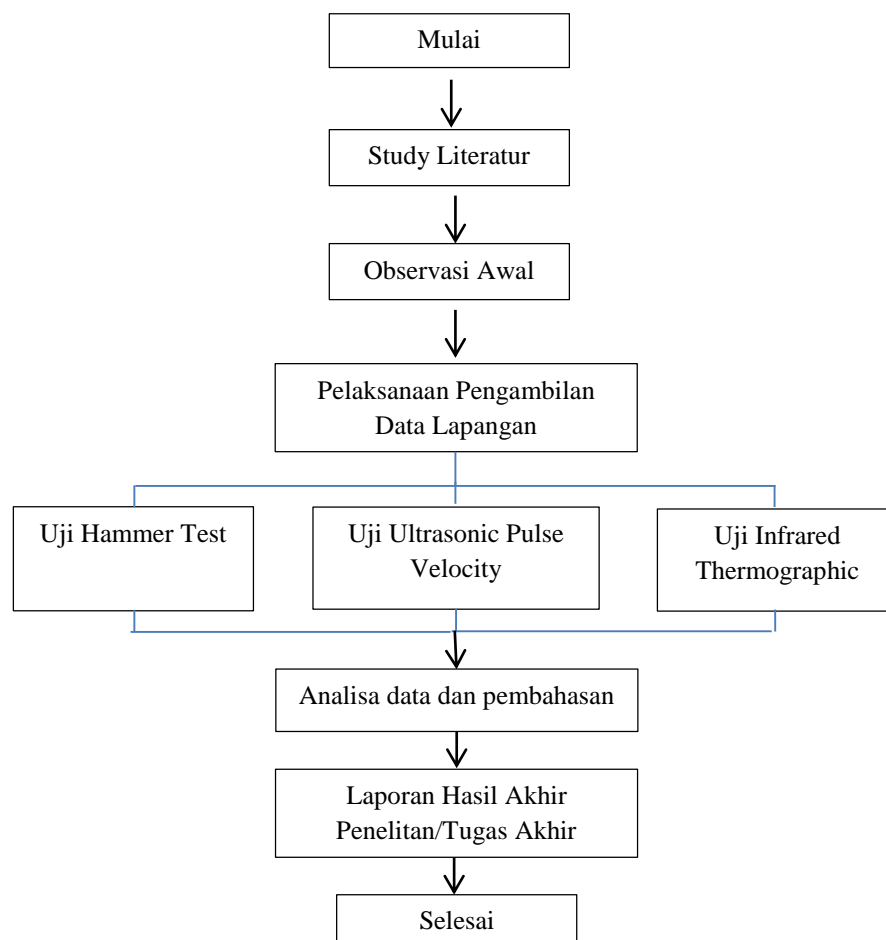
Oleh sebab itu untuk mendapatkan hasil perbaikan dan perkuatan yang tepat guna mencapai sasaran yang telah ditetapkan, maka perlu dilakukan investigasi untuk mendapatkan data-data kerusakan baik melalui pengamatan visual maupun dengan bantuan pengujian tak merusak maupun semi merusak dan mereview dokumen dari struktur yang ada. Dan hasil investigasi tersebut, kemudian dilakukan analisa dan evaluasi pada struktur tersebut untuk menetapkan apakah kerusakan yang terjadi hanya perlu perbaikan atau perlu perkuatan atau dalam kondisi yang jelek struktur yang mengalami kerusakan harus dilakukan pembongkaran dan dibangun struktur baru.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Pengumpulan Data

Pada pengumpulan data ini, penulis harus melakukan study literature dan observasi awal pada secara langsung pada eksisting bangunan dilapangan.

3.2 Diagram Alir



Gambar 3.1 Diagram Alir

3.3 Observasi Awal

Untuk memperoleh data yang dibutuhkan guna keperluan analisis dan justifikasi terhadap permasalahan yang ada, maka dilakukan pengukuran dilapangan. Pengukuran tersebut meliputi inspeksi eksisting bangunan secara *visual*, pengujian *Hammer Test*, pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* dan pengujian

Infrared Thermographic investigasi ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton, jenis/type kerusakan yang terjadi. Dalam investigasi ini juga dilakukan pengukuran dimensi penampang, pengukuran diameter, bentang balok dan tinggi kolom. Selain itu data sekunder berupa informasi tambahan diperoleh dari Gambar rencana serta data-data penunjang lainnya.

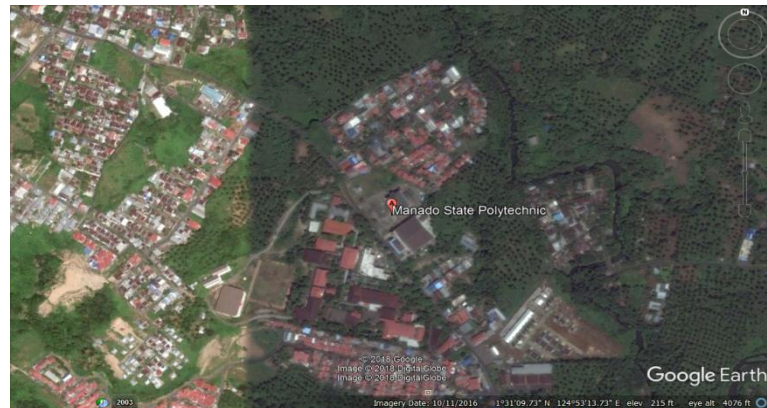
3.4 Pelaksanaan Pengambilan Data Lapangan

Pelaksanaan pengambilan data dilakukan pada bangunan Masjid Al-muhajirin yang berlokasi di Kelurahan Paniki Dua, Kecamatan Mapanget Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Gambar koordinat Masjid Al-Muhajirin

Dan pelaksanaan pengambilan data dilakukan pada bangunan Kuliah Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado yang berlokasi di Kelurahan Paniki Dua, Kecamatan Mapanget Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Gambar koordinat Gedung Kuliah Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado

3.5 Langkah-Langkah Kerja

3.5.1 Hammer Test

1. Peralatan

Peralatan yang diperlukan pada pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan alat *Hammer Test* adalah sebagai berikut :

a. Alat

- 1) *Hammer Test*.
- 2) Spidol.
- 3) Kain atau kuas.
- 4) Papan Mal
- 5) Kalibrasi (bab 2 kalibrasi).

b. Bahan

- 1) Struktur beton ekisting pada gedung bertingkat.

2. Cara kerja alat *Hammer Test*

Menurut SNI 03 4430 *Hammer Test* adalah alat uji kuat tekan beton yang bisa digunakan pada pengujian di laboratorium atau pada struktur bangunan yang sudah jadi, cara kerja *Hammer Test* adalah sebagai berikut :

- a. Bersihkan permukaan yang akan di uji.
- b. Buat kotak dengan jarak 5 cm sebanyak 15 – 20 kotak..
- c. Lakukan 15 – 20 kali tumbukan.
- d. Ambil rata-rata dari semua tumbukan tersebut.
- e. Ambil nilai koreksi. (setiap alat memiliki korekasi yang berbeda- beda)
- f. Nilai rata-rata akhir itulah hasil kuat tekan yang didapat.



Gambar 3.4 Pengujian *Hammer Test* pada kolom bangunan kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado

3.5.2 *Ultrasonic Pulse Velocity*

1. Peralatan

Peralatan yang diperlukan pada pengujian kuat tekan beton dengan menggunakan alat *Ultrasonic Pulse Velocity* V-C-400 V-Meter Mark I adalah sebagai berikut :

1. Alat

- a. 1 (satu) set alat *Ultrasonic Pulse Velocity* V-C-400 V-Meter Mark I.
- b. Kain
- c. Kuas
- d. Meteran

e. Spidol

2. Bahan

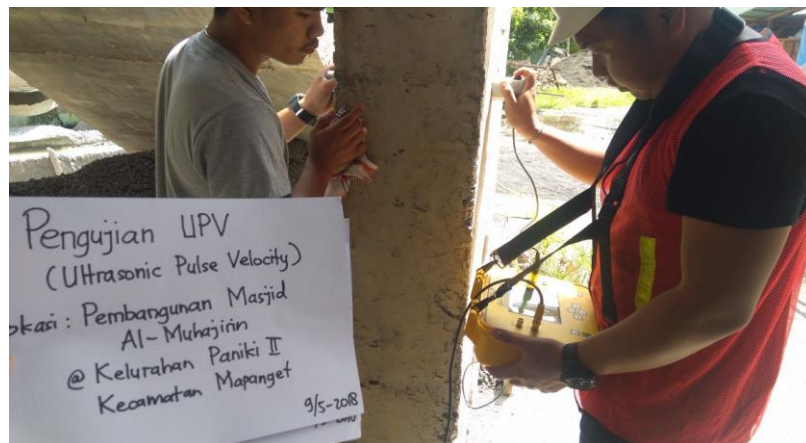
1) Struktur beton ekisting pada gedung bertingkat.

2. Cara kerja alat *Ultrasonic Pulse Velocity*

Ultrasonic Pulse Velocity adalah alat uji kuat tekan beton yang bisa digunakan pada pengujian di laboratorium atau pada struktur bangunan yang sudah jadi, cara kerja *Ultrasonic Pulse Velocity* adalah sebagai berikut :

Cara kerja :

- a. Siapkan benda uji
- b. Pastikan alat batrey *Ultrasonic Pulse Velocity* sudah di isi terlebih dahulu.
- c. Nyalakan alat *Ultrasonic Pulse Velocity*
- d. Pasang semua komponen sesuai buku panduan
- e. Setelah alat siap digunakan ambil receiver dan transmitting dan letakan pada benda uji dapat dilihat pada gambar 2.6.
- f. Ukur jarak antara receiver dan transmitting dengan meteran.
- g. Setel pada alat *Ultrasonic Pulse Velocity* jarak yang telah diukur.
- h. Kemudian run *Ultrasonic Pulse Velocity*
- i. Lihat pada layar nantinya akan keluar nilai velocity yang di cari.
- j. Lalu save nilai yang didapat.



Gambar 3.5 Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* pada bangunan Masjid Al-Muhajirin

3.3.3 *Infrared Thermographic*

1. Peralatan

Peralatan yang diperlukan pada pengujian *Infrared Thermographic* dengan menggunakan alat *Infrared Thermographic Flir Ex Seris (E5)* adalah sebagai berikut :

a. Alat

- alat *Infrared Thermographic Flir Ex Seris*

b. Bahan

- Struktur beton eksting pada gedung bertingkat.

2. Cara kerja alat *Infrared Thermographic*

Infrared Thermographic adalah alat uji yang bisa digunakan pada pengujian di laboratorium atau pada struktur bangunan yang sudah jadi, cara kerja *Infrared Thermographic* adalah sebagai berikut:

- a. Pastikan batrei diisi terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian.
- b. Nyalakan alat *Infrared Thermographic*.
- c. Buka tuas penutup kamera.
- d. Setel kamera sesuai dengan setelan gambar yang diinginkan.
- e. Arahkan pada benda yang akan diuji.
- f. Tekan pelatuk kamera untuk menyimpan gambar hasil pengujian.



Gambar 3.6 Alat *Infrared Thermographic*

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 *Visual Inspection* Pada Struktur Bangunan Pengujian

Pemeriksaan secara kasat mata atau disebut juga *visual inspection* pada bangunan yang diuji wajib dilakukan sebelum melakukan pengujian *Hammer Test*, *Ultrasonic Pulse Velocity*, *Infrared Thermographic* untuk mengetahui keadaan fisik, kecacatan struktural dan hal-hal yang memungkinkan berdampak merugikan pada struktur bangunan yang akan diuji. Berikut adalah beberapa gambar yang diambil pada saat melakukan pemeriksaan kasat mata (*visual inspection*) pada bangunan yang akan diuji (Gambar 4.1-Gambar 4.11).

- 1) *Visual Inspection* pada gedung Masjid Al-Muhajirin (Gambar 4.1-Gambar 4.5)



Gambar 4.1 Tampak struktur bangunan Masjid Al-Muhajirin



Gambar 4.2 Tampak struktur lantai.2 bangunan Masjid Al-Muhajirin



Gambar 4.3 Tampak pertemuan kolom & balok bangunan Masjid Al-Muhajirin



Gambar 4.4 Tampak kolom bangunan Masjid Al-Muhajirin



Gambar 4.5 Tampak balok bangunan Masjid Al-Muhajirin

Dari visual inspection pada bangunan Masjid Al-Muhajirin diperoleh data-data sekunder yang diperlukan, foto-foto saat *visual inspection* dan didapatkan kerusakan yang terjadi pada beberapa bagian struktur, khususnya pada bagian kolom dan balok.

2) *Visual Inspection* pada gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado (Gambar 4.6-Gambar 4.11)



Gambar 4.6 Tampak lantai 1 – lantai 4 struktur bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado



Gambar 4.7 Tampak lantai dasar & lantai basement struktur bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado



Gambar 4.8 Tampak lantai 3 struktur bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado



Gambar 4.9 Tampak lantai dasar struktur bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manando



Gambar 4.10 Tampak kolom dan balok bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manando



Gambar 4.11 Tampak pertemuan kolom dan balok bangunan Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado

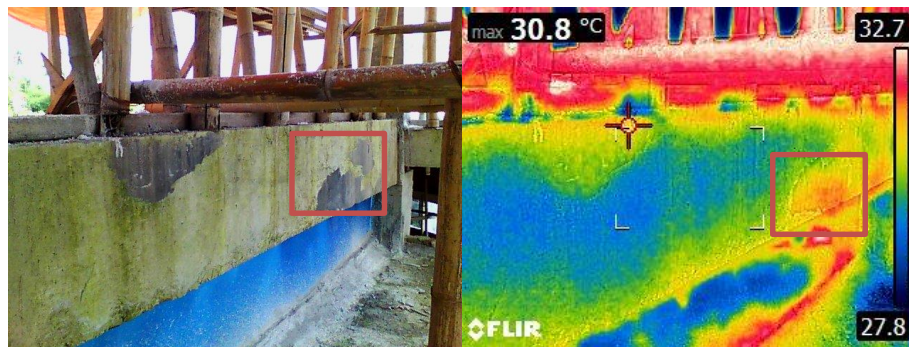
Dari visual inspection pada gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado, diperoleh data-data sekunder yang diperlukan, foto-foto saat *visual inspection* dan didapatkan kerusakan yang terjadi pada beberapa bagian struktur, khususnya pada bagian kolom dan balok.

4.2 *Infrared Thermographic, Hammer Test Dan Ultrasonic Pulse Velocity* Pada Struktur Bangunan Pengujian

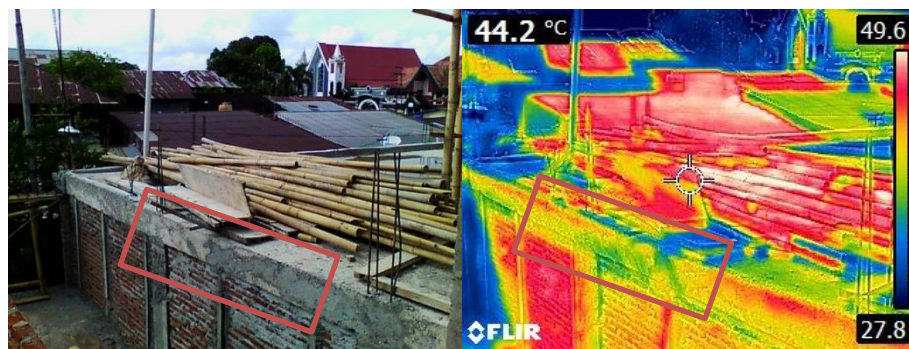
4.2.1 Pengujian *Infrared Thermographic* Pada Struktur Bangunan

Pengujian *Infrared Thermographic* dikerjakan pada eksisting bangunan gedung Masjid Al-Muhajirin dan gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado. Dengan hasil seperti berikut :

- 1) Pengujian *Infrared Thermographic* pada gedung Masjid Al-Muhajirin (Gambar 4.12-Gambar 4.15)



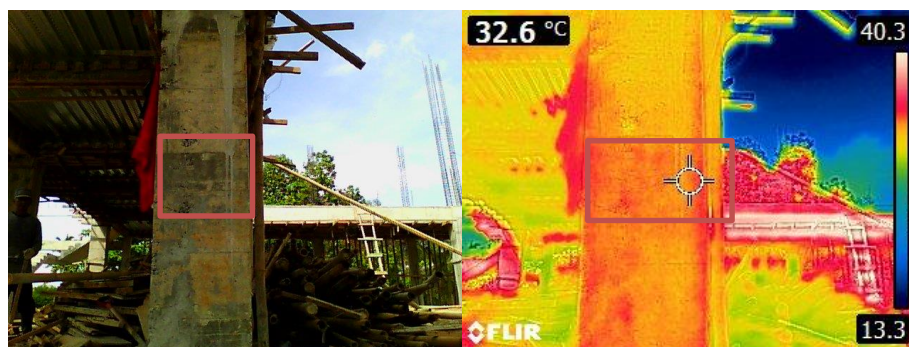
Gambar 4.12 Foto visual dan thermal imaging pada balok 1



Gambar 4.13 Foto visual dan thermal imaging pada balok 2

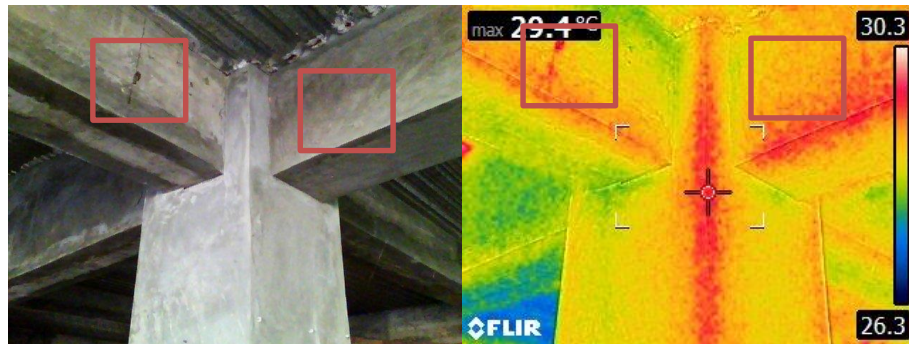


Gambar 4.14 Foto visual dan thermal imaging pada kolom lantai !



Gambar 4.15 Foto visual dan thermal imaging pada kolom lantai 2

2) Pengujian *Infrared Thermographic* pada gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado (Gambar 4.16-Gambar 4.18)



Gambar 4.16 Foto visual dan thermal imaging pada pertemuan kolom & balok lantai 1



Gambar 4.17 Foto visual dan thermal imaging pada kolom lantai 2



Gambar 4.18 Foto visual dan thermal imaging pada kolom lantai 3

Tanda kotak yang berwarna merah pada gambar 4.12 sampai gambar 4.18 diatas adalah bagian dari bangunan yang memiliki mutu beton yang beragam dapat dilihat dari perbedaan warna yang diambil oleh *infrared thermal*. Jadi bisa dilihat bahwa pada bagian struktur bangunan memiliki kerusakan berupa *voids* atau lubang pada struktur eksisting bangunan gedung Masjid Al-Muhajirin dan pada gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado.

4.2.2 Pengujian *Hammer Test* Pada Struktur Bangunan

Pengujian *Hammer Test* dikerjakan pada eksisting bangunan gedung Masjid Al-Muhajirin dan pada gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado. Berikut adalah hasil pengujian yang didapat pada kolom, balok dan pelat pada kedua gedung tersebut.

1) Pengujian *Hammer Test* pada gedung Masjid Al-Muhajirin

a) Data pengujian Kolom Lantai 1 dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Lantai 1

HAMMER TEST								
(ASTM C805-97)								
Elemen Beton		: Kolom Lt.1						
Lokasi		: Gedung Masjid Al-Muhajirin						
Tanggal Pengujian		: 9 mei 2018						
Umur Beton		: > 28 Hari						
Mutu Rencana		: K-300						
Sudut	KODE BETON	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	Kuat Tekan
								kg/cm ²
0°	K 30 X30	34	38	36	35	36	36.35	213.53
		36	36	39	39	38		
		36	36	36	35	38		
		38	37	34	35	35		
0°	K 30 X30	38	45	40	43	36	41.6	264.03
		47	38	42	38	46		
		38	36	59	42	38		
		40	41	42	40	43		
0°	K 30 X30	36	30	36	35	36	35.4	210.64
		38	34	36	38	32		
		35	35	30	36	38		
		35	38	32	38	40		
0°	K 50 X50	42	37	44	40	48	37.5	224.59
		40	42	38	31	40		
		32	34	34	38	39		
		38	35	36	30	32		

Tabel 4.2 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Lantai 1

HAMMER TEST								
(ASTM C805-97)								
Elemen Beton		: Kolom Lt.1 Gedung Masjid Al-						
Lokasi		: Muhajirin						
Tanggal Pengujian		: 9 mei 2018						
Umur Beton		: > 28 Hari						
Mutu Rencana		: K-300						
Sudut	KODE BETON	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	Kuat Tekan
								kg/cm ²
0°	K 50 X50	42	41	38	44	44	41.65	264.51
		48	42	46	42	34		
		42	40	44	44	38		
		43	41	45	34	41		
0°	K 30 X50	40	42	40	36	40	38.25	231.81
		40	38	38	39	44		
		35	40	37	38	24		
		39	39	37	37	42		
0°	K 30 X50	44	42	44	38	42	42.9	272.80
		43	45	41	42	45		
		43	41	42	46	43		
		40	47	42	44	44		
Rata-rata Mutu Beton							240.27	

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Hammer Test* pada kolom lantai 1 bernilai 210.64 kg/cm² sampai 272.80 kg/cm². Rata-rata kuat tekan kolom pada lantai 1 adalah 240.27 kg/cm².

b) Data pengujian Kolom Lantai 2 dapat dilihat pada Tabel 4.3 sebagai berikut.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Lantai 2

HAMMER TEST									
(ASTM C805-97)									
Elemen Beton		: Kolom Lanati 2							
Lokasi		: Gedung Masjid Al-Muhajirin							
Tanggal Pengujian		: 9 mei 2018							
Umur Beton		: > 28 Hari							
Mutu Perencanaan		: K-300							
Sudut	KODE BETON	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	Kuat Tekan	
								kg/cm ²	
0°	K 30 X30	40	40	38	38	38	38.6	254.24	
		38	40	38	34	34			
		42	42	40	34	42			
		40	38	34	41	41			
0°	K 30 X30	40	38	38	36	44	38.6	254.24	
		41	40	34	36	37			
		40	34	37	40	39			
		40	40	39	39	40			
0°	K 30 X30	37	37	41	38	37	39.45	263.08	
		35	36	42	41	40			
		41	41	38	38	44			
		41	42	40	38	42			
0°	K 50 X50	38	40	42	36	40	40.05	269.32	
		41	37	42	38	42			
		45	40	38	38	43			
		44	30	39	45	43			
0°	K 50 X50	43	40	38	42	30	40.05	269.32	
		30	39	44	39	42			
		42	43	36	41	40			
		41	49	42	34	46			
0°	K 30 X50	36	32	36	39	39	36.55	232.92	
		39	36	35	32	34			
		43	42	36	37	39			
		37	34	36	39	30			
0°	K 30 X50	28	34	34	34	30	33.4	200.16	
		34	35	36	35	34			
		35	34	34	33	34			
		32	33	34	32	33			
Rata-Rata Kuat Tekan							249.04		

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Hammer Test* pada kolom lantai 2 bernilai 200.16 kg/cm² sampai 269.32 kg/cm². Rata-rata kuat tekan kolom pada lantai 2 adalah 249.04 kg/cm².

c) Data pengujian Balok & Plat Lantai 2 dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Balok & Plat Lantai 2

HAMMER TEST									
(ASTM C805-97)									
Elemen Beton		: Balok & Plat Lt.2							
Lokasi		: Gedung Masjid Al-Muhajirin							
Tanggal Pengujian		: 9 mei 2018							
Umur Beton		: > 28 Hari							
Mutu Perencanaan		: K-275							
Sudut	KODE BETON	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	Kuat Tekan	
								kg/cm2	
0°	BALOK	30	23	20	29	29	29.25	153.08	
		32	28	28	24	30			
		28	31	31	24	29			
		30	32	36	34	37			
0°	BALOK	22	28	30	32	22	29.3	153.58	
		30	26	26	28	28			
		32	28	26	30	30			
		39	34	30	31	34			
0°	BALOK	27	40	23	31	30	30.45	165.24	
		20	18	29	33	33			
		30	31	34	30	30			
		30	35	38	35	32			
0°	BALOK	36	30	34	36	30	31	170.82	
		30	23	32	30	29			
		28	31	29	29	33			
		29	36	35	31	29			

Tabel 4.5 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan Balok & Plat Lantai 2

HAMMER TEST								
(ASTM C805-97)								
Elemen Beton		: Balok & Plat Lt.2						
Lokasi		: Gedung Masjid Al-Muhajirin						
Tanggal Pengujian		: 9 mei 2018						
Umur Beton		: > 28 Hari						
Mutu Rencana		: K-275						
Sudut	KODE BETON	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	Kuat Tekan
								kg/cm ²
(-)90°	PLAT	30	22	26	23	31	24.4	145.47
		20	25	29	22	23		
		18	22	24	22	28		
		28	24	33	16	22		
(-)90°	PLAT	18	21	22	16	21	18.65	89.19
		15	22	22	20	16		
		19	12	22	19	17		
		19	19	20	17	16		
(-)90°	PLAT	26	23	28	24	25	26.15	162.20
		15	24	28	24	25		
		36	30	20	26	23		
		38	28	28	28	24		
Rata-Rata Kuat Tekan							148.51	

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Hammer Test* pada balok dan lantai 2 bernilai 89.19 kg/cm² sampai 170.82 kg/cm². Rata-rata kuat tekan balok dan plat pada lantai 2 adalah 148.51 kg/cm².

2) Pengujian *Hammer Test* pada gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado.

a) Data pengujian Kolom, Balok dan Plat Lantai 1 dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut :

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom, Balok & Plat Lantai 1

HAMMER TEST								
(ASTM C805-97)								
Elemen Beton		: Kolom, Balok & Plat						
Lokasi		: Gedung Kuliah Pendidikan Terpaduh Politeknik Negeri Manado						
Tanggal Pengujian		: 12-Apr-18						
Umur Beton		: > 28 Hari						
Mutu Rencana		: K-275						
Sudut	KODE BETON	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	Kuat Tekan
								kg/cm ²
0°	KOLOM	42	38	36	44	41	39.85	223.81
		38	38	38	41	44		
		42	43	39	39	44		
		37	36	36	41	40		
0°	KOLOM	42	38	36	44	41	39.65	222.07
		40	41	28	41	44		
		40	43	39	39	44		
		36	40	36	41	40		
(-)90°	PLAT	21	20	22	22	22	22.4	106.66
		20	20	22	22	22		
		23	22	24	23	25		
		23	23	25	23	24		
(-)90°	PLAT	28	29	29	32	26	29.1	164.15
		30	32	34	28	29		
		29	28	31	31	33		
		29	30	30	24	20		
90°	BALOK	49	50	43	51	55	50.45	278.69
		49	51	44	53	56		
		50	46	52	45	54		
		48	54	55	50	54		
90°	BALOK	53	54	53	54	54	51.95	291.75
		55	54	49	55	56		
		51	50	52	52	55		
		42	45	50	52	53		
Rata-Rata Kuat Tekan							214.52	

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Hammer Test* pada kolom, balok dan plat lantai 1 bernilai 106.66 kg/cm² sampai 291/75 kg/cm² . Rata-rata kuat tekan kolom, balok dan plat pada lantai 1 adalah 214.52 kg/cm².

b) Data pengujian Kolom, Balok dan Plat Lantai 2 dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8 sebagai berikut :

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom, Balok & Plat Lantai 2

HAMMER TEST								
(ASTM C805-97)								
Elemen Beton		: Kolom, Balok & Plat Lt.2						
Lokasi		: Gedung Kuliah Pendidikan Terpaduh Politeknik Negeri Manado						
Tanggal Pengujian		: 5 & 12 April 2018						
Umur Beton		: > 28 Hari						
Mutu Rencana		: K-275						
Sudut	KODE BETON	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	Kuat Tekan
								kg/cm2
0°	KOLOM	39	38	37	40	38	39.1	217.28
		37	38	42	39	40		
		39	40	42	38	40		
		40	40	37	38	40		
0°	KOLOM	36	37	41	38	39	38.7	213.80
		36	37	41	38	42		
		34	40	37	34	40		
		36	40	44	42	42		
0°	KOLOM	34	35	34	38	36	35.8	188.54
		36	34	36	36	36		
		34	35	35	37	36		
		36	35	37	36	40		
(-)90°	PLAT	38	36	36	37	37	34.3	207.70
		38	32	30	40	32		
		34	32	28	36	26		
		30	34	34	38	38		

Tabel 4.8 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom, Balok & Plat Lantai 2

HAMMER TEST								
(ASTM C805-97)								
Elemen Beton		: Kolom, Balok & Plat Lt.2						
Lokasi		: Gedung Kuliah Pendidikan Terpaduh Politeknik Negeri Manado						
Tanggal Pengujian		: 5 & 12 April 2018						
Umur Beton		: > 28 Hari						
Mutu Rencana		: K-275						
Sudut	KODE BETON	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	Kuat Tekan
								kg/cm ²
(-)90°	PLAT	30	38	32	36	38	33.7	202.47
		38	40	32	28	28		
		36	34	34	30	34		
		26	38	32	38	32		
90°	BALOK	53	51	54	51	53	50.9	281.74
		53	53	51	52	50		
		56	52	50	55	48		
		51	47	46	46	46		
90°	BALOK	48	49	50	53	46	49.25	267.36
		53	54	50	50	56		
		52	51	40	48	50		
		50	42	46	47	50		
Rata-Rata Kuat Tekan							263.15	

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Hammer Test* pada kolom, balok dan plat lantai 2 bernilai 188.54 kg/cm² sampai 281.74 kg/cm². Rata-rata kuat tekan kolom, balok dan plat pada lantai 2 adalah 263.15 kg/cm².

c) Data pengujian Kolom, Balok dan Plat Lantai 3 dapat dilihat pada Tabel 4.9 sebagai berikut :

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom, Balok & Plat Lantai 3

HAMMER TEST								
(ASTM C805-97)								
Elemen Beton		: Kolom, Balok & Plat Lt.3						
Lokasi		: Gedung Kuliah Pendidikan Terpaduh Politeknik Negeri Manado						
Tanggal Pengujian		: 5 & 12 April 2018						
Umur Beton		: > 28 Hari						
Mutu Rencana		: K-275						
Sudut	KODE BETON	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	Kuat Tekan
								kg/cm ²
0°	KOLOM	50	50	50	48	46	48.35	297.85
		47	48	48	50	49		
		48	47	48	49	52		
		48	51	46	44	48		
0°	KOLOM	49	48	46	50	48	48.15	296.11
		46	50	47	48	48		
		40	49	50	50	49		
		50	50	48	49	48		
0°	KOLOM	52	48	48	48	50	48.65	300.46
		48	49	52	48	48		
		44	48	49	50	44		
		49	48	50	52	48		
(-)90°	PLAT	30	28	28	24	28	27.6	151.09
		26	25	34	36	26		
		30	27	24	32	24		
		24	28	28	24	26		
(-)90°	PLAT	24	25	26	30	24	24.5	124.96
		24	26	28	20	28		
		26	23	25	27	23		
		22	20	22	25	22		
90°	BALOK	52	52	50	56	52	53.4	307.87
		50	49	52	52	70		
		55	52	52	52	50		
		56	52	54	58	52		
90°	BALOK	55	54	50	55	52	53.3	306.99
		52	50	55	52	52		
		56	60	55	55	51		
		50	55	50	55	52		
Rata-Rata Kuat Tekan							297.55	

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Hammer Test* pada kolom, balok dan plat lantai 3 bernilai 124.96 kg/cm² sampai 307.87 kg/cm². Rata-rata kuat tekan kolom, balok dan plat pada lantai 3 adalah 297.55 kg/cm².

4.2.3 Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* Pada Struktur Bangunan

Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* dikerjakan pada eksisting bangunan gedung Mesjid Al-Muhajirin dan pada gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado. Berikut adalah hasil pengujian UPV yang didapat pada kolom, balok dan pelat pada kedua gedung tersebut.

- 1) Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* pada gedung Masjid Al-Muhajirin
 - a) Data pengujian Kolom Lantai 1 dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11 sebagai berikut.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom Lantai 1

Ultrasonic Pulse Velocity								
(ASTM C597-1991)								
Elemen Beton		:	Kolom Lt.1					
Lokasi		:	Gedung Masjid Al-Muhajirin					
Tanggal Pengujian		:	9 mei 2018					
Umur Beton		:	> 28 Hari					
Mutu Rencana		:	K-300					
Kode Beton	Metode Uji	Jarak	Velocity		e	Kuat Tekan		Rata-Rata Kg/cm ²
			m/s	Km/s		Mpa	Kg/cm ²	
K 30 X30	Direct Trans.	30 cm	3610	3.61	2.718	29.51	300.88	301.32
			3614	3.614	2.718	29.54	301.22	
			3614	3.614	2.718	29.54	301.22	
			3619	3.619	2.718	29.58	301.63	
			3619	3.619	2.718	29.58	301.63	
K 30 X30	Direct Trans.	30 cm	3614	3.614	2.718	29.54	301.22	301.12
			3606	3.606	2.718	29.47	300.55	
			3619	3.619	2.718	29.58	301.63	
			3619	3.619	2.718	29.58	301.63	
			3606	3.606	2.718	29.47	300.55	

Tabel 4.11 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom Lantai 1

Ultrasonic Pulse Velocity								
(ASTM C597-1991)								
Elemen Beton		:	Kolom lt.1					
Lokasi		:	Gedung Masjid Al-					
Tanggal Pengujian		:	Muhajirin					
Umur Beton		:	9 mei 2018					
Mutu Rencana		:	> 28 Hari					
		:	K-300					
Kode Beton	Metode Uji	Jarak	Velocity		e	Kuat Tekan		Rata-Rata Kg/cm ²
			m/s	Km/s		Mpa	Kg/cm ²	
K 30 X30	Direct Trans.	30 cm	3871	3.871	2.718	31.64	322.64	322.89
			3876	3.876	2.718	31.68	323.05	
			3876	3.876	2.718	31.68	323.05	
			3871	3.871	2.718	31.64	322.64	
			3876	3.876	2.718	31.68	323.05	
K 50 X50	Direct Trans.	50 cm	3602	3.602	2.718	29.44	300.22	301.10
			3615	3.615	2.718	29.55	301.30	
			3613	3.613	2.718	29.53	301.13	
			3618	3.618	2.718	29.57	301.55	
			3615	3.615	2.718	29.55	301.30	
K 50 X50	Direct Trans.	50 cm	3610	3.61	2.718	29.51	300.88	301.20
			3613	3.613	2.718	29.53	301.13	
			3613	3.613	2.718	29.53	301.13	
			3615	3.615	2.718	29.55	301.30	
			3618	3.618	2.718	29.57	301.55	
K 30 X50	Direct Trans.	50 cm	3556	3.556	2.718	29.07	296.38	296.43
			3559	3.559	2.718	29.09	296.63	
			3556	3.556	2.718	29.07	296.38	
			3556	3.556	2.718	29.07	296.38	
			3556	3.556	2.718	29.07	296.38	
K 30 X50	Direct Trans.	50 cm	3371	3.371	2.718	27.55	280.96	281.28
			3371	3.371	2.718	27.55	280.96	
			3375	3.375	2.718	27.59	281.30	
			3375	3.375	2.718	27.59	281.30	
			3382	3.382	2.718	27.64	281.88	
Rata-Rata Kuat Tekan UPV								300.76

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* pada kolom lantai 1 bernilai 281.28 sampai 322.89 kg/cm². Rata-rata kuat tekan kolom lantai 1 adalah 300.76 kg/cm² dan standar deviasi yang didapat bernilai 12.17 kg/cm² mendekati sesuai dengan PBI hal 40 45 < SD ≤ 55 maka mutu beton Baik Sekali.

b) Data pengujian Kolom Lantai 2 dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13 sebagai berikut :

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom Lantai 2

Ultrasonic Pulse Velocity (ASTM C597-1991)								
Elemen Beton		:	Kolom Lantai 2					
Lokasi		:	Gedung Masjid Al-Muhajirin					
Tanggal Pengujian		:	9 mei 2018					
Umur Beton		:	> 28 Hari					
Mutu Rencana		:	K-300					
Kode Beton	Metode Uji	Jarak	Velocity		e	Kuat Tekan		Rata-Rata Kg/cm ²
			m/s	Km/s		Mpa	Kg/cm ²	
K 30 X30	Direct Trans.	30 cm	3778	3.778	2.718	30.88	314.89	314.62
			3774	3.774	2.718	30.85	314.55	
			3774	3.774	2.718	30.85	314.55	
			3774	3.774	2.718	30.85	314.55	
			3774	3.774	2.718	30.85	314.55	
K 30 X30	Direct Trans.	30 cm	3745	3.745	2.718	30.61	312.14	312.55
			3750	3.75	2.718	30.65	312.55	
			3755	3.755	2.718	30.69	312.97	
			3745	3.745	2.718	30.61	312.14	
			3755	3.755	2.718	30.69	312.97	
K 50 X50	Direct Trans.	50 cm	3634	3.634	2.718	29.70	302.88	304.03
			3636	3.636	2.718	29.72	303.05	
			3639	3.639	2.718	29.74	303.30	
			3691	3.691	2.718	30.17	307.64	
			3639	3.639	2.718	29.74	303.30	
K 50 X50	Direct Trans.	50 cm	3690	3.69	2.718	30.16	307.55	309.37
			3717	3.717	2.718	30.38	309.80	
			3717	3.717	2.718	30.38	309.80	
			3715	3.715	2.718	30.36	309.64	
			3720	3.72	2.718	30.41	310.05	

Tabel 4.13 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom Lantai 2

Ultrasonic Pulse Velocity								
(ASTM C597-1991)								
Elemen Beton		:	Kolom Lantai 2					
Lokasi		:	Gedung Masjid Al-Muhajirin					
Tanggal Pengujian		:	9 mei 2018					
Umur Beton		:	> 28 Hari					
Mutu Rencana		:	K-300					
Kode Beton	Metode Uji	Jarak	Velocity		e	Kuat Tekan		Rata-Rata Kg/cm ²
			m/s	Km/s		Mpa	Kg/cm ²	
			3639	3.639	2.718	29.74	303.30	
K 50 X50	Direct Trans.	50 cm	3690	3.69	2.718	30.16	307.55	309.37
			3717	3.717	2.718	30.38	309.80	
			3717	3.717	2.718	30.38	309.80	
			3715	3.715	2.718	30.36	309.64	
			3720	3.72	2.718	30.41	310.05	
K 30 X50	Direct Trans.	50 cm	3544	3.544	2.718	28.97	295.38	295.50
			3544	3.544	2.718	28.97	295.38	
			3549	3.549	2.718	29.01	295.80	
			3546	3.546	2.718	28.98	295.55	
			3544	3.544	2.718	28.97	295.38	
K 30 X50	Direct Trans.	50 cm	3607	3.607	2.718	29.48	300.63	301.02
			3610	3.61	2.718	29.51	300.88	
			3613	3.613	2.718	29.53	301.13	
			3613	3.613	2.718	29.53	301.13	
			3615	3.615	2.718	29.55	301.30	
Rata-Rata Kuat Tekan UPV								306.18

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* pada kolom lantai 2 bernilai 295.50 kg/cm² sampai 314.62 kg/cm². Rata-rata kuat tekan kolom lantai 2 adalah 306.18 kg/cm².

c) Data pengujian Balok dan Plat Lantai 2 dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15 sebagai berikut.

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Balok dan Plat Lantai 2

Ultrasonic Pulse Velocity								
(ASTM C597-1991)								
Elemen Beton		:	Balok & Plat Lantai 2					
Lokasi		:	Gedung Masjid Al-Muhajirin					
Tanggal Pengujian		:	9 mei 2018					
Umur Beton		:	> 28 Hari					
Mutu Rencana		:	K-250					
Kode Beton	Metode Uji	Jarak	Velocity		e	Kuat Tekan		Rata-Rata Kg/cm ²
			m/s	Km/s		Mpa	Kg/cm ²	
Plat	indirect Trans.	20 cm	3521	3.521	2.718	28.78	293.47	276.60
			2527	2.527	2.718	20.65	210.62	
			3527	3.527	2.718	28.83	293.97	
			3503	3.503	2.718	28.63	291.97	
			3515	3.515	2.718	28.73	292.97	
Plat	indirect Trans.	20 cm	3361	3.361	2.718	27.47	280.13	277.56
			3356	3.356	2.718	27.43	279.71	
			3328	3.328	2.718	27.20	277.38	
			3306	3.306	2.718	27.02	275.55	
			3300	3.3	2.718	26.97	275.05	
Plat	indirect Trans.	20 cm	3810	3.81	2.718	31.14	317.55	315.12
			3802	3.802	2.718	31.08	316.89	
			3774	3.774	2.718	30.85	314.55	
			3759	3.759	2.718	30.72	313.30	
			3759	3.759	2.718	30.72	313.30	
Balok	indirect Trans.	30 cm	3534	3.534	2.718	28.89	294.55	292.92
			3529	3.529	2.718	28.84	294.13	
			3521	3.521	2.718	28.78	293.47	
			3492	3.492	2.718	28.54	291.05	
			3496	3.496	2.718	28.57	291.38	

Tabel 4.15 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Balok dan Plat Lantai 2

Ultrasonic Pulse Velocity (ASTM C597-1991)								
Elemen Beton		:	Balok & Plat Lantai 2					
Lokasi		:	Gedung Masjid Al-Muchtar					
Tanggal Pengujian		:	9 mei 2018					
Umur Beton		:	> 28 Hari					
Mutu Rencana		:	K-250					
Kode Beton	Metode Uji	Jarak	Velocity		e	Kuat Tekan		Rata-Rata Kg/cm ²
			m/s	Km/s		Mpa	Kg/cm ²	
Balok	indirect Trans.	30 cm	3584	3.584	2.718	29.29	298.72	299.30
			3597	3.597	2.718	29.40	299.80	
			3584	3.584	2.718	29.29	298.72	
			3597	3.597	2.718	29.40	299.80	
			3593	3.593	2.718	29.37	299.47	
Balok	indirect Trans.	30 cm	2549	2.549	2.718	20.83	212.45	211.12
			2542	2.542	2.718	20.78	211.87	
			2536	2.536	2.718	20.73	211.37	
			2521	2.521	2.718	20.61	210.12	
			2517	2.517	2.718	20.57	209.79	
Balok	indirect Trans.	30 cm	3401	3.401	2.718	27.80	283.46	288.62
			3448	3.448	2.718	28.18	287.38	
			3476	3.476	2.718	28.41	289.72	
			3488	3.488	2.718	28.51	290.72	
			3501	3.501	2.718	28.62	291.80	
Rata-Rata Kuat Tekan UPV								280.18

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* pada balok dan plat lantai 2 bernilai 211.12 kg/cm² sampai 299.30 kg/cm². Rata-rata kuat tekan balok dan plat lantai 2 adalah 280.18 kg/cm².

2) Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity* pada gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado.

a) Data pengujian Kolom, Balok dan Plat Lantai 1 dapat dilihat pada Tabel 4.16 sebagai berikut .

Tabel 4.16 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom, Balok dan Plat Lantai 1

Ultrasonic Pulse Velocity (ASTM C597-1991)								
Elemen Beton		:	Kolom, Balok & Plat Lantai 1					
Lokasi		:	Gedung Kuliah Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado					
Tanggal Pengujian		:	5 & 12 April 2018					
Umur Beton		:	> 28 Hari					
Mutu Rencana		:	K-275					
Kode Beton	Metode Uji	Jarak	Velocity		e	Kuat Tekan		Rata-Rata Kg/cm ²
			m/s	Km/s		Mpa	Kg/cm ²	
KI	indirect Trans.	30 cm	2747	2.747	2.718	22.45	228.96	229.86
			2760	2.760	2.718	22.56	230.04	
			2760	2.760	2.718	22.56	230.04	
			2757	2.757	2.718	22.53	229.79	
			2765	2.765	2.718	22.60	230.46	
KI	indirect Trans.	30 cm	3093	3.093	2.718	25.28	257.79	259.11
			3109	3.109	2.718	25.41	259.13	
			3118	3.118	2.718	25.49	259.88	
			3115	3.115	2.718	25.46	259.63	
			3109	3.109	2.718	25.41	259.13	
Plat	indirect Trans.	30 cm	3125	3.125	2.718	25.54	260.46	257.61
			3118	3.118	2.718	25.49	259.88	
			3083	3.083	2.718	25.20	256.96	
			3061	3.061	2.718	25.02	255.13	
			3067	3.067	2.718	25.07	255.63	
Plat	indirect Trans.	30 cm	3096	3.096	2.718	25.31	258.04	239.91
			3077	3.077	2.718	25.15	256.46	
			3024	3.024	2.718	24.72	252.04	
			2674	2.674	2.718	21.86	222.87	
			2521	2.521	2.718	20.61	210.12	
Balok	indirect Trans.	30 cm	2033	2.033	2.718	16.62	169.45	176.58
			2031	2.031	2.718	16.60	169.28	
			2033	2.033	2.718	16.62	169.45	
			2240	2.240	2.718	18.31	186.70	
			2256	2.256	2.718	18.44	188.03	
Balok	indirect Trans.	30 cm	3135	3.135	2.718	25.62	261.29	262.46
			3138	3.138	2.718	25.65	261.54	
			3165	3.165	2.718	25.87	263.79	
			3175	3.175	2.718	25.95	264.63	
			3132	3.132	2.718	25.60	261.04	
Rata-Rata Kuat Tekan UPV								237.59

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* pada kolom, balok dan plat lantai 1 bernilai 176.58 kg/cm² sampai 262.40 kg/cm². Rata-rata kuat tekan kolom, balok dan plat lantai 1 adalah 237.59 kg/cm².

b) Data pengujian Kolom, Balok dan Plat Lantai 2 dapat dilihat pada Tabel 4.17 dan Tabel 2.18 sebagai berikut.

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom, Balok dan Plat Lantai 2

Ultrasonic Pulse Velocity (ASTM C597-1991)								
Elemen Beton		:	Kolom, Balok & Plat Lantai 2					
Lokasi		:	Gedung Kuliah Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado					
Tanggal Pengujian		:	5 & 12 April 2018					
Umur Beton		:	> 28 Hari					
Mutu Rencana		:	K-275					
Kode Beton	Metode Uji	Jarak	Velocity		e	Kuat Tekan		Rata-Rata Kg/cm ²
			m/s	Km/s		Mpa	Kg/cm ²	
KI	indirect Trans.	20 cm	2410	2.410	2.718	19.70	200.87	237.66
			2601	2.601	2.718	21.26	216.79	
			3035	3.035	2.718	24.81	252.96	
			3086	3.086	2.718	25.22	257.21	
			3125	3.125	2.718	25.54	260.46	
KI	indirect Trans.	20 cm	3472	3.472	2.718	28.38	289.38	321.49
			5362	5.362	2.718	43.83	446.91	
			3484	3.484	2.718	28.48	290.38	
			3490	3.490	2.718	28.53	290.88	
			3478	3.478	2.718	28.43	289.88	
KI	indirect Trans.	20 cm	2801	2.801	2.718	22.89	233.46	234.72
			2809	2.809	2.718	22.96	234.12	
			2817	2.817	2.718	23.02	234.79	
			2829	2.829	2.718	23.12	235.79	
			2825	2.825	2.718	23.09	235.46	
Plat	indirect Trans.	30 cm	2817	2.817	2.718	23.02	234.79	236.61
			2841	2.841	2.718	23.22	236.79	
			2844	2.844	2.718	23.25	237.04	
			2846	2.846	2.718	23.26	237.21	
			2846	2.846	2.718	23.26	237.21	

Tabel 4.18 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom, Balok dan Plat Lantai 2

Ultrasonic Pulse Velocity (ASTM C597-1991)								
Elemen Beton		:	Kolom, Balok & Plat Lantai 2					
Lokasi		:	Gedung Kuliah Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado					
Tanggal Pengujian		:	5 & 12 April 2018					
Umur Beton		:	> 28 Hari					
Mutu Rencana		:	K-275					
Kode Beton	Metode Uji	Jarak	Velocity		e	Kuat Tekan		Rata-Rata Kg/cm ²
			m/s	Km/s		Mpa	Kg/cm ²	
Plat	indirect Trans.	30 cm	2740	2.740	2.718	22.40	228.37	229.29
			2750	2.750	2.718	22.48	229.21	
			2755	2.755	2.718	22.52	229.62	
			2755	2.755	2.718	22.52	229.62	
			2755	2.755	2.718	22.52	229.62	
Balok	indirect Trans.	30 cm	3367	3.367	2.718	27.52	280.63	282.68
			3363	3.363	2.718	27.49	280.30	
			3371	3.371	2.718	27.55	280.96	
			3413	3.413	2.718	27.90	284.46	
			3444	3.444	2.718	28.15	287.05	
Balok	indirect Trans.	30 cm	2033	2.033	2.718	16.62	169.45	176.58
			2031	2.031	2.718	16.60	169.28	
			2033	2.033	2.718	16.62	169.45	
			2240	2.240	2.718	18.31	186.70	
			2256	2.256	2.718	18.44	188.03	
Balok	indirect Trans.	30 cm	3589	3.589	2.718	29.33	299.13	305.37
			3645	3.645	2.718	29.79	303.80	
			3659	3.659	2.718	29.91	304.97	
			3699	3.699	2.718	30.23	308.30	
			3727	3.727	2.718	30.46	310.64	
Balok	indirect Trans.	30 cm	3135	3.135	2.718	25.62	261.29	262.46
			3138	3.138	2.718	25.65	261.54	
			3165	3.165	2.718	25.87	263.79	
			3175	3.175	2.718	25.95	264.63	
			3132	3.132	2.718	25.60	261.04	
Rata-Rata Kuat Tekan UPV								254.09

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* pada kolom, balok dan plat lantai 2 bernilai 175.58 kg/cm² sampai 321.49 kg/cm². Rata-rata kuat tekan kolom, balok dan plat lantai 2 adalah 254.09 kg/cm².

c) Data pengujian Kolom, Balok dan Plat Lantai 3 dapat dilihat pada Tabel 4.19 dan 4.20 sebagai berikut :

Tabel 4.19 Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom, Balok dan Plat Lantai 3

Ultrasonic Pulse Velocity (ASTM C597-1991)								
Elemen Beton		:	Kolom, Balok & Plat Lantai 3					
Lokasi		:	Gedung Kuliah Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri					
Tanggal Pengujian		:	5 & 12 April 2018					
Umur Beton		:	> 28 Hari					
Mutu Rencana		:	K-275					
Kode Beton	Metode Uji	Jarak	Velocity		e	Kuat Tekan		Rata-Rata Kg/cm ²
			m/s	Km/s		Mpa	Kg/cm ²	
KI	indirect Trans.	20 cm	3241	3.241	2.718	26.49	270.13	269.63
			3226	3.226	2.718	26.37	268.88	
			3241	3.241	2.718	26.49	270.13	
			3231	3.231	2.718	26.41	269.30	
			3236	3.236	2.718	26.45	269.71	
KI	indirect Trans.	20 cm	2933	2.933	2.718	23.97	244.46	269.63
			3241	3.241	2.718	26.49	270.13	
			3273	3.273	2.718	26.75	272.80	
			3344	3.344	2.718	27.33	278.71	
			3384	3.384	2.718	27.66	282.05	
KI	indirect Trans.	20 cm	3781	3.781	2.718	30.90	315.14	316.45
			3781	3.781	2.718	30.90	315.14	
			3810	3.81	2.718	31.14	317.55	
			3788	3.788	2.718	30.96	315.72	
			3824	3.824	2.718	31.26	318.72	
Plat	indirect Trans.	30 cm	3195	3.195	2.718	26.11	266.29	269.81
			3222	3.222	2.718	26.34	268.55	
			3247	3.247	2.718	26.54	270.63	
			3254	3.254	2.718	26.60	271.21	
			3268	3.268	2.718	26.71	272.38	

Tabel 4.20 Lanjutan Hasil Pengujian Kuat Tekan UPV Kolom, Balok dan Plat Lantai 3

Ultrasonic Pulse Velocity								
(ASTM C597-1991)								
Elemen Beton		:	Kolom, Balok & Plat Lantai 3					
Lokasi		:	Gedung Kuliah Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri					
Tanggal Pengujian		:	5 & 12 April 2018					
Umur Beton		:	> 28 Hari					
Mutu Rencana		:	K-275					
Kode Beton	Metode Uji	Jarak	Velocity		e	Kuat Tekan		Rata-Rata Kg/cm ²
			m/s	Km/s		Mpa	Kg/cm ²	
Plat	indirect Trans.	30 cm	2650	2.65	2.718	21.66	220.87	223.95
			2657	2.657	2.718	21.72	221.45	
			2660	2.66	2.718	21.74	221.70	
			2820	2.82	2.718	23.05	235.04	
			2648	2.648	2.718	21.64	220.70	
Balok	indirect Trans.	30 cm	4219	4.219	2.718	34.48	351.64	352.56
			4208	4.208	2.718	34.39	350.73	
			4225	4.225	2.718	34.53	352.14	
			4237	4.237	2.718	34.63	353.14	
			4261	4.261	2.718	34.83	355.14	
Balok	indirect Trans.	30 cm	3722	3.722	2.718	30.42	310.22	310.54
			3727	3.727	2.718	30.46	310.64	
			3722	3.722	2.718	30.42	310.22	
			3727	3.727	2.718	30.46	310.64	
			3731	3.731	2.718	30.50	310.97	
Balok	indirect Trans.	30 cm	3667	3.667	2.718	29.97	305.63	306.79
			3681	3.681	2.718	30.09	306.80	
			3681	3.681	2.718	30.09	306.80	
			3685	3.685	2.718	30.12	307.14	
			3690	3.69	2.718	30.16	307.55	
Balok	indirect Trans.	30 cm	3382	3.382	2.718	27.64	281.88	284.18
			3429	3.429	2.718	28.03	285.80	
			3452	3.452	2.718	28.22	287.72	
			3365	3.365	2.718	27.50	280.46	
			3420	3.42	2.718	27.95	285.05	
Rata-Rata Kuat Tekan UPV								289.28

Jadi kuat tekan beton menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* pada kolom, balok dan plat lantai 3 bernilai 223.95 kg/cm² sampai 352.56 kg/cm². Rata-rata kuat tekan kolom, balok dan plat lantai 3 adalah 289.28 kg/cm².

4.2.4 Perbandingan Hasil *Hammer Test* dan *Ultrasonic Pulse Velocity*

Perbandingan mutu hasil kedua metode uji kuat tekan beton dengan membandingkan nilai rata-rata untuk kedua metode uji *Hammer Test* dan *Ultrasonic Pulse Velocity*. Hasil perbandingan dapat dilihat pada table 4.21 dan Tabel 4.22.

1) Gedung Masjid Al-Muhajirin

Tabel 4.21 Hasil perbandingan *Hammer Test* dan *Ultrasonic Pulse Velocity*

Nama	Mutu Beton	Pengujian		Perbandingan %		PBI 1971 80% dari Mutu Rencana	
	Hasil Uji Lab.	Hammer Test	UPV	Hammer Test	UPV	Hammer Test	UPV
Kolom	330.64	244.66	303.47	73.99	91.78	TIDAK LOLOS	LOLOS
Balok	240.39	160.68	272.99	66.84	113.56	TIDAK LOLOS	LOLOS
Plat	240.39	132.29	289.76	55.03	120.54	TIDAK LOLOS	LOLOS

Hasil perbandingan yang didapat pada kolom menggunakan *Hammer Test* adalah 73.99% sedangkan pada UPV adalah 91.78%. Pada balok menggunakan *Hammer Test* adalah 66.84% sedangkan pada UPV adalah 113.56%. Pada plat menggunakan *Hammer Test* adalah 55.03% sedangkan pada UPV adalah 120.54%. Maka pada bangunan Masjid Al-Muhajirin struktur kolom, balok dan plat harus dilakukan perbaikan struktur karena mutu beton yang didapatkan *hammer test* dibawah 80% dari mutu yang ditetapkan.

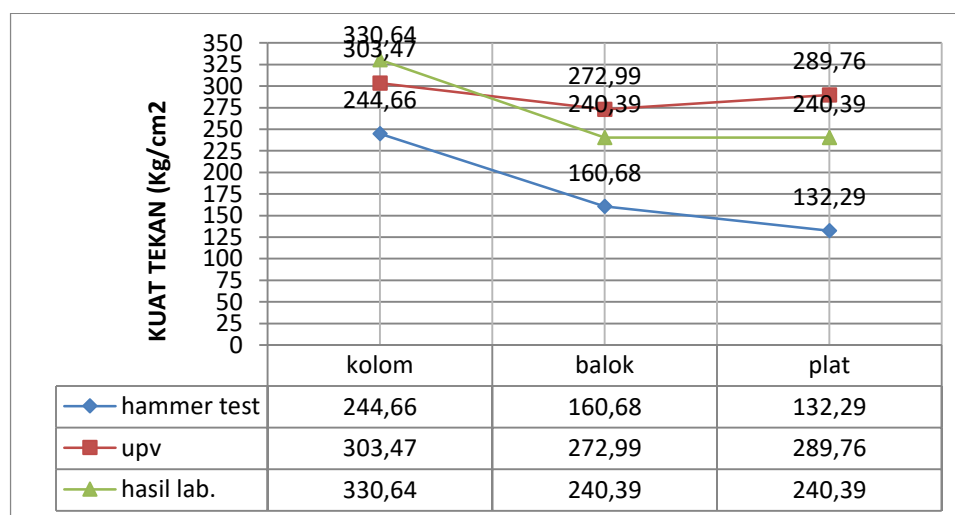
2) Gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado.

Tabel 4.22 Hasil perbandingan *Hammer Test* dan *Ultrasonic Pulse Velocity*

Nama	Mutu Beton	Pengujian		Perbandingan %		PBI 1971 80% dari Mutu Rencana	
	Hasil Uji Lab.	Hammer Test	UPV	Hammer Test	UPV	Hammer Test	UPV
Kolom	427.76	244.99	267.32	57.27	62.50	TIDAK LOLOS	TIDAK LOLOS
Balok	306.76	289.07	272.02	94.23	88.68	LOLOS	LOLOS
Plat	314.77	159.50	239.53	50.67	76.09	TIDAK LOLOS	TIDAK LOLOS

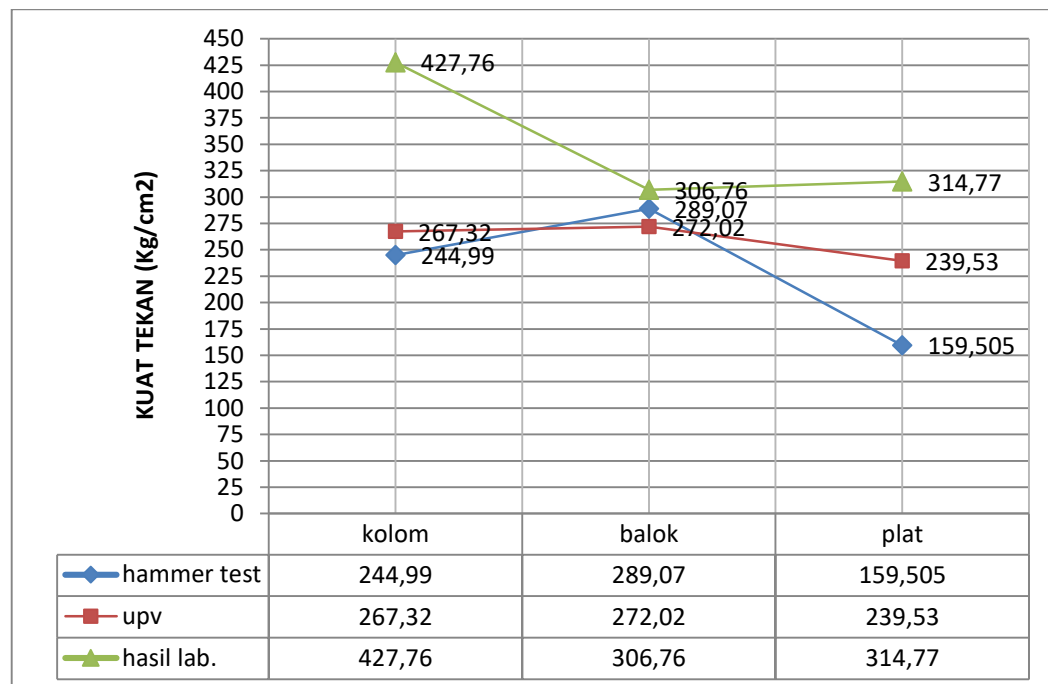
Hasil perbandingan yang didapat pada kolom menggunakan *Hammer Test* adalah 57.27% sedangkan pada UPV adalah 62.50% . Pada balok menggunakan *Hammer Test* adalah 94.23% sedangkan pada UPV adalah 88.68%. Pada plat menggunakan *Hammer Test* adalah 50.67% sedangkan pada UPV adalah 76.09% . Maka pada bangunan Gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado struktur kolom dan plat harus dilakukan perbaikan struktur karena mutu beton yang didapatkan *hammer test* dan UPV dibawah 80% dari mutu yang ditetapkan sedangkan balok sudah mencapai 80% standar yang ditetapkan sehingga tidak perlu dilakukan perbaikan.

4.2.5 Grafik Hasil *Hammer Test* dan *Ultrasonic Pulse Velocity*



Gambar 3.19 Grafik kuat tekan kolom, balok dan plat pada bangunan Masjid Al-Muhajirin

Jadi kuat tekan dengan menggunakan *Hammer Test* pada kolom bernilai 244.66 kg/cm², balok bernilai 160.68 kg/cm² dan plat bernilai 132.29 kg/cm². Nilai dengan menggunakan UPV pada kolom bernilai 303.47 kg/cm², balok bernilai 272.99 kg/cm² dan plat bernilai 289.76 kg/cm². Untuk nilai hasil laboratorium kolom bernilai 330.64 kg/cm², balok bernilai 240.39 kg/cm² dan plat bernilai 240.39 kg/cm².



Gambar 3.20 Grafik kuat tekan kolom, balok dan plat pada bangunan kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado.

Jadi kuat tekan dengan menggunakan *Hammer Test* pada kolom bernilai 244.99 kg/cm², balok bernilai 289.07 kg/cm² dan plat bernilai 159.50 kg/cm². Nilai dengan menggunakan UPV pada kolom bernilai 267.32 kg/cm², balok bernilai 272.02 kg/cm² dan plat bernilai 239.53 kg/cm². Untuk nilai hasil laboratorium kolom bernilai 427.76 kg/cm², balok bernilai 306.76 kg/cm² dan plat bernilai 314.77 kg/cm².

4.3 Kerusakan Dan Penyebab Kerusakan Pada Struktur Bangunan Pengujian

Dari pemeriksaan visual, *Infrared Thermographic*, *Hammer Test* dan *Ultrasonic Pulse Velocity* yang dilakukan pada eksisting bangunan gedung Masjid

Al-Muhajirin dan pada gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado. Terdapat kerusakan yang tidak terlalu serius namun jika dibiarkan akan menjadi berbahaya yang terjadi pada struktur bangunan gedung Masjid Al-Muhajirin dan pada gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado yaitu lubang-lubang atau juga disebut beton keropos yang berada pada beberapa bagian struktur. Dapat dilihat pada gambar 4.21 sampai gambar 4.24.



Gambar 4.21 Kerusakan kolom pada bangunan Masjid Al-Muhajirin



Gambar 4.22 Kerusakan kolom pada bangunan Masjid Al-Muhajirin



Gambar 4.23 Kerusakan kolom pada bangunan Masjid Al-Muhajirin



Gambar 4.24 Kerusakan kolom pada bangunan Kuliah Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado

Seperti yang terlihat pada gambar kerusakan dapat dikategorikan sebagai kerusakan ringan karena kerusakan terjadi hanya pada beberapa bagian struktur beton saja. Keropos pada beton dapat ditimbulkan oleh berbagai sebab, diantaranya :Pemadatan yang dilakukan dengan vibrator kurang baik, karena jarak antar bekisting dengan tulangan atau jarak antar tulangan terlalu sempit sehingga bagian mortar tidak dapat mengisi rongga antara agregat kasar dengan baik. Ada juga penyebab yang lain seperti slump pada beton terlalu rendah, jarak antara tulangan yang terlalu dekat, penuangan beton cor yang tidak tepat dan pencampuran agregat yang tidak tepat.

4.4 Perbaikan Kerusakan Pada Struktur Bangunan Pengujian

Perbaikan atau penanggulangan pada kerusakan terhadap beton bertulang khususnya pada beton keropos memiliki banyak metode seperti :

1. *Chipping* dan *Concreting*

- Memperlebar bagian yang keropos
- Membersihkan bagian-bagian yang terkontaminasi
- Mengganti baja tulangan yang korosi
- Melapisi bagian tersebut dengan *Coating Nitoprime zincrich* untuk baja dan Nitiboned untuk beton
- Mengecor bagian yang telah di *Chipping* dengan kualitas beton yang sama maupun yang lebih kuat

2. *Injection (Grouting)*

Metode ini digunakan untuk beton keropos karena tulangan yang terekspose, dengan Cara :

- Bagian yang keropos di *Chipping* seperti pada metode 1
- Pipa *inlet* dan *outlet* ditanam didaerah yang keropos
- Permukaan yang keropos ditutup dengan beton yang mengeras
- Beton yang telah mengeras diuji dengan air sebagai bahan *groutingnya* untuk mengetahui apakah terdapat kebocoran
- *Grout* dilakukan dengan bahan *grouting* yang sesuai dengan tekanan tertentu setelah system berjalan
- Pipa *inlet* dan *outlet* dipotong lalu perbaiki muka beton dilakukan

Gambar-gambar tahap-tahap *grouting* (Gambar 4.25)



Gambar 4.25 Tahap-tahap Grouting

4.5 Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung

4.5.1 Pekerjaan Kolom

Kolom merupakan struktur utama dari bangunan portal yang berfungsi memikul beban vertikal, beban horizontal, maupun beban momen yang berasal dari beban tetap maupun sementara. Dimensi kolom sebanding dengan beban yang dipikul, sehingga kolom di lantai struktur dengan elevasi rendah memiliki ukuran lebih besar karena memikul beban yang lebih berat.

Pada masa pelaksanaan pemasangan kolom, tingkat akurasi diperlukan agar tidak keluar dari gambar rencana. Seorang surveyor melakukan pengukuran agar semua detail dapat tepat pada posisinya. Artinya kolom dipasang harus sesuai dengan gambar yang telah dikeluarkan oleh konsultan perencana. Pihak pengawas akan terus mengawasi selama proses pengerjaan agar pekerjaan dapat dilaksanakan dan diselesaikan dengan baik dan tepat sesuai dengan gambar rencana. Contoh konstruksi kolom pada gambar 4.26.



Gambar 4.26 Proses pengecoran kolom pada bangunan Puskesmas Paniki
Bawah

Di lain pihak, pekerja membuat rangkaian pembesian yang terdiri dari tulangan utama dan sengkang diikat secara kokoh, baik itu ditempat atau pun diluar posisi kolom, artinya terkadang rangkaian besi dibuat langsung di lokasi kolom yang telah ditetapkan atau dirangkai terlebih dahulu diluar lokasi pemasangan. Semua pekerjaan ini juga harus mengikuti detail yang telah disediakan pada gambar kerja. Selanjutnya setelah pembesian berada pada lokasi yang telah ditentukan, maka dilakukan pemasangan bekisting.

Pekerjaan membongkar bekisting dilakukan setelah memenuhi persyaratan yang ada, seperti sumur beton telah tercapai atau kekuatan beton telah terpenuhi. Untuk mencapai kekuatan beton yang disarankan biasanya dilakukan pencampuran bahan khusus agar proses pencapaian kekuatan dapat terpenuhi dalam waktu singkat. Sehingga proses pekerjaan membuka bekisting dapat dilakukan dalam rentang waktu lebih cepat tanpa mengurangi kekuatan kolom itu sendiri. Dengan demikian efisiensi waktu pelaksanaan dapat dicapai dan pekerjaan bisa diselesaikan tepat waktu, hal ini dapat menghemat biaya proyek secara signifikan. Semua pekerjaan diatas harus dilakukan dengan tepat dan benar agar menghasilkan sebuah struktur yang kokoh.

4.5.2 Pekerjaan Balok

Balok juga merupakan salah satu pekerjaan beton bertulang. Balok merupakan bagian struktur yang digunakan sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom lantai atas. Fungsinya adalah sebagai rangka penguat horizontal bangunan akan beban-beban.

Apabila suatu gelagar balok bentangan sederhana menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur akan terjadi deformasi (regangan) lentur di dalam balok tersebut. Regangan-regangan balok tersebut mengakibatkan timbulnya tegangan yang harus ditahan oleh balok, tegangan tekan di sebelah atas dan tegangan tarik dibagian bawah. Agar stabilitas terjamin, batang balok sebagai bagian dari sistem yang menahan lentur harus kuat untuk menahan tegangan tekan dan tarik tersebut karena tegangan baja dipasang di daerah tegangan tarik bekerja, di dekat serat terbawah, maka secara teoritis balok disebut sebagai bertulangan baja tarik saja. Contoh konstruksi balok pada gambar 4.27.



Gambar 4.27 Proses pengecoran balok pada bangunan Puskesmas Paniki Bawah

4.5.3 Pekerjaan Plat

Plat lantai adalah lantai yang tidak terletak di atas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Plat lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Ketebalan plat lantai ditentukan oleh :

1. Besar lendutan yang diinginkan

2. Lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung
3. Bahan konstruksi dan plat lantai

Pelat lantai harus direncanakan: kaku, rata, lurus dan *waterpass* (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring), agar terasa mantap dan enak untuk berpijak kaki. Ketebalan plat lantai ditentukan oleh : beban yang harus didukung, besar lendutan yang diijinkan, lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung, bahan konstruksi dari pelat lantai.

Pada pelat lantai hanya diperhitungkan adanya beban tetap saja (penghuni, perabotan, berat lapis tegel, berat sendiri pelat) yang bekerja secara tetap dalam waktu lama. Sedang beban tak terduga seperti gempa, angin, getaran, tidak diperhitungkan. Contoh pelat pada gambar 4.28.



Gambar 4.28 Proses pengecoran Plat pada bangunan Puskesmas Paniki Bawah

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari *Visual Inspection*, pengujian kuat tekan beton yang dilakukan pada eksisting bangunan masjid Al-Muhajirin dan gedung kuliah pendidikan terpadu kampus Politeknik Negeri Manado menggunakan Infrared Thermographic, Hammer Test dan Ultrasonic Pulse Velocity. Dan juga melihat kerusakan yang ada, metode perbaikan serta metode pelaksanaan struktur bangunan gedung adalah sebagai berikut.

1. *Visual Inspection* yang dilakukan diperoleh data-data sekunder yang diperlukan dan foto-foto pada saat *Visual Inspection* terdapat pada gambar 4.1 sampai 4.11 dan juga didapatkan kerusakan terhadap beberapa bagian struktur beton yang akan diperiksa secara lebih detail dengan menggunakan *Infrared Thermographic*.
2. Hasil pengujian *Infrared Thermographic* didapatkan bahwa pada bagian struktur bangunan memiliki kerusakan berupa *voids* atau lubang pada struktur eksisting bangunan gedung Masjid Al-Muhajirin dan pada gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado dapat dilihat dari perbedaan warna dari *infrared thermal*. Pada bangunan Masjid Al-Muhajirin struktur kolom, balok dan plat harus dilakukan perbaikan struktur karena mutu beton yang didapatkan *hammer test* dibawah 80% dari mutu yang ditetapkan. Pada bangunan Gedung kuliah pendidikan terpadu Politeknik Negeri Manado struktur kolom dan plat harus dilakukan perbaikan struktur karena mutu beton yang didapatkan *hammer test* dan UPV dibawah 80% dari mutu yang ditetapkan sedangkan balok sudah mencapai 80% standar yang ditetapkan sehingga tidak perlu dilakukan perbaikan.
3. Kerusakan dapat dikategorikan sebagai kerusakan ringan karena kerusakan terjadi hanya pada beberapa bagian struktur beton saja. Kerusakan yang terjadi pada struktur eksisting bangunan masjid Al-Muhajirin dan gedung kuliah

pendidikan terpadu kampus Politeknik Negeri Manado adalah kerusakan beton keropos.

4. Terdapat 2 metode perbaikan pada kerusakan yang terjadi pada beton keropos yaitu *Chipping* dan *Concreting* serta *Injection (Grouting)*.
5. Metode pelaksanaan pekerjaan pada struktur melingkupi pekerjaan kolom, pekerjaan balok dan pekerjaan plat.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan penulis memberikan saran terhadap penelitian yang dilakukan pada bangunan eksisting struktur sebagai berikut :

1. Pengujian *Infrared Thermographic* sebaiknya menggunakan alat yang memiliki spesifikasi alat yang sangat baik jika tidak maka *infrared thermal* yang di hasilkan akan mendapatkan hasil yang kurang akurat.
2. Untuk pengujian *Hammer Test* dan *Ultrasonic Pulse Velocity* harus memperhatikan posisi dari *Hammer Test* dan *Ultrasonic Pulse Velocity* pada saat pengujian karena mempengaruhi nilai bacaan dari kedua alat tersebut.
3. Sebelum melakukan pengujian ini sebaiknya harus mengetahui terlebih dahulu kondisi bangunan serta data-data penunjang dalam melakukan pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- Faisal, R. (n.d.). *Evaluasi Kekuatan Dan Metode Perbaikan Struktur Beton Pada Gedung Pasca Kebakaran*. Lhokseumawe.
- Indonesia, Y. D. (n.d.). *Peraturan Beton Bertulang 1971 (PbI-71) NI-2 Dep. Pu Dan Tenaga Listrik*. Dirjen Cipta Karya LPMB.
- Mawardi, L. (2003). *Pengujian Struktur Beton Dengan Metode Hammer Test dan Metode Uji Pembebanan*.
- Mohd, I. (n.d.). *Kerusakan Dan Perkuatan Struktur Beton Bertulang*. Universitas Sumatra Utara.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Bandung: Andi.
- Paul Nugraha, A. (2004). *Teknologi Beton*. Jakarta: Andi.
- S, S. (2014). *Tata Cara Pengujian Palu Beton (Hammer Test) Dan Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)*. Politeknik Negeri Bandung.
- Sindur, M. P. (1998). *Jenis-Jenis Kerusakan Pada Struktur Beton Bertulang*. Bandung: Laboratorium Mekanika Struktur PAU Ilmu Rekayasa.
- Victory Sapebulu, N. P. (2016). *Analisis Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Antara Destructive Test Dan Non Destructive Test Dalam Perawatan Basah Dan Kering (UTM Vs UPV)*. Temu Ilmiah IPBLBI.
- W, W. (2013). *Penilaian Keandalan Struktur Gedung Eksisting*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

BIODATA MAHASISWA

Nama Lengkap : Melvino A. Uling
NIM : 14012042
Tempat, Tanggal Lahir : Manado, 12 Juni 1994
Alamat : Paniki Bawah Ling. X
Nama Ayah : Lahonsili Uling
Nama Ibu : Vivi S. Tahumil
Alamat Orang Tua : Paniki Bawah Ling. X
Daerah Asal : Manado
Judul Tugas Akhir : Teknik Evaluasi Tak Merusak Dan Metode Perbaikan Pada Struktur Beton Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Rilya Rumbayan, ST. M.Eng
2. Sudarno, ST.,MT
Dosen Penguji : 1. Hellen G. Mantiri, ST.,MT
2. Ir. Julius E. Tenda, MT
3. Ir. Dirk J. Ombuh, MT
Waktu Pelaksanaan Ujian Skripsi : Jumat, 10 Agustus 2018



Manado,
Mahasiswa

Melvino A. Uling
NIM. 14-012-042



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

PENGESAHAN SIAP SEMINAR

**Teknik Evaluasi Tak Merusak Dan Metode Perbaikan Pada Struktur Beton Serta
Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung**

Disusun dan diajukan oleh :

Melvino A. Uling
14-012-042

Telah diperiksa oleh Dosen pembimbing dan memenuhi syarat untuk diajukan
dalam Seminar dan Ujian Tugas Akhir.

Manado, 2018

Menyetujui :

Pembimbing I

Dr. Riya Rumbayan, ST. M.Eng
NIP. 19790602 200212 2 001

Pembimbing II

Sudarno, ST., MT
NIP. 19650116 199003 1 002

Mengetahui :
Ketua Panitia Pelaksana Ujian Tugas Akhir

Dr. Ir. Bambang Widodo, MT
NIP. 19620215 199303 1 002



**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

DAFTAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Melvino A. Uling

NIM : 14-012-042

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV

Judul Tugas Akhir : Teknik Evaluasi Tak Merusak Dan Metode Perbaikan Pada Struktur Beton Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung

Pembimbing : Dr. Rilya Rumbayan, ST. M.Eng

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
	31 mei 2018	<ul style="list-style-type: none">- Perhatikan spasi pada format- Untuk Bab i - Latar belakang jelaskan kenapa mengambil judul tersebut.- Tujuan Bab I ditambahkan perbandingan metode pelaksanaan di lapangan dan standar- Metode pelaksanaan pada proyek real- Hindari kealasan yang di ulang-ulang- Menganti tanda (V) dengan tanda dalam kurung	



**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

DAFTAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Melvino A. Uling

NIM : 14-012-042

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV

Judul Tugas Akhir : Teknik Evaluasi Tak Merusak Dan Metode Perbaikan Pada Struktur Beton Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung

Pembimbing : Dr. Rilya Rumbayan, ST. M.Eng

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
	8 Juni 2018	<ul style="list-style-type: none">- Metodologi penelitian- peralatan serta metode penggunaannya- Perbandingan metode pelaksanaan diganti menjadi rekomendasi pelaksanaan sesuai standar- Untuk latar belakang dibuat lebih jelas lagi kenapa mengambil judul tersebut	
	18 Juni 2018	<ul style="list-style-type: none">- Perhatikan kembali penulisan kata-kata yang sudah diketik- Penambahan kata-kata- Untuk bahasa asing menggunakan format italic	



**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

DAFTAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Melvino A. Uling

NIM : 14-012-042

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV

Judul Tugas Akhir : Teknik Evaluasi Tak Merusak Dan Metode Perbaikan Pada Struktur Beton Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung

Pembimbing : Dr. Rilya Rumbayan, ST. M.Eng

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
	2 Agustus 2018	<ul style="list-style-type: none">- Pembatasan masalah ditambahkan tipe & batas data uji- tambahkan gambar?- Artikel terkait tambahkan pada bab 2- ganti judul artikel terkait- Tujukan gambar-gambar- Hapus standar desiasi- Perhatikan spasi pada penulisan <p>Selesai & Stop disetujui</p>	



**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

DAFTAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Melvino A. Uling

NIM : 14-012-042

Jurusan : Teknik Sipil

Program Studi : Konstruksi Bangunan Gedung D-IV

Judul Tugas Akhir : Teknik Evaluasi Tak Merusak Dan Metode Perbaikan Pada Struktur Beton Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung

Pembimbing : Dr. Rilya Rumbayan, ST. M.Eng

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Pembimbing
	6 / Agustus / 2018	- Spasi abstrak 1 - penambahan mengenai beton pada alinea kedua abstrak - Memperjelas kesimpulan	
		Selesai & siap di sematkan ! (cat : setelah perbaikan terakhir)	
	6/8/18	Selesai siap di sematkan	



**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Berdasarkan berita acara Seminar Ujian Tugas Akhir tanggal

Nama : Melvino Uling
NIM : 14-012-042
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : D-IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Tugas Akhir : Teknik Evaluasi Tak Merusak Dan Metode Perbaikan Pada Struktur Beton Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung

Dosen Penguji :

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Dosen Penguji
	17/8/18	Revisi selesai —	

Manado, 17 Agustus '18
Yang Menyatakan,

Hellen G. Mantiri, ST., MT.
NIP. 19770926 200312 2002



POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL

ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Berdasarkan berita acara Seminar Ujian Tugas Akhir tanggal

Nama : Melvino Uling
NIM : 14-012-042
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : D-IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Tugas Akhir : Teknik Evaluasi Tak Merusak Dan Metode Perbaikan Pada Struktur Beton Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung

Dosen Penguji :

No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Dosen Penguji
1.	21/8-2018	hal 49 diperbaiki!	

Manado, 25/8-18.....
Yang Menyatakan,

Ir. Dirk J. Ombuh, MT.
NIP. 19550208 199011 1 001



**POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

ASISTENSI REVISI TUGAS AKHIR

Berdasarkan berita acara Seminar Ujian Tugas Akhir tanggal

Nama : Melvino Uling
NIM : 14-012-042
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : D-IV Konstruksi Bangunan Gedung
Judul Tugas Akhir : Teknik Evaluasi Tak Merusak Dan Metode Perbaikan Pada Struktur Beton Serta Metode Pelaksanaan Pekerjaan Struktur Bangunan Gedung

Dosen Penguji :

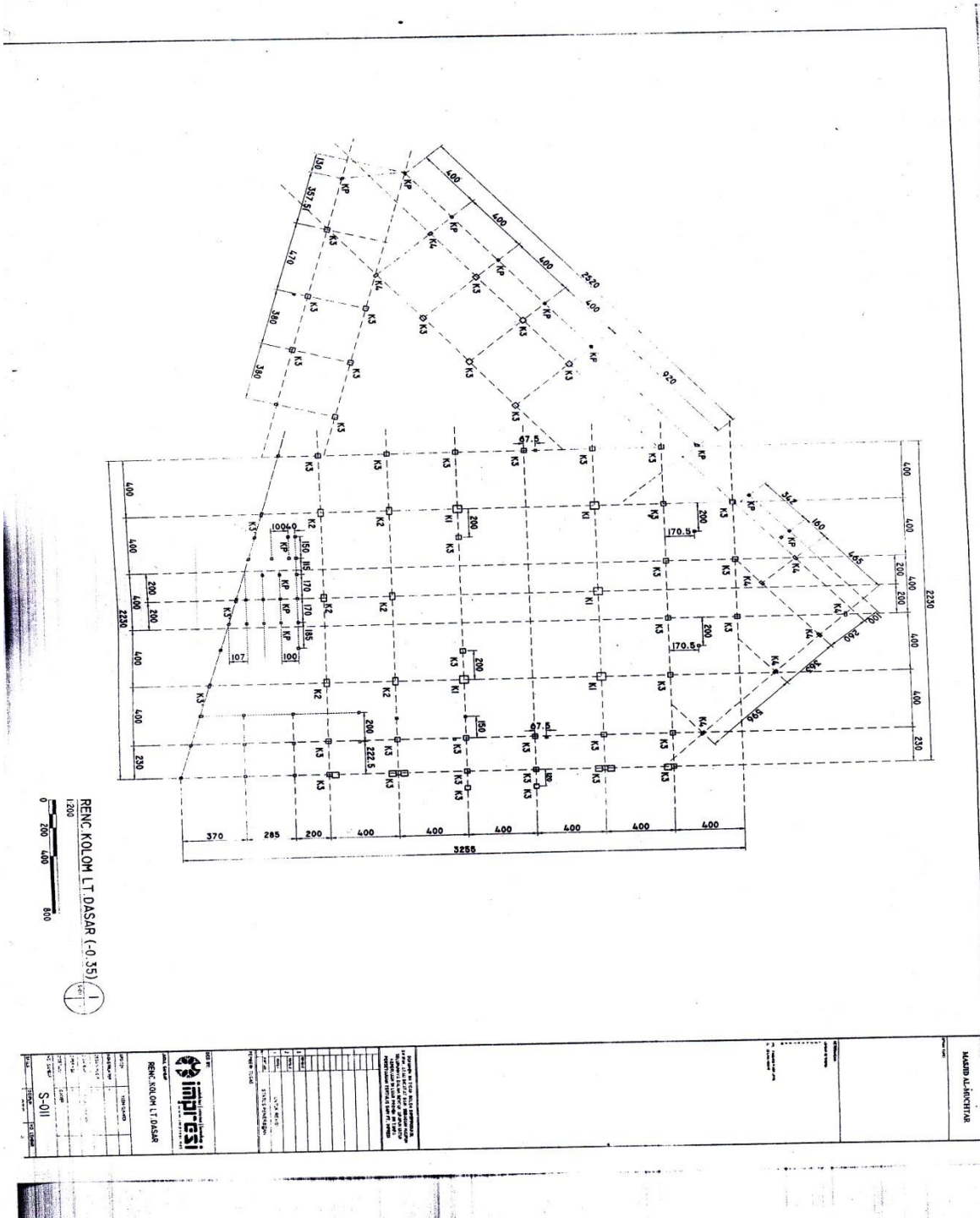
No	Tanggal	Uraian	Tanda Tangan Dosen Penguji
	17/8-18	berita acara grup 2 untuk ketiga proses pengujian	
	21/8-18	tesulasa revisi	

Manado,^{21/8-18}.....
Yang Menyatakan,

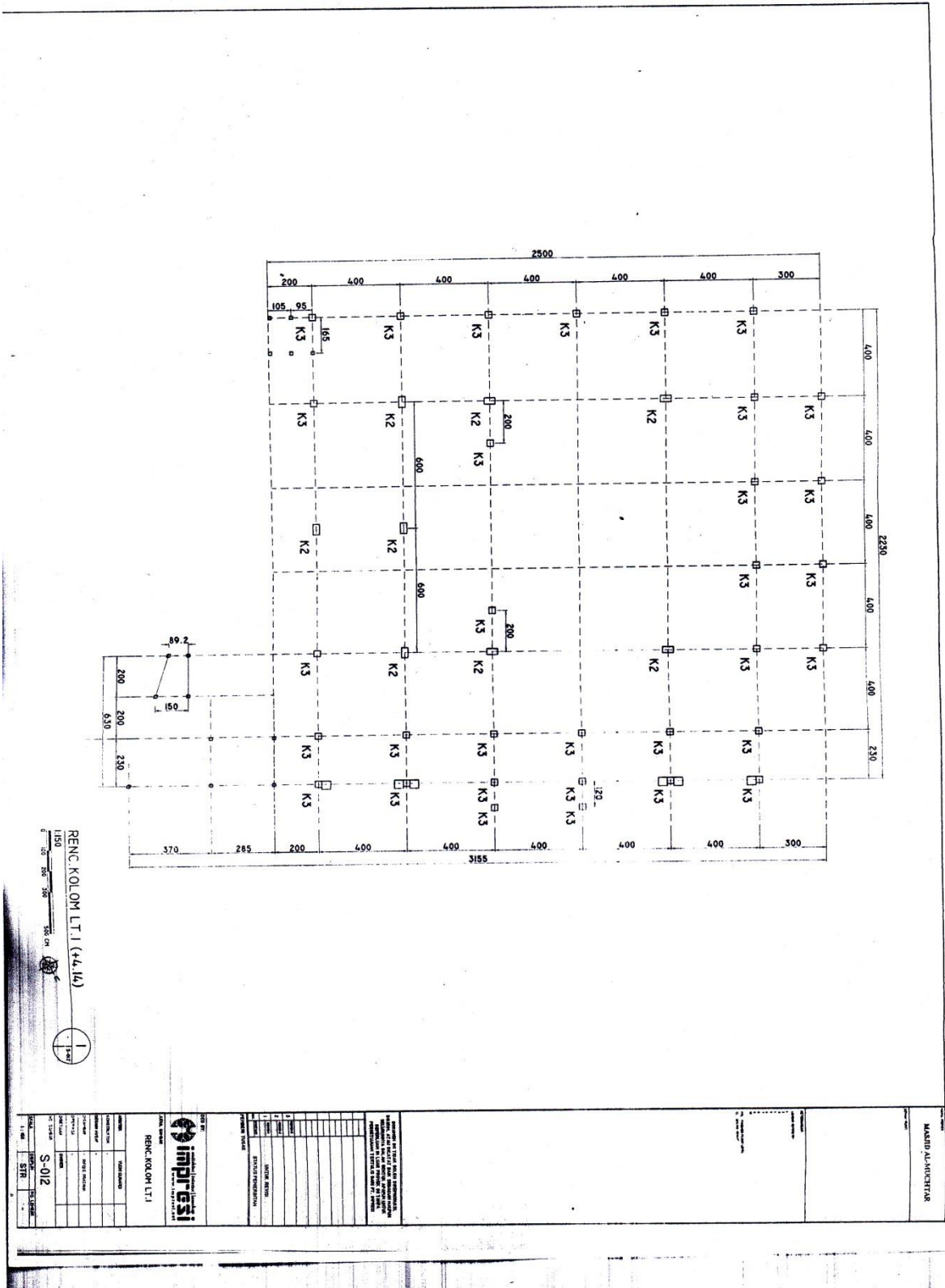
Ir. Julius E. Tenda, MT.
NIP. 19620711 199403 1 001

A. Lampiran Data-Data Sekunder

1. Gambar Struktur Kolom, Balok dan Plat
 - a) Masjid Al-Muhajirin



Kolom Lantai 1



Kolom Lantai 2

SCHEDULE SLOOF & KOLOM


SLOOF 1		S 1	S 2	
LEWAS	TIPULAN	LEWAS	TIPULAN	LEWAS
REINFORING				
DENSIS	25 x 42	3 Dns	2 Dns	2 Dns
TULANGAN ATAS	1 Dns	3 Dns		
TULANGAN SAMPING	3 Dns	1 Dns	2 Dns	2 Dns
TULANGAN BAWAH	88 - 100	88 - 200	88 - 100	88 - 200
SERANGAN				

KOLOM 1 (K1)		KOLOM 2 (K2)		KOLOM 3 (K3)		KOLOM PROAKTIS (KP)	
LEWAS	TIPULAN	LEWAS	TIPULAN	LEWAS	TIPULAN	LEWAS	TIPULAN
REINFORING							
DENSIS	50 x 50	50 x 50	50 x 50	50 x 50	50 x 50	50 x 50	50 x 50
TULANGAN ATAS	2 Dns	5 Dns	5 Dns	4 Dns	4 Dns	1 Dns	1 Dns
SERANGAN	88 - 100	88 - 100	88 - 100	88 - 100	88 - 100	88 - 100	88 - 100

MOKHIB AL-ABRIYAH

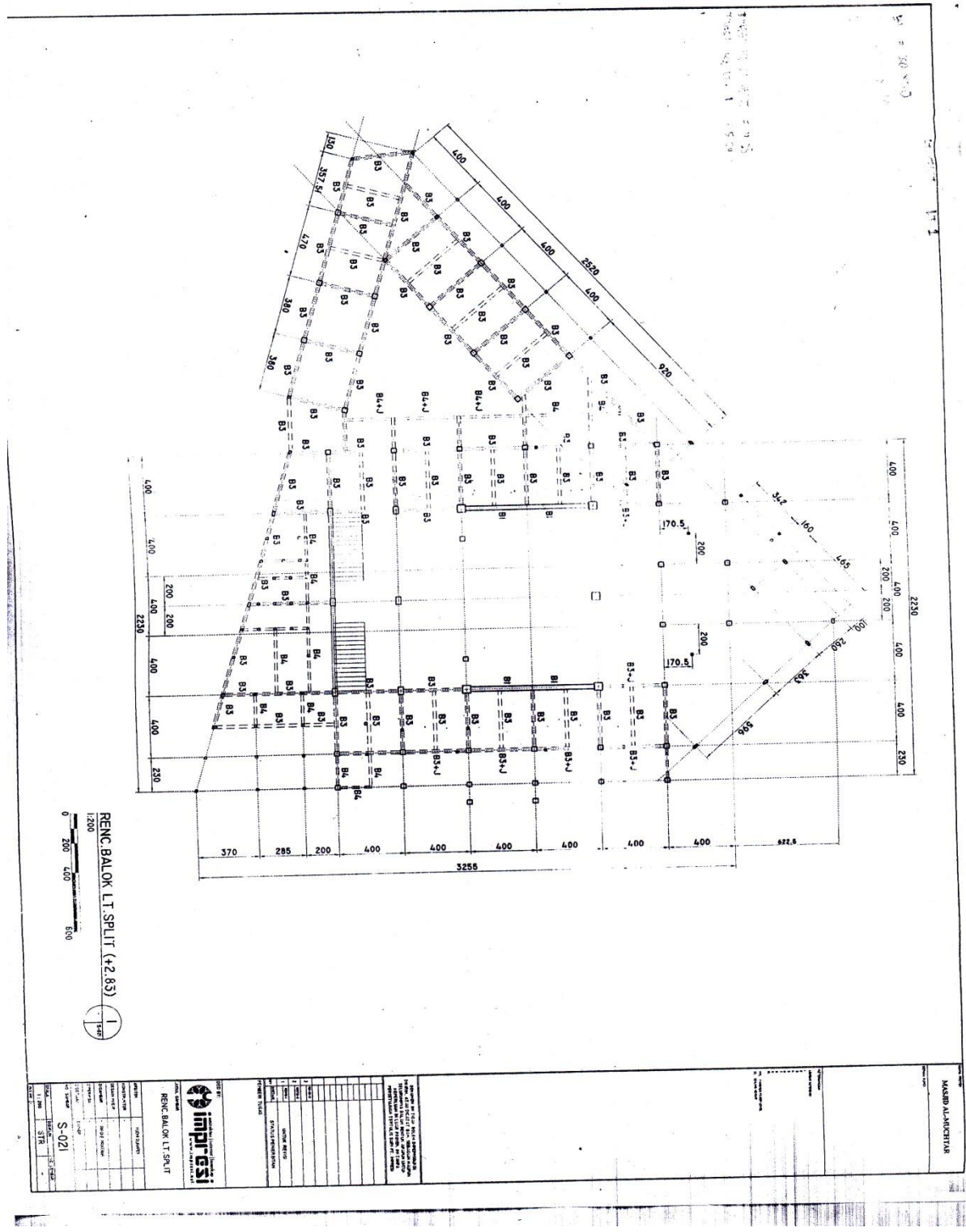
S-015

DETAIL SLOOF & KOLOM

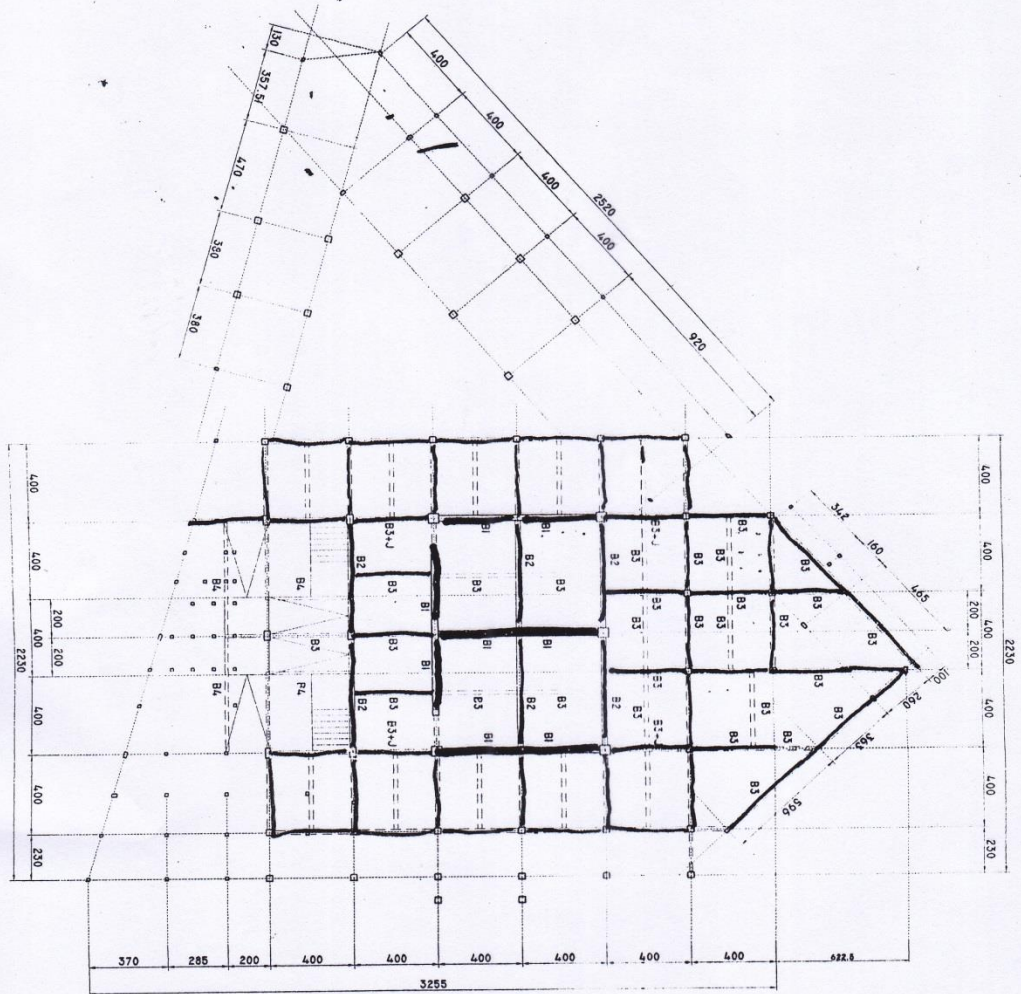


PT. IMPRESI
Jl. ...
...

Detail Kolom



Balok split



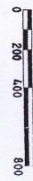
B.1
30 x 50

B.2
25 x 40

B.3
20 x 30

B.4
15 x 20

RENC BALOK LTI (+4, 09)
1:200



MASJID AL-MUHTAR	
RENC BALOK LTI	
1:200	
S-022	
STR	
1:200	
STR	

improvesi

Balok lantai 2

SCHEDULE BALOK

BALOK TYPE	B 1	B 2	B 3	B 4
TIKAS	TIKAS	LAMBANG	TIKAS	LAMBANG
REINFORCING				
WIDESI	30 X 50	20 X 40	20 X 50	20 X 20
TULANGAN ATAS	7 D16	6 D16	5 D16	2 D16
TULANGAN BAWAH	4 D16	7 D16	3 D16	2 D16
SPESIFIKASI	68 - 100	68 - 200	68 - 100	68 - 200

BALOK TYPE	RB 1	RB 2	RB 3	RB 4
TIKAS	TIKAS	LAMBANG	TIKAS	LAMBANG
REINFORCING				
WIDESI	20 X 60	20 X 40	20 X 50	18 X 40
TULANGAN ATAS	6 D16	2 D16	5 D16	2 D16
TULANGAN BAWAH	2 D16	6 D16	3 D16	2 D16
SPESIFIKASI	68 - 100	68 - 200	68 - 100	68 - 200

DETAIL BALOK A

1/20
0 10 20 40 80 CM

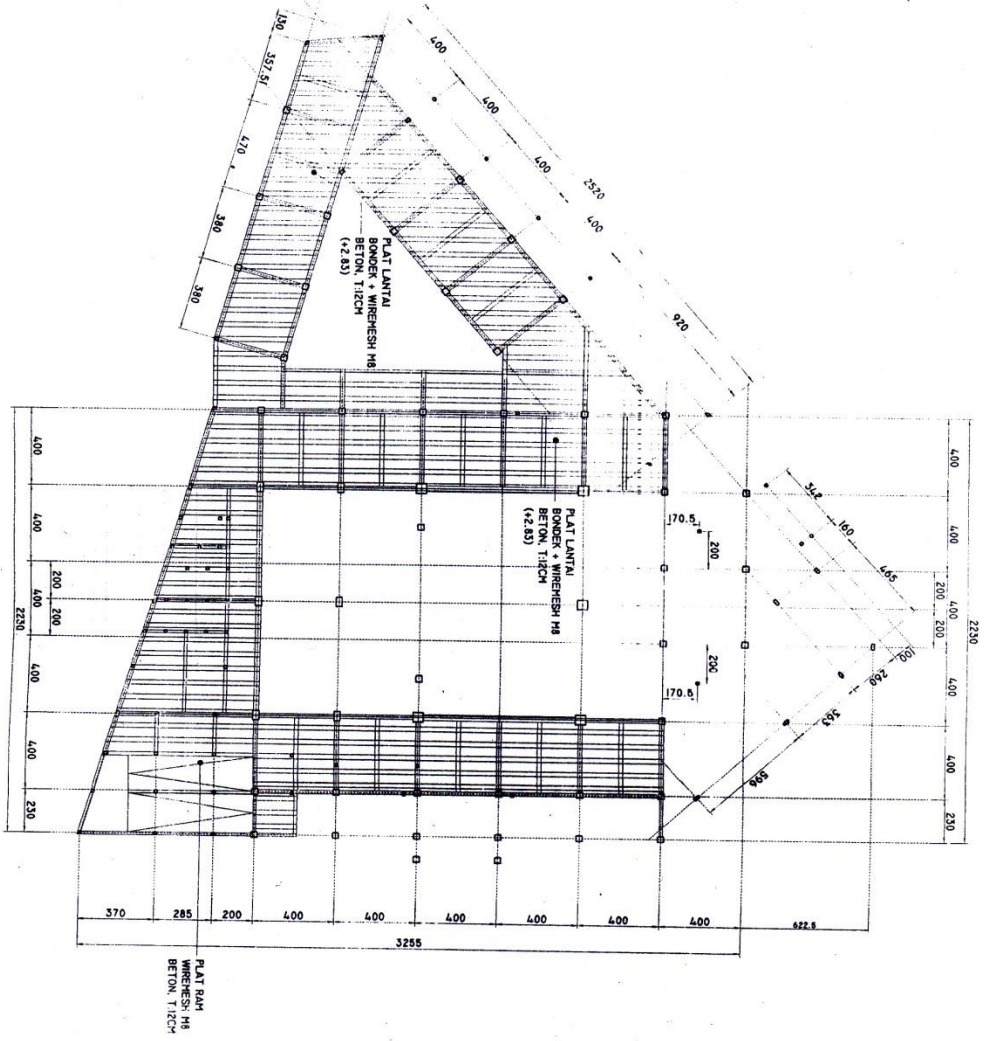


PT. IMPRESIA
PT. INDIENIA PRIMA

DETAIL BALOK

S-326

Detail balok

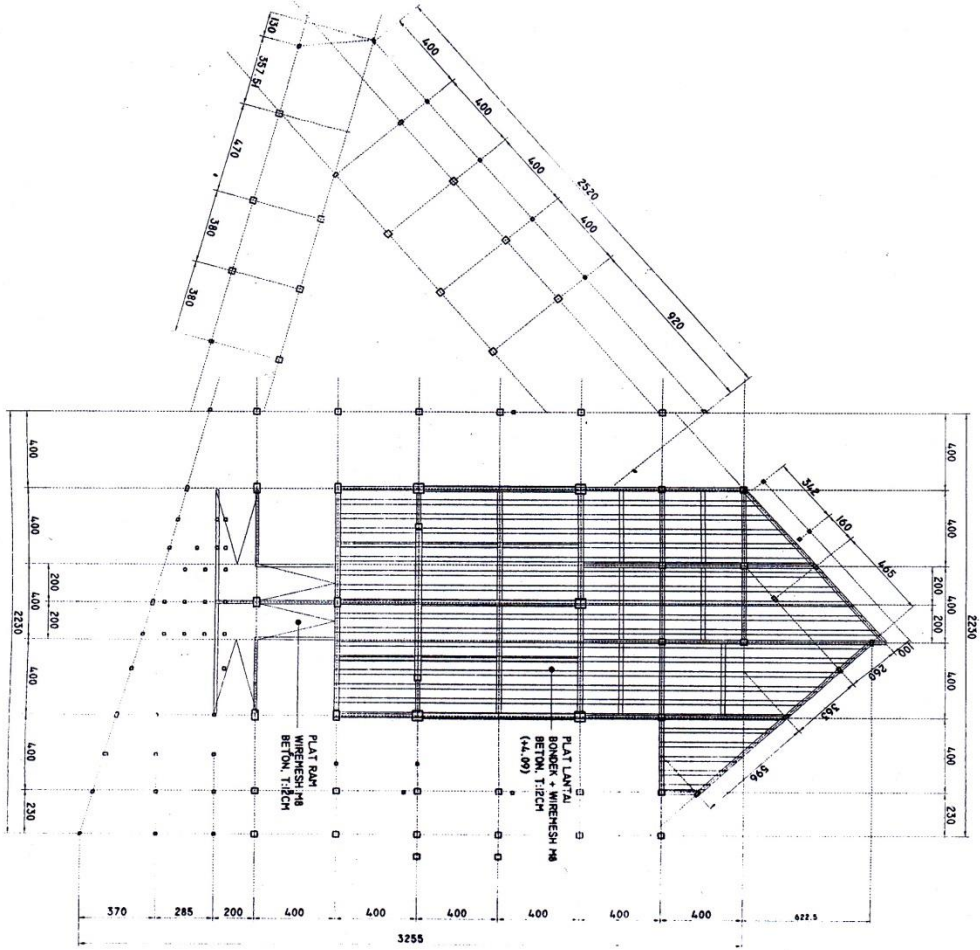


RENC. PLAT LIT SPLIT (±2.83)



MASUD AL-MUCTAR ARCHITECT	
1:100 RENC. PLAT LIT SPLIT	
impresi PT. IMPRESI INDAH PUTRI JALAN SUDIRMAN NO. 100 KEMAYUKAN, JAKARTA BARAT, DKI JAKARTA	
NO. SKED: 013/SKED/2017 NO. PERIZIN: 013/PERIZIN/2017	NO. DESA: 013/001/2017 NO. KAWASAN: 013/001/2017
1:100 RENC. PLAT LIT SPLIT	
S-031	

Plat lantai Split



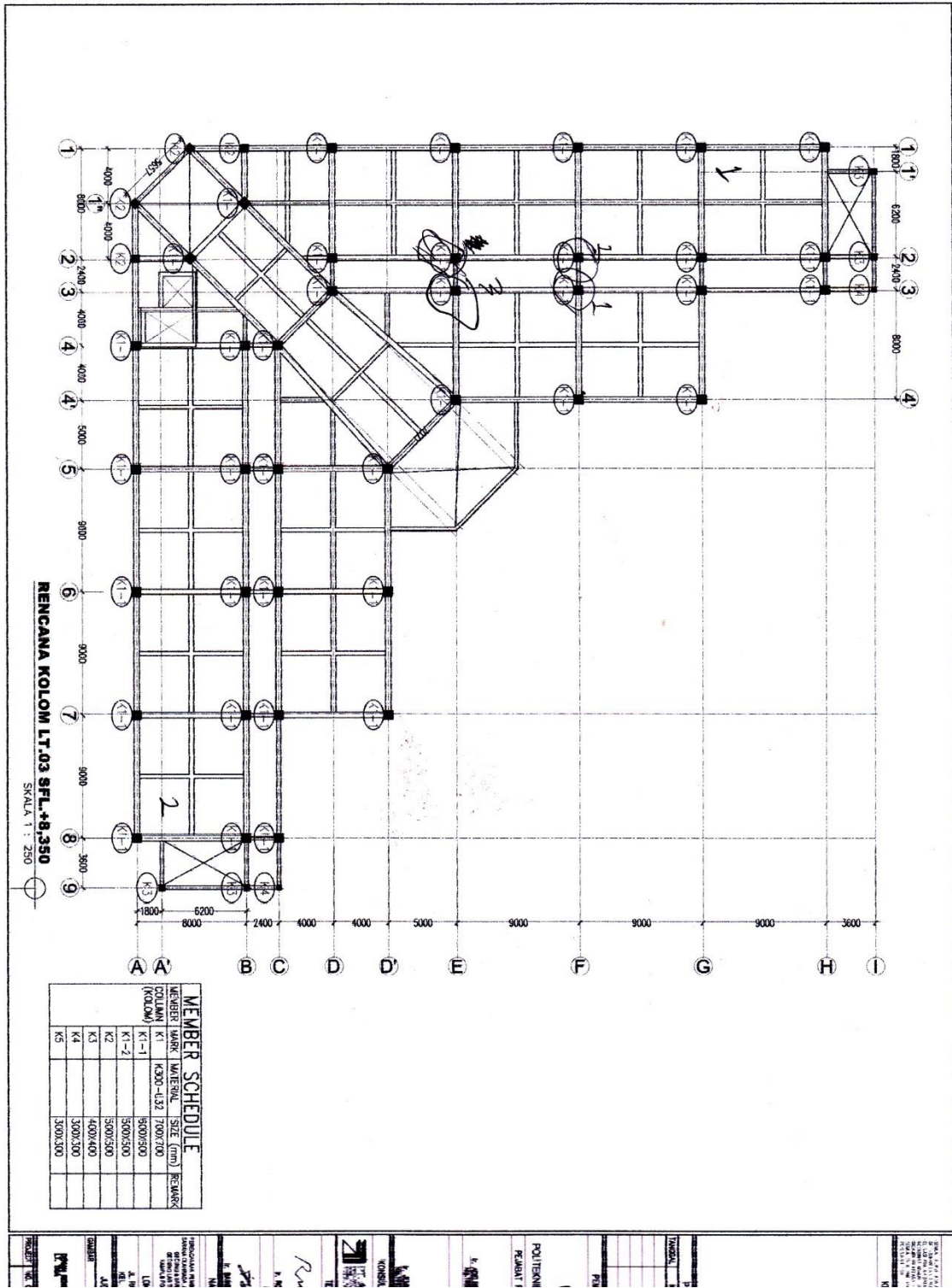
RENC. PLAT L.T. I (+4,09)
1:200



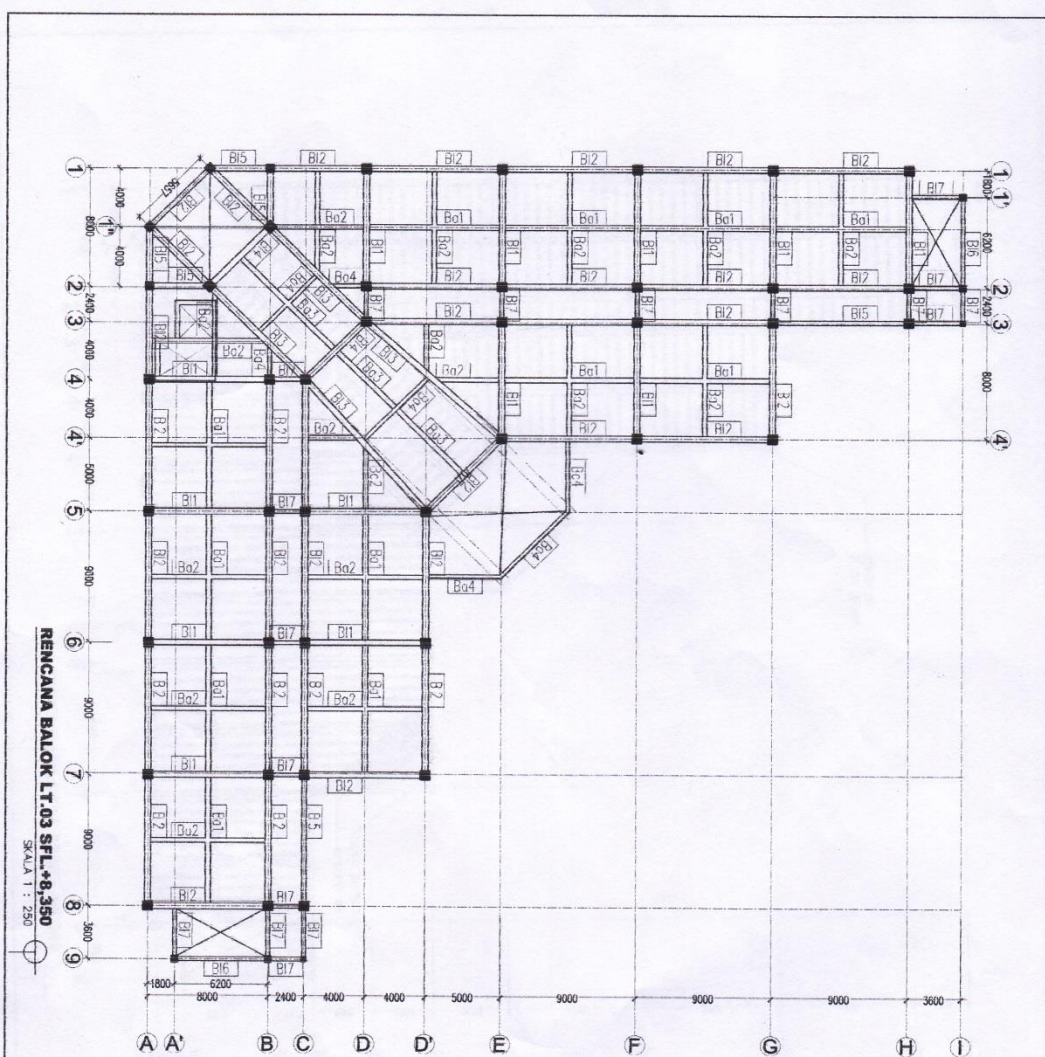
<p>MASUD AL-MUHTAR</p>	
<p>RENC. BALOK L.T. I</p>	
<p>1:200</p>	
<p>S-032</p>	
<p>STR.</p>	
<p>IMPRESI</p>	
<p>RENC. BALOK L.T. I</p>	
<p>1:200</p>	
<p>S-032</p>	
<p>STR.</p>	

Plat lantai 2

b) Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado



Kolom Lantai 1



RENCANA BALOK LT.03 SFL-8.350
SKALA 1 : 250

MEMBER SCHEDULE

MEMBER	TYPE	MARK	WIRE	SIZE	FORM	REMARK
B1	BEAM	100	100	100	100	
B2	BEAM	100	100	100	100	
B3	BEAM	100	100	100	100	
B4	BEAM	100	100	100	100	
B5	BEAM	100	100	100	100	
B6	BEAM	100	100	100	100	
B7	BEAM	100	100	100	100	
B8	BEAM	100	100	100	100	
B9	BEAM	100	100	100	100	
B10	BEAM	100	100	100	100	
B11	BEAM	100	100	100	100	
B12	BEAM	100	100	100	100	
B13	BEAM	100	100	100	100	
B14	BEAM	100	100	100	100	
B15	BEAM	100	100	100	100	
B16	BEAM	100	100	100	100	
B17	BEAM	100	100	100	100	
B18	BEAM	100	100	100	100	
B19	BEAM	100	100	100	100	
B20	BEAM	100	100	100	100	
B21	BEAM	100	100	100	100	
B22	BEAM	100	100	100	100	
B23	BEAM	100	100	100	100	
B24	BEAM	100	100	100	100	
B25	BEAM	100	100	100	100	
B26	BEAM	100	100	100	100	
B27	BEAM	100	100	100	100	
B28	BEAM	100	100	100	100	
B29	BEAM	100	100	100	100	
B30	BEAM	100	100	100	100	
B31	BEAM	100	100	100	100	
B32	BEAM	100	100	100	100	
B33	BEAM	100	100	100	100	
B34	BEAM	100	100	100	100	
B35	BEAM	100	100	100	100	
B36	BEAM	100	100	100	100	
B37	BEAM	100	100	100	100	
B38	BEAM	100	100	100	100	
B39	BEAM	100	100	100	100	
B40	BEAM	100	100	100	100	
B41	BEAM	100	100	100	100	
B42	BEAM	100	100	100	100	
B43	BEAM	100	100	100	100	
B44	BEAM	100	100	100	100	
B45	BEAM	100	100	100	100	
B46	BEAM	100	100	100	100	
B47	BEAM	100	100	100	100	
B48	BEAM	100	100	100	100	
B49	BEAM	100	100	100	100	
B50	BEAM	100	100	100	100	
B51	BEAM	100	100	100	100	
B52	BEAM	100	100	100	100	
B53	BEAM	100	100	100	100	
B54	BEAM	100	100	100	100	
B55	BEAM	100	100	100	100	
B56	BEAM	100	100	100	100	
B57	BEAM	100	100	100	100	
B58	BEAM	100	100	100	100	
B59	BEAM	100	100	100	100	
B60	BEAM	100	100	100	100	
B61	BEAM	100	100	100	100	
B62	BEAM	100	100	100	100	
B63	BEAM	100	100	100	100	
B64	BEAM	100	100	100	100	
B65	BEAM	100	100	100	100	
B66	BEAM	100	100	100	100	
B67	BEAM	100	100	100	100	
B68	BEAM	100	100	100	100	
B69	BEAM	100	100	100	100	
B70	BEAM	100	100	100	100	
B71	BEAM	100	100	100	100	
B72	BEAM	100	100	100	100	
B73	BEAM	100	100	100	100	
B74	BEAM	100	100	100	100	
B75	BEAM	100	100	100	100	
B76	BEAM	100	100	100	100	
B77	BEAM	100	100	100	100	
B78	BEAM	100	100	100	100	
B79	BEAM	100	100	100	100	
B80	BEAM	100	100	100	100	
B81	BEAM	100	100	100	100	
B82	BEAM	100	100	100	100	
B83	BEAM	100	100	100	100	
B84	BEAM	100	100	100	100	
B85	BEAM	100	100	100	100	
B86	BEAM	100	100	100	100	
B87	BEAM	100	100	100	100	
B88	BEAM	100	100	100	100	
B89	BEAM	100	100	100	100	
B90	BEAM	100	100	100	100	
B91	BEAM	100	100	100	100	
B92	BEAM	100	100	100	100	
B93	BEAM	100	100	100	100	
B94	BEAM	100	100	100	100	
B95	BEAM	100	100	100	100	
B96	BEAM	100	100	100	100	
B97	BEAM	100	100	100	100	
B98	BEAM	100	100	100	100	
B99	BEAM	100	100	100	100	
B100	BEAM	100	100	100	100	

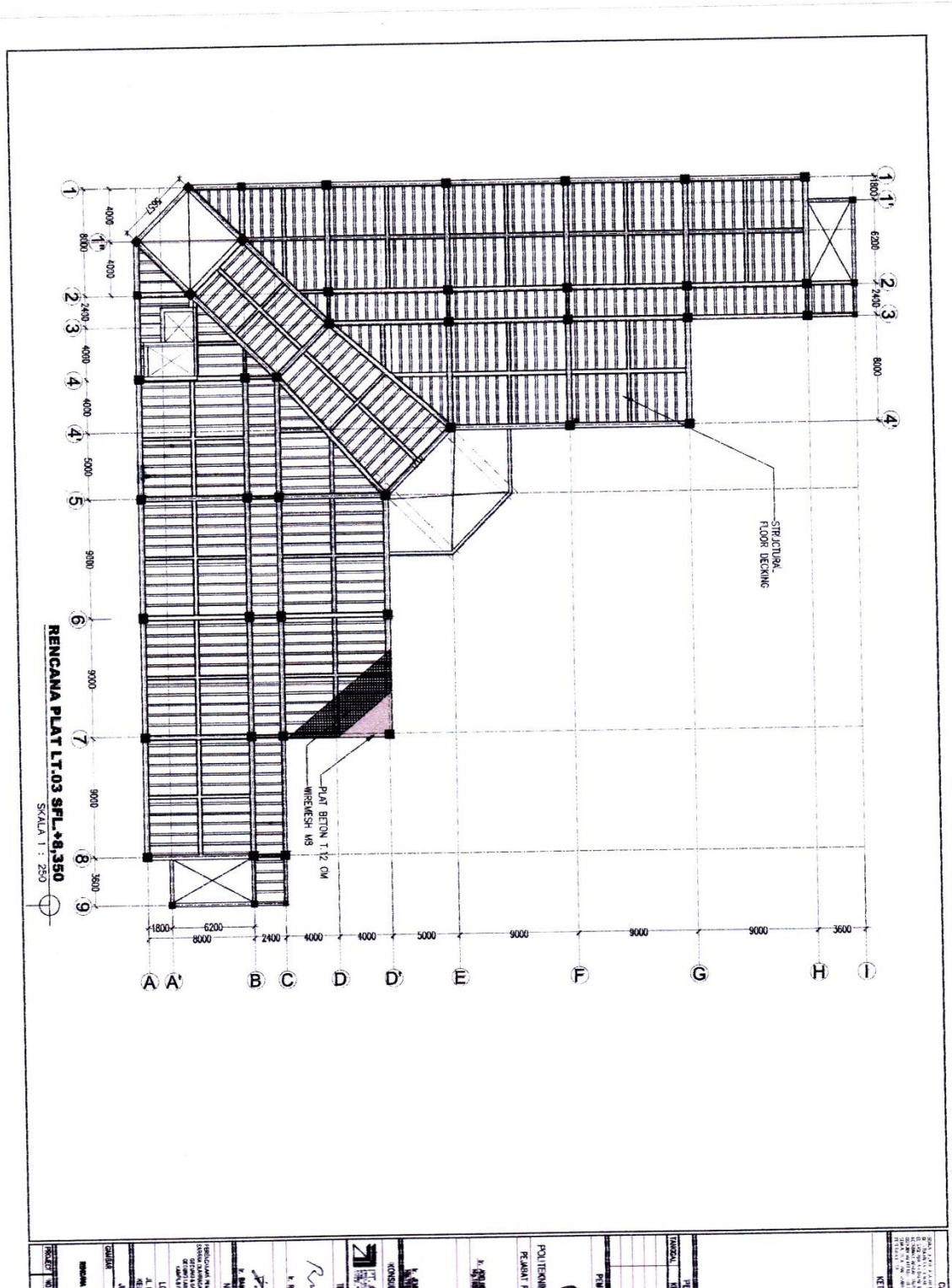
PROJECT NO. 000000
 DRAWING NO. 000000
 DATE: 00/00/00
 SCALE: 1:250
 SHEET NO. 00/00

MEMBER SCHEDULE
 MEMBER: B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20, B21, B22, B23, B24, B25, B26, B27, B28, B29, B30, B31, B32, B33, B34, B35, B36, B37, B38, B39, B40, B41, B42, B43, B44, B45, B46, B47, B48, B49, B50, B51, B52, B53, B54, B55, B56, B57, B58, B59, B60, B61, B62, B63, B64, B65, B66, B67, B68, B69, B70, B71, B72, B73, B74, B75, B76, B77, B78, B79, B80, B81, B82, B83, B84, B85, B86, B87, B88, B89, B90, B91, B92, B93, B94, B95, B96, B97, B98, B99, B100
 TYPE: BEAM
 MARK: 100
 WIRE: 100
 SIZE: 100
 FORM: 100
 REMARK:

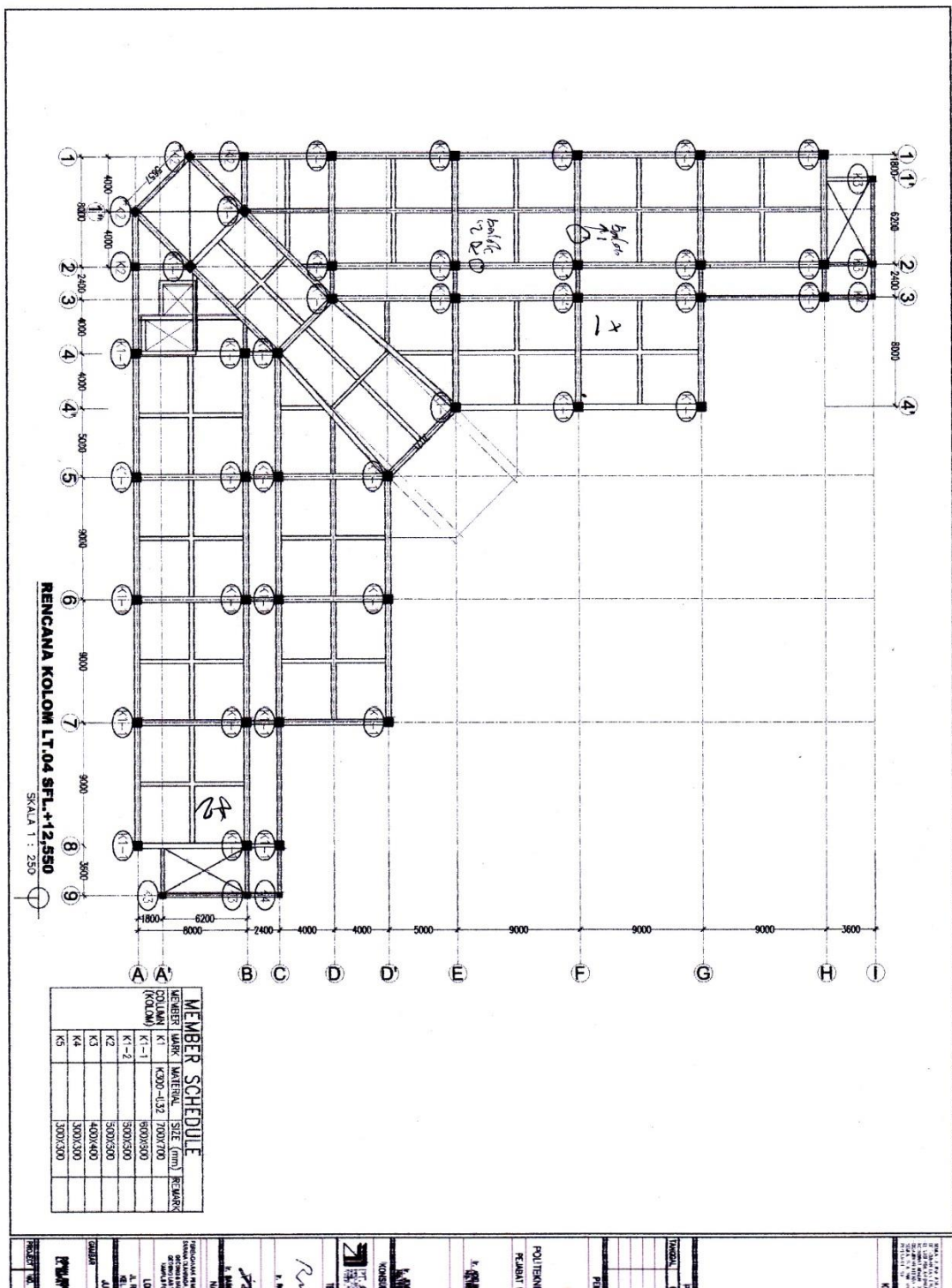
POLITEKNIK NEKA
 FAKULTAS TEKNIK
 SURABAYA

NAMA: R. R. R.
 NPM: 0000000000
 JURUSAN: TEKNIK SIPIL
 KELOMPOK: 000000
 DOSEN: 0000000000

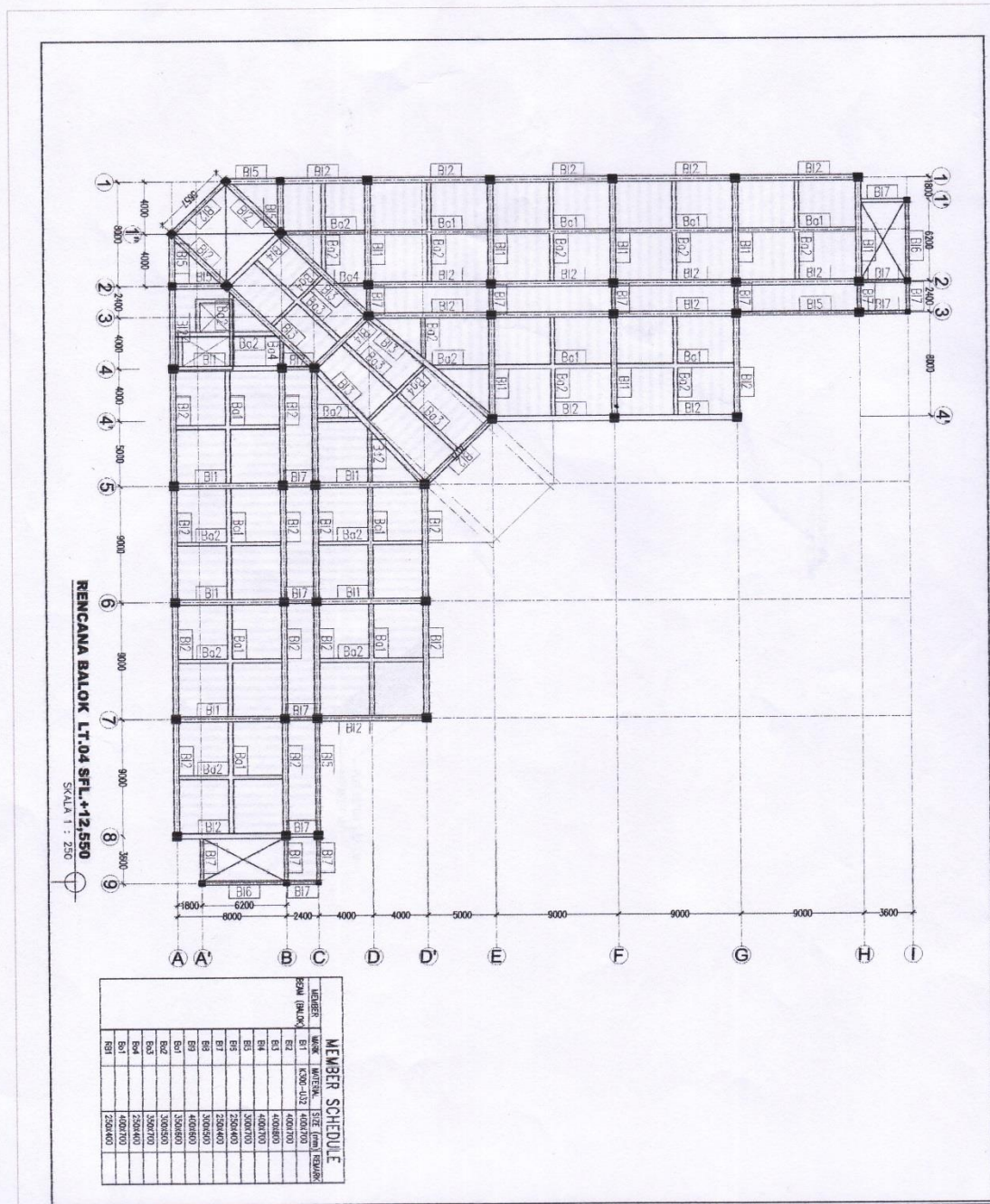
Balok Lantai 1



Plat Lantai 1



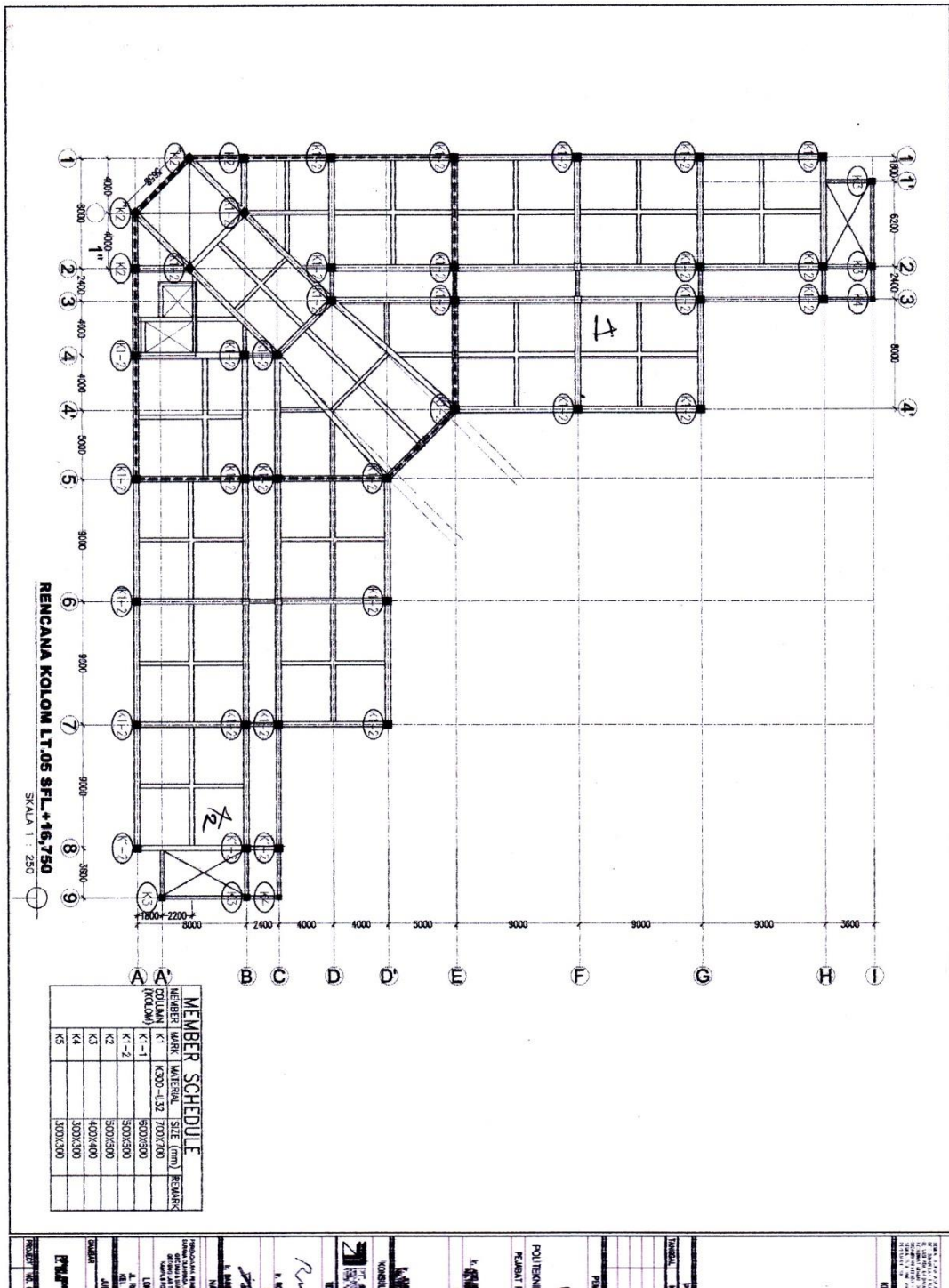
Kolom Lantai 2



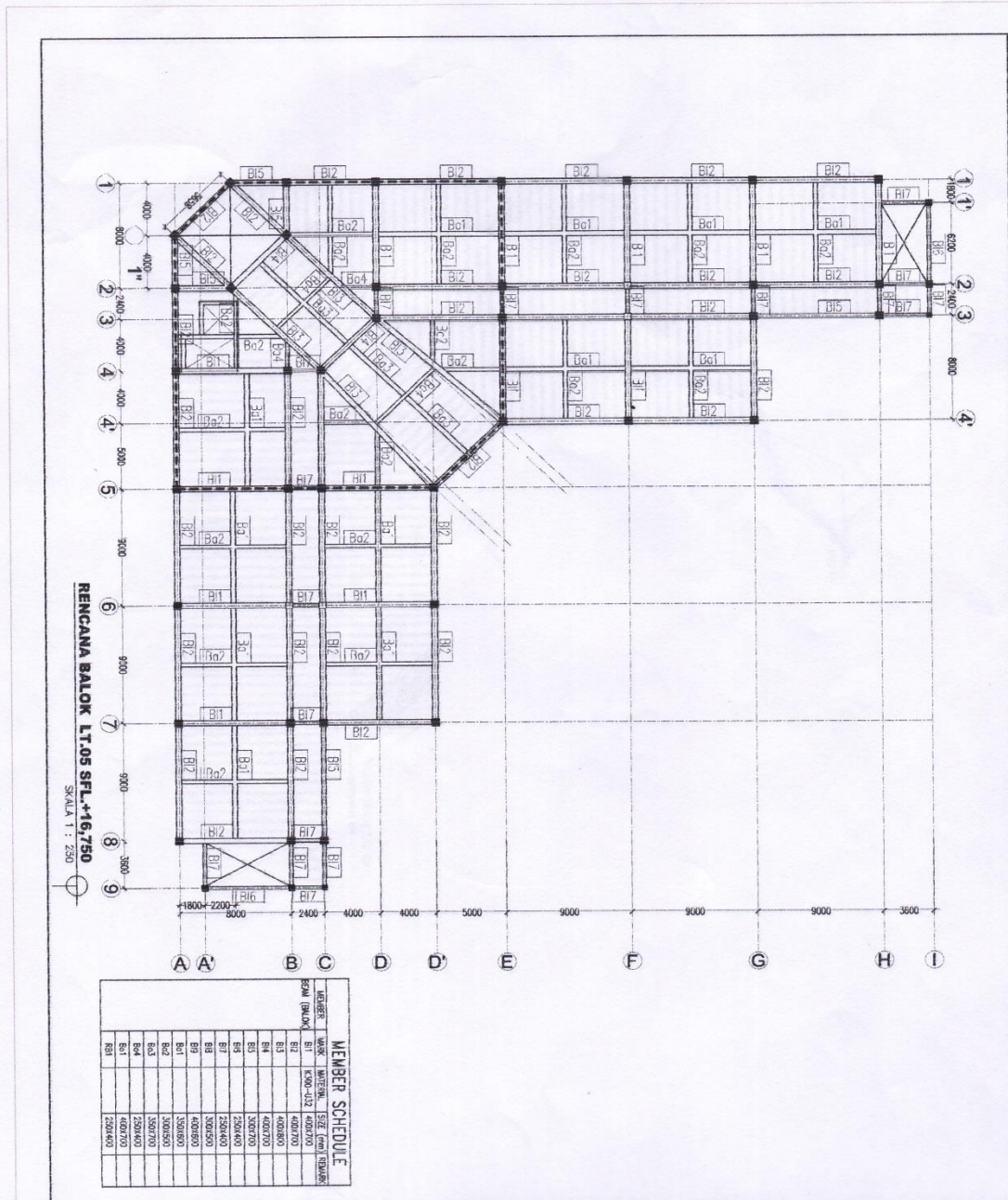
MEMBER SCHEDULE

MEMBER	NO.	W/HT	MATERIAL	SIZE (mm)	REMARK
B1	1	400x112	400x112		
B2	2	400x112	400x112		
B3	3	400x112	400x112		
B4	4	400x112	400x112		
B5	5	400x112	400x112		
B6	6	400x112	400x112		
B7	7	400x112	400x112		
B8	8	400x112	400x112		
B9	9	400x112	400x112		
B10	10	400x112	400x112		
B11	11	400x112	400x112		
B12	12	400x112	400x112		
B13	13	400x112	400x112		
B14	14	400x112	400x112		
B15	15	400x112	400x112		
B16	16	400x112	400x112		
B17	17	400x112	400x112		

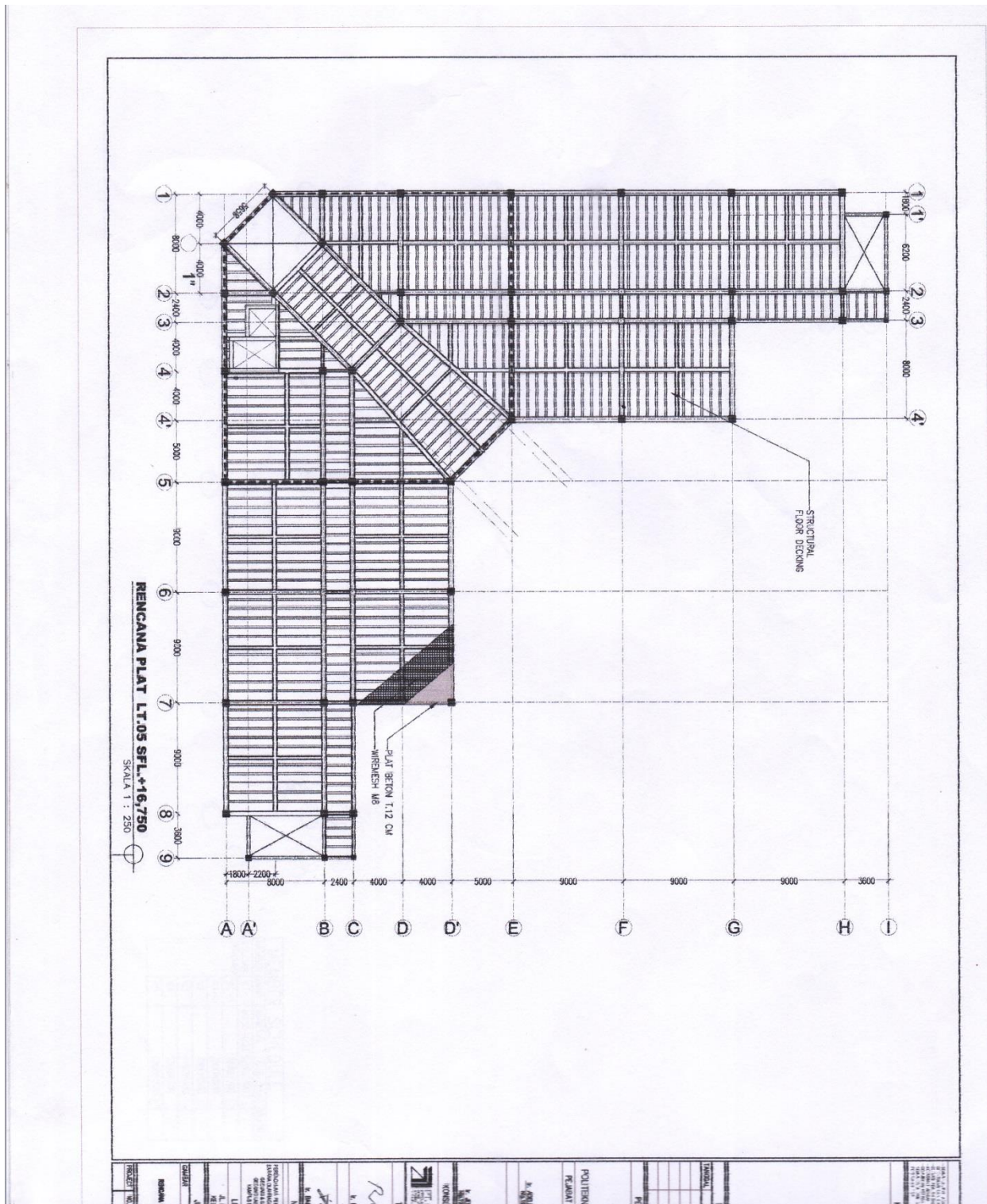
Balok Lantai 2



Kolom Lantai 3



Balok Lantai 3



Plat Lantai 3

- 2 Data Pengujian Lab.
- a) Masjid Al-Muhajirin



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado – 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, 811245 Fax. (0431) 811568
e mail : ts_poltekmdo@hotmail.com



HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS BETON
15 CM X 15 CM X 15 CM
Proyek Pembangunan Masjid Al-Muhajirin Paniki Dua

NO.	KODE KUBUS	TGL BUAT	TGL UJI	UMUR	BERAT (GRAM)	BEBAN MAKS (KG)	s_c Kg/cm ²	s_c (28 hari) Kg/cm ²
1	K - 300 Pondasi	26/11/2017	04/12/2017	8	7.125	51.292,5	227,97	333,77
2	Pondasi	26/11/2017	04/12/2017	8	7.235	50.476,5	224,34	328,46
							Rata-rata	331,12

Catatan : Slump : Cm

Manado, 4 Desember 2017

Diuji oleh :

Sudarno, ST.,MT



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado – 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, 811245 Fax. (0431) 811568
e mail : ts_poltekmdo@hotmail.com



**HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS BETON
15 CM X 15 CM X 15 CM
Proyek Pembangunan Masjid Al-Muhajirin Paniki Dua**

NO.	KODE KUBUS	TGL BUAT	TGL UJI	UMUR	BERAT (GRAM)	BEBAN MAKS (KG)	f_c Kg/cm ²	f_{c28} (28 hari) Kg/cm ²
1	K - 300 Pondasi	25/11/2017	04/12/2017	9	6.935	55.002,9	244,46	341,42
2	Pondasi	25/11/2017	04/12/2017	9	6.598	51.373,2	228,33	318,89
							Rata-rata	330,16

Catatan : Slump : Cm

Manado, 4 Desember 2017

Diuji oleh :

Sudarno, ST.,MT



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado – 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, 811245 Fax. (0431) 811568
e mail : ts_poltekmndo@hotmail.com



HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS BETON
15 CM X 15 CM X 15 CM
Proyek Pembangunan Masjid Al-Muhajirin Paniki Dua

NO.	KODE KUBUS	TGL BUAT	TGL UJI	UMUR	BERAT (GRAM)	BEBAN MAKS (KG)	f_c Kg/cm ²	f_{cu} (28 hari) Kg/cm ²
1	K - 250 (Mobil 4) Balok dan Plat	27/01/2018	08/2/2018	10	7.460	25.397,7	112,88	150,71
							Rata-rata	150,71

Catatan : Slump : ,19 Cm

Manado, 6 Februari 2018
Diuji oleh :

Sudarno, ST.,MT



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado – 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, 811245 Fax. (0431) 811568
e mail : ts_poltekmdo@hotmail.com



HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS BETON
15 CM X 15 CM X 15 CM
Proyek Pembangunan Masjid Al-Muhajirin Paniki Dua

NO.	KODE KUBUS	TGL BUAT	TGL UJI	UMUR	BERAT (GRAM)	BEBAN MAKS (KG)	s_b Kg/cm ²	s_b (28 hari) Kg/cm ²
1	K - 250 (Mobii 3) Balok dan Plat	27/01/2018	06/2/2018	10	7.293	37.228,9	165,46	220,91
2	Balok dan Plat	27/01/2018	06/2/2018	10	7.490	33.831,8	150,36	200,75
							Rata-rata	210,63

Catatan : Slump : 10 Cm

Manado, 6 Februari 2018
Diuji oleh :

Sudarno, ST.,MT

b) Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado – 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, 811245 Fax. (0431) 811568
e mail : ts_poltekmdo@hotmail.com



**HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS BETON
15 CM X 15 CM X 15 CM**

Pembangunan Lanjutan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado T.A 2016

Kontraktor : PT . Bangun Kubah Sarana

NO.	KODE KUBUS	TGL BUAT	TGL UJI	UMUR	BERAT (GRAM)	BEBAN MAKS (KG)	s_b Kg/cm ²	s_b (28 hari) Kg/cm ²
1	K - 275 BALOK + PLAT RAM	28/10/2016	25/11/2016	28	7.504	69.360,0	308,27	308,27
2	BALOK + PLAT LT 1	28/10/2016	25/11/2016	28	7.528	67.830,0	301,47	301,47

Manado, 25 November 2016
Kepal Lab Uji Bahan
Jurusan Teknik Sipil,

Sudarno, ST.,MT
NIP.19650116 199003 1 002



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado – 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, 811245 Fax. (0431) 811568
e mail : ts_poltekmdo@hotmail.com



**HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS BETON
15 CM X 15 CM X 15 CM**

Pembangunan Lanjutan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado T.A 2016

Kontraktor : PT . Bangun Kubah Sarana

NO.	KODE KUBUS	TGL BUAT	TGL UJI	UMUR	BERAT (GRAM)	BEBAN MAKS (KG)	s_b Kg/cm ²	s_b (28 hari) Kg/cm ²
1	K - 275 TANGGA LT DASAR	04/11/2016	2/12/2016	28	7.514	68.340,0	303,73	303,73
2	KOLOM LT 1	04/11/2016	2/12/2016	28	7.527	69.870,0	310,53	310,53

Manado, 2 Desember 2016
Kepal Lab Uji Bahan
Jurusan Teknik Sipil,

Sudarno, ST.,MT
NIP.19650116 199003 1 002



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado – 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, 811245 Fax. (0431) 811568
e mail : ts_poltekmdo@hotmail.com



HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS BETON

15 CM X 15 CM X 15 CM

Pembangunan Lanjutan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado T.A 2016

Kontraktor : PT . Bangun Kubah Sarana

NO.	KODE KUBUS	TGL BUAT	TGL UJI	UMUR	BERAT (GRAM)	BEBAN MAKS (KG)	s_b Kg/cm ²	s_b (28 hari) Kg/cm ²
	K - 275							
1	PLAT + BALOK LT 2	07/11/2016	5/12/2016	28	7.497	67.320,0	299,20	299,20
2	PLAT + BALOK LT 2	07/11/2016	5/12/2016	28	7.523	68.340,0	303,73	303,73
3	PLAT + BALOK LT 2	07/11/2016	5/12/2016	28	7.516	67.830,0	301,47	301,47
4	PLAT + BALOK LT 2	07/11/2016	5/12/2016	28	7.531	89.360,0	397,16	397,16
5	PLAT + BALOK LT 2	07/11/2016	5/12/2016	28	7.507	66.810,0	296,93	296,93
6	PLAT + BALOK LT 2	07/11/2016	5/12/2016	28	7.479	65.280,0	290,13	290,13
								314,77

Manado, 5 DESEMBER 2016
Kepal Lab Uji Bahan
Jurusan Teknik Sipil,

Sudarno, ST.,MT
NIP.19650116 199003 1 002



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado – 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, 811245 Fax. (0431) 811568
e mail : ts_poltekmdo@hotmail.com



HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS BETON

15 CM X 15 CM X 15 CM

Pembangunan Lanjutan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado T.A 2016

Kontraktor : PT . Bangun Kubah Sarana

NO.	KODE KUBUS	TGL BUAT	TGL UJI	UMUR	BERAT (GRAM)	BEBAN MAKS (KG)	s_b Kg/cm ²	s_b (28 hari) Kg/cm ²
1	K - 275 Kolom	11/11/2016	13/12/2016	32	7.472	52.509,0	233,37	230,38
2	Kolom	11/11/2016	13/12/2016	32	7.429	73.139,0	325,06	320,89
								275,63

Manado, 13 Desember 2016
Kepal Lab Uji Bahan
Jurusan Teknik Sipil,

Sudarno, ST.,MT
NIP.19650116 199003 1 002



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado – 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, 811245 Fax. (0431) 811568
e mail : ts_poltekmdo@hotmail.com



**HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS BETON
15 CM X 15 CM X 15 CM**

Pembangunan Lanjutan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado T.A 2016

Kontraktor : PT . Bangun Kubah Sarana

NO.	KODE KUBUS	TGL BUAT	TGL UJI	UMUR	BERAT (GRAM)	BEBAN MAKS (KG)	s_b Kg/cm ²	s_b (28 hari) Kg/cm ²
1	K - 275 Kolom	11/11/2016	21/11/2016	10	7.297	50.887	226,16	301,96
2	Kolom	11/11/2016	21/11/2016	10	7.306	66.266	294,52	393,21
								347,58

Manado, 21 November 2016
Kepal Lab Uji Bahan
Jurusan Teknik Sipil,

Sudarno, ST.,MT
NIP.19650116 199003 1 002



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado – 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, 811245 Fax. (0431) 811568
e mail : ts_poltekmndo@hotmail.com



HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS BETON

15 CM X 15 CM X 15 CM

Pembangunan Lanjutan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado T.A 2016

Kontraktor : PT . Bangun Kubah Sarana

NO.	KODE KUBUS	TGL BUAT	TGL UJI	UMUR	BERAT (GRAM)	BEBAN MAKS (KG)	s_b Kg/cm ²	s_b (28 hari) Kg/cm ²
	K - 275							
1	PLAT LANTAI 3	25/11/2016	19/12/2016	24	7.505	104.310,0	463,60	477,45
2	PLAT LANTAI 3	25/11/2016	19/12/2016	24	7.671	94.331,3	419,25	431,77
3	PLAT LANTAI 3	25/11/2016	19/12/2016	24	7.587	107.022,0	475,65	489,86
4	PLAT LANTAI 3	25/11/2016	19/12/2016	24	7.680	105.667,0	469,63	483,66
								454,61

Manado, 19 Desember 2016

Kepal Lab Uji Bahan

Jurusan Teknik Sipil,

Sudarno, ST.,MT

NIP.19650116 199003 1 002



KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

POLITEKNIK NEGERI MANADO

Alamat : Kampus Politeknik Ds. Buha Manado – 95252
Telp. (0431) 812988, 811568, 811245 Fax. (0431) 811568
e mail : ts_poltekmdo@hotmail.com



HASIL UJI KUAT TEKAN KUBUS BETON

15 CM X 15 CM X 15 CM

Pembangunan Lanjutan Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado T.A 2016

Kontraktor : PT . Bangun Kubah Sarana

NO.	KODE KUBUS	TGL BUAT	TGL UJI	UMUR	BERAT (GRAM)	BEBAN MAKS (KG)	s_b Kg/cm ²	s_b (28 hari) Kg/cm ²
1	K - 275 Kolom / Plat Ramp	06/12/2016	14/12/2016	8	7.530	71.420,0	317,42	464,75
2	Kolom / Plat Ramp	06/12/2016	14/12/2016	8	7.609	70.808,0	314,70	460,76
3	Kolom / Plat Ramp	06/12/2016	14/12/2016	8	7.542	74.329,0	330,35	483,68
								469,73

Manado, 14 Desember 2016
Kepal Lab Uji Bahan
Jurusan Teknik Sipil,

Sudarno, ST.,MT

NIP.19650116 199003 1 002

Lampiran Tabel Pengujian

1. Tabel Pengujian *Hammer Test*

a) Masjid Al-Muhajirin

- Kolom Lantai 1

KODE BETON	Tanggal Cor	Tanggal Tes / Uji	UMUR (hari)	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	a	ΔR	Ro	an	Kuat Tekan
														kg/cm ²
KOLOM 30 X30 CM	26/11/2017	9/5/2018	164	34	38	36	35	36	36.35	0	-	36.35	0.74	213.53
				36	36	39	39	38						
				36	36	36	35	38						
				38	37	34	35	35						
KOLOM 30 X30 CM	26/11/2017	9/5/2018	164	38	45	40	43	36	41.6	0	-	41.60	0.74	264.03
				47	38	42	38	46						
				38	36	59	42	38						
				40	41	42	40	43						
KOLOM 30 X30 CM	26/11/2017	9/5/2018	164	36	35	36	35	36	36.05	0	-	36.05	0.74	210.64
				38	34	36	38	32						
				35	35	34	36	38						
				35	38	36	38	40						
KOLOM 50 X50 CM	26/11/2017	9/5/2018	164	42	37	44	40	48	37.5	0	-	37.50	0.74	224.59
				40	42	38	31	40						
				32	34	34	38	39						
				38	35	36	30	32						
KOLOM 50 X50	26/11/2017	9/5/2018	164	42	41	38	44	44	41.65	0	-	41.65	0.74	264.51
				48	42	46	42	34						

CM				42	40	44	44	38							
				43	41	45	34	41							
KOLOM 30 X50 CM	26/11/2017	9/5/2018	164	40	42	40	36	40	38.25	0	-	38.25	0.74	231.81	
				40	38	38	39	44							
				35	40	37	38	24							
				39	39	37	37	42							
KOLOM 30 X50 CM	26/11/2017	9/5/2018	164	44	42	44	38	42	42.9	0	-	42.90	0.73	272.80	
				43	45	41	42	45							

KOLOM 30 X50 CM	26/11/2017	9/5/2018	164	43	41	42	46	43	42.9	0	-	42.90	0.73	272.80
				40	47	42	44	44						

- Kolom Lantai 2

KODE BETON	Tanggal Cor	Tanggal Tes / Uji	UMUR (hari)	Bacaan Alat (R)					R rata- rata	a	ΔR	Ro	an	F
				kg/cm2										
KOLOM 30 X30 CM	10/2/2018	9/5/2018	88	40	40	38	38	38	38.6	0	-	38.6	0.8	254.24
				38	40	38	34	34						
				42	42	40	34	42						
				40	38	34	41	41						
KOLOM 30 X30 CM	10/2/2018	9/5/2018	88	40	38	38	36	44	38.6	0	-	38.6	0.8	254.24
				41	40	34	36	37						
				40	34	37	40	39						
				40	40	39	39	40						

KOLOM 30 X30 CM	10/2/2018	9/5/2018	88	37	37	41	38	37	39.45	0	-	39.5	0.8	263.08
				35	36	42	41	40						
				41	41	38	38	44						
				41	42	40	38	42						
KOLOM 50 X50 CM	10/2/2018	9/5/2018	88	38	40	42	36	40	40.05	0	-	40.1	0.8	269.32
				41	37	42	38	42						
				45	40	38	38	43						
				44	30	39	45	43						
KOLOM 50 X50 CM	10/2/2018	9/5/2018	88	43	40	38	42	30	40.05	0	-	40.1	0.8	269.32
				30	39	44	39	42						
				42	43	36	41	40						
				41	49	42	34	46						
KOLOM 30 X50 CM	10/2/2018	9/5/2018	88	36	32	36	39	39	36.55	0	-	36.6	0.8	232.92
				39	36	35	32	34						
				43	42	36	37	39						
				37	34	36	39	30						
KOLOM 30 X50 CM	10/2/2018	9/5/2018	88	28	34	34	34	30	33.4	0	-	33.4	0.8	200.16
				34	35	36	35	34						
				35	34	34	33	34						
				32	33	34	32	33						

- Balok & Plat Lantai 2

KODE BETON	Tanggal Cor	Tanggal Tes / Uji	UMUR (hari)	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	a	ΔR	Ro	an	F
				kg/cm2										
BALOK	27/1/2018	9/5/2018	102	30	23	20	29	29	29.25	0	-	29.3	0.78	153.08
				32	28	28	24	30						
				28	31	31	24	29						
				30	32	36	34	37						
BALOK	27/1/2018	9/5/2018	102	22	28	30	32	22	29.3	0	-	29.3	0.78	153.58
				30	26	26	28	28						
				32	28	26	30	30						
				39	34	30	31	34						
BALOK	27/1/2018	9/5/2018	102	27	40	23	31	30	30.45	0		30.5	0.78	165.24
				20	18	29	33	33						
				30	31	34	30	30						
				30	35	38	35	32						
BALOK	27/1/2018	9/5/2018	102	36	30	34	36	30	31	0	-	31.0	0.78	170.82
				30	23	32	30	29						
				28	31	29	29	33						
				29	36	35	31	29						
PLAT	27/1/2018	9/5/2018	102	30	22	26	23	31	24.4	-90	4.1	28.5	0.78	145.47
				20	25	29	22	23						
				18	22	24	22	28						
				28	24	33	16	22						
PLAT	27/1/2018	9/5/2018	102	18	21	22	16	21	18.65	-90		23.0	0.78	89.19
				15	22	22	20	16						

				19	12	22	19	17						
				19	19	20	17	16						
PLAT	27/1/2018	9/5/2018	102	26	23	28	24	25	26.15	-90	4.0	30.2	0.78	162.20
				15	24	28	24	25						
				36	30	20	26	23						
				38	28	28	28	24						

b) Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado

- Kolom, Balok & Plat Lantai 1

KODE BETON	Tanggal Cor	Tanggal Tes / Uji	UMUR (hari)	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	a	ΔR	Ro	an	F
				kg/cm ²										
KOLOM	4/11/2016	12/4/2018	552	42	38	36	44	41	39.85	0	-	39.9	0.67	223.81
				38	38	38	41	44						
				42	43	39	39	44						
				37	36	36	41	40						
KOLOM	4/11/2016	12/4/2018	552	42	38	36	44	41	39.65	0	-	39.7	0.67	222.07
				40	41	28	41	44						
				40	43	39	39	44						
				36	40	36	41	40						
PLAT	28/10/2016	12/4/2018	559	21	20	22	22	22	22.4	-90	4.00	26.4	0.67	106.66
				20	20	22	22	22						
				23	22	24	23	25						
				23	23	25	23	24						
PLAT	28/10/2016	12/4/2018	559	28	29	29	32	26	29.1	-90	3.90	33.0	0.67	164.15
				30	32	34	28	29						
				29	28	31	31	33						
				29	30	30	24	20						
BALOK	28/10/2016	12/4/2018	559	49	50	43	51	55	50.45	90	-4.30	46.2	0.67	278.69
				49	51	44	53	56						
				50	46	52	45	54						
				48	54	55	50	54						
BALOK	28/10/2016	12/4/2018	559	53	54	53	54	54	51.95	90	-4.30	47.7	0.67	291.75
				55	54	49	55	56						

				51	50	52	52	55						
				42	45	50	52	53						

- Kolom, Balok & Plat Lantai 2

KODE BETON	Tanggal Cor	Tanggal Tes / Uji	UMUR (hari)	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	a	ΔR	Ro	an	F
				kg/cm2										
KOLOM	11/11/2016	5/4/2018	540	39	38	37	40	38	39.1	0	-	39.1	0.67	217.28
				37	38	42	39	40						
				39	40	42	38	40						
				40	40	37	38	40						
KOLOM	11/11/2016	5/4/2018	540	36	37	41	38	39	38.7	0	-	38.7	0.67	213.80
				36	37	41	38	42						
				34	40	37	34	40						
				36	40	44	42	42						
PLAT	7/11/2016	5/4/2018	544	38	36	36	37	37	34.3	-90	3.70	38.0	0.67	207.70
				38	32	30	40	32						
				34	32	28	36	26						
				30	34	34	38	38						
PLAT	7/11/2016	5/4/2018	544	30	38	32	36	38	33.7	-90	3.70	37.4	0.67	202.47
				38	40	32	28	28						
				36	34	34	30	34						
				26	38	32	38	32						
BALOK	7/11/2016	12/4/2018	549	53	51	54	51	53	50.9	90	-4.40	46.5	0.67	281.74
				53	53	51	52	50						
				56	52	50	55	48						
				51	47	46	46	46						
BALOK	7/11/2016	12/4/2018	549	48	49	50	53	46	49.25	90	-4.40	44.9	0.67	267.36
				53	54	50	50	56						
				52	51	40	48	50						
				50	42	46	47	50						

- Kolom, Balok & Plat Lantai 3

KODE BETON	Tanggal Cor	Tanggal Tes / Uji	UMUR (hari)	Bacaan Alat (R)					R rata-rata	a	ΔR	Ro	an	F
				kg/cm2										
KOLOM	6/12/2016	5/4/2018	515	50	50	50	48	46	48.35	0	-	48.35	0.67	297.85
				47	48	48	50	49						
				48	47	48	49	52						
				48	51	46	44	48						
KOLOM	6/12/2016	5/4/2018	515	49	48	46	50	48	48.15	0	-	48.15	0.67	296.11
				46	50	47	48	48						
				40	49	50	50	49						
				50	50	48	49	48						
PLAT	25/11/2016	5/4/2018	526	30	28	28	24	28	27.6	-90	3.90	31.5	0.67	151.09
				26	25	34	36	26						
				30	27	24	32	24						
				24	28	28	24	26						
PLAT	25/11/2016	5/4/2018	526	24	25	26	30	24	24.5	-90	4.00	28.5	0.67	124.96
				24	26	28	20	28						
				26	23	25	27	23						
				22	20	22	25	22						
BALOK	25/11/2016	12/4/2018	533	52	52	50	56	52	53.4	90	-3.90	49.5	0.67	307.87
				50	49	52	52	70						
				55	52	52	52	50						
				56	52	54	58	52						
BALOK	25/11/2016	12/4/2018	533	55	54	50	55	52	53.3	90	-3.90	49.4	0.67	306.99
				52	50	55	52	52						
				56	60	55	55	51						

				50	55	50	55	52						
KOLOM	6/12/2016	5/4/2018	515	52	48	48	48	50	48.65	0	-	48.65	0.67	300.46
				48	49	52	48	48						
				44	48	49	50	44						
				49	48	50	52	48						

2. Tabel Pengujian *Ultrasonic Pulse Velocity*

a) Masjid Al-Muhajirin

- Kolom Lantai 1

KODE BETON	JARAK BENDA UJI	VELOSITI m/s	VELOSITI km/s	e	f _c (mpa)	(kg/cm ²)
KOLOM 30 X30 CM	30 CM	3610	3.61	2.718	29.51	300.88
		3614	3.614	2.718	29.54	301.22
		3614	3.614	2.718	29.54	301.22
		3619	3.619	2.718	29.58	301.63
		3619	3.619	2.718	29.58	301.63
KOLOM 30 X30 CM	30 CM	3614	3.614	2.718	29.54	301.22
		3606	3.606	2.718	29.47	300.55
		3619	3.619	2.718	29.58	301.63
		3619	3.619	2.718	29.58	301.63
		3606	3.606	2.718	29.47	300.55
KOLOM 30 X30 CM	30 CM	3871	3.871	2.718	31.64	322.64
		3876	3.876	2.718	31.68	323.05
		3876	3.876	2.718	31.68	323.05
		3871	3.871	2.718	31.64	322.64
		3876	3.876	2.718	31.68	323.05
KOLOM 50 X50 CM	50 CM	3602	3.602	2.718	29.44	300.22
		3615	3.615	2.718	29.55	301.30
		3613	3.613	2.718	29.53	301.13
		3618	3.618	2.718	29.57	301.55
		3615	3.615	2.718	29.55	301.30
KOLOM 50 X50 CM	50 CM	3610	3.61	2.718	29.51	300.88
		3613	3.613	2.718	29.53	301.13

		3613	3.613	2.718	29.53	301.13
		3615	3.615	2.718	29.55	301.30
		3618	3.618	2.718	29.57	301.55
KOLOM 30 X50 CM	50 CM	3556	3.556	2.718	29.07	296.38
		3559	3.559	2.718	29.09	296.63
		3556	3.556	2.718	29.07	296.38
		3556	3.556	2.718	29.07	296.38
		3556	3.556	2.718	29.07	296.38
KOLOM 30 X50 CM	50 CM	3371	3.371	2.718	27.55	280.96
		3371	3.371	2.718	27.55	280.96
		3375	3.375	2.718	27.59	281.30
		3375	3.375	2.718	27.59	281.30
		3382	3.382	2.718	27.64	281.88

- Kolom Lantai 2

KODE BETON	JARAK BENDA UJI	VELOSITI m/s	VELOSITI km/s	e	f _c (mpa)	(kg/cm ²)
KOLOM 30 X30 CM	20 CM	3460	3.46	2.718	28.28	288.38
		3490	3.49	2.718	28.53	290.88
		3490	3.49	2.718	28.53	290.88
		3484	3.484	2.718	28.48	290.38
		3490	3.49	2.718	28.53	290.88
KOLOM 30 X30 CM	20 CM	3717	3.717	2.718	30.38	309.80
		3759	3.759	2.718	30.72	313.30
		3759	3.759	2.718	30.72	313.30
		3759	3.759	2.718	30.72	313.30
		3766	3.766	2.718	30.78	313.89
KOLOM 50 X50 CM	20 CM	4115	4.115	2.718	33.63	342.97
		4141	4.141	2.718	33.85	345.14
		4149	4.149	2.718	33.91	345.81
		4167	4.167	2.718	34.06	347.31
		4175	4.175	2.718	34.12	347.98
KOLOM 50 X50 CM	20 CM	3413	3.413	2.718	27.90	284.46
		3436	3.436	2.718	28.08	286.38
		3436	3.436	2.718	28.08	286.38
		3460	3.46	2.718	28.28	288.38
		3466	3.466	2.718	28.33	288.88
KOLOM 30 X50 CM	20 CM	4057	4.057	2.718	33.16	338.14
		3425	3.425	2.718	27.99	285.46
		3419	3.419	2.718	27.95	284.96
		3431	3.431	2.718	28.04	285.96

		3425	3.425	2.718	27.99	285.46
KOLOM 30 X50 CM	20 CM	3367	3.367	2.718	27.52	280.63
		3373	3.373	2.718	27.57	281.13
		3378	3.378	2.718	27.61	281.55
		3390	3.39	2.718	27.71	282.55
		3378	3.378	2.718	27.61	281.55

- Balok & Plat Lantai 2

KODE BETON	JARAK BENDA UJI	VELOSITI m/s	VELOSITI km/s	e	f _c (mpa)	K (kg/cm ²)
PLAT	20 CM	3521	3.521	2.718	28.78	293.47
		2527	2.527	2.718	20.65	210.62
		3527	3.527	2.718	28.83	293.97
		3503	3.503	2.718	28.63	291.97
		3515	3.515	2.718	28.73	292.97
PLAT	20 CM	3361	3.361	2.718	27.47	280.13
		3356	3.356	2.718	27.43	279.71
		3328	3.328	2.718	27.20	277.38
		3306	3.306	2.718	27.02	275.55
		3300	3.3	2.718	26.97	275.05
PLAT	20 CM	3810	3.81	2.718	31.14	317.55
		3802	3.802	2.718	31.08	316.89
		3774	3.774	2.718	30.85	314.55
		3759	3.759	2.718	30.72	313.30
		3759	3.759	2.718	30.72	313.30
BALOK	30 CM	3534	3.534	2.718	28.89	294.55
		3529	3.529	2.718	28.84	294.13
		3521	3.521	2.718	28.78	293.47
		3492	3.492	2.718	28.54	291.05
		3496	3.496	2.718	28.57	291.38
BALOK	30 CM	3584	3.584	2.718	29.29	298.72
		3597	3.597	2.718	29.40	299.80
		3584	3.584	2.718	29.29	298.72
		3597	3.597	2.718	29.40	299.80

		3593	3.593	2.718	29.37	299.47
BALOK	30 CM	2549	2.549	2.718	20.83	212.45
		2542	2.542	2.718	20.78	211.87
		2536	2.536	2.718	20.73	211.37
		2521	2.521	2.718	20.61	210.12
		2517	2.517	2.718	20.57	209.79
BALOK	30 CM	3401	3.401	2.718	27.80	283.46
		3448	3.448	2.718	28.18	287.38
		3476	3.476	2.718	28.41	289.72
		3488	3.488	2.718	28.51	290.72
		3501	3.501	2.718	28.62	291.80

b) Gedung Pendidikan Terpadu Politeknik Negeri Manado

- Kolom, Balok & Plat Lantai 1

KODE BETON	JARAK BENDA UJI	VELOSITI m/s	VELOSITI km/s	e	f _c (mpa)	K (kg/cm ²)
KOLOM INDUK	30 CM	2747	2.747	2.718	22.45	228.96
		2760	2.760	2.718	22.56	230.04
		2760	2.760	2.718	22.56	230.04
		2757	2.757	2.718	22.53	229.79
		2765	2.765	2.718	22.60	230.46
KOLOM INDUK	30 CM	3093	3.093	2.718	25.28	257.79
		3109	3.109	2.718	25.41	259.13
		3118	3.118	2.718	25.49	259.88

		3115	3.115	2.718	25.46	259.63
		3109	3.109	2.718	25.41	259.13
PLAT T=12	30 CM	3125	3.125	2.718	25.54	260.46
		3118	3.118	2.718	25.49	259.88
		3083	3.083	2.718	25.20	256.96
		3061	3.061	2.718	25.02	255.13
		3067	3.067	2.718	25.07	255.63
PLAT T=12	30 CM	3096	3.096	2.718	25.31	258.04
		3077	3.077	2.718	25.15	256.46
		3024	3.024	2.718	24.72	252.04
		2674	2.674	2.718	21.86	222.87
		2521	2.521	2.718	20.61	210.12
BALOK	30 CM	2033	2.033	2.718	16.62	169.45
		2031	2.031	2.718	16.60	169.28
		2033	2.033	2.718	16.62	169.45
		2240	2.240	2.718	18.31	186.70
		2256	2.256	2.718	18.44	188.03
BALOK	30 CM	3135	3.135	2.718	25.62	261.29
		3138	3.138	2.718	25.65	261.54
		3165	3.165	2.718	25.87	263.79
		3175	3.175	2.718	25.95	264.63
		3132	3.132	2.718	25.60	261.04

- Kolom, Balok & Plat Lantai 2

KODE BETON	JARAK BENDA UJI	VELOSITI m/s	VELOSITI km/s	e	f _c (mpa)	K (kg/cm ²)
KOLOM INDUK	20 CM	2410	2.410	2.718	19.70	200.87
		2601	2.601	2.718	21.26	216.79
		3035	3.035	2.718	24.81	252.96
		3086	3.086	2.718	25.22	257.21
		3125	3.125	2.718	25.54	260.46
KOLOM INDUK	20 CM	3472	3.472	2.718	28.38	289.38
		5362	5.362	2.718	43.83	446.91
		3484	3.484	2.718	28.48	290.38
		3490	3.490	2.718	28.53	290.88
		3478	3.478	2.718	28.43	289.88
KOLOM INDUK	20 CM	2801	2.801	2.718	22.89	233.46
		2809	2.809	2.718	22.96	234.12
		2817	2.817	2.718	23.02	234.79
		2829	2.829	2.718	23.12	235.79
		2825	2.825	2.718	23.09	235.46
PLAT T=12	30 CM	2817	2.817	2.718	23.02	234.79
		2841	2.841	2.718	23.22	236.79
		2844	2.844	2.718	23.25	237.04
		2846	2.846	2.718	23.26	237.21
		2846	2.846	2.718	23.26	237.21
PLAT T=12	30 CM	2740	2.740	2.718	22.40	228.37
		2750	2.750	2.718	22.48	229.21
		2755	2.755	2.718	22.52	229.62
		2755	2.755	2.718	22.52	229.62

		2755	2.755	2.718	22.52	229.62
BALOK	30 CM	3367	3.367	2.718	27.52	280.63
		3363	3.363	2.718	27.49	280.30
		3371	3.371	2.718	27.55	280.96
		3413	3.413	2.718	27.90	284.46
		3444	3.444	2.718	28.15	287.05
BALOK	30 CM	2033	2.033	2.718	16.62	169.45
		2031	2.031	2.718	16.60	169.28
		2033	2.033	2.718	16.62	169.45
		2240	2.240	2.718	18.31	186.70
		2256	2.256	2.718	18.44	188.03
BALOK	30 CM	3589	3.589	2.718	29.33	299.13
		3645	3.645	2.718	29.79	303.80
		3659	3.659	2.718	29.91	304.97
		3699	3.699	2.718	30.23	308.30
		3727	3.727	2.718	30.46	310.64
BALOK	30 CM	3135	3.135	2.718	25.62	261.29
		3138	3.138	2.718	25.65	261.54
		3165	3.165	2.718	25.87	263.79
		3175	3.175	2.718	25.95	264.63
		3132	3.132	2.718	25.60	261.04

- Kolom, Balok & Plat Lantai 3

KODE BETON	JARAK BENDA UJI	VELOSITI m/s	VELOSITI km/s	e	f.c (mpa)	K (kg/cm ²)
KOLOM INDUK	20 CM	3241	3.241	2.718	26.49	270.13
		3226	3.226	2.718	26.37	268.88

		3241	3.241	2.718	26.49	270.13
		3231	3.231	2.718	26.41	269.30
		3236	3.236	2.718	26.45	269.71
KOLOM INDUK	20 CM	2933	2.933	2.718	23.97	244.46
		3241	3.241	2.718	26.49	270.13
		3273	3.273	2.718	26.75	272.80
		3344	3.344	2.718	27.33	278.71
		3384	3.384	2.718	27.66	282.05
KOLOM INDUK	20 CM	3781	3.781	2.718	30.90	315.14
		3781	3.781	2.718	30.90	315.14
		3810	3.81	2.718	31.14	317.55
		3788	3.788	2.718	30.96	315.72
		3824	3.824	2.718	31.26	318.72
PLAT T=12	30 CM	3195	3.195	2.718	26.11	266.29
		3222	3.222	2.718	26.34	268.55
		3247	3.247	2.718	26.54	270.63
		3254	3.254	2.718	26.60	271.21
		3268	3.268	2.718	26.71	272.38
PLAT T=12	30 CM	2650	2.65	2.718	21.66	220.87
		2657	2.657	2.718	21.72	221.45
		2660	2.66	2.718	21.74	221.70
		2820	2.82	2.718	23.05	235.04
		2648	2.648	2.718	21.64	220.70
BALOK	30 CM	4219	4.219	2.718	34.48	351.64
		4208	4.208	2.718	34.39	350.73
		4225	4.225	2.718	34.53	352.14
		4237	4.237	2.718	34.63	353.14

		4261	4.261	2.718	34.83	355.14
BALOK	30 CM	3722	3.722	2.718	30.42	310.22
		3727	3.727	2.718	30.46	310.64
		3722	3.722	2.718	30.42	310.22
		3727	3.727	2.718	30.46	310.64
		3731	3.731	2.718	30.50	310.97
BALOK	30 CM	3667	3.667	2.718	29.97	305.63
		3681	3.681	2.718	30.09	306.80
		3681	3.681	2.718	30.09	306.80
		3685	3.685	2.718	30.12	307.14
		3690	3.69	2.718	30.16	307.55
BALOK	30 CM	3382	3.382	2.718	27.64	281.88
		3429	3.429	2.718	28.03	285.80
		3452	3.452	2.718	28.22	287.72
		3365	3.365	2.718	27.50	280.46
		3420	3.42	2.718	27.95	285.05

B. Lampiran dokumentasi pengujian eksisting struktur



Pengujian pada gedung Masjid Al-Muhajirin



Pengujian Hammer Test pada kolom bangunan Masjid Al-Muhajirin



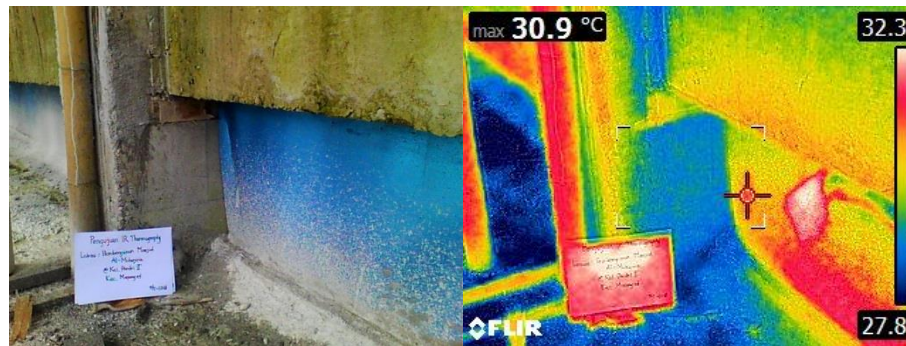
Pengujian Hammer Test pada kolom bangunan Masjid Al-Muhajirin



Pengujian UPV pada bangunan Masjid Al-Muhajirin



Pengujian UPV pada kolom bangunan Masjid Al-Muhajirin



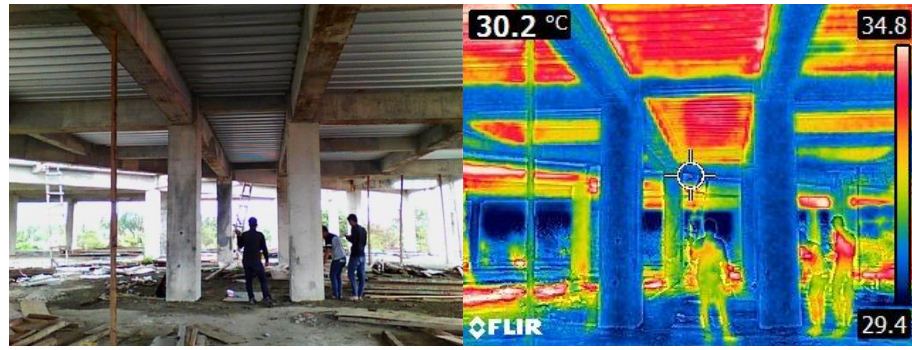
Pengujian Infrared Thermograpich bangunan Masjid Al-Muhajirin



Pengujian UPV pada gedung kuliah pendidikan terpadu politeknik negeri manado



Pengujian Hammer Test pada gedung kuliah pendidikan terpadu politeknik negeri manado



Pengujian Infrared Thermographic gedung kuliah pendidikan terpadu politeknik negeri manado