

PERPUSTAKAAN FTSP UII	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	13 OCT 2001 15/8/05
NO. JUDUL :	
NO. INV. :	359/TA/ITA/CI
NO. INDUK :	

LAPORAN TUGAS AKHIR *512000694001*

**PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN  
TEKNOLOGI STRUKTUR BANGUNAN  
DI YOGYAKARTA**

STUDI OPTIMASI RUANG LABORATORIUM



MILIK PERPUSTAKAAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN  
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

Disusun Oleh.  
INDRA WAHYUDI  
95340045

**JURUSAN ARSITEKTUR  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2001**

**TUGAS AKHIR**

**PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI  
STRUKTUR BANGUNAN DI YOGYAKARTA**

STUDI OPTIMASI RUANG

Tugas Akhir ini Diajukan Kepada Jurusan Arsitektur  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia  
Sebagai Salah satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Sarjana Arsitektur

Oleh:

**INDRA WAHYUDI**

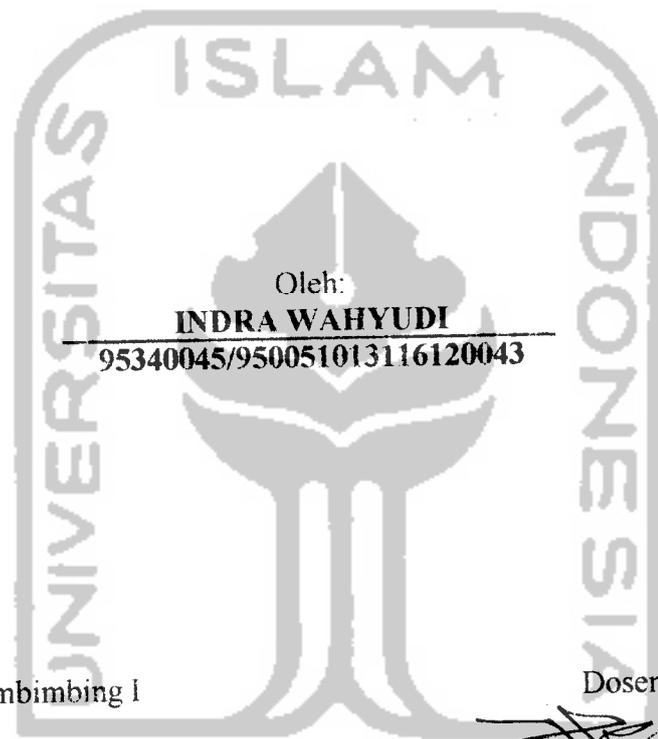
95340045/950051013116120043

**JURUSAN ARSITEKTUR  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2001**

LEMBAR PENGESAHAN

**PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI  
STRUKTUR BANGUNAN DI YOGYAKARTA**

PENEKANAN PADA STUDI OPTIMASI RUANG LABORATORIUM



Oleh:

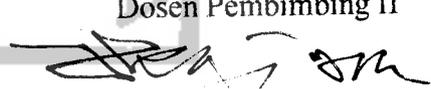
**INDRA WAHYUDI**

**95340045/950051013116120043**

Dosen Pembimbing I

  
**Ir. Ahmad Saifullah MJ, Msi**

Dosen Pembimbing II

  
**Ir. Noor Cholis Idham**

Jurusan Arsitektur  
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia  
Ketua Jurusan

  
**Ir. Revianto BS, March**

## PERSEMBAHANKU



DENGAN RAHMAT ALLAH SWT, KARYA SEDERHANA INI KUPERSEMBAHKAN KEPADA:  
KEDUA ORANG TUAKU DI BALIKPAPAN  
SODARA-SODARAKU DIMANAPUN MEREKA BERADA  
DAN SAYANGKU DI BANTUREJO  
ALLHAMDULILLAHIROBBIL'ALAMIN.

## Kata Pengantar

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan memanjatkan syukur Alhamdulillah, segala puji bagi Allah SWT, Tuhan Seru Sekalian Alam, yang Maha Suci dan Maha Agung, tempat bersandar dan memohon petunjuk dan pertolongan hidup/mati, atas segala Nikmat dan Karunia-Nya. Shalawat dan salam kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW yang telah memberikan pelita kehidupan kepada umatnya hingga akhir zaman.

Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Arsitektur pada Jurusan Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, dengan judul: "PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI STRUKTUR BANGUNAN DI YOGYAKARTA" dengan penekanan, "Studi Optimasi Ruang Laboratorium".

Dalam proses penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan semua pihak yang telah memberikan bimbingan, wawasan pemikiran, waktu dan tenaga serta bantuan moril maupun materil. Dalam kesempatan ini, dengan segala hormat perkenankan penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ir. H. Munichy BE, March., selaku ketua jurusan Arsitektur.
2. Ir. Arman Yulianta, MUP., selaku dosen wali selama menempuh kuliah.
3. Ir. Ahmad Saifullah MJ, Msi., selaku dosen pembimbing I, yang telah memberikan bimbingan, kesabaran, imaji dan arahnya.
4. Ir. Noor Cholis Idham, selaku dosen pembimbing II, yang telah memberikan bimbingan dan masukannya.
5. Bapak Kepala Laboratorium Teknik PAU UGM, beserta staf, yang telah membantu pencarian data lapangan.
6. Bapak Kepala Laboratorium Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Universitas Islam Indonesia dan Universitas Atmajaya, beserta staf.
7. Direktur Yayasan Ilmu Pengetahuan Indonesia (YILMI), atas literatur Laboratorium 2000 dan perhatiannya.
8. Teman-teman dan semua pihak yang telah banyak membantu tersusunnya tugas akhir ini.

Menyadari kodrat manusia dengan segala kelebihan dan kekurangannya, serta memperhatikan keterbatasan ilmu, penulis menyadari akan segala kekurangan, ketidaktelitian dan kesalahan dalam penulisan skripsi ini.

Semoga skripsi ini dapat berguna bagi kita semua dan dunia Arsitektur khususnya, Amiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Februari 2001

Penulis

Indra Wahyudi



## DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**HALAMAN PERSEMBAHAN**

**KATA PENGANTAR**

**ABSTRAKSI**

**DAFTAR ISI**

**DAFTAR TABEL**

**DAFTAR GAMBAR**

**DAFTAR LAMPIRAN**

### **BAB I PENDAHULUAN**

I.1	Batasan Pengertian Judul	1
I.2	Latar Belakang	2
I.2.1	Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta	2
I.2.2	Pentingnya Optimasi Ruang Laboratorium pada Bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan	3
I.3	Permasalahan	5
I.4	Tujuan dan Sasaran	5
I.5	Lingkup Pembahasan	6
I.6	Metode Pembahasan	7
I.7	Sistematika Penulisan	8
I.8	Keaslian Penulisan	9
I.9	Kerangka Pola Pikir	10

## **BAB II TINJAUAN TERHADAP BANGUNAN PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI STRUKTUR BANGUNAN SERTA KAJIAN TEORITIS OPTIMASI RUANG**

II.1	Tinjauan Faktual Yogyakarta	11
II.1.1	Tinjauan Tata Guna Lahan	11
II.1.2	Potensi Kota Yogyakarta Terhadap Kegiatan Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan	13
II.1.3	Kondisi Fasilitas Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta.	14
II.2	Tinjauan Bangunan Penelitian	14
II.2.1	Pengertian	14
II.2.2	Aspek-aspek tipologi bBangunan Penelitian	15
II.2.3	Persyaratan Obyektif Bangunan Penelitian	15
II.2.4	Persyaratan Umum Bangunan Penelitian	15
II.3	Tinjauan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan	17
II.3.1	Pengertian	17
II.3.2	Fungsi	17
II.3.3	Kelompok Kegiatan	17
II.3.4	Lingkup pewadahan kegiatan	18
II.4	Tinjauan Laboratorium pada fasilitas Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan	19
II.4.1	Pengertian	19
II.4.2	Ragam Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan	20
II.4.3	Tahapan Kegiatan Penelitian	23
II.5	Tinjauan Optimasi Ruang	24
II.5.1	Pengertian	24
II.5.2	Unsur-unsur Optimasi Ruang	24
II.5.3	Faktor Perencanaan Optimasi Ruang laboratorium	25

II.6	Standart Persyaratan Ruang	27
II.6.1	Sistem Pencahayaan	27
II.6.2	Kebisingan	28
II.6.3	Pencegahan dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran	29
II.6.4	Sistem Elektrikal	29
II.6.5	Sanitasi dan Penyediaan Air Bersih	30
II.6.6	Pembuangan Air Limbah	30
II.6.7	Pengkondisian Udara	31
II.6.8	Pembuangan Limbah	32
II.7	Tinjauan Ekspresi Bangunan Penelitian	32
II.7.1	Filosofi Ekspresi Bangunan	32
II.7.2	Tinjauan Teoritis Citra Bangunan Penelitian	32
II.7.3	Tinjauan Filosofis Pembentuk Citra Bangunan	33
II.7.4	Bentuk Bangunan	33
II.7.5	Fasad	34
II.8	Tinjauan Teoritis Sistem Struktur	35
II.8.1	Tinjauan Sistem Struktur Pelengkung	35
II.8.2	Tinjauan Sistem Struktur Kabel	36
II.8.3	Sistem Cangkang Silindris dan vaults	36
II.8.4	Sistem Rangka Batang Ruang	36
II.9	Studi Kasus Bangunan Laboratorium dan yang Mendukung Kaidah Optimasi Ruang	37
II.9.1	Laboratorium and Corporate for PA Technology Centre	37
II.9.2	Mellon Research Institute	38
II.9.3	Menara Tugu Orientasi ‘Hidup di Bulan’	39

### **BAB III ANALISA BANGUNAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN DAN PENDEKATAN OPTIMASI RUANG**

III.1	Analisa Penentuan Lokasi & Site	40
III.1.1	Pemilihan Lokasi	40
III.1.2	Pemilihan Site	42
III.2	Analisa Site dan Massa Bangunan	44
III.2.1	Pemintakatan Site	44
III.2.2	Penentuan Pola Massa Bangunan	45
III.3	Analisa dan Pendekatan Pewadahan Kegiatan	40
III.3.1	Studi Kebutuhan Ruang	40
III.3.2	Hubungan Ruang	44
III.4	Analisa dan Pendekatan Optimasi Ruang Laboratorium	45
III.4.1	Analisa Kebutuhan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta	45
III.4.2	Perhitungan Frekuensi Kegiatan Penelitian dan Pengembangan	46
III.4.3	Mekanisme Kegiatan Penelitian dan Pengembangan	51
III.4.4	Penjadwalan Kegiatan	54
III.4.5	Perhitungan Modul Ruang Laboratorium	55
III.4.6	Penataan Peralatan dan Sirkulasi Pelaku Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan	56
III.5	Analisa dan Pendekatan Persyaratan Ruang Laboratorium	56
III.5.1	Analisis Sistem Pencahayaan	56
III.5.2	Analisis Sistem Pengkondisian Udara	58
III.5.3	Kebisingan	59
III.5.4	Pencegahan dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran	59
III.5.5	Sistem Elektrikal	60
III.5.6	Penyediaan Air Bersih	61
III.5.7	Pembuangan Limbah	62

III.6	Analisa dan Pendekatan Citra Bangunan Penelitian	62
III.6.1	Bentuk Bangunan	63
III.6.2	Fasade Bangunan Penelitian	64
III.7	Analisa Sistem Struktur	64

#### **BAB IV KONSEP PERENCANAAN DAN PERANCANGAN BANGUNAN PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI STRUKTUR BANGUNAN DI YOGYAKARTA**

IV.1	Konsep Lokasi dan Site	66
IV.1.1	Konsep Lokasi	66
IV.1.2	Konsep Pemintakatan	67
IV.1.3	Konsep Massa dan Orientasi Bangunan	68
IV.2	Konsep Program ruang	68
IV.2.1	Konsep Program Ruang dan Besaran Ruang	68
IV.2.2	Konsep Hubungan Ruang	69
IV.2.3	Konsep Organisasi Ruang	69
IV.3	Konsep Optimasi Ruang Laboratorium	70
IV.3.1	Konsep Modul Ruang Laboratorium	70
IV.3.2	Konsep Fleksibilitas Ruang Laboratorium	70
IV.3.3	Konsep Penjadwalan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan	71
IV.4	Konsep Sistem Bangunan	72
IV.4.1	Konsep Sistem Struktur	72
IV.4.2	Konsep Sistem Utilitas	72
IV.4.3	Konsep Sistem Mekanikal dan Elektrikal	74

#### **Daftar Pustaka**

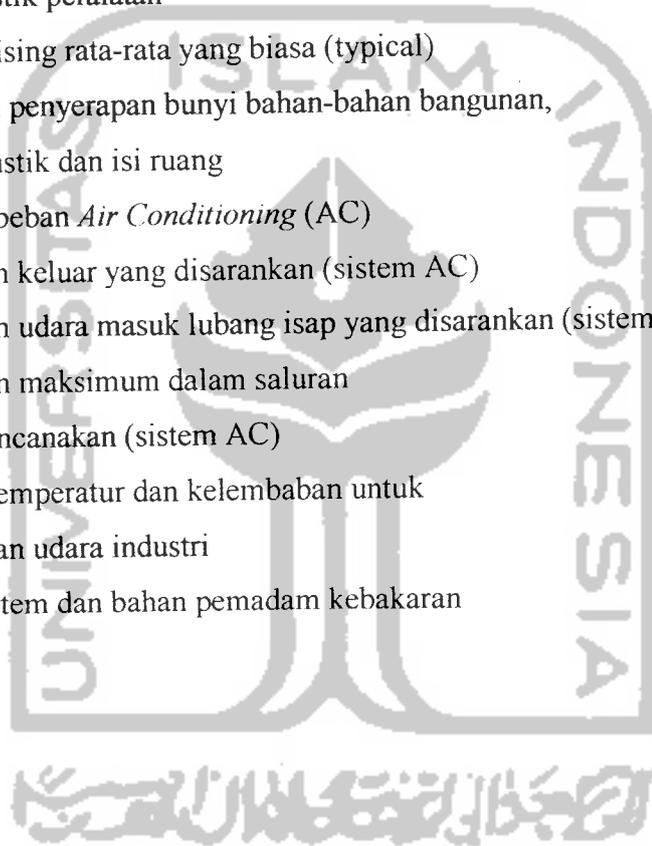
#### **Lampiran**

75 - 119

## Daftar Tabel

Tabel I.1	Kapasitas dan kebutuhan penelitian di Yogyakarta	2
Tabel I.2	Kegiatan penelitian yang terselesaikan sesuai target dan yang tidak.	4
Tabel II.1	Luas bangunan gedung yang terselesaikan (tahun 1995-1999)	13
Tabel II.2	Prosentase penggunaan jenis srtuktur pada proyek-proyek bangunan di Yogyakarta (tahun 1995-1999)	13
Tabel II.3	Daya tampung Laboratorium Penelitian dan Pengembangan teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta	14
Tabel II.4	Prosentase bahan konstruksi yang diwadahi (tahun 1999)	14
Tabel II.5	Kegiatan penelitian dan pewardahannya	18
Tabel II.6	Fasilitas penunjang penelitian	18
Tabel II.7	Fasilitas kegiatan non-penelitian	19
Tabel II.8	Fasilitas kegiatan servis	19
Tabel II.9	Karakter beberapa sumber cahaya (lampu)	27
Tabel II.10	Prosentase CO <sub>2</sub> yang diperlukan untuk ruangan yang memakai sistem otomatis	29
Tabel III.1	Pemilihan lokasi	42
Tabel III.2	Pemilihan site	43
Tabel III.3	Penilaian pola tatanan massa bangunan	45
Tabel III.4	Frekuensi dan jadwal kegiatan dalam Laboratorium BKT	54
Tabel III.5	Frekuensi dan jadwal kegiatan dalam Laboratorium Mekanika Bahan	54
Tabel III.6	Frekuensi dan jadwal kegiatan dalam Laboratorium Struktur	54
Tabel III.7	Frekuensi dan jadwal kegiatan dalam Laboratorium Aplikasi Struktur	54
Tabel III.8	Perhitungan modul ruang laboratorium (Lab. BKT)	55
Tabel III.9	Perhitungan modul ruang laboratorium (Lab. Mekanika Bahan)	55
Tabel III.10	Penentuan penataan dan perletakan lampu	57

Tabel III.11	Penentuan sistem pengkondisian udara	58
Tabel III.12	Pemilihan sistem distribusi air	61
Tabel III.13	Penentuan bentuk bangunan	63
Tabel III.14	Penentuan sistem struktur	65
Tabel L.1	Data volume pekerjaan (Lab. BKT)	75
Tabel L.2	Data volume pekerjaan (Lab. Mekanika Bahan)	77
Tabel L.3	Data volume pekerjaan (Lab. Struktur)	78
Tabel L.4	Data volume pekerjaan (Lab. Aplikasi Struktur)	79
Tabel L.5	Karakteristik peralatan	98
Tabel L.6	Tingkat bising rata-rata yang biasa (typical)	108
Tabel L.7	Koefisien penyerapan bunyi bahan-bahan bangunan, bahan akustik dan isi ruang	109
Tabel L.8	Taksiran beban <i>Air Conditioning</i> (AC)	111
Tabel L.9	Kecepatan keluar yang disarankan (sistem AC)	112
Tabel L.10	Kecepatan udara masuk lubang isap yang disarankan (sistem AC)	112
Tabel L.11	Kecepatan maksimum dalam saluran yang direncanakan (sistem AC)	113
Tabel L.12	Kondisi temperatur dan kelembaban untuk penyegaran udara industri	113
Tabel L.13	Kelas, sistem dan bahan pemadam kebakaran	115



## Daftar Gambar

Gambar II.1	Peta kota Yogyakarta	12
Gambar II.2	Salah satu kegiatan dalam Laboratorium BKT	21
Gambar II.3	Proses kegiatan dalam Laboratorium Struktur, dari memindahkan sampai tahap pengujian	22
Gambar II.4	Kegiatan pengujian model struktur jembatan terhadap gaya air	22
Gambar II.5	Contoh-contoh benda uji yang dipakai dalam Laboratorium BKT	24
Gambar II.6	Interior Laboratorium yang serba terbuka, menerangkan mengenai bagaimana fasilitas-fasilitas tersebut berjalan dan berfungsi. Dan jarak kolom yang terlihat sebagai jarak modular bagi fasilitas laboratorium.	38
Gambar II.7	Contoh pola tatanan massa Laboratorium berbentuk modular dengan irama linier	38
Gambar II.8	Hunian urban di Jepang yang berpola modular vertikal	39
Gambar III.1	Peta alternatif lokasi Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta	41
Gambar III.2	Peta alternatif site	43
Gambar III.3	Analisis site terpilih	44
Gambar III.4	Pemintakatan site	45
Gambar III.5	Skema penataan peralatan dan sirkulasi pelaku	56
Gambar III.6	Sketsa bahan dinding dan lantai akustik	59
Gambar III.7	Sketsa penzoningan tingkat bahaya kebakaran	60
Gambar III.8	Skema pemanfaatan listrik PLN dan Genset	60
Gambar III.9	Contoh struktur pelengkung parabola	64
Gambar IV.1	Sketsa konsep pemintakatan site	67
Gambar IV.2	Sketsa konsep bentuk massa bangunan dan orientasinya	68
Gambar IV.3	Sistem penghawaan pada Bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan	73
Gambar IV.4	Sistem pencegah kebakaran dengan gas CO <sub>2</sub>	73
Gambar IV.5	Sistem komunikasi audio visual	74

## Daftar Lampiran

L.1	Modul volume pekerjaan penelitian dan pengembangan	75
L.2	Tahapan kegiatan penelitian dan pengembangan	80
L.3	Hubungan ruang	90
L.4	Studi Besaran Ruang Pengelola	91
L.5	Perhitungan Frekuensi Kegiatan Penelitian dan Pengembangan	93
L.6	Data peralatan laboratorium dan karakteristiknya	98
L.7	Data-data dan analisa persyaratan ruang laboratorium	102
L.8	Standart kuantitatif persyaratan ruang laboratorium	108



## **BAB I            PENDAHULUAN**

### **I.1. Batasan Pengertian Judul**

**Pusat penelitian dan pengembangan** : suatu wadah yang secara khusus mengakomodasi kegiatan penelitian.<sup>1</sup>

**Teknologi** : Wacana yang menampung segala kreatifitas manusia dalam penyelesaian masalah dibidang ilmu teknik.<sup>2</sup>

**Struktur bangunan** : sistem pendukung bangunan yang pengelompokannya dibagi atas dasar jenis bahan sistem pendukung terhadap bangunan, seperti struktur beton, baja, kayu dan struktur kabel.<sup>3</sup>

Jadi, pusat penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan seperti struktur beton, struktur baja, struktur kabel, struktur kayu.

**Ruang Laboratorium** : Ruang/tempat yang mewadahi kegiatan penelitian dan pengembangan (dalam hal ini teknologi struktur bangunan)<sup>4</sup>

**Optimasi ruang** : usaha untuk mendapatkan ketentuan-ketentuan berupa rumusan standar sebagai patokan dasar yang dapat dipakai untuk menentukan besaran ruang, guna mewadahi proses kegiatan yang efektif dan efisien.<sup>5</sup>

Dari batasan pengertian di atas maka pusat penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan, dengan penekanan bahasan studi optimasi ruang laboratorium, merupakan wadah berlangsungnya kegiatan penelitian dan pengembangan yang berbasis pada teknologi struktur bangunan, baik prosesnya maupun pemanfaatannya. Untuk mendukung kegiatan-kegiatan tersebut dilakukan suatu pendekatan optimasi ruang laboratorium sebagai alat perencanaan dan perancangannya.

---

<sup>1</sup> Kamus Besar Bahasa Indonesia, Balai Pustaka, cetakan V, thn. 1976, hal. 474, 780, 1039

<sup>2</sup> Filosofi Teknologi, Andika Abimanyu, thn. 1993, hal. 35

<sup>3</sup> Bahan Kuliah Struktur Konstruksi Bangunan II, oleh. Ir. Hanif Budiman

<sup>4</sup> Resume op. Cit. Kamus Besar Bahasa Indonesia, hal. 890

<sup>5</sup> Pengantar Arsitektur, Penerbit Erlangga, cetakan ketiga, tahun 1991, hal. 220

## I.2 Latar Belakang

### I.2.1 Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta

Kegiatan penelitian dan pengembangan di bidang teknologi struktur bangunan menitikberatkan pada pengembangan teknologi struktur bangunan melalui serangkaian eksperimen yang dilakukan dalam laboratorium struktur bangunan.

Standar penelitian yang dipakai dalam Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan (P3TSB) adalah penelitian untuk proyek bangunan, yang tidak menutup kemungkinan digunakan sebagai tempat pengujian bagi mahasiswa tingkat S1 dan S2.<sup>6</sup>

Fasilitas penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan di Yogyakarta yang terbesar adalah fasilitas yang dimiliki Jurusan Teknik Sipil UGM dan Laboratorium Teknik Bangunan PAU UGM. Kapasitas yang dimiliki tersebut masih sangat terbatas untuk memenuhi kebutuhan penelitian struktur bangunan di Yogyakarta (lihat tabel I.1).<sup>7</sup>

Tabel I.1. Kapasitas dan kebutuhan penelitian di Yogyakarta

	Kapasitas dan Kebutuhan Penelitian di Yogyakarta (dalam jumlah benda uji)							
	1996		1997		1998		1999	
• Laboratorium Teknik Bangunan PAU UGM	60	40	86	60	115	38	144	43
• Laboratorium Jurusan Teknik Sipil UGM	70	80	100	160	172	300	192	306
• Laboratorium Jurusan Teknik Sipil UII	20	60	30	115	58	133	96	220
• Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Atmajaya	-	20	30	50	38	100	48	130
Jumlah Total	150	200	246	385	383	575	480	696
Persentase	35%		55%		50%		45%	

Sumber: Wawancara dengan berbagai sumber<sup>8</sup>

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa kebutuhan akan fasilitas penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan di Yogyakarta masih sangat kurang, hampir rata-rata 45% kegiatan penelitian belum terakomodasi.

<sup>6</sup> Hasil wawancara dengan Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE (dosen Jur. Teknik Sipil UII)

<sup>7</sup> Observasi Lapangan.

<sup>8</sup> Hasil wawancara dengan Bapak Ir. Widjo Kongko (dosen UGM), Ir. Ilman Noor, MCSE (dosen UII), Ir. Suranto, MT (dosen univ. Atmajaya), April 2000

Untuk menjawab permasalahan tersebut, selama ini dilakukan dengan cara antri, menunda penelitian ataupun dengan mengganti topik penelitian untuk menghindari penggunaan laboratorium.<sup>9</sup>

Melihat fenomena tersebut, maka penambahan fasilitas penelitian struktur bangunan menjadi sangat relevan. Permasalahan selanjutnya yang akan muncul adalah efektifitas penambahan fasilitas penelitian struktur bangunan, dengan kata lain diperlukan suatu strategi pengadaan dan pengolahan fasilitas penelitian tersebut.

Salah satu strategi tersebut adalah dengan optimasi pemanfaatan ruang laboratorium, sebagai fasilitas utama dalam penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan. Dengan optimasi ruang laboratorium, diharapkan akan menjawab kekurangan fasilitas penelitian teknologi struktur bangunan, strategi optimasi ruang laboratorium menjamin kontinuitas kegiatan penelitian dan antisipatif terhadap perkembangan kebutuhan penelitian, sebab perencanaan optimasi memakai sistem modular dalam pengolahan tata ruang dan ditentukan berdasar tingkat kebutuhan penggunaan secara kuantitatif.

### **1.2.2 Pentingnya Optimasi Ruang Laboratorium pada Bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan**

Sebagai fasilitas baru, Bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta harus mempunyai kelebihan yang substansial dibanding dengan fasilitas serupa yang ada pada saat ini. Kelebihan atau keunggulan yang direncanakan harus mampu menjawab permasalahan terkini yang belum dipenuhi oleh fasilitas penelitian yang sejenis.

Permasalahan yang paling nyata pada saat ini adalah belum teroptimalnya laboratorium penelitian dalam mewadahi kegiatan-kegiatan penelitian dan pengembangan, yang digambarkan seperti pada tabel berikut ini:

---

<sup>9</sup> Ibid.

Tabel I.2. Kegiatan penelitian yang terselesaikan sesuai target dan yang tidak.

	Kegiatan penelitian yang terselesaikan dan yang tidak sesuai target							
	1996		1997		1998		1999	
	$\Sigma$	min	$\Sigma$	min	$\Sigma$	min	$\Sigma$	min
• Laboratorium Teknik Bangunan PAU UGM	65	19	120	10	66	15	83	17
• Laboratorium Jurusan Teknik Sipil UGM	133	30	187	16	336	29	376	28
• Laboratorium Jurusan Teknik Sipil UII	37	10	60	10	113	8	184	10
• Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Atmajaya	-	-	53	6	68	6	92	4
Jumlah Total	235	59	420	42	583	58	735	59
Prosentase kegiatan min.	25%		10%		10%		8%	

Sumber: dari berbagai sumber<sup>10</sup>

Keterangan:  $\Sigma$  = jumlah total kegiatan penelitian/tahun (dalam jumlah judul penelitian)  
min = jumlah kegiatan yang terselesaikan tidak sesuai target (*molor*).

Tabel di atas menunjukkan  $\pm 13\%$  kegiatan penelitian tidak terselesaikan sesuai target yang ditentukan atau target standar penelitian. Kenyataan tersebut pada umumnya disebabkan oleh:

- lambannya kinerja peneliti
- ketersediaan peralatan/kesiapan peralatan yang kurang
- mekanisme kerja antar peneliti tidak terkoordinasi
- dll.<sup>11</sup>

Dengan melihat fakta diatas, maka perlu diadakan suatu perencanaan optimasi ruang pada fasilitas kegiatan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan. Optimasi ruang (laboratorium) berarti merencanakan efektifitas kegiatan dan efisiensi ruang kegiatan. Efektifitas kegiatan berarti mendesain mekanisme dan frekuensi/jadwal kegiatan hingga terkoordinasi dengan baik. Sedangkan efisiensi ruang merupakan implementasi dari efektifitas kegiatan, semakin efektif suatu kegiatan yang diwadahnya, semakin efisien ruang tersebut.

Dengan demikian fasilitas penelitian teknologi struktur bangunan yang baru ini diorientasikan untuk memenuhi kebutuhan penelitian dengan daya tampung yang besar dan mendukung mekanisme antar kegiatan yang terkoordinasi (tujuan optimasi ruang laboratorium).

<sup>10</sup> Ibid.

<sup>11</sup> Ibid

### **I.3 Permasalahan**

#### **A. Umum**

Bagaimana konsep perencanaan dan perancangan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi struktur di Yogyakarta yang dapat memenuhi tuntutan kebutuhan kegiatan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan.

#### **B. Khusus**

Bagaimana konsep perencanaan dan perancangan ruang laboratorium pada Pusat penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta yang diolah melalui pendekatan optimasi ruang laboratorium sebagai aspek penentu perancangan.

### **I.4 Tujuan dan Sasaran**

#### **A. Tujuan Umum**

Mendapatkan rumusan konsep perencanaan dan perancangan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta yang dapat memenuhi tuntutan kebutuhan kegiatan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan.

#### **B. Tujuan Khusus**

Mendapatkan perumusan konsep perancangan ruang laboratorium pada Pusat penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta yang diolah melalui pendekatan optimasi ruang laboratorium sebagai aspek penentu perancangan.

#### **C. Sasaran Umum**

1. Identifikasi kegiatan dan peralatan.
2. Tahapan kegiatan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan (P2TSB)
3. Volume kegiatan P2TSB
4. Prediksi/perhitungan kebutuhan laboratorium penelitian teknologi struktur bangunan per tahun

5. Frekuensi kegiatan P2TSB
6. Mekanisme kegiatan P2TSB
7. Menentukan lokasi dan site.

#### D. Sasaran Khusus

1. Penjadwalan kegiatan P2TSB
2. Menentukan modul ruang laboratorium P2TSB yang optimum
3. Menentukan sistem penataan peralatan P2TSB.

### I.5 Lingkup Pembahasan

#### A. Non-arsitektural:

1. Tujuan dan sasaran kegiatan P2TSB
2. Karakteristik kegiatan P2TSB
3. Persyaratan ruang P2TSB.

#### B. Arsitektural:

1. Pengolahan site
2. Penzoningan
3. Kebutuhan ruang
4. Besaran ruang
5. Organisasi ruang
6. Bentuk massa
7. Citra bangunan
8. Optimasi ruang laboratorium
9. Sistem struktur dan utilitas bangunan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan.

## I.6 Metode Pembahasan

### A. Pengumpulan data

1. Observasi lapangan, untuk mendapatkan data faktual
2. Kajian literatur, untuk mendapatkan teori-teori tentang perancangan ruang laboratorium, optimasi ruang, dan contoh bangunan yang memanfaatkan optimasi ruang laboratorium
3. Wawancara dengan Kepala Laboratorium Struktur Bangunan PAU UGM, Kepala Lab. Struktur Jurusan Teknik Sipil UGM, Kepala Lab. Struktur Jurusan Teknik Sipil UII, dan Kepala Lab. Jurusan Teknik Sipil Univ. Atmajaya serta para peneliti yang sedang melakukan kegiatan penelitian di lapangan. Wawancara-wawancara tersebut diorientasikan untuk mendapatkan data-data faktual tambahan mengenai hal-hal teknis pelaksanaan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan.

### B. Analisa dan sistesis

1. Menganalisa data proyek per tahun di Yogyakarta
2. Menganalisa data kegiatan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan di Yogyakarta per tahun.
3. Menganalisa tahapan kegiatan penelitian.

Data-data tersebut dianalisa untuk menemukan karakter kegiatan penelitian dan kebutuhan ruang laboratorium serta penentuan jadwal kegiatan penelitian struktur bangunan sebagai aspek-aspek penentuan optimasi ruang.

### C. Perumusan Konsep

Hal-hal yang telah dianalisa dirumuskan kedalam konsep-konsep dasar perancangan melalui kaidah-kaidah optimasi ruang laboratorium, untuk dijadikan landasan dalam mengungkapkan ide-ide gagasan dan desain dalam perencanaan dan perancangan.

## **I.7 Sistematika Penulisan**

### **BAB I PENDAHULUAN**

Berisi latar belakang permasalahan, permasalahan, tujuan dan sasaran, lingkup pembahasan, metodologi penulisan, sistematika penulisan dan keaslian penulisan.

### **BAB II TINJAUAN TERHADAP BANGUNAN PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI STRUKTUR BANGUNAN SERTA KAJIAN TEORTIS OPTIMASI RUANG**

Tinjauan teoritis mengenai optimasi ruang laboratorium, penggunaannya pada perancangan ruang tersebut dan perwujudannya. Mengupas tentang persyaratan ruang laboratorium dalam pusat penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan; data pembanding gedung/bangunan.

### **BAB III ANALISA DAN PENDEKATAN KONSEP**

Menganalisa masalah dan melakukan pendekatan untuk menyelesaikan masalah. Analisa kebutuhan, analisa frekuensi kegiatan, analisa mekanisme kegiatan, pendekatan penentuan modul ruang laboratorium, dan penataan peralatan serta sirkulasi pelaku dalam ruang laboratorium pusat penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan; dan melakukan analisa dan pendekatan data pembanding untuk digunakan sebagai pertimbangan dalam mendesain.

### **BAB IV KONSEP DASAR PERENCANAAN DAN PERANCANGAN**

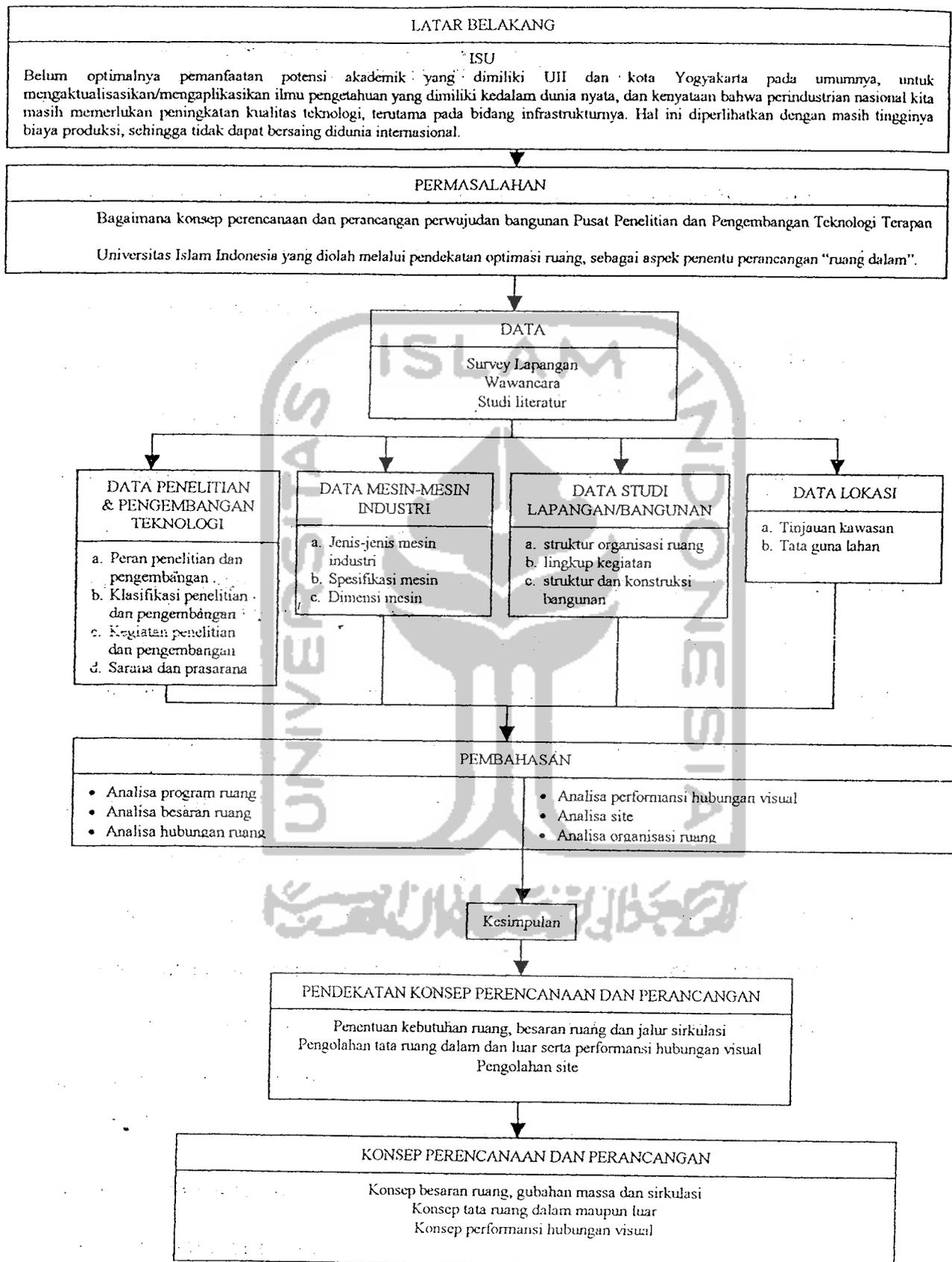
Menguraikan konsep-konsep dasar perencanaan dan perancangan yang mencakup hal-hal yang telah dianalisa pada pusat penelitian dan pengembangan dalam mengungkapkan ide-ide gagasan dan desain dalam perencanaan dan perancangan.

## I.8 Keaslian Penulisan

1. Fitriono TA/UUI/1997, Redesain Terminal Bis Cilacap.  
Penekanan: Optimasi ruang tunggu penumpang dan ruang sirkulasi.
2. Kunto Swandono TA/UUI/1998, Pusat Penelitian dan Pengembangan Salak.  
Penekanan: Wadah fisik yang dapat menampung kegiatan penelitian dan kegiatan wisata.
3. Tri Widiatoro TA/UUI/1998, Gedung Litbang Lingkungan di Yogyakarta.  
Penekanan: Perencanaan & Perancangan Bangunan Penelitian dengan Penampilan Bentuk Citra Futuristik.
4. Amir Fahrurrozi TA/UUI/1999, Gedung R&D Pohon Kayu Putih Sukun Ponorogo.  
Penekanan: Konsep Dasar Perancangan dan Perencanaan Puslitbang Pohon Kayu Putih melalui Pengolahan Struktur Organisasi dan Kegiatan.
5. Norman Ardiansah TA/UUI/1999, Gedung Puslitbang Bio-Teknologi di Yogyakarta.  
Permasalahan: Bagaimana mewadahi kegiatan, penciptaan bentuk, gubahan massa bangunan yang memiliki ekspresi bioteknologi serta akrab lingkungan.

Kesimpulan: secara substansial, penekanan pada point 1-4 adalah perencanaan dan perancangan bentuk massa/citra bangunan dan organisasi ruang melalui pendekatan proses kegiatan penelitian, sedangkan pada point 5 ada kesamaan dengan pembahasan paper penulis, namun berbeda objek/fungsi bangunan.

## I.9 Kerangka Pola Pikir



## **BAB II TINJAUAN BANGUNAN PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI STRUKTUR BANGUNAN SERTA KAJIAN TEORITIS OPTIMASI RUANG**

### **II.1 Tinjauan Faktual Yogyakarta**

#### **II.1.1 Tinjauan Tata Guna Lahan**

Sebagai bangunan yang mewadahi salah satu kegiatan akademik bagi para akademisi (dosen/mahasiswa),<sup>4</sup> maka bangunan pusat penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan ini harus mempunyai aksesibilitas yang baik dari dan ke kawasan pendidikan di Yogyakarta.

Berdasarkan hal tersebut, maka perlu diketahui tata guna lahan kota Yogyakarta yang telah ditetapkan/direncanakan. Berikut ini pembagian wilayah kota yang dibagi atas 5 bagian, yaitu:<sup>5</sup>

- a. Bagian wilayah kota I (pusat kota)  
Kegiatan-kegiatan yang menonjol antara lain, perdagangan, jasa umum dan perkantoran.
- b. Bagian wilayah kota II (Barat Laut)  
Kegiatan-kegiatan yang menonjol antara lain perumahan, perdagangan dan perkantoran.
- c. Bagian wilayah kota III (Timur Laut)  
Kegiatan yang menonjol antara lain perumahan, perdagangan, perkantoran, pendidikan dan jasa umum sosial.
- d. Bagian wilayah kota IV (Tenggara)  
Kegiatan yang menonjol antara lain perumahan, perdagangan, pendidikan dan jasa umum sosial, jasa industri dan terminal.
- e. Bagian wilayah kota II (Barat Daya)  
Kegiatan yang menonjol adalah perumahan, perdagangan, jasa umum sosial, dan jasa lainnya.

Dengan mengetahui penetapan tata guna lahan, akan membantu penentuan alternatif lokasi bangunan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan.

---

<sup>4</sup> Wawancara dengan Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE (dosen Sipil UII), April 2000

<sup>5</sup> BAPPEDA DIY Yogyakarta, tahun 1993

## II.1.2 Tinjauan Potensi Kota Yogyakarta Terhadap Kegiatan Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan

Perkembangan dunia konstruksi di Yogyakarta ditujukan untuk menunjang pertumbuhan dan pengembangan kota yang mulai dicanangkan pada tahun 1993.<sup>6</sup> Perwujudan program tersebut dapat dilihat dari peningkatan jumlah m<sup>2</sup> bangunan yang dikerjakan/dibangun dan terselesaikan pada setiap tahunnya. (seperti pada tabel dibawah ini).

Tabel II.1. Luas Bangunan Gedung yang terselesaikan (1995-1999)

	1995	1996	1997	1998	1999
Proyek Bangunan Dalam m <sup>2</sup>	144905 m <sup>2</sup>	202867 m <sup>2</sup>	263727 m <sup>2</sup>	342845 m <sup>2</sup>	350970 m <sup>2</sup>

Sumber : BPS Kodya Yogyakarta tahun 1999

Perkembangan dan pertumbuhan dunia konstruksi di Yogyakarta, seperti pada tabel diatas, juga ditujukan oleh tumbuhnya perusahaan-perusahaan bidang konstruksi dan pemborong.

Dari luas bangunan yang diselesaikan pada tiap tahunnya, ternyata pilihan penggunaan struktur beton sangat dominan. Pengetahuan mengenai pilihan penggunaan suatu jenis struktur pada bangunan di lapangan (Yogyakarta) sangat penting untuk penyediaan fasilitas laboratorium penelitian dan pengembangan secara proporsional. Berikut ini tabel prosentase penggunaan jenis struktur pada proyek-proyek di Yogyakarta.

Tabel II.2. Prosentase penggunaan jenis struktur pada proyek-proyek bangunan di Yogyakarta (1995-1999).

Jenis Struktur	Vol. proyek					Prosentase Rata-rata
	1995	1996	1997	1998	1999	
• Struktur Beton	75%	65%	65%	60%	60%	60%
• Struktur Baja	7%	10%	15%	25%	30%	25%
• Struktur Kayu/Bambu	15%	20%	15%	10%	10%	10%
• Struktur Kabel	3%	5%	5%	5%	0%	5%
• Struktur Membran	0%	0%	0%	0%	0%	0%
• Struktur Balon	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum Kodya Yogyakarta, thn. 1999.

<sup>6</sup> Ibid.

### II.1.3 Kondisi Fasilitas Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta

Fasilitas penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan di Yogyakarta yang ada pada saat ini diwadahi oleh :

UGM : PAU UGM dan Jurusan Teknik Sipil UGM

UII : Jurusan Teknik Sipil UII

ATMAJAYA : Jurusan Teknik Sipil Atmajaya

Tabel II.3. Daya Tampung Laboratorium Penelitian dan Pengembangan Teknologi struktur Bangunan di Yogyakarta.

	Daya tampung laboratorium (jumlah benda uji)/tahun			
	1996	1997	1998	1999
Laboratorium teknik bangunan PAU UGM	60	86	115	144
Laboratorium jurusan teknik sipil UGM	70	100	172	192
Laboratorium jurusan teknik sipil UII	20	30	58	96
Laboratorium jurusan teknik sipil Atmajaya	-	30	38	48
	150	246	283	480

Sumber : dari berbagai sumber<sup>7</sup>

Fasilitas-fasilitas penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan tersebut belum mewadahi semua jenis penelitian struktur atau bahan konstruksi. Penelitian yang dominan sampai saat ini (th. 2000) adalah penelitian struktur beton. Bahan-bahan konstruksi lainnya (kabel, membran dan beton) masih belum terakomodasi, karena peralatan yang dimiliki oleh institusi-institusi tersebut masih sangat terbatas.

Tabel II.4. Prosentase Bahan Konstruksi yang diwadahi (thn. 1999)

	Persentase Bahan Konstruksi Yang Terakomodasi						Jumlah
	Beton	Kayu	Baja	Kabel	Balon	Membran	
• Lab. PAU UGM	50%	15%	25%	10%	0%	0%	100%
• Lab. Teknik sipil UGM	60%	20%	20%	0%	0%	0%	100%
• Lab. Teknik sipil UII	60%	20%	20%	0%	0%	0%	100%
• Lab. Teknik sipil Atmajaya	70%	10%	20%	0%	0%	0%	100%

Sumber : Observasi Lapangan

## II.2 Tinjauan Bangunan Penelitian

### II.2.1 Pengertian

Bangunan penelitian adalah bangunan atau kelompok bangunan yang digunakan untuk penelitian, pengembangan dan kegiatan penunjang lain yang dilakukan oleh suatu perusahaan, pemerintah ataupun organisasi.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> Hasil wawancara dengan Bapak Ir. Widjo Kongko (dosen Sipil UGM), Ir. Ilman Noor, MSCE (dosen Sipil UII), Ir. Sutanto, MT (dosen Univ Atmajaya), April 2000.

<sup>8</sup> DR. Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*, thn. 1986, hal. 8

## II.2.2 Aspek-aspek tipologi bangunan penelitian

Secara umum tipe bangunan penelitian dipengaruhi oleh:

### A. Program kegiatan<sup>9</sup>

- Ilmu yang diamati : ilmu dasar atau ilmu terapan.
- Tujuan dan fungsi penelitian : penelitian murni, pendidikan, dll.
- Latar belakang penelitian : ilmu pengetahuan atau komersial
- Metode dan proses kerja yang diterapkan

### B. Program ruang dan bangunan<sup>10</sup>

- Mobilitas bangunan penelitian
- Sistem dan teknologi yang diterapkan dalam bangunan penelitian
- Kelengkapan fasilitas dan perlengkapan penelitian bangunan penelitian
- Penyediaan fasilitas pendukung penyelidikan lapangan.

## II.2.3 Persyaratan obyektif bangunan penelitian

Persyaratan obyektif bangunan penelitian adalah persyaratan atau tuntutan dasar yang harus dipenuhi oleh sebuah bangunan penelitian,<sup>11</sup> yaitu:

- Fleksibilitas dan kapabilitas
- Efektifitas dan efisiensi
- Keamanan, keselamatan dan kenyamanan
- Alat dan perlengkapan.

## II.2.4 Persyaratan umum bangunan penelitian

### A. Kegiatan

Fungsi kegiatan penelitian dibagi empat kelompok besar,<sup>12</sup> yaitu:

- Kelompok kegiatan penelitian
- Kelompok kegiatan penunjang penelitian
- Kelompok kegiatan administrasi
- Kelompok kegiatan servis

<sup>9</sup> Chiara de Callendar, Time Saver Standart for Building Types, thn. 1980, hal. 1026

<sup>10</sup> Ibid.

<sup>11</sup> Ibid.

<sup>12</sup> Observasi pada Laboratorium Mekanika Teknik PAU UGM, Laboratorium Struktur Jur. Teknik Sipil UGM dan Laboratorium BKT Jur. Teknik Sipil UII.

## B. Bangunan<sup>13</sup>

### 1. Program ruang

Program ruang bangunan penelitian dikelompokkan sebagai berikut:

- Kelompok ruang kegiatan penelitian: ruang peneliti, laboratorium, dll.
- Kelompok ruang penunjang kegiatan penelitian: asrama, ruang steril, dll.
- Kelompok ruang administrasi: kantor, ruang rapat, perpustakaan, dll.
- Kelompok ruang servis: gudang, ruang tenaga, dll.

### 2. Sirkulasi bangunan

Kejelasan dan kemudahan sirkulasi sangat membantu proses penelitian yang dilakukan, terutama aspek efektifitas dan efisiensi kerja.

### 3. Blok dan lay-out bangunan

Pada intinya adalah penataan tiga kelompok ruang bangunan penelitian.

## C. Sistem bangunan

### 1. Struktur

Struktur dalam bangunan penelitian adalah perpaduan antara keindahan, kekuatan dan kestabilan (keamanan). Sistem struktur harus sesuai dengan jenis kegiatan, terutama utilitas bangunan dan bahan yang digunakan.<sup>14</sup>

### 2. Utilitas

Utilitas bangunan penelitian merupakan salah satu utilitas yang paling kompleks dibanding bangunan-bangunan umum lainnya. Tipe bahan, macam bahan, karakter, proses kerja, kapasitas, treatment, dan standar konfigurasi adalah faktor-faktor penentu penggunaan utilitas.<sup>15</sup>

### 3. Mekanikal, elektrikal, pengontrolan dan komunikasi

- Perencanaan mekanikal harus mempertimbangkan: sumber dan tenaga yang dimanfaatkan, sistem pengoperasian, kesesuaian, dengan proses kegiatan serta efek yang ditimbulkan.
- Perencanaan elektrikal pada bangunan penelitian meliputi: instalasi listrik dan semua penerapannya, seperti lampu, komputer dan peralatannya.

<sup>13</sup> Joseph de Chiara, Time Saver Standart for Building Types, thn. 1994, hal.180

<sup>14</sup> Schodek, Daniel L., Struktur, PT. Eresco, Bandung, 1995

<sup>15</sup> Modul Kuliah Utilitas, oleh. Ir. Sugini (dosen arsitektur UII), thn. 1997

- Pengontrolan ini sangat erat kaitannya dengan kondisi yang diharapkan pada bangunan dan proses kegiatan yang diwadahnya. Masalah pengontrolan ini meliputi: udara, vibrasi, suara, dll.
- Komunikasi akan membantu kelancaran proses kegiatan yang dilakukan. Sistem komunikasi yang dipakai tergantung pada skala kegiatan, erat tidaknya kegiatan dan hubungan kegiatan dengan pihak luar.<sup>16</sup>

### **II.3 Tinjauan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan**

#### **II.3.1 Pengertian**

Pusat penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan adalah bangunan atau kelompok bangunan yang digunakan untuk kegiatan penelitian, pengembangan dibidang struktur bangunan dan kegiatan penunjang lain dalam suatu fasilitas yang lengkap dan terpadu.<sup>17</sup>

#### **II.3.2 Fungsi**

Fungsi pusat penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan ini adalah:

- *Mempersiapkan dan melaksanakan penelitian dan pengembangan dibidang struktur bangunan.*
- *Melaksanakan pengembangan standarisasi, metode dan prosedur pengukuran dan pengujian teknik dibidang struktur bangunan.*
- *Melaksanakan pengamatan, pengumpulan, analisis dan penyebarluasan data yang menunjang penelitian dan pengembangan dibidang struktur bangunan.*
- *Mengadakan evaluasi hasil kegiatan penelitian dan pengembangan dibidang struktur bangunan serta menyusun laporannya.*
- *Melaksanakan urusan tata usaha.*<sup>18</sup>

#### **II.3.3 Kelompok kegiatan**

Bentuk kegiatan dalam pusat penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan ini dikelompokkan dalam empat kelompok besar, yaitu:

- Kelompok kegiatan penelitian yang merupakan kegiatan utama dari seluruh kegiatan.

---

<sup>16</sup> Ibid.

<sup>17</sup> Resume Kamus Besar Bahasa Indonesia, Balai Pustaka, cetakan v, thn. 1976, hal. 474, 780.

<sup>18</sup> Buku Panduan Laboratorium, Diterbitkan oleh. Laboratorium Mekanika Teknik PAU UGM.

- Kelompok kegiatan penunjang penelitian, yaitu semua kegiatan yang menunjang proses kegiatan penelitian secara langsung, seperti: kegiatan merakit benda uji, desain struktur dalam ruang komputer atau studio perancangan, dll.
- Kelompok kegiatan non-penelitian, seperti kegiatan administrasi, yaitu: pengolahan data, presentasi, seminar, dll.
- Kelompok kegiatan servis, yaitu semua jenis kegiatan yang menunjang aktifitas utama dan aktifitas penunjang.<sup>19</sup>

### II.3.4 Lingkup pewardahan kegiatan

Pewardahan kegiatan didasari oleh pengelompokan kegiatan seperti yang telah disebutkan diatas, maka sistem pewardahan kegiatan penelitian dan penunjangnya dibagi atas empat kelompok pewardahan,<sup>20</sup> yaitu:

#### 1. kelompok kegiatan penelitian

Tabel II.5 Kegiatan penelitian dan pewardahannya

Kelompok Kegiatan Penelitian					
Jenis Kegiatan	Pelaku	kegiatan	Kegiatan Rinci	Lingkup Pewardahan	Keterangan
Penelitian	Peneliti utama, peneliti, teknisi	Kegiatan manufaktur, persiapan, administrasi penunjang.	Mengamati, mengkaji, meneliti, praktek, diskusi, istirahat, pelaksanaan teknis, penunjang praktek, istirahat.	Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Laboratorium Struktur Laboratorium Mekanika Bahan Laboratorium Aplikasi Struktur	
Administrasi penunjang penelitian	Staf administrasi	Pekerjaan administrasi penunjang penelitian	Administrasi penelitian (menulis, mengetik, membaca, dll), operasional komputer, dst.		Kantor administrasi ini berbeda dengan kantor administrasi yang melayani publik dan intern bangunan.

#### 2. Kelompok kegiatan penunjang penelitian

Tabel II.6 Fasilitas penunjang penelitian

Kelompok kegiatan penunjang penelitian					
Jenis Kegiatan	Pelaku	Kegiatan	Kegiatan Rinci	Lingkup Pewardahan	Ket.
Desain/perancangan struktur	Peneliti utama Peneliti Teknisi komputer	Kegiatan perencanaan dan perancangan struktur Kegiatan persiapan	Mengetik, mencetak, data, penggandaan, menggambar, mengkaji, menyimpan, editing, dokumen,	Ruang komputer Studio perencanaan dan perancangan struktur	
Menyiapkan/merakit benda uji	Peneliti Teknisi/laborant	Kegiatan merakit/membuat benda uji Persiapan benda uji	Mencuci, mengayak, tulangan, mencetak, memotong kabel/bambu, agregat, memotong, mix design beton, mengecor,	Bengkel laboratorium	

<sup>19</sup> Ibid.

<sup>20</sup> Ibid.

### 3. Kelompok kegiatan non-penelitian

Tabel II.7 Fasilitas kegiatan non-penelitian

Kelompok kegiatan non-penelitian					
Jenis Kegiatan	Pelaku	Kegiatan	Kegiatan Rinci	Lingkup Pewadahan	Keterangan
Operasional	Staff administrasi tata usaha	1. Pekerjaan administrasi umum yang melayani kegiatan pelayanan publik dan intern	Aktivitas administrasi (baca, tulis, menetik, cetak-mencetak, pelayanan informasi)	Bagian tata usaha terdiri dari 4 sub bagian, yaitu: sub bagian umum, kepegawaian, sub bagian keuangan, sub bagian rumah tangga, masing-masing berupa kelompok pekerjaan yang dikepalai oleh seorang kepala.	Mudah dalam aksesibilitas dari dalam (adm. lab.) maupun dari luar (pelayanan publik)
		2. Penerbitan dan publikasi	Editing, penggandaan, dokumentasi		
Ekshibisi/pameran	Masyarakat umum Karyawan	1. Pameran tetap	Show Room, service	Ruang pameran/hall.	
		2. pameran berkala	Seminar, workshop, pameran temporal.	Ruang seminar Ruang presentasi	

### 4. Kelompok kegiatan service

Tabel II.8 Fasilitas kegiatan servis

Kelompok kegiatan service					
Jenis Kegiatan	Pelaku	Kegiatan	Kegiatan rinci	Lingkup Pewadahan	Keterangan
Service	Karyawan	Cleaning service Elektrikal mekanikal service	Cleaning service		Seluruh ruang
Perbekalan/Per gudangan	Staff perbekalan, river	Inventarisasi barang, kegiatan pergerakan barang, transportasi dalam dan luar bangunan.	Administrasi umum, bongkar muat barang		
Keamanan	Satpam, penjaga malam	Pengamanan bangunan secara keseluruhan	Pengawasan	Bagian paling publik, jalur masuk utama	
Perpakiran	Petugas parkir	Teknis perpakiran indoor dan outdoor, keamanan	Pengawasan	Ruang parkir indoor dan outdoor	
Ibadah, makan	Masyarakat, karyawan	Ibadah sholat, makan	Sholat, makan	Musholla, kantin	

Sumber: Buku Panduan Laboratorium, Diterbitkan oleh. Laboratorium Mekanika Teknik PAU UGM.

## II.4 Tinjauan Laboratorium pada Fasilitas Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan

### II.4.1 Pengertian

Laboratorium dalam bangunan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan merupakan tempat berlangsungnya kegiatan persiapan, perakitan/pembuatan benda uji dan pengujian. Fasilitas penunjang kegiatan penelitian dalam laboratorium diakomodasi oleh bengkel laboratorium, ruang komputer, dan studio perencanaan dan perancangan struktur.<sup>21</sup>

<sup>21</sup> Ibid.

#### II.4.2 Ragam laboratorium penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan

Kegiatan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan secara keseluruhan diwadahi oleh empat jenis laboratorium, yang masing-masingnya mempunyai karakteristik berbeda, yaitu: Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT), Laboratorium Mekanika Bahan, Laboratorium Struktur dan Laboratorium Aplikasi Struktur. Laboratorium-laboratorium tersebut merupakan bagian-bagian yang mempunyai hubungan erat satu sama lainnya.<sup>22</sup>

Laboratorium BKT dan Laboratorium Mekanika Bahan merupakan induk dari dua lab. Lainnya, sedangkan Laboratorium Struktur dan Laboratorium Aplikasi Struktur merupakan lab. Lanjutan, artinya penelitian struktur selalu dimulai dari Lab. BKT dan Lab. Mekanika Bahan.<sup>23</sup>

Penjelasan dari pernyataan di atas digambarkan melalui perbandingan jumlah benda uji dari masing-masing laboratorium, yang ditentukan berdasarkan proses/hirarki masing-masing laboratorium, seperti di bawah ini:

10 benda uji Lab. BKT	= 10 benda uji Lab. Mekanika Bahan
10 benda uji Lab. BKT	= 1 benda uji Lab. Struktur
10 benda uji Lab. BKT	= 1 benda uji Lab. Aplikasi Struktur

Berikut ini uraian mengenai masing-masing laboratorium tersebut:

##### A. Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik (BKT)

Laboratorium ini mewadahi kegiatan paling awal dari penelitian, yaitu kegiatan persiapan bahan-bahan dan meneliti karakter-karakter bahan, untuk memenuhi persyaratan penelitian selanjutnya. Bahan-bahan yang diteliti merupakan sampel yang diambil secara acak dari bahan yang akan diteliti, misalnya: sampel pasir, sampel bambu, sampel baja, dll. Sampel-sampel tersebut umumnya diuji untuk mengambil data persyaratan bahan penelitian, yaitu: pengujian kuat tekan, kuat tarik, kuat geser, dsb.

<sup>22</sup> Ibid.

<sup>23</sup> Ibid.



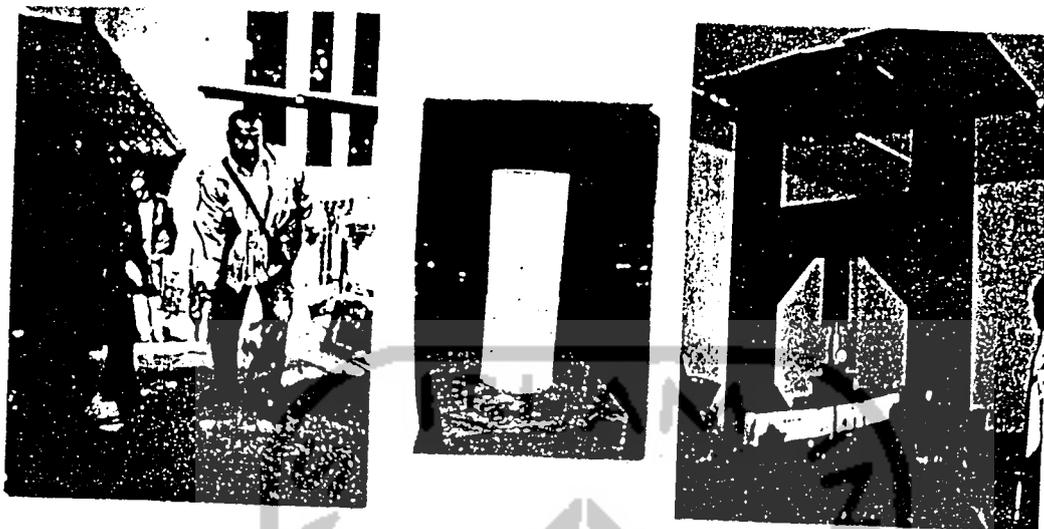
Gambar II.2 Salah satu kegiatan dalam Lab. BKT  
(sumber: observasi lapangan)

### B. Laboratorium Mekanika Bahan

Kegiatan dalam laboratorium ini adalah penelitian pola daya dukung dan pola kerusakan bahan struktur, misalnya: melihat kerusakan baja pada percobaan tarik, melihat pola keruntuhan beton, pola patahan baja/kayu, melihat pola dukung beton pada uji tekan, dan lain-lain.

### C. Laboratorium Struktur

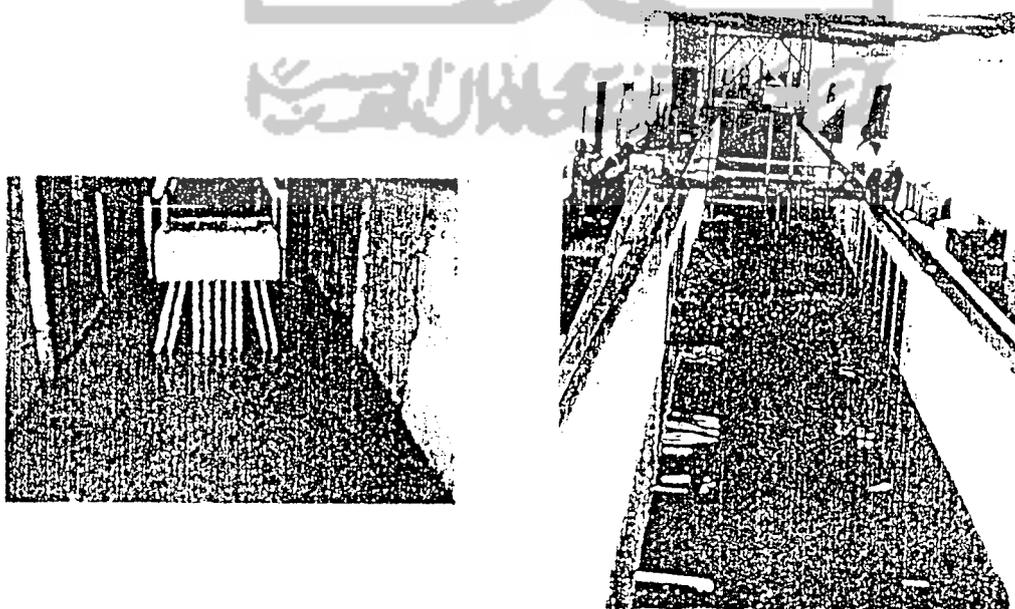
Kegiatan dalam laboratorium struktur adalah kelanjutan dari laboratorium bahan konstruksi teknik dan/atau laboratorium mekanika bahan. Bahan-bahan penelitian yang telah memenuhi persyaratan penelitian dan telah diketahui karakternya, maka bahan-bahan tersebut dirakit dalam bengkel laboratorium struktur dan selanjutnya diuji dalam bentuk satu kesatuan struktur. Pengujian pada umumnya terhadap kuat tekan, kuat tarik, kuat lentur, dan lain-lain.



Gambar II.3 Proses kegiatan dalam laboratorium struktur, dari memindahkan sampai tahap pengujian  
(sumber: observasi lapangan)

#### D. Laboratorium Aplikasi Struktur

Laboratorium ini mewadahi kegiatan pengujian model struktur yang skalatis terhadap gaya angin, air, dan gempa. Pada dasarnya fungsi laboratorium ini adalah untuk melihat perilaku struktur terhadap lingkungannya (angin, air dan gempa)/aplikatif.



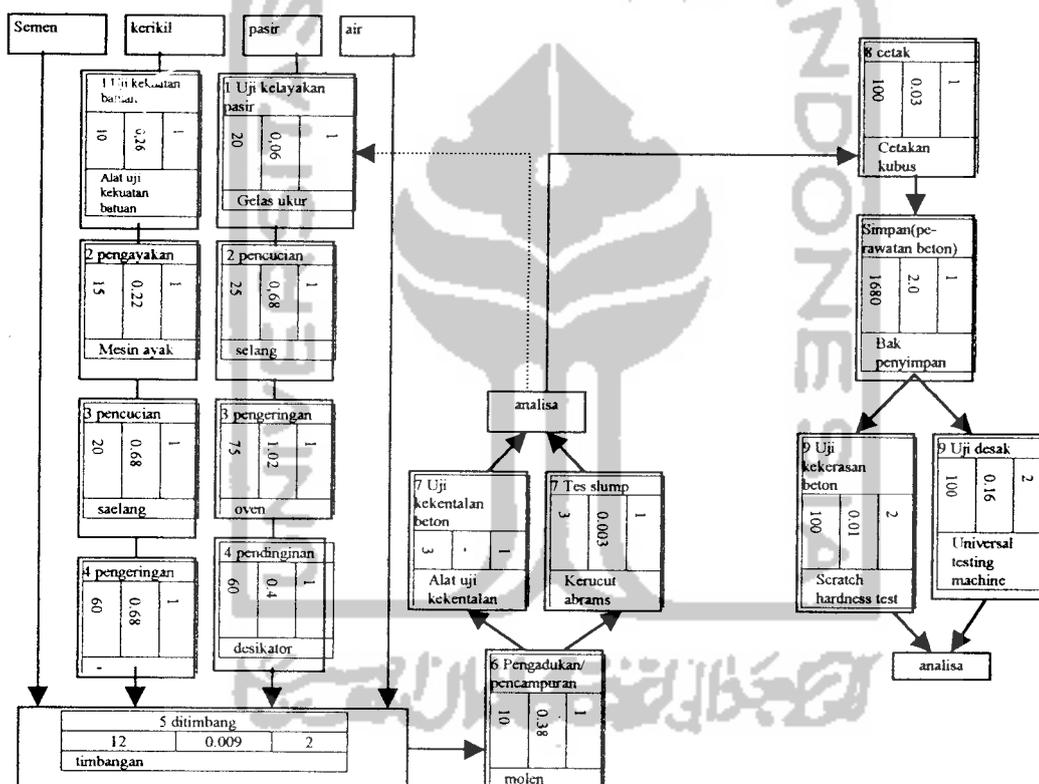
Gambar II.4 Kegiatan pengujian model struktur jembatan terhadap gaya air  
(sumber: observasi lapangan)

### II.4.3 Tahapan kegiatan penelitian

Tahapan kegiatan penelitian yang dilakukan dalam ruang laboratorium mempunyai banyak keragaman. Tahapan kegiatan penelitian teknologi struktur bangunan mempunyai alur utama (yang sering dilakukan). Alur kegiatan dari tiap-tiap jenis bahan struktur pada masing-masing laboratorium dapat dilihat pada lampiran halaman 80 - 89. Berikut ini contoh skema kegiatan pada lab. BKT dengan jenis struktur beton.<sup>24</sup>

#### A. Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik

##### 1. Struktur Beton



Keterangan notasi angka:

A		
B	C	D
E		

- A: angka tahapan kegiatan dan nama kegiatan
- B: waktu pelaksanaan kegiatan (menit)
- C: ruang yang dibutuhkan dalam melakukan kegiatan m<sup>3</sup>
- D: jumlah pelaku
- E: peralatan yang digunakan

<sup>24</sup> Hasil wawancara dengan Bapak Ir. Widjo Kongko (dosen Sipil UGM), Ir. Ilman Noor, MSCE (dosen Sipil UII), Ir. Sutanto, MT (dosen Univ Atmajaya), Mahasiswa Praktikum pada masing-masing Universitas dan Observasi Lapangan, April 2000.



Gambar II.5 Contoh-contoh benda uji yang dipakai dalam lab. BKT  
(sumber: observasi lapangan)

Tahapan-tahapan kegiatan utama/dasar tersebut dapat divariasikan sesuai dengan variasi penelitian, misalnya pemakaian bahan genteng sebagai bahan alternatif agregat, maka secara skematik bahan dasar diganti dengan bahan alternatif tersebut (misalnya genteng), demikian juga seterusnya.

## II.5 Tinjauan Optimasi Ruang Laboratorium (umum)

### II.5.1 Pengertian<sup>25</sup>

Ada dua pengertian mengenai Optimasi Ruang Laboratorium yaitu :

- *Mengusahakan suatu tingkat kondisi yang memenuhi fungsi dan persyaratan dari berbagai segi yang mempunyai relevansi dengan panjang obyek.*
- *Mengusahakan tingkat kegunaan laboratorium yang memenuhi fungsi dan persyaratan tertentu dari berbagai segi yang mempunyai relevansi menunjang pengaturan ruang-ruang dalam laboratorium*

### II.5.2 Unsur-unsur optimasi ruang

Untuk mendapatkan ruang yang optimal dapat mengacu pada beberapa unsur,<sup>26</sup> yaitu :

#### A. Efisiensi

Efisiensi atau daya guna dalam bidang arsitektur dapat berarti kualitas dan kemampuan elemen arsitektur untuk dapat dimanfaatkan seoptimal mungkin dengan mudah.

<sup>25</sup> De Chiara, Time Saver Standart for Building Types, McGraw Hill, USA, hal. 505, tahun 1980

<sup>26</sup> Ibid.

## B. Efektivitas

Efektivitas atau tepat guna dalam bidang arsitektur berarti:

Melalui pewadahan fasilitas berdasarkan karakteristik kegiatan dengan kualitas ruang yang diinginkan dan pemanfaatan ruang yang optimal sesuai kebutuhan.

## C. Fleksibel

Fleksibel dapat diartikan mudah disesuaikan dengan kondisi yang baru. Ruang yang fleksibel berarti ruang yang dapat diubah untuk menyesuaikan dengan kondisi yang berbeda, sesuai dengan kegiatan yang diwadahi.

Optimalisasi pemanfaatan Ruang Laboratorium melalui pendekatan unsur-unsur optimasi ruang dapat dicapai dengan cara antara lain :

- Mengelompokkan kegiatan yang saling terkait, baik langsung maupun tidak langsung, terutama kegiatan yang berkarakter sama (dalam pelaksanaan maupun fasilitas yang diperlukan)
- Kebutuhan ruang direncanakan berdasarkan pada tingkat kegiatan, dimana kegiatan utama akan memiliki prioritas yang utama dan didukung oleh kegiatan pendukung lainnya.
- Kebutuhan besaran ruang menggunakan skala ruang maksimal dari suatu kegiatan, sedangkan untuk kegiatan lain dengan skala lebih kecil dapat diatasi dengan diwadahi secara kolektif.<sup>27</sup>

### II.5.3 Faktor Perencanaan Optimasi Ruang Laboratorium

#### A. Kegiatan Penelitian

Perencanaan tahapan dan mekanisme kegiatan penelitian dilakukan untuk menentukan/mendapatkan pola dasar unit kegiatan minimal yang optimum.

Pendekatan optimasi kegiatan penelitian ditentukan dengan :

- Jumlah manusia dan kendaraan
- Perhitungan optimasi menggunakan waktu sibuk dan waktu senggang.

<sup>27</sup> Ibid.

Pola dasar kegiatan minimal yang optimum ini digunakan sebagai penentu pola dasar Ruang dan pola dasar sirkulasi di dalam Ruang Laboratorium.<sup>28</sup>

## B. Sistem Bangunan

Beberapa sistem bangunan yang mempengaruhi perencanaan optimasi Ruang Laboratorium adalah :

### 1. Struktur

Usaha optimasi ruang laboratorium melalui perencanaan dan perancangan struktur adalah dengan mengupayakan :

- a. Dimensi struktur yang kompak
- b. Sistem struktur yang sesuai dengan kebutuhan, sehingga tidak memiliki banyak kolom, yang berpola sesuai dengan kebutuhan kegiatan penelitian
- c. Bentuk struktur tidak mengganggu sirkulasi dan perletakan alat.<sup>29</sup>

### 2. Penghawaan dan pencahayaan

Sistem penghawaan dan pencahayaan ruang laboratorium dapat direncanakan dengan pemanfaatan sumber daya alam. Efisiensi penghawaan dan pencahayaan tersebut dapat menambah dimensi ruang laboratorium, karena berkurangnya kebutuhan peralatan penghawaan/pencahayaan buatan tersebut.<sup>30</sup>

### 3. Mekanikal dan elektrikal

Penyusunan jaringan mekanikal dan elektrikal direncanakan sebaik mungkin, sehingga jalur yang dilalui merupakan jalur terpendek dan tidak mengganggu aktivitas penelitian<sup>31</sup>

## C. Pelaku kegiatan

Pelaku kegiatan penelitian memiliki karakter yang berbeda-beda. Ruang untuk beraktivitas (penelitian). Besaran sirkulasi yang berbeda pula.

---

<sup>28</sup> Ibid.

<sup>29</sup> Schodek, Daniel L., Struktur, PT. Eresco, Bandung, hal. 44, tahun 1995.

<sup>30</sup> Thermal Comfort Analysis and Applications in Environmental Engineering, by. P.O. Fanger, Robert E. Krieger Publishing Co., Malabar, Florida, hal. 102, tahun 1982.

<sup>31</sup> Ir. Hartono Poerbo, M. Arch, Utilitas Bangunan, hal. 41, tahun 1992

Untuk menentukan Ruang Laboratorium agar optimum, perlu mendesain/merancang pola gerak pelaku yang paling efektif. Pola gerak yang paling efektif merupakan modal minimum yang dapat digunakan sebagai patokan.<sup>32</sup>

#### D. Peralatan

Perlengkapan/peralatan dan penentuan optimasi ruang laboratorium adalah dengan penggunaan suatu peralatan secara bersama serta perletakan peralatan yang mendukung efektivitas kegiatan penelitian.<sup>33</sup>

## II.6 Standar Persyaratan Ruang

### II.6.1 Sistem Pencahayaan

Sistem pencahayaan pada hakekatnya dibedakan dalam dua aspek prinsip, yaitu yang bersangkutan dengan aspek penglihatan, nyaman dan tidak berbahaya sedangkan aspek yang lain yaitu dari segi suasana dan dekorasi.

Dalam hal kebutuhan pencahayaan pada ruang laboratorium struktur bangunan, pembahasan dibatasi hanya pada aspek penglihatan, nyaman dan tidak berbahaya. Berikut ini diuraikan standar dan persyaratan sistem pencahayaan pada Ruang Laboratorium Struktur Bangunan dengan sistem penerangan langsung dan warna plafond serta dinding terang.<sup>34</sup>

Illuminasi : 500 lux

Coefisien of utilization (CU) : (50 – 65) %

Light Loss Factor (LLF) : 0,7 – 0,8

Tabel II.9 Karakter Beberapa Sumber Cahaya (Lampu)

Sumber Cahaya (Lampu)	Lumen/Watt	Umur Rata-rata (Jam)	Penggunaan
• Pijar	11 – 18	1000	Indoor dan outdoor
• TL ic. ballast	50 – 80	1800 – 9000	Indoor dan outdoor
• Halogen	16 – 20	1000	Outdoor (lampu untuk lapangan tenis)
• Mercury	30 - 60	16000	Outdoor (lampu jalan taman, dan lain-lain).

Sumber: Utilitas Bangunan, Ir. Hartono Poerbo, M. Arch., tahun 1982

<sup>32</sup> Buku Panduan Laboratorium, Diterbitkan oleh. Laboratorium Mekanika Teknik PAU UGM.

<sup>33</sup> Ibid.

Persamaan untuk perhitungan kebutuhan jumlah lampu untuk suatu ruang adalah sebagai berikut :

$$N = \frac{E \times A}{\phi \times LLF \times CU}$$

Keterangan :

N	: jumlah lampu
E	: kuat penerangan (lux)
A	: luas bidang kerja (m <sup>2</sup> )
φ	: lumen (watt)
LLF	: Light Loss Factor
CU	: Coeffisien of Utilization

### II.6.2 Kebisingan

Sasaran pengendalian bising adalah menyediakan lingkungan yang dapat diterima di dalam maupun di luar bangunan, sehingga intensitas dan sifat semua bunyi didalam atau di sekitar bangunan akan cocok dengan keinginan pengguna ruangan tersebut. Bising yang cukup keras (diatas 70 db) dapat menyebabkan kegelisahan, kurang enak badan, kejenuhan mendengar, sakit lambung dan masalah peredaran darah. Bising yang sangat keras (diatas 85 db), dapat menyebabkan kemunduran yang serius pada kesehatan seseorang.<sup>35</sup>

Pengaruh bising yang merusak pada efisiensi kerja dan produksi telah membuktikan secara statistik dalam beberapa bidang industri. Produksi turun dan pekerja-pekerja banyak membuat kesalahan bila dipengaruhi bising tingkat tinggi ( $\pm 80$  db) untuk waktu yang lama. Tingkat bising (db) rata-rata dari berbagai sumber bunyi, dapat dilihat pada lampiran hal. 108.

Untuk mengurangi kebisingan didalam ruang, maka bisa dipakai perabot-perabot yang daya serapnya tinggi, yaitu bahan-bahan yang mengandung banyak udara atau berpori-pori lembut (serabut kayu, busa, styrofoam, batu apung, dan lain-lain).<sup>36</sup>

Daya serap permukaan terhadap bunyi ditentukan melalui koefisien absorpsi ( $\alpha$ ). Secara teoritis  $\alpha_n$  berkisar antara 0 (tidak terjadi penyerapan) dan 1 (semua suara diserap).

<sup>34</sup> Interior Design, oleh: Pamudji Suptandar, Penerbit Erlangga, hal. 67-76, tahun 1990

<sup>35</sup> Akustik Lingkungan, by. Leslie L. Doelle, Erlangga, tahun 1990.

<sup>36</sup> Ibid.

Persamaannya: 
$$\bar{\alpha} = \frac{S_1\alpha_1 + S_2\alpha_2 + S_3\alpha_3 + \dots + S_n\alpha_n}{S}$$

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n$$

Keterangan:

$S_1, S_2, \dots, S_n$  = Luas permukaan yang menyerap ( $m^2$ )

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$  = Koefisien absorpsi permukaan

$\bar{\alpha}$  = koefisien absorpsi rata-rata seluruh ruang.

Sedangkan pengaruh akustik kursi, meja, ruang tersebut yang bukan merupakan bagian permukaan harus diperhitungkan.

### II.6.3 Pencegahan dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran

Bahaya kebakaran adalah bahaya yang ditimbulkan oleh adanya nyala api yang tidak terkendali, sehingga dapat mengancam keselamatan jiwa manusia maupun harta benda. Pencegahan bahaya kebakaran berarti segala usaha yang dilakukan agar tidak terjadi penyalaan api yang tidak terkendali.<sup>37</sup>

Pemilihan bahan pemadaman kebakaran ditentukan berdasarkan bahan-bahan yang ada dalam suatu ruang. Pada tabel (lampiran hal. 115) dapat dilihat kategori kelas kebakaran untuk Laboratorium Struktur Bangunan adalah termasuk pada kelas C, yaitu dengan bahan pemadam  $CO_2$  atau powder Dry Chemical. Prosentase  $CO_2$  (Carbon dioksida) yang diperlukan untuk ruangan yang memakai sistem otomatis, adalah sebagai berikut:<sup>38</sup>

Tabel II.10 Prosentase  $CO_2$  yang diperlukan untuk ruangan yang memakai sistem otomatis.

Tingkat Bahaya	Prosentase $CO_2$	Volume $CO_2$	Berat $CO_2/m^3$
• Berbahaya	40 %	40 % x vol. Ruang	0,8 kg
• Cukup berbahaya	30 %	40 % x vol. Ruang	0,6 kg

Sumber: Utilitas Bangunan, Ir. Hartono Poerbo, M. Arch., tahun 1982, hal: 66

### II.6.4 Sistem Elektrikal

Untuk merancang jaringan instalasi listrik suatu gedung harus terlebih dahulu menaksir beban total seluruh gedung dan menentukan lokasi transformator dan tabung-tabung instalasi.<sup>39</sup>

<sup>37</sup> Utilitas Bangunan, Ir. Hartono Poerbo, M. Arch., tahun 1982, hal: 66

<sup>38</sup> Ibid.

<sup>39</sup> Ibid.

Kelompok pembebanan listrik dalam bangunan adalah sebagai berikut :

- Pencahayaan listrik
- Stop kontak-stop kontak untuk peralatan
- Ventilasi bangunan dan *Air Conditioning*
- Plambing/sanitair (pompa air, dan lain-lain)
- Transportasi vertikal
- Peralatan khusus (laboratorium)

Maka perhitungan kebutuhan daya dalam bangunan adalah total daya dari enam beban listrik di atas. Perbandingannya dengan luas pelayanan merupakan koefisien daya/m<sup>2</sup>.

### II.6.5 Sanitasi dan Penyediaan Air Bersih

Kebutuhan air bersih ditentukan berdasarkan fungsi dari jumlah penghuni pada bangunan tersebut. Untuk fungsi Laboratorium Struktur Bangunan standar minimum kebutuhan air bersih adalah sebagai berikut:<sup>40</sup>

Per orang	: 100 liter/hari
Kegiatan penelitian	: 70 liter/m <sup>2</sup>
Closet	: 8 liter/kali
Urinoir	: 30 liter/jam
Air Conditioning	: 0,2 m <sup>3</sup> /menit/TR
Pengaman kebakaran	: 20 m <sup>3</sup>
Tangki minimum	: 10 m <sup>3</sup>

### II.6.6 Pembuangan Air Limbah

Air buangan atau limbah adalah air yang telah digunakan oleh berbagai kegiatan manusia. Perhitungan volume air limbah berguna untuk perencanaan pemipaan dan ukuran septic tank. Berikut ini standar daya buang rata-rata pada peralatan Laboratorium Struktur Bangunan.<sup>41</sup>

<sup>40</sup> Ibid.

<sup>41</sup> Ibid.

Closet	: 120 liter/menit	Urinoir	: 120 liter/menit
Bak mandi	: 90 liter/menit	Bak cuci material	: 90 liter/menit
Wastafel	: 60 liter/menit		

### II.6.7 Pengkondisian Udara

Pengkondisian udara untuk ruang laboratorium struktur bangunan dibatasi pada sistem pengkondisian udara buatan (AC). Berdasarkan penelitian tentang lingkungan kerja, ditunjukkan bahwa karyawan dapat bekerja lebih baik dan jumlah kesalahan dapat dikurangi, sehingga efisiensi kerja dapat ditingkatkan. Disamping untuk melindungi peralatan terhadap debu dan panas.

Pengkondisian udara pada dasarnya berarti menurunkan temperatur dan kelembaban ruang. Bila temperatur dan kelembaban tinggi, orang akan merasa pengap (sticky).<sup>42</sup>

Temperatur udara di Indonesia sekitar 30<sup>0</sup> C dan kelembaban sekitar 90%. Indonesia termasuk daerah tropis lembab. Sistem kerja mesin pengatur udara pada prinsipnya menyerap udara panas dan mengeluarkan udara dingin melalui zat Refrigerant. Sistem pengkondisian udara buatan dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu sistem langsung dan sistem tidak langsung.<sup>43</sup>

#### A. Sistem Langsung (*Direct Cooling*)

Dalam sistem ini udara didinginkan langsung oleh refrigerant dengan menggunakan mesin-mesin sistem paket seperti *window unit* atau *package Airconditioner* dengan atau tanpa tabung udara dingin (*ducting*).

#### B. Sistem Tidak langsung (*Indirect Cooling*)

Dalam sistem ini dipakai media: air es/*chilled water* dengan temperatur sekitar 5<sup>0</sup>C.

Cara lain banyak dipakai dalam bangunan tinggi sebab menghemat tempat karena hanya menggunakan tabung penyebaran udara horizontal, tidak perlu tabung vertikal.<sup>44</sup>

<sup>42</sup> Utilitas Bangunan, Ir. Hartono Poerbo, M. Arch., tahun 1982, hal: 34

<sup>43</sup> Pengantar Arsitektur, James C. Synder, tahun 1991, hal: 416

<sup>44</sup> Ibid.

### II.6.8 Pembuangan Limbah

Dalam bangunan pusat penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan dikenal dua macam limbah, yaitu: limbah manusia dan limbah laboratorium.

Limbah manusia: air kotor, kotoran/tinja, dan air hujan.

Limbah laboratorium: besi, pecahan beton, serpihan/potongan kayu, potongan batu/bata, sobekan kain, karet dan lain sebagainya yang merupakan sampel-sampel yang telah di uji.

Pengolahan limbah laboratorium teknologi struktur bangunan umumnya dilakukan dengan tiga cara, yaitu: pemusnahan, penggunaan kembali, dan pemindahan/pembuangan.<sup>45</sup>

## II.7 Tinjauan Ekspresi Bangunan Penelitian

### II.7.1. Filosofi Ekspresi Bangunan

Ekspresi dalam makna suatu gambaran (*image*) berarti suatu kesan penghayatan yang menangkap arti bagi seseorang. Bangunan yang ekspresif akan mampu memberikan suatu arti atau citra bagi masing-masing persepsi orang yang melihat/menilainya. Bila disandingkan dengan kata “guna” atau manfaat bangunan, maka citra menunjuk pada tingkat kebudayaan, sedangkan guna lebih menuding pada segi ketrampilan/kemampuan sebagai cahaya pantulan jiwa pada karya arsitektur.

Ekspresi bangunan membentuk suatu gambaran/image dari penampilan visual bangunan yang ditangkap oleh pengamat melalui indra penglihatan yang kemudian diinterpretasikan berdasarkan pengalaman visual pengamat, yang kemudian ditangkap makna tertentu.<sup>46</sup>

### II.7.2 Tinjauan Teoritis Citra Bangunan Penelitian

Citra suatu bangunan akan mampu memberikan suatu arti bagi masing-masing pengamat dengan berbagai persepsi menurut pengalaman visualnya.

<sup>45</sup> Joseph de Chiara, *Time Saver Standart for Building Types*, thn. 1994, hal. 203

<sup>46</sup> Wastu Citra, Y. B. Mangunwijaya, PT. Gramedia, Jakarta, tahun 1995, hal: 32

Bila dibandingkan dengan kata guna atau manfaat, maka citra lebih menunjuk pada tingkat kebudayaan, sedangkan guna lebih menuding pada segi ketrampilan/kemampuan.<sup>47</sup>

### **II.7.3 Tinjauan Filosofis Pembentuk Citra Bangunan**

Citra adalah bahasa bangunan yang mengkomunikasikan 'jiwa' bangunan yang bisa ditangkap oleh panca indera manusia, dimanifestasikan oleh bangunan.

Citra membahasakan makna tersembunyi melalui sosok wujudnya. Citra mentransformasikan nir-wujud bangunan kedalam wujud bangunan, sehingga bisa ditangkap oleh panca indera manusia. Dan karena wujud inilah citra bangunan bisa dirasakan, dinilai melalui materi (hal), bentuk maupun komposisinya.<sup>48</sup>

### **II.7.4 Bentuk bangunan**

Bentuk bangunan merupakan ciri utama yang menunjukkan suatu ruang yang ditentukan oleh rupa dan hubungannya. Antara bidang-bidang yang menyebarkan batas-batas ruang tersebut. Ada 3 hal yang dipandang sebagai dasar tercapainya bentuk yaitu : fungsi, konstruksi dan simbolisme.<sup>49</sup>

#### **A. Fungsi**

Fungsi adalah pemenuhan terhadap aktivitas manusia, tercakup didalamnya kondisi alami. Bangunan yang fungsional dalam pemakaiannya secara tepat atau tidak ada unsur-unsur yang tidak berguna. Kebutuhan tersebut antara lain udara, perlindungan, kenyamanan, dan lain-lain.

#### **B. Konstruksi**

Konstruksi sebagai bentuk bangunan diperlukan untuk memikul beban dan gaya-gaya luar di atap, dinding, lantai, melalui mekanisme penyaluran beban kedalam tanah. Dengan bertambahnya dimensi besaran bangunan, persoalan struktur sebagai penentu bentuk bangunan menjadi semakin berpengaruh.

<sup>47</sup> Ibid.

<sup>48</sup> Ibid.

<sup>49</sup> Peran, Pesan dan Kesan Bentuk-bentuk Arsitektur, Hendraningsih dkk., Djambatan, Jakarta, tahun 1980, hal: 35

Elemen-elemen sistem struktur dapat merupakan unsur-unsur bentuk yang selain dapat membawakan pencitraan dimensi untuk mengatasi bidang fungsional teknis, juga harus dapat mencapai dimensi rohani.

### C. Simbol

Simbol adalah citra yang mewakili suatu gagasan kolektif atau perangkat gagasan. Simbol sebagai bahasa yang mengisyaratkan sesuatu, yang menuntut pemahaman pengamat terhadap fungsinya. Simbol dalam arsitektur dikategorikan menjadi :

1. Index (*indexial sign*) yaitu simbol yang menuntut pengertian seseorang karena adanya hubungan langsung antara penanda (*signifier*) dan petanda (*signified*) terutama pada bentuk dan ekspresi.
2. Icon (*iconic sign*) atau simbol metafor yaitu simbolisme yang memberikan pengertian berdasarkan pada sifat-sifat khusus yang terkandung.
3. Simbol (*symbolic sign*) yaitu simbolisasi yang menunjukkan pada suatu objek yang memberi pengertian berdasar pada suatu aturan yang memberi pengertian berdasarkan pada suatu aturan tertentu yang biasanya berupa hubungan dari gagasan umum yang menyebabkan suatu simbol dapat diinterpretasikan dan memiliki hubungan dengan objek yang bersangkutan.<sup>50</sup>

### II.7.5 Fasad

Fasad adalah wajah suatu bangunan yang masih merupakan elemen arsitektur paling esensial kemampuannya dalam mengkomunikasikan fungsi serta arti suatu bangunan. Fasad tidak hanya memenuhi tuntutan alamiah yang ditentukan oleh organisasi ruang sebaliknya, ia juga menyampaikan situasi budaya peradaban ketika bangunan dibangun.

---

<sup>50</sup> Ibid.

Fasad mengungkapkan kriteria tentang pesan dan penyampaian pesan, juga mengungkapkan tentang kelihaihan ornamentasi dan dekorasi serta berbagai kemungkinannya. Suatu fasad juga menceritakan kita tentang penghuni, memberi identitas kolektif sebagai suatu komunitas.<sup>51</sup>

## **II.8 Tinjauan Teoritis Sistem Struktur.**

Dalam perencanaan struktur pada bangunan, faktor yang perlu diperhatikan adalah sistem yang terpilih hendaknya selaras dengan jenis kegiatan pada bangunan dan bahan yang digunakan. Penentuan bahan itu sangat mempengaruhi faktor keamanan, kenyamanan dan keawetan pada bangunan. Jenis atau tipe struktur yang dipilih harus bisa mereduksi kebutuhan dan persyaratan serta metode yang digunakan.<sup>52</sup>

Untuk bangunan penelitian yang mempunyai fasilitas laboratorium, sistem struktur yang sesuai adalah struktur berbentuk lebar yang mendukung keleluasaan gerak aktivitas kegiatan laboratorium dan juga relevan dengan alat-alat laboratorium teknik yang berdimensi besar serta kemudahan pembagian ruang secara modular. Sistem struktur yang cocok untuk bentang lebar/panjang umumnya dapat berupa pelengkung, kabel, cangkang dan rangka batang ruang. Untuk itu berikut ini diuraikan berbagai sistem struktur yang berhubungan dengan tuntutan diatas.<sup>53</sup>

### **II.8.1. Tinjauan Sistem Struktur Pelengkung**

Pelengkung adalah struktur yang dibentuk oleh elemen garis yang melengkung dan membentang diantara dua titik. Bentuk lengkung dan perilaku beban adalah hal yang menentukan apakah susunan tersebut stabil atau tidak. Sistem struktur ini dapat diterapkan pada sistem struktur kabel dan baja.<sup>54</sup>

<sup>51</sup> Achitectoral Compotition, Rob Krier, Academy Edition, London, tahun 1988, hal: 122

<sup>52</sup> Design and Technology in Architectur John Willey and Sons, David Guise, tahun 1987, hal 95

<sup>53</sup> Ibid.

<sup>54</sup> Struktur, Daniel L. Schodek, PT. Eresco, Bandung, tahun 1995, hal: 145

### II.8.2. Tinjauan Sistem Struktur Kabel.

Kabel adalah elemen struktur fleksibel. Bentuknya sangat bergantung pada besar dan perilaku beban yang bekerja padanya. Apabila kabel ditarik pada kedua ujungnya saja, maka bentuknya lurus. Jenis kabel demikian disebut tie-rod. Jika kabel digunakan pada bentang antara dua titik dan memikul beban titik eksternal, maka bentuk kabel akan berupa segmen-segmen garis.

Jika yang dipikul beban terbagi, maka kabel akan mempunyai bentuk lengkungan. Berat sendiri kabel dapat menyebabkan bentuk lengkung tersebut.<sup>55</sup>

### II.8.3 Sistem Cangkang Silindris dan vaults.

Cangkang silinder dan vaults adalah contoh-contoh struktur plat satu kelengkungan. Cangkang demikian mempunyai bentang longitudinal dan lengkungannya tegak lurus terhadap diameter bentang. Jika cukup panjang cangkang akan berperilaku seperti balok yang penampang melintangnya lengkungan. Cangkang demikian selalu dibuat dari material kaku (misalnya beton bertulang atau baja). Sebaliknya vault dapat dipandang sebagai pelengkung menerus. Vaults biasanya dibuat dengan cara yang sama dengan pelengkung bata, begitu pula fungsinya.<sup>56</sup>

### II.8.4 Sistem Rangka Batang Ruang

Tekanan terhadap tekuk lateral pada struktur berdiri bebas merupakan satu dari sejumlah masalah yang harus ditinjau dalam menentukan pilihan antara struktur bidang dan struktur ruang.<sup>57</sup>

Konfigurasi tiga dimensi sering kali lebih efisien dari pada rangka batang bidang apabila keadaannya berdiri bebas (misalnya pada eksterior gedung yang atapnya digantung diatas rangka batang tersebut). Apabila rangka batang digunakan sebagai sistem dua arah, bentuk tiga dimensi juga sering kali lebih menguntungkan untuk digunakan.<sup>58</sup>

<sup>55</sup> Ibid.

<sup>56</sup> Ibid.

<sup>57</sup> Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi, Wolfgang Schueller, PT. Eresco, Bandung, tahun 1989, hal: 58

<sup>58</sup> Ibid.

## II.9 Studi Kasus Bangunan Penelitian dan Pengembangan serta Bangunan yang Mendukung Kaidah Optimasi Ruang.

### II.9.1 Laboratorium and Corporate for PA Technology Centre.

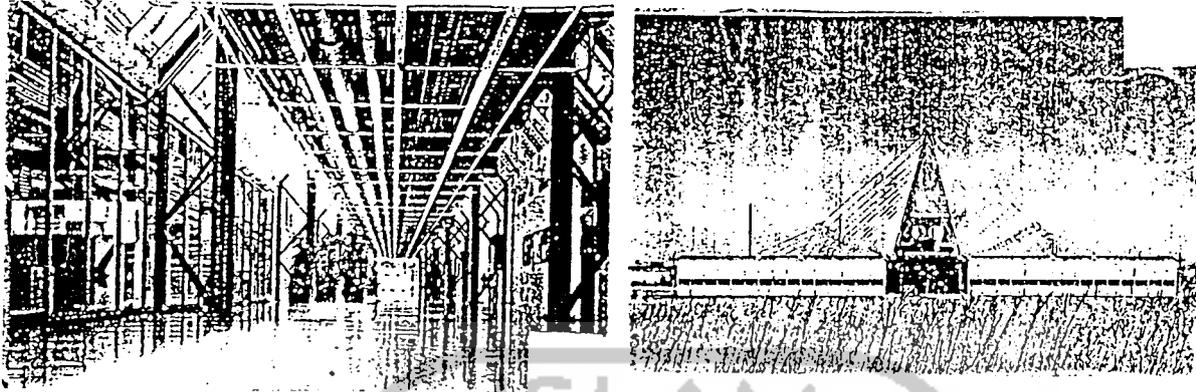
Bangunan ini dirancang untuk mengandalkan fleksibilitas dan kapabilitas, termasuk kontak antar pengguna dengan perwadahan barang. Kegiatan yang diwadahnya adalah laboratorium, kantor dan ruang-ruang servis yang berdiri sendiri.

Bangunan laboratorium ini menempati area 10 ha. dari 16 ha. yang direncanakan untuk pengembangan. Berdiri sejak tahun 1980 di Princeton, New Jersey, dirancang oleh Richard Rogers.<sup>59</sup>

Pada bangunan Sir Richard Rogers's ini, elemen fungsional dari struktur, penyajian dan berbagai fasilitas secara nyata diartikulasikan untuk menunjukkan dengan jelas bagaimana tiap fasilitas tersebut dapat berfungsi. Struktur, merupakan sebuah seri dari tiang-tiang segi tiga yang menjadi penahan dari bangunan inti, yang juga menunjang kanopi cahaya dari atap yang menutup dinding eksternal. Peralatan ini menyatakan adanya kebebasan interior tiang dan menjelaskan perlunya fleksibilitas dan demountabilitas. Pemanasan, ventilasi, dan sistem *air conditioner* ditanam bersama dengan struktur inti, ukuran dan kompleksitas dari unit ini secara jelas mengindikasikan sebuah bangunan dengan penegndalian cuaca yang menggunakan teknik yang tinggi dengan pelayanan/fasilitas yang sesuai dengan operasional tekniknya. Dengan pemisahan struktur, kanopi dan fasilitas, penyajiannya menunjukkan ini sebuah sistem jaringan unit dinding yang sederhana yang dapat berbentuk padat atau menggunakan kaca, tergantung pada konteksnya, orientasi, dan fungsi dari ruangan yang dikerjakan.<sup>60</sup>

<sup>59</sup> Allan Philips, *The Best in Industrial Arsitektural*, Rotovisionsa, Switzeland, 1990

<sup>60</sup> Ibid.

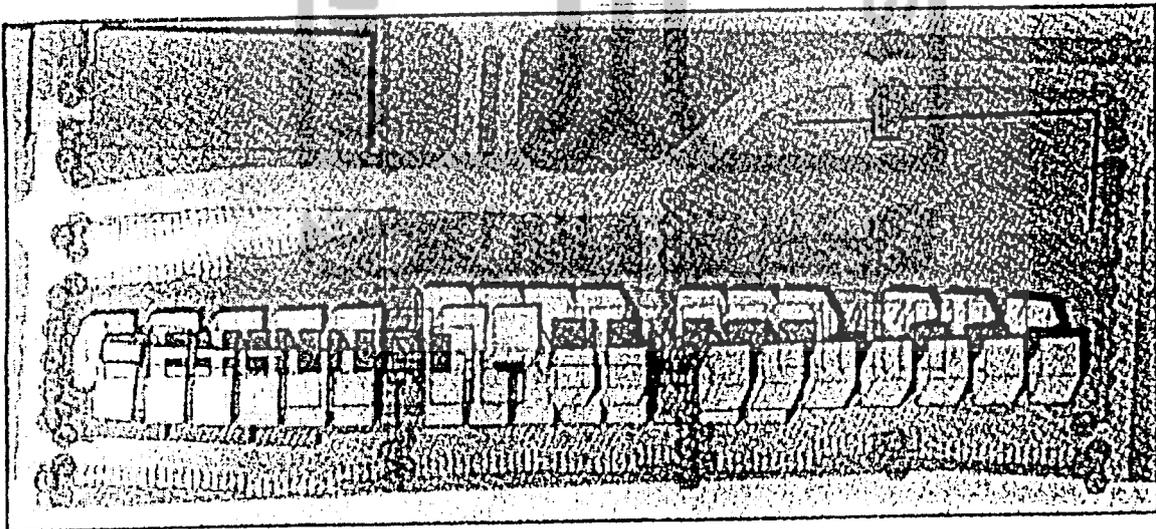


Gambar II.6 Interior laboratorium yang serba terbuka, menerangkan mengenai bagaimana fasilitas-fasilitas tersebut berjalan dan berfungsi. Dan jarak kolom yang terlihat sebagai jarak modular bagi fasilitas laboratorium.

(sumber: Allan Philips, *The Best in Industrial Arsitektural*, Rotovisionsa, Switzzeland, 1990)

### II.9.2 Mellon Research Institute

Kompleks laboratorium berupa bentukan-bentukan modular yang tersebar secara bergandengan. Bentuk masing-masing modul didasarkan pada kubus boolean, sebuah bentuk geometris non-euclidean.<sup>61</sup>

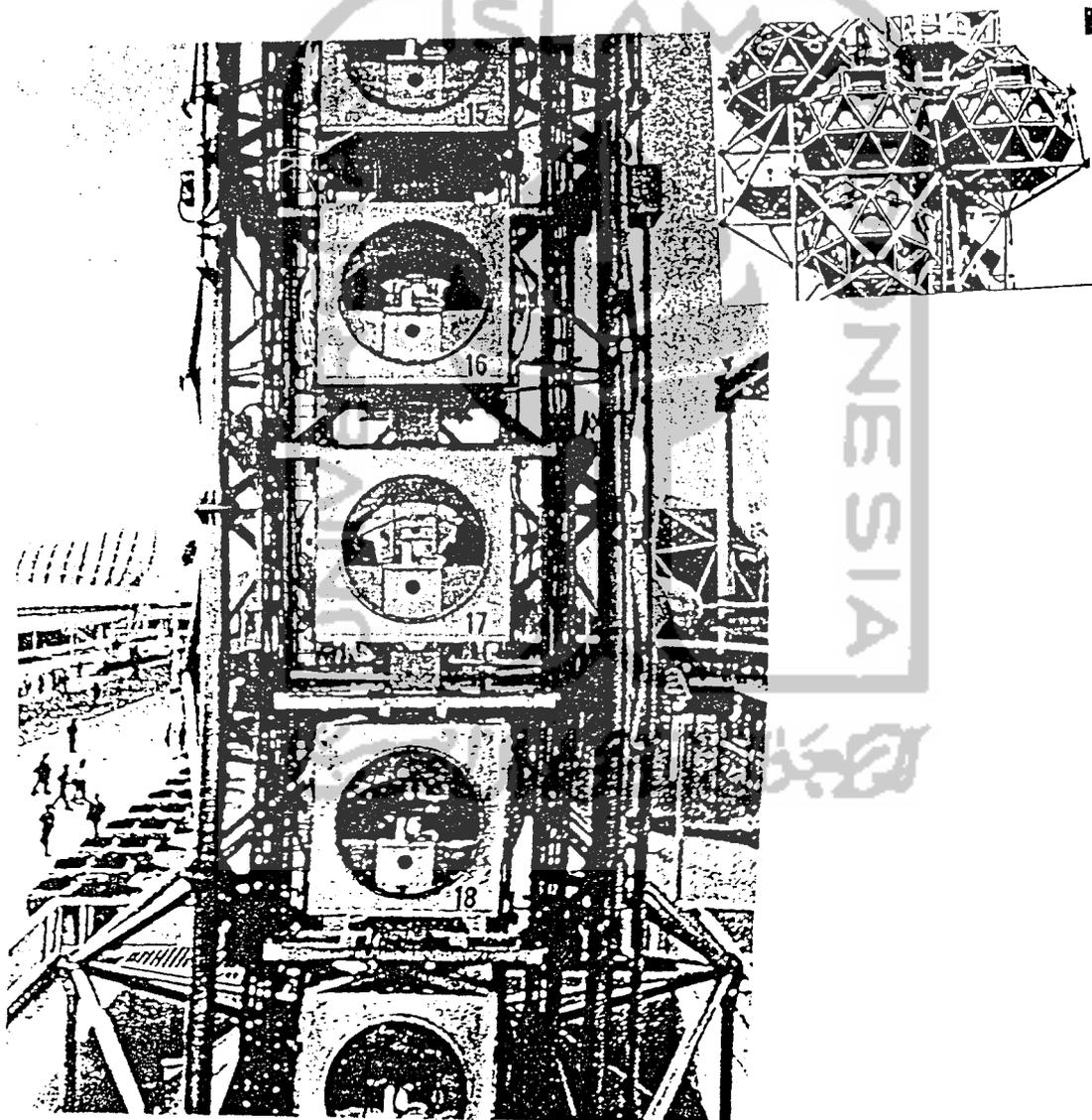


Gambar II.7 Contoh pola tatanan massa laboratorium berbentuk modular dengan irama linier.  
(sumber: Allan Philips, *The Best in Industrial Arsitektural*, Rotovisionsa, Switzzeland, 1990)

<sup>61</sup> Ibid.

### II.9.3 Menara Tugu Orientasi ‘Hidup di Bulan’

Banguna futuristis ini dibangun pada sebuah ekspo internasional di Osaka, diarsiteki oleh K. Kikukate asal Jepang. Bangunan ini berfungsi sebagai rumah tinggal dikawasan urban. Hal yang dapat ditelaah pada bangunan ini adalah bentuk modularnya yang vertikal. Sistem modular tersebut dapat diterapkan kedalam bangunan laboratorium yang merupakan perancangan alternatif untuk kawasan dengan lahan terbatas, yaitu modul ruang vertikal.<sup>62</sup>



Gambar II.8 Hunian urban di Jepang yang berpola modular vertikal.  
(sumber: Allan Philips, *The Best in Industrial Arsitektural*, Rotovisionsa, Switzeland, 1990)

<sup>62</sup> Ibid.

### **BAB III. ANALISA BANGUNAN PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI STRUKTUR BANGUNAN SERTA PENDEKATAN OPTIMASI RUANG LABORATORIUM**

#### **III.1 Analisa Penentuan Lokasi & Site**

##### **III.1.1 Pemilihan lokasi**

Pemilihan lokasi untuk bangunan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan merupakan aspek yang penting, karena berhubungan dengan kedekatan komunitas pendidikan dan instansi yang membutuhkan penelitian struktur bangunan serta mudah tidaknya bangunan tersebut di kunjungi.

Pemilihan lokasi bangunan P3TSB dapat ditinjau dari kriteria-kriteria beserta penjelasan nilai bobotnya, sebagai berikut :

- a. Memiliki aksesibilitas yang baik terhadap institusi pendidikan (0,3)
- b. Lahan mendukung pengembangan fasilitas penelitian (0,26)
- c. Mempunyai akses yang baik dan mudah dicapai (0,15)
- d. Lingkungan yang mendukung konsentrasi penelitian (0,12)
- e. Sarana dan prasarana yang memadai (0,08)
- f. Lokasi strategi (0,06)
- g. Aksesibilitas terhadap kegiatan penarik massa (0,04)

Latar belakang penentuan bobot nilai tersebut di atas adalah sbb:

- Aksesibilitas dengan institusi pendidikan merupakan keharusan, sebab bangunan ini mawadahi kebutuhan penelitian dari institusi pendidikan tersebut. (0,3)
- Jaminan lahan untuk perkembangan fasilitas Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan merupakan kepentingan jangka panjang yang harus dipersiapkan dan diperhitungkan, sebab semakin maju teknologi struktur bangunan dan semakin berkembangnya pembangunan, maka semakin meningkat pula kebutuhan akan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan. (0,26)
- Kepastian dan kemudahan akses menuju dan dari kawasan bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan akan memberi kontribusi positif pada kelancaran kegiatan. (0,15)

- Sarana dan prasarana merupakan fasilitas pendukung untuk kelancaran operasional kegiatan dalam bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan. (0,12)
- Lokasi strategis mendukung tingkat kepentingan suatu bangunan dan kemudahan pencapaian. (0,08)
- Aksesibilitas terhadap penarik massa akan sangat menguntungkan bagi informasi kepada masyarakat tentang keberadaan bangunan tersebut.(0,06)

Dari kriteria dan penjelasan bobot diatas, maka diajukan dua alternatif lokasi, yaitu :

- Kawasan RingRoad Utara Kel.Condong Catur
- Kawasan Jalan Magelang (bersimpangan dengan Ringroad utara)



Gambar III.1 Peta alternatif lokasi Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta

Berdasarkan kriteria diatas, maka dilakukan penilaian untuk dijadikan parameter dalam penentuan lokasi, yaitu dengan memberikan skor -1, 0, 1. Lokasi terpilih adalah alternatif yang mempunyai skor tertinggi (mendekati 1).

Tabel III.1 Pemilihan lokasi

Kriteria Aspek	Bobot (B)	Lokasi Ringroad		Lokasi Jl. Magelang	
		Nilai (N)	Jml (BxN)	Nilai (N)	Jml (BxN)
a. memiliki aksesibilitas yang baik	0,3	1	0,3	0	0
b. lahan mendukung pengembangan fasilitas penelitian	0,26	1	0,26	1	0,26
c. mempunyai akses yang baik dan mudah dicapai	0,15	1	0,15	1	0,15
d. lingkungan yang mendukung konsentrasi penelitian	0,12	1	0,12	0	0
e. sarana & prasarana yang memadai	0,08	0	0	1	0,08
f. lokasi strategis	0,06	0	0	1	0,06
g. aksesibilitas terhadap kegiatan penarik massa	0,04	-1	-0,04	1	0,04
<b>Jumlah</b>	<b>1</b>		<b>0,87</b>		<b>0,59</b>

Sumber: analisis penulis

Keterangan: -1= tidak memenuhi, 0= cukup, 1= sangat memenuhi.

Dengan parameter tersebut, maka kawasan Ringroad Utara Kel. Condong Catur menjadi lokasi terpilih untuk dijadikan lokasi perencanaan dan perancangan bangunan P3TSB di Yogyakarta.

### III.1.2 Pemilihan Site

Aspek-aspek yang dipilih sebagai alat pemilihan site, ditentukan berdasarkan karakteristik site yang mendukung aspek-aspek perencanaan dan perancangan bangunan P3TSB, yaitu:

- a. ketersediaan lahan (0,4)
- b. kemudahan akses (0,3)
- c. suasana kondusif bagi kegiatan penelitian (0,15)
- d. memiliki view yang baik (0,1)
- e. kontekstual bagi bangunan penelitian (0,05)

Latar belakang penentuan bobot nilai tersebut di atas adalah sbb:

- Lahan pada bangunan penelitian harus memperhitungkan perkembangan kebutuhan penelitian dan pengembangan dalam jangka panjang, bila suatu lahan tidak memenuhi aspek ini, maka bangunan penelitian belum bisa diwujudkan. (0,4)
- Kemudahan akses menuju dan dari site adalah untuk mendukung proses kegiatan penelitian dan pengembangan. (0,3)
- Site yang kondusif untuk penelitian akan mendukung kelancaran proses kegiatan. (0,15)
- View positif pada site merupakan elemen pendukung kenyamanan penelitian, untuk mengurangi kejenuhan. (0,1)

- Kawasan pada site harus mendukung kontekstual bangunan penelitian sebagai tuntutan arsitektural.(0,05)

Diajukan dua alternatif site, yaitu :

- Jalan Ringroad Utara pada bagian Barat sungai Gajahwong
- Jalan Ringroad Utara sebelah Timur gedung Kaledia Komputer



Gambar III.2 Peta alternatif site

Berdasarkan kriteria-kriteria pemilihan site diatas, maka dilakukan penilaian untuk dijadikan parameter dan penentuan site, yaitu dengan memberi skor -1, 0, 1. Site terpilih adalah yang mempunyai nilai tertinggi (mendekati 1).

Tabel III.2 pemilihan site

Kriteria Aspek	Bobot (b)	Site A		Site B	
		Nilai (n)	Jml (bxn)	Nilai (n)	Jml (bxn)
a. Ketersediaan lahan	0,4	1	0,4	1	0,4
b. Kemudahan akses	0,3	1	0,3	1	0,3
c. Suasana kondusif bagi kegiatan penelitian	0,15	1	0,15	0	0
d. Memiliki view yang baik	0,1	1	0,1	0	0
e. Kontekstual bagi bangunan penelitian	0,05	0	0	1	0,05
Jumlah	1		0,95		0,75

Sumber: analisa penulis

Keterangan: -1= tidak memenuhi, 0= cukup, 1= sangat memenuhi.

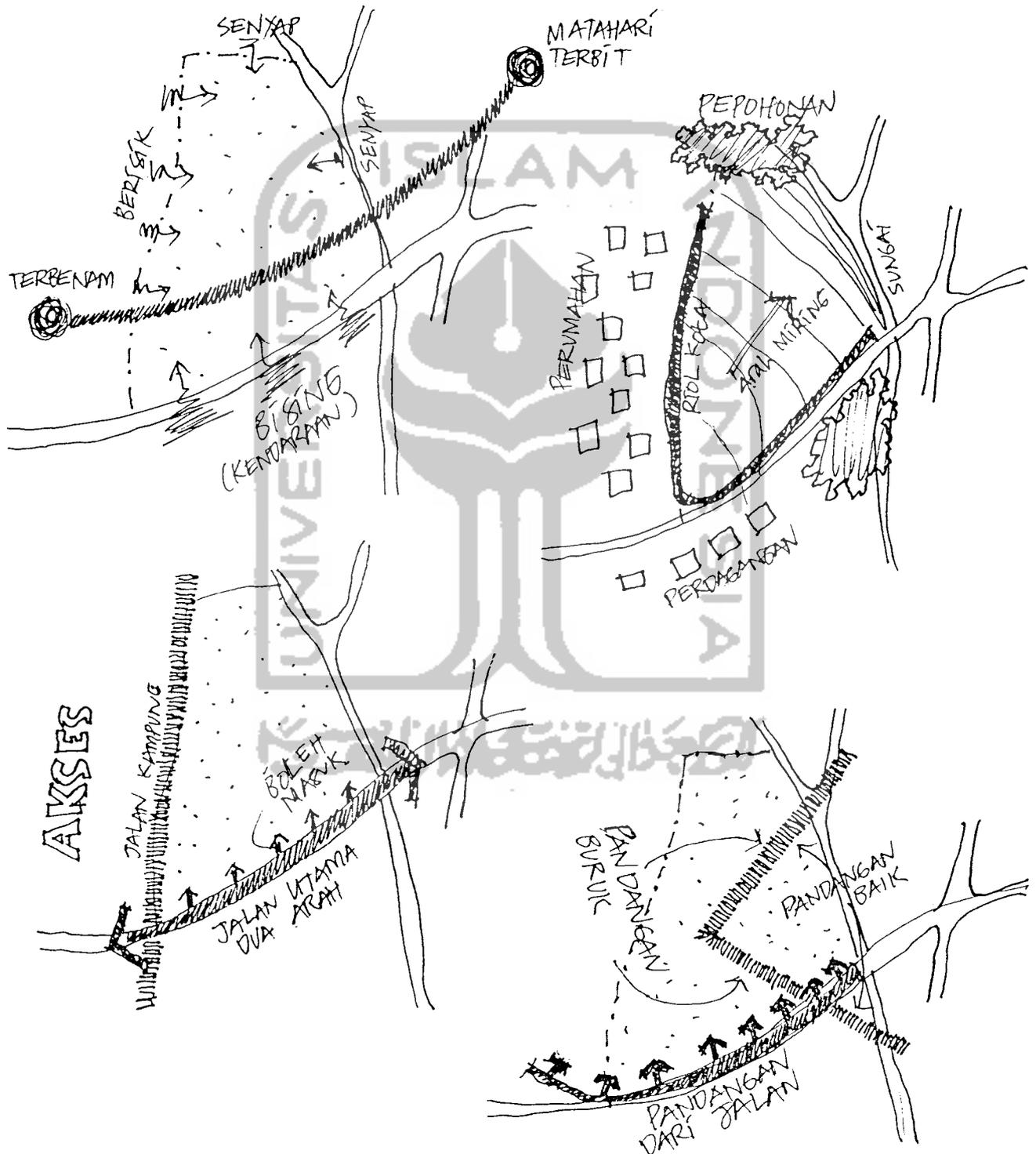
Site terpilih adalah alternatif 1 dengan luasan site 40000 m<sup>2</sup>, site terpilih dibatasi oleh:

- Di sebelah Utara, berbatasan dengan jalan kampung dan perumahan
- Di sebelah Barat, berbatasan dengan sungai Gajahwong
- Di sebelah Timur, berbatasan dengan hutan (pepohonan)
- Di sebelah Selatan, berbatasan dengan jalan Raya Ringroad.

### III.2 Analisa Site dan Massa Bangunan

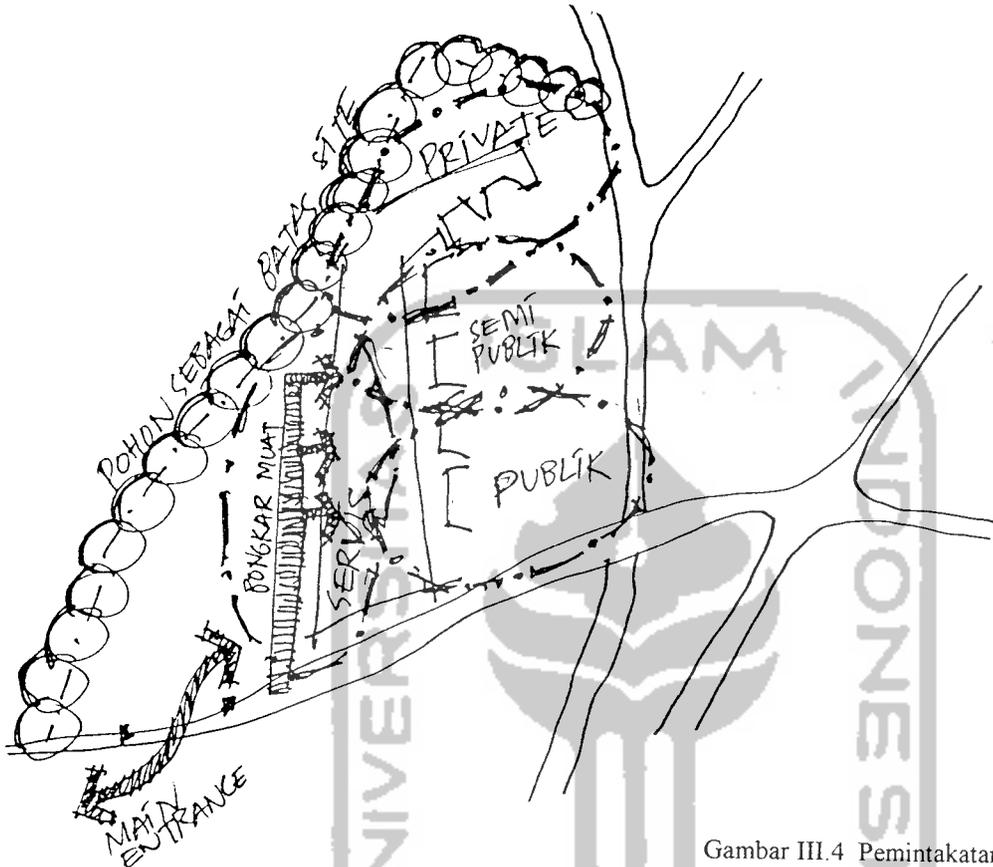
#### III.2.1 Pemintakatan Site

Site terpilih terletak di Jl. Ringroed Utara sebelah Barat Sungai Gajah Wong, dengan kondisi faktual sebagai berikut:



Gambar III.3 Analisis site terpilih

Dengan melihat kondisi faktual site, maka pemintakatan ditentukan atas dasar aksesibilitas, karakter kegiatan, kebisingan, view, arah matahari.



Gambar III.4 Pemintakatan Site

### III.2.2 Penentuan Pola Massa Bangunan

Penentuan pola tata massa bangunan dengan melihat obyek pembanding serta bentuk site, dengan bentuk dasar kotak dan lengkung.

- Bangunan Mellon Research Institute menggunakan bentuk-bentuk modular yang tersebar secara bergandengan dengan ritme linier.
- Bentuk site memungkinkan untuk pola tata massa tunggal dan memusat.

Atas dasar kedua alternatif tersebut, maka penentuan pola tata massa yang akan digunakan dinilai berdasarkan pertimbangan beberapa kriteria seperti pada tabel dibawah ini:

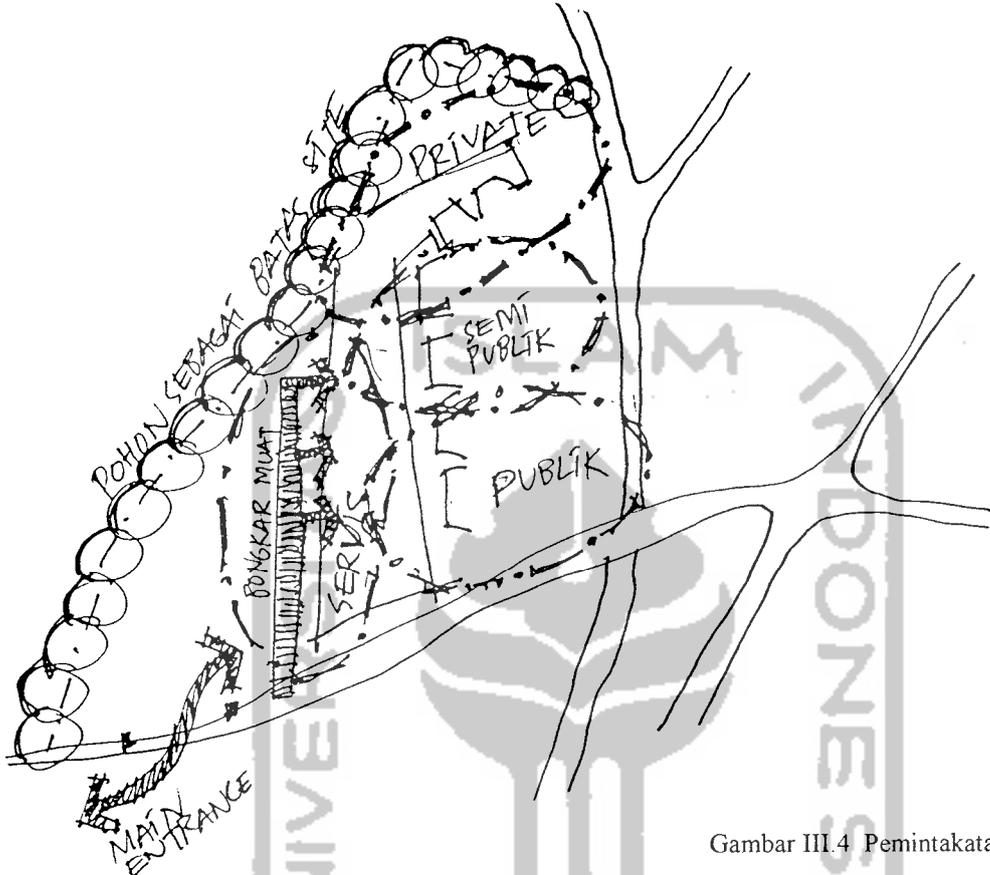
Tabel III.3 Penilaian pola tata massa bangunan

Kriteria	Bobot	Massa tersebar		Massa tunggal	
		Nilai	Jumlah	Nilai	Jumlah
- Dukungan terhadap proses penelitian	0,35	0	0	1	0,35
- Dukungan terhadap identitas di kawasan	0,3	1	0,3	1	0,3
- Tanggapan terhadap bentuk site dan view	0,15	-1	-0,15	1	0,15
- Dukungan terhadap citra bangunan penelitian	0,12	1	0,12	0	0
- Kejelasan orientasi	0,08	1	0,08	0	0
<b>Jumlah total</b>	<b>1</b>		<b>0,4</b>		<b>0,8</b>

Sumber: analisis penulis



Dengan melihat kondisi faktual site, maka pemintakatan ditentukan atas dasar aksesibilitas, karakter kegiatan, kebisingan, view, arah matahari.



Gambar III.4 Pemintakatan Site

### III.2.2 Penentuan Pola Massa Bangunan

Penentuan pola tata massa bangunan dengan melihat obyek pembanding serta bentuk site, dengan bentuk dasar kotak dan lengkung.

- Bangunan Mellon Research Institute menggunakan bentuk-bentuk modular yang tersebar secara bergandengan dengan ritme linier.
- Bentuk site memungkinkan untuk pola tata massa tunggal dan memusat.

Atas dasar kedua alternatif tersebut, maka penentuan pola tata massa yang akan digunakan dinilai berdasarkan pertimbangan beberapa kriteria seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel III.3 Penilaian pola tata massa bangunan

Kriteria	Bobot	Massa tersebar		Massa tunggal	
		Nilai	Jumlah	Nilai	Jumlah
- Dukungan terhadap proses penelitian	0,35	0	0	1	0,35
- Dukungan terhadap identitas di kawasan	0,3	1	0,3	1	0,3
- Tanggapan terhadap bentuk site dan view	0,15	-1	-0,15	1	0,15
- Dukungan terhadap citra bangunan penelitian	0,12	1	0,12	0	0
- Kejelasan orientasi	0,08	1	0,08	0	0
<b>Jumlah total</b>	<b>1</b>		<b>0,4</b>		<b>0,8</b>

Sumber: analisis penulis



Dengan melihat jumlah nilai tertinggi, maka pola tata massa bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan adalah bentuk Massa Tunggal.

### **III.3 Analisa dan Pendekatan Ruang Pengelola dan Ruang Laboratorium pada Bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan**

#### **III.3.1 Studi kebutuhan ruang**

Studi kebutuhan ruang disusun berdasarkan kelompok kegiatan seperti yang telah diuraikan pada II.3.4., yaitu:

##### **A. Kelompok kegiatan penelitian dan pengembangan**

- **Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik**
  - Ruang ka. Lab.
  - Ruang staf ahli
  - Ruang tamu
  - Ruang ganti & loker
  - Toilet
  - Gudang
  - Ruang struktur baja
  - Ruang struktur beton
  - Ruang struktur kayu
  - Ruang struktur balon
  - Ruang struktur membran
- **Laboratorium Struktur**
  - Ruang ka. Lab.
  - Ruang staf ahli
  - Ruang tamu
  - Ruang ganti & loker
  - Toilet
  - Gudang
  - Ruang struktur baja
  - Ruang struktur beton
  - Ruang struktur kayu
  - Ruang struktur balon
  - Ruang struktur membran
- **Laboratorium Mekanika Bahan**
  - Ruang ka. Lab.
  - Ruang staf ahli
  - Ruang tamu
  - Ruang ganti & loker
  - Toilet
  - Gudang
  - Ruang struktur baja
  - Ruang struktur beton
  - Ruang struktur kayu
  - Ruang struktur balon
  - Ruang struktur membran

- Laboratorium Aplikasi Struktur

- Ruang ka. Lab.
- Ruang staf ahli
- Ruang tamu
- Ruang ganti & loker
- Toilet
- Gudang
- Ruang struktur baja
- Ruang struktur beton
- Ruang struktur kayu
- Ruang struktur balon
- Ruang struktur membran

- B. Kelompok kegiatan penunjang penelitian

- Kegiatan perencanaan dan perancangan model struktur
  - Studio gambar
  - Ruang komputer grafis
  - Ruang komputer teknik
  - Ruang tamu
  - Ruang staff

- Kegiatan perakitan model struktur

- Bengkel perakitan model struktur
- Gudang
- Ruang staff
- Ruang tamu

- C. Kelompok kegiatan non-penelitian

- Kegiatan administrasi dan pengelolaan gedung

- Ruang direktur
- Ruang staff administrasi
- Ruang tamu
- Toilet
- Ruang rapat
- Ruang informasi
- Perpustakaan
- Gudang administrasi

- Kegiatan konvensi dan ekshibisi

- Ruang seminar
- Ruang audio visual
- Ruang pameran
- Ruang diskusi

- D. Kelompok kegiatan servis

- Kegiatan servis dan keamanan

- Ruang logistik
- Ruang keamanan
- Ruang cleaning service
- Ruang mekanikal & elektrikal
- Perparkiran

- Kegiatan ibadah dan konsumsi
  - Musholla
  - Dapur
  - Kantin
  - Toilet

### III.3.2 Analisa Hubungan Ruang

Hubungan ruang disusun berdasarkan pencapaian optimasi ruang laboratorium dan kedekatan fungsi ruang. Hubungan ruang pada Bangunan Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu hubungan ruang makro (hubungan antara ruang administrasi/pengelola gedung dengan ruang penelitian) dan hubungan ruang mikro (hubungan ruang-ruang laboratorium dan ruang penunjangnya), seperti terlihat pada lampiran hubungan ruang, hal. 90.

### III.4 Analisa dan Pendekatan Optimasi Ruang Laboratorium

#### III.4.1 Analisa Kebutuhan Fasilitas Penelitian dan Pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta.

Kebutuhan fasilitas penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan ditentukan atas dasar selisih antara daya tampung laboratorium yang ada dengan prediksi kebutuhan fasilitas penelitian (laboratorium). Angka daya tampung laboratorium penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan seperti ditunjukkan pada tabel. II.3 hal. 14, sedangkan angka prediktif kebutuhan penelitian ditentukan dengan perhitungan seperti berikut ini :

$$P_n = P_\Delta (1 + r)^n$$

- $P_n$  = Selisih tahun yang akan diprediksi (kebutuhan penelitian).
- $P_\Delta$  = Banyaknya penelitian pada tahun terakhir.
- $r$  = persentase pertumbuhan
- $n$  = jumlah tahun proyeksi

Untuk menghitung kebutuhan fasilitas penelitian pada 5 tahun mendatang (dari tahun 1995) dengan rumus diatas adalah sebagai berikut :

- a. Dari jumlah luas bangunan ( $m^2$ ) yang diselesaikan/tahun :

1995 = 144.905  $m^2$ , 1996 = 202.867  $m^2$ , 1997 = 263.727  $m^2$ , 1998 = 342.845  $m^2$ , dan tahun 1999 = 350.970  $m^2$ . Diasumsikan dalam tiap proyek, 35 % nya merupakan pekerjaan konstruksi

Maka pekerjaan konstruksi /tahunnya, adalah sbb:

Tahun 1995 = 50.716 m<sup>2</sup>, tahun 1996 = 71.003 m<sup>2</sup>, tahun 1997 = 92.304 m<sup>2</sup>, tahun 1998 = 119.995 m<sup>2</sup>, dan tahun 1999 = 122.839 m<sup>2</sup>, diperoleh tingkat pertumbuhan pekerjaan konstruksi: 20%

maka perkiraan jumlah pekerjaan konstruksi untuk tahun 2004 :

$$P_{2004} = 122.839 (1 + 0,2)^5$$

$$= 305.662 \text{ m}^2 \text{ pekerjaan konstruksi /tahun (kebutuhan).}$$

Diasumsikan tiap 10 m<sup>3</sup> pekerjaan konstruksi membutuhkan 1 (satu) benda uji, maka 305.662 : 10 = 30.566 benda uji.

- b. Pertumbuhan fasilitas penelitian di Yogyakarta (seperti pada tabel daya tampung laboratorium), adalah :

$$L_n = L_{\Delta} (1 + r)^n$$

$L_n$  = Daya tampung laboratorium pada tahun yang diprediksi.  
 $L_{\Delta}$  = Daya tampung laboratorium pada tahun terakhir (1999).  
 $r$  = persentase pertumbuhan  
 $n$  = jumlah tahun proyeksi

$$L_{2004} = 480 (1 + 0,35)^5$$

$$= 2152 \text{ benda uji (daya tampung)}$$

- c. Kesimpulan dari dua perhitungan diatas adalah :
- Daya tampung laboratorium penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan pada tahun 2004 = 2152 benda uji.
  - Kebutuhan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan pada tahun 2004 = 30.566 benda uji
  - Selisih antara kebutuhan dan daya tampung tersebut merupakan nominal yang harus diwadahi oleh gedung pusat penelitian dan pengembangan di Yogyakarta,  
 yaitu : 30.566 – 2.152 = **28.414 benda uji** (kapasitas yang direncanakan pada bangunan Pusat Penelitian dan pengembangan Teknologi Struktur Bangunan di Yogyakarta)

d. Dengan melihat prosentase suatu jenis struktur yang dipakai sebagai pilihan pekerjaan konstruksi yang dilaksanakan di lapangan (Yogyakarta) lihat tabel II.2 hal. 13, maka prosentase benda uji menurut jenis strukturnya adalah:

- struktur beton,  $60\% \times 5683 = 3410$  benda uji
- struktur baja,  $25\% \times 5683 = 1421$  benda uji
- struktur kayu,  $10\% \times 5683 = 568$  benda uji
- struktur kabel,  $5\% \times 5683 = 284$  benda uji
- struktur membran,  $0\% \times 5683 = 0$  benda uji (temporer)
- struktur balon,  $0\% \times 5683 = 0$  benda uji (temporer).

Khusus pada struktur membran dan balon, penelitian yang dilakukan bersifat penelitian murni, yang dilakukan untuk pengembangan wahana struktur tersebut.

#### III.4.2 Perhitungan frekuensi kegiatan

Untuk menghitung frekuensi, maka perlu diketahui waktu efektif pelaksanaan kegiatan pada masing-masing ruang laboratorium. Dengan demikian waktu efektif dihitung berdasarkan jam kerja yang ditetapkan, yaitu sebagai berikut :

- Senin – Kamis :  $08.00 - 12.00 = 4$  jam  
 $13.00 - 15.00 = \underline{2}$  jam  
**6 jam**

Waktu efektif senin – Kamis =  $64 \times 4 = 24$  jam

- Jumat :  $08.00 - 11.00 = 3$  jam
- Sabtu :  $08.00 - 12.00 = 4$  jam

Maka waktu efektif pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengembangan dalam 1 minggu adalah  $24 + 3 + 4 = 31$  jam = 1860 menit

Hirarki waktu efektif pelaksanaan kegiatan:

/ Minggu = 31 jam = 1860 menit, /Bulan = 4 minggu, /Tahun = 48 minggu.

Berikut ini contoh perhitungan untuk struktur beton pada masing-masing ruang laboratorium:

a. Lab. BKT

Struktur Beton ( 3410 benda uji /tahun )

10 menit = 1 benda uji

/ periode = 20 menit ( 60 menit pengujian, 30 menit istirahat )

90 menit = 6 benda uji  $\rightarrow 90 : 6 = 15$  menit /benda uji

/ Hari = 360 menit : 15 = 24 benda uji

/ Minggu = 1860 menit : 15 = 124 benda uji

3410 : 124 = 28 Minggu

Kemampuan mesin uji menyelesaikan 1 buah benda uji adalah 10 menit, dalam satu hari mampu menyelesaikan 24 benda uji dalam waktu 360 menit.

b. Lab Mekanika Bahan

Struktur Beton (3410 benda uji /tahun)

30 menit = 1 benda uji

/ periode = 150 menit (120 menit pengujian, 30 menit istirahat)

150 menit = 4 benda uji  $\rightarrow 150 : 4 = 38$  menit /benda uji

/ Hari = 360 menit : 38 = 10 benda uji

/ Minggu = 1860 menit : 38 = 49 benda uji

3410 : 49 = 70 Minggu ( dengan 1 alat uji )

Check dengan 2 alat uji  $\rightarrow 49$  benda uji x 2 = 98 benda uji

3410 : 98 = 35 Minggu (Ok !)

## c. Lab. Struktur

Struktur Beton (  $3410 : 10 = 341$  benda uji /tahun )

50 menit = 1 benda uji

/ periode = 130 menit (100 menit pengujian, 30 menit istirahat)

130 menit = 2 benda uji  $\rightarrow 130 : 2 = 65$  menit /benda uji

/ Minggu =  $1860 \text{ menit} : 65 = 29$  benda uji

$3410 : 29 = 12$  Minggu

## d. Lab. Aplikasi Struktur

Struktur Beton ( $3410 : 10 = 341$  benda uji /tahun)

120 menit = 1 benda uji

/ periode = 150 menit (120 menit pengujian, 30 menit istirahat)

150 menit = 1 benda uji

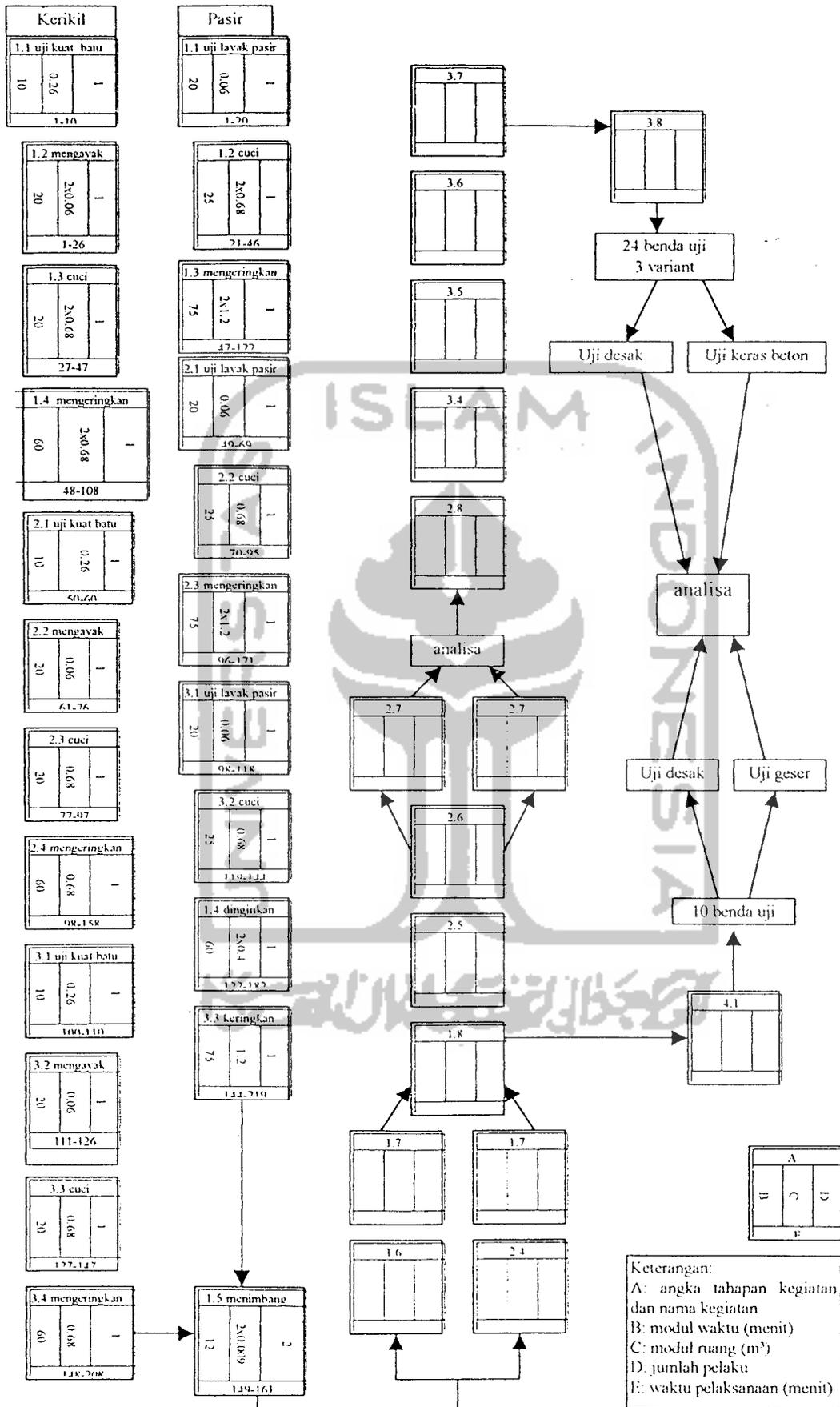
/ Minggu =  $1860 \text{ menit} : 150 = 12$  benda uji

$3410 : 12 = 28$  Minggu

### III.4.3 Analisa Mekanisme Kegiatan Penelitian dan Pengembangan

Mekanisme kegiatan disusun berdasarkan tabel volume kegiatan (lampiran hal. 75-79) dan hasil perhitungan kemampuan mesin uji menyelesaikan pekerjaannya dalam satu hari (per hari).

Berikut ini salah satu mekanisme kegiatan, yaitu pada penggabungan ruang Laboratorium BKT dengan Laboratorium Mekanika Bahan untuk jenis struktur beton.



### III.4.4 Penjadwalan Kegiatan Penelitian dan Pengembangan

Jadwal kegiatan ditentukan berdasarkan kebutuhan /tahun benda uji dan kemampuan peralatan uji menyelesaikan pekerjaan uji /hari, yang juga dengan melihat mekanisme kegiatan seperti uraian di atas.

#### A. Laboratorium BKT

Tabel III.4 Frekuensi dan Jadwal kegiatan dalam 1 tahun

Kegiatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan modul vol. pekerjaan
Penelitian Struktur Beton													3410 (72/mgg)	2
Penelitian Struktur Baja													1421 (127/mgg)	1
Penelitian Struktur Kabel													184 (93/mgg)	1
Penelitian Struktur Kayu													568 (40/mgg)	1
Penelitian Struktur Membran													62/mgg (max)	1
Penelitian Struktur Balon													62/mgg (max)	1

#### B. Laboratorium Mekanika Bahan

Tabel III.5 Frekuensi dan Jadwal kegiatan dalam 1 tahun

Kegiatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan modul vol. pekerjaan
Penelitian Struktur Beton													3410 (89/mgg)	2
Penelitian Struktur Baja													1421 (3/mgg)	1
Penelitian Struktur Kabel													284 (93/mgg)	1
Penelitian Struktur Kayu													568 (124/mgg)	1
Penelitian Struktur Membran													31/mgg (max)	1
Penelitian Struktur Balon													31/mgg (max)	1

#### C. Laboratorium Struktur

Tabel III.6 Frekuensi dan Jadwal kegiatan dalam 1 tahun

Kegiatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan modul vol. pekerjaan
Penelitian Struktur Beton													341 (11/mgg)	2
Penelitian Struktur Baja													142 (3/mgg)	1
Penelitian Struktur Kabel													28 (3/mgg)	1
Penelitian Struktur Kayu													57 (3/mgg)	1
Penelitian Struktur Membran													4/mgg (max)	1
Penelitian Struktur Balon													16/mgg (max)	1

#### D. Laboratorim Aplikasi Struktur

Tabel III.7 Frekuensi dan Jadwal kegiatan dalam 1 tahun

Kegiatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan modul vol. pekerjaan
Penelitian Struktur Beton													341 (7/mgg)	2
Penelitian Struktur Baja													142 (5/mgg)	2
Penelitian Struktur Kabel													28 (2/mgg)	1
Penelitian Struktur Kayu													57 (3/mgg)	1
Penelitian Struktur Membran													3/mgg (max)	1
Penelitian Struktur Balon													8/mgg (max)	1

Sumber: analisis penulis

### III.4.5 Perhitungan Modul Ruang Laboratorim

Modul ruang laboratorium dihitung berdasarkan modul volume pekerjaan (terlampir hal. 75-79) dan kebutuhan jumlah peralatan untuk menyelesaikan target penelitian dalam setahun (lihat perhitungan frekuensi kegiatan III.4.2, hal. 50).

#### a. Lab BKT

##### Struktur Beton

Tabel III.8 Perhitungan modul ruang laboratorium

Kegiatan (menyelesaikan 10 benda uji)	Modul waktu (menit)	Modul ruang (m <sup>3</sup> )
• Uji kekuatan batuan	10	0,26
• Uji kelayakan pasir	20	0,06
• Pengayakan kerikil	15	0,44
• Pencucian pasir	25	1,4
• Pencucian kerikil	20	1,4
• Pengeringan pasir	75	1,02
• Pengeringan kerikil	60	1,4
• Pendinginan pasir	60	0,8
• Menimbang	12	0,018
• Pengadukan spesi	10	0,76
• Uji kekentalan spesi	3	-
• Test slump	3	0,003
• Cetak	60	0,003
<b>Jumlah</b>	<b>373</b>	<b>7,4</b>
• Perawatan beton	1440	2
• Uji desak	10	0,163
• Uji kekerasan beton	10	0,012
<b>Total</b>	<b>1833</b>	<b>9,6</b>

#### b. Lab. Mekanika Bahan

##### Struktur Beton

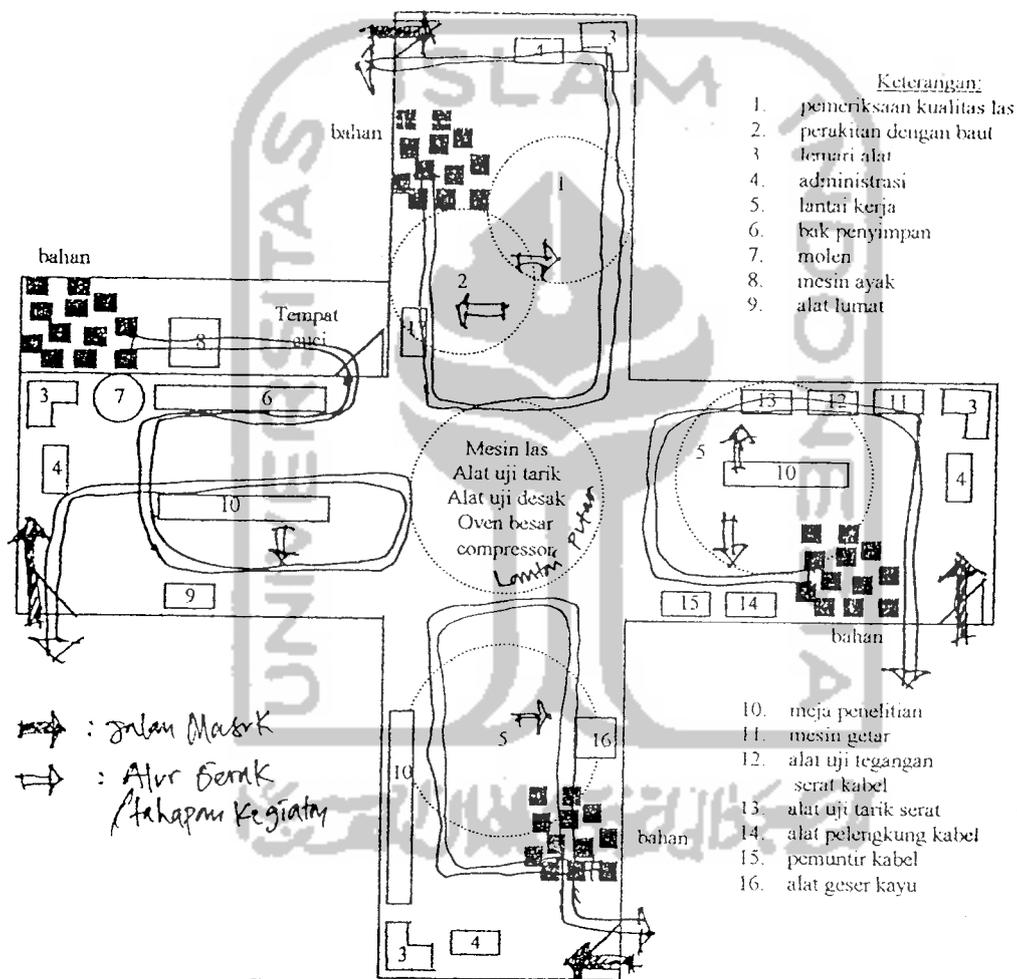
III.9 Perhitungan modul ruang laboratorium

Kegiatan	Modul waktu (Menit)	Modul Ruang (m <sup>3</sup> )
• Mencetak	60	0,06
<b>Jumlah</b>	<b>60</b>	<b>0,06</b>
• Perawatan beton	1440	2
• Uji tekan	10	3,203
• Uji geser	10	3,203
<b>Total</b>	<b>1520</b>	<b>8,466</b>

Angka dalam kolom 'jumlah' merupakan angka modul ruang dan waktu yang dihitung berdasarkan satu kali menyelesaikan satu buah benda uji. Sedangkan pada kolom total adalah angka kebutuhan menyelesaikan satu buah benda uji hingga menghasilkan suatu kesimpulan (sampai tahap pengujian).

### III.4.6 Penataan peralatan dan sirkulasi pelaku penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan

Penataan peralatan disusun berdasarkan mekanisme pekerjaan/kegiatan penelitian yang telah ditetapkan (III.4.5, hal. 52), begitu pula dengan sirkulasi pelaku kegiatan. Berikut ini pola penataan perabot/peralatan dan sirkulasi pelaku pada laboratorium teknologi struktur bangunan secara skematik.



Gambar III.5 Skema penataan peralatan dan sirkulasi pelaku

## III.5 Analisa dan Pendekatan Persyaratan Ruang Laboratorium

### III.5.1 Analisis sistem Pencahayaan

Berdasarkan karakteristik lampu dan besaran modul ruang laboratorium, ditentukan jumlah titik lampu adalah 27 buah per modul ruang laboratorium (lihat perhitungan lampu pada lampiran hal. 104).

Berdasarkan bentuk modul ruang yang persegi panjang, maka sistem pencahayaan direncanakan mengikuti bentuk ruang, sehingga seluruh sisi ruang mendapat penerangan yang cukup.

Untuk itu ada beberapa alternatif penataan/perletakan lampu pada sistem pencahayaan langsung/tak langsung, yaitu: linier berjajar, linier bersilangan, posisi pada plafon, dinding dan lantai.

Analisis sistem pencahayaan pada ruang laboratorium dilakukan berdasarkan kriteria-kriteria berikut ini:

- Daya jelajah cahaya luas (0,45)
- Mendukung fleksibilitas penggunaan lampu (0,3)
- Mempunyai nilai estetis (0,25).

Latar belakang penentuan bobot kriteria adalah:

1. Daya jelajah cahaya yang luas adalah kepastian cahaya untuk mencapai jarak maksimumnya, dengan penataan yang baik, cahaya/sinar lampu maksimum tidak bersilangan, sehingga efektif.
2. Fleksibilitas mendukung optimasi pencahayaan dan penghawaan ruang.
3. Nilai estetis akan memberi nilai tambah pada suasana interior, sehingga diharapkan menjadi elemen yang dapat mengurangi kejenuhan.

Berdasarkan kriteria-kriteria diatas, maka dilakukan penilaian untuk dijadikan parameter dan penentuan penataan dan perletakan lampu, yaitu dengan memberi skor -1,0,1. Penataan dan perletakan lampu terpilih adalah yang mempunyai nilai tertinggi (mendekati 1).

Tabel III.10 Penentuan penataan dan perletakan lampu

Kriteria	Bobot	Linier berjajar		Linier bersilangan		Plafon		Dinding		Lantai	
		Nilai	jml	Nilai	jml	Nilai	jml	Nilai	jml	Nilai	jml
1. Daya jelajah cahaya luas.	0,45	1	0,45	0	0	1	0,45	0	0	-1	-0,45
2. Mendukung fleksibilitas penggunaan lampu.	0,3	0	0	1	0,3	1	0,3	0	0	-1	-0,3
3. Mempunyai nilai estetis.	0,25	0	0	1	0,25	1	0,25	1	0,25	0	0
Jumlah	1	0,45		0,55		1		0,25		-0,75	

Sumber: analisis penulis.

Maka penataan lampu pada ruang-ruang laboratorium adalah linier bersilangan yang berposisi pada plafon.

### III.5.2 Analisa Sistem Pengkondisian udara

Seperti telah diuraikan pada bab sebelumnya, bahwa pengkondisian udara difokuskan pada sistem buatan.

Sistem pengkondisian udara buatan terdiri dari dua macam sistem, yaitu sistem langsung dan tak langsung. Kedua sistem tersebut dianalisa, sehingga memenuhi kriteria-kriteria berikut ini:

- Jangkauan luas (0,35)
- Pemanfaatan ruang minimum (0,3)
- Kemudahan dalam perawatan dan pemeliharaan alat (0,25)
- Ekonomis (0,1)

Latar belakang penentuan bobot adalah:

1. Jangkauan yang luas akan memberikan tingkat kenyamanan yang tinggi, semakin luas ruang yang terlingkupi, semakin terjamin kenyamanan pada tiap-tiap sisi ruang.
2. Pemanfaatan ruang peralatan yang kecil, mendukung optimasi ruang dan kemudahan penataan peralatan AC terhadap peralatan lainnya.
3. Kemudahan perawatan dan pemeliharaan alat, mendukung optimasi kegiatan dalam laboratorium.
4. Ekonomis, biaya perawatan/pemeliharaan relatif murah.

Berdasarkan kriteria-kriteria diatas, maka dilakukan penilaian untuk dijadikan parameter dan penentuan sistem pengkondisian udara, yaitu dengan memberi skor  $-1,0,1$ . Sistem pengkondisian udara terpilih adalah yang mempunyai nilai tertinggi (mendekati 1).

Tabel III.11 Penentuan sistem pengkondisian udara.

Kriteria	Bobot	Sistem langsung		Sistem tak langsung	
		Nilai	Jumlah	Nilai	Jumlah
1. Jangkauan luas.	0,35	1	0,35	1	0,35
2. Pemanfaatan ruang minimum.	0,3	0	0	0	0
3. Kemudahan dalam perawatan dan pemeliharaan alat.	0,25	-1	-0,25	1	0,25
4. Ekonomis.	0,1	0	0	1	0,1
Jumlah	1		0,1		0,7

Sumber: analisis penulis.

Maka, pengkondisian udara pada laboratorium adalah dengan menggunakan sistem tidak langsung, dengan kapasitas AC sebesar 9 (sembilan) ton refrigerant, seperti pada lampiran perhitungan beban pengkondisian udara (hal. 104)

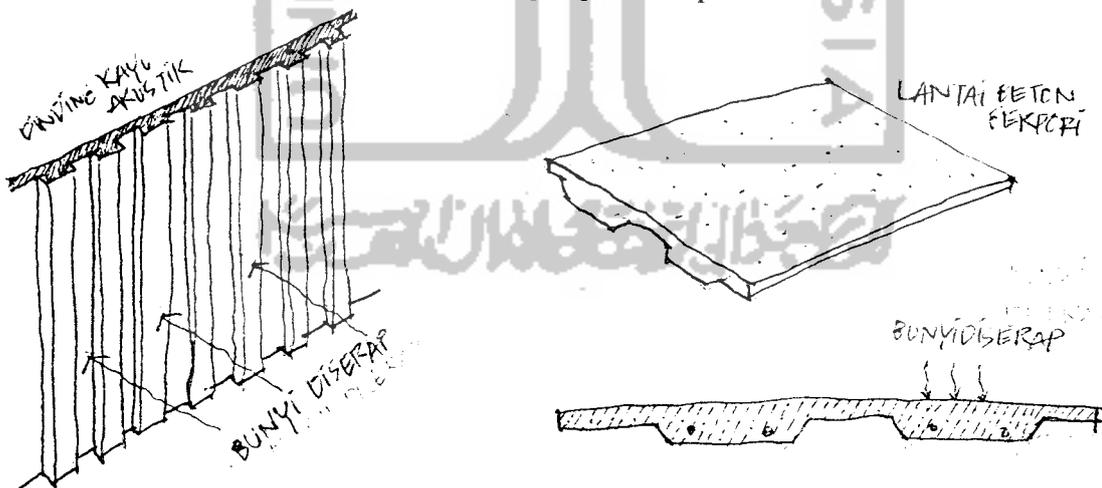
### III.5.3 Kebisingan

Dari uraian mengenai faktor-faktor kebisingan dalam ruang, maka diketahui angka kenyamanan adalah dibawah 69 desibel (db).

Seperti pada data koefisien penyerapan bunyi bahan-bahan bangunan (lihat lampiran hal. 109), maka perabotan dan elemen interior direncanakan mendukung kenyamanan bising dalam ruang. Pemilihan bahan perabotan dan elemen interior disesuaikan seperti pada perhitungan perencanaan tingkat kebisingan dalam ruang, yaitu:

- Dinding : dinding kayu akustik tidak dicat.
- Lantai : beton berpori.
- Perabot : meja kayu, kursi empuk, dll.

Dan elemen lainnya, sehingga dapat meredam kebisingan hingga mencapai angka aman (67 db), lihat perhitungan kebisingan pada lampiran hal. 106.

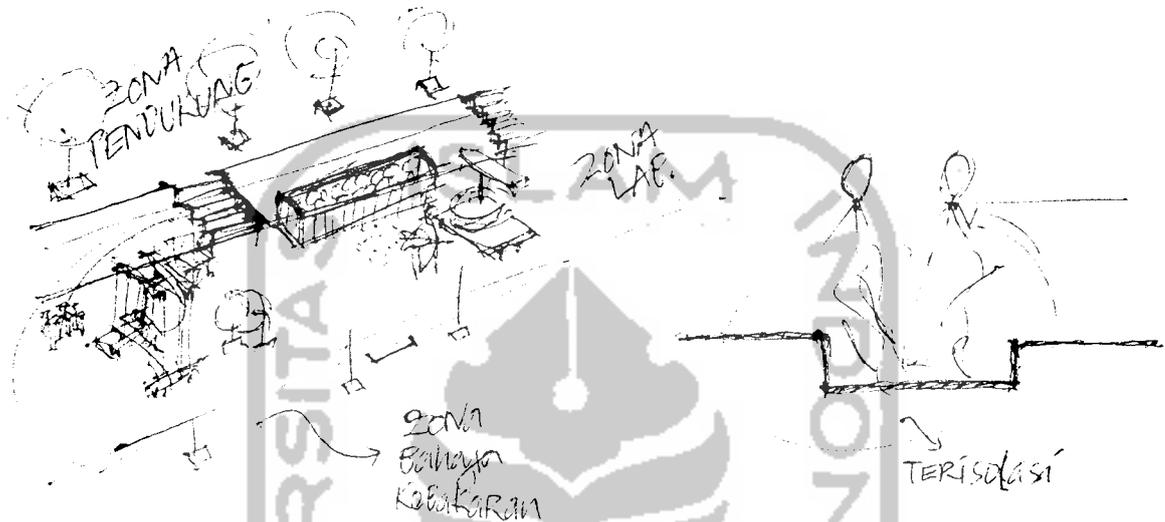


Gambar III.6 Sketsa bahan dinding dan lantai akustik

### III.5.4 Pencegahan dan Penanggulangan Bahaya Kebakaran

Bahan pemadam kebakaran seperti yang telah ditentukan pada bab sebelumnya adalah CO<sub>2</sub>. Pemanfaatan CO<sub>2</sub> adalah dengan menggunakan tabung-tabung bertekanan yang diletakkan secara kolektif pada plafon.

Seperti pada data sistem pemadaman kebakaran (lampiran hal. 115), maka untuk ruang laboratorium, pemadaman direncanakan dengan sistem isolasi. Dengan demikian untuk mendukung sistem tersebut penataan peralatan dilakukan dengan sistem *zoning*, yaitu zona bahaya kebakaran dan zona yang tidak berbahaya.

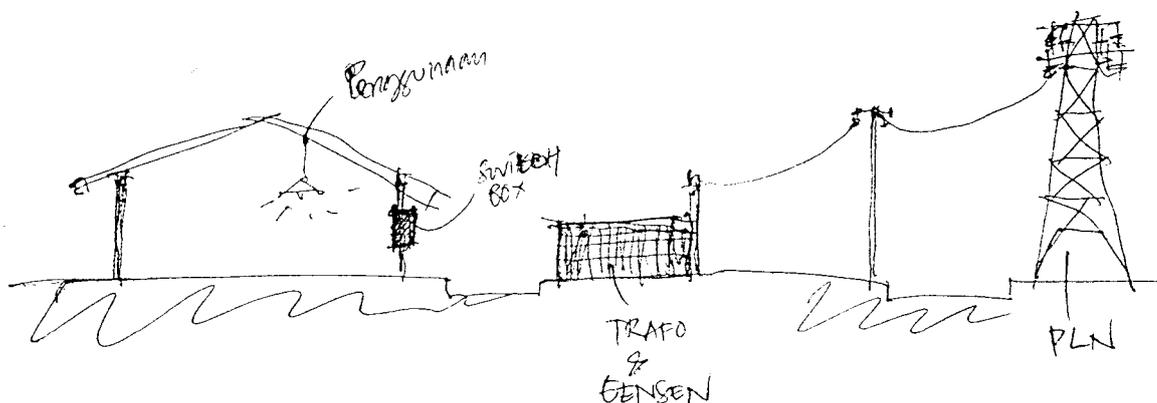


Gambar III.7 Sketsa penzoningan tingkat bahaya kebakaran

Pada zona bahaya kebakaran, ketinggian lantai diperendah sehingga dapat memperlambat penyebaran api, sedangkan kebutuhan CO<sub>2</sub> per modul ruang laboratorium adalah 192 Kg (lihat lampiran hal. 105).

### III.5.5 Sistem Elektrikal

Energi listrik yang digunakan pada bangunan berasal dari instalasi kota (PLN) dan pengadaan generator set yang digunakan sewaktu energi utama mengalami kerusakan/pemadaman.



Gambar III.8 Skema pemanfaatan listrik PLN dan Genset

Jaringan PLN dari feeder pertama bertegangan tinggi disalurkan ke transformator sebagai konduktor pelayanan kedua untuk menurunkan tegangan sesuai kebutuhan.

Kemudian disalurkan ke *main switch* board sebagai panel penunjuk meter dan sirkuit pemutus (sekering) jika terjadi hubungan pendek. Dari sini disalurkan ke panel distribusi dan jaringan sirkuit cabang. Panel distribusi dan jaringan sirkuit cabang bisa lebih dari satu sesuai dengan penzoningannya.

### III.5.6 Penyediaan Air Bersih

Pengadaan air bersih berasal dari sumur dangkal dan instalasi kota (PDAM). Ada dua alternatif pemilihan sistem distribusi air bersih pada bangunan, yaitu:

Tabel III.12 Pemilihan sistem distribusi air.

Sistem Water Supply	Keuntungan	Kerugian
<p>Distribusi air bersih kebawah (downfeed riser system)</p> <p>Apabila tekanan air tidak memenuhi syarat, maka air PAM yang ditampung pada reservoir bawah dipompa naik untuk ditampung di reservoir atas. Dari sini didistribusikan melalui gaya gravitasi.</p>	<p>Sistem ini menjamin kelangsungan aliran air bersih walaupun listrik padam.</p> <p>Umumnya kekuatan air disetiap lantai relatif sama (tidak bergantung pada ketinggian bangunan).</p>	<p>Membutuhkan ruang untuk tanki di atas bangunan, sehingga menambah beban yang dipikul oleh bangunan.</p>
<p>Distribusi air keatas (up feed riser system)</p> <p>Apabila tekanan air memenuhi syarat, maka air PAM yang ditampung di reservoir bawah dapat langsung didistribusikan ke tiap-tiap lantai dengan bantuan pompa.</p>	<p>Beban akibat tangki terhadap bangunan tidak besar.</p>	<p>Aliran air bersih tergantung pada listrik.</p> <p>Dibutuhkan beberapa pompa tekan otomatis bertekanan tinggi.</p> <p>Umumnya pada daerah teratas tekanan air relatif kecil.</p>

Sumber: analisis penulis dan resume buku Utilitas Bangunan (Ir. Poerbo)

Tabel diatas memperlihatkan bahwa sistem *downfeed* sangat cocok untuk bangunan penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan. Yang membutuhkan banyak air bersih, sehingga dapat menghemat pompa dan listrik serta kelancaran distribusi air.

Pada laboratorium aplikasi struktur khususnya pada kolam uji air yang membutuhkan air dalam jumlah besar, maka distribusi air dipisahkan dari distribusi pada bangunan utama. Sedangkan pada tangki penyimpan berfungsi sebagai bak penampung untuk pemanfaatan air kembali.

### III.5.7 Pembuangan Limbah

#### A. Limbah manusia

Pembuangan air kotor dan kotoran yang dimulai dari lavatori yang sebelum di buang ke penampungan (buangan) akhir, terlebih dahulu ditampung pada *septic tank* untuk kotoran padat dan sumur peresapan untuk air kotor serta air hujan.

#### B. Limbah laboratorium

Pengolahan limbah laboratorium teknologi struktur bangunan dilakukan dengan tiga cara, yaitu: pemusnahan, penggunaan kembali, dan pemindahan/pembuangan.

- Limbah-limbah yang dimusnahkan, seperti: kertas, kain, karet dan lain sebagainya yang kapasitasnya tidak memenuhi untuk digunakan kembali atau dipindahkan/dibuang.
- Penggunaan kembali, seperti: pecahan batu/bata, potongan besi, serpihan/potongan kayu, pecahan beton, dan lain sebagainya. Bahan-bahan tersebut dimanfaatkan kembali sebagai bahan agregat dalam percobaan/pengujian struktur beton atau sebagai bahan pengikat pada perakitan lembaran partisi.
- Dipindahkan atau dibuang adalah semua limbah padat yang tidak dapat digunakan kembali dan tidak dapat dimusnahkan.

Limbah-limbah laboratorium dibuang pada tempat penampungan sementara yang dikategorikan dalam tiga bagian, yaitu: limbah yang dimusnahkan, yang digunakan kembali, dan yang dibuang. Limbah kategori terakhir diangkut untuk dijual sebagai bahan urugan.

### III.6 Analisa dan Pendekatan Citra Bangunan Penelitian

Citra bangunan penelitian ditransformasikan melalui bentuk bangunan dan fasad yang mampu memberikan kesan bagi pengamat tentang fungsinya sebagai bangunan penelitian/ilmiah.

### III.6.1 Bentuk bangunan

Analisa bentuk bangunan dilakukan berdasarkan pada kriteria berikut ini :

- Kemudahan penerapan ruang modular (0,4)
- Sistem struktur berbentang lebar (0,25)
- Citra bangunan penelitian/ilmiah (0,2)
- Aplikasi terhadap simbol progresif (visi ilmiah) (0,15)

Latar belakang penilaian (bobot):

1. Ruang modular merupakan perencanaan besaran ruang Laboratorium dengan pendekatan optimasi. Bentuk bangunan diusahakan mampu membentuk grid dengan modul yang telah ditentukan. (0,4)
2. Bentuk bangunan sesuai dengan kaidah sistem struktur bebentang lebar, sebagai syarat kemudahan gerak pelaku laboratorium. (0,25)
3. Bentuk bangunan mampu menginformasikan kepada pengamat tentang fungsinya sebagai bangunan penelitian/ilmiah (0,2)
4. Kemudahan pemakaian simbol-simbol yang menggambarkan pergerakan/kreatifitas/kemajuan adalah terhadap bentuk bangunan akan memberi persepsi positif bagi pengamat.

Berdasarkan kriteria-kriteria diatas, maka dilakukan penilaian untuk dijadikan parameter dan penentuan bentuk bangunan yaitu dengan memberi skor -1, 0, 1, bentuk bangunan terpilih adalah yang mempunyai nilai tertinggi (mendekati 1).

Tabel III.13 Penentuan bentuk bangunan.

Kriteria	Bobot	Persegi panjang / bujur sangkar		Segi tiga		Lingkaran	
		Nilai	Jml	Nilai	Jml	Nilai	Jml
1. Kemudahan penerapan ruang modular.	0,35	1	0,35	-1	-0,35	-1	-0,35
2. Sistem Struktur berbentuk lebar	0,25	1	0,25	0	0	1	0,25
3. Citra bagan penelitian/ilmiah	0,25	0	0	1	0,25	0	0
4. Aplikasi terhadap symbol-simbol progresif (Visi ilmiah)	0,15	0	0	1	0,15	0	0
Jumlah	1		0,6		0,5		-0,1

Sumber : analisa penulis

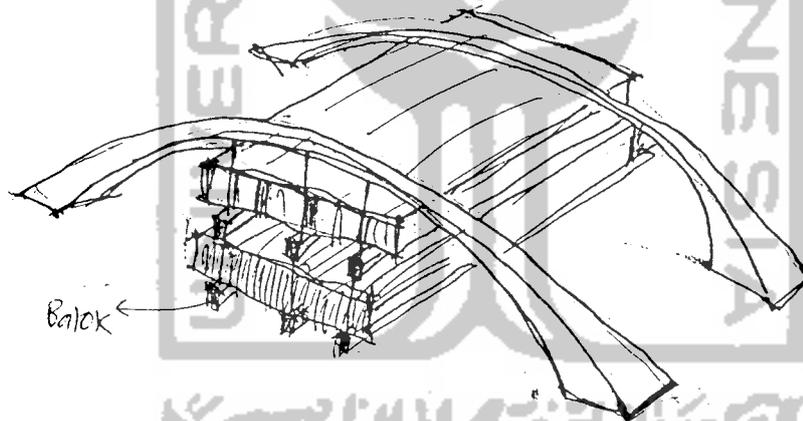
Keterangan : -1= Tidak memenuhi, 0= Cukup, 1= Sangat memenuhi

Maka bentuk dasar bangunan pusat penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan adalah persegi panjang/bujur sangkar.

### III.6.2 Fasade Bangunan Penelitian

Fasad bagan penelitian yang berfungsi sebagai wajah bangunan direncanakan mampu memberi informasi mengenai fungsi bangunan, situasi budaya dan simbol-simbol progresif maupun sebagai pemberi identitas pada suatu komunitas/lingkungan.

Pengeksposan struktur akan memberikan tampilan kekokohan, kekakuan, teknologis indah dan khas. Kesan yang kemudian muncul adalah citra kejujuran sistem struktur bangunan yang juga merupakan karakter ilmiah (objektif).



Gambar III.9 Contoh struktur pelengkung parabola

Contoh struktur pelengkung parabola yang dominan memberi kekhasan pada bangunan dan dapat menjadi *landmark* lingkungannya karena sesuatu yang khas. Bentuknya yang lengkung dapat menjadi symbol progresifitas.

### III.7 Analisa Sistem Struktur

Sistem struktur direncanakan yang berbentang lebar dan bisa diterapkan dalam bentuk persegi panjang/bujur sangkar. Untuk itu ada beberapa alteranif sistem struktur, yaitu sistem struktur pelengkung, kabel, cangkang dan rangka batang ruang.

Analisa sistem struktur bangunan P3TSB dilakukan berdasarkan kriteria-kriteria berikut ini :

- Luas ruang struktural relatif kecil (0,45)
- Bentangan > 40 meter (0,3)
- Mendukung citra bangunan penelitian/ilmiah (0,25)

Latar belakang penentuan bobot kriteria adalah :

1. Luas ruang struktural adalah ruang yang dipakai untuk berdirinya suatu struktur, semakin kecil luas ruang yang terpakai maka semakin besar ruang yang dapat dimanfaatkan. (0,45)
2. Bentangan dibawah 40m masih kurang efektif untuk optimasi ruang. Ruang akan cenderung memanjang sehingga menyulitkan pencapaian (0,3)
3. Sistem struktur juga harus mampu mengekspresikan fungsi bgn. (0,25)

Berdasarkan kriteria-kriteria diatas, maka dilakukan penilaian untuk dijadikan parameter dan penentuan sistem struktur, yaitu dengan memberi skor -1, 0, 1. Sistem struktur yang terpilih adalah yang mempunyai nilai tertinggi (mendekati 1).

Tabel III.14 Penentuan sistem struktur

Kriteria	Bobot	Pelengkung		Kabel		Cangkang		Rangka Batang	
		Nilai	Jml	Nilai	Jml	Nilai	Jml	Nilai	Jml
1. Luas Ruang struktur relatif kecil	0,45	0	0	1	0,45	-1	-0,45	1	0,45
2. Bentangan > 40 m	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3
3. Mendukung citra bagian penelitian/ilmiah	0,25	0	0	1	0,25	-1	-0,25	0	0
<b>Jumlah</b>			0,3		1		-0,4		0,75

Sumber : Analisa penulis

Keterangan : -1= Tidak memenuhi, 0= Cukup, 1= Sangat memenuhi

Maka struktur bangunan pusat penelitian dan pengembangan teknologi struktur bangunan yang dominan adalah struktur kabel

## **BAB IV KONSEP PERENCANAAN DAN PERANCANGAN BANGUNAN PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI STRUKTUR BANGUNAN DI YOGYAKARTA**

### **IV.1 Konsep Lokasi dan Site**

#### **IV.1.1 Konsep lokasi**

Lokasi terpilih sebagai lokasi perencanaan dan perancangan bangunan P3TSB adalah di Jl. Ringroad Utara. Lokasi terpilih direncanakan untuk memenuhi aspek-aspek berikut ini:

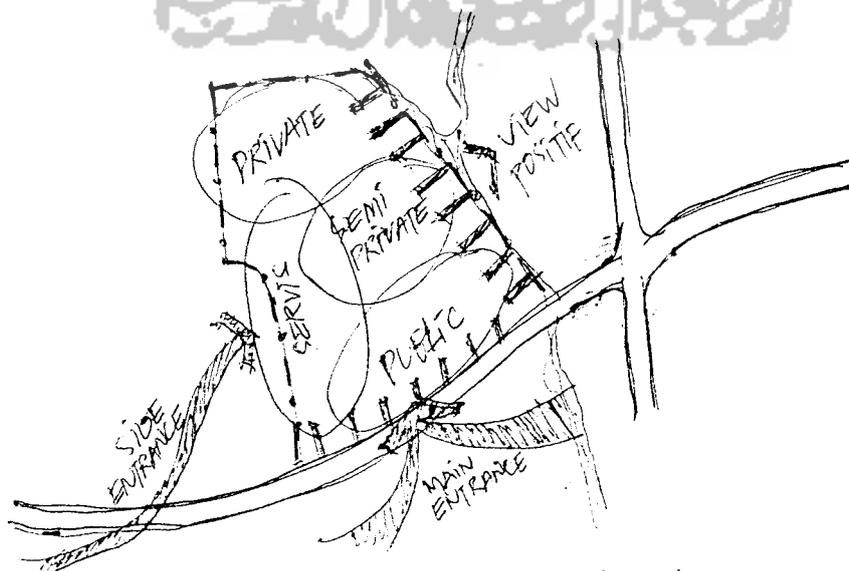
- a. Aspek citra kawasan, kawasan P3TSB harus bisa memberi citra positif dan dominan pada kawasan terpilih, sebagai kawasan fasilitas pendidikan dan fasilitas umum dunia konstruksi.
- b. Aspek aksesibilitas, jalur kendaraan/transportasi direncanakan memenuhi untuk memenuhi kebutuhan penunjang operasional kegiatan dalam bangunan P3TSB, khususnya kegiatan penelitian dan pengembangan. Seperti misalnya: pengadaan peralatan penelitian dan pengembangan, alokasi sampah-sampah struktur/konstruksi dan transportasi bahan-bahan logistik bagi kebutuhan penelitian dan pengembangan. Hal-hal yang harus diperhatikan dari ketiga kegiatan di atas adalah:
  - Kejelasan tujuan akhir
  - Pemisahan antara transportasi alat-alat berat dengan transportasi umum
  - Jalur masuk dan keluar kendaraan berat tidak mengganggu kendaraan umum.
- c. Aspek sarana dan prasarana; secara garis besar meliputi listrik, air, telepon, drainase kawasan dan jalan raya.
  - Listrik: pengadaan jaringan listrik kedalam lokasi P3TSB harus mengikuti pola PLN yang sudah ada.
  - Air: pengadaan air direncanakan dari dua sumber, yaitu sumur dan PDAM.
  - Telepon: jaringan telepon kedalam lokasi mengikuti pola yang sudah ada pada kawasan.
  - Drainase: sistem drainase kawasan harus bisa menampung sirkulasi air dalam ruang uji air yang membutuhkan volume air besar.

- Jalan raya: dimensi jalan mampu mendukung kelancaran transportasi kegiatan dalam bangunan P3TSB.

#### IV.1.2 Konsep pemintakatan

Konsep pemintakatan didasarkan pada karakteristik kegiatan dan tingkat interaksi antara masyarakat dengan kegiatan di dalam bangunan, yaitu:

- Private, karakteristik kegiatan yang membutuhkan konsentrasi dan kelancaran (kontinuitas kerja). Ruang yang termasuk private adalah: ruang laboratorium dan fasilitas pendukungnya.
- Semi private, untuk kegiatan yang membutuhkan sedikit ketenangan dan diperbolehkan bagi yang berkepentingan. Ruang yang termasuk semi private adalah: ruang pengelola, staf ahli, ruang ka. Lab., ruang seminar, ruang diskusi, masjid, perpustakaan, ruang audio visual.
- Publik, ruang terbuka untuk umum, artinya jika memasuki ruang tersebut tidak ada persyaratan. Ruang yang termasuk zona ini adalah: ruang pameran dan ruang informasi.
- Servis, mewadahi kegiatan penunjang operasional bangunan, dibagi atas dua zona, yaitu zona bebas/umum seperti perparkiran dan zona khusus seperti ruang logistik atau gudang.

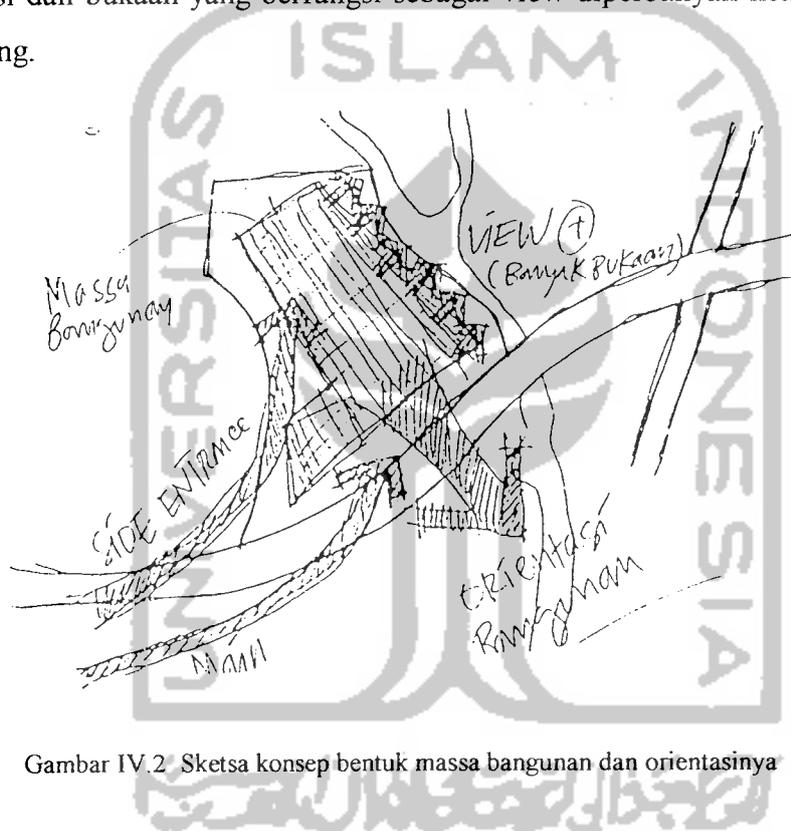


Gambar IV.1 sketsa konsep pemintakatan site

### IV.1.3 Konsep massa dan orientasi bangunan

Pola tata massa bangunan P3TSB adalah bentuk massa tunggal yang direncanakan selaras dengan bentuk site dan dengan pertimbangan dukungan terhadap proses kegiatan, dukungan terhadap identitas di kawasan, tanggapan terhadap bentuk site & view serta kejelasan orientasi.

Orientasi bangunan yaitu kearah Jl. Ringroad Utara sebagai jalur utama transportasi dan bukaan yang berfungsi sebagai view diperbanyak kearah sungai Gajah Wong.



Gambar IV.2. Sketsa konsep bentuk massa bangunan dan orientasinya

## IV.2 Konsep program ruang

### IV.2.1 Konsep Program Ruang dan Besaran Ruang

Konsep program ruang didasarkan pada kelompok kegiatan utama, yaitu kegiatan penelitian dan pengembangan (Lab. BKT, Lab Mekanika Bahan, Lab. Struktur dan Lab. Struktur serta ruang logistik sebagai penunjangnya).

Kelompok kegiatan pengelola, yaitu kegiatan administrasi dan hubungan masyarakat (Ruang pengelola, ruang seminar, ruang pameran, dan ruang penunjangnya).

Sedangkan besaran ruang didasarkan pada standar ruang yang ada dan modul dari karakter kegiatan yang berlangsung.

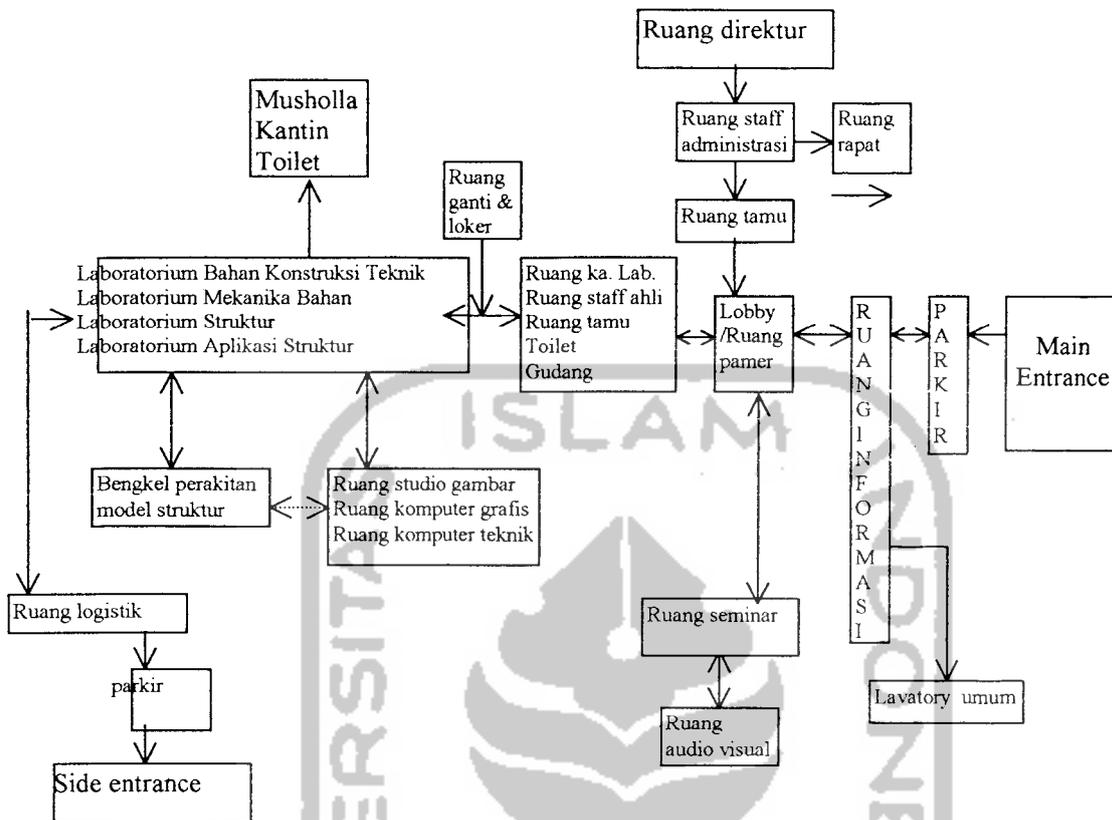
#### IV.2.2 Konsep Hubungan Ruang

Konsep hubungan ruang pada bangunan P3TSB dibedakan menjadi 2 jenis hubungan ruang, yang mendukung konsep optimasi ruang, yaitu :

- a. Dipisahkan, untuk ruang yang tidak ada atau kurang erat hubungannya, yaitu antara ruang Laboratorium dengan ruang pengelola.
- b. Penggabungan ruang, untuk ruang-ruang yang erat hubungannya. Penggabungan ruang tersebut dibentuk dengan pola ruang dalam ruang, ruang yang saling bersebelahan dan ruang-ruang yang dihubungkan oleh ruang bersama.
  - Ruang dalam ruang:
    - + Ruang informasi dalam ruang pameran.
    - + Bengkel struktur dalam ruang Laboratorium yang terkait.
  - Ruang yang saling bersebelahan
    - + Semua ruang Laboratorium saling bersebelahan
    - + Studio gambar–Ruang komputer grafis–Ruang komputer teknik.
  - Ruang yang dihubungkan ruang bersama :
    - + Ruang-ruang perencanaan (Studio gambar dan ruang komputer dengan Lab. Struktur dan Lab. Aplikasi Struktur dihubungkan oleh bengkel perakitan struktur).

#### IV.2.3 Konsep organisasi ruang

Konsep organisasi ruang pada bangunan P3TSB mengikuti skema organisasi ruang dan bentuk massa tunggal. Organisasi ruang disusun berdasarkan kedekatan hubungan ruang dan fungsi ruang, sehingga memudahkan dalam penerapan modul ruang untuk pencapaian optimasi ruang.



Skema organisasi ruang

### IV.3 Konsep Optimasi Ruang Laboratorium

Konsep optimasi ruang laboratorium pada bangunan P3TSB didasarkan oleh tiga hal berikut ini:

#### IV.3.1 Konsep modul ruang laboratorium

Modul-modul ruang yang telah ditentukan berdasarkan karakteristik kegiatan dan peralatan (lihat III.4.7) diterapkan pada ruang-ruang penelitian dan pengembangan, sedangkan ruang-ruang pengelola dan ruang-ruang lainnya ditentukan berdasarkan perhitungan kebutuhan besaran ruang (lihat lampiran).

#### IV.3.2 Konsep fleksibilitas ruang laboratorium

Aspek fleksibilitas pada ruang laboratorium berkaitan dengan efisiensi ruang, strategi fleksibilitas dilakukan dengan cara sbb:

- a. Penggunaan ruang bersama untuk beberapa kegiatan yang memiliki karakter yang sama, diterapkan pada:

Antara lab. BKT dengan lab. Struktur.

Antara lab. Struktur – lab. Aplikasi struktur – bengkel perakitan model struktur.

- b. Perubahan skala ruang, yaitu dengan menggeser/menurunkan peralatan temporer (jarang dipakai) dan menggunakan peralatan/furniture yang moveable serta lantai yang dapat diputar untuk penggunaan peralatan bersama.
- c. Penggabungan ruang-ruang yang memiliki karakter kegiatan dan peralatan yang sama, seperti:
  - Laboratorium bahan konstruksi teknik – laboratorium struktur.
  - Laboratorium struktur – lab. Aplikasi struktur – bengkel perakitan model struktur.
  - Ruang-ruang tersebut diatas dihubungkan atas dasar tuntutan mekanisme kegiatan persamaan penggunaan peralatan.

#### **IV.3.3 Konsep penjadwalan kegiatan penelitian dan pengembangan**

Kegiatan-kegiatan yang mengalami penjadwalan adalah kegiatan penelitian dan pengembangan yang membutuhkan satu jenis peralatan secara bergantian, yaitu :

- + Kegiatan mengangkut model struktur (Lab. Struktur dan Lab. Aplikasi Struktur)
- + Kegiatan membubut bahan uji baja ( Lab. BKT dan Lab. Mekanika Bahan)
- + Kegiatan pengeringan bahan uji kayu/bambu (Lab. BKT dan Lab. Mekanika Bahan)
- + Kegiatan pengujian model struktur terhadap gaya gempa, air dan angin (Lab. Aplikasi Struktur).

Catatan, peralatan yang sering dipakai atau frekuensi pemakaiannya tinggi, sehingga tidak mungkin dipakai secara bersama, maka peralatan tersebut tidak menalami penjadwalan, seperti: mesin las, alat potong baja, mesin bubut, molen dan bak penampungan benda uji beton.

## **IV.4 Konsep Sistem Bangunan**

### **IV.4.1 Konsep sistem struktur**

Sistem struktur bangunan yang dipakai adalah sistem struktur kabel. Sistem struktur tersebut akan menghasilkan ruang bebas kolom yang memudahkan dalam penyusunan elemen-elemen fleksibilitas, seperti: penggabungan ruang, struktur lantai khusus yang dapat diputar dan lantai yang dapat dinaikturunkan.

### **IV.4.2 Konsep Sistem utilitas**

#### **A. Sanitasi dan penyediaan air bersih**

Menggunakan sumber air PDAM dan sumur. Sistem pendistribusian yang digunakan adalah sistem downfeed.

Pada ruang laboratorium aplikasi struktur sistem pendistribusiannya terpisah dengan pendistribusian utama, ruang ini memiliki top reservoir sendiri untuk memenuhi kebutuhan volume air yang besar dan sanitasi khusus sebagai fasilitas pada alat uji struktur terhadap daya air.

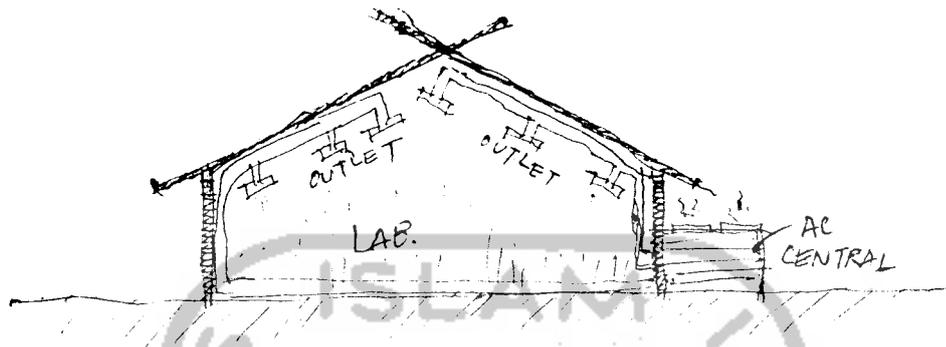
#### **B. Pembuangan limbah**

Drainase dan air kotor pada bangunan ini tidak memerlukan penanganan khusus. Air hujan dan air kotor dialirkan ke bak-bak kontrol sebelum diresapkan ke sumur peresapan.

Limbah struktur yang berupa potongan beton, baja, kayu, kabel, kain, kertas dan lain sebagainya, dialokasikan ke tempat pembuangan sementara di dalam kompleks bangunan P3TSB untuk digunakan kembali atau dijual sebagai bahan urugan.

#### **A. Sistem penghawaan**

Sistem penghawaan bangunan menggunakan penghawaan buatan pada seluruh ruang laboratorium dan ruang pengelola. Khusus pada ruang laboratorium sistem penghawaan menggunakan blower dan exhaust, selain mesin AC.



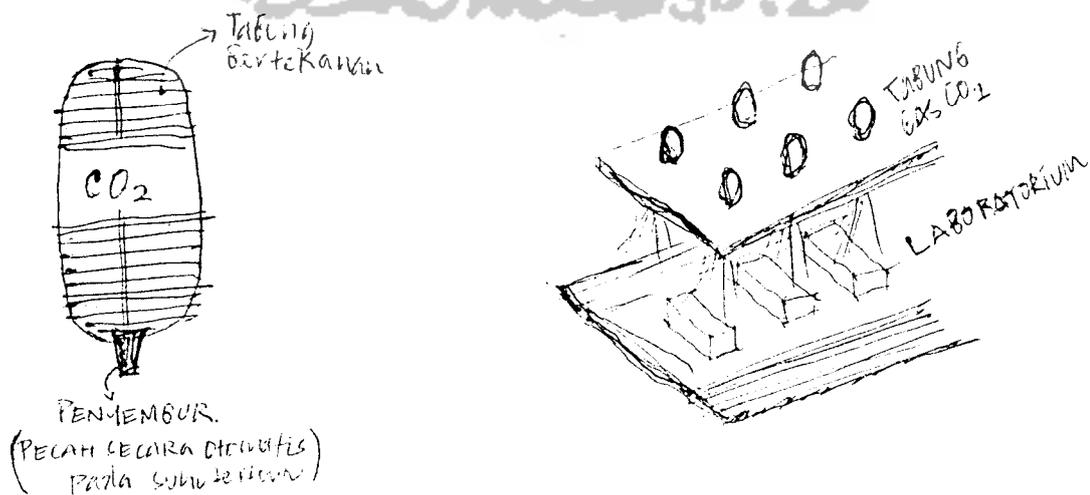
Gambar IV.3 Sistem penghawaan pada bangunan P3TSB,

#### B. Pencegahan bahaya kebakaran

Cara yang digunakan adalah cara manual dan otomatis, sedangkan sistem penanggulangannya ada dua, yaitu:

- Preventif, menggunakan fire & smoke detector dan CCTV (*closed circuit television*).
- Represif, menggunakan gas CO<sub>2</sub>.

Pada lab. Aplikasi struktur memiliki jaringan pencegah kebakaran terpisah dari jaringan utama, sebab top reservoir sebagai bak penampung air pada laboratorium ini terpisah. Untuk penyelamatan dan evakuasi digunakan pintu darurat.



Gambar IV.4 Sistem pencegah kebakaran dengan gas CO<sub>2</sub>

### IV.4.3 Konsep sistem mekanikal dan elektrikal

#### A. Konsep sistem mekanikal

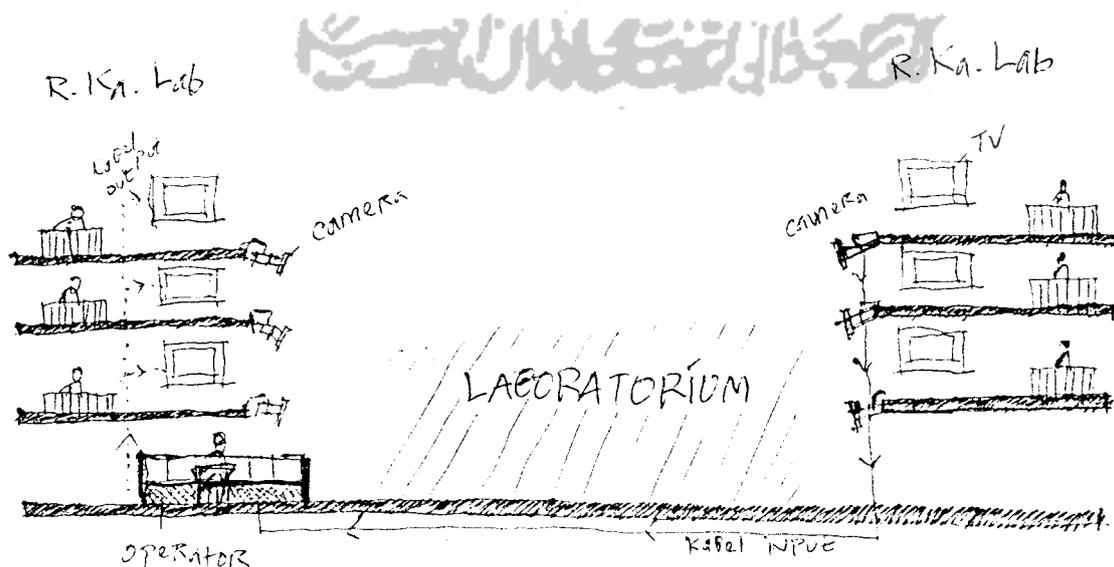
Sistem mekanikal yang digunakan adalah mesin angkut alat berat dan rel kereta sorong. Mesin tersebut terletak pada plafon bangunan dengan sistem angkut gantung dan rel kereta sorong pada lantai bangunan. Alat ini terdapat pada lab. Struktur, lab. Aplikasi struktur, lab. Mekanika bahan dan bengkel perakitan model struktur.

#### B. Sistem elektrikal

Sumber penyediaan listrik yang digunakan adalah listrik PLN dan genset sebagai tambahan dan persiapan keadaan darurat. Sedangkan instalansi listrik yang digunakan adalah instalasi daya, instalasi penerangan dan instalasi penangkal petir.

#### C. Sistem Komunikasi

Sistem komunikasi di dalam ruang, terutama sistem pengawasan kegiatan penelitian dan pengembangan dalam bangunan ini adalah dengan menggunakan kamera pengawas yang diatur melalui operator pengawas.



Gambar IV.5 Sistem komunikasi audio visual

## Daftar Pustaka

1. Abimanyu, Andika; *Filosofi Teknologi*; Penerbit Eresco, Bandung, 1993.
2. Arikunto, Suharsimi; *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*; Penerbit Gramedia, Jakarta, 1986.
3. BPS Kodya Yogyakarta, tahun 1999
4. *Buku Panduan Laboratorium*; Diterbitkan Oleh Laboratorium Mekanika Teknik PAU UGM, tahun 1997.
5. Ching, Francis D. K; *Arsitektur: Bentuk, Ruang dan Sususnannya*; Penerbit Erlangga, Jakarta, 1991.
6. De Chiara; *Time Saver Standart for Building Types*; McGraw Hill, USA, 1980.
7. Doelle, Leslie L; *Interior Design*; Penerbit Erlangga, Jakarta, 1990.
8. Doelle, Leslie L; *Akustik Lingkungan*; Penerbit Erlangga, Jakarta, 1980.
9. Departemen Pekerjaan Umum, Kodya Yogyakarta, tahun 1999.
10. Hendraningsih, dkk; *Peran, Pesan dan Kesan Bentuk-bentuk Arsitektur*, Djambatan, Jakarta, 1980.
11. Fanger P. O.; *Thermal Comfort Analysis and Aplications in Environmental Engineering*; Robert E. Krieger Publishing Co., Malabar, Florida, 1982.
12. Mangunwijaya Y. B.; *Wastu Citra*; PT. Gramedia, Jakarta, 1995.
13. Morimura,Takeo; *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plumbing*; Pradnya Paramita, Jakarta, 1984.
14. Philips, Allan; *The Best in Industrial Architectural*; Rotovisionsa, Switzeland, 1990.

15. Poerwadarminta W. J. S.; Kamus Umum Bahasa Indonesia; Balai Pustaka, Jakarta, 1982.
16. Schode, Daniel L.; Struktur; PT. Eresco, Bandung, 1995.
17. Synder, James C.; Pengantar Arsitektur; Erlangga, Jakarta, 1994.
18. Stein, Benjamin; Mechanical and Electrical Equipment for Building 7<sup>th</sup> edition; John Wiley and Sons, Republic of Singapore, 1986.
19. White, Edward T.; Buku Sumber Konsep; Penerbit Kotak Pos 4848 Bandung, 1990.
20. White, Edward T.; Tata Atur; Penerbit ITB Bandung, 1986.



## L.1 Modul volume pekerjaan penelitian dan pengembangan

Tabel L.1 Data volume pekerjaan (Lab. BKT)

Jenis Kegiatan	Jumlah pelaku	Objek Penelitian	Peralatan Penelitian	Waktu Pelaksanaan
1) Struktur Beton				
• Uji kekuatan batuan	1 org	Sampel batuan $30 \times 30 \times 60 = 0,05 \text{m}^3$	Alat uji kekuatan batuan $60 \times 55 \times 65 = 0,21 \text{m}^3$	5 menit
• Uji kelayakan pasir	1 org	Sampel pasir $30 \times 30 \times 60 = 0,05 \text{m}^3$	Celas ukur $015 \times 60 = 0,01 \text{m}^3$	15 menit
• Pengayakan kerikil	1 org	Kerikil $150 \times 150 = 0,02 \text{m}^3$	Mesin ayak $050 \times 80 = 0,20 \text{m}^3$	10 menit
• Pencucian pasir	1 org	Pasir $150 \times 150 \times 30 = 0,68 \text{m}^3$	Air+selang	20 menit
• Pencucian kerikil	1 org	Kerikil $150 \times 150 \times 30 = 0,68 \text{m}^3$	Air+selang	15 menit
• Pengeringan pasir	1 org	Pasir	Oven $2 \times (80 \times 80 \times 80) = 1,02 \text{m}^3$	60 menit
• Pengeringan kerikil	1 org	Kerikil	-	45 menit
• Pendinginan pasir	1 org	Pasir	Desikator $10 \times (030 \times 40) = 0,4 \text{m}^3$	2x30 menit
• Penimbangan semen, pasir, kerikil dan air	2 org	Semen, pasir, kerikil dan air	Timbangan $60 \times 10 \times 15 = 0,009 \text{m}^3$	12 menit
• Pengadukan/pencampuran spesi	1 org	Agregat $150 \times 150 = 0,02 \text{m}^3$	Molen $60 \times 60 \times 100 = 0,36 \text{m}^3$	5 menit
• Uji kekentalan campuran beton	1 org	Spesi	Alat uji kekentalan beton	3 menit
• Test slump	1 org	Spesi	Kerucut abrams $010 \times 30 = 0,003 \text{m}^3$	3 menit
• Cetak	1 org	Spesi	Cetakan kubus $15 \times 15 \times 15 = 0,003 \text{m}^3$	60 menit
• Perawatan beton	1 org	Kubus beton $15 \times 15 \times 15 = 0,003 \text{m}^3$	Bak penyimpanan $250 \times 100 \times 80 = 2 \text{m}^3$	168 menit
• Uji desak	2 org	Benda uji $15 \times 15 \times 15 = 0,003 \text{m}^3$	Universal testing machine $80 \times 20 \times 100 = 0,16 \text{m}^3$	5 menit
• Uji kekerasan beton	2 org	Benda uji $15 \times 15 \times 15 = 0,003 \text{m}^3$	Scratch hardness test $15 \times 20 \times 30 = 0,009 \text{m}^3$	5 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>2 org</b>	<b>1,62m<sup>3</sup></b>	<b>3,21m<sup>3</sup></b>	<b>391 menit</b>
2) Struktur Baja (tanpa alat sambung)				
• Pemotongan profil/batang baja	1 org	Baja $00,8 \times 400$	Alat potong baja $160 \times 80 \times 100 = 1,28 \text{m}^3$	5 menit
• Pembubutan	1 org	Sampel baja	Mesin bubut $160 \times 80 \times 100 = 1,28 \text{m}^3$	3 menit
• Uji tekan	2 org	Sampel baja	Universal testing machine $80 \times 20 \times 100 = 0,16 \text{m}^3$	5 menit
• Uji tarik	2 org	Sampel baja	Alat uji tarik $80 \times 20 \times 100 = 0,16 \text{m}^3$	5 menit
• Uji geser	2 org	Sampel baja	Universal testing machine $80 \times 20 \times 100 = 0,16 \text{m}^3$	5 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>2 org</b>	<b>0,00042m<sup>3</sup></b>	<b>3,04m<sup>3</sup></b>	<b>23 menit</b>

## L.1 Modul volume pekerjaan penelitian dan pengembangan

Tabel L.1 Data volume pekerjaan (Lab. BKT)

Jenis Kegiatan	Jumlah pelaku	Obyek Penelitian	Peralatan Penelitian	Waktu Pelaksanaan
1) Struktur Beton				
• Uji kekuatan batuan	1 org	Sampel batuan $30 \times 30 \times 60 = 0,05 \text{ m}^3$	Alat uji kekuatan batuan $60 \times 55 \times 65 = 0,21 \text{ m}^3$	5 menit
• Uji kelayakan pasir	1 org	Sampel pasir $30 \times 30 \times 60 = 0,05 \text{ m}^3$	Celas ukur $015 \times 60 = 0,01 \text{ m}^3$	15 menit
• Pengayakan kerikil	1 org	Kerikil $150 \times 150 = 0,02 \text{ m}^3$	Mesin ayak $050 \times 80 = 0,20 \text{ m}^3$	10 menit
• Pencucian pasir	1 org	Pasir $150 \times 150 \times 30 = 0,68 \text{ m}^3$	Air+selang	20 menit
• Pencucian kerikil	1 org	Kerikil $150 \times 150 \times 30 = 0,68 \text{ m}^3$	Air+selang	15 menit
• Pengeringan pasir	1 org	Pasir	Oven $2 \times (80 \times 80 \times 80) = 1,02 \text{ m}^3$	60 menit
• Pengeringan kerikil	1 org	Kerikil	-	45 menit
• Pendinginan pasir	1 org	Pasir	Desikator $10 \times (0,30 \times 40) = 0,4 \text{ m}^3$	2x30 menit
• Penimbangan semen, pasir, kerikil dan air	2 org	Semen, pasir, kerikil dan air	Timbangan $60 \times 10 \times 15 = 0,009 \text{ m}^3$	12 menit
• Pengadukan/pencampuran spesi	1 org	Agregat $150 \times 150 = 0,02 \text{ m}^3$	Molen $60 \times 60 \times 100 = 0,36 \text{ m}^3$	5 menit
• Uji kekentalan campuran beton	1 org	Spesi	Alat uji kekentalan beton	3 menit
• Test slump	1 org	Spesi	Kerucut abrams $010 \times 30 = 0,003 \text{ m}^3$	3 menit
• Cetak	1 org	Spesi	Cetakan kubus $15 \times 15 \times 15 = 0,003 \text{ m}^3$	60 menit
• Perawatan beton	1 org	Kubus beton $15 \times 15 \times 15 = 0,003 \text{ m}^3$	Bak penyimpanan $250 \times 100 \times 80 = 2 \text{ m}^3$	168 menit
• Uji desak	2 org	Benda uji $15 \times 15 \times 15 = 0,003 \text{ m}^3$	Universal testing machine $80 \times 20 \times 100 = 0,16 \text{ m}^3$	5 menit
• Uji kekerasan beton	2 org	Benda uji $15 \times 15 \times 15 = 0,003 \text{ m}^3$	Scratch hardness test $15 \times 20 \times 30 = 0,009 \text{ m}^3$	5 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>2 org</b>	<b>1,62 m<sup>3</sup></b>	<b>3,21 m<sup>3</sup></b>	<b>391 menit</b>
2) Struktur Baja (tanpa alat sambung)				
• Pemotongan profil/batang baja	1 org	Baja $00,8 \times 400$	Alat potong baja $160 \times 80 \times 100 = 1,28 \text{ m}^3$	5 menit
• Pembubutan	1 org	Sampel baja	Mesin bubut $160 \times 80 \times 100 = 1,28 \text{ m}^3$	3 menit
• Uji tekan	2 org	Sampel baja	Universal testing machine $80 \times 20 \times 100 = 0,16 \text{ m}^3$	5 menit
• Uji tarik	2 org	Sampel baja	Alat uji tarik $80 \times 20 \times 100 = 0,16 \text{ m}^3$	5 menit
• Uji geser	2 org	Sampel baja	Universal testing machine $80 \times 20 \times 100 = 0,16 \text{ m}^3$	5 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>2 org</b>	<b>0,00042 m<sup>3</sup></b>	<b>3,04 m<sup>3</sup></b>	<b>23 menit</b>

3) Struktur baja (dengan alat sambung)				
• Pemotongan batang/profil baja	1 org	Baja 400	Mesin potong $160 \times 80 \times 100 = 1,28 \text{m}^3$	15 menit
• Pembubutan	1 org	Sampel baja	Mesin bubut $160 \times 80 \times 100 = 1,28 \text{m}^3$	10 menit
• Mengelas/memasang baut	1 org	Model baja $3 \times (150 \times 150 \times 80) = 5,4 \text{m}^3$	Mesin las $100 \times 30 \times 60 = 0,18 \text{m}^3$	30 menit
• Uji tarik	2 org	Model baja $150 \times 150 \times 80 = 1,80 \text{m}^3$	Universal testing machine $80 \times 20 \times 100 = 0,16$	5 menit
• Uji geser	2 org	Model baja $150 \times 150 \times 80 = 1,80 \text{m}^3$	Tensile splitting machine $65 \times 52 \times 80 = 0,27 \text{m}^3$	5 menit
• Uji lentur	2 org	Model baja $150 \times 150 \times 80 = 1,80 \text{m}^3$	Universal testing machine $80 \times 20 \times 100 = 0,16$	5 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>2 org</b>	<b>16,20</b>	<b>3,33</b>	<b>90 menit</b>
4) Struktur kabel				
• Pemotongan kabel	1 org	Kabel	Mesin potong logam $160 \times 80 \times 100 = 1,28 \text{m}^3$	5 menit
• Uji tarik pada suhu normal	1 org	Sampel kabel	Mesin uji tarik dengan termotest $300 \times 80 \times 180 = 4,32 \text{m}^3$	10 menit
• Uji tarik pada suhu diatas normal	1 org	Sampel kabel	Mesin uji tarik dengan termotest $300 \times 80 \times 180 = 4,32 \text{m}^3$	10 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>1 org</b>	-	<b>9,92m<sup>3</sup></b>	<b>25 menit</b>
5) struktur balon/membran				
• Pengguntingan bahan balon/membran	1 org	Balon/membran	Gunting	5 menit
• Uji gores bahan	1 org	Sampel balon/membran	Alat simulasi hujan, debu dan angin $500 \times 200 \times 250 = 25 \text{m}^3$	5 menit
• Uji tarik	1 org	Sampel balon/membran	Alat uji tarik membran $80 \times 30 \times 60 = 0,14 \text{m}^3$	5 menit
• Uji suhu	1 org	Sampel balon/membran	Alat uji tarik dengan termotest $200 \times 80 \times 200 = 2,2 \text{m}^3$	5 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>1 org</b>	-	<b>27,34m<sup>3</sup></b>	<b>20 menit</b>
6) Struktur bambu/kayu				
• Menimbang bambu	1 org	Sampel bambu	Timbangan $60 \times 20 \times 20 = 0,02 \text{m}^3$	2 menit
• Mengeringkan bambu	1 org	Sampel bambu	Oven $200 \times 200 \times 200 = 8 \text{m}^3$	10 menit
• Mendinginkan bambu	1 org	Sampel bambu	-	20 menit
• Menimbang	1 org	Sampel bambu	Timbangan $60 \times 20 \times 20 = 0,02 \text{m}^3$	2 menit
• Uji B <sub>j</sub> bambu	1 org	Sampel bambu	Perhitungan	3 menit
• Uji tarik bambu/kayu	1 org	Sampel bambu/kayu	Mesin uji tarik kayu/bambu $80 \times 80 \times 100 = 0,64 \text{m}^3$	5 menit
• Uji susutan	1 org	Sampel bambu/kayu	Perhitungan	5 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>1 org</b>	-	<b>8,68m<sup>3</sup></b>	<b>5 menit</b>

Tabel L.2 Data volume pekerjaan (Lab. Mekanika Bahan)

Jenis Kegiatan	Jumlah Pelaku	Objek Penelitian	Peralatan Penelitian	Waktu Pelaksanaan
1) Struktur Beton				
• Pengadukan spesi	1 org	Pasir, kerikil, semen dan air $150 \times 150 \times 30 = 0,68 \text{ m}^3$	Molen $60 \times 60 \times 100 = 0,36 \text{ m}^3$	10 menit
• Penecekan	1 org	Spesi dalam talam $100 \times 100 = 0,01 \text{ m}^3$	Cetakan kubus $2 \times (15 \times 15 \times 15) = 0,005$	60 menit
• Perawatan beton	1 org	Benda uji (kubus beton) $2 \times (15 \times 15 \times 15) = 0,006$	Bak penampung $250 \times 100 \times 80 = 2 \text{ m}^3$	1680 menit
• Uji tekan	2 org	Benda uji $15 \times 15 \times 15 = 0,003$	Mesin optik deteksi daya dukung dan pola kerusakan struktur $200 \times 80 \times 200 = 3,2 \text{ m}^3$	10 menit
• Uji geser	2 org	Benda uji $15 \times 15 \times 15 = 0,003 \text{ m}^3$	Mesin optik deteksi daya dukung dan pola kerusakan struktur $200 \times 80 \times 200 = 3,2 \text{ m}^3$	10 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>2 org</b>	<b>0,70 m<sup>3</sup></b>	<b>8,77 m<sup>3</sup></b>	<b>1770 menit</b>
2) Struktur Baja				
• Pemotongan baja	1 org	Batang baja 400	Mesin potong baja $150 \times 80 \times 100 = 1,28 \text{ m}^3$	5 menit
• Pembubutan	1 org	Sampel baja	Mesin bubut $160 \times 80 \times 100 = 1,28 \text{ m}^3$	3 menit
• Uji tarik	2 org	Sampel baja	Mesin uji tarik $200 \times 80 \times 200 = 3,2$	5 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>2 org</b>	<b>-</b>	<b>5,76 m<sup>3</sup></b>	<b>13 menit</b>
3) Struktur bambu/kayu				
• Pembuatan sampel bambu/kayu	1 org	Sampel kayu/bambu	Gergaji kayu/mesin bubut $160 \times 80 \times 100 = 1,28 \text{ m}^3$	5 menit
• Uji geser	2 org	Sampel kayu/bambu	Mesin geser dengan perlengkapan komputer $200 \times 80 \times 100 = 1,60 \text{ m}^3$	10 menit
• Uji tarik	2 org	Sampel kayu/bambu	Mesin uji tarik dengan perlengkapan komputer $200 \times 80 \times 100 = 1,60 \text{ m}^3$	10 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>2 org</b>	<b>-</b>	<b>6,08 m<sup>3</sup></b>	<b>25 menit</b>
4) Struktur Balon				
• Persiapan model balon	2 org	Model balon $300 \times 100 \times 200 = 6 \text{ m}^3$	Mesin pompa dengan alat indikator tekanan dan temperatur $60 \times 200 \times 80 = 0,96 \text{ m}^3$	10 menit
• Pemasangan strain gage	1 org	Model balon	Perangkat komputer $60 \times 150 \times 80 = 0,72 \text{ m}^3$	10 menit
• Simulasi pembebanan	2 org	Model balon	Alat simulasi bujan, debu dan angin $500 \times 200 \times 250 = 25 \text{ m}^3$	30 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>2 org</b>	<b>6 m<sup>3</sup></b>	<b>26,68 m<sup>3</sup></b>	<b>50 menit</b>
5) Struktur Membran				
• Persiapan struktur membran	2 org	Model membran $400 \times 300 \times 200 = 24 \text{ m}^3$	-	30 menit
• Pemasangan strain gage	2 org	Model membran	Perangkat komputer $60 \times 150 \times 80 = 0,72$	10 menit
• Pembebanan model	1 org	Model membran	Perangkat komputer dan beban simulator	20 menit
<b>Jumlah Total</b>	<b>2 org</b>	<b>24 m<sup>3</sup></b>	<b>0,72 m<sup>3</sup></b>	<b>60 menit</b>

Tabel L.3 Data volume pekerjaan (Lab. Struktur)

Jenis Kegiatan	Jumlah Pelaku	Obyek Penelitian	Peralatan Penelitian	Waktu Pelaksanaan
1) Struktur Beton				
• Pencucian agregat	1 org	Kerikil dan pasir $2 \times (200 \times 200 \times 30) = 2,4 \text{ m}^3$	Selang	45 menit
• Pencampuran agregat	1 org	Spesi beton $200 \times 200$	Molen $60 \times 60 \times 100 = 0,36 \text{ m}^3$	10 menit
• Persiapan tulangan	2 orang	Besi tulangan $200 \times 100 = 0,029 \text{ m}^3$	Pembengkok $100 \times 100 \times 1000$	120 menit
• Buat cetakan	2 orang	Lantai kerja $200 \times 200 = 0,049 \text{ m}^3$	Paku, palu, papan	60 menit
• Meneetak	1 orang	Cetakan $30,1 \times 200 \times 150 = 9 \text{ m}^3$		20 menit
• Melepas cetakan	1 orang	Model struktur $300 \times 200 \times 150 = 9 \text{ m}^3$	-	10 menit
• Mengangkat benda uji ketempat alat uji	2 orang	Model struktur $300 \times 200 \times 150 = 9 \text{ m}^3$	Alat angkat $100 \times 200 \times 100 = 20 \text{ m}^3$	20 menit
• Uji lentur	2 orang	Model struktur $300 \times 200 \times 100 = 9 \text{ m}^3$	Alat uji lentur $500 \times 100 \times 700 = 35 \text{ m}^3$	50 menit
• Uji getar	2 orang	Model struktur $300 \times 200 \times 100 = 9 \text{ m}^3$	Alat uji getar $500 \times 100 \times 700 = 35 \text{ m}^3$	50 menit
<b>2) Struktur Baja</b>				
• Persiapan profil baja	2 orang	Profil baja $800 \times 200 = 0,16 \text{ m}^3$	Mesin potong $160 \times 80 \times 100 = 1,28$	60 menit
• Merakit model struktur baja	3 orang	Lantai baja $500 \times 400 = 0,2 \text{ m}^3$	Mesin las $100 \times 80 \times 30 = 0,24$	480 menit
• Mengangkat model struktur	2 orang	Model struktur $400 \times 200 \times 200 = 16 \text{ m}^3$	Alat angkut $100 \times 200 \times 100 = 20 \text{ m}^3$	20 menit
• Uji tarik	2 orang	Model struktur $400 \times 200 \times 200 = 16 \text{ m}^3$	Mesin uji tarik $650 \times 400 \times 700 = 82 \text{ m}^3$	60 menit
• Uji lentur	2 orang	Model struktur $400 \times 200 \times 200 = 16 \text{ m}^3$	Mesin uji tarik $650 \times 400 \times 700 = 182 \text{ m}^3$	60 menit
<b>3) Struktur Kabel</b>				
• Persiapan kabel	2 orang	Gelang kabel $30,1 \times 100 \times 300 = 9 \text{ m}^3$	Mesin potong $160 \times 80 \times 100 = 1,28$	60 menit
• Merakit model struktur	3 orang	Lantai kerja $600 \times 400 = 0,18$	Mesin ..... $100 \times 100 \times 60 = 0,6 \text{ m}^3$	540 menit
• Mengangkat model struktur	2 orang	Model struktur $500 \times 100 \times 200 = 10 \text{ m}^3$	Alat angkut $100 \times 200 \times 100 = 20 \text{ m}^3$	20 menit
• Uji tarik	2 orang	Model struktur $500 \times 100 \times 200 = 10 \text{ m}^3$	Alat tarik $650 \times 400 \times 700 = 3,5 \text{ m}^3$	60 menit
• Uji lentur	2 orang	Model struktur $500 \times 100 \times 200 = 10 \text{ m}^3$	Alat tarik $650 \times 400 \times 700 = 3,5 \text{ m}^3$	60 menit
• Uji geser	2 orang	Model struktur $500 \times 100 \times 200 = 10 \text{ m}^3$	Alat tarik $650 \times 400 \times 700 = 3,5 \text{ m}^3$	60 menit
<b>4) Struktur Kayu/Bambu</b>				
• Persiapan kayu / bambu	2 orang	Kayu / bambu $800 \times 200 = 0,16 \text{ m}^3$	Gergaji kayu $200 \times 60 \times 80 = 0,96 \text{ m}^3$	120 menit
• Merakit model struktur baja	3 orang	Lantai kerja $500 \times 400 = 0,2 \text{ m}^3$	Palu, paku dan bejil	400 menit
• Mengangkat model struktur	2 orang	Model struktur $400 \times 200 \times 200 = 16 \text{ m}^3$	Alat angkut $100 \times 200 \times 100 = 20 \text{ m}^3$	20 menit
• Uji tarik	2 orang	Model Struktur	Alat uji tarik	60 menit
• Uji lentur	2 orang	$400 \times 200 \times 200 = 16 \text{ m}^3$	$650 \times 400 \times 700 = 35 \text{ m}^3$	60 menit
<b>5) Struktur Membran</b>				
• Persiapan membran	2 orang	Membran dan tiang tunggal	-	10 menit
• Merakit model struktur membran	3 orang	Lantai kerja $500 \times 300 = 0,2 \text{ m}^3$	Mesin prategang $160 \times 160 \times 60 = 0,6 \text{ m}^3$	380 menit
• Mengangkat model struktur	2 orang	Model struktur membran $300 \times 200 \times 300 = 18 \text{ m}^3$	Alat angkut $100 \times 200 \times 100 = 20 \text{ m}^3$	20 menit
• Pengujian terhadap hujan buatan (simulasi)	2 orang	Model struktur membran $300 \times 200 \times 300 = 18 \text{ m}^3$	Alat uji lentur $600 \times 400 \times 500 = 120 \text{ m}^3$	60 menit

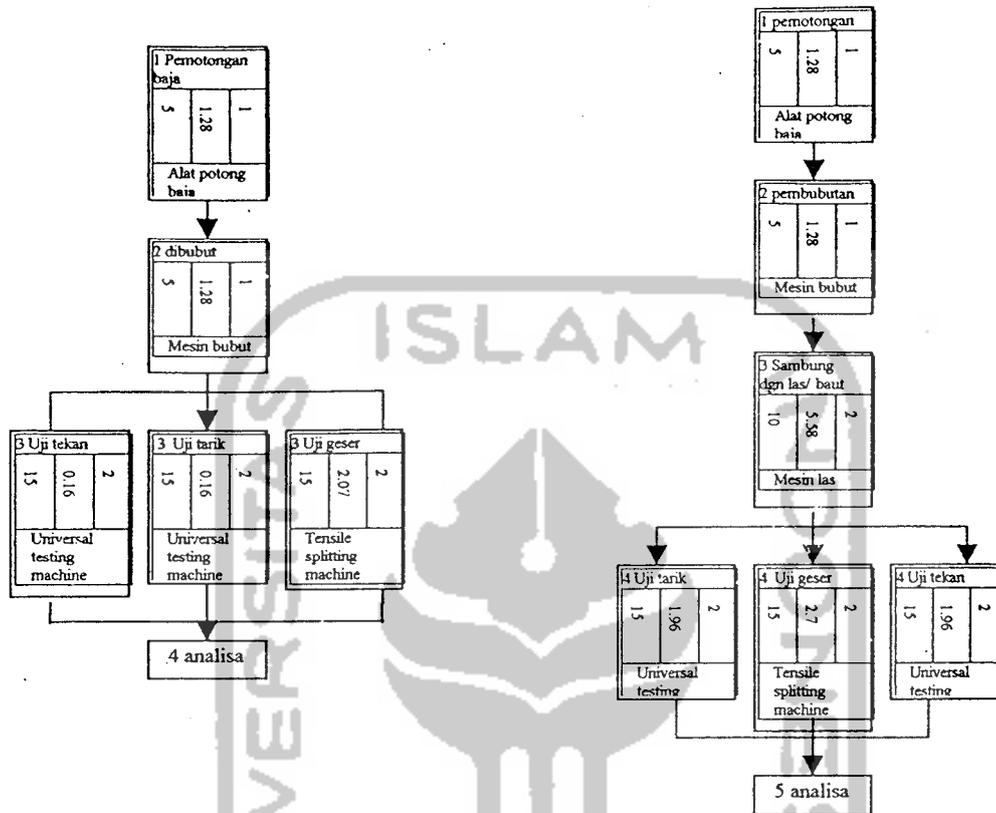
6) Struktur Balon				
• Persiapan Balon	2 orang	Bahan balon $300 \times 200 \times 50 = 3 \text{ m}^3$	-	10 menit
• Mempompa	2 orang	Model balon $500 \times 200 \times 400 = 3 \text{ m}^3$	Pompa $60 \times 200 \times 80 = 1,6 \text{ m}^3$	30 menit
• Mengangkat model	2 orang	Model struktur $500 \times 200 \times 400 = 40 \text{ m}^3$	Alat angkut $100 \times 2000 \times 100 = 20 \text{ m}^3$	20 menit
• Uji model terhadap simulasi hujan	2 orang	Model struktur $500 \times 200 \times 400 = 40 \text{ m}^3$	Alat simulasi hujan buatan $600 \times 400 \times 500 = 120 \text{ m}^3$	60 menit
• Uji lentur	2 orang	Model struktur $500 \times 100 \times 200 = 10 \text{ m}^3$	Alat uji tarik $650 \times 400 \times 700 = 3,5 \text{ m}^3$	60 menit

Tabel L.4 Data volume pekerjaan (Lab. Aplikasi Struktur)

<b>1) Beton</b>				
Perakitan model	3 orang	Lantai kerja $600 \times 600$	Satu set peralatan rakit $21,36 \text{ m}^3$	335 menit
Angkut	2 orang	Model $300 \times 200 \times 150 = 9 \text{ m}^3$	Alat angkut $100 \times 2000 \times 100 = 20 \text{ m}^3$	20 menit
Pasang stain gaya	3 orang	Model $300 \times 200 \times 150 = 9 \text{ m}^3$	Perangkat komputer $250 \times 100 \times 80 = 2 \text{ m}^3$	45 menit
Uji Gempa	2 orang	Model $300 \times 200 \times 150 = 9 \text{ m}^3$	alat Uji gempa $600 \times 600 = 0,36 \text{ m}^3$	120 menit
Uji angin	2 orang	Model $300 \times 200 \times 150 = 9 \text{ m}^3$	alat Uji angin $600 \times 600 \times 300 = 108 \text{ m}^3$	120 menit
Uji Air	2 orang	Model $300 \times 200 \times 150 = 9 \text{ m}^3$	alat Uji air $1000 \times 1000 \times 80 = 80 \text{ m}^3$	120 menit
<b>2) Baja</b>				
Perakitan	3 orang	Lantai kerja	Set peralatan perakitan $1,52$	620menit
Angkut	2 orang	Model $400 \times 200 \times 200 = 16 \text{ m}^3$	Alat Angkut $100 \times 2000 \times 100 = 20 \text{ m}^3$	20 menit
Memasang straingage	3 orang	Model $400 \times 200 \times 200 = 16 \text{ m}^3$	Komputer $250 \times 100 \times 80 = 2 \text{ m}^3$	45 menit
Uji Gempa	2 orang	Model $400 \times 200 \times 200 = 16 \text{ m}^3$	alat Uji gempa $600 \times 600 = 0,36 \text{ m}^3$	120 menit
Uji Angin	2 orang	Model $400 \times 200 \times 200 = 16 \text{ m}^3$	alat Uji angin $600 \times 600 \times 300 = 108 \text{ m}^3$	120 menit
Air	2 orang	Model $400 \times 200 \times 200 = 16 \text{ m}^3$	alat Uji air $1000 \times 1000 \times 80 = 80 \text{ m}^3$	120 menit
<b>3) Kabel</b>				
Perakitan	3 orang	Lantai kerja	Set perakitan $1,34 \text{ m}^3$	680menit
Angkut	2 orang	Model $500 \times 100 \times 200 = 10 \text{ m}^3$	Angkut $20 \text{ m}^3$	20 menit
Memasang straingage	3 orang	Model $500 \times 100 \times 200 = 10 \text{ m}^3$	Komputer $2 \text{ m}^3$	45 menit
Uji Gempa	2 orang	Model $500 \times 100 \times 200 = 10 \text{ m}^3$	alat Uji gempa $600 \times 600 = 0,36 \text{ m}^3$	120 menit
Uji Angin	2 orang	Model $500 \times 100 \times 200 = 10 \text{ m}^3$	alat Uji angin $600 \times 600 \times 300 = 108 \text{ m}^3$	120 menit
Air	2 orang	Model $500 \times 100 \times 200 = 10 \text{ m}^3$	alat Uji air $1000 \times 1000 \times 80 = 80 \text{ m}^3$	120 menit
<b>4) Kayu</b>				
Perakitan	3 orang	Lantai kerja $600 \times 600$	Set peralatan perakitan $0,56 \text{ m}^3$	520menit
Angkut	2 orang	Model = $16 \text{ m}^3$	Alat Angkut	20 menit
Pasang staingage	3 orang	Model = $16 \text{ m}^3$	Peralatan komputer	45 menit
Gempa	2 orang	Model = $16 \text{ m}^3$	alat Uji gempa $600 \times 600 = 0,36 \text{ m}^3$	120 menit
Angin	2 orang	Model = $16 \text{ m}^3$	alat Uji angin $600 \times 600 \times 300 = 108 \text{ m}^3$	120 menit
Air	2 orang	Model = $16 \text{ m}^3$	alat Uji air $1000 \times 1000 \times 80 = 80 \text{ m}^3$	120 menit
<b>5) Membran</b>				
Perakitan	3 orang	Lantai kerja $600 \times 600$	Set peralatan perakitan $0,6 \text{ m}^3$	390 menit
Angkut	2 orang	Model = $18 \text{ m}^3$	Alat Angkut	20 menit
Pasang Strain Gage	2 orang	Model = $18 \text{ m}^3$	Peralatan komputer	45 menit
Uji Gempa	2 orang	Model = $18 \text{ m}^3$	alat Uji gempa $600 \times 600 = 0,36 \text{ m}^3$	120 menit
Uji Angin	2 orang	Model = $18 \text{ m}^3$	alat Uji angin $600 \times 600 \times 300 = 108 \text{ m}^3$	120 menit
Air	2 orang	Model = $18 \text{ m}^3$	alat Uji air $1000 \times 1000 \times 80 = 80 \text{ m}^3$	120 menit
<b>6) Balon</b>				
Perakitan	3 orang	Lantai kerja $600 \times 600 = 0,36$	Set peralatan perakitan $0,6 \text{ m}^3$	40menit
Angkut	2 orang	Model = $40 \text{ m}^3$	Alat Angkut	20 menit
Pasang strain gage	2 orang	Model = $40 \text{ m}^3$	Peralatan komputer	45 menit
Uji Gempa	2 orang	Model = $40 \text{ m}^3$	alat Uji gempa $600 \times 600 = 0,36 \text{ m}^3$	120 menit
Uji Angin	2 orang	Model = $40 \text{ m}^3$	alat Uji angin $600 \times 600 \times 300 = 108 \text{ m}^3$	120 menit
Air	2 orang	Model = $40 \text{ m}^3$	alat Uji air $1000 \times 1000 \times 80 = 80 \text{ m}^3$	120 menit

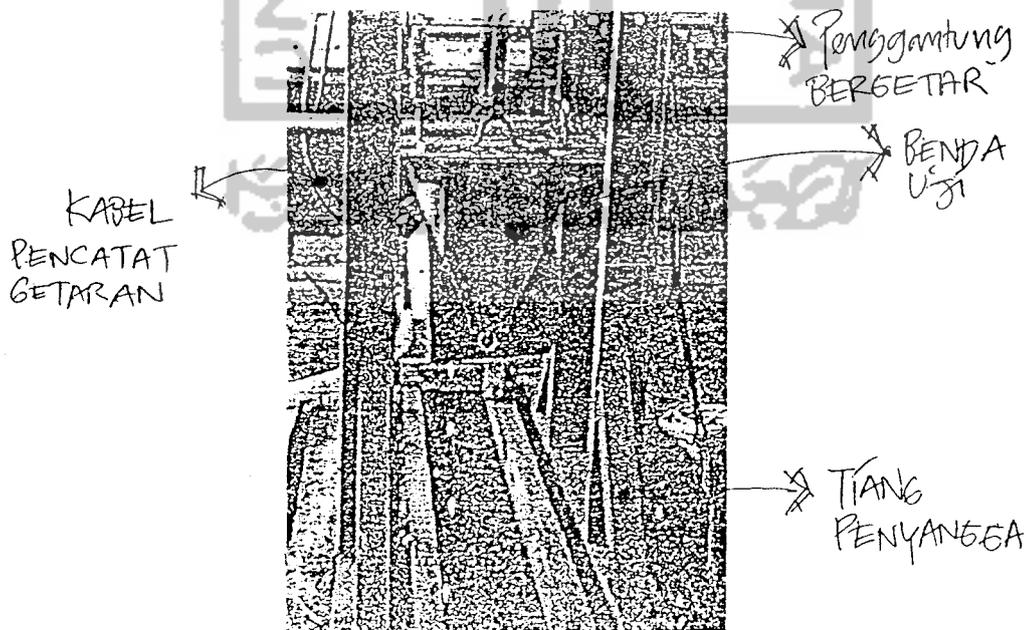
L.2 Tahapan kegiatan penelitian dan pengembangan

2) Struktur Baja



Skema penelitian baja tanpa alat sambung

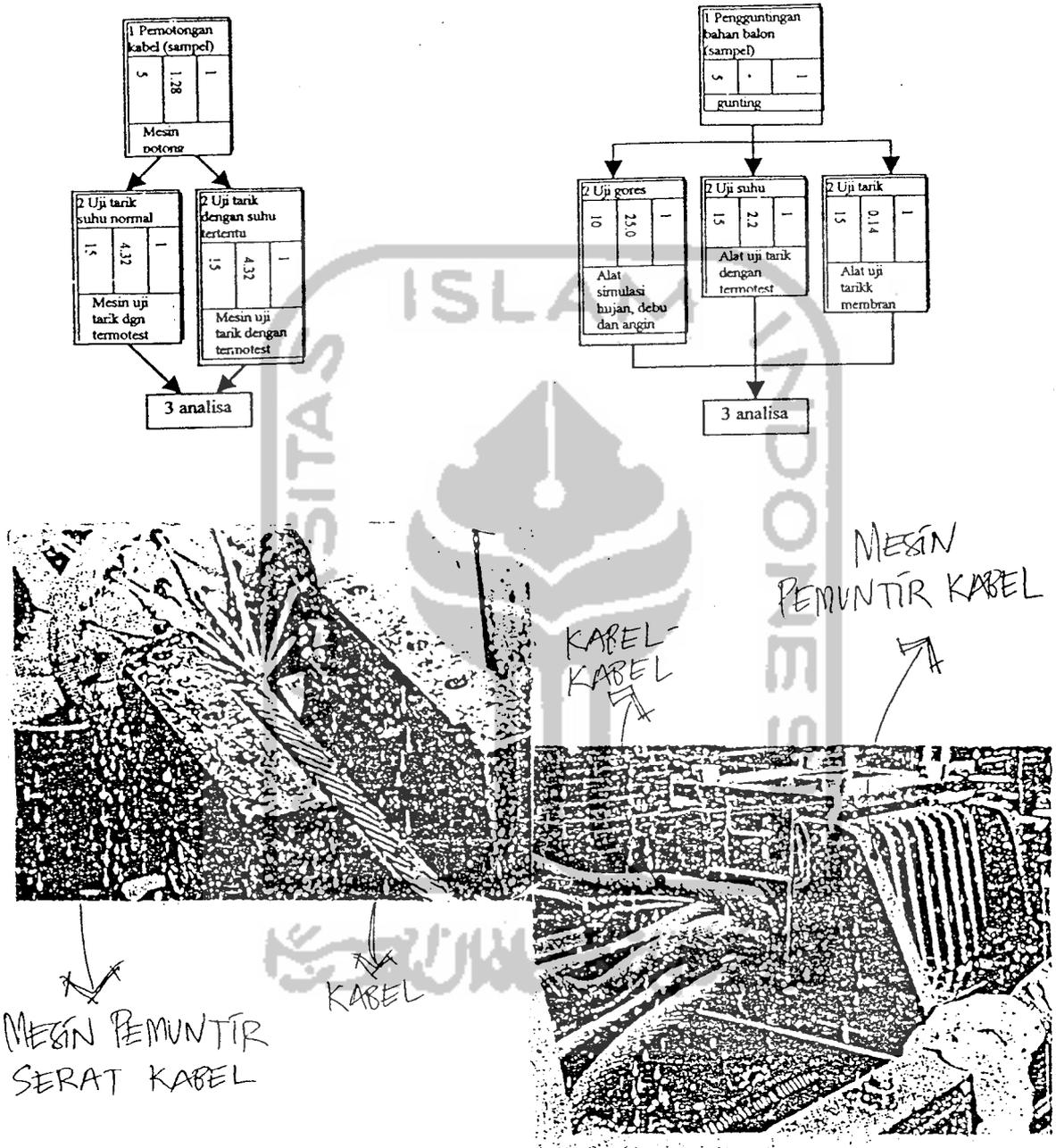
Skema penelitian baja dengan alat sambung



Gambar II.7 kegiatan pengujian getaran pada baja (sumber: observasi lapangan)

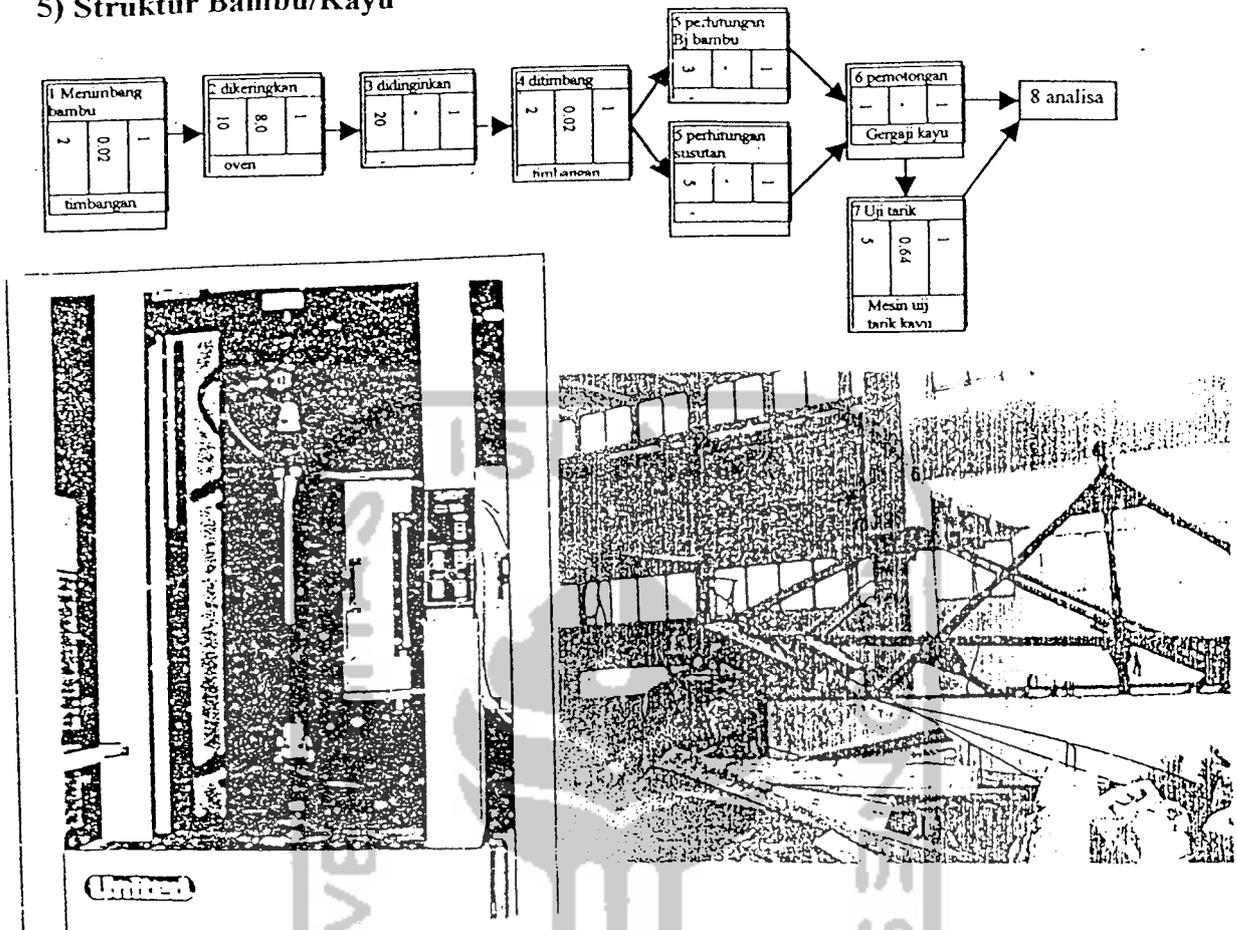
3) Struktur Kabel

4) Struktur Balon/Membran



Gambar II.8 tahap persiapan bahan kabel (pra tegang)  
(sumber: observasi lapangan)

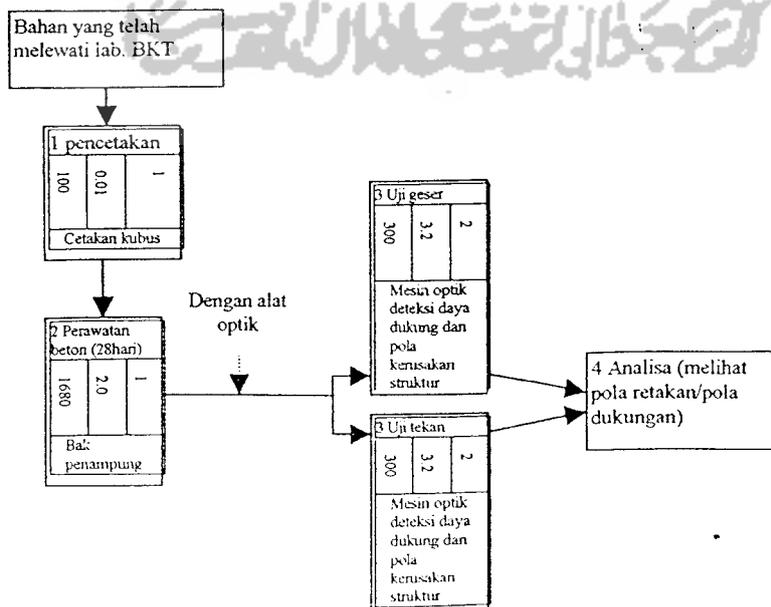
### 5) Struktur Bambu/Kayu



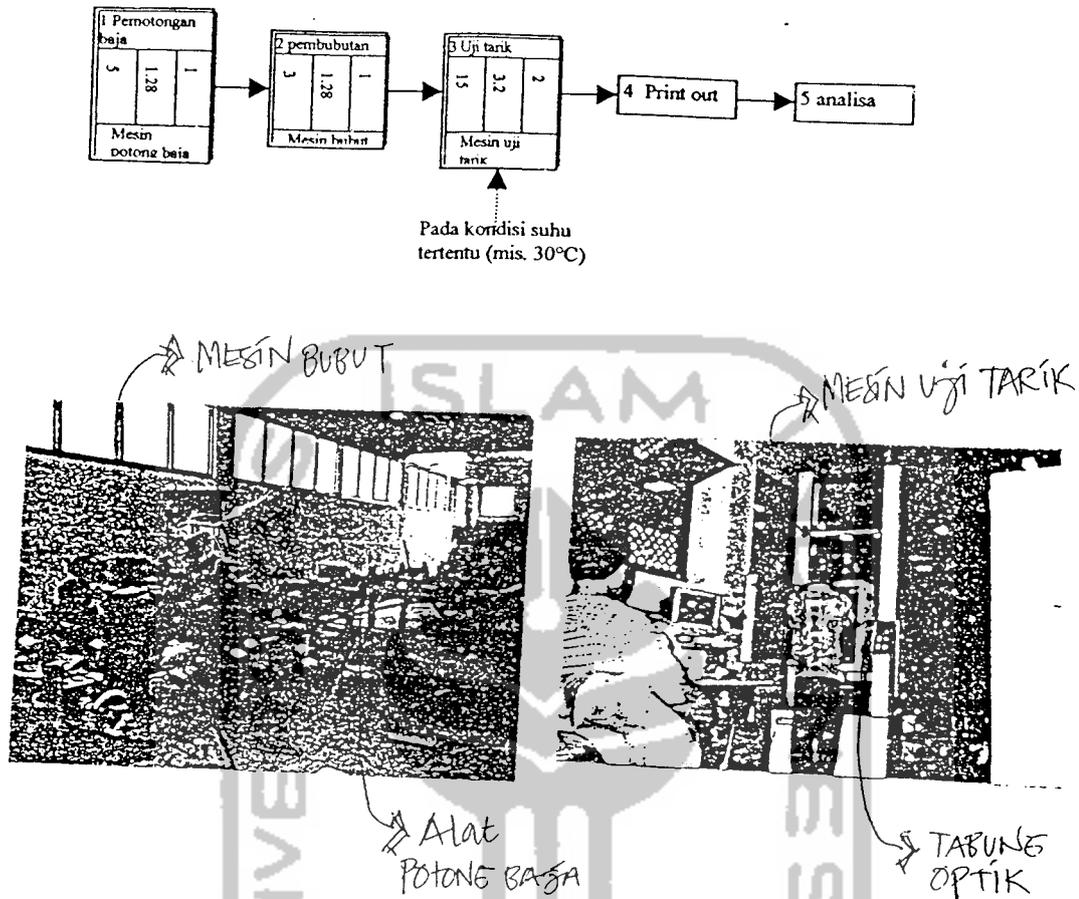
Gambar II.9 tahap pengujian tarik terhadap bahan kayu dan contoh model struktur (sumber: observasi lapangan)

### b. Laboratorium Mekanika Bahan

#### 1) Struktur Beton

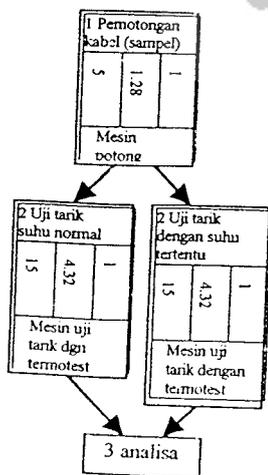


### 2) Struktur Baja

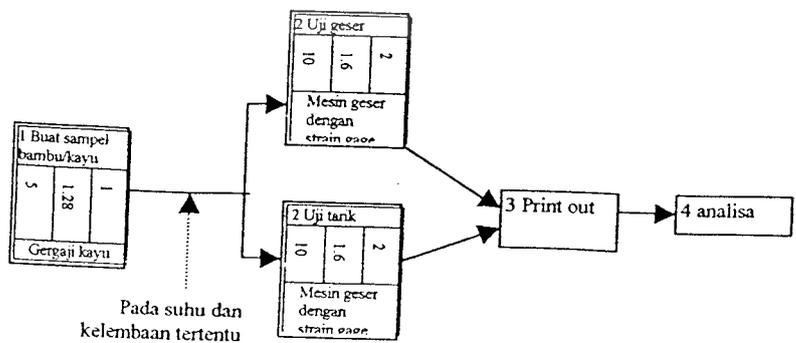


Gambar II.10 alat potong baja dan tahap pengujian bahan baja terhadap gaya tarik dengan menggunakan alat optik serta perlengkapan komputer (sumber: observasi lapangan)

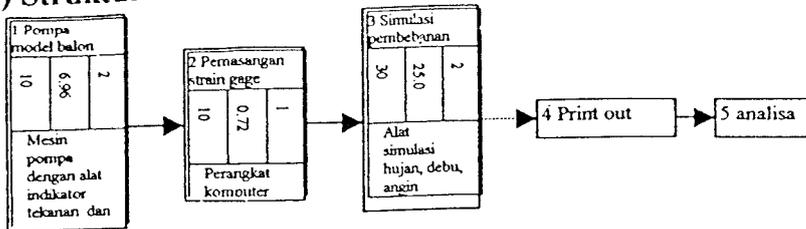
### 3) Struktur Kabel



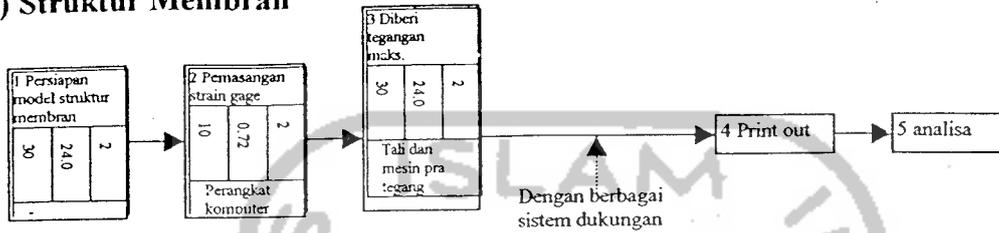
### 4) Struktur Bambu/kayu



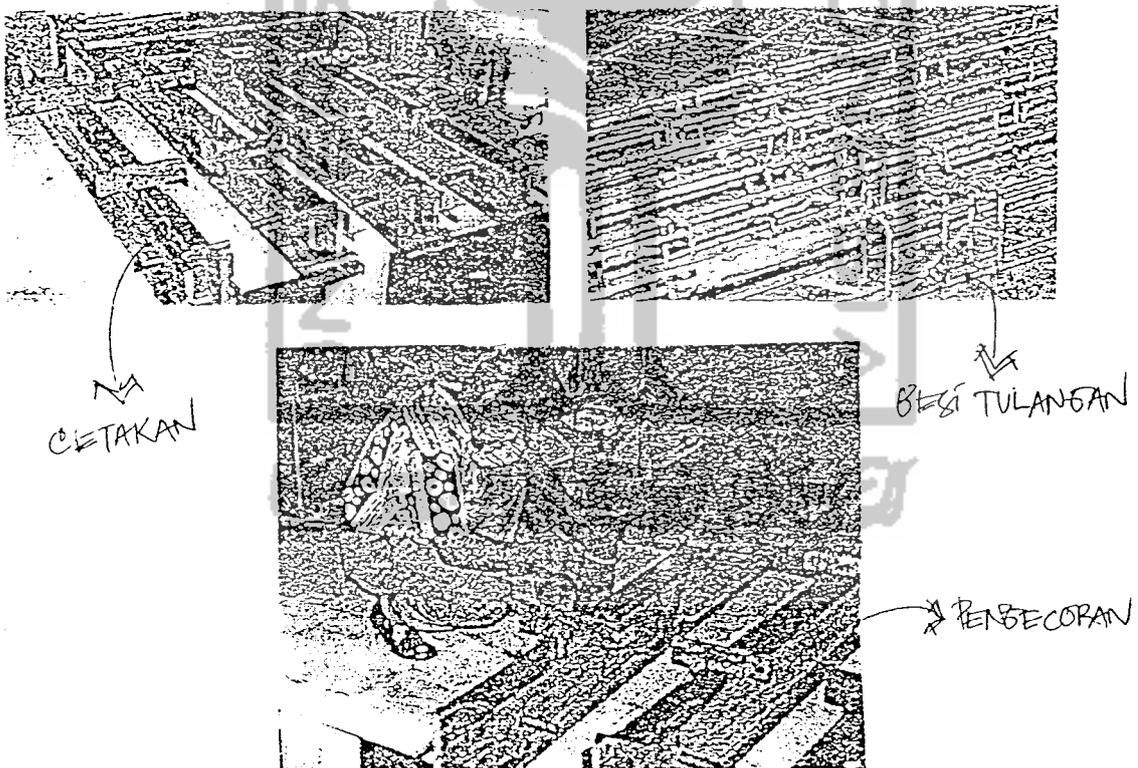
### 5) Struktur Balon



### 6) Struktur Membran

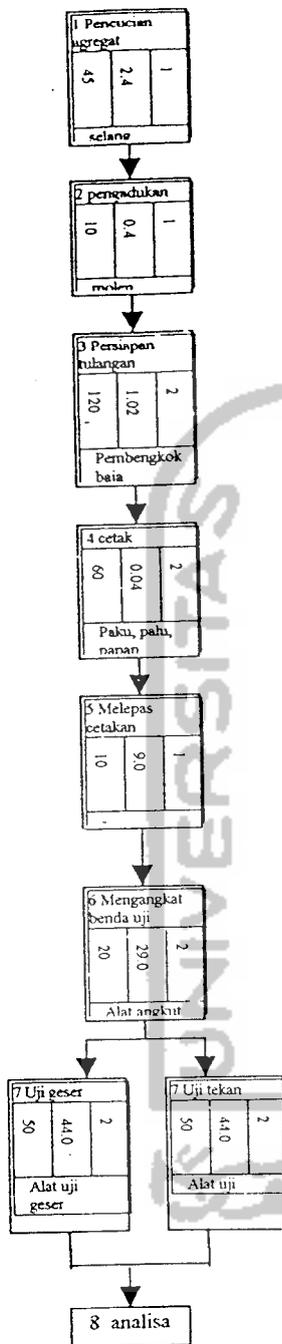


### c. Laboratorium Struktur

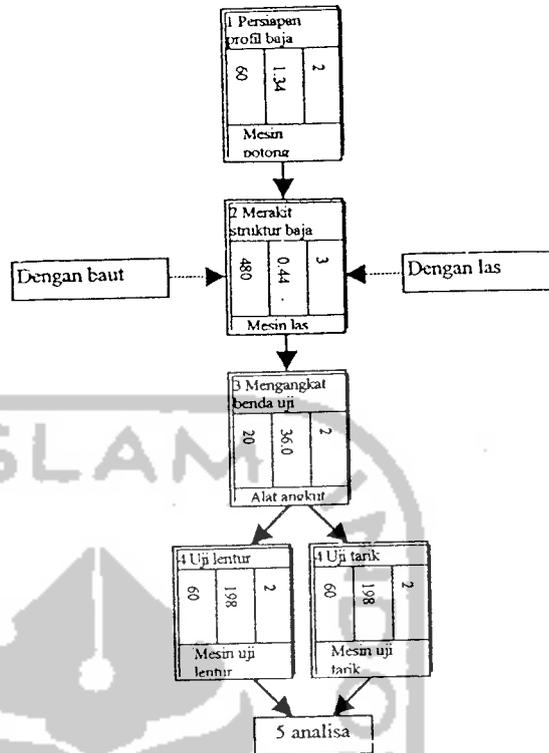


Gambar II.11 proses pembuatan model struktur, dari persiapan tulangan sampai pengecoran (sumber: observasi lapangan)

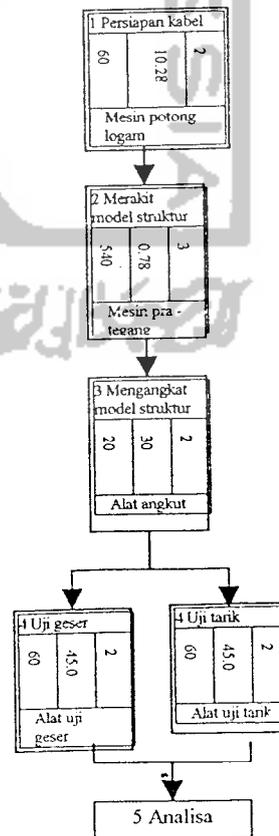
### 1) Struktur Beton



### 2) Struktur baja

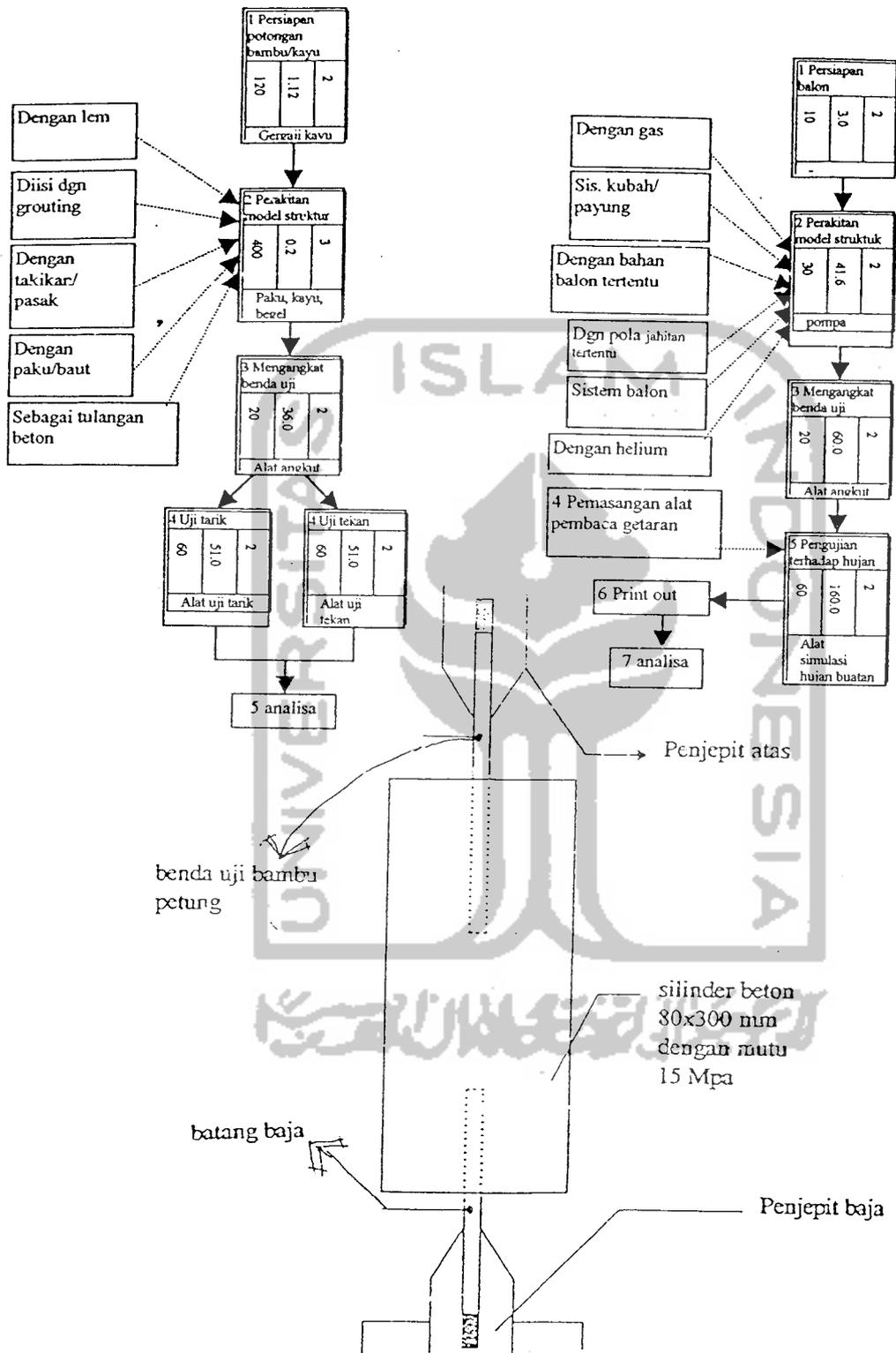


### 3) Struktur Kabel



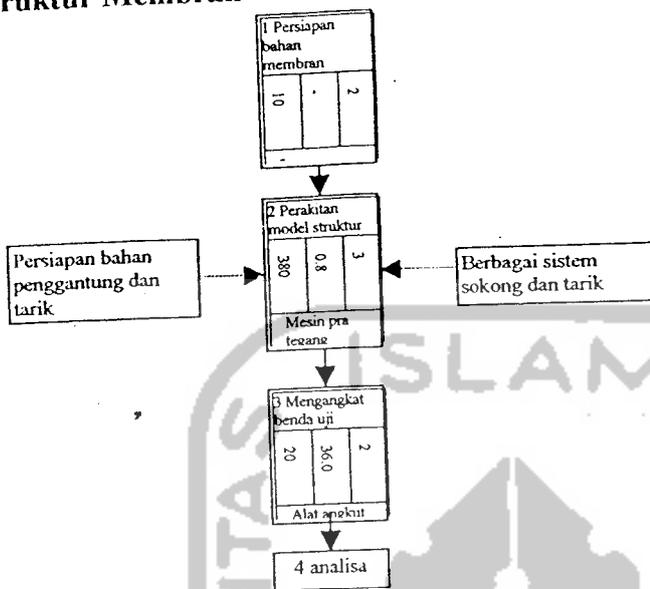
4) Struktur Bambu/Kayu

5) Struktur Balon

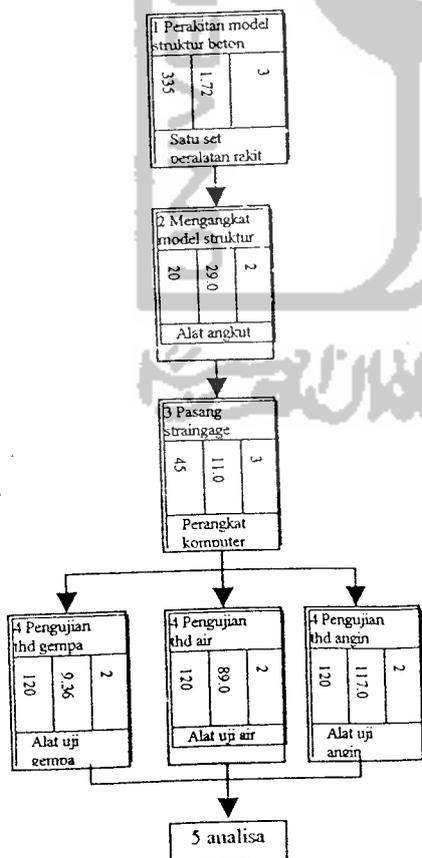


Gambar II.12 contoh penggunaan kayu/bambu sebagai bahan alternatif tulangan beton (sumber: observasi lapangan)

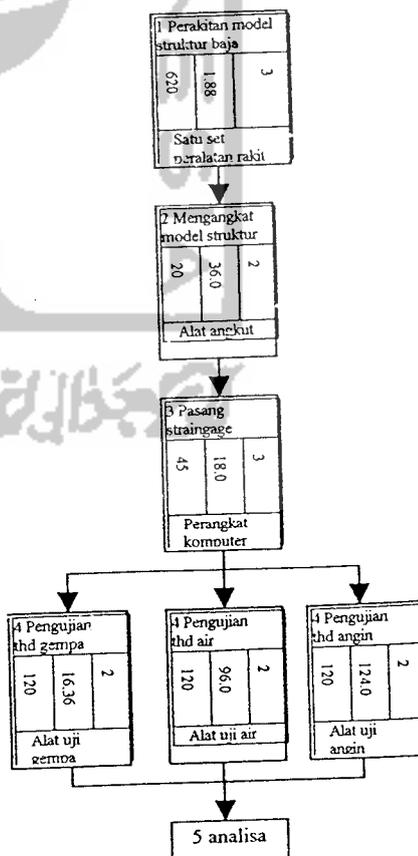
6) Struktur Membran



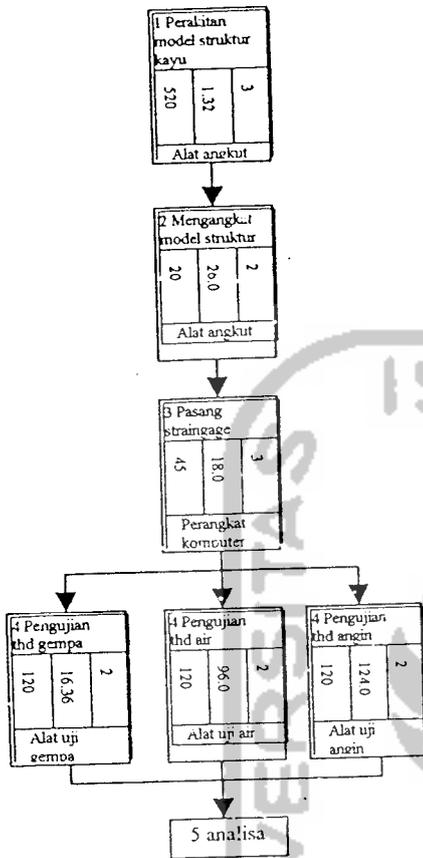
c. Laboratorium Aplikasi Struktur  
1) Struktur Beton



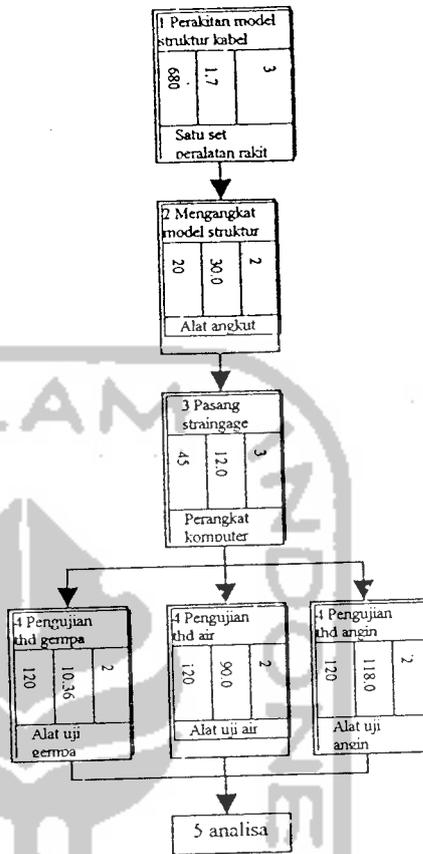
2) Struktur Baja



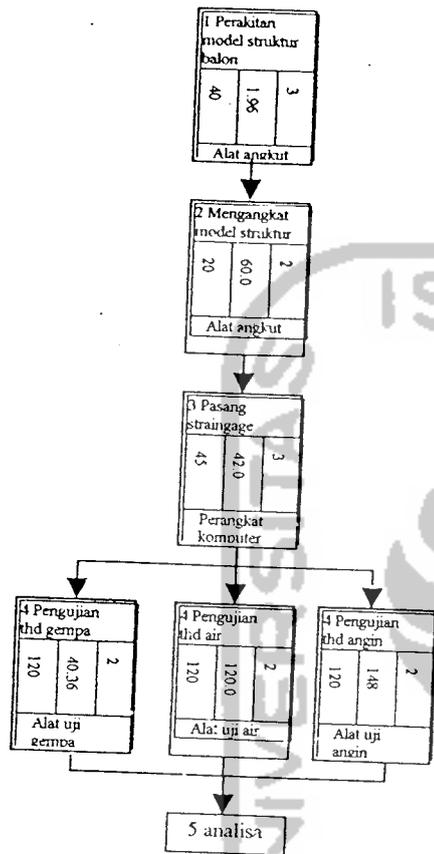
### 3) Struktur Kayu



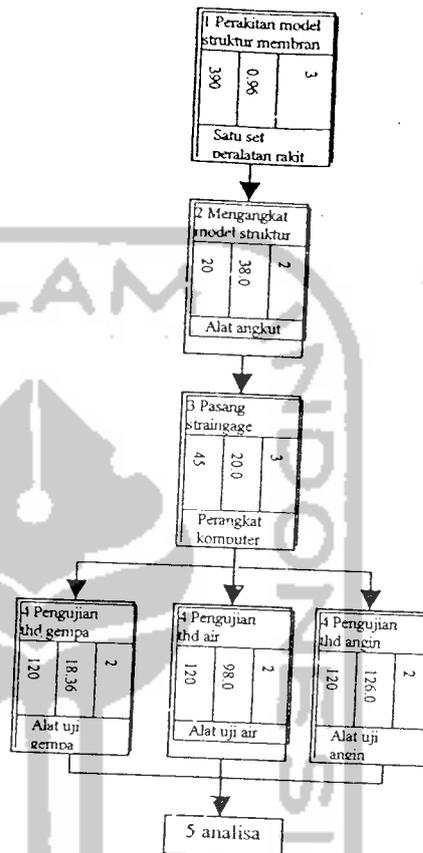
### 4) Struktur Kabel



5) Struktur Balon



6) Struktur Membran



#### L.4 Studi besaran ruang pengelola

##### 1. Ruang Ka. Lab.

Setiap laboratorium memiliki satu ruang kepala laboratorium, masing-masingnya memiliki luas  $16\text{m}^2$

##### 2. Ruang diskusi

Standar per orang  $2\text{ m}^2$ . Kapasitas 20 orang. Luas ruang rapat =  $2\text{ m}^2 \times 20 = 40\text{ m}^2$

##### 3. Perpustakaan.

Standar per orang  $2 - 4\text{m}^2$

Kapasitas ruang baca 150 orang  $\rightarrow 4\text{ m}^2 \times 150 = 600\text{ m}^2$ .

Kontrol pengawasan ( 3 orang) @  $4\text{ m}^2 = 12\text{ m}^2$ .

Koleksi buku (*book stack*) @  $10.45\text{ m}^2$  dengan 50 stack  $\rightarrow 10.45\text{ m}^2 \times 50 = 522.5\text{ m}^2$

Ruang koleksi referensi/arsip  $\rightarrow 10\% \times 522.5 = 52.25\text{ m}^2$ .

Ruang photo copy =  $24\text{ m}^2$ .

Ruang pengoalahan buku masuk  $\rightarrow 12\% \times 1134.5\text{ m}^2 = 136.14\text{ m}^2$ .

##### 4. Musholla

Kapasitas 176 orang. Standar per orang  $1\text{ m}^2$ . Luas musholla =  $1\text{ m}^2 \times 176 = 176\text{ m}^2$ .

##### 5. Lavatory

Standar 1 wc =  $3\text{ m}^2$ , 1 washtafel =  $0.99\text{ m}^2$  san 1 urinoir =  $0.63\text{ m}^2 \times 176 = 176\text{ m}^2$ . Luas Lav. Untuk :

$\rightarrow$  Wanita : 3 wc =  $3\text{ m}^2$ , 5 washtafel =  $4.95\text{ m}^2$

$\rightarrow$  Pria : 2 wc =  $6\text{ m}^2$ , 4 washtafel =  $3.96\text{ m}^2$ , 6 urinoir =  $3.78\text{ m}^2$

Sirkulasi 30 %  $\rightarrow 8.3\text{ m}^2$ . Luas Lav. =  $35.9\text{ m}^2$

## 6. Ruang pimpinan/direktur

Ruang kerja + tamu =  $24 \text{ m}^2$ . Sirkulasi 10% =  $2.4 \text{ m}^2 \rightarrow 26.4 \text{ m}^2$ . Km/wc =  $5.1 \text{ m}^2$ . Luas ruang =  $31.5 \text{ m}^2$ .

## 7. Ruang kesekretariatan

Ruang kabag =  $6 \text{ m}^2$ . Sirkulasi 10% =  $6.6 \text{ m}^2$

4 orang staf @  $4.8 \text{ m}^2 = 19.2 \text{ m}^2$ . Sirkulasi 11% =  $21.3 \text{ m}^2$

Ruang arsip 45% =  $12.5 \text{ m}^2$

## 8. Ruang sekretaris

2 orang sekretaris @  $4.8 \text{ m}^2 = 9.6 \text{ m}^2$ . Sirkulasi 10%  $10.56 \text{ m}^2$ .

## 9. Ruang administrasi keuangan

Ruang kabag =  $6.6 \text{ m}^2$ . 6 orang staf @  $4.8 \text{ m}^2 = 28.8 \text{ m}^2$ . Sirkulasi 10% =  $2.88 \text{ m}^2$ . Luas ruang administrasi keuangan =  $31.68 \text{ m}^2$ . Ruang arsip 45% =  $14.25 \text{ m}^2$ .

## 10. Ruang tata usaha

Ruang kabag =  $6.6 \text{ m}^2$ . 7 orang staf @  $4.8 \text{ m}^2 = 33.6 \text{ m}^2$ . Sirkulasi 10% =  $3.36 \text{ m}^2$ . Luas ruang TU =  $36.96 \text{ m}^2$ . Ruang arsip 45% =  $12.95 \text{ m}^2$ .

## 11. Ruang logistik

Ruang kabag =  $6.6 \text{ m}^2$ . 5 orang staf @  $4.8 \text{ m}^2 = 24 \text{ m}^2$ . Sirkulasi 10% =  $2.4 \text{ m}^2$ . Luas ruang logistik =  $26.4 \text{ m}^2$ . Ruang arsip 25 % =  $6.6 \text{ m}^2$ .

## 12. Ruang rapat

Untuk 20 orang  $\rightarrow 3.1 \text{ m}^2 \times 8.1 \text{ m}^2 = 25.11 \text{ m}^2$ . Sirkulasi 13% =  $3.26 \text{ m}^2$ .

Luas ruang rapat =  $28.37 \text{ m}^2$ .

## 13. Ruang pimpinan informasi

Ruang kabag =  $6.6 \text{ m}^2$ . 5 orang staf @  $4.8 \text{ m}^2 = 24 \text{ m}^2$ . Sirkulasi 10 % =  $26.4 \text{ m}^2$ .

### L.5 Perhitungan frekuensi kegiatan penelitian dan pengembangan

Untuk menghitung frekuensi, maka perlu diketahui waktu efektif pelaksanaan kegiatan pada masing-masing ruang laboratorium. Dengan demikian waktu efektif dihitung berdasarkan jam kerja yang ditetapkan, yaitu sebagai berikut :

- Senin – Kamis : 08.00 – 12.00 = 4 jam

$$13.00 - 15.00 = \underline{2 \text{ jam}}$$

6 jam

Waktu efektif senin – Kamis =  $6 \times 4 = 24$  jam

- Jumat : 08.00 – 11.00 = 3 jam

- Sabtu : 08.00 – 12.00 = 4 jam

Maka waktu efektif pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengembangan dalam 1 minggu adalah  $24 + 3 + 4 = 31$  jam = 1860 menit

Hirarki waktu efektif pelaksanaan kegiatan:

/ Minggu = 31 jam = 1860 menit, / Bulan = 4 minggu, / Tahun = 48 minggu.

#### a. Perhitungan frekuensi kegiatan penelitian dan pengembangan

##### 1) Laboratorium BKT

- \* Beton → 3410 benda uji/tahun

$$513 \text{ menit} = 10 \text{ benda uji}$$

$$51 \text{ menit} = 1 \text{ benda uji}$$

$$/ \text{Minggu} = 1860 : 51 = 37 \text{ benda uji}$$

$$= 3410 : 37 = 92 \text{ minggu}$$

Catatan : pekerjaan beton membutuhkan lebih dari satu modul volume pekerjaan.

Check 2 modul volume pekerjaan:

$$51 \text{ menit} : 2 = 26 \text{ menit}$$

$$26 \text{ menit} = 1 \text{ benda uji}$$

$$/ \text{Minggu} = 1860 : 26 = 72 \text{ benda uji}$$

$$= 3410 : 72 = 47 \text{ minggu (ok!)}$$

- \* Baja (tanpa alat sambung)  $1421 \times 65 \% = 924$  benda uji/thn  
 25 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 25 = 74$  benda uji  
 =  $924 : 74 = 13$  minggu
- \* Baja (dengan alat sambung)  $1421 \times 35 \% = 497$  benda uji/thn  
 35 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 35 = 53$  benda uji  
 =  $497 : 53 = 9$  minggu
- \* Kabel  $\rightarrow$  284 benda uji/tahun  
 20 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 20 = 93$  benda uji  
 =  $284 : 93 = 3$  minggu
- \* Bambu/kayu  $\rightarrow$  568 benda uji/tahun  
 47 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 47 = 40$  benda uji  
 =  $568 : 40 = 14$  minggu
- \* Balon dan Membran  $\rightarrow$  0 benda uji/tahun (temporer)  
 30 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 30 = 62$  benda uji (Max)

## 2) Lab Mekanika Bahan

- \* Struktur Beton  $\rightarrow$  314 benda uji/tahun  
 41 menit = 10 benda uji  
 41 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 41 = 45$  benda uji  
 =  $3140 : 45 = 76$  minggu

Cara pekerjaan beton membutuhkan lebih dari 1 modul Volume pekerjaan

Chek 2 modul  $\rightarrow$  41 menit : 2 = 21 menit

$$\begin{aligned}
 & 21 \text{ menit} = 1 \text{ benda uji} \\
 / \text{ Minggu} & = 1860 : 21 = 89 \text{ benda uji} \\
 & = 3410 : 89 = 38 \text{ minggu (OK !)}
 \end{aligned}$$

Struktur Baja  $\longrightarrow$  4121 benda uji./ tahun  
 23 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 23 = 81$  benda uji  
 =  $1421 : 81 = 18$  minggu

\* Struktur Kayu/bambu  $\longrightarrow$  568 benda uji/tahun  
 15 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 15 = 124$  benda uji  
 =  $568 : 124 = 5$  minggu

\* Struktur Kabel 284 benda uji/tahun  
 20 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 20 = 93$  benda uji  
 =  $284 : 93 = 3$  minggu

\* Struktur Balon  $\longrightarrow$  0 benda uji/tahun (temporer)  
 50 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 50 = 37$  benda uji (Max)

\* Struktur Membran  $\longrightarrow$  0 benda uji/tahun (temporer)  
 60 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 60 = 31$  benda uji (Max)

### 3) Lab Struktur

\* Struktur Beton  $\longrightarrow$  3410 benda uji : 10 = 341 benda uji/tahun  
 335 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 335 = 6$  benda uji  
 =  $341 : 6 = 57$  minggu

Catatan : Pekerjaan beton membutuhkan lebih dari 1 modul Volume pekerja.

Check 2 modul: 335 menit : 2 = 168 menit  
 168 menit = 1 benda uji  
 / Minggu =  $1860 : 620 = 3$  benda uji  
 142 : 3 = 31 minggu ( OK ! )

- \* Struktur Baja  $\longrightarrow$  1421 benda uji : 10 = 142 benda uji/tahun  
 620 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 620 = 3 benda uji  
 = 142 : 3 = 47 minggu
- \* Struktur Kabel  $\longrightarrow$  2840 benda uji : 10 = 28 benda uji/tahun  
 680 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 680 = 3 benda uji  
 = 28 : 3 = 9 minggu
- \* Struktur Kayu/Bambu  $\longrightarrow$  568 benda uji : 10 = 57 benda uji/tahun  
 600 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 600 = 3 benda uji  
 = 57 : 3 = 19 minggu
- \* Struktur Membran  $\longrightarrow$  0 benda uji/tahun (temporer)  
 470 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 470 = 4 benda uji (Max)
- \* Struktur Balon  $\longrightarrow$  0 benda uji/tahun (temporer)  
 120 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 120 = 16 benda uji (Max)

#### 4) Lab Aplikasi Struktur

- \* Struktur Beton  $\longrightarrow$  3410 benda uji : 10 = 341 benda uji/tahun  
 520 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 520 = 4 benda uji  
 = 341 : 4 = 85 minggu

Catatan : Pekerjaan beton membutuhkan lebih dari 1 modul Volume pekerja.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Check 2 Vol i} & = & 520 \text{ menit} : 2 = 260 \text{ menit} \\
 & & 260 \text{ menit} = 1 \text{ benda uji} \\
 \text{/ Minggu} & = & 1860 : 260 = 7 \text{ benda uji} \\
 & & 314 : 7 = 48 \text{ minggu (OK!)}
 \end{array}$$

- \* Struktur Baja → 1421 benda uji : 10 = 142 benda uji/tahun  
 805 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 805 = 2 benda uji  
 = 142 : 2 = 71 minggu

Catatan : Kurang

- Check 2 modul = 805 menit : 2 = 403 menit  
 403 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 403 = 5 benda uji  
 142 : 5 = 28 minggu ( OK ! )

- \* Struktur Kabel → 284 benda uji : 10 = 28 benda uji/tahun  
 865 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 865 = 2 benda uji  
 = 28 : 2 = 14 minggu
- \* Struktur Kayu → 568 benda uji : 10 = 57 benda uji/tahun  
 705 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 705 = 3 benda uji  
 = 57 : 3 = 19 minggu
- \* Struktur Membran → 0 benda uji/tahun (temporer)  
 575 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 575 = 3 benda uji (Max)
- \* Struktur Balon → 0 benda uji/tahun (temporer)  
 225 menit = 1 benda uji  
 / Minggu = 1860 : 225 = 8 benda uji (Max)

## b. Jadwal kegiatan penelitian dan pengembangan

### 1) Laboratorium BKT

Tabel III.4 Frekuensi dan Jadwal kegiatan dalam 1 tahun

Kegiatan	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Jumlah Benda Uji	Kebutuhan modul vol. pekerjaan
Penelitian Struktur Beton	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	3410 (72/mgg)	2
Penelitian Struktur Baja													1421 (127/mmm)	1
Penelitian Struktur Kabel				■									184 (93/mgg)	1
Penelitian Struktur Kayu													568 (40/mgg)	1
Penelitian Struktur Membran													62/mgg (max)	1
Penelitian Struktur Balon													62/mgg (max)	1

Sumber: analisis penulis

## L.6 Data peralatan laboratorium dan karakteristiknya

Tabel L.5 Karakteristik peralatan

Ruang kegiatan	Peralatan	Dimensi (cm)	Fungsi	Karakteristik
1. Lab. Penelitian Struktur Beton	a. Corong kerucut Abrams	& 60360	a. mengetahui kelecakan beton	Bekerja dengan tenaga listrik berdaya
	b. Compressor-vibrator	100330330	b. Alat pemadat spesi beton	
2. Bengkel Beton	c. Mistar	60 × 1	c. alat ukur	besar, bising, kotor, konsentrasi tinggi, manual, menimbulkan getaran, dibutuhkan cahaya terang,
	d. Cetakan silinder-beton	Ø 30 × 60	d. Alat cetak model silinder	
	e. Cetakan kubus-beton	15 × 15 × 15	e. Alat cetak model kubus	
	f. Alat lumat	65 × 55 × 60	f. Alat uji kekuatan batuan	
	g. Timbangan	50 × 26 × 10	g. Alat untuk menimbang	
	h. Kaliper	30 × 10	h. Alat ukur	
	i. Gelas ukur	Ø 15 × 60	i. Alat untuk mengetahui derajat lumpur dalam pasir	
	j. Oven	90 × 48 × 50	j. Alat pemanas hingga 500°C	
	k. Desikator	Ø 55 × 60	k. Alat pendingin	
	l. Mesin ayak	79 × 58 × 80	l. Alat uji kelayakan batuan	
	m. Molen	140 × 80 × 100	m. Alat pencampur spesi beton	
	n. Alat uji desak beton	140 × 76 × 140	n. Alat mengetahui kekuatan beton	
	o. Strainometer	30 × 15 × 30	o. Alat ukur deformasi beton	
	p. Steel reinforcement detection	27 × 20 × 20	p. Alat untuk melihat situasi didalam struktur beton (hingga radius 120 mm)	
	q. Universal coring machine petrol driven	75 × 50 × 100	q. Alat pengebor beton (untuk mengambil sampel)	
	r. Concrete temp meter	20 × 10 × 5	r. mengukur temperatur spesi beton	
	s. Alat uji kekentalan beton	60 × 30 × 100	s. Untuk mendeteksi kekentalan adukan beton	
	t. Laboratory crusher	65 × 55 × 60	t. Perancah batu	
	u. Scratch hardness test	20 × 15 × 30	u. mendeteksi kekerasan beton	
	v. Air pycnometer	28 × 20 × 5	v. mengukur volume dan kekakuan agregat	
2. Bengkel Beton	a. alat tarik tulangan baja	140 × 76 × 60	a. alat untuk memberi tegangan maksimum pada tulangan beton	Bekerja dengan listrik berdaya besar, kotor, bising, dimensi alat relatif besar.
	b. molen	140 × 80 × 100	b. pengaduk campuran beton	
	c. Compressor-vibrator	100 × 30 × 30	c. pemadat campuran beton	
	d. steel cutter	140 × 76 × 100	d. pemotong baja tulangan beton	
	e. cetakan balok model silinder dan persegi panjang	75 × 15 × 15	e. alat cetak model struktur beton	
3. Lab. Struktur Baja	a. magnet berkekuatan besar	10 × 10 × 5	a. alat deteksi retakan pada las-lusur	Bekerja dengan tenaga listrik, bising, kotor, bedimensi relatif besar, mengeluarkan api.
	b. las listrik dan karbit	100 × 30 × 60	b. untuk menyambung dan memotong baja/profil baja	
	c. mesin uji tarik	140 × 76 × 130	c. untuk mengetahui tegangan baja dan kuat tariknya	
	d. Te. ile splitting machine	65 × 52 × 80	d. alat untuk menyelidiki regangan dan lentur baja	
	e. Kaliper	30 × 10	e. alat ukur dimensi baja	

4. Bengkel Baja	f. Alat pelengkung baja	140 × 100 × 80	f. untuk membengkokkan baja	Bekerja dengan tenaga listrik, kotor, bising, objek alat relatif besar, panas, mengeluarkan api
	g. Bor listrik	15 × 8	g. melubangi baja (tempat baut)	
	h. las listrik dan karbit	100 × 30 × 60	a. alat penyambung dan pemotong baja/profil baja	
	b. bor listrik	15 × 8	b. untuk melubangi baja (tempat baut)	
	c. alat penggantung	rad. 2000	c. alat untuk menggantung model struktur baja	
	d. alat pengangkat	600 × 300 × 80	d. alat untuk mengangkat baja dan modelnya	
5. Lab. Struktur Kabel	e. palu, penjepit profil baja	15 × 8	e. alat bantu pelaksanaan pekerjaan	Bekerja dengan tenaga listrik, konsentrasi tinggi, butuh cahaya cukup, bekerja secara otomatis
	n. pengukur kerapatan serat	30 × 20 × 10	a. untuk mengetahui regangan serat	
	b. alat pemuntir kabel	140 × 76 × 120	b. untuk membuat dan membuka serat kabel	
	c. alat uji getar kabel	rad. 1000	c. untuk mengetahui ketahanan kabel terhadap getaran (frekuensi tertentu)	
	d. alat penjepit dan pelengkung kabel	140 × 100 × 80	d. alat bantu pelaksanaan pekerjaan	
	e. alat uji tarik kabel	140 × 100 × 130	e. untuk mengetahui tegangan kabel	
	f. kaliper	30 × 10	f. alat ukur	
	g. automatic hammer test	15 × 8	g. untuk mengetahui pengaruh beban fluktuatif terhadap kabel	
	h. alat uji tarik bahan serat kabel	60 × 10 × 80	h. untuk mengetahui tegangan bahan serat kabel	
	6. Lab. Struktur Balon	a. compressor	100 × 30 × 60	
b. alat uji tarik membran		100 × 100 × 60	b. untuk mengetahui tegangan dan regangan membran (medium udara)	
c. mesin jahit listrik besar		300 × 200 × 100	c. alat penyambung membran	
d. alat pelacak aliran udara		90 × 48 × 30	d. alat untuk mengetahui kerapatan udara dan suhu udara terpanatan	
7. Lab. Struktur Kayu	a. kaliper	30 × 10	a. alat ukur dimensi	Bekerja dengan tenaga listrik, kotor, bising, butuh cahaya cukup
	b. oven	90 × 48 × 60	b. alat pengering (hingga 500°C)	
	c. desikator	Ø 55 × 60	c. alat pendingin	
	d. timbangan	50 × 26 × 10	d. alat untuk menimbang	
	e. stopwatch	2 × 2	e. pencatat waktu	
	f. alat khusus tarik kayu	140 × 100 × 130	f. alat untuk menguji kuat tarik kayu	
	g. gergaji	50 × 10	g. pemotong kayu	

8. Lab Kimia	<ul style="list-style-type: none"> <li>h. amplas</li> <li>i. alat khusus geser kayu</li> <li>j. mesin tarik-desak</li> <li>k. strainometer</li> <li>a. Gelas ukur</li> <li>b. Gelas kimia</li> <li>c. Lemari reaksi</li> <li>d. oven</li> <li>e. Automatic Absorption Analyses (AAS)</li> <li>f. Lemari pendingin (freezer)</li> <li>g. Komputer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>15 × 15</li> <li>90 × 45 × 80</li> <li>140 × 100 × 130</li> <li>30 × 15 × 60</li> <li>Ø 20 × 60</li> <li>Ø 25 × 60</li> <li>150 × 90 × 120</li> <li>90 × 48 × 60</li> <li>300 × 200 × 80</li> <li>90 × 75 × 120</li> <li>100 × 100 × 30</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>h. penghalus permukaan kayu</li> <li>i. untuk mengetahui regangan kayu</li> <li>j. untuk mengetahui tegangan kayu</li> <li>k. alat ukur deformasi kayu</li> <li>a. Mengukur cairan kimia</li> <li>b. Mancampur cairan kimia</li> <li>c. Lemari tempat melakukan reaksi</li> <li>d. Alat pemanas hingga 500°C</li> <li>e. Alat analisis komposisi kimia</li> <li>f. Menyimpan cairan kimia</li> </ul>	Bekerja dengan tenaga listrik, ketelitian tinggi, butuh cahaya terang
9. Ruang Uji Gempa	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. lantai uji gempa</li> <li>b. perangkat komputer</li> <li>c. crane penggantung</li> <li>d. seismograf</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>300 × 300</li> <li>300 × 150 × 30</li> <li>rad. 2000</li> <li>180 × 75 × 80</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. alat untuk mengetahui kondisi struktur bangunan dalam keadaan gempa</li> <li>b. mesin bantu otomatisasi dan pencatat data hasil percobaan</li> <li>c. alat untuk mengangkat/menggantung model struktur</li> <li>d. alat pengukur skala gempa</li> </ul>	Bekerja dengan tenaga listrik, dimensi besar, mengeluarkan getaran, butuh cahaya cukup
10. Ruang Uji Angin	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. kipas besar</li> <li>b. exhaust fan</li> <li>c. lantai penjepit</li> <li>d. crane penggantung</li> <li>e. perangkat komputer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>300 × 300</li> <li>100 × 60 × 100</li> <li>300 × 300</li> <li>rad. 2000</li> <li>300 × 150 × 30</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. alat yang mengeluarkan hembusan angin dengan kekuatan tertentu</li> <li>b. alat penghisap angin</li> <li>c. alat untuk menjepit model struktur (sebagai pondasi)</li> <li>d. alat angkut model struktur</li> <li>e. alat otomatisasi dan pencatat hasil percobaan</li> </ul>	Bekerja dengan tenaga listrik, otomatis, butuh cahaya cukup, bertekanan tinggi, berdimensi besar
11. Ruang Uji air	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. pompa air</li> <li>b. lantai penjepit</li> <li>c. crane penggantung</li> <li>d. perangkat komputer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>100 × 30 × 30</li> <li>300 × 300</li> <li>rad. 2000</li> <li>300 × 150 × 30</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. alat pemberi tekanan air</li> <li>b. alat penjepit model struktur (sbg Pondasi)</li> <li>c. alat angkut model struktur</li> <li>d. alat otomatisasi dan pencatat hasil percobaan</li> </ul>	Bekerja dengan tenaga listrik, basah, otomatis, bertekanan tinggi, butuh cahaya cukup
12. Ruang Uji Lentur	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. alat uji lentur struktur beton</li> <li>b. alat uji lentur struktur baja/kabel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>400 × 150 × 650</li> <li>100 × 400 × 1000</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. alat untuk mengetahui tegangan dan regangan model struktur beton</li> <li>b. alat untuk mengetahui gaya puntir, regangan dan tegangan model</li> </ul>	Bekerja dengan tenaga listrik, berdimensi extra besar, bising, kotor,

	c. alat uji lentur struktur kayu d. crane angkut e. perangkat komputer	200 × 200 × 200 rad. 2000 300 × 150 × 30	struktur baja/kabel c. alat untuk mengetahui kuat lentur, gaya puntir, struktur kayu d. alat angkut e. alat otomasi	Batuh cahaya cukup
13. Ruang Uji Suhu	a. air conditioner b. ruang pemanas c. perangkat komputer d. crane	150 × 30 × 90 400 × 400 × 400 300 × 150 × 30 rad. 2000	a. pendingin ruangan (hingga -10°C) b. pemberi panas (hingga 500°C) c. alat otomasi d. alat angkut	Bekerja dengan tenaga listrik, perubahan suhu cepat
15. Ruang Staf 16. Ruang Ka. Lab. 17. Ruang Diskusi 18. Ruang Rapat	OHP, pengeras suara, mic, komputer, mesin tik, aiphone			Bekerja dengan tenaga listrik, manual, butuh cahaya cukup
Ruang Direktur Ruang Sekretaris Ruang Kesekretariatan Ruang Tamu Administrasi Keuangan Tata Usaha/Kepegawaian Bagian Logistik Ruang Rapat Gudang	Komputer, frezeer, mesin fax, telephone, aiphone, mesin tik, mesin foto copi, dll.			Bekerja dengan tenaga listrik, manual, modern
Ruang Keamanan Gudang Masjid Parkir				

Sumber: Modul produk-produk CONTROLS, th. 1995

## L.7 Data-data dan analisa persyaratan ruang laboratorium

### I. Pengkondisian Udara

Pengkondisian udara untuk Ruang Laboratorium Struktur Bangunan dibatasi pada sistem pengkondisian udara buatan (AC). Berdasarkan penelitian tentang lingkungan kerja, ditunjukkan bahwa karyawan dapat bekerja lebih baik dan jumlah kesalahan dapat dikurangi, sehingga efisiensi kerja dapat ditingkatkan. Disamping untuk melindungi peralatan terhadap debu, terlalu panas dan sebagainya.

Untuk itu, berikut ini standar dan persyaratan kondisi udara pada ruang Laboratorium Struktur Bangunan:<sup>1</sup>

Taksiran bahan AC	: 25 – 30 m <sup>2</sup> / TR
Kecepatan udara keluar	: 5,0 – 6,25 m/s
Kecepatan udara masuk	: > 4 m/s
Temperatur ruang	: 24 - 27 °C (musim panas)
Temperatur ruang	: 24 °C (musim hujan)
Kelembaban relatif	: 50 – 60 (musim panas)
Kelembaban relatif	: 45 - 50 (musim hujan)

Berikut ini Rumus Perhitungan Beban Pendingin Ruang (AC)

1). Beban kalor melalui bidang kaca (beban sensibel)

$$\begin{aligned} \text{Utara} &= \dots\dots\dots \text{m}^2 \times 800 \text{ btu/h/m}^2 = \dots\dots\dots \text{ btuh} \\ \text{Selatan} &= \dots\dots\dots \text{m}^2 \times 400 \text{ btu/h/m}^2 = \dots\dots\dots \text{ btuh} \\ \text{Timur} &= \dots\dots\dots \text{m}^2 \times 900 \text{ btu/h/m}^2 = \dots\dots\dots \text{ btuh} \\ \text{Barat} &= \dots\dots\dots \text{m}^2 \times 1000 \text{ btu/h/m}^2 = \dots\dots\dots \text{ btuh} + \end{aligned}$$

..... Btuh

2). Beban kalor oleh transmisi bidang dinding (beban sensibel)

$$\begin{aligned} \text{Utara} &= \dots\dots\dots \text{m}^2 \times 2,15 \text{ btu/h/m}^2 \times (t_0-t_1) = \dots\dots\dots \text{ btuh} \\ \text{Selatan} &= \dots\dots\dots \text{m}^2 \times 2,15 \text{ btu/h/m}^2 \times (t_0-t_1) = \dots\dots\dots \text{ btuh} \\ \text{Timur} &= \dots\dots\dots \text{m}^2 \times 2,15 \text{ btu/h/m}^2 \times (t_0-t_1) = \dots\dots\dots \text{ btuh} \\ \text{Barat} &= \dots\dots\dots \text{m}^2 \times 2,15 \text{ btu/h/m}^2 \times (t_0-t_1) = \dots\dots\dots \frac{\text{btuh}}{\dots\dots\dots} + \dots\dots\dots \text{ Btuh} \\ \text{Atap} &= \dots\dots\dots \text{m}^2 \times 11,5 \text{ btu/h/m}^2 \times (t_0-t_1) = \dots\dots\dots \frac{\text{btuh}}{\dots\dots\dots} + \dots\dots\dots \text{ Btuh} \end{aligned}$$

<sup>1</sup> Utilitas Bangunan, Ir. Hartono Poerbo, M. Arch., tahun 1982

## 3). Beban kalor intern

$$\text{Beban sensibel orang} = \text{okupasi} \times 200 \text{ btuh} = \dots\dots \text{ Btuh}$$

$$\text{Beban latent orang} = \text{okupasi} \times 250 \text{ btuh} = \dots\dots \text{ Btuh}$$

$$\text{Beban sensibel lampu} = \Sigma \text{ lumen} \times 1,25 \times 3,4 = \dots\dots \text{ btuh}$$

$$\text{Beban sensibel mesin} = \Sigma \text{ kalor} \times 1,25 \times 3,4 = \dots\dots \text{ btuh} +$$

$$\dots\dots \text{ btuh}$$

$$\text{catatan : okupasi ruang} = \frac{\text{luas bruto}}{\text{luas per orang}}$$

## 4). Ventilasi atau infiltrasi

$$\text{CFM} = \frac{P \times L \times T \times \text{AC} \times 35,31}{60}$$

Beban kalor infiltrasi udara luar :

- Beban sensibel =  $\text{CFM} \times (t_0 - t_1) \times 1,08 \text{ btuh} = \dots\dots \text{ Btuh}$
- Beban laten =  $\text{CFM} \times (t_0 - t_1) \times 0,67 \text{ btuh} = \dots\dots \text{ Btuh} +$   
 $\dots\dots \text{ btuh}$

Keterangan :

- CFM = koefisien ventilasi
- P = panjang ruang (m)
- L = lebar ruang (m)
- T = tinggi ruang (m)
- AC = Air Changes/hour = 2 (minimum)

Maka:

- Total beban pendingin = (1) + (2) + (3) + (4) =  $\dots\dots \text{ Btuh}$

$$1 \text{ ton R} = 12000 \text{ btuh}$$

- Kapasitas AC =  $\frac{\text{total beban}}{12.000} \text{ ton R}$

- Daya listrik = 1 ton R = 1,25 Kw

$$\text{Total daya listrik} = \text{Total Ton R} \times 1,25 \text{ Kw}$$

### III.4.9 Analisa persyaratan ruang laboratorium

#### A. Sistem Pencahayaan

Kebutuhan pencahayaan pada Ruang Laboratorium dihitung berdasarkan sumber cahaya buatan, dengan pertimbangan :

- Cahaya buatan (lampu) lebih konsisten dari pada cahaya alam.
- Faktor-faktor perhitungan yang mempunyai standart yang lebih akurat.
- Elemen-elemen perhitungan lebih sedikit.

Seperti pada tabel karakter beberapa sumber cahaya (lampu) pada lampiran, maka ditentukan lampu TL ic. Ballast sebagai penerangan ruang laboratorium.

Spesifikasi TL ic. Ballast :

- $\phi$  = 50 – 80 watt
- Umur = 1800 – 9000 jam
- Penggunaan = indoor dan outdoor

Perhitungan jumlah lampu pada Lab. BKT dan Lab. Mekanika Bahan adalah diketahui seperti pada hal .... Dan besaran ruang seperti pada analisa :

Luas bidang =  $10 \times 20 = 200 \text{ m}^2$   
 Iluminasi = 500 lux  
 CU = 50 – 65 %  
 LLF = 0,7 – 0,8

$$N = \frac{E \times A}{\phi \times LLF \times CU}$$

$$= \frac{500 \times 200}{80 \times 0,7 \times 65}$$

$$= \frac{100000}{3640}$$

$$= 27 \text{ buah lampu}$$

Keterangan :

N = jumlah lampu

E = iluminasi

A = luas bidang kerja

$\phi$  = lumen (watt)

LLF = Light lous Factor

CU = Coeffisien of Utilization

$$\text{Total daya} = 80 \times 27$$

$$= 2160 \text{ watt}$$

$$= 2,2 \text{ kw}$$

#### B. Pengkondisian Udara

Seperti telah diuraikan pada Bab II, bahwa pemilihan sistem pengkondisian udara dengan sistem buatan (AC) lebih baik dan lebih mendukung efisiensi dan efektifitas kerja. Ruang laboratorium lebih membutuhkan konsistensi dan kepastian serta ketepatan perencanaan kondisi udara di dalam ruang.

Berdasarkan persamaan yang telah diketahui pada Bab II, maka berikut ini dihitung kapasitas AC yang dibutuhkan pada ruang lab. BKT dan Lab. Mekanika Bahan.

(1) Beban kalor melalui bidan kaca (beban sensibel)

Utara	= $8 \text{ m}^2 \times 800 \text{ btu/h/m}^2$	= 6.400 btuh
Selatan	= 0	= 0
Timur	= 0	= 0
Barat	= $16 \text{ m}^2 \times 1000 \text{ btu/h/m}^2$	= <u>16.000 btuh</u> +
		<b>22.400 btuh</b>

(2) Beban kalor oleh transmisi bidang dinding (beban sensibel)

Utara	= $60 \text{ m}^2 \times 2,15 \text{ btu/h/m}^2 \times 5\%$	= 645 btuh
Selatan	= $60 \text{ m}^2 \times 2,15 \text{ btu/h/m}^2 \times 5\%$	= 645 btuh
Timur	= $30 \text{ m}^2 \times 2,15 \text{ btu/h/m}^2 \times 5\%$	= 322,5 btuh
Barat	= $60 \text{ m}^2 \times 2,15 \text{ btu/h/m}^2 \times 5\%$	= <u>322,5 btuh</u> +
		1935 btuh
Atap	= $200 \text{ m}^2 \times 11,5 \text{ btu/h/m}^2 \times 5\%$	= <u>11500 btuh</u> +
		<b>13435 btuh</b>

(3) Beban kalor intern

Okupasi ruang	= $\frac{\text{Luas bruto}}{\text{Luas/orang}} = \frac{200}{1,5}$	= 133,3
Beban sensibel orang	= $133,3 \times 200 \text{ btuh}$	= 26.660
Beban latent orang	= $133,3 \times 250 \text{ btuh}$	= 33.325
Beban sensibel lampu	= $80 \times 27 \times 1,25 \times 4$	= 9180
Beban sensibel mesin	= $90 \times 1,25 \times 3,4$	= <u>382,5</u> +
		<b>69547,5 btuh</b>

(4) Ventilasi atau infiltrasi

$$\text{CFM} = \frac{20 \times 10 \times 3 \times 2 \times 35,31}{60} = 706,2$$

Beban kalor infiltrasi udara luar :

- Beban sensibel =  $706,2 \times 5\% \times 1,08 \text{ btuh} = 3813,5 \text{ btuh}$
  - Beban latent =  $706,2 \times 5\% \times 0,67 \text{ btuh} = 2365,8 \text{ btuh}$  +
- 6179,3 btuh**

$$\begin{aligned} \text{Total beban pendingin} &= (1) + (2) + (3) + (4) \\ &= 22400 + 13435 + 69547,5 + 6179,3 \\ &= 111,561,8 \text{ btuh} \\ &\approx \mathbf{111562 \text{ btuh}} \end{aligned}$$

$\Rightarrow$  I Ton R = 12000 btuh

- Kapasitas AC =  $\frac{111562}{12000} = 9 \text{ ton R}$
- Daya listrik = 1 ton R = 1,25 KW  
Total daya listrik = 9 ton x 1,25 = **11,25 KW**

### C. Kebisingan

Perencanaan tingkat kebisingan adalah perbandingan antara  $\Sigma$  daya serap permukaan pada ruang yang akan direncanakan. Dalam hal ini Lab. BKT dan Lab. Mekanika Bahan.

(1) Sumber bising

• Mesin uji desak ( 2 buah @	= 105 db	
• Mesin uji geser	= 105 db	
• Mesin uji keras batuan	= 115 db	
• Mesin uji keras beton	= 76 db	
• Molen (2 buah) @	= 100 db	
• Mesin ayak	= 105 db	
• Percakapan normal	= 62 db	
• Kegiatan mencuci kerikil	= 80 db +	
	<u>923dB</u>	
Sumber bising rata-rata	= <u>923</u> db	= <b>115 dB</b>

(2) Koef. Absorpsi permukaan

• Dinding kayu acustie tidak dicat (180 m <sup>2</sup> )	= 3,28
• Lantai beton / serraso (200 m <sup>2</sup> )	= 0,02
• Pelaku (6 orang)	= 0,94
• Meja kayu (4 m <sup>2</sup> )	= 0,70
• Kursi empuk (2 m <sup>2</sup> )	= 0,67
• Beton yang dituang	= 0,02
• Udara (600 m <sup>3</sup> )	= 1,8

$$2 = \frac{(180 \times 3,28) + (200 \times 0,02) + (6 \times 0,94) + (4 \times 0,70) + (2 \times 0,67) + 0,02 + (600 \times 1,8)}{180 + 200 + 6 + 4 + 2 + 600}$$

$$= \frac{1684,18}{995} = 1,7$$

$$\Rightarrow \text{Bising dalam ruang} = \frac{115 \text{ db}}{1,7} = 67 \text{ db}$$

Enam puluh tujuh desibel (67db), merupakan angka aman adalah di bawah ambang bising yang merugikan yaitu 70 db.

#### D. Penanggulangan Kebakaran

Seperti pada tabel kelas, sistem dan bahan pemadam kebakaran (lampiran), maka bahan penanggulangan yang cocok untuk fungsi laboratorium struktur bangunan yang peralatannya didominasi oleh bahan logam/mesin.

Bahan pemadam yang paling baik adalah CO<sub>2</sub>, dengan tingkat bahaya 40%, sebab mesin-mesin yang digunakan berdaya besar dan memberi kalor yang cukup tinggi. Berikut ini contoh perhitungan untuk ruang lab. BKTa dan Lab. Mekanika Bahan.

$$\text{Vol. CO}_2 = 40\% \times 600 \text{ m}^3 = 240 \text{ m}^3$$

$$/ \text{m}^3 = 0,8 \text{ kg}$$

$$\text{Maka kebutuhan CO}_2 = 240 \times 0,8 \text{ kg} = 192 \text{ kg CO}_2$$



## L.8 Standart kuantitatif persyaratan ruang laboratorium

Tabel L.6 Tingkat bising rata-rata yang biasa (typical)  
(Beberapa Diukur pada Jarak Tertentu dari Sumber)

Sumber Bising	Tingkat Bising, dB
Detik arloji	20
Halaman tenang	30
Rumah tenang pada umumnya	42
Jalan pemukiman yang tenang	48
Kantor bisnis pribadi	50
Kantor lansekap	53
Kantor besar yang konvensional	60
Pembicaraan normal, 3 ft (90 cm)	62
Mobil penumpang di lalu lintas kota, 20 ft (16 m)	70
Pabrik tenang	70
Mobil penumpang di jalan raya, 20 ft (6 m)	76
Pembicaraan keras, 3 ft (90 cm)	78
Pabrik yang bising	80
Mesin kantor, 3 ft (90 cm)	80
Ruang teletype surat kabar	80
Motor tempel 10-hp, 50 ft (15 cm)	88
Lalu lintas kota pada jam sibuk, 10 ft (3 cm)	90
Jet besar lepas landas, 3.300 ft (1000 m)	90
Motor sport atau truk, 30 ft (9 cm)	94
Bedil riveting, 3 ft (90 cm)	100
Mesin potong rumput berdaya, 10 ft (3 cm)	105
Band musik rock	113
Jet besar lepas landas, 500 ft (150 m)	115
Sirene 50-hp, 100 ft (30 m)	138
Rocket ruang angkasa	175

Tabel L.7 Koefisien penyerapan bunyi bahan-bahan bangunan,  
bahan akustik dan isi ruang

Bahan	Frekuensi, Hz						Sumber
	125	250	500	1000	2000	4000	
Acoustical plaster rata-rata	0,07	0,17	0,50	0,60	0,68	0,66	8
Acoustic steel deck, 6-in (150 mm Ribs	0,058	0,64	0,71	0,63	0,47	0,40	7
Acoustone space tile, 32 in (81 cm) OC, per unit	0,22	0,81	1,88	2,28	2,16	1,83	7
Udara, per volume 1,000 ft kubik, kelembaban relatif 50 %				0,9	2,9	7,4	6
Per volume 100 m kubik, kelembaban relatif 50 %				0,3	0,9	2,4	6
Penonton dalam tempat duduk empuk, per luas lantai	0,39	0,57	0,90	0,94	0,92	0,87	2
Tempat duduk empuk, kosong, per luas lantai	0,19	0,37	0,56	0,67	0,61	0,59	2
Tempat duduk tertutup kulit, kosong, per luas lantai	0,15	0,25	0,36	0,40	0,37	0,35	8
Bangku, kayu, kosong, per luas lantai	0,37	0,44	0,67	0,70	0,80	0,72	8
Pemusik, dengan tempat duduk dan alat musik, per orang	4,0	8,5	11,5	14,0	13,0	12,0	3
Bata telanjang, tidak dihaluskan, tidak dicat	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,07	1
Karpet, berat pada beton	0,02	0,06	0,14	0,37	0,60	0,65	1
Berat, pada 40 oz (1,35 kg per m <sup>2</sup> ) bulu atau karet busa	0,08	0,24	0,57	0,69	0,17	0,73	1
Balok beton dan tidak dicat	0,36	0,44	0,31	0,29	0,39	0,25	1
Dicat	0,10	0,05	0,06	0,07	0,09	0,08	1
Beton, yang dituang, tanpa dicat	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	2
Kain velour medium, 14 oz (0,48 kg per m <sup>2</sup> ) digantung samapi setengah luas	0,07	0,31	0,49	0,75	0,70	0,60	1
Lantai, beton atau teraso		0,01	0,015	0,02	0,02	0,02	1
Linoleum, vinyi, karet atau lanti gabus pada beton	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	1
Pada sub lantai	0,02	0,04	0,05	0,05	0,10	0,05	3
Kayu	0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07	1

Panggung kayu dengan ruang udara di bawahnya.	0,40	0,30	0,20	0,17	0,15	0,10	2
Tegel geocustic, 32 ini (81cm) OC, per unit	0,13	0,74	2,35	2,53	2,03	1,37	4
Gelas, pelat berat	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	1
Jendela biasa	0,35	0,25	0,18	0,12	0,07	0,04	1
Gypsum board ½ in (13 mm) , pada tiang 2 x 4 in (50 x 100 mm), 16 in (41cm) OC	0,29	0,10	0,05	0,04	0,07	0,09	1
Plaster, gypsum atau lime, permukaan halus							
Pada bata	0,013	0,015	0,02	0,03	0,04	0,05	1
Pada balok beton	0,12	0,09	0,07	0,05	0,05	0,04	2
Pada papan	0,14	0,10	0,06	0,04	0,04	0,03	1
Pada papan, diatas ruang udara, atau pada papan tiang							
Pada papan, di atas ruang udara, atau pada tiang	0,30	0,15	0,10	0,05	0,04	0,05	3
Playwood, ¼ in ( 6 mm) di atas 3 ini (75 mm)							
Ruang udara, 1 in (25mm) latar belakang fiber glass	0,60	0,30	0,10	0,09	0,09	0,09	5
Sound box unit, tipe B, 8 in (20 cm) dicat	0,74	0,57	0,45	0,35	0,36	0,34	4
Panel kayu, 3/8 sampai ½ in ( 10 sampai 13 mm) diatas ruang udara 2 sampai 4 in (50 sampai 100 mm) ruang udara	0,25	0,25	0,20	0,17	0,15	0,10	2

Tabel L.8 Taksiran beban *Air Conditioning* (AC)

RUANG	m <sup>2</sup> / TR
Kantor besar (Bagian pinggir)	22,5 – 27,5
Kantor besar (Bagian dalam)	30 – 35
Kantor kecil	32,5 – 37,5
Apartemen	35 – 45
Kelas sekolah	22,5 – 27,5
Pertokoan	20 – 25
Pasien rumah sakit	25 – 30
Tamu hotel	25 – 30
Auditorium (TR/kursi)	0,05 – 0,02
Bank (Ruang utama)	20 – 25
Pabrik (pekerjaan halus)	25 – 30
Gereja (TR/Kursi)	0,04 – 0,06
Bowling (TR/Alley)	1,5 – 2,5
Motel	40 – 50
Perumahan	50 – 70
Pertokoan khusus	17,5 – 22,5
Swalayan	25 – 35
Cocktail Lounge	15 – 20
Medical Center	25 – 30
Kantor telepon	15 – 30
Komputer	5 – 15
Restoran	10 – 25

Tabel L.9 Kecepatan keluar yang disarankan (sistem AC)

APLIKASI	KECEPATAN KELUAR (m/s)
Tempat tinggal, apartemen, gereja	2,5 – 3,75
Kamar tidur di hotel, kantor pribadi	
Studio siaran radio	1,5 – 2,5
Gedung Umum	5,0 – 6,25
Gedung bioskop	5,0
Gedung lantai atas	7,5
Gedung lantai utama	10,0

Tabel L.10 Kecepatan udara masuk lubang isap yang disarankan (sistem AC)

Lokasi lubang isap (dengan terali)	Kecepatan melalui lubang isap (berdasarkan gross area), m/s
Di atas daerah yang dipakai (occupied zone)	4 ke atas
Dalam daerah yang dipakai	
- agak jauh dari tempat duduk	3 – 4
- dekat tempat duduk	2 – 3
- pintu atau dinding	1 – 1,5
- bagian bawah dan pintu	1 – 1,5

Tabel L.11 Kecepatan maksimum dalam saluran yang direncanakan (sistem AC)

Aplikasi	Saluran Keluar		Saluran isap (kembali) m/s
	Saluran pti	Saluran cabang	
Tempat tinggal	4	3	3
Apartemen dan kamar tidur hotel	7,5	5,5	5
Gedung bioskop	8	6,0	6
Kantor pribadi – mewah	-	5,5	4
Kantor pribadi - rata-rata	-	6,5	5
Kantor umum	11	7,0	6
Restoran	9	7,0	6
Toko kecil		7,5	6
Toko serba ada-lantai bawah	10	8,0	6
Toko serba ada-lantai atas	9	7,2	6

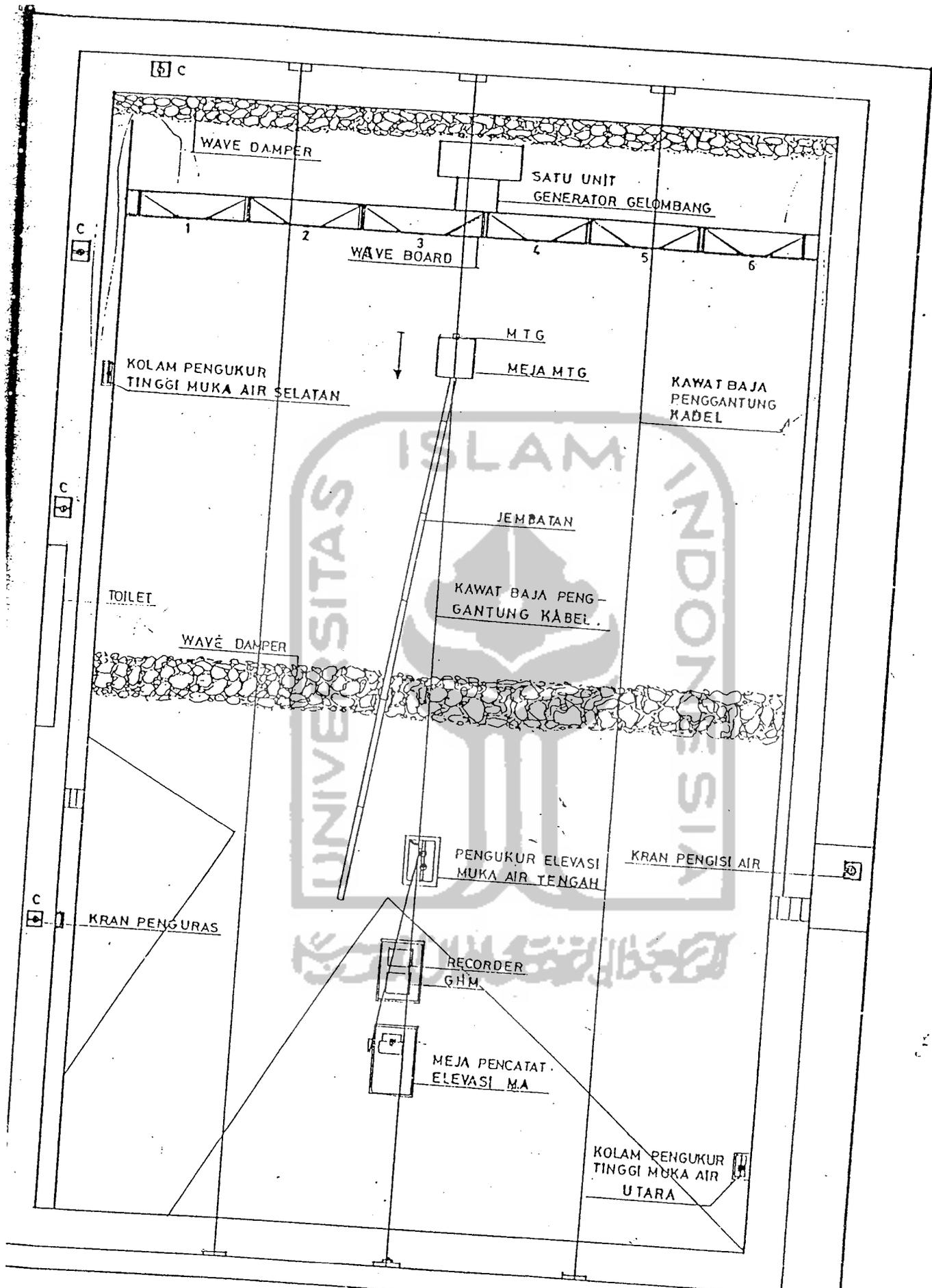
Tabel L.12 Kondisi temperatur dan kelembaban untuk penyegaran udara industri

INDUSTRI	PROSES	Musim Panas		Musim dingin	
		Temperatur ( C )	Kelembaban relf (%)	Temperatur ( C )	Kelembaban relatif ( C )
Percetakan	Mencetak	24-27	45-50	24	45-40
Optika	Menggosok	27	80	27	80
Fotografi	Membuat film	23-24	40-65	23-24	40-65
	Mencuci film	21-24	60	2-24	60
Bir	Membuat bir	4-8	50-70	4-8	50-70

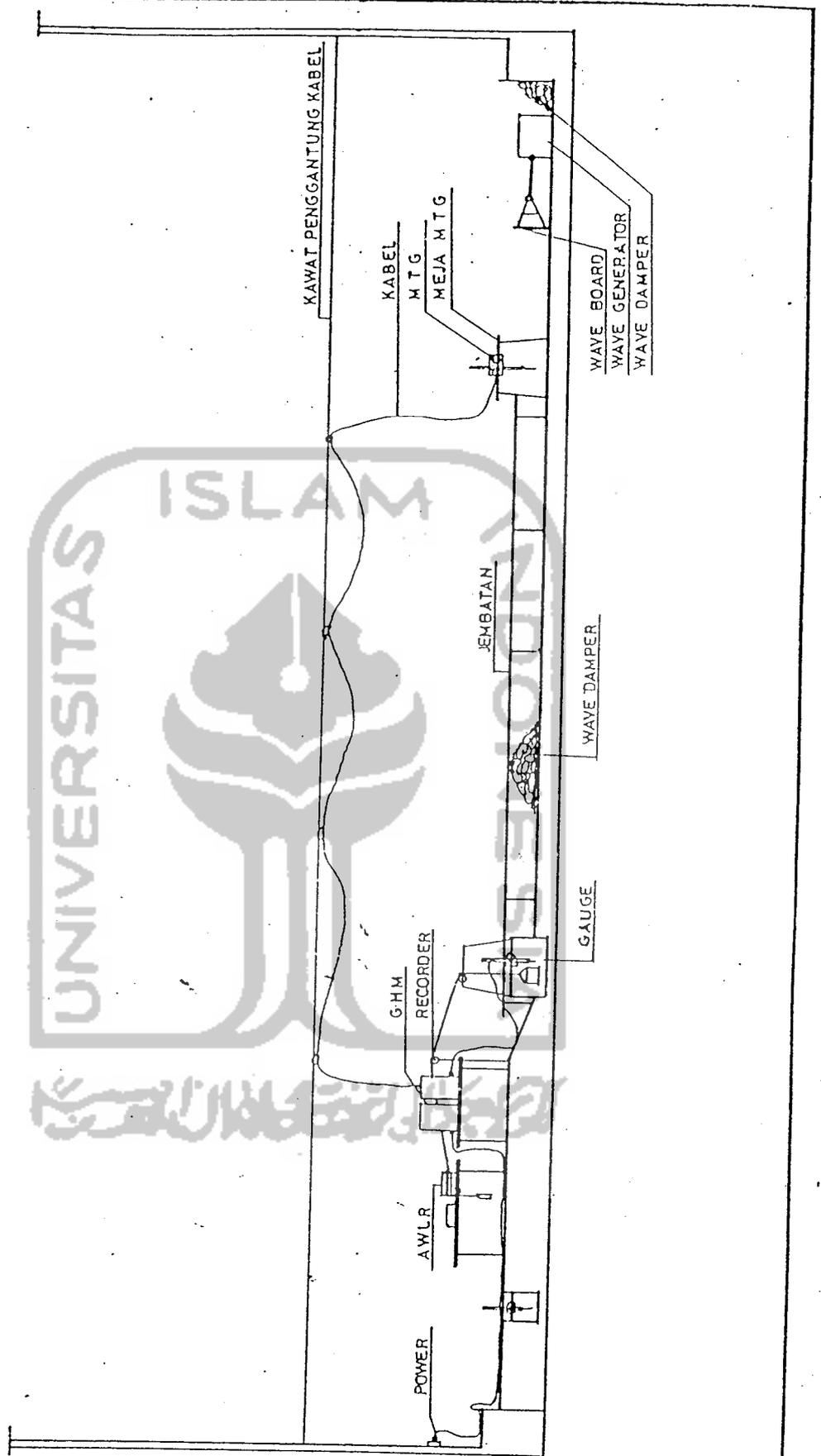
Gula-gula	Membuat manisan	18-27	35-50	18-24	35-50
Gula-gula	Menyimpan manisan	16-24	45-55	16-24	45-55
Gula-gula	Membuat coklat	18	45-50	18	45-50
Gula-gula	Menyimpan coklat	16-24	40-50	16-21	40-50
Farmasi	Membuat obat	21-27	10-50	21-27	10-50
Pecah belah (dari tanah)	Membentuk	27	60	27	60
Mesin	Mesin pembuat Roda gigi	24-27	50-60	24	45-50
Listrik,	Alat listrik	24-26	50-55	24-26	50-55
Listrik	Mengisolasi	21-24	30-40	21-24	30-40
Rokok	Membuat rokok	21-27	55-65	21-27	55-40
Pemintalan (lepas)	Menganyam	24-27	50-60	21-24	50-60
Pemintalan (lepas)	Memintal	24-27	50-60	21-24	50-60
Pemintalan (sutera)	Menganyam	24-27	60-65	24-27	60-65
Pemintalan (sutera)	Memintal	24 - 27	65-70	24-27	65-70
Pemintalan (sutera)	Menenun	24-27	60-70	21-24	60-70
Pemintalan (wol)	Memintal	24-27	65	27	65
Pemintalan (wol)	Menenun	24-27	50-55	21-24	50-55

Tabel L.13 Kelas, sistem dan bahan pemadam kebakaran

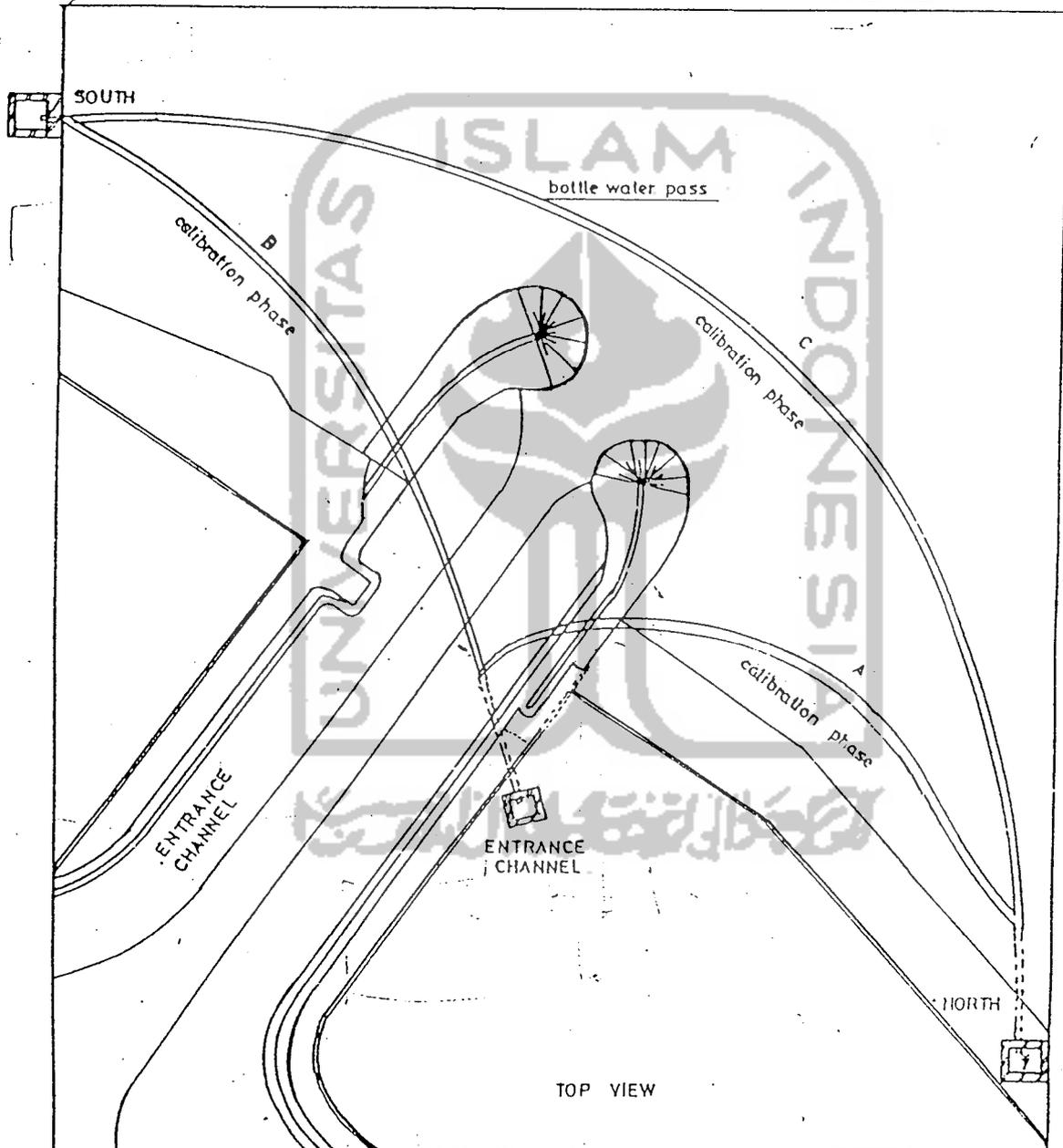
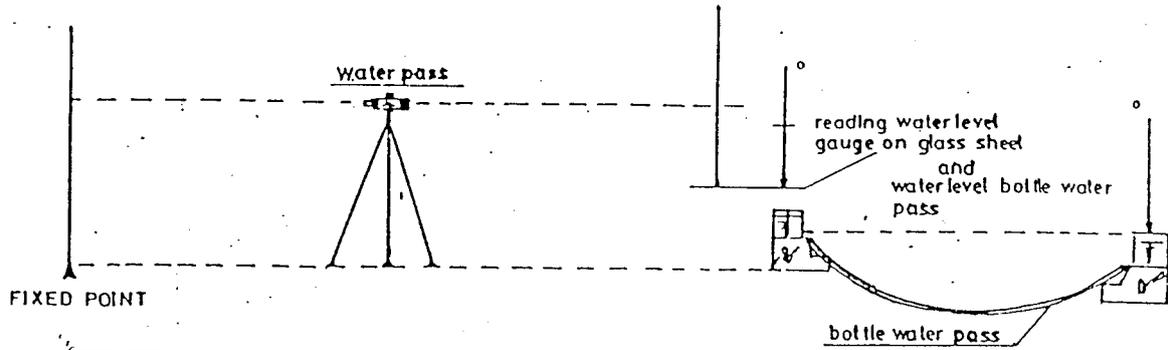
No	Kelas kebakaran	Sistem pemadaman	Bahan pemadaman				
			Air	Foam (busa)	CO <sub>2</sub>	CTF BCF	Powder Dry Chemical
1	Kelas A : kayu, karet, tekstil dan lain-lain	Pendinginan, penguraian, isolasi	Baik	Boleh	Boleh	Boleh	boleh
2	Kelas B : bensin, cat, minyak dan lain-lain	Isolasi	Bahaya	Baik	Baik	Boleh	Boleh
3	Kelas C : listrik dan atau mesin-mesin	Isolasi	Bahaya	Bahaya	Baik	Boleh	Baik
4	Kelas D : logam	Isolasi pendinginan	Bahaya	bahaya	boleh	bahaya	Baik
BCF = Bromide, Chlorine, Fluorine adalah jenis gas Halon Bahan pemadam api CO <sub>2</sub> = Carbon dioksida  Prosentage CO <sub>2</sub> yang diperlukan untuk ruangan yang memakai sistem otomatis							
No	Tingkat bahaya	Prosentage (CO <sub>2</sub> )	Volume CO <sub>2</sub>		Berat CO <sub>2</sub>	Per m <sup>3</sup>	
1	Berbahaya	40 %	40 % x Volume ruangan			0,8 kg	
2	Cukup berbahaya	30 %	30 % x Volume ruangan			0,6 kg	



NAH KOLAM GELOMBANG UNTUK  
KALIBRASI WAVE GENERTOR



TAMPAK SAMPING KOLAM GELOMBANG



KALIBRASI KOLAM PENGUKUR. ELEVASI

- LUUJAN PENELITIAN :
1. Mempelajari karakteristik dinamik struktur grid, antara lain :  
frekwensi alami, rasio redaman, mode displacement
  2. Lendutan statik dan kuat retak struktur
  3. Deteksi lokasi dan besarnya kerusakan sisa struktur rusak

PENEMPATAN ACCELEROMETER

