

PENYELIDIKAN STRUKTUR UNTUK MENDAPATKAN DATA BAGI ANALISIS PENINGKATAN KAPASITAS GEDUNG

Fajar Surya Herlambang¹ dan I Nyoman Ardika

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran

Email: ¹fajarpnb@yahoo.com

ABSTRACT

The number of students of Civil Engineering Department of Bali State Polytechnic has increased dramatically since the opening of Diploma IV program in 2013. This increase was not followed by the supply amount of the class so that there is a shortage of classroom. One alternative to increasing the number of classes is increase the stories of the existing building from two stories into 3 or more. This alternative requires comprehensive analysis requires a data structure that is complete. This study was conducted to obtain information about dimensions, elevation and the compressive strength of concrete to be used in the analysis of capacity building. This must be done because it is not acquired secondary data about the building.

Survey results are as follows: the dimensions of exterior fondation is 20x150x150 cm, exterior pedestal 30x50x150 cm, sloof 15x40 cm 4Ø22 reinforcement, exterior columns first and second floors 30x50 height of 450 cm and 320 cm reinforcement 8Ø26, first floor interior columns 30x30x450 cm reinforcement 8Ø26, longitudinal beam 20x40 cm reinforcement 4Ø19 and 2Ø19, transverse beam 30x50 cm reinforcement 3Ø19 and 2Ø19, ring beam 15x30 cm reinforcement 2Ø19 and 2Ø19, 14 cm thick slab. Visually not found damaged structural elements such as cracking, spalling, etc. The survey results poured in the form of drawings.

The compressive strength of concrete is obtained by the method of Hammer Test, Ultra Pulse Velocity (UPV) Test and concrete cylinder compressive strength of the core from the drill core. The results are as follows: compressive strength of the foundation is 223,87 kg/cm², column first floor 231,59.kg/cm², beam 221,14.kg/cm², column second floor 198,04.kg/cm², ring beams 211, 14.kg/cm², plate 157,12.kg/cm². Concrete compressive strength characteristics that represent the entire building is 205,74.kg/cm².

Keywords : building capacity analysis, the dimensions of structural elements, reinforcement and concrete compressive strength.

ABSTRAK

Jumlah mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali meningkat drastis sejak dibukanya program Diploma IV pada tahun 2013. Peningkatan ini tidak diikuti oleh penyediaan jumlah kelas sehingga terjadi kekurangan kelas belajar. Salah satu alternatif menambah jumlah kelas adalah menambah tingkat gedung yang ada dari 2 lantai menjadi 3 atau lebih. Alternatif ini membutuhkan analisis yang komprehensif dan memerlukan data struktur yang lengkap. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan informasi dimensi, elevasi dan nilai kuat tekan beton yang akan digunakan pada analisis peningkatan kapasitas gedung. Hal tersebut harus dilakukan karena tidak diperoleh data sekunder tentang gedung.

Survey pengukuran dilakukan untuk mendapat data dimensi dan elevasi sekaligus menjadi pengamatan visual. Hasilnya sebagai berikut: dimensi pondasi telapak eksterior 20x150x150 cm, pedestal eksterior 30x50x150 cm, sloof 15x40 cm penulangan 4Ø22, kolom eksterior lantai I dan II 30x50 cm tinggi 450 dan 320 cm penulangan 8Ø26, kolom interior lantai I 30x30x450 cm penulangan 8Ø26, balok longitudinal 20x40 cm penulangan 4Ø19 dan 2Ø19, balok transversal 30x50 cm penulangan 3Ø19 dan 2Ø19, ring balok 15x30 cm penulangan 2Ø19 dan 2Ø19, tebal plat lantai 14 cm. Secara visual tidak didapati elemen struktur yang mengalami kerusakan seperti retak, pengelupasan, dll. Hasil survey dituangkan dalam bentuk gambar denah, potongan, portal dan detail struktur.

Nilai kuat tekan beton diperoleh dengan metode Hammer Test, Ultra Pulse Velocity (UPV) Test dan kuat tekan silinder beton inti dari hasil core drill. Hasilnya sebagai berikut : kuat tekan pondasi telapak 223,87 kg/cm², kolom lantai I 231,59.kg/cm², balok 221,14.kg/cm², kolom lantai II 198,04.kg/cm², ring balok 211,14.kg/cm², plat lantai 157,12.kg/cm². Kuat tekan beton karakteristik yang mewakili seluruh gedung adalah 205,74.kg/cm².

Kata Kunci : analisis kapasitas gedung, dimensi elemen struktur, penulangan dan kuat tekan beton.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Peningkatan jumlah mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali tidak serta merta diikuti dengan penambahan ruang kelas sehingga terjadi kekurangan kelas. Salah satu alternatif penambahan jumlah ruang kelas adalah menambah jumlah tingkat gedung dari 2 menjadi 3. Menambahkan lantai baru pada bangunan yang sudah ada bukanlah perkara sederhana tetapi harus melalui kajian teknis yang kompleks karena gedung mungkin dirancang hanya 2 lantai dan usianya kini telah mencapai hampir 30 tahun.

Agar dapat dilakukan kajian teknis, diperlukan data-data pendukung. Sayangnya hingga saat ini tidak ditemukan data-data sekunder yang dapat menjelaskan spesifikasi teknis gedung tersebut. Oleh karena itu langkah berikutnya yang dilakukan adalah melakukan penyelidikan struktur gedung yang meliputi survey pengukuran untuk mendapatkan data dimensi dan elevasi sehingga dapat digambarkan denah, potongan dan portal gedung. Penyelidikan dilanjutkan dengan penyelidikan nilai kuat tekan beton.

Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka dapat dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu :

1. Berapakah dimensi elemen struktur dan bagaimana bentuk struktur Gedung Kuliah Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bali ?
2. Apakah struktur beton bertulang eksisting laik fungsi hingga saat ini ?

Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Memperoleh data dimensi, elevasi dan gambar struktur gedung.
2. Memperoleh nilai kuat tekan beton karakteristik.

Manfaat Penelitian

Tersedianya hasil kajian yang dapat digunakan sebagai dasar untuk perencanaan peningkatan kapasitas gedung kuliah dalam memenuhi kebutuhan terhadap meningkatnya *student body* dengan memanfaatkan bangunan yang sudah ada sehingga pembangunan menjadi lebih efisien dan murah.

Penelitian Pendahuluan

Dewi, Sri Murni., dkk. [1] melakukan investigasi keandalan struktur beton bangunan cerobong di PLTU Gresik unit 1 dan 2. Dasar hukum yang digunakan adalah Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 25/PRT/M/2007 tentang Pedoman Sertifikasi Laik Fungsi Bangunan Gedung. Investigasi ini dilakukan karena bangunan ditengarai mengalami penurunan kemampuan menahan beban akibat usia. Pengujian keandalan struktur beton ini dilakukan dengan cara menentukan mutu beton eksisting dengan uji hammer test, kuat tekan silinder inti beton. dan *Ultra Pulse Velocity* (UPV), pengamatan retak dan pengamatan struktur baja serta menghitung probabilitas keruntuhan. Hasil dari investigasi diketahui bangunan cerobong telah mengalami kerusakan yang menyebabkan kapasitas struktur betonnya berkurang sebesar 34.81% dan dari hasil analisis keandalan bangunan cerobong tersebut masuk dalam katagori kurang andal.

Indarto, Himawan., dkk. [2] melakukan rekayasa struktur pada gedung ex Bank Indonesia Semarang sebagai upaya konservasi bangunan bersejarah. Bangunan Ex Bank Indonesia Semarang tersebut dibangun pada tahun 1927. Hal pertama yang dilakukannya dalam upaya konservasi bangunan tua adalah melakukan investigasi kekuatan struktur. Investigasi struktur yang dimaksud adalah pengujian kekuatan elemen pelat lantai, balok dan kolom baik di lapangan maupun di laboratorium. Investigasi di lapangan meliputi pengamatan visual dan *non-*

destructive test. Sedangkan pengamatan di laboratorium dilakukan *destructive test* dengan cara mengambil *sample core* di lapangan untuk kemudian diuji kuat tekannya. Dari pengamatan visual diketahui bahwa pada balok belum terlihat adanya *surface crack*, *concrete spalling* dan *plastic deformation* tetapi kerusakan terjadi pada plat lantai. Hasil investigasi kekuatan struktur diperoleh hasil sebagai berikut; mutu beton 70 kg/cm², berat jenis beton 2,19 ton/m³. Sedangkan dari hasil uji lendutan dengan *loading test* diketahui bahwa struktur masih dapat memikul beban tambahan sebesar 125 kg/cm².

Cristiawan, Ignatius., dkk. [3] melakukan evaluasi kinerja dan perkuatan struktur gedung dengan maksud alih fungsi bangunan. Dalam penelitiannya itu dilakukan pengujian terhadap struktur gedung kelas yang akan dialihfungsikan menjadi perpustakaan. Dari hasil uji struktur yang dilakukan ternyata diketahui bahwa struktur memerlukan perkuatan. Pengujian pada struktur yang dilakukan meliputi uji mutu beton, uji mutu baja tulangan pada elemen kolom, balok dan plat lantai. Mutu yang didapat tersebut kemudian menjadi dasar bagi analisis struktur secara keseluruhan. Metode pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan mutu beton adalah uji *non-destructive test* yaitu *sample core* inti beton, *Schmidt Hammer Test* dan *Ultra Pulse Velocity (UPV)*. Sedangkan mutu baja tulangan diperoleh dari data sekunder berupa data *as build drawing*.

Hartono, Henri. [4] melakukan penelitian analisis kerusakan struktur bangunan gedung BAPPEDA Wonogiri. Bangunan gedung BAPPEDA itu terdiri dari 3 tingkat dan dibangun tahun 1997. Dari hasil pengamatan, tanda rusak telah tampak dalam kurun waktu kurang dari 5 tahun dengan tanda kerusakan adalah merembesnya air pada plat lantai dan balok di beberapa tempat. Rembesan air tersebut dapat terjadi karena adanya retak-retak pada struktur beton yang seharusnya kedap air. Dari kajian dokumen pekerjaan,

diketahui bahwa pembuatan beton tidak mengikuti dokumen spesifikasi teknis yang telah ditentukan sehingga beton memiliki mutu di bawah mutu rencana.

Berdasarkan penelitian terdahulu diketahui bahwa uji keandalan bangunan gedung didahului dengan investigasi mutu struktur utamanya yaitu nilai kuat tekan beton. Setelah kuat tekan beton diketahui baru dilanjutkan dengan analisis struktur.

Hammer Test

Mengacu pada SNI 03-4430-1997, pengujian hammer test dilakukan dengan memberikan beban *impact* (tumbukan) pada permukaan beton menggunakan suatu massa yang diaktifkan dengan menggunakan energi pada besaran tertentu. Jarak pantulan yang timbul dari massa tersebut pada saat terjadi tumbukan akan memberikan indikasi kekerasan. Uji hammer sangat peka terhadap variasi yang ada pada permukaan beton. Misalnya keberadaan partikel batu pada bagian-bagian tertentu dekat permukaan akan memberikan nilai kuat tekan beton yang relatif lebih besar dari pada bagian yang jauh dari partikel batu. Dengan demikian diperlukan pengambilan beberapa kali disekitar lokasi pengukuran.

Hammer yang akan digunakan untuk pengujian harus dikalibrasi terlebih dahulu dengan cara memantulkan pada *anvil*. Nilai pantulan yang diperoleh dicatat untuk kemudian dibandingkan dengan angka standar yang diberikan produsen Hammer. Angka kalibrasi diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$Ak = \frac{80}{R} \dots\dots\dots (1)$$

Di mana :

Ak = Angka kalibrasi Hammer.

80 = Nilai pantulan standar Hammer yang digunakan.

R = Rata-rata nilai pantulan Hammer pada *Anvil*.

Nilai pantulan Hammer yang digunakan :
 $\bar{R} = R - 1,64 Sd Ak Fd \dots\dots\dots (2)$

Di mana :
 \bar{R} = Angka pantulan terkoreksi.
 Sd= Standar deviasi.
 Fd= Faktor koreksi jumlah data pada Tabel 1.

Tabel 1. Faktor Pengali Untuk Jumlah Data

Jumlah Data	Faktor Pengali (Fd)
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 atau lebih	1.00

Kuat tekan Hammer diambil dari tabel yang tertera pada alat Hammer yang disediakan produsen dan tergantung sudut pengambilan data. Nilai kuat tekan yang diperoleh tersebut harus dikalikan faktor koreksi yang diberikan oleh Sudarmadi [5] yaitu :

$$y = 0,4612x + 58,6 \dots\dots\dots (3)$$

Di mana y adalah kuat tekan terkoreksi dan x adalah kuat tekan pembacaan tabel.

Ultra Pulse Velocity (UPV)

Sesuai dengan SNI 03-4802-1998, pengujian ini dilakukan dengan cara melepaskan gelombang yang merambat di permukaan beton. Pengukuran dilakukan terhadap kecepatan rambatan gelombang dengan menetapkan jarak rambatan. Hasil ukur yang diberikan tidak dapat langsung menunjukkan mutu suatu beton tetapi harus memalui serangkaian perhitungan hingga hasil akhirnya adalah nilai kuat tekan beton.

Alat ini terdiri dari sebuah pemancar (*transducer*) gelombang dan sebuah alat penerima (*receiver*) gelombang. Rambatan gelombang pada permukaan beton akan dipengaruhi oleh kepadatan benda uji. Semakin padat akan memberikan kecepatan semakin besar. Dalam satu titik lokasi pengujian harus dilakukan beberapa kali pengambilan data

untuk kemudian nilainya dirata-ratakan. Kuat tekan diperoleh dengan cara menggunakan persamaan yang diberikan oleh Sujati Jepriani [6] sebagai berikut :

$$y = 17,15x^2 - 184.73x + 519.93 \dots\dots\dots (4)$$

Di mana y adalah kuat tekan terkoreksi dan x adalah kecepatan rambat gelombang dalam satuan km/dt.

Pengujian Beton Inti

Beton inti didapat dari core drill. Prosedur core sesuai dengan SNI 03-2492-2002. Hasilnya berupa sample beton dari berbentuk silinder dengan panjang yang cukup sehingga dapat dipotong sesuai dengan ketentuan dimensi benda uji. Dimensi benda uji dan tata cara pengujian mengacu pada standar yang berlaku yaitu SNI 03-3403-1994. Hasil pengujian dari benda uji ini lebih mendekati kondisi sesungguhnya dibandingkan metode *non-destructive test*. Kuat tekan diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$f_c = f_i C_0 C_1 C_2 \dots\dots\dots (5)$$

Di mana :
 f_i = kuat tekan silinder beton inti
 C_0 = faktor koreksi karena arah core
 C_1 = faktor koreksi karena perbandingan L/D
 C_2 = faktor koreksi karena tulangan di dalam benda uji

Tabel 2. Faktor Koreksi Karena Arah Core

Arah Pengambilan Sampel di Lapangan	Angka Koreksi, C ₀
Horisontal (tegak lurus arah tinggi struktur beton)	1
Vertikal (sejajar arah tinggi struktur)	0.92

Tabel 3. Faktor Koreksi Karena Perbandingan Antara Tinggi dengan Diameter

L/D	C_1
2.00	1.00
1.75	0.98
1.50	0.96
1.25	0.93
1.00	0.87

Faktor koreksi karena tulangan :

- hanya ada satu tulangan tegak lurus arah beban :

$$C_2 = 1 + 1.5 \left(\frac{dh}{DL} \right) \dots\dots\dots (6)$$

- terdapat dua tulangan tegak lurus arah beban, jarak antara dua tulangan > dari d terbesar :

$$C_2 = 1 + 1.5 \left(\frac{\sum dh}{DL} \right) \dots\dots\dots (7)$$

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian bersifat eksploratif yaitu mengungkapkan kondisi yang ada berdasarkan pengamatan dan pengujian di lapangan. Dalam hal ini yang diungkapkan adalah kondisi struktur beton bertulang dengan memperoleh parameter kuat tekan beton. Penelitian ini tidak akan membandingkan kondisi saat ini terhadap kondisi saat bangunan dikerjakan karena tidak tersedia data teknis.

Data dimensi, elevasi dan gambar struktur akan diperoleh dari survey pengukuran. Dengan demikian dapat digambar ulang struktur gedung objek penelitian.

Data kuat tekan adalah kolaborasi dari beberapa metode pengujian yang dilakukan sehingga diperoleh nilai kuat tekan setiap elemen struktur dan diperoleh sebuah nilai yang mewakili seluruh gedung.

Objek dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian adalah gedung kuliah Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali yang berlokasi di Bukit Jimbaran, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung, Provinsi Bali..

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan Visual

Pengamatan ini dilakukan pada elemen struktur yang nampak yaitu balok, kolom dan plat lantai. Hal yang dicari dari pengamatan adalah keretakan yang mungkin terjadi pada struktur. Kerusakan ini dapat diakibatkan oleh momen, gaya geser ataupun keadaan lain yang merusak. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan tidak terdapat keretakan struktur dan tidak terjadi lendutan pada balok.

Pengujian Hammer

Alat Hammer sebelum digunakan, dilakukan uji ketepatan pengukuran menggunakan Anvil. Uji ketepatan ini penting untuk mengetahui tingkat kebenaran hasil pengujian. Dari uji Anvil diperoleh angka kalibrasi alat sebesar 1 yang berarti alat masih dalam kondisi standar. Nilai kuat tekan beton berdasarkan uji Hammer sebagai berikut :

Tabel 4. Kuat Tekan (kg/cm^2) Hasil Uji Hammer

No.	Kolom Lantai 1	Kolom Lantai 2	Balok Lantai 2	Balok Atap	Pedestal	Pondasi
1	255,63	273,25	274,02	275,74	258,11	254,65
2	334,09	239,10	327,91	259,41	257,29	241,11
3	314,89	210,96	339,69	236,73		
4	329,82	215,57	315,09	223,36		
5	316,95	313,19	299,80	244,83		
6	321,45	180,67	242,20	253,95		
7	322,76	245,98	212,74	261,97		
8	285,67	315,05	300,56	281,18		
9	281,49	257,02	277,07	244,83		
10	284,85	177,35	264,07	253,95		
11	320,96	257,69	322,25	236,73		
12	342,85	244,05	290,28	261,97		
13	316,34	245,98	234,77	259,41		
14	325,35	210,96	280,08	281,18		
15	325,09	257,02	305,15	275,74		
min	255,63	177,35	212,74	223,36		
max	342,85	315,05	339,69	281,18		
average	311,88	242,92	285,71	256,73		
standev	23,88	40,25	36,09	17,32		
FK alat	1	1	1	1		
FK data	1,08	1,08	1,08	1,08		
Kuat tekan elemen struktur	286,09	199,46	246,73	238,03	257,70	247,88

Berdasarkan Tabel 4 di atas diketahui bahwa elemen struktur memiliki kuat tekan beton yang digolongkan struktural dengan nilai terendah ada pada kolom di lantai 2. Secara keseluruhan kuat tekan beton masih dapat dikategorikan baik.

Khusus untuk pedestal dan Pondasi, pengujian hanya dilakukan pada 2 lokasi

pondasi karena tidak dimungkinkan membongkar tanah di seluruh pondasi.

Pengujian Ultra Pulse Velocity (UPV)

Setting alat UPV untuk pengujian ini sebagai berikut : Density 2200 kg/cm³ dan Young Modulus (μ) 0.17, pengukuran *p-velocity* dengan setiap pengujian diketahui jaraknya. Sebelum digunakan UPV dikalibrasi secara otomatis dengan menempelkan *tranducer* dan *reiciver*. Hasil pengujian dengan UPV dihasilkan sebagai berikut :

Tabel 5. Kuat Tekan (kg/cm²) Hasil Uji UPV

No.	Kolom		Balok	Balok	Pedestal	Pondasi
	Lantai 1	Lantai 2	Lantai 2	Atap		
1	179,80	301,11	190,57	301,11	302,35	240,16
2	179,07	299,31	199,16	299,31	323,96	265,81
3	170,39	291,11	179,69	304,02	277,04	251,42
4	149,33	290,16	215,03	291,11	353,10	292,06
5	169,58	181,67	193,81	290,16	355,67	297,94
6	182,51	184,30	192,40	304,44	164,70	292,06
7	179,07	200,82	177,93	181,67	179,38	263,10
8	215,37	221,28	189,18	184,30	180,53	244,21
9	203,26	192,40	207,97	200,82	179,80	267,49
10	200,82	263,61	277,97	221,28	187,69	301,80
11	198,06	271,13	199,49	192,40	-	-
12	206,95	243,72	160,48	263,61	-	-
13	195,33	297,53	184,30	179,80	-	-
14	222,45	295,47	204,15	271,13	-	-
15	190,57	293,28	220,35	243,72	-	-
16	182,51	190,57	184,30	190,57	-	-
17	187,69	210,57	177,93	180,21	-	-
18	220,00	190,25	176,90	210,57	-	-
19	225,51	197,73	151,96	190,25	-	-
20	192,40	282,76	180,53	197,73	-	-
min	149,33	181,67	151,96	179,80	-	-
max	225,51	301,11	277,97	304,44	-	-
average	192,53	244,94	193,21	234,91	-	-
standev	19,63	47,41	26,00	49,78	-	-
FK data	1,08	1,08	1,08	1,08	-	-
Kuat tekan elemen struktur	171,33	193,73	165,13	181,15	250,42	271,60

Dari Tabel 5 di atas terlihat kuat tekan yang lebih kecil dibandingkan uji Hammer naum demikian nilai kuat tekan itu masih masuk katagori struktural sesuai dengan PBI 71 yang memberi ambang terendah untuk struktural adalah 125 kg/cm² sesuai Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Kelas dan Mutu Beton

Kelas	Mutu	σ'_{bk} (kg/cm ²)	σ'_{bm} (kg/cm ²)	Tujuan
I	B ₀	-	-	Non-struktural
II	B ₁	-	-	Struktural
	K125	125	200	Struktural
	K175	175	250	Struktural
III	K225	225	300	Struktural
	k.225	>225	>300	Struktural

Pengujian Silinder Beton Inti

Inti beton diperoleh dengan core drill. Elemen struktur yang dicore adalah plat lantai. Hasil core berupa silinder dengan diameter 68.5 mm dengan ketinggian bervariasi sesuai dengan tebal elemen struktur yang dicore. Ketinggian silinder ini diukur untuk menentukan tebal plat lantai. Dari hasil pengukuran diperoleh tebal plat lantai rata-rata adalah 14 cm. Beton inti hasil core dipersiapkan untuk pengujian kuat tekan dengan cara dipotong dikedua sisinya dan diperoleh tinggi yang diperlukan yaitu 2*d* atau 1*d*. Dimana *d* adalah diameter silinder. Hasil pengujian kuat tekan silinder inti beton ditunjukkan pada Tabel 7 di bawah.

Tabel 7. Kuat Tekan (kg/cm²) Hasil Uji Tekan Silinder Inti Beton

No.	Arah Pengambilan Sampel	Rasio	Luas Permukaan Benda Uji	Bacaan Beban	Jumlah Tulangan	Diameter Tulangan		Jarak Terpendek Tulangan ke Tepi		Faktor Koreksi Kuat Tekan			Kuat Tekan Saat Dites (terkoreksi)	
	Horizontal	L/d	A	P	Tulangan	Ø1	Ø2	h1	h2	H = 1, V = 0,92	Rasio L/D	Tulangan	f = P/A C ₀ C ₁ C ₂	
						(mm)	(mm)	(mm)	(mm)				(C ₀)	(C ₁)
1	V	1	3685,28	90,0	1	8	0	0,0	0,0	1	0,87	1,00	21,25	255,98
2	V	1	3685,28	86,3	0	0	0	0,0	0,0	1	0,87	1,00	20,37	245,46
3	V	1	3685,28	72,4	1	8	0	21,0	0,0	1	0,87	1,05	18,01	216,98
4	V	1	3685,28	59,9	0	0	0	0,0	0,0	1	0,87	1,00	14,14	170,37
5	V	1	3685,28	63,3	2	8	8	21,5	25,0	1	0,87	1,12	16,72	201,45
6	V	1	3685,28	65,2	2	8	8	29,0	23,5	1	0,87	1,13	17,46	210,34
7	V	1	3685,28	62,3	1	8	0	23,0	0,0	1	0,87	1,06	15,57	187,62
8	V	1	3685,28	72,9	0	0	0	0,0	0,0	1	0,87	1,00	17,21	207,35
9	V	1	3685,28	55,6	1	8	0	25,0	0,0	1	0,87	1,08	14,17	170,78
10	V	1	3685,28	69,7	0	0	0	0,0	0,0	1	0,87	1,00	16,45	198,25

Berdasarkan Tabel 7 tersebut, dapat dilihat hasil yang cukup bervariasi namun secara umum masih digolongkan sebagai struktural. Kuat tekan silinder inti beton ini tidak terlalu berbeda dengan pengujian Hammer dan UPV.

Kuat Tekan Elemen Struktur dan Karakteristik

Resume dari semua metode pengujian pada elemen struktur ditunjukkan pada Tabel 8. Dari Tabel 8 dapat diketahui hasil yang diperoleh tidak sama untuk masing-masing metode pengujian. Dengan demikian untuk keperluan analisis struktur pada langkah berikutnya, dapat menggunakan nilai kuat tekan yang lebih kecil dari hasil pengujian Tabel 8. Hal ini tentu membuat analisis lebih lemah sehingga meningkatkan kewaspadaan pada perencanaan penambahan lantai.

Tabel 8. Resume Kuat Tekan (kg/cm^2)

Elemen Struktur	Hammer	UPV	Silinder Inti Beton
Kolom Lantai 1	286,09	171,33	
Kolom Lantai 2	199,46	193,73	
Balok Lantai 2	246,73	165,13	
Balok Atap	238,03	181,15	
Pelat Lantai	-	-	206,46
Pedestal	257,70	250,42	
Pondasi	247,88	271,60	
Min		165,13	
Max		286,09	
Average		224,29	
Standev		39,94	
FK data		1,1	
Kuat tekan karakteristik		152,24	

Jika hasil-hasil tersebut dibandingkan dengan kelas dan mutu beton berdasarkan PBI 71, maka beton masih dalam katagori struktural dan masih laik digunakan.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan yang telah disampaikan di atas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan elemen struktur dapat menggunakan nilai terendah dari hasil pengujian Hammer, UPV dan silinder inti beton.

2. Kuat tekan karakteristik beton adalah 152.24 kg/cm^2 .
3. Kuat tekan beton masih laik digunakan sesuai standar PBI 71.

UCAPAN TERIMAKASIH

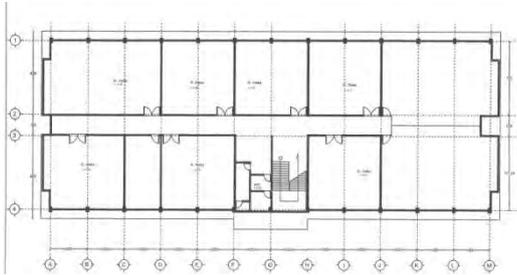
Direktorat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Dirjen Dikti, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas pembiayaan penelitian tahun pertama ini dalam skim Hibah Bersaing.

DAFTAR PUSTAKA

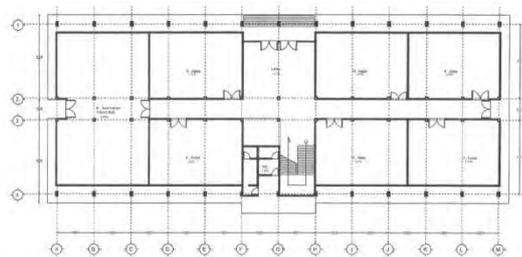
- [1] Sri Murni Dewi, dkk., 2013, "Investigasi Keandalan Struktur Beton pada Bangunan Cerobong menggunakan *Destructive* dan *Non Destructive Test* Studi Kasus : Stack Boiler Gresik Unit 1 dan 2", Jurnal Rekayasa Sipil Volume 7 No. 1, hlm. 28-32.
- [2] Himawan Indarto, dkk., 2009, "Strategi Adaptif Rekayasa Struktur pada Gedung Ex-BI Semarang dalam Upaya Konservasi Bangunan Bersejarah", Konferensi Nasional Teknik Sipil 3 (KonTekS 3), Jakarta, 6-7 Mei.
- [3] Ignatius Christiawan, dkk., 2008, "Evaluasi Kinerja dan Perkuatan Struktur Gedung Guna Alih Fungsi Bangunan", Forum Teknik Sipil No. XVIII/1, hlm. 725-738.
- [4] Henry Hartono, 2007, Analisis Kerusakan Struktur Bangunan Gedung BAPPEDA Wonogiri, *Dinamika TEKNIK SIPIL*, Volume 7, Nomor 1, hlm. 63-71.
- [5] Sudarmadi, 2010, "*Pengkajian Kekuatan Beton Struktur Jembatan Pasca Kebakaran*", Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia, Volume 12, No. 3, Serpong.
- [6] Jepiani. Sujiati, 2014, "*Teknik Ultra Pulse Velocity Untuk Menentukan Kuat Tekan Beton Pada Berbagai Variasi Umur Beton : Suatu Perbandingan Terhadap Metode Uji Kuat Tekan Beton*", Prosiding Seminar Nasional Ketekniksipilan

Bidang Vokasional II, 18-19
September 2014, Denpasar.

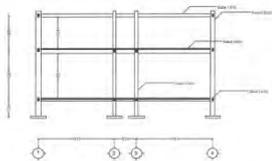
GAMBAR HASIL SURVEY



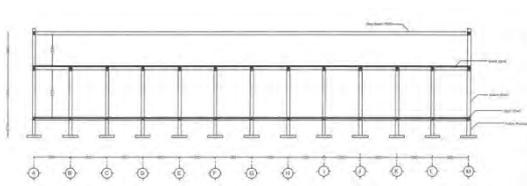
Gambar 1. Denah Lantai 1



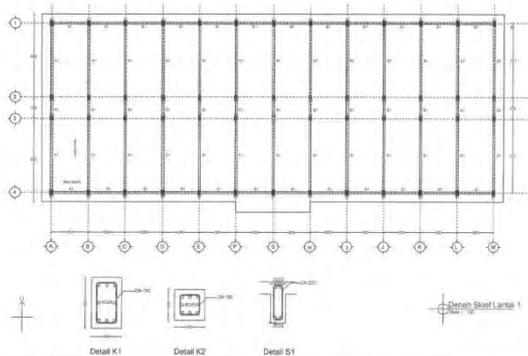
Gambar 2. Denah Lantai 2



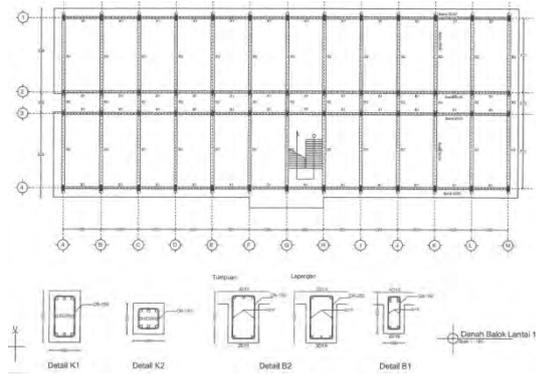
Gambar 3. Portal Arah Pendek



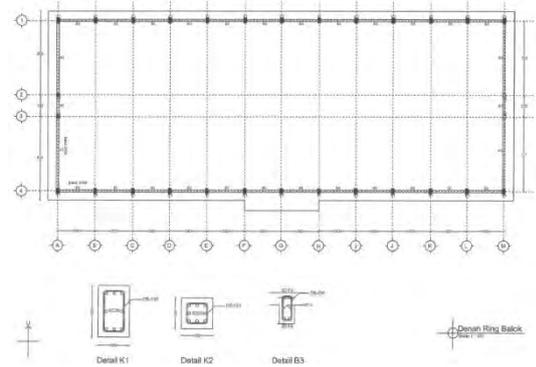
Gambar 4. Portal Arah Panjang



Gambar 5. Denah Balok Sloof



Gambar 6. Denah Balok Lantai 1



Gambar 7. Denah Ring Balok