

PERPUSTAKAAN FTSP UII

HARIAN/DEMI

TGL. TERIMA : 5 Juni 2004
NO. JUDUL : 00129
NO. INV. : 5120001219001
NO. INDIK. :

TUGAS AKHIR

FAKTOR BEBAN λ PADA KOMPONEN STRUKTUR BETON

BERTULANG AKIBAT BEBAN GRAVITASI



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Disusun oleh :

Nama : PIJAY GUMELAR
No. Mhs : 94 310 290
Nirm : 940051013114120082

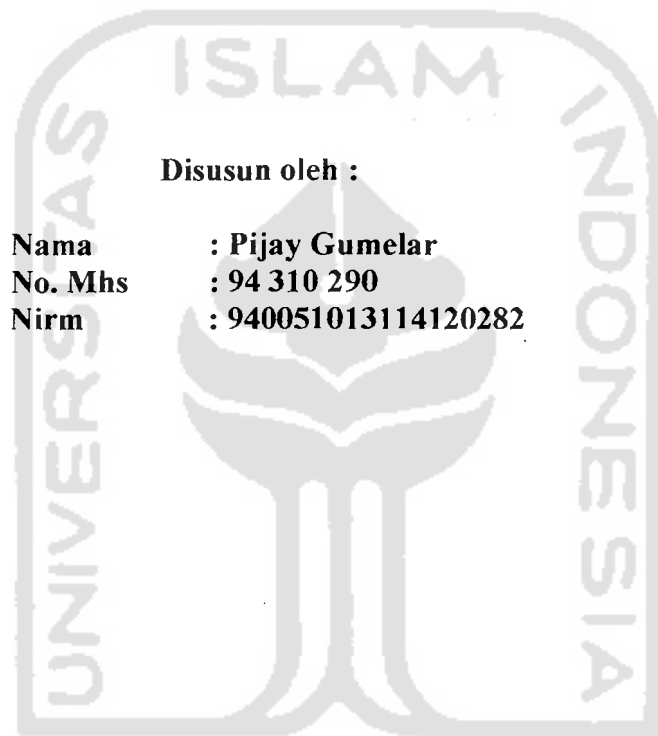
xii, 247 hbl ; 36.400

L.
69354
Gum
f
1

beton bertulang

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2002

TUGAS AKHIR
FAKTOR BEBAN λ PADA KOMPONEN STRUKTUR
BETON BERTULANG



Disusun oleh :

Nama : Pijay Gumelar
No. Mhs : 94 310 290
Nirm : 940051013114120282

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. Widodo, MSCE, Ph.D,

Dosen pembimbing I

Ir. Fathurrohman N, MT.

Dosen pembimbing II

Tanggal : 10/9/2002

Tanggal : 10/9/2002

KATA PENGANTAR

Assalaamualaikum Wr. Wb,

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadiraat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan juga.

Tugas Akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan yang harus ditempuh untuk menyelesaikan jenjang program strata satu (S1) di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Selama proses Tugas Akhir ini tidak lepas dari hambatan dan menyadari Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Untuk itu kami mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Penyusun menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Widodo, MSCE, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia dan Dosen Pembimbing I
2. Bapak Ir. Munadhir, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir. Fathurrohman, MT, selaku Dosen Pembimbing II

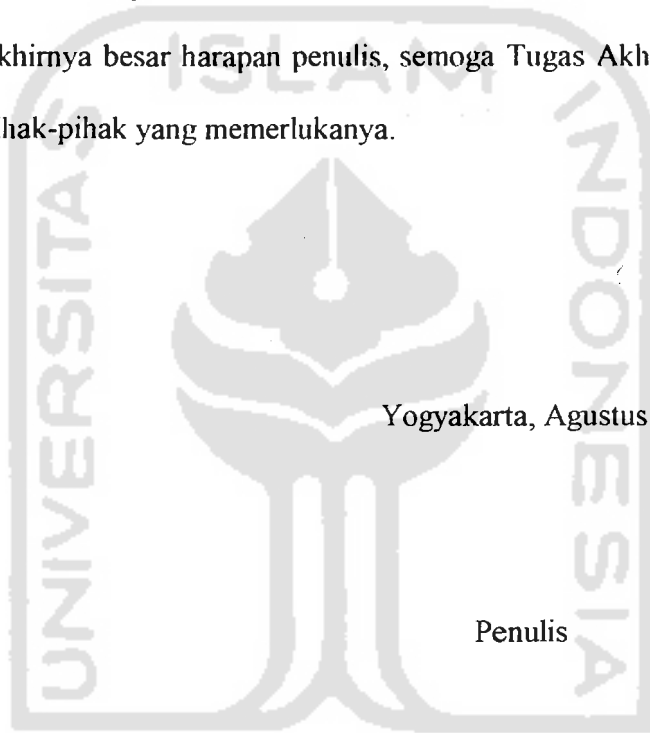
4. Bapak Ir. Susastrawan, MS, selaku Dosen Penguji dan selaku Dosen yang telah membantu memberikan kebijakan dan kemudahan kepada penulis
5. Ayah, Ibu serta keluarga yang telah memberikan dorongan dan do'a selama ini.
6. Semua pihak yang telah banyak membantu dan tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga bantuan yang diberikan menjadi amal baik dan mendapatkan balasan yang melimpah dari Allah SWT. Akhirnya besar harapan penulis, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pihak-pihak yang memerlukanya.

Wassalamualaikum Wr. Wb,

Yogyakarta, Agustus 2002

Penulis



Daftar Isi

Halaman Judul	
Halaman Pengesahan	
Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Daftar Gambar	iv
Daftar Tabel	v
Daftar notasi	vi
Abstraksi	viii
BAB I. Pendahuluan	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan	2
1.3 Manfaat	5
1.4 Rumusan Masalah	5
1.5 Batasan masalah	5
BAB II. Tinjauan Pustaka	
2.1 Pendahuluan	6
2.2 James Mac Gregor	7
2.3.1 Faktor Reduksi Kekuatan	9
2.3.2 Faktor Beban	11

2.3.3	Faktor-faktor penyebab over load	13
2.3.3.1	Faktor Variasi Beban	13
2.3.3.2	Faktor Ketidaktentuan Akibat Beban	15
2.3.3.3	Faktor Konsekuensi Pola Keruntuhan	16
2.3	Rahmat Purnomo	17
2.4	Ismail dan Agus	18
BAB III. Landasan Teori		
3.1	Metoda Identifikasi Faktor Beban	20
3.2	Parameter Statistis Yang Digunakan dalam Perhitungan	23
3.2.1	Nilai Rata-Rata (mean)	26
3.2.1	Koefisien Variasi	27
3.3	Langkah-langkah Perhitungan	28
3.3.1	Hitungan Matematis Faktor Beban	28
3.3.2	Diagram Alir Hitungan Faktor Beban	31
BAB IV. Metoda Penelitian		
4.1	Metoda Penelitian	33
4.2	Waktu Penelitian	33
4.3	Tahapan Analisa	33
4.4	Data-Data Gambar	34
4.5	Data-Data Lapangan	34
4.6	Bagan aliran Proses Penelitian	34

BAB V. Analisis, Hasil dan Pembahasan

5.1	Mencari Faktor Beban Mati	38
5.1.1	Mencari Beban Aktual	38
5.1.2	Mencari Beban Rencana	43
5.1.3	Mencari Rasio beban Mati	43
5.1.4	Mencari Koevisien Variasi berat Beban Mati	44
5.1.5	Mencari Koevisien Variasi analisis struktur Beban Mati	51
5.1.6	mencari koevisien Variasi beban Mati	56
5.1.7	menetapkan Faktor Separasi	56
5.1.8	Menetapkan Nilai keandalan Struktur	56
5.1.9	Menghitung Faktor Beban Mati	56
5.2	Mencari Faktor Beban Hidup	57
5.2.1	Mencari Beban Aktual	57
5.2.2	Mencari Beban Rencana	60
5.2.3	Mencari Rasio beban Hidup	61
5.2.4	Mencari Koevisien Variasi berat Beban Hidup	61
5.2.5	Mencari Koevisien Variasi analisis struktur Beban Hidup	65
5.2.6	Mencari koevisien Variasi beban Hidup	69
5.2.7	Menetapkan Faktor Separasi	70
5.2.8	Menetapkan Nilai keandalan Struktur	70
5.2.9	Menghitung Faktor Beban Mati	70
5.3	Hasil	71

BAB VI. Kesimpulan dan Saran

6.1 Kesimpulan 159

6.2 Saran 160

Daftar Pustaka

Lampiran



DAFTAR NOTASI

\bar{X} : Mean dari benda uji

\bar{R} : Kekuatan penampang struktur rata-rata

λ : Faktor beban

ϕ : Faktor reduksi kekuatan

α : Faktor separasi

β : Faktor keandalan struktur

γ : Perbandingan antara beban lapangan dengan beban rencana

k : Faktor pengali deviasi standar

n : Jumlah data uji

Pr : Probabilitas keruntuhan struktur

R : Kekuatan nominal

U : Beban Kerja

V_L : Coefisien Variasi beban hidup

V_D : Coefisien Variasi beban mati

V_x : Coefisien Variasi dari x

X_i : Data uji ke i

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 3.1 Distribusi frekuensi beban U dengan kekuatan R
- Gambar 3.2 Distribusi frekuensi dari y
- Gambar 3.3 Flow chart λ_D
- Gambar 3.2 Flow chart λ_L
- Gambar 4.1 Flow chart penelitian
- Gambar 5.1 Faktor Beban mati UII
- Gambar 5.2 Distribusi Faktor Beban mati UII
- Gambar 5.3 Faktor Beban mati UMY
- Gambar 5.4 Distribusi Faktor Beban mati UMY
- Gambar 5.5 Faktor Beban hidup Block A UII
- Gambar 5.6 Faktor Beban hidup Block IB UII
- Gambar 5.7 Faktor Beban hidup Block IIB UII
- Gambar 5.8 Faktor Beban hidup Block IIIB 5-7 UII
- Gambar 5.9 Faktor Beban hidup Block IIIB 1-4 UII
- Gambar 5.10 Faktor Beban hidup Block IIIB 5-7 UII
- Gambar 5.11 Faktor Beban hidup Block IVB 1-4 UII
- Gambar 5.12 Faktor Beban hidup Block IVB 4-8 UII
- Gambar 5.13 Faktor Beban hidup Block IVB 8-10 UII
- Gambar 5.14 Faktor Beban hidup Block C UII
- Gambar 5.15 Faktor Beban hidup Block I-III D UII

- Gambar 5.16 Faktor Beban hidup Block III-IV D UII
- Gambar 5.17 Distribusi Faktor Beban hidup Block B UII
- Gambar 5.18 Distribusi Faktor Beban hidup Block C UII
- Gambar 5.19 Distribusi Faktor Beban hidup Block C UII
- Gambar 5.20 Distribusi Faktor Beban hidup Block D UII
- Gambar 5.21 Distribusi Faktor Beban hidup UII
- Gambar 5.22 Faktor Beban hidup Block A II-III UMY
- Gambar 5.23 Faktor Beban hidup Block A III UMY
- Gambar 5.24 Faktor Beban hidup Block B II UMY
- Gambar 5.25 Faktor Beban hidup Block B III UMY
- Gambar 5.26 Faktor Beban hidup Block C II UMY
- Gambar 5.27 Faktor Beban hidup Block C III UMY
- Gambar 5.28 Faktor Beban hidup Block E II UMY
- Gambar 5.29 Faktor Beban hidup Block E III UMY
- Gambar 5.30 Faktor Beban hidup Ruang Kelas UMY
- Gambar 5.31 Faktor Beban hidup UMY
- Gambar 5.32 Distribusi Faktor Beban hidup Block A UMY
- Gambar 5.33 Distribusi Distribusi Faktor Beban hidup Block B UMY
- Gambar 5.34 Distribusi Faktor Beban hidup Block C UMY
- Gambar 5.35 Distribusi Faktor Beban hidup Block D UMY
- Gambar 5.36 Hubungan Faktor Beban Mati dengan Coefisien Variasi UII
- Gambar 5.37 Hubungan Faktor Beban Mati dengan Coefisien Variasi UMY

- Gambar 5.38 Hubungan Faktor Beban Mati dengan Coevisien Variasi UII & UMY
- Gambar 5.39 Hubungan Faktor Beban Mati dengan Rasio Beban UII
- Gambar 5.40 Hubungan Faktor Beban Mati dengan Rasio Beban UMY
- Gambar 5.41 Hubungan Faktor Beban Mati dengan Rasio Beban UII & UMY
- Gambar 5.42 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi Block B UII
- Gambar 5.43 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi Block A,B UII
- Gambar 5.44 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi, Rasio Beban UII
- Gambar 5.45 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Rasio Beban Block B UII
- Gambar 5.46 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Rasio Beban Block A,B,C UII
- Gambar 5.47 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi Block A& B UMY
- Gambar 5.48 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi Block C UMY
- Gambar 5.49 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi Block D&E UMY
- Gambar 5.50 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi UMY
- Gambar 5.51 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Rasio Beban Block A&B UMY
- Gambar 5.52 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Rasio Beban Block C UMY
- Gambar 5.53 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Rasio Beban Block D&E UMY
- Gambar 5.54 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Rasio Beban UMY

Abstrak

Hitungan beban yang bekerja dalam perencanaan sebuah struktur/Bangunan dihitung berdasarkan informasi data-data struktur dan peruntukannya, hitungan beban dihitung berdasarkan asumsi-asumsi yang ada, walaupun hitungan beban telah dihitung dengan hati-hati dan cermat tetapi masih pula dimungkinkan terjadi beban lebih (*over load*) akibat pelaksanaan pekerjaan atau perubahan fungsi bangunan.

Persyaratan struktur mengharuskan struktur masih dapat mengatasi kelebihan beban tersebut, untuk mengatasi beban lebih tersebut SK SNI-T-15-199 -03 memperkenalkan angka aman yang salah satunya berupa faktor beban. Faktor beban yang digunakan ini bekerja parsial untuk masing-masing jenis beban dan kombinasinya. Dalam penelitian ini dicari besarnya faktor beban parsial aktual lapangan yang kemudian dibandingkan dengan faktor beban yang ditetapkan code/aturan yang ada.

Perhitungan mencari faktor beban digunakan metoda *first orde second moment* yang banyak melibatkan prinsip-prinsip statistik, sedangkan data-data yang diperlukan diambil dari proyek Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Unit VII dan Kampus Terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Hasil penelitian faktor beban di proyek-proyek tersebut menunjukkan hasil yang baik, hampir semua faktor beban mati umumnya mendekati nilai faktor beban yang ditetapkan Code, sedangkan faktor beban hidup menunjukkan hasil yang cukup moderat.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton bertulang merupakan komponen struktur yang banyak digunakan di beberapa negara, di beberapa negara termasuk Indonesia struktur beton bertulang merupakan struktur yang cukup mendominasi dunia konstruksi secara alamiah struktur beton bertulang berasal dari dua material yaitu beton dan baja tulangan. Beton merupakan material struktur yang menyerupai batu diperoleh dari pencampuran agregat batuan, pasir, semen portland dan air sebagai pencampur untuk terjadinya reaksi kimia. Pembuatan beton membutuhkan keahlian rendah dan harga material yang murah bila dibanding material lainnya.

Sifat-sifat beton dalam banyak hal bergantung pada proporsi dari campurannya. Untuk mendapatkan beton yang memenuhi standar diperlukan perlakuan yang hati-hati, dengan alasan ini maka dibuat aturan yang mengikat semua pelaksanaan struktur di suatu negara.

Peraturan dan standar persyaratan struktur bangunan ditujukan untuk kesejahteraan manusia, menghindari korban jiwa. Dalam peraturan struktur ditetapkan syarat-syarat minimum yang berhubungan dengan segi keamanan, sehingga peraturan bukan hanya diperlakukan sebagai petunjuk praktis yang disarankan untuk dilaksanakan, bukan pula untuk menggantikan pengetahuan,

petunjuk teknik serta pengalaman dimasa lalu, suatu peraturan tidak pula membebaskan tanggung jawab perencana untuk menghasilkan bangunan yang ekonomis dan yang lebih penting segi keamanan.

Di Indonesia, peraturan atau standar yang mengatur perencanaan dan pelaksanaan bangunan beton telah mengalami beberapa perubahan, terakhir dengan diberlakukanya peraturan SK-SNI-T-150-1991-03 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan dan Gedung, menggantikan Peraturan Beton Indonesia (PBI) tahun 1971.

Peraturan baru ditetapkan mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mutakhir tanpa meninggalkan kondisi teknologi di Indonesia. Peraturan baru ini sedikit banyak diadopsi dari peraturan yang ada di beberapa negara seperti ACI (*American Concrete Institute*), Newzeland Code dan CEB di Eropa. Semua metoda ini menekankan perencanaan pada metoda ultimit yang dianggap lebih realistis dibandingkan metoda tegangan kerja.

Desain struktur ditujukan untuk mendapatkan struktur yang aman terhadap beban atau efek beban yang bekerja selama masa layan bangunan. Pengetahuan tentang beban-beban yang bekerja, meliputi beban mati, beban hidup, beban gempa, beban angin dan beban lainnya sangat diperlukan, bila intensitas dan efek beban yang bekerja diketahui dengan pasti maka struktur dapat dibuat aman dengan cara memberikan kapasitas kekuatan yang sedikit lebih besar dari pada efek beban. Tetapi seringkali dirasakan terdapat ketidak pastian dalam menentukan beban yang bekerja pada struktur maupun kekuatan struktur pada saat menahan beban-beban tersebut.

Untuk mengatasi hal-hal tersebut digunakanlah faktor keamanan atau angka aman. Metoda tegangan kerja memberikan faktor aman global yang memperlakukan angka ini seragam sedangkan metoda ultimit memberikan angka aman parsial berupa factor beban λ .

Nilai faktor beban yang diberikan ditentukan berdasarkan teori probabilitas untuk masing-masing beban yang mungkin bekerja pada struktur yaitu λ_i , indek i menunjukkan beban yang bekerja seperti beban mati (D), beban hidup (L), beban angin (W) dan beban gempa (E). faktor beban (λ_i) mungkin saja berbeda untuk masing-masing tipe beban.

Pada metoda beban kerja, beban yang diperhitungkan adalah *service load* (beban kerja), dimana penampang komponen struktur direncanakan dan dianalisis pada nilai tegangan tekan lentur yang umumnya berkisar 0.45 f_c dengan asumsi pola tegangan linier, sedangkan pada metoda kekuatan (ultimit), beban kerja diperbesar dikalikan suatu faktor beban λ dengan maksud untuk memperhitungkan terjadinya beban maksimum. Dengan menggunakan faktor beban λ yang telah diperbesar tersebut, struktur direncanakan sedemikian sehingga didapat nilai kuat guna pada saat maksimum, yang besarnya kira-kira lebih kecil sedikit dari kuat batas sesungguhnya.

Pada tahun 1963 *ACI Building Code* memperkenalkan desain dengan cara ultimit yang merencanakan struktur berdasarkan beban batas menggunakan faktor beban (λ) untuk mendapatkan beban maksimum dan faktor reduksi kekuatan (ϕ). Dua hal diatas belumlah didasari atas dasar teori statistik dan matematis yang cukup. Seiring berkembangnya pengetahuan tentang teori keamanan, pembebanan

struktur dan beton bertulang yang cukup pesat maka sejak itulah penelitian yang cukup intensif dilakukan untuk mendapatkan faktor beban dan reduksi kekuatan untuk struktur baja (1970)

Cornel, Ellingwood, Galambos serta Mac Gregor (1976) mengusulkan hasil penelitian tentang faktor beban dan reduksi kekuatan yang universal untuk keperluan perencanaan struktur dan spesifikasi yang akan ditetapkan. Hasil-hasil penelitian ini dipublikasikan dan dimasukkan dalam aturan dan spesifikasi ACI, AISC dan ANSI pada tahun 1982.

Penelitian tentang reduksi kekuatan ϕ pernah dilakukan oleh Rahmat Farwono (1986), penelitian dilakukan pada bangunan-bangunan bertingkat tiga atau lebih di Surabaya. Penelitian senada baru-baru ini telah dilakukan pula dikota Yogyakarta oleh Ismail dan Agus (2000), namun dua penelitian tersebut hanya ditujukan untuk mendapatkan faktor reduksi kekuatan ϕ saja.

Menyambut diberlakukanya peraturan baru beton Indonesia yang mengacu pada metoda beban ultimit maka perlu kiranya penelitian tentang besarnya faktor beban parsial untuk beban tetap aktual, untuk itu maka melanjutkan penelitian diatas maka perlu kiranya penelitian tentang faktor beban λ yang digunakan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini akan dicari faktor beban aktual λ yang ada dilapangan meliputi faktor beban untuk beban mati λ_D dan faktor beban untuk beban hidup λ_L sebagai bahan pertimbangan desain dan faktor-faktor yang mempengaruhi faktor beban

1.3 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai usulan nilai faktor beban bagi perencana maupun pelaksanaan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan sehingga digunakan faktor beban yang mendekati dilapangan dan didapat desain struktur lebih ekonomis.

1.4 Tujuan

Dalam penelitian akan dicari faktor beban aktual yang ada dilapangan sebagai bahan pertimbangan desain dan faktor-faktor yang mempengaruhi faktor beban.

1.5 Batasan Masalah

Batasan-batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Faktor beban yang dicari hanyalah beban mati dan beban hidup.
2. Data diambil dari proyek kampus terpadu untuk kantor dan ruang kuliah Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, kampus terpadu Universitas Islam Indonesia Unit VII.
3. Efek beban dinamik akibat beban penghuni ruangan tidak diperhitungkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pendahuluan

Dewasa ini digunakan dua filosofi desain, yaitu desain tegangan kerja atau cara elastis serta desain dengan cara tegangan ultimit. Desain tegangan kerja telah menjadi filosofi desain utama dalam kurun waktu yang cukup lama, akhir-akhir ini desain struktur telah bergeser menuju prosedur desain yang lebih rasional berdasarkan teori probabilitas yang disebut teori desain keadaan batas (ultimit).

Di Indonesia sendiri metoda desain struktur telah mengikuti berkembangnya ilmu pengetahuan tersebut diatas, yaitu digunakanya dan dimasyarakatkan metoda ultimit untuk struktur beton, hal ini terbukti dengan diberlakukanya SK SNI-T-15-1991-03 mengenai Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan dan Gedung menggantikan Peraturan Beton Indonesia 1971. Pada aturan baru ini filosofi desain lebih menekankan metoda ultimit sebagai filosphis utama daripada metoda tegangan kerja yang dianut sebagai filosphi desain oleh PBI 1971, namun demikian peraturan baru masih memberikan tempat untuk metoda tegangan kerja sebagai metoda alternatif, hal ini dalam rangka menjembatani masa transisi karena telah mendarah dagingnya metoda tegangan kerja tersebut.

menanggulangi beban yang bekerja serta kemungkinan kelebihan beban. Perubahan beban dapat terjadi akibat perubahan fungsi struktur akibat terlalu rendahnya taksiran atas efek-efek beban karena penyederhanaan kelebihan dalam analisis strukturnya dan akibat variasi-variansi dalam konstruksi. Disamping harus ada sediaan terhadap kemungkinan kekuatan material yang lebih rendah, penyimpangan dalam dimensi batang meskipun dalam batas toleransi yang masih dapat diterima dapat mengakibatkan batang memiliki kekuatan yang lebih rendah daripada yang digunakan dalam perhitungan desain.

Apapun filosofi desain yang digunakan, struktur harus memberikan keamanan yang cukup, baik kemungkinan kelebihan beban (*over load*) atau kurang kekuatan (*under reinforce*), akhir-akhir ini telah berkembang studi mengenai unsur-unsur yang menentukan keamanan struktur dengan menggunakan berbagai metoda probabilitas.

2.2 James Mac Gregor (1976)

Untuk dapat memenuhi tujuannya, suatu struktur harus aman terhadap keruntuhan dan bermanfaat dalam penggunaannya. Kemanfaatannya mensyaratkan bahwa lendutan-lendutan yang terjadi cukup kecil, retak-retak apabila ada harus berada dalam batas yang masih dapat ditolerir dan harus diusahakan sekecil mungkin.

Keamanan mensyaratkan suatu struktur harus mempunyai kekuatan yang cukup untuk semua beban yang mungkin bekerja padanya. Apabila kekuatan dari suatu struktur yang dibangun sesuai dengan rencana dapat diramalkan dengan tepat dan apabila besar beban beserta gaya-gaya yang ditimbulkannya (gaya-gaya

dalam) juga diketahui dengan tepat, maka keamanan struktur dapat ditentukan dengan jalan menyediakan daya dukung struktur sedikit lebih besar dari beban-beban yang telah diketahui akan bekerja pada struktur tersebut.

Namun demikian pada umumnya dalam analisis, perencanaan dan pembangunan struktur-struktur beton bertulang terdapat sejumlah sumber ketidakpastian, sumber-sumber ketidakpastian ini yang menyebabkan diperlukannya suatu faktor keamanan tertentu diantaranya sebagai berikut:

1. Beban-beban yang sebenarnya terjadi dapat berbeda dengan dengan beban yang ditentukan dalam perencanaan.
2. Beban-beban yang sebenarnya bekerja pada struktur mungkin didistribusikan dengan cara berbeda dari yang ditentukan dalam perencanaan.
3. Asumsi-asumsi dan penyederhanaan yang dilakukan didalam analisis struktur dapat memberikan hasil perhitungan pembebanan yang berbeda dengan besar gaya-gaya yang sebenarnya bekerja pada struktur.
4. Perilaku struktur yang sebenarnya berbeda dari perilaku yang diasumsikan dalam perencanaan disebabkan karena tidak sempurnanya pengetahuan mengenai kenyataan yang sesungguhnya terjadi.
5. Besarnya dimensi elemen-elemen struktur yang sesungguhnya terdapat dilapangan dapat berbeda dari dimensi yang ditentukan dalam perencanaan.
6. Letak posisi tulangan mungkin tidak pada posisi yang sebenarnya.

7. Kekuatan material yang sesungguhnya mungkin berbeda dari yang ditetapkan oleh perencana.

Penetapan suatu spesifikasi keamanan harus pula memperhatikan pola keruntuhan yang akan terjadi. Keruntuhan daktail yaitu keruntuhan secara berangsur-angsur dengan memberikan peringatan awal sehingga dimungkinkan dilakukan usaha-usaha untuk menghindarinya, lebih disukai dibandingkan keruntuhan yang secara tiba-tiba dan tidak terduga, hal ini dikarenakan pada keruntuhan getas dapat mengakibatkan kehilangan jiwa dan kerugian material yang sangat besar tanpa adanya usaha yang dilakukan untuk menghindarinya.

Dalam kenyataannya, pemilihan suatu faktor keamanan yang sesuai bukanlah persoalan yang mudah, namun demikian dalam perkembangan teori beton bertulang telah terdapat berbagai kemajuan berkenaan dengan penentuan faktor keamanan ini. Code di beberapa negara telah memperkenalkan suatu faktor keamanan berupa faktor reduksi kekuatan ϕ dan faktor beban λ yang sebenarnya tergantung dari jenis beban dan pembebanan yang terjadi.

2.2.1 Faktor Reduksi Kekuatan ϕ

Suatu struktur dihitung dan didesain dalam kondisi-kondisi ideal, baik sifat material yang direncanakan maupun hitungan-hitungan yang disajikan, tetapi kondisi lapangan tidak memungkinkan semua yang ada dalam perencanaan dapat dipenuhi, bila penyimpangan-penyimpangan ini terjadi dan terakumulasi maka akan dihasilkan kehilangan kapasitas yang cukup signifikan, untuk mengatasi kondisi struktur masih dalam keadaan aman pada saat kekuatan ultimit, harus diberikan reduksi kekuatan sebesar ϕ .

Pemakaian reduksi kekuatan ϕ dimaksudkan untuk memperhitungkan kemungkinan penyimpangan terhadap kekuatan bahan, pengerjaan, ketidaktepatan ukuran, pengendalian dan pengawasan pelaksanaan, yang sekalipun masing-masing faktor masih dalam toleransi persyaratan, tetapi kombinasinya menghasilkan kapasitas lebih rendah, dengan demikian apabila faktor ϕ dikalikan dengan kekuatan ideal teoritik berarti sudah termasuk memperhitungkan tingkat daktilitas, kepentingan serta tingkat ketepatan ukuran suatu komponen struktur sedemikian hingga kekuatannya dapat ditentukan.

Besarnya angka reduksi kekuatan ϕ tergantung dari kesempurnaan dan ketepatan di lapangan, nilai ϕ akan mendekati satu ketika pelaksanaannya baik sehingga ketepatan pelaksanaan dapat diandalkan serta dihasilkan beton bertulang yang berkarakteristik konsisten dengan spesifikasi yang telah ditentukan, ini berarti kekuatan nominal yang direncanakan tidak perlu banyak dikurangi untuk memperhitungkan penyimpangan yang terjadi dalam pelaksanaan, keadaan sebaliknya memaksa memakai nilai ϕ kecil.

Mac Gregor dalam jurnal ASCE (1976) menguraikan lebih detail faktor-faktor yang menyebabkan adanya perbedaan antara kekuatan penampang elemen struktur hasil pelaksanaan terhadap kekuatan rencana, faktor-faktor itu adalah faktor kekuatan material, fabrikasi material, penyederhanaan asumsi dan perumusan kekuatan elemen struktur dan variasi tulangan terpasang yang dipilih. Jumlah dari variasi kekuatan ini bergantung pula atas tipe beban.

2.2.2 Faktor Beban λ

Faktor reduksi kekuatan ϕ yang telah dibicarakan pada bagian sebelumnya disediakan untuk mengantisipasi ketika terjadi kapasitas lebih rendah dari yang diharapkan dari tampang atau elemen struktur yang ada, faktor ϕ ini disediakan sebagai antisipasi dari pelaksanaan yang sebenarnya dikerjakan tidak seperti yang seharusnya diharapkan dalam spesifikasi yang telah dibuat, penetapan faktor ϕ tidak disediakan dan berhubungan langsung besarnya kesalahan pembebanan. Ketika menghitung nilai ϕ telah dimaklumi bersama bahwa asumsi yang ada adalah beban luar yang bekerja dihitung dengan tepat dan tidak ada kelebihan beban yang terjadi (*over load*).

Kenyataan yang ada kelebihan beban dapat terjadi walaupun perubahan ini sangat tidak tergantung dan dipengaruhi pelaksanaan konstruksi. Sebagaimana diketahui ketika menghitung beban-beban yang bekerja pada struktur, beban-beban yang memberikan pengaruh kecil selalu diabaikan, sedangkan yang dihitung hanyalah beban-beban yang memberikan pengaruh dan distribusi terhadap gaya yang besar, tetapi pengabaian-pengabaian beban-beban yang dianggap kecil masih dalam batas-batas toleransi beban yang diijinkan.

Mengingat batasan-batasan kelebihan beban yang diijinkan, maka tidaklah beralasan untuk mendesain struktur untuk setiap beban-beban maksimum yang terjadi pada saat yang bersamaan. Beban angin misalnya sepertinya tidak akan terjadi pada saat kondisi beban gempa mencapai maksimum pula. Untuk itu struktur direncanakan dengan beban-beban yang mendekati kenyataan sebenarnya yang diharapkan bekerja, batasan-batasan keamanan yang cukup beralasan ini

kemudian disediakan untuk saat-saat ketika terjadi beban-beban dalam kondisi-kondisi yang tidak dapat diperkirakan dengan tepat.

Dalam metoda beban kerja nilai-nilai batas keamanan ini disediakan oleh suatu faktor keamanan, tetapi untuk metoda kekuatan ultimit yang dianggap saat ini lebih realistis, besarnya akumulasi masalah-masalah penghitungan beban akibat besar perkiraan dan pengasumsian beban-beban kecil yang apabila cukup banyak memberikan akibat yang cukup signifikan ini diantisipasi dengan memberikan faktor aman berupa faktor beban.

Penerapan faktor keamanan di satu pihak bertujuan untuk mengendalikan kemungkinan terjadinya keruntuhan yang membahayakan bagi penghuni di lain pihak juga harus memperhitungkan faktor ekonomi atas struktur yang direncanakan, sehingga untuk mendapatkan faktor keamanan yang sesuai perlu dan harus direncanakan untuk mampu memikul beban lebih atas beban yang diharapkan bekerja. Kapasitas lebih tersebut untuk mengantisipasi dua keadaan yaitu kemungkinan terdapat beban yang bekerja lebih besar dari yang ditetapkan dan mungkin penyimpangan kekuatan elemen-elemen struktur, untuk itu maka kriteria dasar kuat rencana dapat ditulis dengan persamaan:

Kekuatan yang tersedia > Kekuatan yang dibutuhkan

Format keamanan menurut ACI yang diadopsi oleh peraturan terbaru beton Indonesia 1991 menterjemahkan konsep tersebut dalam persamaan:

Desain strength > Required strength

$$\phi R > \lambda U \quad \dots\dots\dots(2.1)$$

dengan:

ϕ : faktor reduksi ; R : kekuatan nominal

λ : faktor beban ; U : Beban kerja

Dalam perencanaan beban ultimit, faktor beban λ digunakan untuk meningkatkan beban kerja U menjadi keadaan beban ultimit dengan memperhitungkan keadaan beban ($\lambda > 1$). Besarnya nilai λ akan mendekati satu bila beban-beban yang bekerja pada struktur tersebut dapat diramalkan dengan lebih tepat, ini berarti beban yang bekerja tidak perlu banyak dinaikan dalam rangka antisipasi beban-beban yang tidak terduga, begitu pula sebaliknya ketika beban-beban yang bekerja tidak dapat diramalkan lebih tepat maka akan memaksa struktur direncanakan memakai nilai λ lebih besar dari satu.

2.2.3 Faktor-Faktor yang Menyebabkan Beban Lebih (*Over Load*)

Faktor-faktor utama yang memberikan kontribusi terhadap variasi beban U yang ada sehingga terjadi beban lebih (*over load*) antara lain adalah variasi beban yang berbeda dari yang diasumsikan (S), ketidakpastian ketika menghitung efek-beban (E), dan beberapa faktor yang sifatnya subjektif akibat dipilihnya suatu pola keruntuhan .

1. Faktor Variasi Beban (S)

Beban-beban yang bekerja pada struktur dapat dibagi dalam kategori utama beban mati, beban hidup dan beban alam. Beban mati adalah beban yang besarnya dan letaknya tetap selama masa layan, biasanya sebagian besar beban mati terdiri

dari berat sendiri struktur, karena itu biasanya beban mati dapat dihitung dengan ketepatan yang lebih baik dari perencanaan dan dimensi struktur.

Walaupun besarnya beban mati dapat diidentifikasi lebih baik dibandingkan dengan beban yang lain, namun akibat kurangnya pengawasan dan kecerobohan pelaksanaan di lapangan masih dimungkinkan terjadi variasi-variasi beban dari yang seharusnya ditetapkan, variasi-variasi beban ini juga diakibatkan, antara lain:

- a. Variasi ukuran elemen-elemen struktur
- b. Variasi densitas material akibat perbedaan tipe agregat, kadar air dan lainnya.
- c. Perubahan peruntukan struktur pada saat pelaksanaan baik elemen-elemen yang bersifat struktur ataupun non struktur.

Disamping itu dimungkinkan pula selama masa layan bagian struktur mengalami perubahan yang cukup memberikan variasi beban mati yang telah ada sebelumnya. Allen (1975) dalam penelitiannya yang ditulis dalam jurnal Mac Gregor menghasilkan suatu koefisien variasi untuk beban mati sebesar 0.07.

Beban hidup adalah beban-beban yang berhubungan dengan fungsi dan penggunaan bangunan tersebut, ketidaktentuan beban ini nilainya jauh lebih besar dari beban-beban yang dapat diramalkan, beban-beban hidup ini dapat berubah-ubah dari waktu ke waktu setiap saat, Allen (1975) mengusulkan digunakan koefisien variasi untuk beban hidup ini sebesar 0.3.

2. Faktor Ketidak tentuan Akibat Beban (E)

Perhitungan-perhitungan struktur membutuhkan data-data yang mendukung hitungan struktur. Untuk keperluan preliminari desain tersebut maka diambil asumsi-asumsi. Gambar-gambar dan hasil-hasil hitungan yang dihasilkan dari desain dapat berbeda dari asumsi-asumsi yang diambil diawal, kekakuan struktur, panjang bentang, ukuran tampang dan lain-lain adalah contoh-contoh data yang diasumsikan, nilai-nilai asumsi ini membuat hitungan struktur tidak akurat dalam pemodelan analisis struktur.

Untuk kepentingan analisis struktur pula, umumnya diambil model struktur dua dimensi, padahal hitungan analisis sebenarnya lebih dekat diasumsikan dalam tiga dimensi, umumnya hitungan-hitungan model struktur dua dimensi memberikan hasil gaya-gaya dalam lebih besar dibandingkan dengan analisis struktur tiga dimensi, hanya saja pemodelan struktur tiga dimensi menuntut pengetahuan perilaku struktur yang lebih.

Konsekuensi dari asumsi dan pengambilan model untuk melakukan analisis struktur diatas akan menyebabkan variasi tegangan-tengan dan regangan-regangan dibandingkan dengan aktual yang terjadi dari estimasi desain analisis struktur.

Allen (1975), menyarankan angka rata-rata variasi dari analisis struktur dengan kenyataanya yang terjadi diambil angka satu kali angka sebenarnya. Sedangkan untuk analisis struktur statis tak tentu diajukan angka koefisien variasi sebesar 0.7.

3. Faktor Konsekuensi Pola Keruntuhan

Faktor-faktor subyektif yang mempengaruhi variasi beban adalah pengambilan pola keruntuhan yang diambil, dalam perencanaan struktur beton bertulang, struktur dengan keruntuhan daktil lebih disukai dari pada keruntuhan getas. Pada keruntuhan daktil struktur dan elemen-elemen struktur didesain dengan tulangan-tulangan kurang (*Under reinforce*). Pada kondisi tulangan ini apabila struktur diambang keruntuhan akan memberikan tanda-tanda keruntuhan dengan terjadinya defleksi yang besar sehingga memungkinkan penghuni gedung menyelamatkan diri sebelum terjadi keruntuhan yang sebenarnya. Sedangkan pada pola keruntuhan getas (*brittle*) keruntuhan struktur tidak memberikan tanda-tanda keruntuhan sehingga keruntuhan dapat terjadi tiba-tiba tanpa memberikan kesempatan penghuni bangunan menyelamatkan diri.

Konsep balok lemah kolom kuat yang dianut sebagai filosofi perencanaan struktur mengharuskan struktur kolom direncanakan lebih kuat daripada balok, pola keruntuhan ini diambil dalam rangka penyelamatan jiwa manusia. Adapun faktor-faktor subyektif lain yang berpengaruh terhadap beban akibat pemilihan pola keruntuhan adalah:

- a. Biaya pelaksanaan bangunan
- b. Potensial kehilangan jiwa manusia atau keselamatan
- c. Biaya-biaya sosial akibat kehilangan waktu dan keuntungan.
- d. Peran penting elemen-elemen struktur pada suatu struktur.
- e. Tipe keruntuhan, tanda-tanda keruntuhan dan alternatif beban.

Hasil-hasil penelitian Mac Gregor (1976) ini diusulkan dalam *Load and Resistant Factor for Concrete Design* untuk dilampirkan pada ACI 318-83, hasil dari penelitian ini pun telah incomplete dalam ANSI untuk Building desain load standar 1985 .

2.3. Rahmat Purwono (1986)

Mengacu penelitian Mac Gregor (1976), Rahmat Purwono (1986) mengemukakan tiga alasan mengapa diperlukan faktor keamanan pada desain struktur, yaitu:

1. Kekuatan bahan/material atau elemen struktur karena sifat variabilitasnya dapat kurang dari yang diharapkan.
2. Beban lebih dapat pula terjadidimungkinkan besar terjadi variasi.
3. Konsekuensi keruntuhan yang diinginkan.
4. Asumsi-asumsi data perhitungan
5. Ukuran-ukuran pengerjaan.

Senada dengan penelitian Mac Gregor di Kanada (1976), Rahmat Purwono (1986) Melakukan penelitian besarnya faktor reduksi kekuatan ϕ di kota Surabaya, penelitian ini dilakukan dalam rangka menyambut peraturan baru beton Indonesia.

Subyek dari penelitian yang dilakukan adalah parameter yang mempengaruhi kekuatan penampang elemen struktur beton bertulang terhadap gaya geser, lentur, dan aksial konsentris pada semua proyek tersebut. Karakteristik dari parameter ini dipakai untuk mengidentifikasi faktor perlawanan ϕ dengan menggunakan metoda *first order second moment*.

Purwono (1986) mengidentifikasi faktor-faktor penyebab perubahan kekuatan penampang elemen struktur hasil pelaksanaan setempat terhadap kekuatan nominal rencana. Faktor-faktor utama tersebut adalah faktor kekuatan material, penyederhanaan asumsi, perumusan kekuatan material elemen struktur dan variasi tulangan terpasang terhadap tulangan yang diperlukan.

Penelitian yang dilakukan ini mengalami kendala dengan tidak tersedianya data-data yang lengkap tentang proyek proyek yang diteliti.

Metode yang digunakan untuk mengidentifikasi faktor reduksi kekuatan ini adalah *advanced first second moment procedure*, metode ini memperhitungkan sifat random dari semua variabel yang mempengaruhi faktor reduksi kekuatan, dan diyakini sebagai metode yang lebih dapat dipercaya untuk mengidentifikasi keamanan struktur.

Hasil dari penelitian identifikasi faktor reduksi kekuatan ϕ ini adalah hampir semua proyek yang ada di Surabaya mempunyai nilai faktor reduksi kekuatan ϕ tidak memenuhi yang diusulkan Mac Gregor, hal ini berarti untuk pelaksanaan struktur di Surabaya masih rendah dan perlu di tingkatkan agar sejajar dengan mutu pelaksanaan di Kanada dan USA.

2.4 Ismail dan Agus (2000)

Senada dengan penelitian Mac Gregor di Kanada (1976) dan Rahmat Purwono (1986) yang melakukan penelitian besarnya faktor reduksi kekuatan ϕ di kota Surabaya, Penelitian tentang faktor reduksi kekuatan dilakukan pula oleh Ismail dan Agus sepuluh tahun kemudian di Yogyakarta. Format penelitian yang digunakan dalam penelitian ini sama dengan format usulan penelitian yang di

lakukan Mac Gregor dan Rahmat Purwono, metode yang digunakan adalah *first order second moment* yang dipakai pula oleh kedua peneliti diatas.

Subyek dari penelitian yang dilakukan adalah parameter yang mempengaruhi kekuatan penampang elemen struktur beton bertulang terhadap gaya geser, lentur, dan aksial konsentris pada semua proyek tersebut. Karakteristik dari parameter ini dipakai untuk mengidentifikasi faktor perlawanan ϕ dengan menggunakan metoda *first order second moment*.

Hasil dari penelitian ini adalah hampir semua proyek yang menjadi subyek penelitian ini memenuhi usulan angka reduksi kekuatan yang diusulkan Mac Gregor, hal ini berarti untuk pelaksanaan struktur di Yogyakarta cukup baik bila dibandingkan dengan pelaksanaan di Surabaya walaupun perlu di tingkatkan agar sejajar dengan mutu pelaksanaan di Kanada dan USA.

Format keamanan yang diusulkan ACI dan dianut Peraturan Beton Indonesia menyebutkan *required strength* diperoleh dari perkalian beban kerja dengan faktor beban dengan memperhitungkan kemungkinan kelebihan beban, sedangkan di pihak lain *design strength* dari elemen struktur dihitung dari perkalian kekuatan nominal dengan faktor reduksi kekuatan yang memperhitungkan kurang sempurnanya mutu pelaksanaan dan produksi beton serta tulangan yang dipakai.

Dua penelitian terakhir telah meneliti dan mengidentifikasi faktor reduksi kekuatan ϕ tetapi penelitian tersebut belum menyentuh penelitian faktor beban λ , untuk mengetahui faktor beban λ sebagai bagian dari persyaratan kekuatan diatas maka penelitian faktor beban λ akan dicari sebagai kelanjutan penelitian

sebelumnya di Indonesia, sedangkan format penelitian yang digunakan adalah penelitian yang pernah digunakan Mac Gregor di Kanada dan USA.



BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Metoda Identifikasi Faktor Beban

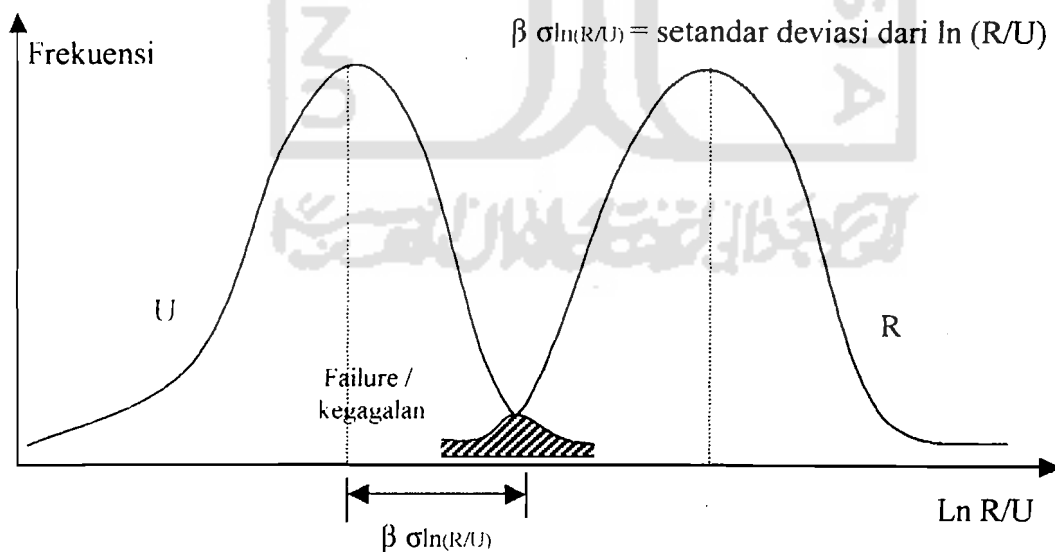
Beban-beban yang bekerja maupun kekuatan (*resistensi*) struktur terhadap beban merupakan variabel-variabel yang harus diperhitungkan. Pada umumnya hampir mustahil untuk melakukan analisis menyeluruh terhadap semua ketidakpastian yang mungkin akan mempengaruhi pencapaian keadaan batas ketika struktur akan hancur akibat beban tersebut.

Dewasa ini dicari metoda yang lebih sederhana dengan penaksiran keamanan struktur, dalam hal ini struktur beton bertulang berdasarkan probabilitas, yakni dengan metoda reabilitas *first orde second moment*. Metoda ini memperhitungkan sifat random dari semua variable yang mempengaruhi ϕ dan λ . Dalam penggambaran distribusi dari masing-masing variable selalu hanya menggunakan dua variable statistik yaitu nilai rata-rata dan koefisien variasi. Metoda ini telah dianggap sebagai sarana yang realistis untuk menyusun keamanan struktur oleh *ACI fall convention Canada 1975*, meskipun hambatan utama pemakaiannya adalah kurang cukup data statistik yang konsisten. (Purwono, 1989).

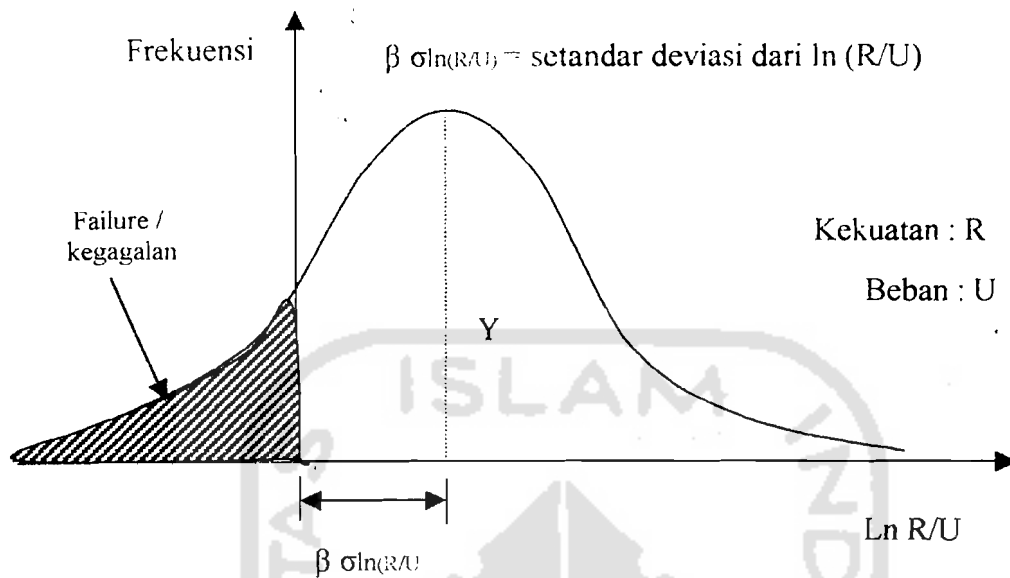
Metoda-metoda diatas mengasumsikan beban U dan kekuatan R sebagai Variabel-variabel acak. Dalam gambar 3.1 terlihat distribusi frekuensi tifikal dari

variabel-variabel acak semacam ini. Bila kekuatan R melebihi beban U , akan terdapat suatu margin keamanan. Apabila R tidak melebihi U dalam jumlah yang besar, ada kemungkinan bahwa R kurang dari U seperti pada bagian yang diarsir dimana kurva R dan U saling menutupi.

Oleh sebab itu, kegagalan pada struktur beton bertulang dapat didefinisikan dengan membandingkan R dan U atau dalam bentuk logaritmik $\ln(R/U)$, seperti gambar 3.1. Pada kedua bentuk tersebut, kegagalan merupakan wilayah perpotongan, jarak diantara garis kegagalan dengan nilai rata-rata dari fungsi $\ln(R/U)$ didefinisikan sebagai perkalian β dengan standar deviasi σ dari fungsi itu. Pengali β disebut indek reabilitas (indek kehandalan). Semakin besar β , semakin besar pula margin keamanan.



Gambar 3.1 Distribusi frekuensi beban U dan Kekuatan R



Gambar 3.2 Distribusi frekuensi dari Y

Struktur akan dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya adalah kekuatan dan beban. Jika mengambil R , \bar{R} dan σ_R menunjukkan distribusi kekuatan dan U , \bar{U} dan σ_U menunjukkan beban. Beberapa kegagalan struktur dapat diberikan jika $R < U$. sehingga probabilitas dari kegagalan adalah probabilitas bahwa $R < U$ atau:

$$P_f = P(R/U) < 1 \dots\dots\dots(3.1)$$

Dengan: P_f : probabilitas kegagalan

Karena $\ln 1 = 0$, maka persamaan (3.1) menjadi:

$$P_f = P(\ln(R/U) < 0) \dots\dots\dots(3.2)$$

Didefinisikan dengan:

$$Y = \ln(R/U) \dots\dots\dots(3.3)$$

Diasumsikan Y berdistribusi normal dan (R/U) berdistribusi log-normal seperti ditunjukkan gambar 3.2.

Nilai rata-rata dari \bar{Y} dan standar deviasinya (σ_y) adalah:

$$\bar{Y} = \ln (R/U) \dots \dots \dots (3.4.a)$$

$$\sigma_y = \sigma \ln (R/U) \dots \dots \dots (3.4.b)$$

Berdasarkan prinsip logaritma natural $a \ln (R/U) = a (\ln R - \ln U)$, maka persamaan (3.4.b) menjadi:

$$\sigma_y = \sigma (\ln R - \ln U) \dots \dots \dots (3.5)$$

berdasarkan sifat varian (walpole, 1986) : $a (\ln R - \ln U) = a \ln R + a (- \ln U)$

persamaan (3.5) menjadi:

$$\sigma_y = \sigma (\ln R) + \sigma (- \ln U) \dots \dots \dots (3.6)$$

peramaan (3.6) berdasarkan sifat varian (Whitemore, 1993) :

$\sigma^2 (\ln R - \ln U) = \sigma^2 (\ln R) + \sigma^2 (\ln U)$ dapat dibentuk menjadi persamaan (3.7)

$$\sigma_y^2 = \sigma^2 (\ln R/U) = \sigma^2 (\ln R - \ln U) = \sigma^2 (\ln R) + \sigma^2 (\ln U) \dots \dots \dots (3.7)$$

fungsi Y seperti pada persamaan (3.3) dapat dilihat pada gambar(3.2). Rata-rata dari Y atau \bar{Y} akan lebih besar nilainya dari Y dikalikan faktor keamanan β .

Pernyataan tersebut dapat ditulis menjadi:

$$\bar{Y} \geq \beta \sigma Y \dots \dots \dots (3.8)$$

Dengan memperhitungkan persamaan (3.8) maka persamaan (3.7) akan jadi

$$\ln(R/U) \geq \beta \sigma \ln (R/U) \dots \dots \dots (3.9)$$

Dengan mengingat hubungan pada persamaan (3.7) maka

$$\ln (R/U) \geq \beta \sqrt{\sigma^2 (\ln R) + \sigma^2 (\ln U)} \dots \dots \dots (3.10)$$

Sesuai dengan prinsip statistik untuk fungsi yang terdistribusi log-normal, koefisien variasi dapat dicari dengan persamaan (Kite, 1988).

$$V_R = (e^{\sigma^2 (\ln R)} - 1)^{1/2} \dots \dots \dots (3.11)$$

Menurut Mac Gregor (1976) untuk $V_U \leq 0.6$, maka diambil hubungan

$$V_R^2 \cong \sigma^2 (\ln R) \dots \dots \dots (3.12)$$

Substitusi persamaan (3.12) kedalam persamaan (3.10) akan diperoleh:

$$\ln(R/U) \geq \beta \sqrt{V_R^2 + V_U^2} \dots \dots \dots (3.13)$$

Lind (1971) menunjukan bahwa:

$$\sqrt{A^2 + B^2} = \alpha A + \alpha B \dots \dots \dots (3.14)$$

dengan α adalah fungsi separasi yang bernilai antara 0.707 dan 1.

dengan memperhatikan persamaan (3.14) maka fungsi separasi persamaan (3.13)

menjadi:

$$\ln(\bar{R}/\bar{U}) \geq \beta \alpha V_R + \beta \alpha V_U \dots \dots \dots (3.15)$$

persamaan (3.15) dapat ditulis dalam bentuk:

$$R/U \geq e^{(-\beta \alpha V_R + \beta \alpha V_U)} \dots \dots \dots (3.16)$$

Selanjutnya persamaan (3.16) dapat disusun menjadi:

$$R(e^{-\beta \alpha V_R}) > U(e^{+\beta \alpha V_U}) \dots \dots \dots (3.17)$$

Didalam perhitungan rata-rata kekuatan R direduksi dengan faktor yang kurang dari satu dan beban rata-rata U diperbesar dengan faktor yang lebih besar dari satu (lihat persamaan 2.1). meskipun, ketika perancang (desainer) menggunakan aturan-aturan persamaan desain dan penentuan, menghitung kekuatan disain R dari rata-rata kekuatan R. Dengan cara yang sama, perencanaan

(desain) didasarkan atas harga dari U yang ditetapkan dalam tabel pembebanan.

Dengan mendefinisikan nilai nilai γ adalah perbandingan dari $\frac{\bar{U}}{U}$ maka:

$$\bar{R} = R \gamma_R \dots \dots \dots (3.18.a)$$

$$\bar{U} = U \gamma_U \dots \dots \dots (3.18.b)$$

maka persamaan (3.18.a) ditulis:

$$R \gamma_R (e^{-\beta \alpha^2 V_R}) \geq U \gamma_U (e^{+\beta \alpha^2 V_U}) \dots \dots \dots (3.19)$$

Atau dibentuk menjadi:

$$\phi R \geq \lambda U \dots \dots \dots (3.20)$$

dengan: harga ϕ adalah faktor pengurangan (Reduksi) dan λ adalah faktor beban, sehingga:

$$\phi = \gamma_R e^{-\beta \alpha^2 V_R} \dots \dots \dots (3.21)$$

dan :

$$\lambda = \gamma_U e^{+\beta \alpha^2 V_U} \dots \dots \dots (3.22)$$

persamaan yang digunakan menurut Mac Gregor (1976) adalah sebagai berikut:

$$\lambda = \gamma_U e^{+\beta \alpha^2 V_U} \dots \dots \dots (3.23)$$

dengan:

$$\gamma_R = \frac{\bar{U}}{U} \dots \dots \dots (3.24)$$

dengan:

V_U : Koefisien Variasi U

α : Separation factor yang bernilai antara 0.707 – 1

β : ukuran keandalan struktur

3.2 Metoda Identifikasi Faktor Beban

Faktor pemisahan (separation factor) adalah faktor yang menunjukkan berapa besar pengali bila suatu bilangan dipisahkan dari persamaan akar kuadrat.

Lind (1971) menunjukkan bahwa:

$$\sqrt{A^2 + B^2} = \alpha A + \alpha B \dots\dots\dots(3.14)$$

dengan α adalah fungsi separasi yang bernilai antara 0.707 dan 1.

Ismail dan Agus (2000) memberikan contoh pembuktian besarnya nilai separasi faktor ini. Sebagai contoh diambil sembarang nilai A dan B; A=1.5 dan B=2.5

$$\sqrt{1.5^2 + 2.5^2} = \alpha 1.5 + \alpha 2.5 \longrightarrow \alpha = 0.729$$

Untuk keperluan penelitian ini α ditetapkan sebesar 0.707.

Kegagalan pada struktur beton bertulang dapat didefinisikan dengan membandingkan R dan U atau dalam bentuk logaritmik $\ln(R/U)$, seperti gambar 3.1. Pada kedua bentuk tersebut, kegagalan merupakan wilayah perpotongan, jarak diantara garis kegagalan dengan nilai rata-rata dari fungsi $\ln(R/U)$ didefinisikan sebagai perkalian β dengan standar deviasi σ dari fungsi itu. Pengali β disebut indek reabilitas (indek kehandalan). Semakin besar β , semakin besar pula margin keamanan.

Besarnya kehandalan struktur yang ditunjukkan dengan indek reabilitas β , dicari dengan rumus sederhana:

$$\beta = \frac{\ln\left(\frac{R_m}{U_m}\right)}{\sqrt{V_R^2 + V_U^2}} \dots\dots\dots(5.14.a)$$

dengan R_m adalah mean dari nilai resistensi R dan U_m adalah mean dari nilai efek beban U . Untuk penelitian ini besarnya nilai indeks reabilitas β digunakan sebagai mana dianjurkan oleh Mac Gregor (1976), yaitu:

β : 3.5 untuk struktur brittle

β : 4.0 untuk struktur daktail

Nilai β ini erat kaitannya dengan probabilitas keruntuhan. Dalam gambar 3.1 diatas menunjukkan besarnya angka keamanan yaitu jarak dari garis asli sampai kerata-ratanya dan diwujudkan sebagai perkalian β dan $\sigma_{ln(R/U)}$, seperti pada persamaan (3.12) diatas. Dengan demikian, semakin besar jaraknya semakin kecil pula probabilitas pencapaian keadaan batas atau kegagalan struktur.

3.3 Parameter Statistik Yang digunakan Dalam Perhitungan

Berikut ini ditunjukkan parameter-parameter statistik yang dicari dan digunakan dalam penelitian.

3.3.1 Nilai Rata-Rata (Mean)

Data yang diambil jumlahnya banyak dan bervariasi sehingga diperlukan nilai rata-rata. Nilai rata-rata tersebut dihitung dengan menggunakan persamaan (3.25) dibawah ini:

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \dots\dots\dots(3.25)$$

dengan :

X : data yang diuji ; n : jumlah data

Dalam tugas akhir ini diambil data dari pengukuran di lapangan semua unsur-unsur yang mempengaruhi besarnya beban.

3.3.2 Koefisien Variasi

Untuk mengetahui tingkat penyebaran data digunakan koefisien variasi yang dapat, dihitung menurut Hasan (1999) dengan persamaan (3.26) dibawah ini:

$$V_x = \frac{\sigma_x}{X} (\text{atau } \frac{\sigma_x}{X} \times 100\%) \dots\dots\dots(3.26)$$

Dengan: σ_x : standar deviasi dari x

Nilai standar deviasi digunakan untuk mencari penyimpangan-penyimpanga dari data uji tersebut dan dihitung dengan persamana (3.27) dibawah ini:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{n}} \dots\dots\dots(3.27)$$

sedangkan untuk kombinasi distribusi statistik adalah sebagai berikut:

1. Kombinasi penjumlahan

$$x = A - B (\text{atau } A + B) \dots\dots\dots(3.28)$$

$$\bar{x} = \bar{A} - \bar{B} (\text{atau } \bar{A} + \bar{B}) \dots\dots\dots(3.29)$$

dengan A dan B menyatakan persamaan-persamaan rumus yang dipakai.

Maka:

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_A^2 + \sigma_B^2} \dots\dots\dots(3.30)$$

dengan:

σ_A, σ_B : standar deviasi A dan B dengan rumus pada persamaan (3.27)

sedangkan untuk mencari koefisien variasi menggunakan persamaan (3.26)

2. Kombinasi perkalian

$$Y = A + B \dots\dots\dots(3.31)$$

$$\bar{Y} = \bar{A} \times \bar{B} \dots\dots\dots(3.32)$$

maka:

$$V_y = \sqrt{V_A^2 + V_B^2} \dots\dots\dots(3.33)$$

Dengan:

V_y : koefisien variasi dari y

V_A : Koefisien variasi dari A

V_B : Koefisien variasi dari B

Nilai deviasi standar yang dihitung digunakan untuk mencari penyimpangan-penyimpangan dari data uji tersebut. Kemudian nilai koefisien variasi dicari dari standar deviasi diatas. Nilai koefisien inilah yang salah satunya menentukan besarnya faktor beban yang terjadi dilapangan.

3.4 Langkah-langkah Pehitungan

Nilai λ dicari mengikuti metoda yang diusulkan Mac Gregor (1976), dalam tugas akhir ini dibatasi untuk kombinasi beban mati dan beban hidup.

Beban aktual lapangan diambil dari hasil pengukuran dilapangan, besarnya nilai ini dicari dengan persamaan:

$$U_i = t_i \cdot \gamma_i \dots\dots\dots(3.39.a)$$

Dengan: U_i : Berat material jenis i

t_i : Tebal lapis pengukuran material i

γ_i : Berat jenis material i

besarnya berat jenis masing-masing material dicari dengan persamaan

$$\gamma_i = \frac{W_i}{V_i} \dots\dots\dots(3.39.b)$$

dengan : W : Berat material dan V: Volume material

sedangkan beban hidup aktual lapangan diambil dari hasil pengukuran dilapangan,

besarnya nilai ini dicari dengan persamaan:

$$U_{il} = \frac{\bar{U}_{il} N_{il}}{A_i} \dots\dots\dots(3.39.c)$$

dengan : U_{il} : Berat beban aktual jenis i

N_{il} : Jumlah beban aktual jenis i

A_i : Luas Ruangan i

Besarnya momen dihitung dengan rumus pendekatan

$$M_i = 0.001 W_i L_x^2 C_i \dots\dots\dots(3.39.d)$$

Dimana: M_i : Momen akibat beban yang bekerja

W_i : Beban akibat jenis material i

L_x : Panjang bagian terpendek

C_i : Koefisien momen

Analisis yang sama dilakukan untuk kombinasi beban lain. Beban dengan tahanan beban dapat ditunjukkan dengan hubungan persamaan (3.20),

$$\phi R \geq \lambda U \dots\dots\dots(3.20)$$

dimana λ adalah faktor beban. Setelah persamaan diturunkan didapatkan λ seperti persamaan (3.22)

$$\lambda = \gamma_{1i} e^{\beta_{1i} V U} \dots\dots\dots(3.22)$$

tetapi $U=D+L$, dimana D dan L keduanya masing-masing adalah variabel terpisah. Karena koefisien variasi beban mati D lebih kecil daripada beban hidup L , dimungkinkan untuk memisahkan keduanya. Untuk mendapatkan faktor beban λ pada code prosedur yang diusulkan Allen (1975) dapat diikuti. Dalam tugas akhir ini perkiraan untuk mendapatkan λ_D dan λ_L mengikuti prosedur yang diusulkannya. Menggunakan persamaan (3.18.b) dan (3.20) dihasilkan persamaan

$$\lambda U = \bar{U} e^{\beta \alpha V_u} \quad (3.33)$$

mengingat deret Taylor bahwa:

$$e^x = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!} + \dots + \frac{x^n}{n!} \quad (3.34.a)$$

menggunakan dua ekspansi yang pertama untuk ekspansi series e^x maka:

$$\lambda U = U e^x \quad (3.34.b)$$

dengan $\lambda = \beta \alpha V_u$

Untuk kondisi ultimit yang merupakan kombinasi antara D dan L maka persamaan 3.26 dapat ditulis menjadi:

$$V_u = \frac{\sigma_x}{x} \quad (3.34.c)$$

$$V_u^2 = \frac{\sigma_D^2 + \sigma_L^2}{D^2 + L^2} \quad \text{bentuk ini dapat dibawa kedalam bentuk}$$

$$V_u^2 (\bar{D}^2 + \bar{L}^2) = \sigma_D^2 + \sigma_L^2 \quad (3.34.d)$$

$$V_u^2 (\bar{D}^2 + \bar{L}^2) = \bar{D}^2 \bar{V}_D^2 + \bar{L}^2 \bar{V}_L^2 \quad (3.34.e)$$

$$V_u^2 = \frac{\bar{D}^2 \bar{V}_D^2 + \bar{L}^2 \bar{V}_L^2}{\bar{D}^2 + \bar{L}^2} \quad (3.34.f)$$

$$Vu = \sqrt{\frac{\bar{D}^2 \bar{V}_D^2 + \bar{L}^2 \bar{V}_L^2}{\bar{D}^2 + \bar{L}^2}} \dots\dots\dots (3.34.g)$$

Dengan mensubstitusikan persamaan 3.34.g kedalam persamaan 3.33 didapat persamaan berikut:

$$\bar{U} e^{\mu u Vu} = (\bar{D} + \bar{L})(1 + \beta \alpha Vu) \dots\dots\dots (3.34.h)$$

$$\bar{U} e^{\mu u Vu} = (\bar{D} + \bar{L}) \left(1 + \beta \alpha \sqrt{\frac{\bar{D}^2 \bar{V}_D^2 + \bar{L}^2 \bar{V}_L^2}{\bar{D}^2 + \bar{L}^2}} \right) \dots\dots\dots (3.34.i)$$

Dengan menggunakan persamaan (3.14) dihasilkan persamaan

$$\cong (\bar{D} + \bar{L}) \left(1 + \frac{\alpha^2 \beta \bar{D} V_D + \alpha^2 \beta \bar{L} V_L}{\bar{D} + \bar{L}} \right) \dots\dots\dots (3.34.j)$$

$$\bar{U} e^{\mu u Vu} \cong \bar{D} (1 + \alpha^2 \beta V_D) + \bar{L} (1 + \alpha^2 \beta V_L) \dots\dots\dots (3.35)$$

Mengacu pada persamaan (3.22), indek yang ada dalam kurung pada persamaan (3.35) diatas dapat ditulis kembali dalam bentuk eksponensial dengan konsisten menghasilkan faktor beban untuk beban mati D dan beban hidup L:

$$\lambda_D = \gamma_D e^{\mu \alpha^2 V_D} \dots\dots\dots (3.36)$$

dimana $V_D = \sqrt{V_{SD}^2 + V_{ED}^2}$ adalah variasi beban V_{SD} dan analisis struktur V_{ED}

$$\lambda_L = \gamma_L e^{\mu \alpha^2 V_L} \dots\dots\dots (3.37)$$

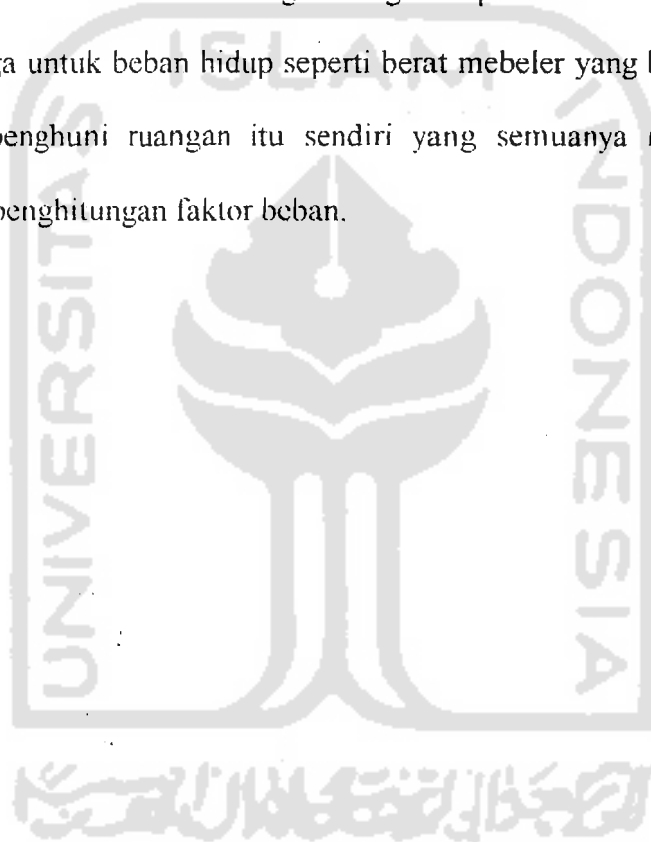
dimana $V_L = \sqrt{V_{SL}^2 + V_{EL}^2}$ adalah variasi beban V_{SL} dan analisis struktur V_{EL} .

pada penelitian ini nilai faktor beban parsial untuk beban mati λ_D dan nilai faktor beban untuk beban hidup λ_L dicari dengan menggunakan persamaan (3.36) dan (3.37).

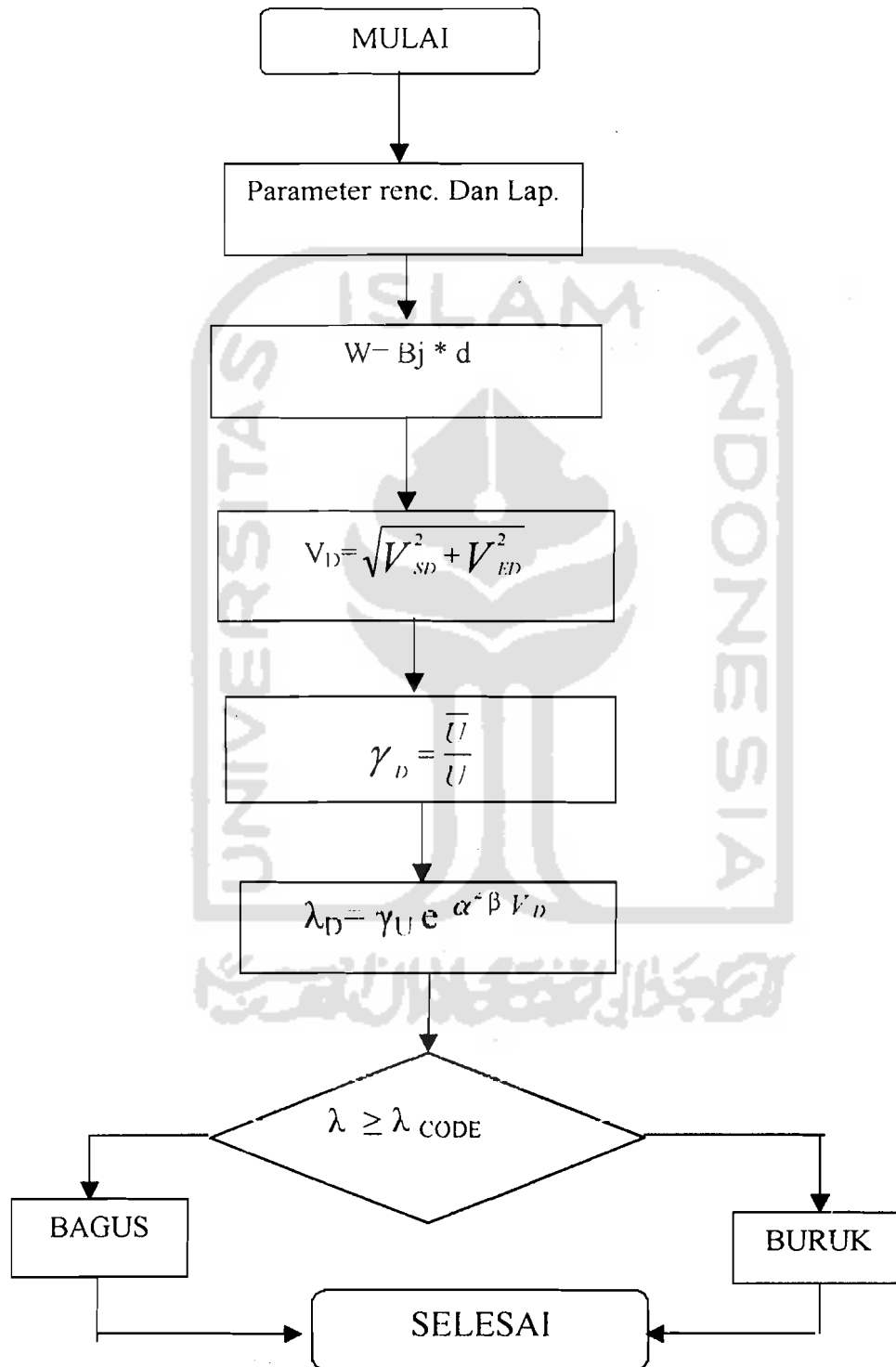
3.5 Diagram Alir Hitungan Faktor Beban λ

Diagram alir (flow chart) proses hitungan dan pencarian faktor beban ditunjukkan dalam Gambar 3.3 untuk beban mati dan Gambar 3.4 untuk beban hidup.

Parameter-parameter lapangan adalah data-data yang diambil dilapangan seperti dimensi dan berat volume masing-masing komponen struktur aktual di lapangan. Begitu juga untuk beban hidup seperti berat mebel yang berupa kursi lemari, meja dan penghuni ruangan itu sendiri yang semuanya memberikan kontribusi terhadap penghitungan faktor beban.

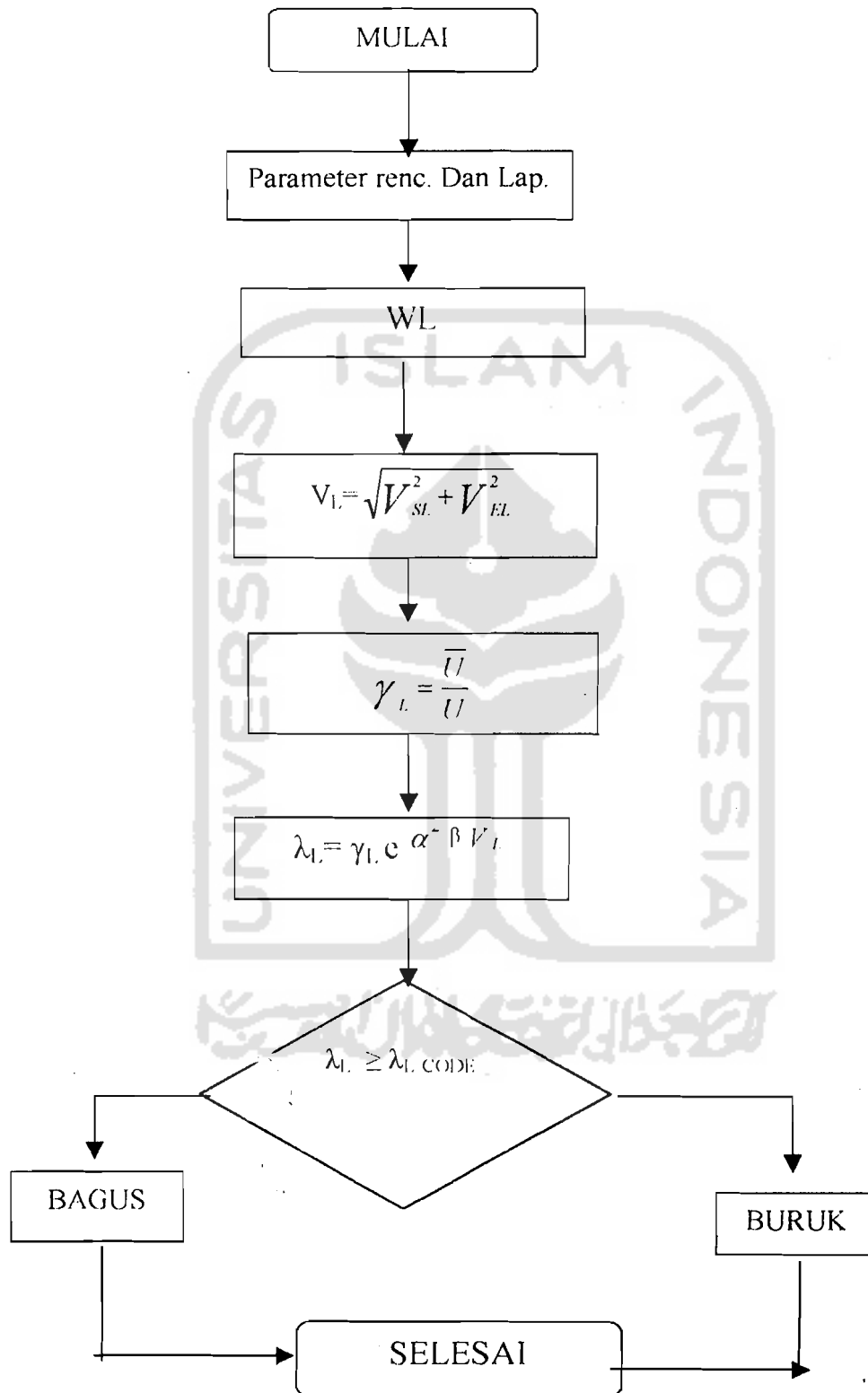


Hitungan Faktor Beban Untuk Beban Mati



Gambar.3.3 Flowchart λ_D

Hitungan Faktor Beban Untuk Beban Hidup

Gambar.3.4 Flowchart λ_l .

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Metoda Penelitian

Penelitian dilakukan di Proyek Pembangunan Kampus Terpadu Unit III Universitas Muhammadiyah Yogyakarta dan Proyek Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Unit VII Yogyakarta.

4.2 Waktu Penelitian

Pengambilan data amatan di dua lokasi proyek-proyek tersebut dimulai pada bulan juni 2000.

4.3 Tahap Analisa

Tahapan analisis penelitian ini diuraikan dan disusun dalam tahap-tahap berikut ini:

1. Mencari data-data desain rencana proyek yang akan di ambil datanya
2. Pengukur parameter-parameter yang mempengaruhi factor beban λ di lapangan yaitu tebal masing-masing elemen struktur.
3. Menghitung spesifikasi masing-masing material yang berupa berat jenis dan ukuran-ukuran kuantitatif di laboratorium.
4. Mengambil data-data laboratorium yang diperlukan.

5. Mengambil data-data beban hidup akibat fungsi ruangan berupa mebel, penghuni ruangan
6. Menghitung faktor beban λ atas data-data yang didapat dari proyek-proyek yang menjadi objek penelitian menggunakan metoda probabilitas *first order second moment*.

4.4 Data-Data Gambar

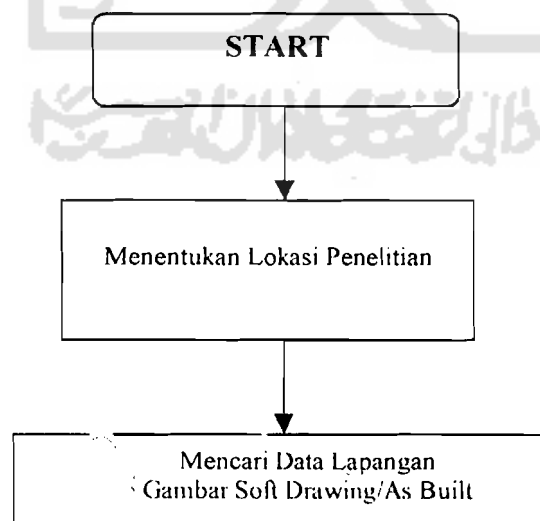
Gambar-gambar yang yang diambil meliputi gambar-gambar teknis *soft Drawing* serta gambar-gambar *as built drawing*

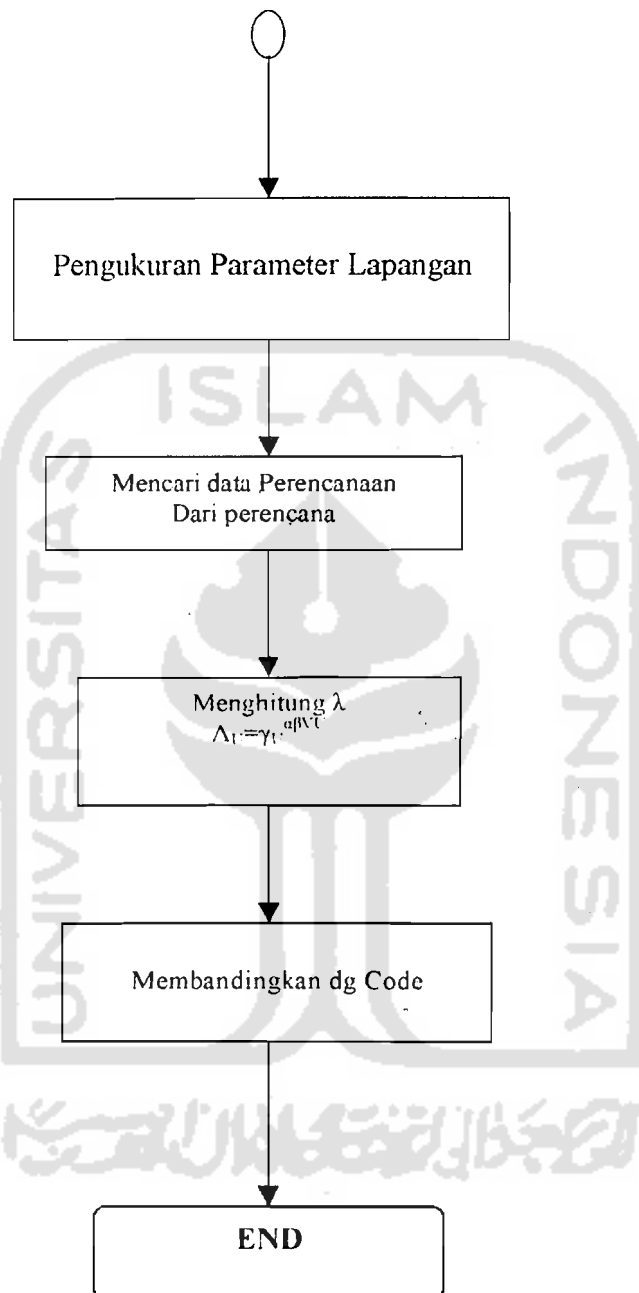
4.5 Data-Data Lapangan

Data-data yang diukur langsung di lapangan pada proyek-proyek yang menjadi objek penelitian.

4.6 Bagan Alir Proses Penelitian

Berikut ini adalah bagan alir dari penelitian yang dilakukan ditunjukkan pada gambar 4.1 sebagai berikut ini:





Gambar. 4.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Perhitungan Faktor Beban λ

Faktor beban λ dihitung mengikuti prosedur yang dilakukan Mac Gregor (1976). Langkah-langkah prosedur pencarian faktor beban mati dan faktor beban hidup diberikan dalam bagian ini dan salah satu contoh pencariannya ditabelkan pada bagian akhir dari langkah-langkah pencarian.

5.2. Mencari Faktor Beban Mati λ_D

Beban mati adalah beban yang bekerja statis disuatu tempat, umumnya sebagian besar meliputi berat sendiri struktur, tegel, spesi, pasir dan kramik. berikut adalah mencari λ_D Block A1 Kampus UII unit VII.

5.2.1 Beban Aktual Lapangan

Beban aktual lapangan diambil dari hasil pengukuran dilapangan, besarnya nilai ini dicari dengan persamaan 3.39a

$$U_i = t_i \cdot \gamma_i$$

Dimana: U_i : Berat material jenis i
 t_i : Tebal lapis pengukuran material i
 γ_i : Berat jenis material i

Pencarian angka-angka beban mati sebagai berikut:

1. Mencari Berat Jenis Material

Pencarian berat jenis masing-masing material digunakan pers. 3.39.b selanjutnya hasil pengukuran ini dicari rata-ratanya menggunakan pers. 3.25. Data dan hasil hitungan lengkap ditunjukkan pada tabel 5.1 sampai tabel 5.5.

a. Pelat Beton

$$\text{Sample 1} : \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 23.8500 \text{ Kn/m}^3$$

$$\text{Sample 2} : \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 24.0700 \text{ Kn/m}^3$$

$$\text{Sample 3} : \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 24.8600 \text{ Kn/m}^3$$

.....
.....
.....

$$\text{Sample 30} : \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 23.9800 \text{ Kn/m}^3$$

Mencari berat jenis rata-rata dengan pers.3.25

$$\bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_{30}}{N}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{23.85 + 24.07 + 24.86 + \dots + 23.98}{30} = 23.997 \text{ Kn/m}^3$$

b. Pasir

$$\text{Sample 1} : \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 15.300 \text{ Kn/m}^3$$

$$\text{Sample 2} \quad : \quad \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 15.600 \text{ Kn/m}^3$$

$$\text{Sample 3} \quad : \quad \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 14.900 \text{ Kn/m}^3$$

.....

$$\text{Sample 30} \quad : \quad \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 15.850 \text{ Kn/m}^3$$

Mencari berat jenis rata-rata dengan pers.3.25

$$\bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_{30}}{N}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{15.300 + 15.600 + 14.970 + \dots + 14.500}{30} = 14.903 \text{ Kn/m}^3$$

c. Spesi

$$\text{Sample 1} \quad : \quad \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 15.150 \text{ Kn/m}^3$$

$$\text{Sample 2} \quad : \quad \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 16.430 \text{ Kn/m}^3$$

$$\text{Sample 3} \quad : \quad \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 15.700 \text{ Kn/m}^3$$

.....

$$\text{Sample 30} \quad : \quad \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 15.870 \text{ Kn/m}^3$$

Mencari berat jenis rata-rata dengan pers.3.25

$$\bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_{30}}{N}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{15.150 + 16.430 + 15.700 + \dots + 15.870}{30} = 15.681 \text{ Kn/m}^3$$

d. Kramik

$$\text{Sample 1} : \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 21.310 \text{ Kn/m}^3$$

$$\text{Sample 2} : \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 21.220 \text{ Kn/m}^3$$

$$\text{Sample 3} : \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 21.200 \text{ Kn/m}^3$$

.....
.....
.....

$$\text{Sample 30} : \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 21.230 \text{ Kn/m}^3$$

Mencari berat jenis rata-rata dengan pers.3.25

$$\bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_{30}}{N}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{21.310 + 21.220 + 21.200 + \dots + 21.230}{30} = 21.268 \text{ Kn/m}^3$$

e. Partisi

$$\text{Sample 1} : \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 0.989 \text{ Kn/m}^3$$

$$\text{Sample 2} : \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 1.010 \text{ Kn/m}^3$$

$$\text{Sample 3} \quad : \quad \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 0.983 \text{ Kn/m}^3$$

.....

$$\text{Sample 30} \quad : \quad \gamma_i = \frac{W_i}{V_i} = 0.992 \text{ Kn/m}^3$$

Mencari berat jenis rata-rata dengan pers.3.25

$$\bar{\gamma} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_{30}}{N}$$

$$\bar{\gamma} = \frac{0.989 + 1.010 + 0.9825 + \dots + 0.994}{30} = 1.00 \text{ Kn/m}^3$$

2. Menghitung Berat Beban Mati

Pencarian berat masing-masing material digunakan pers. 3.39.a selanjutnya hasil pengukuran ini dicari rata-ratanya (mean) menggunakan pers. 3.25.

- a. Pelat Beton : $U_i = t_i \cdot \gamma_i = 0.1125 * 23.991 = 2.6970 \text{ Kn/m}^2$
 b. Pasir : $U_i = t_i \cdot \gamma_i = 0.1490 * 14.903 = 0.6767 \text{ Kn/m}^2$
 c. Spesi : $U_i = t_i \cdot \gamma_i = 0.0273 * 15.681 = 0.4281 \text{ Kn/m}^2$
 d. Kramik : $U_i = t_i \cdot \gamma_i = 0.00532 * 21.267 = 1.1310 \text{ Kn/m}^2$
 e. Partisi : $U_i = t_i \cdot \gamma_i = \dots = 0.0025 \text{ Kn/m}^2$

Berat aktual beban mati U_D dihitung dengan menjumlahkan semua beban kontribusi masing-masing komponen diatas:

$$U_D = U_{\text{Pelat}} + U_{\text{Pasir}} + U_{\text{Kramik}} + U_{\text{Partisi}}$$

$$U_D = 2.6970 + 0.6767 + 0.4281 + 0.11310 + 0.0025 = 4.010736 \text{ Kn/m}^2$$

5.2.2 Beban Rencana

Beban rencana diambil dari data perencanaan yang ada, besarnya angka ini dihitung dengan persamaan 3.37.a

$$U_i = t_i \cdot \gamma_i$$

Dimana: U_i : Berat rencana material Jenis i

t_i : Tebal rencana lapis material i

γ_i : Berat jenis rencana material i

1. Pelat Beton : $U_i = t_i \cdot \gamma_i = 0.12 \cdot 23 = 2.760 \text{ Kn/m}^2$
2. Pasir : $U_i = t_i \cdot \gamma_i = 0.05 \cdot 18 = 0.900 \text{ Kn/m}^2$
3. Spesi : $U_i = t_i \cdot \gamma_i = 0.03 \cdot 23 = 0.690 \text{ Kn/m}^2$
4. Kramik : $U_i = t_i \cdot \gamma_i = 0.01 \cdot 26 = 0.260 \text{ Kn/m}^2$

Berat Rencana beban mati dihitung seperti dibawah ini:

$$U_D = U_{\text{Pelat}} + U_{\text{Pasir}} + U_{\text{Kramik}} + U_{\text{Partisi}}$$

$$U_D = 0.900 + 0.690 + 0.260 + 0.00 = 4.550 \text{ Kn/m}^2$$

5.2.3 Mencari Harga Rasio Beban Mati (γ_D)

Nilai γ_D adalah perbandingan antara beban mati aktual lapangan (langkah 5.2.1) dengan beban mati rencana (langkah 5.2.2), besarnya beban mati rencana diambil menurut Code/Peraturan pembebanan yang berlaku di Indonesia. besarnya angka ini dihitung dengan persamaan 3.24.

$$\gamma_D = \frac{\bar{U}_D}{U} = \frac{4.0107}{4.550} = 0.8814$$

5.2.4 Mencari Koefisien Variasi berat beban mati V_{iD}

Koefisien berat beban mati V_{iD} adalah koefisien variasi beban mati akibat beban-beban yang bekerja, besarnya nilai ini dihitung dengan persamaan 3.26

$$V_{iD} = \frac{\sigma_X}{\bar{W}_{iD}}$$

Dimana: V_{iD} : Koefisien variasi material i

W_{iD} : Berat material jenis i

\bar{W}_{iD} : Berat rata-rata material jenis i

σ_X : Standar deviasi

1. Menghitung Deviasi Standar Berat Jenis Material

Untuk menghitung V_{iD} menggunakan pers. 3.26 untuk masing-masing material maka terlebih dahulu dicari mean menggunakan pers.3.25, langkah ini telah dilakukan ketika mencari beban aktual pada langkah ke-2.2.1 point A dan standar deviasi menggunakan pers. 3.27 dari masing-masing komponen material. Data dan hasil masing-masing komponen ditunjukkan pada tabel 5.1 dan tabel 5.5.

a. Pelat Beton

Hitungan standar deviasi dihitung dengan rumus berikut ini:

$$\sigma_X = \left(\frac{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

Angka-angka hitung untuk mendapatkan deviasi standar ditampilkan seperti berikut ini:

$$\text{Sample 1} \quad : \quad (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (23.850 - 23.9907)^2 = 0.01978$$

$$\text{Sample 2} \quad : \quad (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (24.070 - 23.9907)^2 = 0.00629$$

$$\text{Sample 3} \quad : \quad (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (24.860 - 23.9907)^2 = 0.0755$$

.....
.....

$$\text{Sample 30} \quad : \quad (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (23.986 - 23.9907)^2 = 0.00113$$

$$\sigma_x = \left(\frac{(\gamma_1 - \bar{\gamma}_1)^2 + (\gamma_2 - \bar{\gamma}_2)^2 + (\gamma_3 - \bar{\gamma}_3)^2 + \dots + (\gamma_n - \bar{\gamma}_n)^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{0.01978 + 0.00629 + 0.0755 + \dots + 0.00113}{30-1} \right)^{0.5}$$

$$= 0.1228$$

$$\text{COV}_{\text{relat}} = \frac{\sigma_x}{\bar{\gamma}} = \frac{0.1228}{23.9907} = 0.00169$$

b. Pasir

$$\text{Sample 1} \quad : \quad (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (15.300 - 14.903)^2 = 0.1576$$

$$\text{Sample 2} \quad : \quad (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (15.600 - 14.903)^2 = 0.4858$$

$$\text{Sample 3} \quad : \quad (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (14.970 - 14.903)^2 = 0.0049$$

.....
.....

$$\text{Sample 30} \quad : \quad (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (14.500 - 14.903)^2 = 0.1624$$

$$\sigma_x = \left(\frac{(\gamma_1 - \bar{\gamma}_1)^2 + (\gamma_2 - \bar{\gamma}_2)^2 + (\gamma_3 - \bar{\gamma}_3)^2 + \dots + (\gamma_n - \bar{\gamma}_n)^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{0.1576 + 0.4858 + 0.0049 + \dots + 0.1624}{30-1} \right)^{0.5}$$



$$= 0.5368$$

$$COV_{Pasir} = \frac{\sigma_x}{\bar{y}} = \frac{0.5368}{14.9033} = 0.0360$$

c. Spesi

$$\text{Sample 1} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (15.150 - 15.682)^2 = 0.2809$$

$$\text{Sample 2} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (16.430 - 15.682)^2 = 0.5625$$

$$\text{Sample 3} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (15.700 - 15.682)^2 = 0.0004$$

.....

$$\text{Sample 30} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (15.150 - 15.682)^2 = 0.0361$$

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \dots + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{0.2809 + 0.5625 + 0.0004 + \dots + 0.0361}{30-1} \right)^{0.5}$$

$$= 0.023$$

$$COV_{Spesi} = \frac{\sigma_x}{\bar{y}} = \frac{0.023}{15.682} = 0.0191$$

d. Kramik

$$\text{Sample 1} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (21.310 - 21.268)^2 = 0.0025$$

$$\text{Sample 2} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (21.220 - 21.268)^2 = 0.0015$$

$$\text{Sample 3} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (21.210 - 21.268)^2 = 0.0036$$

.....

$$\text{Sample 30} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (21.310 - 21.268)^2 = 0.0009$$

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \dots + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{0.0025 + 0.0016 + 0.0036 + \dots + 0.0009}{30-1} \right)^{0.5}$$

$$= 0.0246$$

$$\text{COV}_{\text{Spesi}} = \frac{\sigma_x}{\bar{\gamma}} = \frac{0.0246}{21.268} = 0.001134$$

e. Partisi

$$\text{Sample 1} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (0.989 - 0.991)^2 = 4.0 \cdot 10^6$$

$$\text{Sample 2} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (1.01 - 0.991)^2 = 3.6 \cdot 10^5$$

$$\text{Sample 3} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (0.982 - 0.991)^2 = 7.2 \cdot 10^5$$

.....

$$\text{Sample 30} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (0.989 - 0.991)^2 = 9.0 \cdot 10^6$$

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \dots + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{(4.0 + 0.36 + 0.72 + \dots + 9.0)10^6}{30-1} \right)^{0.5}$$

$$= 2.22 \cdot 10^2$$

$$\text{COV}_{\text{Spesi}} = \frac{\sigma_x}{\bar{\gamma}} = \frac{2.22 \cdot 10^2}{0.991} = 0.00897$$

2. Menghitung Deviasi Standar Beban Material

Untuk menghitung V_{ID} menggunakan pers. 3.26 untuk masing-masing material maka terlebih dahulu dicari mean menggunakan pers.3.25, langkah ini telah dilakukan ketika mencari beban aktual (langkah ke-2.2.1 point A) dan standar deviasi menggunakan pers. 3.27 dari masing-masing komponen material. Data dan hasil masing-masing komponen ditunjukkan pada tabel 5.1 dan tabel 5.5.

a Pelat Beton

Hitungan standar deviasi dihitung dengan rumus berikut ini:

$$\sigma_x = \left(\frac{\sum \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

Angka-angka hitungan untuk mendapatkan deviasi standar ditampilkan seperti berikut ini:

$$\text{Sample 1} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (2.671 - 2.697)^2 = 6.970 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Sample 2} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (2.574 - 2.697)^2 = 1.510 \cdot 10^{-2}$$

$$\text{Sample 3} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (2.771 - 2.697)^2 = 3.310 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Sample 30} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = (2.690 - 2.697)^2 = 8.190 \cdot 10^{-4}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \dots + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = \frac{(6.970 \cdot 10^{-4} + 1.510 \cdot 10^{-2} + 3.31 \cdot 10^{-3} + \dots + 8.190 \cdot 10^{-4})}{30-1}$$

$$\text{COV}_{\text{Pelat}} = \frac{\sigma_x}{\bar{y}} = \frac{4.590 \cdot 10^{-3}}{2.697} = 1.70 \cdot 10^{-3}$$

b. Pasir

$$\text{Sample 1} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 5.06 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Sample 2} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 3.38 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Sample 3} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 7.68 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Sample 30} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 1.19 \cdot 10^{-4}$$

$$\sigma_x = \frac{\langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \dots + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2}{n-1}$$

$$\sigma_x = 9.42 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{COV}_{\text{Pasir}} = \frac{\sigma_x}{\bar{y}} = \frac{9.42 \cdot 10^{-3}}{0.676} = 1.38 \cdot 10^{-2}$$

c. Spesi

$$\text{Sample 1} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 3.591 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Sample 2} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 1.026 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Sample 3} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 5.242 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{Sample 30} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 3.22 \cdot 10^{-4}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \dots + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = 3.54 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{COV}_{\text{Spesi}} = \frac{\sigma_x}{\bar{y}} = \frac{3.54 \cdot 10^{-4}}{0.428} = 2.86 \cdot 10^{-2}$$

d. Kramik

$$\text{Sample 1} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 1.191 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Sample 2} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 1.520 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{Sample 3} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 2.960 \cdot 10^{-2}$$

.....

$$\text{Sample 30} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 3.22 \cdot 10^{-1}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{(\gamma_1 - \bar{\gamma}_1)^2 + (\gamma_2 - \bar{\gamma}_2)^2 + (\gamma_3 - \bar{\gamma}_3)^2 + \dots + (\gamma_n - \bar{\gamma}_n)^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = 9.100 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{COV}_{\text{Kramik}} = \frac{\sigma_x}{\bar{y}} = \frac{9.100 \cdot 10^{-3}}{1.1307} = 8.04 \cdot 10^{-3}$$

e. Partisi

$$\text{Sample 1} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 3.199 \cdot 10^{-9}$$

$$\text{Sample 2} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 1.226 \cdot 10^{-8}$$

$$\text{Sample 3} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 5.065 \cdot 10^{-9}$$

.....

$$\text{Sample 30} : (\gamma_i - \bar{\gamma}_i)^2 = 4.828 \cdot 10^{-9}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2 + \dots + \langle \gamma_i - \bar{\gamma}_i \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = 3.54 \cdot 10^{-8}$$

$$\text{COV}_{\text{Partisi}} = \frac{\sigma_x}{\bar{\gamma}} = \frac{3.54 \cdot 10^{-8}}{0.0025} = 0.0261$$

Sedangkan besarnya Coefisien Variasi Beban Mati (V_{ED}) sumbanga dari Coefisien Variasi Berat Jenis dan Berat beban adalah:

$$\begin{aligned} V_{ED} &= \left((V_{BJ}^2 + V_{BB}^2)^2_{\text{Pelat}} + (V_{BJ}^2 + V_{BB}^2)^2_{\text{Pasir}} + \dots \right. \\ &\quad \left. + (V_{BJ}^2 + V_{BB}^2)^2_{\text{Partisi}} \right)^{0.5} \\ &= 0.05923 \end{aligned}$$

5.2.5 Mencari Koefisien Variasi Analisis Struktur Beban Mati V_{SD}

Koefisien variasi analisis struktur beban mati V_{SD} adalah koefisien variasi momen akibat beban mati yang bekerja, besarnya momen dihitung dengan rumus pendekatan

$$M_i = 0.001 W_i L_x^2 C_i$$

Dimana: M_i : Momen akibat beban yang bekerja

W_i : Beban akibat jenis material i

L_x : Panjang bagian terpendek

C_i : Koefisien momen

Sedangkan nilai koefisien momen akibat masing-masing beban dihitung dengan menggunakan persamaan statistik 3.32:

Sedangkan nilai koefisien momen akibat masing-masing beban dihitung dengan menggunakan persamaan statistik 3.32:

1. Mencari Momen masing-masing Material

a. Pelat Beton

$$\text{Sample 1 : } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.001 * 2.671 * 3^2 * 36 = 0.865 \text{ Knm}$$

$$\text{Sample 2 : } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.001 * 2.574 * 3^2 * 36 = 0.834 \text{ Knm}$$

$$\text{Sample 3 : } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.001 * 2.755 * 3^2 * 36 = 0.892 \text{ Knm}$$

.....

$$\text{Sample 30: } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.001 * 2.666 * 3^2 * 36 = 0.874 \text{ Knm}$$

b. Pasir

$$\text{Sample 1 : } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.225 \text{ Knm}$$

$$\text{Sample 2 : } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.229 \text{ Knm}$$

$$\text{Sample 3 : } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.219 \text{ Knm}$$

.....

$$\text{Sample 30 : } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.219 \text{ Knm}$$

c. Spesi

$$\text{Sample 1 : } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.132 \text{ Knm}$$

$$\text{Sample 2 : } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.149 \text{ Knm}$$

$$\text{Sample 3 : } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.136 \text{ Knm}$$

.....

$$\text{Sample 30 : } M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 0.144 \text{ Knm}$$

d. Kramik

$$\text{Sample 1 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.345 \text{ Knm}$$

$$\text{Sample 2 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.343 \text{ Knm}$$

$$\text{Sample 3 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.412 \text{ Knm}$$

.....

$$\text{Sample 30 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.345 \text{ Knm}$$

e. Partisi

$$\text{Sample 1 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.00084 \text{ Knm}$$

$$\text{Sample 2 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.00082 \text{ Knm}$$

$$\text{Sample 3 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.00082 \text{ Knm}$$

.....

$$\text{Sample 30 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.00083 \text{ Knm}$$

2. Mencari Mean Momen Material

a. Pclat Beton

$$\bar{M} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_{30}}{N}$$

$$\bar{M} = \frac{0.865 + 0.834 + 0.894 + \dots + 0.886}{30} = 0.874 \text{ Knm}$$

b. Pasir

$$\bar{M} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_{30}}{N} = 0.219 \text{ Knm}$$

c. Spesi

$$\bar{M} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_{30}}{N} = 0.138 \text{ Knm}$$

d. Kramik

$$\bar{M} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_{30}}{N} = 0.366 \text{ Knm}$$

e. Partisi

$$\bar{M} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_{30}}{N} = 0.0083 \text{ Knm}$$

3. Mencari Deviasi Standar masing-masing Material

a. Pelat Beton

$$\sigma_N = \left(\frac{\langle M_1 - \bar{M} \rangle^2 + \langle M_2 - \bar{M} \rangle^2 + \langle M_3 - \bar{M} \rangle^2 + \dots + \langle M_i - \bar{M} \rangle^2}{N-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_N = 4.790 \cdot 10^{-4}$$

b. Pasir

$$\sigma_N = \left(\frac{\langle M_1 - \bar{M} \rangle^2 + \langle M_2 - \bar{M} \rangle^2 + \langle M_3 - \bar{M} \rangle^2 + \dots + \langle M_i - \bar{M} \rangle^2}{N-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_N = 9.88 \cdot 10^{-4}$$

c. Spesi

$$\sigma_N = \left(\frac{\langle M_1 - \bar{M} \rangle^2 + \langle M_2 - \bar{M} \rangle^2 + \langle M_3 - \bar{M} \rangle^2 + \dots + \langle M_i - \bar{M} \rangle^2}{N-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_N = 9.88 \cdot 10^{-4}$$

d. Kramik

$$\sigma_N = \left(\frac{\langle M_1 - \bar{M} \rangle^2 + \langle M_2 - \bar{M} \rangle^2 + \langle M_3 - \bar{M} \rangle^2 + \dots + \langle M_i - \bar{M} \rangle^2}{N-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_N = 8.522 \cdot 10^{-4}$$

e. Partisi

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle M_i - \bar{M} \rangle^2 + \langle M_i - \bar{M} \rangle^2 + \langle M_i - \bar{M} \rangle^2 + \dots + \langle M_i - \bar{M} \rangle^2}{N-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = 9.88 \cdot 10^{-4}$$

4. Mencari Coefisien Variasi Masing-masing material

a. Pelat Beton

$$COV_{\text{Pelat}} = \frac{\sigma_x}{M_i} = \frac{4.790 \cdot 10^{-4}}{0.8740} = 2.86 \cdot 10^{-4}$$

b. Pasir

$$COV_{\text{Pasir}} = \frac{\sigma_x}{M_i} = \frac{9.88 \cdot 10^{-4}}{0.219} = 4.509 \cdot 10^{-3}$$

c. Spesi

$$COV_{\text{Spesi}} = \frac{\sigma_x}{M_i} = 0.02865$$

d. Kramik

$$COV_{\text{Kramik}} = \frac{\sigma_x}{M_i} = 0.00232$$

e. Partisi

$$COV_{\text{Partisi}} = \frac{\sigma_x}{M_i} = 0.0089$$

5.2.6 Mencari koefisien beban mati V_D

Koefisien beban mati adalah koefisien yang didapat dari kontribusi koefisien akibat berat beban mati V_{ED} yang telah dihitung pada langkah 5.2.4 dan

kontribusi akibat koefisien analisis struktur V_{SD} , besarnya nilai ini dihitung dengan kaidah statistik pada langkah 5.2.5, menggunakan pers. 3.33

$$V_D = \sqrt{V_{ED}^2 + V_{SD}^2} = 0.08124$$

dimana: V_D : Koefisien Variasi beban mati

V_{ED} : Koefisien Variasi Berat Beban Mati

V_{SD} : Koefisien Variasi Analisis Struktur

5.2.7 Menetapkan Nilai Faktor Separasi α

Nilai separasi faktor berkisar antara 0.707-1.0, didalam penelitian ini nilai separasi faktor diterapkan $\alpha = 0.707$.

5.2.8 Menetapkan Nilai Keandalan Struktur β

Nilai keandalan struktur ditetapkan berdasarkan jenis struktur yang ada, apakah terkategori struktur daktil atau getas. Dalam penelitian ini nilai keandalan struktur ditetapkan sebesar $\beta = 4$ untuk struktur yang daktil.

5.2.9 Menghitung Faktor Beban Mati λ_D

Faktor beban mati dihitung dengan menggunakan rumus yang dikemukakan Mac Gregor :

$$\lambda_D = \gamma_D e^{\alpha^2 \beta V_D}$$

$$\lambda_D = 0.884 e^{0.707^2 \cdot 4 \cdot 0.0812} = 1.0368$$

5.3. Mencari Faktor Beban Hidup λ_L

Beban Hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung termasuk kedalam kelompok beban ini adalah beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak dapat dipisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa layan dari gedung tersebut, sehingga menyebabkan perubahan dalam beban lantai dan atap tersebut. dalam penggunaan struktur gedung yang dominant dan termasuk beban hidup diantaranya berat orang (penghuni ruangan) dan mebel.

5.3.1 Mencari Beban Hidup Aktual Lapangan

Beban hidup aktual lapangan diambil dari hasil pengukuran dilapangan, besarnya nilai ini dicari dengan pers. 3.39c. Proses pencarian mean, dan COV masing-masing komponen beban sama dengan langkah-langkah pencarian beban mati, nilai-nilai ini ditampilkan dalam tabel. 5. 6 dan 5.7

1. Mencari Mean dari Komponan-Komponen Beban

a. Kursi Kuliah

$$W_i = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n}{n}$$

$$W_i = \frac{0.166 + 0.165 + 0.166 + \dots + 0.165}{15} = 0.1628$$

b. Meja Dosen

$$W_i = \frac{0.335 + 0.338 + 0.336 + \dots + 0.334}{15} = 0.3357$$

5.3. Mencari Faktor Beban Hidup λ_L

Beban Hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau penggunaan suatu gedung termasuk kedalam kelompok beban ini adalah beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan yang tidak dapat dipisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa layan dari gedung tersebut, sehingga menyebabkan perubahan dalam beban lantai dan atap tersebut. dalam penggunaan struktur gedung yang dominant dan termasuk beban hidup diantaranya berat orang (penghuni ruangan) dan mebel.

5.3.1 Mencari Beban Hidup Aktual Lapangan

Beban hidup aktual lapangan diambil dari hasil pengukuran dilapangan, besarnya nilai ini dicari dengan pers. 3.39c. Proses pencarian mean, dan COV masing-masing komponen beban sama dengan langkah-langkah pencarian beban mati, nilai-nilai ini ditampilkan dalam tabel 5. 6 dan 5.7

A. Mencari Mean dari Komponan-Komponen Beban

a. Kursi Kuliah

$$W_i = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n}{n}$$

$$W_i = \frac{0.166 + 0.165 + 0.166 + \dots + 0.165}{15} = 0.1628$$

b. Meja Dosen

$$W_i = \frac{0.335 + 0.338 + 0.336 + \dots + 0.334}{15} = 0.3357$$

c. Meja OHP

$$W_i = \frac{0.202 + 0.210 + 0.220 + \dots + 0.235}{15} = 0.2287$$

d. Meja Kuliah

$$W_i = \frac{0.0 + 0.0 + 0.0 + \dots + 0.0}{0} = 0$$

e. Panggung

$$W_i = \frac{0.865 + 0.871 + 0.892 + \dots + 0.862}{15} = 0.8624$$

f. Orang

Putra

$$W_i = \frac{0.45 + 0.65 + 0.53 + \dots + 0.46}{15} = 0.68$$

Putri

$$W_i = \frac{0.45 + 0.49 + 0.55 + \dots + 0.50}{15} = 0.47$$

Nilai rata-rata dari fluktuasi kehadiran penghuni ruangan di ruangan dihitung dengan cara berikut ini:

senin

Jam Ke-1

$$W_i = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n}{n}$$

$$W_i = \frac{63 + 87 + 89 + \dots + 74}{12} = 81.25$$

Jam Ke-2

$$W_i = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n}{n}$$

$$W_i = \frac{0 + 0 + 0 + \dots + 0}{12} = 0$$

Sabtu

Jam Ke-3

$$W_i = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n}{n}$$

$$W_i = \frac{20 + 32 + 45 + \dots + 33}{12} = 36.83$$

Jam Ke-4

$$W_i = \frac{W_1 + W_2 + W_3 + \dots + W_n}{n}$$

$$W_i = \frac{0 + 0 + 0 + \dots + 0}{12} = 0$$

2. Mencari Beban-Beban Aktual Lapangan

$$U_{iL} = \frac{W_{iL} N_{iL}}{A_i}$$

Dimana: U_{iL} : Berat beban aktual jenis i

N_{iL} : Jumlah beban aktual jenis i

A_i : Luas Ruang i

a. Kursi kuliah

$$U_{Kursi} = \frac{\bar{U} N_{it}}{A_f} = \frac{0.1628 \cdot 150}{144} = 0.1979 \text{ Kn/m}^2$$

b. Meja Dosen

$$U_{MejaDosen} = \frac{\bar{U} N_{it}}{A_f} = \frac{0.335 \cdot 3}{144} = 0.0104 \text{ Kn/m}^2$$

c. Meja OHP

$$U_{MejaOHP} = \frac{\bar{U} N_{it}}{A_f} = \frac{0.20 \cdot 3}{144} = 0.0042 \text{ Kn/m}^2$$

d. Panggung

$$U_{Panggung} = \frac{\bar{U} N_{it}}{A_f} = \frac{0.864 \cdot 3}{144} = 0.0375 \text{ Kn/m}^2$$

e. Orang

$$U_{Orang} = \frac{\bar{U} N_{it}}{A_f} = \frac{0.68 \cdot 153}{144} = 0.606 \text{ Kn/m}^2$$

$$U_l = U_{Kursi} + U_{Meja} + U_{Panggung} + U_{Orang} \\ = 1.71208 \text{ Kn/m}^2$$

5.3.2 Beban Rencana

Beban rencana diambil dari data perencanaan yang ada, besarnya angka ini diambil menurut Code/Peraturan pembebanan yang berlaku di Indonesia, besarnya angka dari beban rencana ini bergantung dari fungsi penggunaan ruangan, sebagai contoh besarnya beban hidup untuk ruang kuliah adalah 2.5 Kn/m^2 .

5.3.3 Mencari Harga Rasio Beban Hidup (γ_L)

Nilai γ_L adalah perbandingan antara beban hidup aktual yang ada di lapangan dengan beban hidup rencana, besarnya beban hidup rencana diambil menurut Code/Peraturan pembebanan yang berlaku di Indonesia, sedangkan beban hidup aktual diambil berdasarkan data-data beban yang terukur di lapangan.

$$\gamma_L = \frac{\bar{U}_L}{U} = \frac{0.83012}{2.50} = 0.332$$

5.3.4 Mencari Koefisien Variasi Berat Beban Hidup V_{iL}

Koefisien berat beban mati V_{iL} adalah koefisien variasi beban hidup akibat beban-beban yang bekerja, besarnya nilai ini dihitung dengan persamaan:

$$V_{iL} = \frac{\sigma_X}{\bar{W}_{iL}}$$

Dimana: V_{iL} : Koefisien variasi jenis beban i

\bar{W}_{iL} : Berat beban hidup jenis i

\bar{W}_{iL} : Berat rata-rata beban i

σ_X : standar deviasi yang nilainya dihitung

Sedangkan V_{EL} adalah koefisien variasi sumbangan dari masing-masing jenis beban yang ada, besarnya V_{EL} dihitung dengan persamaan statistik:

1. Deviasi Standar masing-masing Komponen Beban

a. Kursi Kuliah

$$\sigma_X = \left(\frac{\langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \dots + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle 0.166 - 0.163 \rangle^2 + \langle 0.165 - 0.163 \rangle^2 + \dots + \langle 0.165 - 0.163 \rangle^2}{15 - 1} \right)^{0.5}$$

$$= 6.116 \cdot 10^{-4}$$

b. Meja Dosen

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \dots + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2}{n - 1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle 0.335 - 0.335 \rangle^2 + \langle 0.338 - 0.335 \rangle^2 + \dots + \langle 0.334 - 0.335 \rangle^2}{15 - 1} \right)^{0.5}$$

$$= 1.511 \cdot 10^{-3}$$

c. Meja OHP

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \dots + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2}{n - 1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle 0.202 - 0.2287 \rangle^2 + \langle 0.21 - 0.2287 \rangle^2 + \dots + \langle 0.23 - 0.2287 \rangle^2}{15 - 1} \right)^{0.5}$$

$$= 1.781 \cdot 10^{-2}$$

d. Meja Kuliah

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \dots + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2}{n - 1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle 0 - 0 \rangle^2 + \langle 0 - 0 \rangle^2 + \dots + \langle 0 - 0 \rangle^2}{15 - 1} \right)^{0.5}$$

$$= 0.0 \cdot 10^{-3}$$

e. Panggung

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \dots + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle 0.335 - 0.335 \rangle^2 + \langle 0.338 - 0.335 \rangle^2 + \dots + \langle 0.334 - 0.335 \rangle^2}{15-1} \right)^{0.5}$$

$$= 3.21 \cdot 10^{-4}$$

f. Orang

Putra

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \dots + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$= 7.509$$

Putri

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \dots + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$= 3.946$$

Senin

Jam Ke-1

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \dots + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$= 9.294$$

Sabtu

Jam Ke-3

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \dots + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$= 10.794$$

Jam ke-4

$$\sigma_x = \left(\frac{\langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2 + \dots + \langle W_i - \bar{W} \rangle^2}{n-1} \right)^{0.5}$$

$$= 0$$

2. Coefisien Variasi Komponen Beban

Dengan nilai-nilai Mean dan deviasi standar yang telah dicari pada langkah 5.3.4c sebelumnya maka nilai Coefisien Variasi komponen beban dapat dicari:

a. Kursi Kuliah

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{\bar{W}} = 1.689 \cdot 10^{-3}$$

b. Meja Dosen

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{\bar{W}} = 4.517 \cdot 10^{-3}$$

c. Meja OHP

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{\bar{W}} = 7.83 \cdot 10^{-3}$$

d. Meja Kuliah

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{\bar{W}} = 0.0010^{-3}$$

e. Panggung

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{\bar{W}} = 2.63510^{-3}$$

f. Orang

Untuk nilai koefisien variasi penghuni ruangan didapat dari kontribusi tiap hari dan tiap jam perkuliahan, nilai yang didapat telah dihitung semuanya sebagaimana hitungan diatas.

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{\bar{W}} = 4.94610^{-2}$$

3. Coefisien Variasi Beban Hidup

Dari parameter-parameter yang telah dicari dari langkah-langkah sebelumnya diatas maka koefisien variasi kontribusi semua beban didapatkan

$$\begin{aligned} V_{EL} &= (V_{Kursi}^2 + V_{Meja}^2 + V_{Panggung}^2 + V_{Orang}^2)^{0.5} \\ &= 0.5487 \end{aligned}$$

5.3.5 Mencari Koefisien Variasi Analisis Struktur Beban Hidup V_{SL}

Koefisien variasi analisis struktur beban hidup V_{SL} adalah koefisien variasi momen akibat beban hidup yang bekerja, besarnya momen dihitung dengan rumus pendekatan

$$M_i = 0.001 W_i L_x^2 C$$

- Dengan: M_i : Momen akibat beban yang bekerja
 W_i : Beban akibat jenis i
 L_x : Panjang bagian terpendek
 C : Koefisien momen

Sedangkan nilai koefisien momen akibat masing-masing beban dihitung dengan menggunakan pers.

$$V_{iD} = \frac{\sigma_x}{\bar{W}_{iD}}$$

- Dengan: V_{iD} : Koefisien variasi material i
 W_{iD} : Berat material jenis i
 \bar{W}_{iD} : Berat rata-rata material jenis i
 σ_x : standar deviasi

1. Mencari Momen masing-masing Komponen Beban

a. Kursi Kuliah

$$\text{Sample 1 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.001 * 1.15 \cdot 10^{-3} * 3^2 * 36 = 0.00037$$

$$\text{Sample 2 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.001 * 1.14 \cdot 10^{-3} * 3^2 * 36 = 0.00037$$

$$\text{Sample 3 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.001 * 1.15 \cdot 10^{-3} * 3^2 * 36 = 0.00037$$

.....

$$\text{Sample 15: } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 0.001 * 1.14 \cdot 10^{-3} * 3^2 * 36 = 0.00037$$

b. Meja Dosen

$$\text{Sample 1 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 7.537 \cdot 10^{-4}$$

$$\text{Sample 2 : } M_i = 0.001 * W_i * L_x^2 * C_i = 7.605 \cdot 10^{-4}$$

.....

 Sample 15: $M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 7.515 \cdot 10^{-4}$

c. Meja OHP

Sample 1 : $M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 4.545 \cdot 10^{-4}$

Sample 2 : $M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 4.725 \cdot 10^{-4}$

.....

Sample 15: $M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 5.175 \cdot 10^{-4}$

d. Panggung

Sample 1 : $M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 3.892 \cdot 10^{-3}$

Sample 2 : $M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 3.891 \cdot 10^{-3}$

.....

Sample 15: $M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i = 3.888 \cdot 10^{-3}$

e. Orang

Sample 1 : $M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i$

Sample 2 : $M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i$

.....

Sample 15: $M_i = 0.001 * W_i * L_X^2 * C_i$

2. Mencari Mean Momen Komponen Beban

a. Kursi Kuliah

$$\bar{M} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_{30}}{N}$$

$$\bar{M} = \frac{0.00371 + 0.00371 + 0.00371 + \dots + 0.00371}{15} = 0.00371 \text{ Knm}$$

b. Meja Dosen

$$\bar{M} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_{30}}{N} = 7.553 \cdot 10^{-4}$$

c. Meja OHP

$$\bar{M} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_{30}}{N} = 5.145 \cdot 10^{-4}$$

d. Panggung

$$\bar{M} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_{30}}{N} = 3.881 \cdot 10^{-3}$$

e. Orang

$$\bar{M} = \frac{M_1 + M_2 + M_3 + \dots + M_{30}}{N}$$

3. Mencari Deviasi Standar dan Coefisien Variasi Momen Komponen Beban
 Dari hitungan langkah sebelumnya dapat dihitung deviasi standar dan
 koefisien variasi komponen beban, proses hitungan ini ditunjukkan dalam
 tabel 5.6 dan 5.7.

a. Kursi Kuliah

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{W} = 3.756 \cdot 10^{-3}$$

b. Meja Dosen

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{W} = 4.517 \cdot 10^{-3}$$

c. Meja OHP

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{W} = 7.83 \cdot 10^{-3}$$

d. Meja Kuliah

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{W} = 0.00 \cdot 10^{-3}$$

e. Panggung

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{W} = 2.635 \cdot 10^{-3}$$

f. Orang

Untuk nilai koefisien variasi penghuni ruangan didapat dari kontribusi tiap hari dan tiap jam perkuliahan, nilai yang didapat telah dihitung semuanya sebagaimana hitungan diatas.

$$\text{COV} = \frac{\sigma_x}{W} = 3.357 \cdot 10^{-2}$$

Dari parameter-parameter yang telah dicari dari langkah-langkah sebelumnya diatas maka besarnya nilai koefisien analisis struktur akibat semua beban yang ada kontribusi semua beban didapatkan

$$\begin{aligned} V_{SL} &= (V^2_{Kursi} + V^2_{Meja} + V^2_{Panggung} + V^2_{Orang})^{0.5} \\ &= 0.5063 \end{aligned}$$

5.3.6 Mencari koefisien beban hidup V_L

Koefisien variasi beban hidup adalah koefisien yang didapat dari kontribusi koefisien akibat berat beban hidup V_{EL} (hasil hitungan langkah 5.3.4) dan kontribusi

akibat koefisien analisis struktur V_{SL} (hasil hitungan langkah 5.3.5), besarnya nilai ini dihitung dengan kaidah statistik, menggunakan persamaan:

$$V_L = \sqrt{V_{EL}^2 + V_{SL}^2} = 0.74639$$

dengan: V_L : Koefisien Variasi beban hidup
 V_{EL} : Koefisien Variasi Berat Beban hidup
 V_{SL} : Koefisien Variasi Analisis Struktur

5.3.7 Menetapkan Nilai Faktor Separasi α

Nilai separasi faktor berkisar antara 0.707-1.0, didalam penelitian ini nilai separasi faktor diterapkan $\alpha = 0.707$.

5.3.8 Menetapkan Nilai Keandalan Struktur β

Nilai keandalan struktur ditetapkan berdasarkan jenis struktur yang ada, apakah terkategori struktur daktil atau getas. Dalam penelitian ini nilai keandalan struktur ditetapkan sebesar $\beta = 4$ untuk struktur yang daktil.

5.3.9 Menghitung Faktor Beban Mati λ_L

Faktor beban hidup dihitung dengan menggunakan rumus yang dikemukakan Mac Gregor :

$$\lambda_L = \gamma_L e^{\alpha^2 \cdot \beta \cdot V_L}$$

$$\lambda_L = 0.332 e^{0.707^2 \cdot 4 \cdot 0.746} = 1.47656$$

hitungan faktor beban mati dan faktor beban hidup yang lain disajikan dalam bentuk tabel-tabel pada lampiran-lampiran.

Tabel. 5.1 Perhitungan mean, COV, untuk Berat Jenis, Beban dan Momen material Pelat Universitas Islam Indonesia

No.	Ruang	Tebal (mm)	Berat Jenis Kn/m ²	Berat Kn	Momen Kn-m	Berat Jenis	Berat	Momen
1	A1	112,00	23,850	2,67120	0,865469	0,019788	6,97E-04	7,35E-05
2		106,98	24,070	2,57489	0,834264	0,006293	1,51E-02	1,58E-03
3		110,83	24,860	2,75511	0,892655	0,755735	3,31E-03	3,47E-04
4		114,20	23,970	2,73737	0,886909	0,000427	1,58E-03	1,66E-04
5		111,80	23,730	2,65301	0,859577	0,067949	1,99E-03	2,09E-04
6		115,85	24,010	2,78156	0,901225	0,000374	7,05E-03	7,39E-04
7		107,80	23,500	2,53330	0,820789	0,240757	2,70E-02	2,84E-03
8		114,05	24,090	2,74746	0,890178	0,009866	2,49E-03	2,60E-04
9		107,08	23,970	2,56671	0,831613	0,000427	1,71E-02	1,80E-03
10		115,85	23,570	2,73058	0,884709	0,176963	1,09E-03	1,14E-04
11		112,75	24,020	2,70826	0,877475	0,00086	1,14E-04	1,18E-05
12		113,60	24,080	2,73549	0,886298	0,00798	1,44E-03	1,50E-04
13		114,05	24,070	2,74518	0,889439	0,006293	2,26E-03	2,37E-04
14		111,60	24,860	2,77438	0,898898	0,755735	5,89E-03	6,18E-04
15		113,13	23,970	2,71161	0,878560	0,000427	1,96E-04	2,04E-05
16		114,28	23,730	2,71186	0,878644	0,067949	2,03E-04	2,12E-05
17		114,85	24,010	2,75755	0,893446	0,000374	3,59E-03	3,77E-04
18		112,60	23,500	2,64610	0,857336	0,240757	2,65E-03	2,79E-04
19		110,83	23,970	2,65648	0,860698	0,000427	1,69E-03	1,78E-04
20		110,40	24,010	2,65070	0,858828	0,000374	2,20E-03	2,31E-04
21		114,60	23,500	2,69310	0,872564	0,240757	2,03E-05	2,18E-06
22		113,75	23,970	2,72659	0,883414	0,000427	8,40E-04	8,79E-05
23		115,35	23,570	2,71880	0,880891	0,176963	4,49E-04	4,69E-05
24		111,15	24,020	2,66982	0,865023	0,00086	7,72E-04	8,13E-05
25		111,30	24,080	2,68010	0,868354	0,00798	3,06E-04	3,23E-05
26		111,35	24,070	2,68019	0,868383	0,006293	3,03E-04	3,20E-05
27		115,60	24,860	2,87382	0,931118	0,755735	3,11E-02	3,26E-03
28		111,40	23,940	2,66692	0,864081	0,002567	9,42E-04	9,92E-05
29		113,15	23,890	2,70315	0,875822	0,010134	3,08E-05	3,17E-06
30		111,30	23,980	2,66897	0,864748			
Mean			23,991	2,69768	0,874047			
Jumlah						3,561473	1,32E-01	1,39E-02
Sd						0,122809	4,56E-03	4,79E-04
COV						0,005119	1,69E-03	0,000548
V kramik						5,39E-03		0,000548

Tabel. 5.2 Perhitungan mean, COV, untuk Berat Jenis, Beban dan Momen material Pasir
Universitas Islam Indonesia

No.	Ruang	Tebal (mm)	Berat Jenis Kn/m ²	Berat Kn	momen Kn-m	Berat Jenis	Berat	Momen
1	A1	45,400	15,300	0,69462	0,22506	0,157609	5,06E-03	5,31E-04
2		45,360	15,600	0,70762	0,22927	0,485809	3,38E-03	3,55E-04
3		45,300	14,970	0,67814	0,21972	0,004489	7,68E-03	8,06E-04
4		45,200	15,850	0,71642	0,23212	0,896809	2,43E-03	2,55E-04
5		45,350	15,050	0,68252	0,22114	0,021609	6,93E-03	7,27E-04
6		45,600	13,320	0,60739	0,19680	2,505889	2,51E-02	2,63E-03
7		45,570	14,500	0,66077	0,21409	0,162409	1,10E-02	1,16E-03
8		45,400	14,500	0,65830	0,21329	0,162409	1,15E-02	1,21E-03
9		45,350	15,020	0,68116	0,22069	0,013689	7,16E-03	7,51E-04
10		45,230	14,030	0,63458	0,20560	0,762129	1,72E-02	1,81E-03
11		45,200	15,600	0,70512	0,22846	0,485809	3,68E-03	3,86E-04
12		44,520	15,030	0,66914	0,21680	0,016129	9,33E-03	9,80E-04
13		44,980	15,300	0,68819	0,22297	0,157609	6,01E-03	6,31E-04
14		45,630	15,600	0,71183	0,23063	0,485809	2,91E-03	3,05E-04
15		46,000	14,970	0,68862	0,22311	0,004489	5,95E-03	6,24E-04
16		45,800	15,850	0,72593	0,23520	0,896809	1,59E-03	1,66E-04
17		45,500	15,050	0,68478	0,22187	0,021609	6,56E-03	6,88E-04
18		45,200	13,320	0,60206	0,19507	2,505889	2,68E-02	2,81E-03
19		45,980	14,500	0,66671	0,21601	0,162409	9,81E-03	1,03E-03
20		45,010	14,500	0,65265	0,21146	0,162409	1,28E-02	1,34E-03
21		45,000	15,020	0,67590	0,21899	0,013689	8,07E-03	8,47E-04
22		44,650	14,030	0,62644	0,20297	0,762129	1,94E-02	2,04E-03
23		44,980	15,600	0,70169	0,22735	0,485809	4,10E-03	4,31E-04
24		45,850	15,300	0,70151	0,22729	0,157609	4,13E-03	4,33E-04
25		46,890	15,600	0,73148	0,23700	0,485809	1,17E-03	1,23E-04
26		45,550	14,970	0,68188	0,22093	0,004489	7,03E-03	7,38E-04
27		45,230	15,850	0,71690	0,23227	0,896809	2,39E-03	2,50E-04
28		45,730	15,050	0,68824	0,22299	0,021609	6,01E-03	6,31E-04
29		45,350	13,320	0,60406	0,19572	2,505889	2,61E-02	2,74E-03
30		45,300	14,500	0,65685	0,21282	0,162409	1,19E-02	1,24E-03
Mean			14,903	0,67672	0,21926			
Jumlah						15,56807	2,73E-01	2,87E-02
Sd						0,53683	9,42E-03	0,000989
COV						0,036021	1,39E-02	0,00451
V kramik						3,86E-02		0,00451

Tabel 5.3 Perhitungan mean, COV untuk Berat Jenis, Beban dan Momen material Spesi
Universitas Islam Indonesia

No	Ruang	Tebal	Berat Jenis	Berat	Momen	Berat jenis	Berat	Momen
		(mm)	(Kn/m ³)	(Kn/m ²)	(Kn m)	$(\gamma_i - \bar{\gamma})^2$	$(\omega_i - \bar{\omega})^2$	$(m_i - \bar{m})^2$
1	A1	27,00	15,150	0,40905	0,132532	0,2809	0,000359	3,6818E-05
2		28,00	16,430	0,46004	0,149053	0,5625	0,001027	0,00010926
3		26,80	15,700	0,42076	0,136326	0,0004	5,24E-05	5,17E-06
4		28,10	15,170	0,42628	0,138114	0,2601	2,97E-06	2,3644E-07
5		27,00	15,200	0,41040	0,13297	0,2304	0,00031	3,1701E-05
6		28,00	15,600	0,43680	0,141523	0,0064	7,74E-05	8,5451E-06
7		26,00	16,040	0,41704	0,135121	0,1296	0,00012	1,2104E-05
8		26,50	15,860	0,42029	0,136174	0,0324	5,94E-05	5,8857E-06
9		27,50	15,870	0,43643	0,141402	0,0361	7,1E-05	7,8495E-06
10		28,10	15,450	0,43415	0,140663	0,0529	3,78E-05	4,2559E-06
11		27,00	15,650	0,42255	0,136906	0,0009	2,97E-05	2,869E-06
12		28,00	15,820	0,44296	0,143519	0,0196	0,000224	2,4197E-05
13		26,80	15,870	0,42532	0,137802	0,0361	7,2E-06	6,3619E-07
14		28,10	15,450	0,43415	0,140663	0,0529	3,78E-05	4,2559E-06
15		27,00	15,650	0,42255	0,136906	0,0009	2,97E-05	2,869E-06
16		28,00	15,650	0,43820	0,141977	0,0009	0,000104	1,1403E-05
17		26,00	15,820	0,41132	0,133268	0,0196	0,000278	2,8434E-05
18		26,50	15,870	0,42056	0,13626	0,0361	5,54E-05	5,4764E-06
19		27,50	15,450	0,42488	0,13766	0,0529	9,77E-06	8,8454E-07
20		28,10	15,170	0,42628	0,138114	0,2601	2,97E-06	2,3644E-07
21		27,00	15,440	0,41688	0,135069	0,0576	0,000124	1,2467E-05
22		28,00	15,600	0,43680	0,141523	0,0064	7,74E-05	8,5451E-06
23		26,80	16,200	0,43416	0,140668	0,2704	3,79E-05	4,276E-06
24		28,10	15,860	0,44567	0,144396	0,0324	0,000312	3,3591E-05
25		27,00	15,870	0,42849	0,138831	0,0361	2,4E-07	5,325E-08
26		28,00	15,450	0,43260	0,140162	0,0529	2,12E-05	2,4411E-06
27		26,00	15,650	0,40690	0,131836	0,0009	0,000445	4,5757E-05
28		26,50	15,820	0,41923	0,135831	0,0196	7,69E-05	7,67E-06
29		27,50	15,820	0,43505	0,140956	0,0196	4,97E-05	5,5517E-06
30		28,10	15,870	0,44595	0,144487	0,0361	0,000322	3,4655E-05
Mean			15,681667	0,428057	0,13869			
Jumlah						2,6037	0,004362	0,0004581
COV						0,019108	0,02865	0,02865722
Vpelat						0,034437086		0,02865722

Tabel. 5.4 Perhitungan mean, COV, untuk Berat Jenis, Beban dan Momen material Kramik Universitas Islam Indonesia

No.	Ruang	Tebal (mm)	Berat Jenis Kn/m3	Berat Kn/m2	Momen Kn-m	Berat Jenis	Berat	Momen
						$(\gamma_i - \bar{\gamma})^2$	$(\omega_i - \bar{\omega})^2$	$(m_i - \bar{m})^2$
1	A1	50	21,310	1,06550	0,345222	0,0025	1,19E-03	4,32E-04
2		50	21,220	1,06100	0,343764	0,0016	1,52E-03	4,94E-04
3		60	21,200	1,27200	0,412128	0,0036	2,96E-02	2,13E-03
4		50	21,350	1,06750	0,345870	0,0081	1,06E-03	4,05E-04
5		50	21,250	1,06250	0,344250	0,0001	1,41E-03	4,73E-04
6		60	21,242	1,27452	0,412944	0,000324	3,05E-02	2,20E-03
7		60	21,320	1,27920	0,414461	0,0036	3,21E-02	2,35E-03
8		50	21,310	1,06550	0,345222	0,0025	1,19E-03	4,32E-04
9		50	21,250	1,06250	0,344250	0,0001	1,41E-03	4,73E-04
10		50	21,310	1,06550	0,345222	0,0025	1,19E-03	4,32E-04
11		60	21,220	1,27320	0,412517	0,0016	3,00E-02	2,16E-03
12		60	21,200	1,27200	0,412128	0,0036	2,96E-02	2,13E-03
13		60	21,350	1,28100	0,415044	0,0081	3,28E-02	2,41E-03
14		55	21,320	1,17260	0,379922	0,0036	5,27E-03	1,94E-04
15		50	21,310	1,06550	0,345222	0,0025	1,19E-03	4,32E-04
16		50	21,250	1,06250	0,344250	0,0001	1,41E-03	4,73E-04
17		55	21,310	1,17205	0,379744	0,0025	5,19E-03	1,89E-04
18		60	21,220	1,27320	0,412517	0,0016	3,00E-02	2,16E-03
19		50	21,200	1,06000	0,343440	0,0036	1,60E-03	5,09E-04
20		55	21,310	1,17205	0,379744	0,0025	5,19E-03	1,89E-04
21		50	21,220	1,06100	0,343764	0,0016	1,52E-03	4,94E-04
22		55	21,200	1,16600	0,377784	0,0036	4,36E-03	1,39E-04
23		50	21,350	1,06750	0,345870	0,0081	1,06E-03	4,05E-04
24		50	21,320	1,06600	0,345384	0,0036	1,16E-03	4,25E-04
25		55	21,310	1,17205	0,379744	0,0025	5,19E-03	1,89E-04
26		50	21,250	1,06250	0,344250	0,0001	1,41E-03	4,73E-04
27		50	21,310	1,06550	0,345222	0,0025	1,19E-03	4,32E-04
28		50	21,220	1,06100	0,343764	0,0016	1,52E-03	4,94E-04
29		50	21,200	1,06000	0,343440	0,0036	1,60E-03	5,09E-04
30		50	21,230	1,06150	0,343926	0,0009	1,48E-03	4,87E-04
Mean			21,268733	1,130762	0,366367			
Jumlah						0,082724	2,64E-01	2,47E-02
Sd						0,002853	9,10E-03	0,000852
COV						0,000134	8,04E-03	0,002326
V kramik						8,05E-03		0,002326

Tabel. 5.5 Perhitungan mean, COV, untuk Berat Jenis, Beban dan Momen material Partisi Universitas Islam Indonesia

No	Ruang	Tebal	Berat Jenis	Berat	Momen	Berat Jenis	Berat	Momen
		(mm)	(Kn/m ³)	(Kn/m ²)	(Kn m)	$(\gamma_i - \bar{\gamma})^2$	$(\omega_i - \bar{\omega})^2$	$(m_i - \bar{m})^2$
1	A1	620,4	0,9890	0,00256	0,000828	4E-06	3,1996E-09	2,79873E-12
2			1,0100	0,00261	0,000846	0,000361	1,2288E-08	2,533E-10
3			0,9825	0,00254	0,000823	7,22E-05	1,5811E-09	5,0651E-11
4			0,9920	0,00256	0,000831	0,000001	4,1371E-09	7,05063E-13
5			0,9930	0,00257	0,000832	4E-06	4,4763E-09	2,81307E-12
6			0,9870	0,00255	0,000827	0,000016	2,6414E-09	1,12092E-11
7			0,9850	0,00255	0,000825	3,6E-05	2,1368E-09	2,52315E-11
8			0,9920	0,00256	0,000831	0,000001	4,1371E-09	7,05063E-13
9			0,9840	0,00254	0,000824	4,9E-05	1,9044E-09	3,43471E-11
10			0,9890	0,00256	0,000828	4E-06	3,1996E-09	2,79873E-12
11			1,0100	0,00261	0,000846	0,000361	1,2288E-08	2,533E-10
12			0,9890	0,00256	0,000828	4E-06	3,1996E-09	2,79873E-12
13			1,0100	0,00261	0,000846	0,000361	1,2288E-08	2,533E-10
14			0,9825	0,00254	0,000823	7,22E-05	1,5811E-09	5,0651E-11
15			0,9920	0,00256	0,000831	0,000001	4,1371E-09	7,05063E-13
16			0,9930	0,00257	0,000832	4E-06	4,4763E-09	2,81307E-12
17			0,9870	0,00255	0,000827	0,000016	2,6414E-09	1,12092E-11
18			0,9850	0,00255	0,000825	3,6E-05	2,1368E-09	2,52315E-11
19			0,9920	0,00256	0,000831	0,000001	4,1371E-09	7,05063E-13
20			0,9840	0,00254	0,000824	4,9E-05	1,9044E-09	3,43471E-11
21			0,9950	0,00257	0,000833	0,000016	5,1948E-09	1,12379E-11
22			0,9860	0,00255	0,000826	0,000025	2,3824E-09	1,75189E-11
23			1,0100	0,00261	0,000846	0,000361	1,2288E-08	2,533E-10
24			0,9720	0,00251	0,000814	0,000361	1,5926E-10	2,53164E-10
25			0,9860	0,00255	0,000826	0,000025	2,3824E-09	1,75189E-11
26			0,9890	0,00256	0,000828	4E-06	3,1996E-09	2,79873E-12
27			0,9870	0,00255	0,000827	0,000016	2,6414E-09	1,12092E-11
28			0,9950	0,00257	0,000833	0,000016	5,1948E-09	1,12379E-11
29			0,9880	0,00255	0,000827	9E-06	2,9138E-09	6,30251E-12
30			0,9940	0,00257	0,000833	9E-06	4,8289E-09	6,32402E-12
Mean			0,9910	0,00256	0,00083			
Jumlah						0,002296	1,2968E-07	1,61023E-09
COV						0,008978	0,02610331	0,008977719
Vpartisi						0,027604022		0,008977719

Tabel . 5.6 Perhitungan Mean, COV, untuk Beban dan Momen Mebeler
Universitas Islam Indonesia

Ruang	Jenis	Sample	Berat	Number	Berat/luas	Momen	Keterangan	
			Kn		Kn/m ²	Kn-m		
BII.1	Meja	meja dosen	0,3350	1	0,0027917			
		mean	0,3356					
		COV	0,0045			0,004475		
		meja OHP	0,1980	1	0,0016500			
		Mean	0,3356					
		COV	0,0784				0,078387	
			Berat meja		2	0,0044417		
			V Meja	0,0045				
		Kursi	Kursi Kuliah	0,1660			0,0003735	
				0,1650			0,0003713	
				0,1660			0,0003735	
				0,1640			0,000369	
				0,1620			0,0003645	
				0,1650			0,0003713	
				0,1630			0,0003668	
				0,1580			0,0003555	
				0,1600			0,00036	
				0,1620			0,0003645	
				0,1650			0,0003713	
				0,1630			0,0003668	
				0,1580			0,0003555	
			0,1600			0,00036		
		0,1650			0,0003713			
		mean	0,1628462			0,0003664		
		COV	0,0037566			0,0252875		
		V kursi	0,0037566			0,0252875		
		Berat Kursi		103	0,1553070			
	Lain-lain	Berat Pang.		2	0,0295000			
		mean	0,127040				0,0046172	
		COV	0,002659			0,04002		
		OHP	0,151000	1	0,0014167			
		mean	0,105118					
		COV	0,063900				0,064	
		Berat			0,0309167			
		V lain-lain	0,063900			0,0754825		

5.4 Pembahasan

Analisis dan pembahasan pada hasil penelitian ini mengacu pada tujuan penelitian dengan menggunakan metoda yang telah dijelaskan terdahulu, yang menjadi pokok bahasan adalah faktor beban tetap untuk komponen struktur beton bertulang.

Berikut ini adalah pembahasan hasil-hasil penelitian untuk tiap-tiap jenis beban pada tiap-tiap lokasi gedung serta untuk tiap faktor-faktor yang mempengaruhi faktor beban.

5.4.1 Faktor Beban Mati

1. Proyek Kampus terpadu Universitas Islam Indonesia

a. Pengaruh Rasio Beban Mati γ_D terhadap Faktor Beban λ_D

Beban-beban yang bekerja pada struktur dapat dibagi dalam dua kategori utama, yaitu beban mati dan beban hidup.

Beban mati adalah beban yang besarnya dan letaknya tetap selama masa layan, biasanya sebagian besar beban mati terdiri dari berat sendiri struktur, karenanya beban mati dapat dihitung dengan ketepatan yang baik.

Berdasarkan pengukuran dilapangan dan hitungan yang dilakukan di Proyek Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Unit VII menunjukkan bahwa besarnya beban-beban mati yang ada mendekati beban-beban yang diramalkan dalam perencanaan hal ini ditunjukkan dengan besarnya rasio

beban mati cukup dekat dengan beban aktual lapangan, hal ini menunjukkan bahwa estimasi penentuan angka beban yang bekerja mendekati kenyataan dilapangan, dengan kata lain dimensi/ukuran yang dibuat dilapangan masih cukup baik sehingga didapat dimensi yang tidak jauh dari yang direncanakan.

Karena rasio beban adalah perbandingan besarnya beban aktual dengan beban yang direncanakan, padahal beban aktual didapatkan dari kontribusi masing-masing elemen yang ada, angka beban hidup berdasarkan nilai yang tidak melebihi satu maka besarnya beban yang bekerja masih dibawah beban rencana sehingga masih dalam batas margin angka keamanan yang baik.

Berdasarkan data-data hasil hitungan pencarian faktor beban mati di Proyek Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia Unit VII yang diplot secara grafis menunjukkan bahwa perbedaan angka-angka rasio beban yang terukur dilapangan memberikan kontribusi fluktuatif terhadap besarnya faktor beban, kenaikan rasio beban umumnya akan menaikkan angka faktor beban yang dihasilkan, begitu pula untuk kondisi sebaliknya.

Hasil-hasil dari penelitian tentang beban mati ini di floting dalam bentuk grafik, grafik-grafik hasil beban mati ditunjukkan untuk tiap-tiap lantai pada tiap block. hasil dari floting data ini menunjukkan bahwa hampir semua faktor beban mati hasil hitungan untuk proyek kampus terpadu Universitas

Islam Indonesia berada dibawah grafik faktor beban mati hal ini menunjukkan bahwa beban-beban yang ada tidak melampaui beban yang direncanakan sehingga kemungkinan over load kecil sekali terjadi, untuk itu berimplikasi bahwa beban-beban aktual yang bekerja cukup dinaikan sesuai dengan hasil faktor beban yang ada.

Namun demikian penetapan faktor beban tidak semata-mata ditetapkan oleh kebijakan teknis tetapi juga kebijakan lain diluar teknis, ebagai pendekatan maka besarnya faktor beban diambil sebesar $\mu \pm \sigma$, teori statistik menyatakan bahwa apabila nilai ini yang dipakai maka sekurang-kurangnya 68.27 % data-data itu masuk dalam jangkauan, hal ini ditunjukkan dengan luasan kurva normal yang ada mencakup 68.27 % luas daerah kurva normal yang ada. artinya resiko masih dimungkinkan terlampuinya beban rencana oleh beban kerja sebesar 30 %.

Hasil hitungan yang difloting dalam grafik faktor beban dengan ruangan menunjukan bahwa hampir semua beban-beban mati berada dibawah faktor beban yang ditetapkan Code/Standar.

1. Pengaruh Coefisien Variasi Beban Mati terhadap Faktor Beban Mati λ_D

Beban-beban yang ada walaupun telah diestimasi dan direncanakan hati-hati tetapi masih pula memungkinkan terjadi variasi dari beban-beban yang ada

sebagaimana diketahui bahwa besarnya beban masing-masing komponen beban mati akan berbeda-beda tiap elemen komponen beban mati, tidak pernah ada jaminan bahwa besarnya beban mati ini seragam, untuk itulah pasti ada nilai sebaran data dari komponena beban ini, Besarnya nilai deviasi atau penyimpangan yang ada dari nilai yang ditetapkan ditunjukkan dengan parameter nilai ukuran statistik yaitu Coevisien Variasi.

Nilai ini didapatkan dari hasil pengukuran masing-masing komponen beban mati yang terukur di lapangan dibandingkan dengan rata-rata dari komponen bebanya itu sendiri tiap kelompok pengukuran

Karena besarnya beban dan rencana beban dapat di estimasi lebih baik serta berdasarkan grafik floting data yang didapat dari pengukuran yang ada pada Kampus terpadu Universitas Islam Indonesai maka angka variasi beban mati umumnya cukup kecil.

Angka Coevisien beban mati ini dapat dijadikan patokan untuk menunjukkan baik atau tidaknya pelaksanaan di lapangan, hasil-hasil hitungan data-data pada proyek Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia menunjukkan bahwa pelaksanaan dan pengawasan cukup baik, sehingga implikasinya faktor beban mati yang ada cukup kecil.

Informasi ini menunjukkan bahwa beban mati yang ada tidak perlu diberi faktor keamanan yang cukup besar karena umumnya beban-beban itu dapat diestimasi lebih baik.

2. Tinjauan Faktor Keamanan

Hasil-hasil dari penelitian tentang beban mati ini difloting dalam bentuk grafik, grafik-grafik hasil beban mati ditunjukkan untuk tiap-tiap lantai pada tiap block. Hasil dari floating data ini menunjukkan bahwa hampir semua faktor beban mati hasil hitungan untuk proyek kampus terpadu Universitas Islam Indonesia berada dibawah grafik faktor beban mati hal ini menunjukkan bahwa beban-beban yang ada tidak melampaui beban yang direncanakan sehingga kemungkinan *over load* kecil sekali terjadi, untuk itu berimplikasi bahwa beban-beban aktual yang bekerja cukup dinaikan sesuai dengan hasil faktor beban yang ada.

Namun demikian penetapan faktor beban tidak semata-mata ditetapkan oleh kebijakan teknis tetapi juga kebijakan lain diluar teknis, sebagai pendekatan maka besarnya faktor beban diambil sebesar $\mu \pm \sigma$, dengan μ adalah mean dari hasil hitungan faktor beban yang ada dan σ adalah standar deviasi yang menunjukkan besarnya penyimpangan dari dari kelompok yang ada. teori statistik menyatakan bahwa apabila nilai ini yang dipakai maka sekurang-kurangnya 68.27 % data-data itu masuk dalam jangkauan, hal ini ditunjukkan dengan

luasannya kurva normal yang ada mencakup 68.27 % luas daerah kurva normal yang ada. artinya resiko masih dimungkinkan terlampuinya beban rencana oleh beban kerja sebesar 30 %.

Hasil hitungan yang difloting dalam grafik faktor beban dengan ruangnya menunjukkan bahwa hampir semua beban-beban mati berada dibawah faktor beban yang ditetapkan Code/Standar.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir semua faktor beban mati berada sedikit lebih kecil dibawah faktor beban code, hal ini menunjukkan bahwa beban yang ada masih berada dalam batas aman yang cukup baik.

2. Proyek Kampus Terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

a. Pengaruh Rasio Beban Mati γ_D terhadap Faktor Beban λ

Sama halnya dengan data-data di Kampus terpadu Universitas Islam Indonesia, sebagian besar beban mati untuk Kampus terpadu universitas Muhammadiyah pun terdiri dari berat sendiri struktur, karenanya beban mati dapat dihitung dengan ketepatan yang cukup baik pula.

Berdasarkan pengukuran dilapangan dan hitungan yang dilakukan di Proyek Kampus Terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta menunjukkan bahwa besarnya beban-beban mati yang ada mendekati beban-beban yang

diramalkan dalam perencanaan hal ini ditunjukkan dengan besarnya rasio beban mati cukup dekat dengan beban aktual lapangan, hal ini menunjukkan bahwa estimasi penentuan angka beban yang bekerja mendekati kenyataan dilapangan, dengan kata lain dimensi/ukuran yang dibuat dilapangan masih cukup baik sehingga didapat dimensi yang tidak jauh dari yang direncanakan

Berdasarkan data-data hasil hitungan pencarian faktor beban mati di Proyek Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang diplot secara grafis menunjukkan bahwa perbedaan angka-angka rasio beban yang terukur di lapangan memberikan kontribusi terhadap besar dan kecilnya faktor beban, kenaikan rasio beban umumnya akan menaikkan angka faktor beban yang dihasilkan, begitu pula untuk kondisi sebaliknya.

Hasil-hasil dari penelitian tentang beban mati ini di floting dalam bentuk grafik, grafik-grafik hasil beban mati ditunjukkan untuk tiap-tiap lantai pada tiap block. hasil dari floting data ini menunjukkan bahwa hampir semua faktor beban mati hasil hitungan untuk proyek kampus terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta berada dibawah grafik faktor beban mati hal ini menunjukkan bahwa beban-beban yang ada tidak melampaui beban yang direncanakan sehingga kemungkinan over load kecil sekali terjadi, hal ini berimplikasi bahwa beban-beban aktual yang bekerja cukup dinaikan sesuai dengan hasil faktor beban yang ada.

Namun demikian penetapan faktor beban tidak semata-mata ditetapkan oleh kebijakan teknis tetapi juga kebijakan lain diluar teknis, sebagai pendekatan maka besarnya faktor beban diambil sebesar $\mu \pm \sigma$. Teori statistik menyatakan bahwa apabila nilai ini yang dipakai maka sekurang-kurangnya 68.27 % data-data itu masuk dalam jangkauan, hal ini ditunjukkan dengan luasan kurva normal yang ada mencakup 68.27 % luas daerah kurva normal yang ada. artinya resiko masih dimungkinkan terlampuinya beban rencana oleh beban kerja sebesar 30 %.

Hasil hitungan yang difloting dalam grafik faktor beban dengan ruangan menunjukan bahwa hampir semua beban-beban mati berada dibawah faktor beban yang ditetapkan Code/Standar.

b. Pengaruh Coefisien Variasi Beban Mati terhadap Faktor Beban Mati λ_D

Beban-beban yang ada walaupun telah diestimasi dan direncanakan hati-hati tetapi masih pula memungkinkan terjadi variasi dari beban-beban yang ada sebagaimana diketahui bahwa besarnya beban masing-masing komponen beban mati akan berbeda-beda tiap elemen komponen beban mati, tidak pernah ada jaminan bahwa besarnya beban mati ini seragam, untuk itulah pasti ada nilai sebaran data dari komponena beban ini, Besarnya nilai deviasi atau penyimpangan yang ada dari nilai yang ditetapkan ditunjukkan dengan parameter nilai ukuran statistik yaitu Coefisien Variasi.

Nilai ini didapatkan dari hasil pengukuran masing-masing komponen beban mati yang terukur di lapangan dibandingkan dengan rata-rata dari komponen bebanya itu sendiri tiap kelompok pengukuran

Karena besarnya beban dan rencana beban dapat di estimasi lebih baik serta berdasarkan grafik floting data yang didapat dari pengukuran yang ada pada Kampus terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta maka angka variasi beban mati umumnya cukup kecil.

Angka Coefisien beban mati ini dapat dijadikan patokan untuk menunjukkan baik atau tidaknya pelaksanaan di lapangan, hasil-hasil hitungan data-data pada proyek Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta menunjukkan bahwa pelaksanaan dan pengawasan cukup baik, sehingga implikasinya faktor beban mati yang ada cukup kecil.

Informasi ini menunjukkan bahwa beban mati yang ada tidak perlu diberi faktor keamanan yang cukup besar karena umumnya beban-beban itu dapat diestimasi lebih baik.

c. Tinjauan Faktor Keamanan

Hasil-hasil dari penelitian tentang beban mati ini difloting dalam bentuk grafik, grafik-grafik hasil beban mati ditunjukkan untuk tiap-tiap lantai pada tiap

block. hasil dari floting data ini menunjukkan bahwa hampir semua faktor beban mati hasil hitungan untuk proyek kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta berada dibawah grafik faktor beban mati hal ini menunjukkan bahwa beban-beban yang ada tidak melampaui beban yang direncanakan sehingga kemungkinan *over load* kecil sekali terjadi, untuk itu berimplikasi bahwa beban-beban aktual yang bekerja cukup dinaikan sesuai dengan hasil faktor beban yang ada.

Namun demikian penetapan faktor beban tidak semata-mata ditetapkan oleh kebijakan teknis tetapi juga kebijakan lain diluar teknis, sebagai pendekatan maka besarnya faktor beban diambil sebesar $\mu \pm \sigma$, dengan μ adalah mean dari hasil hitungan faktor beban yang ada dan σ adalah standar deviasi yang menunjukan besarnya penyimpangan dari dari kelompok yang ada. teori statistik menyatakan bahwa apabila nilai ini yang dipakai maka sekurang-kurangnya 68.27 % data-data itu masuk dalam jangkauan, hal ini ditunjukkan dengan luasan kurva normal yang ada mencakup 68.27 % luas daerah kurva normal yang ada. artinya resiko masih dimungkinkan terlampuinya beban rencana oleh beban kerja sebesar 30 %.

Hasil hitungan yang difloting dalam grafik faktor beban dengan ruangan menunjukan bahwa hampir semua beban-beban mati berada dibawah faktor beban yang ditetapkan Code/Standar.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir semua faktor beban mati berada sedikit lebih kecil dibawah faktor beban code, hal ini menunjukkan bahwa beban yang ada masih berada dalam batas aman yang cukup baik.

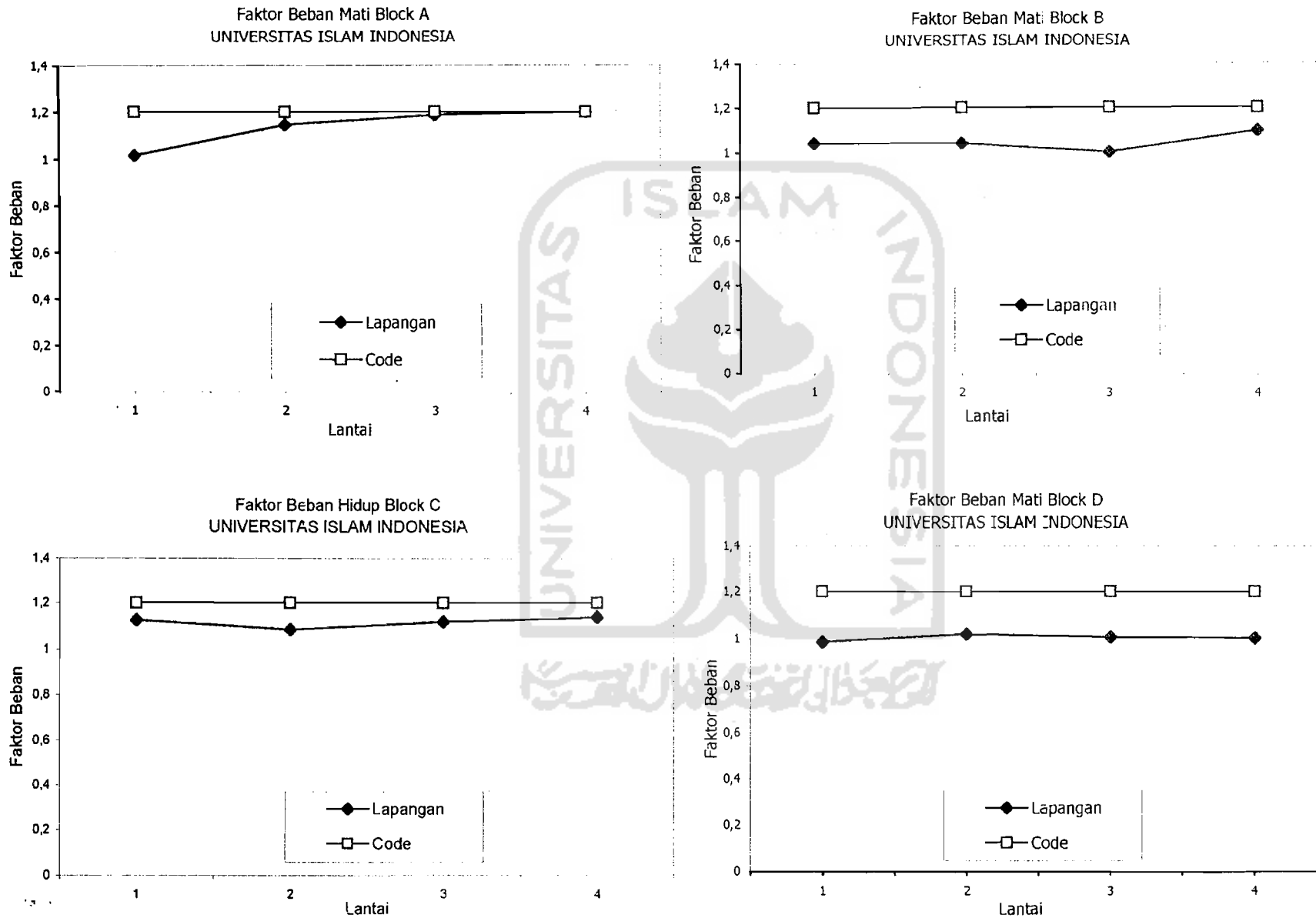


Tabel. 5.8 Faktor Beban Mati
Universitas Islam Indonesia

No	Block	Floor	Faktor Beban Mati	Code	Ket
1	A	A1	1,016766536	1,2	
2		A2	1,146288015	1,2	
3		A3	1,187157172	1,2	
4		A4	1,200479503	1,2	
5	B	B1	1,040547658	1,2	
6		B2	1,040547658	1,2	
7		B3	1,001704331	1,2	
8		B4	1,096497186	1,2	
9	C	C1	1,010828708	1,2	
10		C2	1,222453128	1,2	
11		C3	1,195766821	1,2	
12		C4	1,256275383	1,2	
13	D	D1	0,987776132	1,2	
14		D2	1,020897396	1,2	
15		D3	1,007886458	1,2	
16		D4	1,003479286	1,2	
Mean			1,089709461		
Sd			0,094869798		
Mean+Sd			1,184579259	1,2	

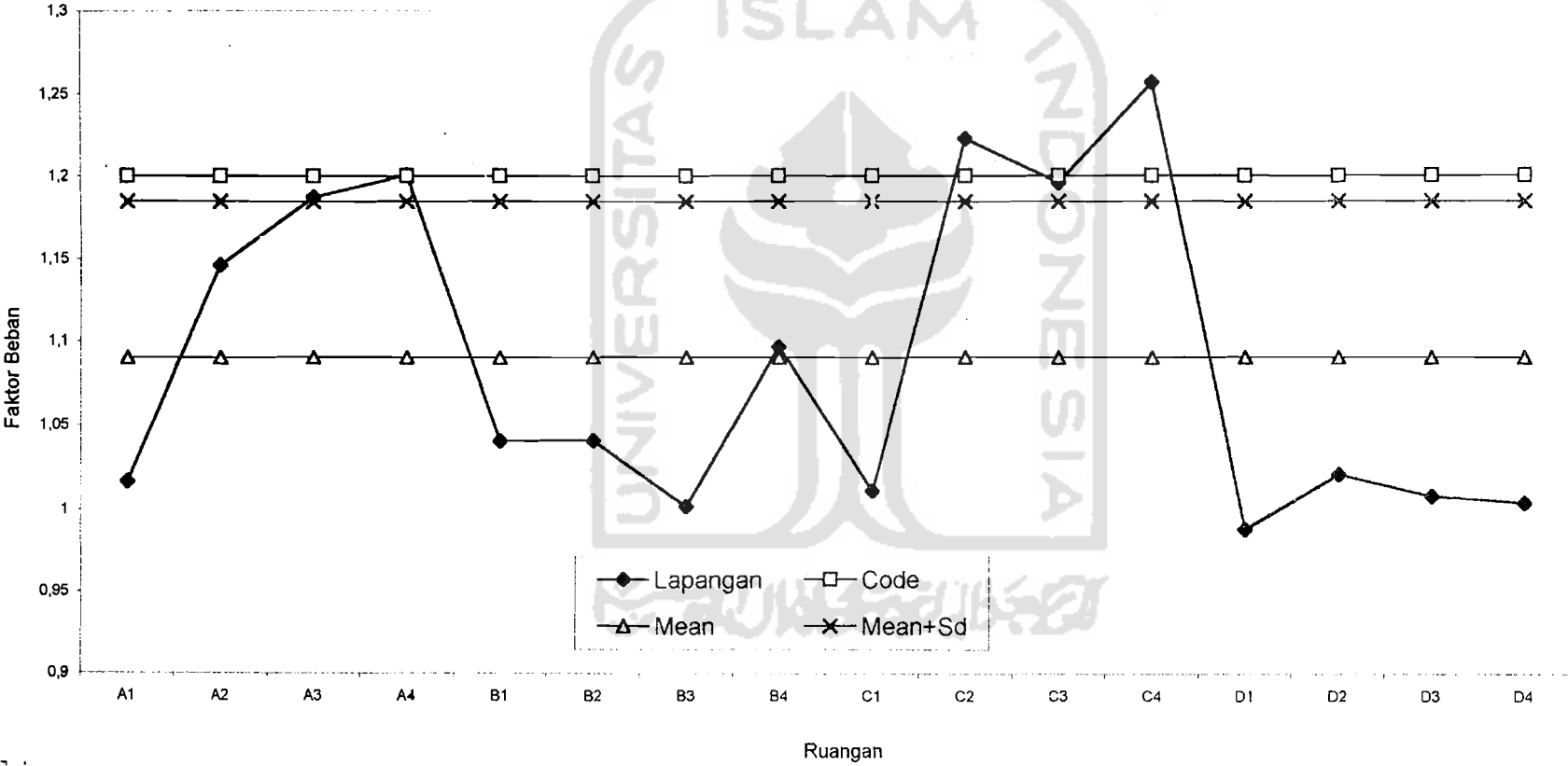
Tabel. 5.9 Faktor Beban Mati
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

No.	Block	Floor	Faktor Beban	Code	Ket
1		A1	1,11062988	1,2	
2		A2	1,09690724	1,2	
3		B1	1,04436783	1,2	
4		B2	1,08305261	1,2	
5		C1	1,12936722	1,2	
6		C2	1,08708787	1,2	
7		C3	1,12167104	1,2	
8		C4	1,14046004	1,2	
9		D1	1,06726997	1,2	
10		D2	1,02327899	1,2	
11		E1	1,04322127	1,2	
12		E2	1,12319242	1,2	
Mean			1,08920887		
Sd			0,03809344		
Mean+Sd			1,12730231	1,2	

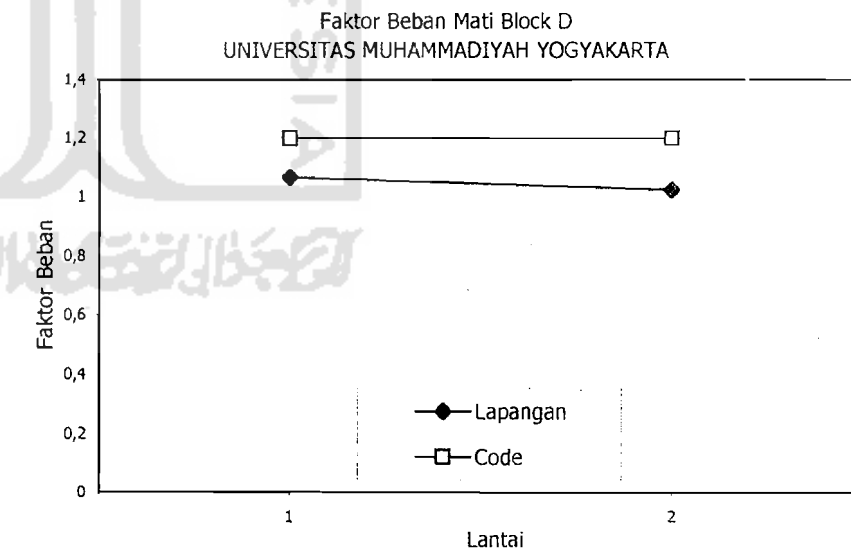
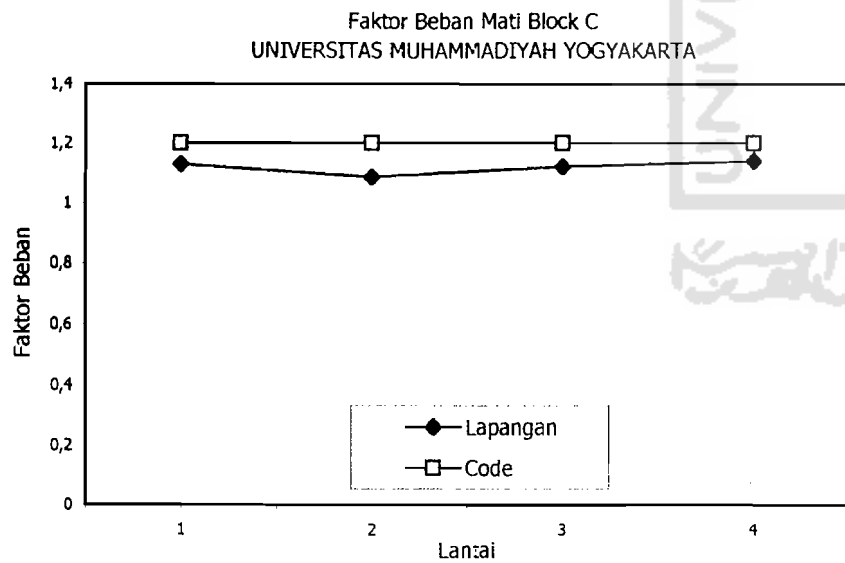
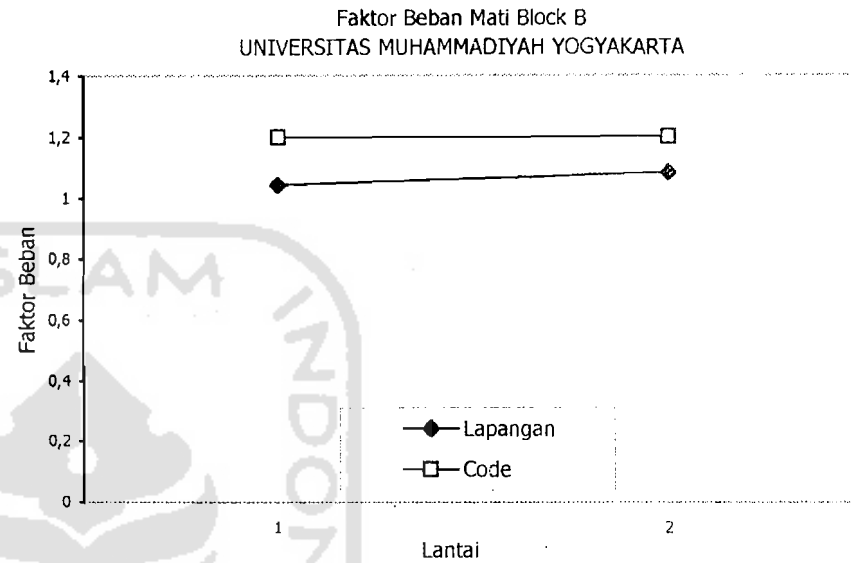
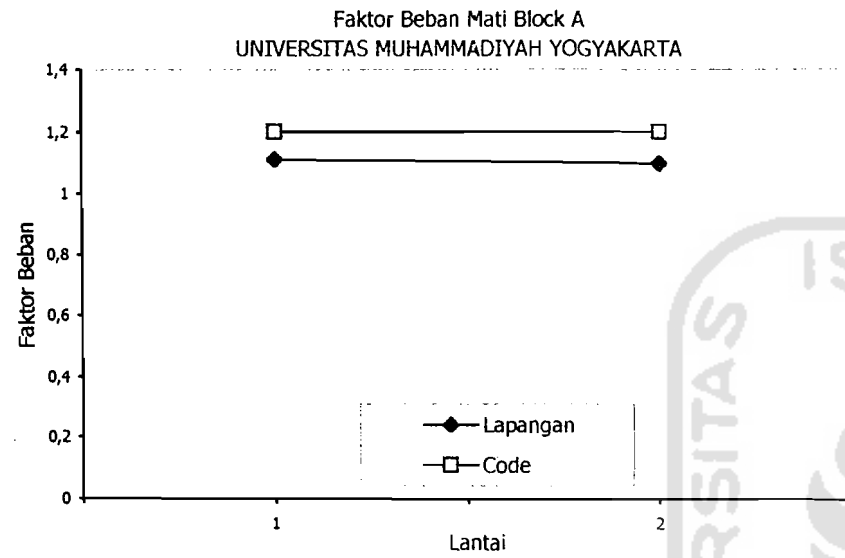


Gambar.5.1 Faktor Beban Mati Universitas Islam Indonesia

Distribusi Faktor Beban Mati
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

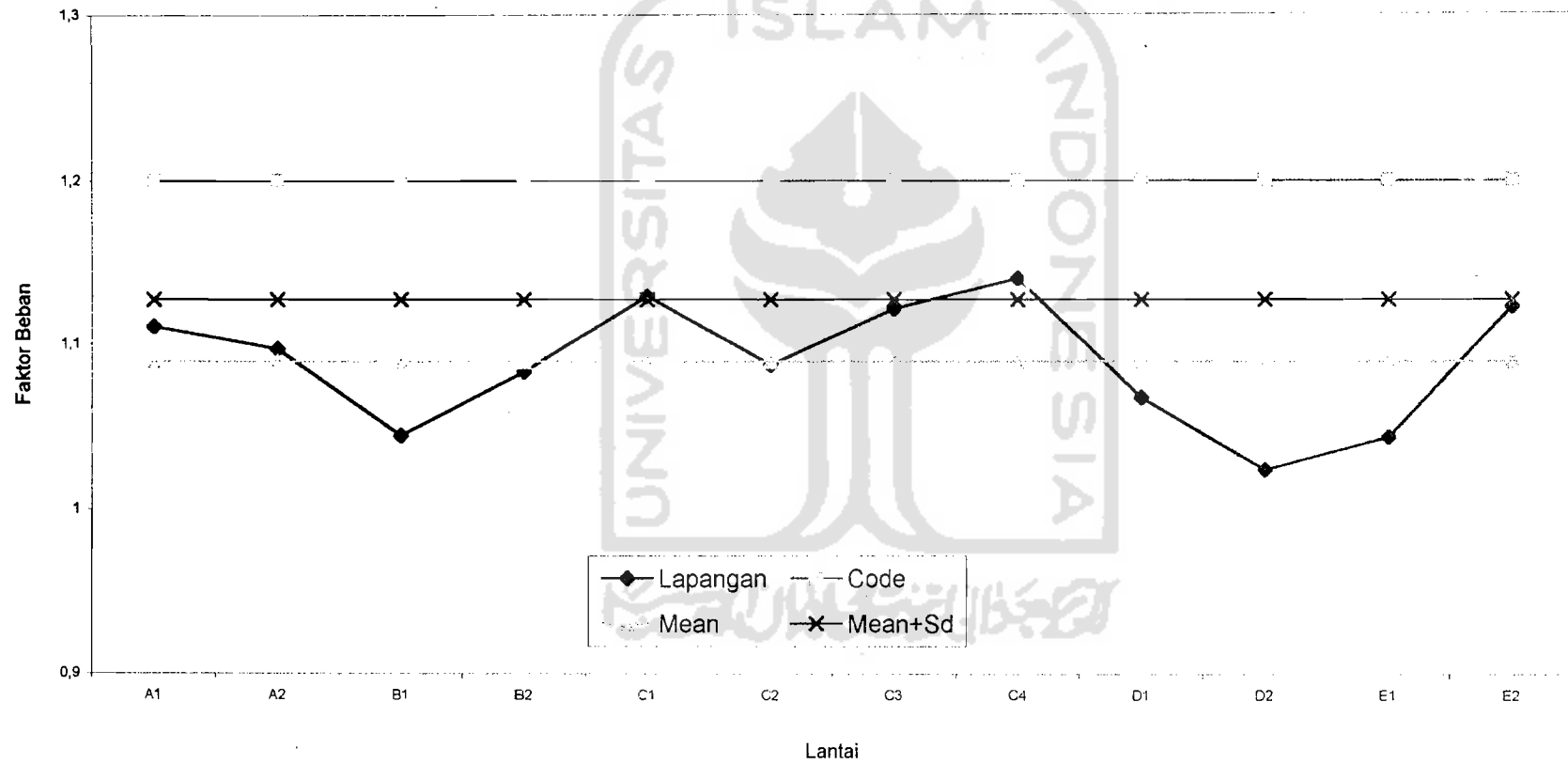


Gambar.5.2 Distribusi Faktor Beban Mati Universitas Islam Indonesia



Gambar.5.3 Faktor Beban Mati Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Distribusi Faktor Beban Mati
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA



Gambar.5.5 Distribusi Faktor Beban Mati Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

5.4.2 Beban Hidup

1. Proyek Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia

a. Pengaruh Rasio Beban Hidup γ_L terhadap Faktor Beban Hidup λ_L

Beban hidup adalah beban-beban yang berhubungan dengan fungsi dan penggunaan ruangan, ketidaktentuan beban hidup ini nilainya jauh lebih besar dari beban-beban yang diramalkan, beban hidup ini dapat berubah dari waktu ke waktu setiap saat.

Berdasarkan pengukuran dilapangan menunjukkan bahwa bahwa beban hidup aktual yang ada di lapangan cukup kecil dibandingkan dengan beban yang ditetapkan oleh perencana, hal ini menunjukkan bahwa beban-beban estimasi ketika merencanakan struktur sangat moderat dari yang ada di lapangan. Besarnya angka beban hidup ini adalah kontribusi dari beban mebeler dan beban lain yang berhubungan dengan fungsi ruang serta penghuni itu sendiri.

Rasio beban hidup yang ada cukup kecil, hal ini disebabkan karena beban aktual yang ada akibat pemakaian ruangan yang cukup kecil, tetapi setiap kenaikan rasio beban akan memberikan kontribusi terhadap naiknya nilai faktor beban, begitu pula implikasi bila terjadi sebaliknya.

b. Pengaruh Coefisien Variasi Beban Hidup terhadap Faktor Beban Hidup λ_L

Beban-beban yang ada walaupun telah diestimasi dan direncanakan hati-hati tetapi masih pula memungkinkan terjadi variasi dari beban-beban yang ada. Besarnya nilai deviasi dan penyimpangan yang ada dari nilai yang ditetapkan ditunjukkan dengan Coefisien Variasi.

Sebaran data yang terukur dilapangan untuk beban hidup cukup lebar sehingga menyebabkan Coefisien Variasi untuk beban ini cukup besar pula, hal ini dikarenakan kontribusi yang diberikan oleh komponen beban hidup yang cukup mencolok. Kontribusi yang paling besar (dominan) adalah yang diberikan oleh fluktuasi penghuni ruangan dan beban dan beban-beban yang berhubungan dengan penghuni ruangan.

Hasil floting data menunjukkan semakin besar nilai ini akan menyebabkan faktor beban yang meningkat pula.

c. Tinjauan Faktor Keamanan

Hasil-hasil analisis faktor beban untuk beban hidup menunjukkan faktor beban yang cukup moderat, hal ini ditunjukkan dengan besarnya faktor beban aktual lapangan yang berada jauh dibawah faktor beban Code.

Tabel 5.10 Distribusi Faktor Beban Hidup
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

No.	Ruang	Lapangan	Code	Keterangan
1	R.J. Arst.	1,588874	1,6	
2	R. S2	1,493706	1,6	
3	R. Sidang	1,420954	1,6	
4	R.S. Arst.	1,453733	1,6	
5	B.I.1	1,371518	1,6	
6	B.I.2	1,206149	1,6	
7	B.I.3	1,245750	1,6	
8	Perpt.	1,845150	1,6	
9	B.II.1	1,541346	1,6	
10	B.II.2	1,508545	1,6	
11	B.II.3	1,320693	1,6	
12	B.II.4	1,474815	1,6	
13	B.II.5	1,305706	1,6	
14	B.II.6	1,481373	1,6	
15	B.II.7	1,240432	1,6	
16	B.III.1	1,267296	1,6	
17	B.III.2	1,436926	1,6	
18	B.III.3	1,218041	1,6	
19	B.III.4	1,599467	1,6	
20	B.III.5	1,572437	1,6	
21	B.III.6	1,190316	1,6	
22	B.III.7	1,019309	1,6	
23	B.IV.1	1,101640	1,6	
24	B.IV.2	1,086197	1,6	
25	B.IV.3	1,021850	1,6	
26	B.IV.4	1,111922	1,6	
27	B.IV.5	1,009338	1,6	
28	B.IV.6	1,051590	1,6	
29	B.IV.7	1,011174	1,6	
30	B.IV.8	1,111922	1,6	
31	B.IV.9	1,011174	1,6	
32	B.IV.10	1,190316	1,6	
33	R.J. Sipil	1,591454	1,6	
34	R.J. Lingk.	1,172779	1,6	
35	R.P. Kuliah	1,152090	1,6	
36	Lab.Per.	1,124810	1,6	
37	Lab. K&Pem.	1,102038	1,6	
38	Lab.Com.	1,084280	1,6	
39	C.III.1	1,371506	1,6	
40	R. Ast.	1,023960	1,6	
41	D.I.1	1,517102	1,6	
42	D.I.2	1,485873	1,6	
43	D.I.3	1,319526	1,6	
44	D.II.1	1,395157	1,6	
45	D.III.1	1,334347	1,6	
46	D.III.2	1,334347	1,6	
47	D.IV.1	1,201918	1,6	
Mean		1,291933		
Sd		0,203382		
Mean+Sd		1,495315	1,6	

Tabel. 5.11 Distribusi Faktor Beban Hidup Block B
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

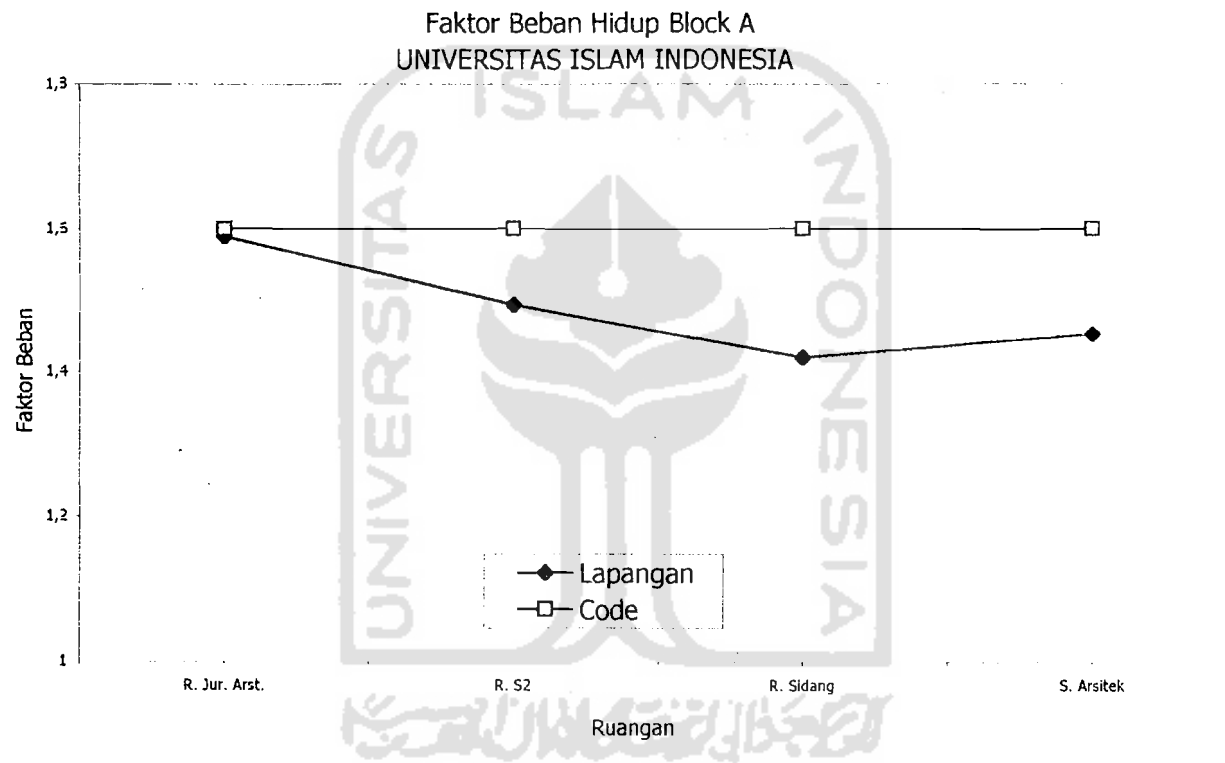
No.	Ruang	Lapangan	Code	Keterangan
1	B.I.1	1,37151840	1,6	
2	B.I.2	1,20614885	1,6	
3	B.I.3	1,24575019	1,6	
4	Perpust.	1,84515015	1,6	
5	B.II.1	1,54134617	1,6	
6	B.II.2	1,50854502	1,6	
7	B.II.3	1,32069264	1,6	
8	B.II.4	1,47481515	1,6	
9	B.II.5	1,30570568	1,6	
10	B.II.6	1,48137325	1,6	
11	B.II.7	1,24043234	1,6	
12	B.III.1	1,26729632	1,6	
13	B.III.2	1,43692648	1,6	
14	B.III.3	1,21804051	1,6	
15	B.III.4	1,59946731	1,6	
16	B.III.5	1,57243729	1,6	
17	B.III.6	1,19031621	1,6	
18	B.III.7	1,01930905	1,6	
19	B.IV.1	1,10163951	1,6	
20	B.IV.2	1,08619699	1,6	
21	B.IV.3	1,02185039	1,6	
22	B.IV.4	1,11192197	1,6	
23	B.IV.5	1,00933770	1,6	
24	B.IV.6	1,05158989	1,6	
25	B.IV.7	1,01117445	1,6	
26	B.IV.8	1,11192197	1,6	
27	B.IV.9	1,01117445	1,6	
28	B.IV.10	1,19031621	1,6	
	Mean	1,26972838		
	Sd	0,21918138		
	Mean+Sd	1,48890976	1,6	

Tabel. 5.11 Distribusi Faktor Beban Hidup Block C
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

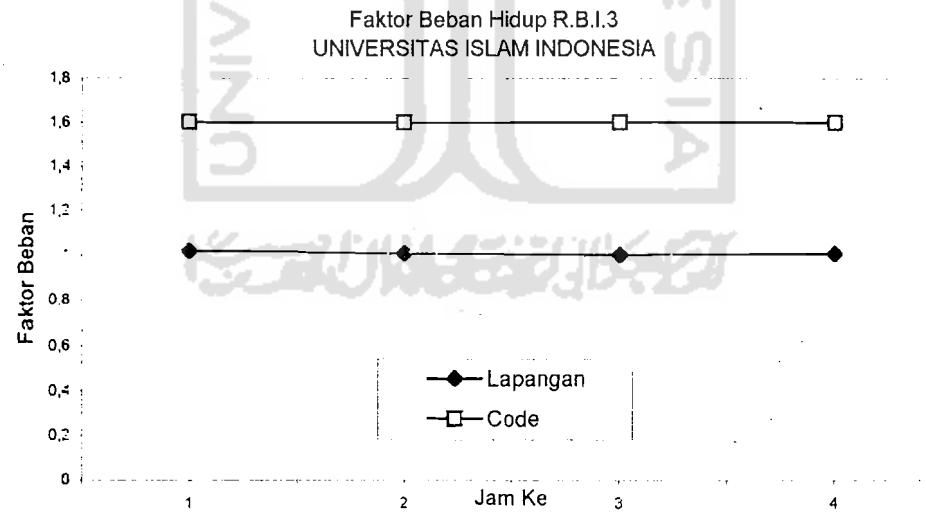
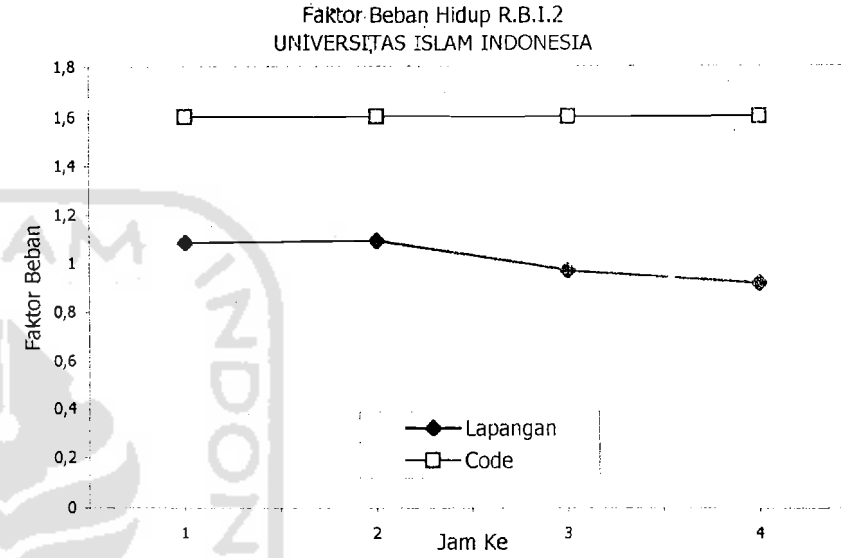
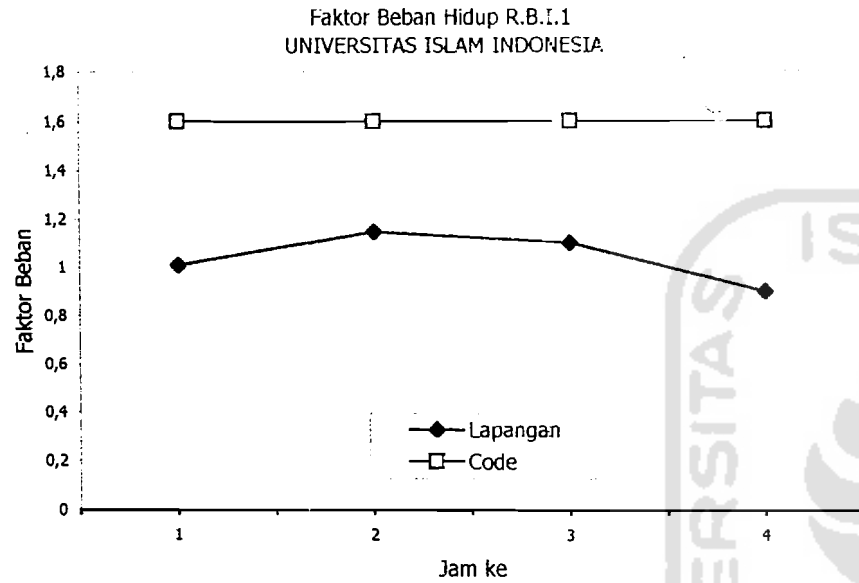
No.	Ruang	Lapangan	Code	Keterangan
1	R.Jur. Sipil	1,5914543	1,6	
2	R.Jur. Lingk.	1,1727794	1,6	
3	R.Peng. Kuliah	1,1520900	1,6	
4	Lab.Perumahan	1,1248099	1,6	
5	Lab. K&Pem.	1,1020380	1,6	
6	Lab.Computer	1,0842803	1,6	
7	C.III.1	1,3715063	1,6	
8	R. Asisten	1,0239600	1,6	
	Mean	1,2028648		
	Sd	0,1871794		
	Mean+Sd	1,3900441	1,6	

Tabel. 5.12 Distribusi Faktor Beban Hidup Block D
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

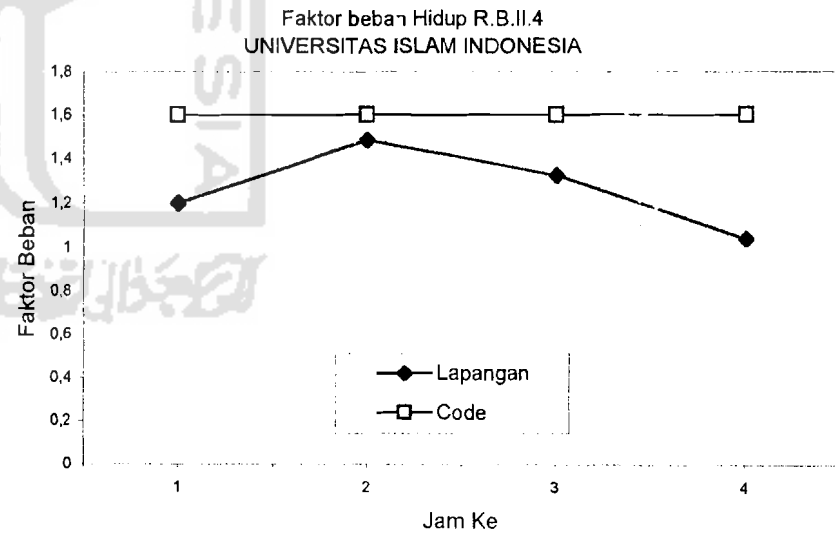
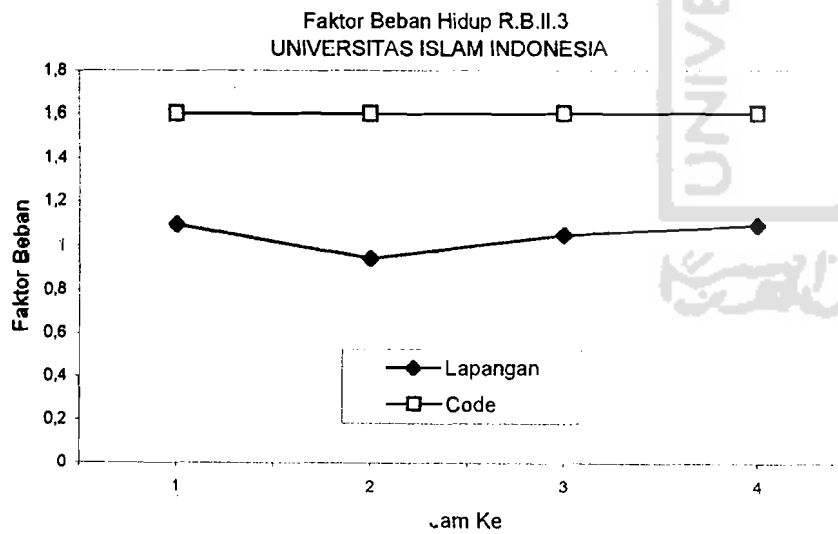
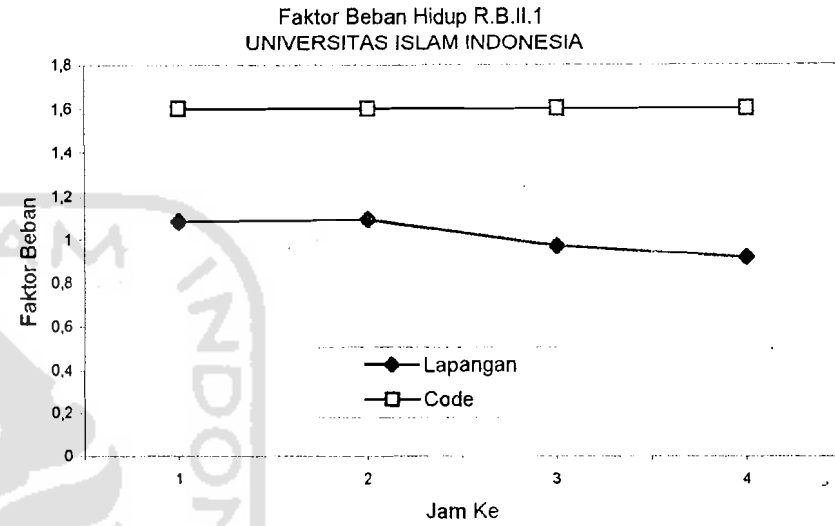
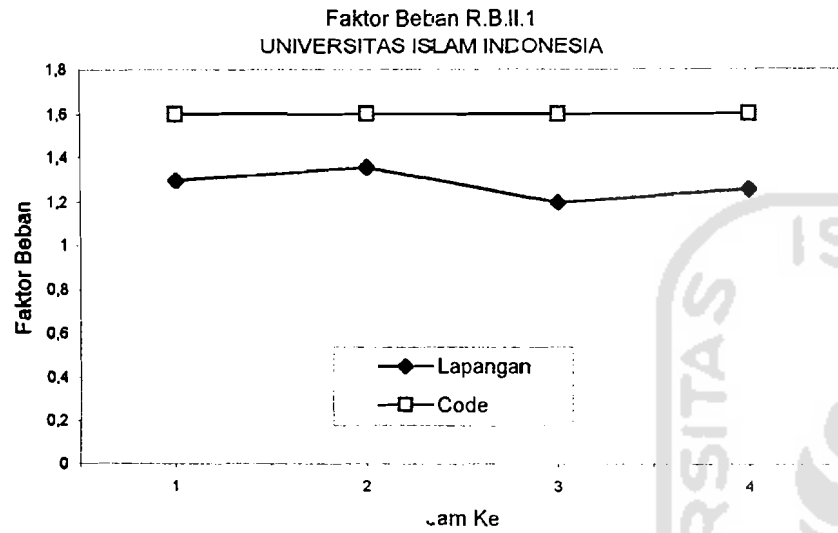
No.	Ruang	Lapangan	Code	Keterangan
1	D.I.1	1,51710227	1,6	
2	D.I.2	1,48587259	1,6	
3	D.I.3	1,31952635	1,6	
4	D.II.1	1,39515654	1,6	
5	D.III.1	1,33434692	1,6	
6	D.III.2	1,33434692	1,6	
7	D.IV.1	1,20191773	1,6	
	Mean	1,36975276		
	Sd	0,10726873		
	Mean+Sd	1,47702149	1,6	



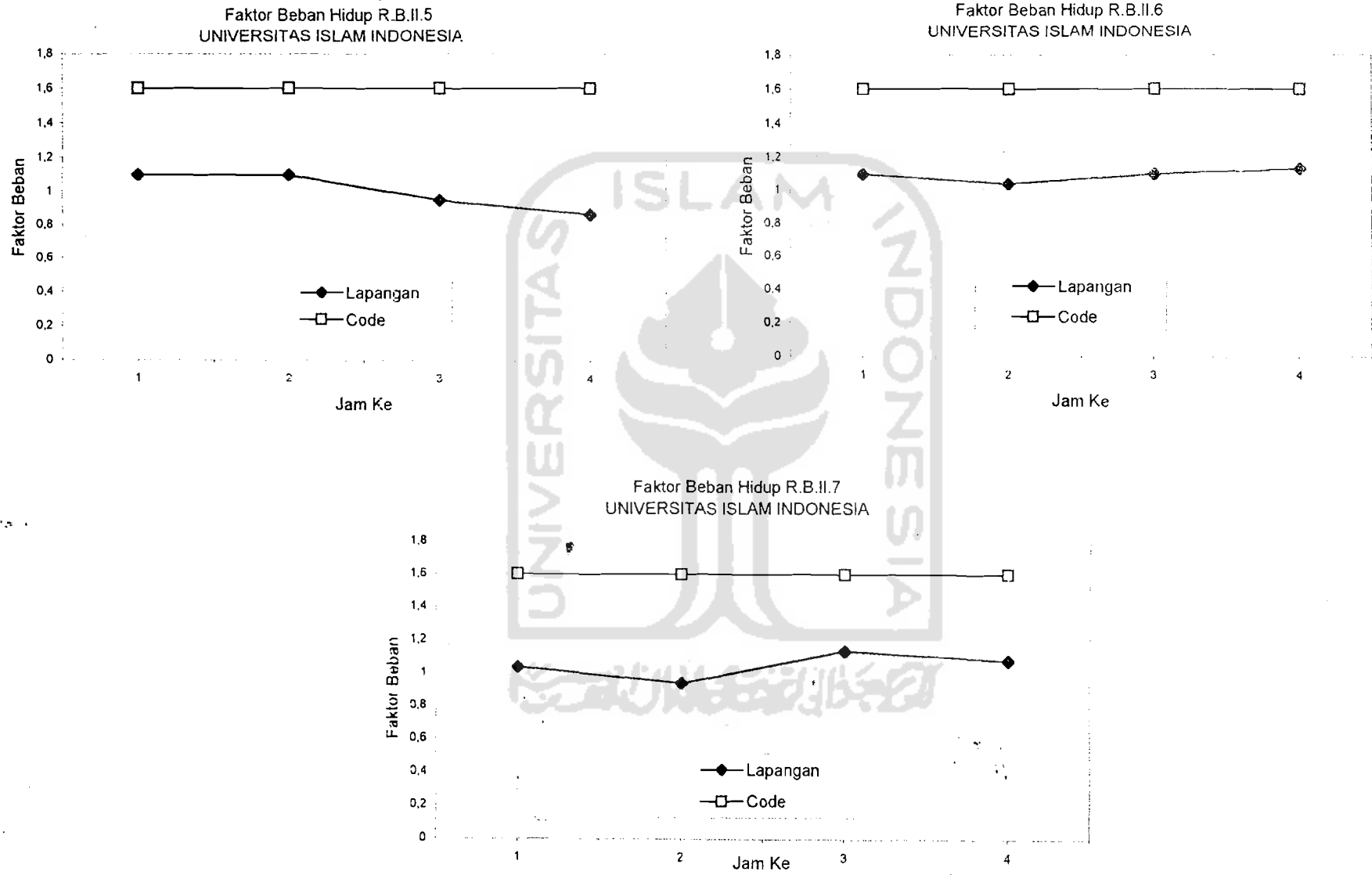
Gambar. 5.5 Faktor Beban Hidup Blok A Universitas Islam Indonesia



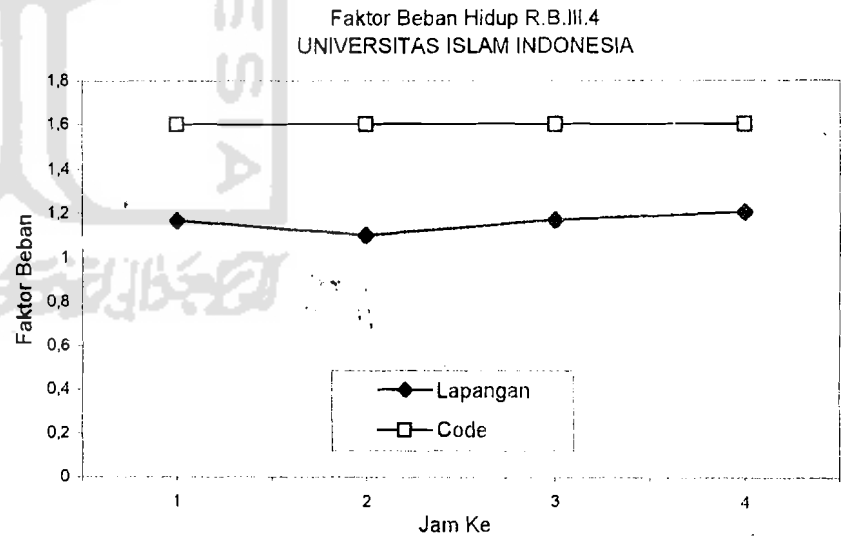
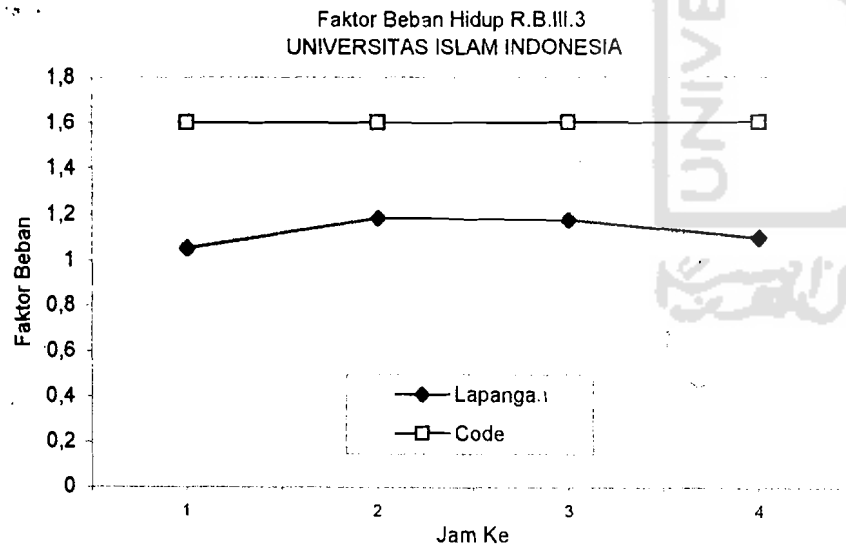
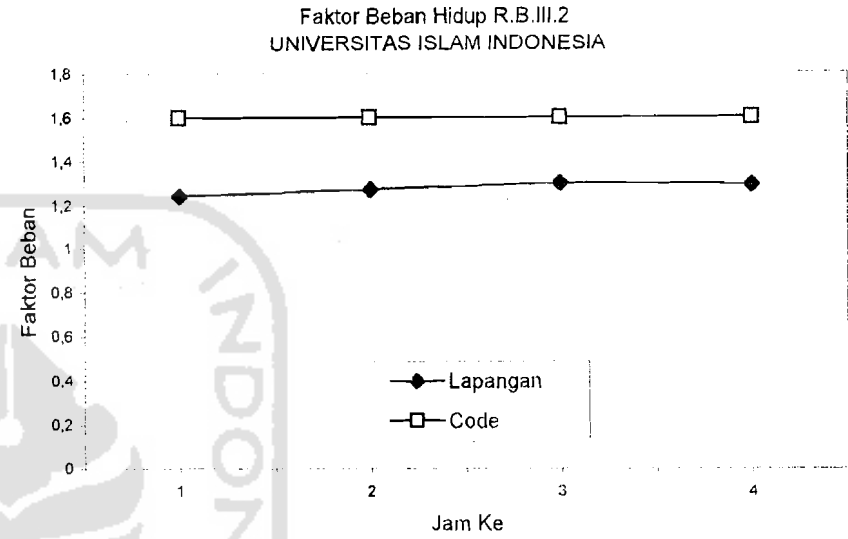
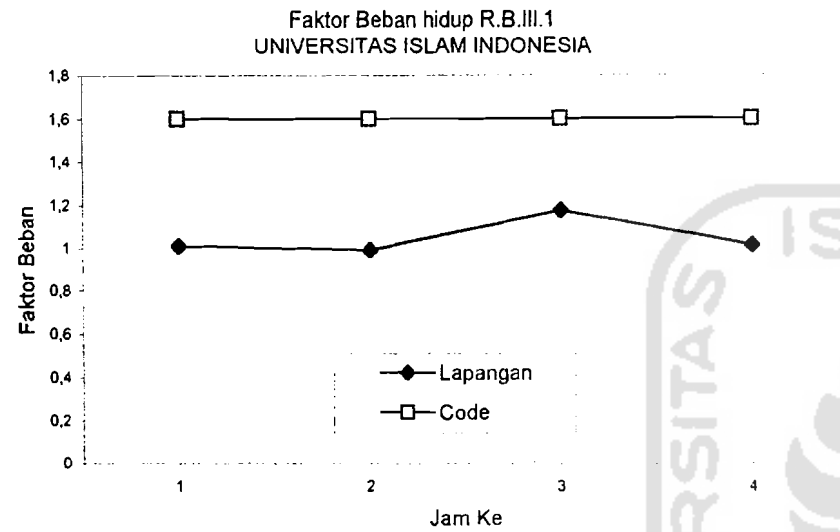
Gambar. 5.6 Faktor Beban Hidup Blok IB Universitas Islam Indonesia a



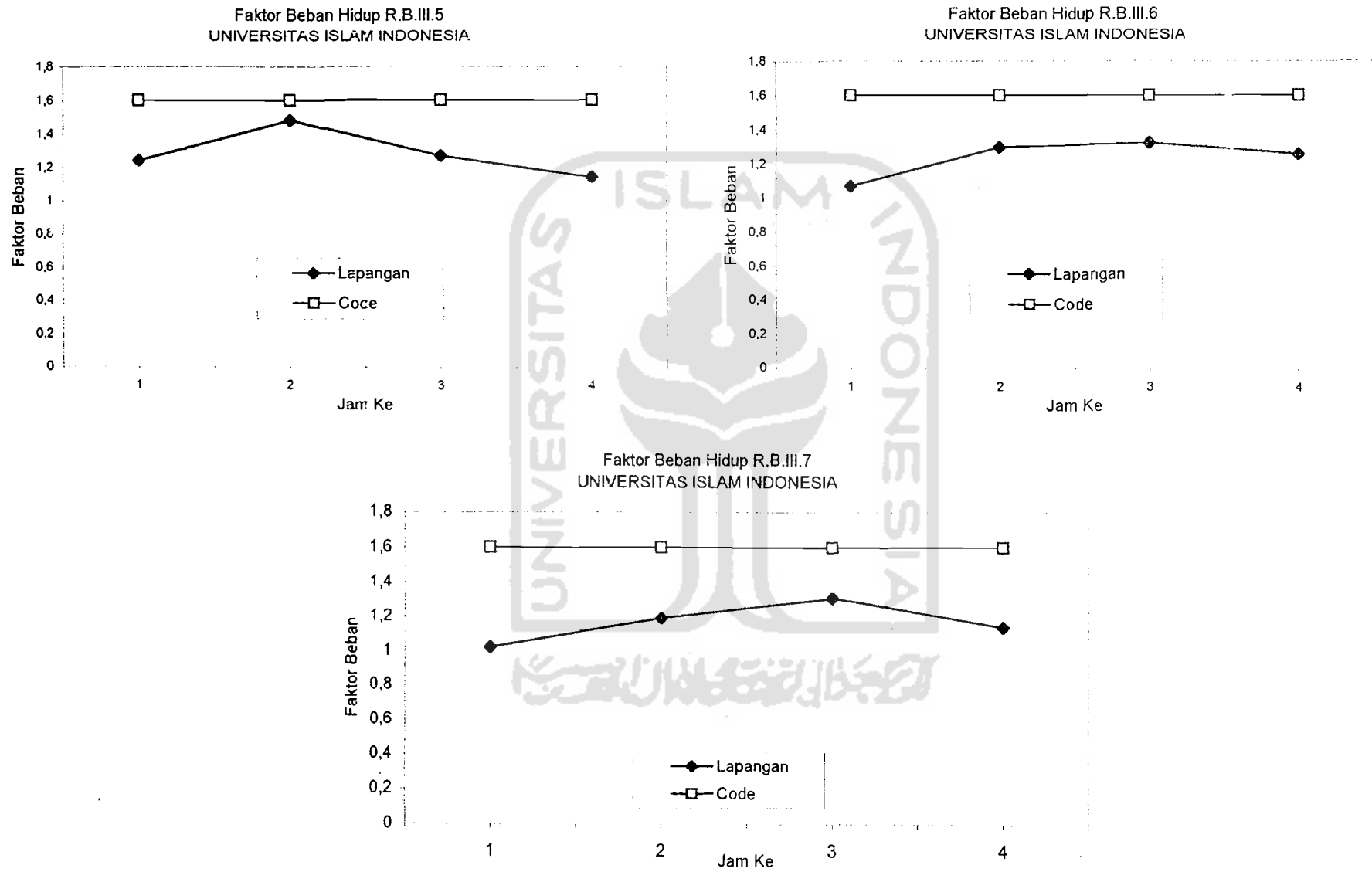
Gambar. 5.7 Faktor Beban Hidup Blok IIB 1-4 Universitas Islam Indonesia



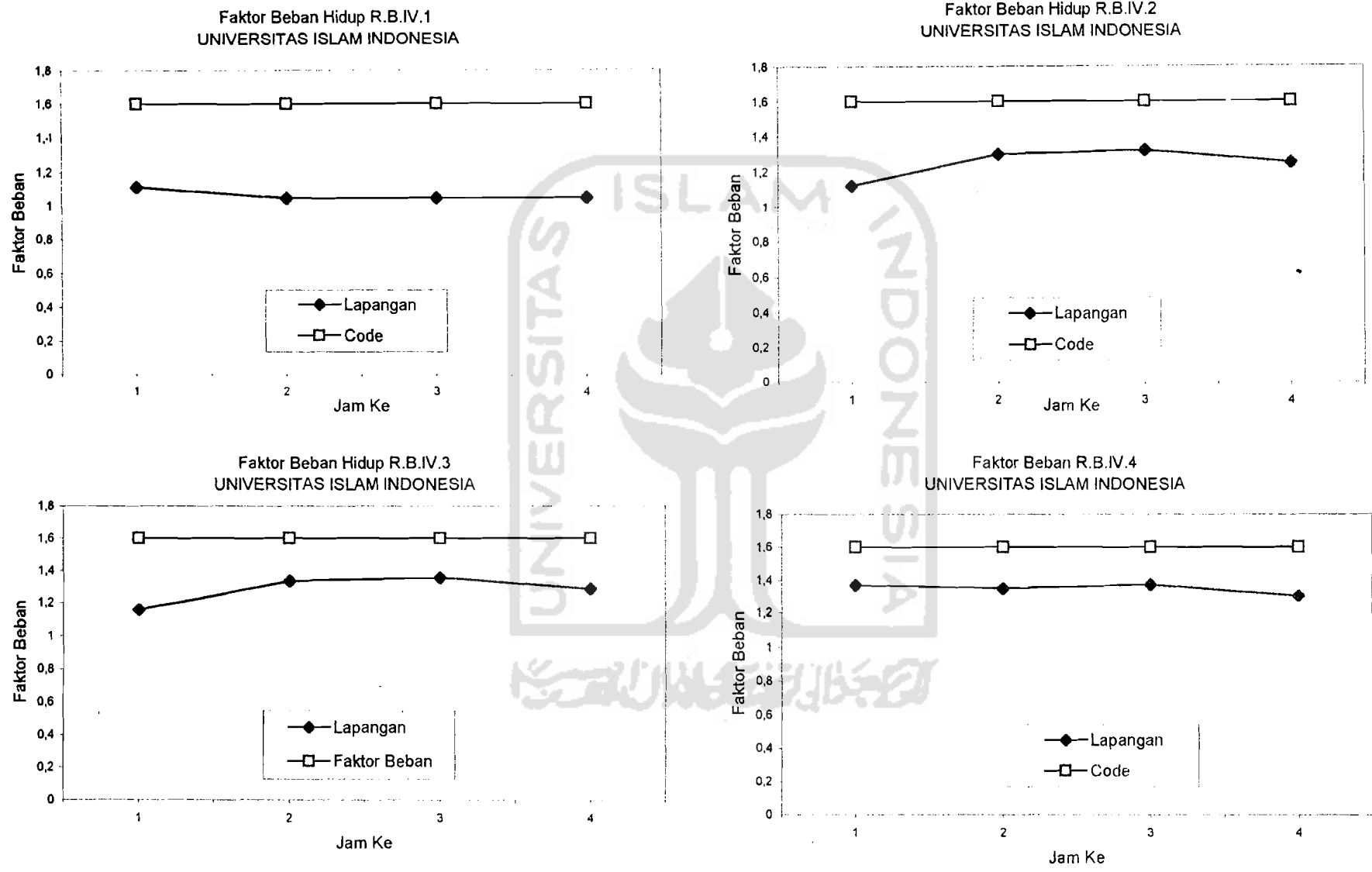
Gambar. 5.8 Faktor Beban Hidup Blok IIB 5-7 Universitas Islam Indonesia



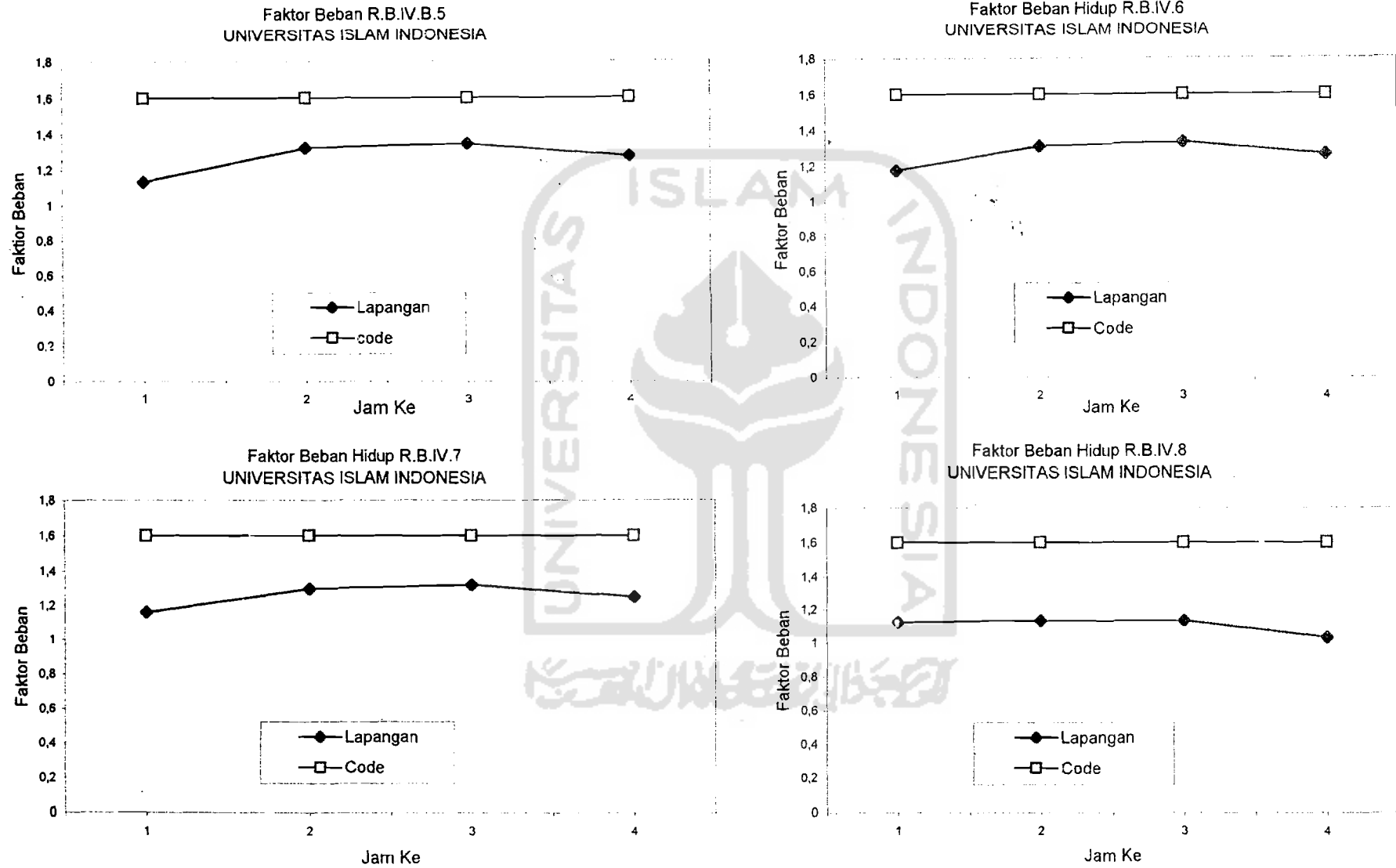
Gambar. 5.9 Faktor Beban Hidup Blok IIIB 1-4 Universitas Islam Indonesia



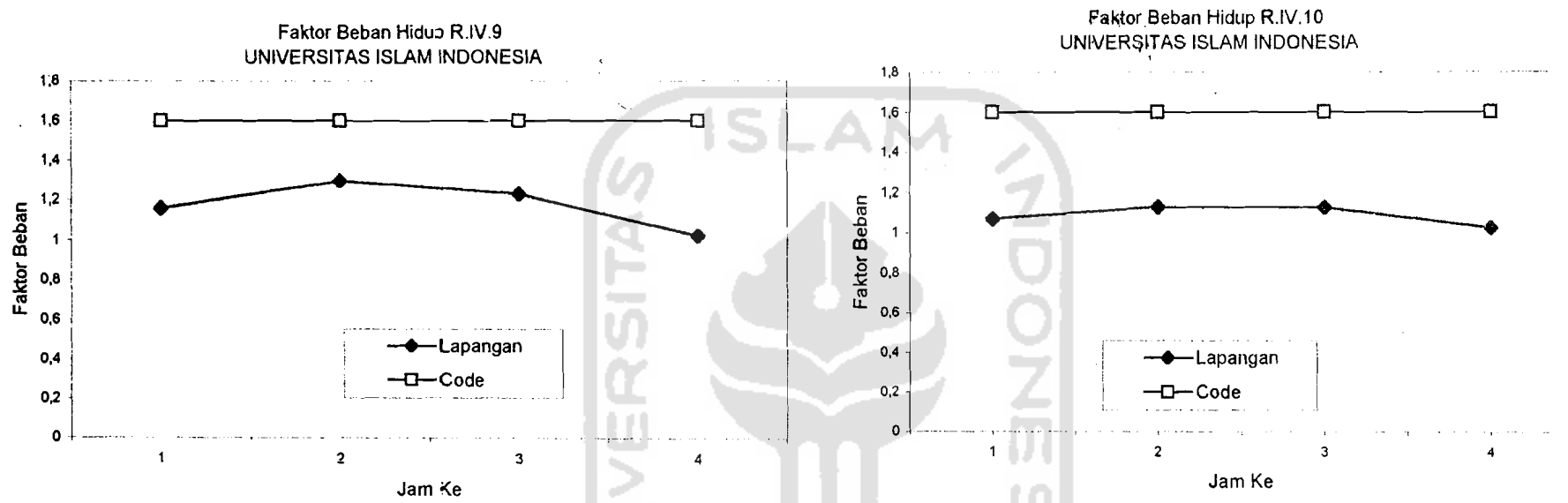
Gambar. 5.10 Faktor Beban Hidup Blok IIIB 5-7 Universitas Islam Indonesia



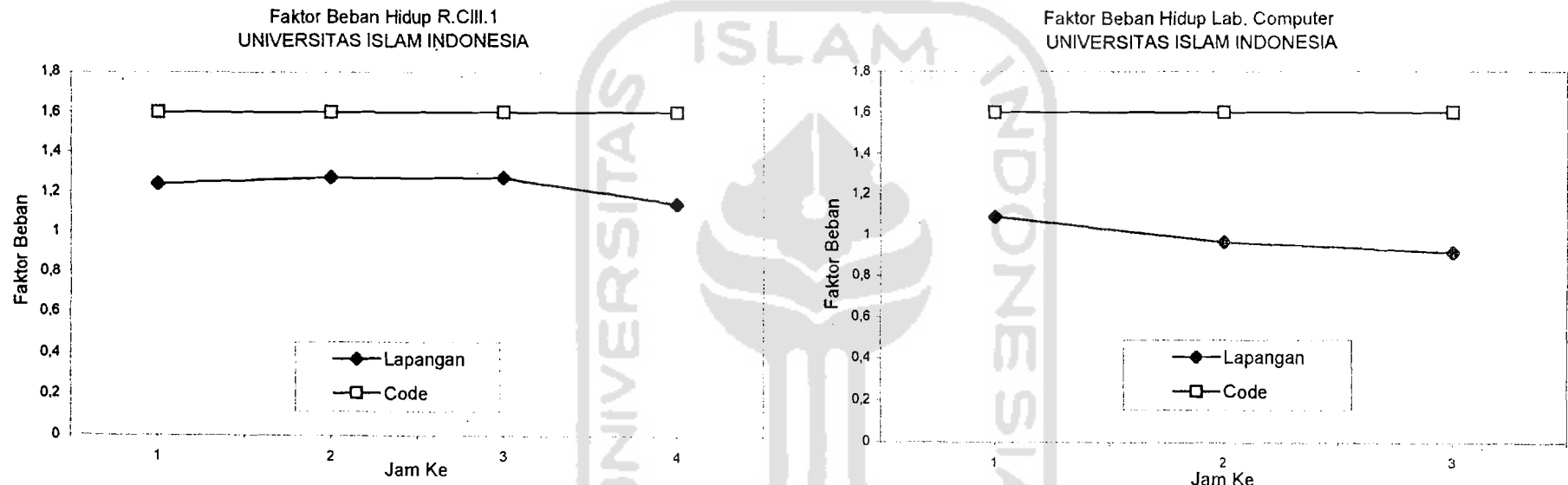
Gambar. 5.11 Faktor Beban Hidup Blok IV 1-4 Universitas Islam Indonesia



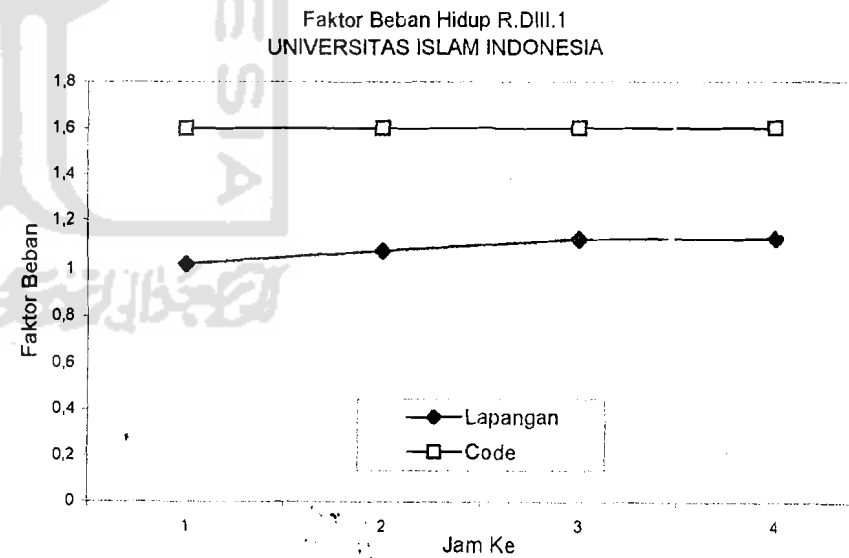
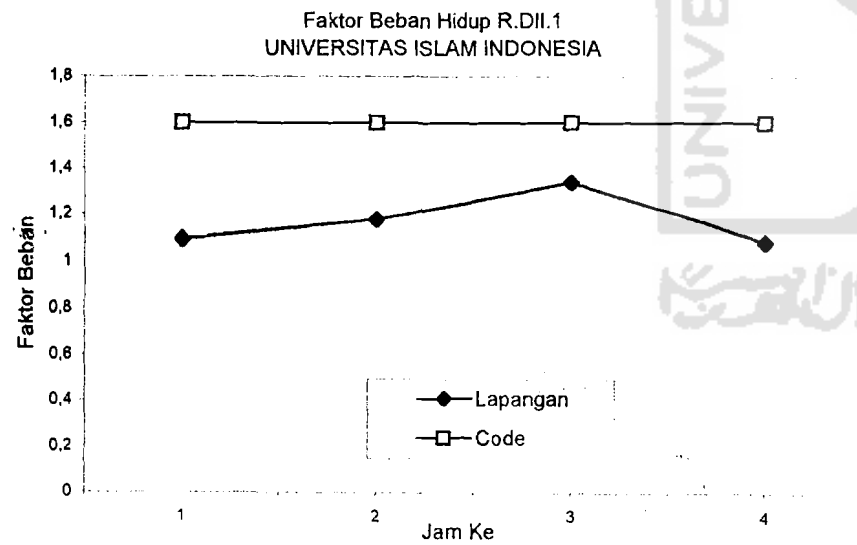
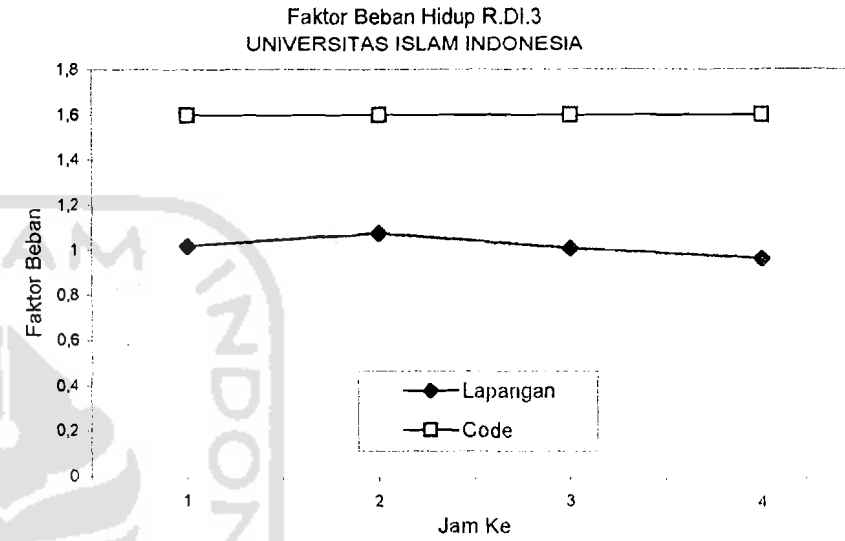
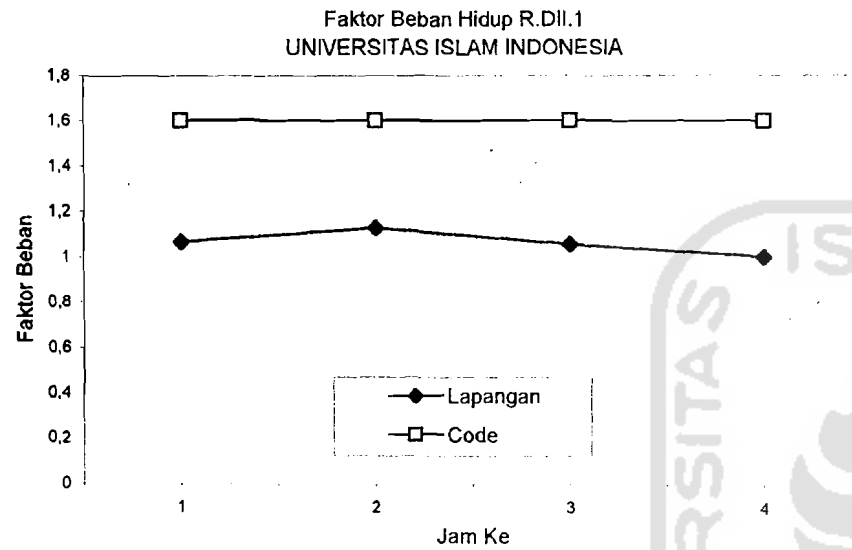
Gambar. 5.12 Faktor Beban Hidup Blok IVB 4-8 Universitas Islam Indonesia



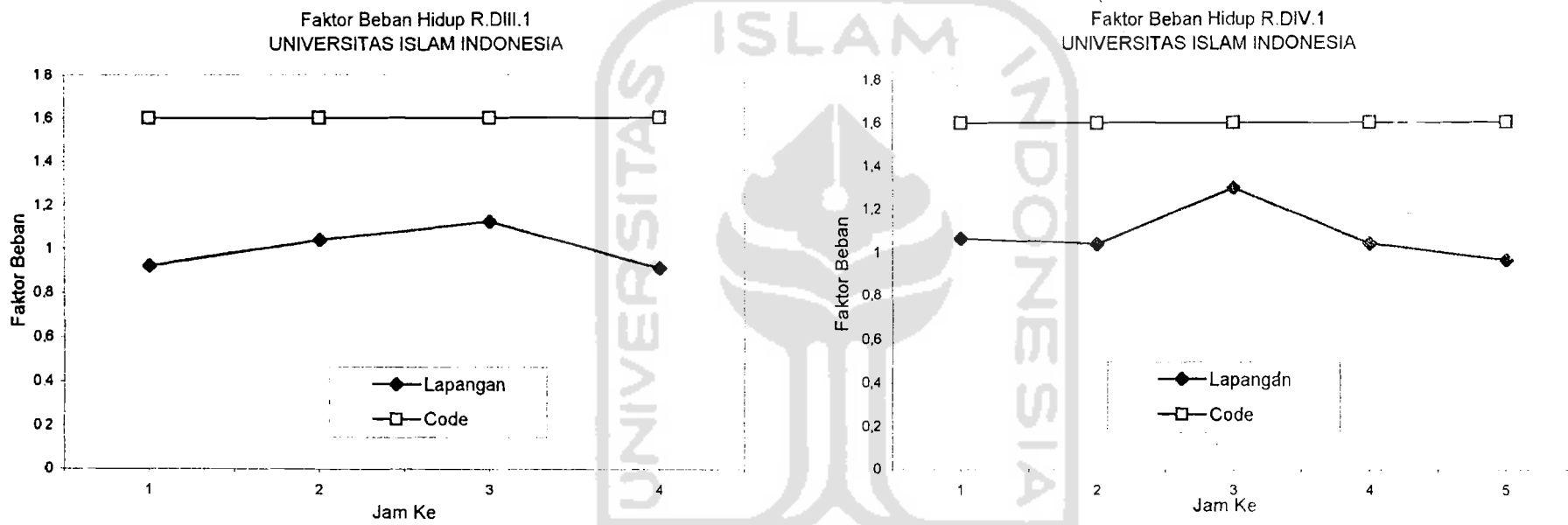
Gambar. 5.13 Faktor Beban Hidup Blok IVB 9-10 Universitas Islam Indonesia



Gambar. 5.14 Faktor Beban Hidup Blok C Universitas Islam Indonesia

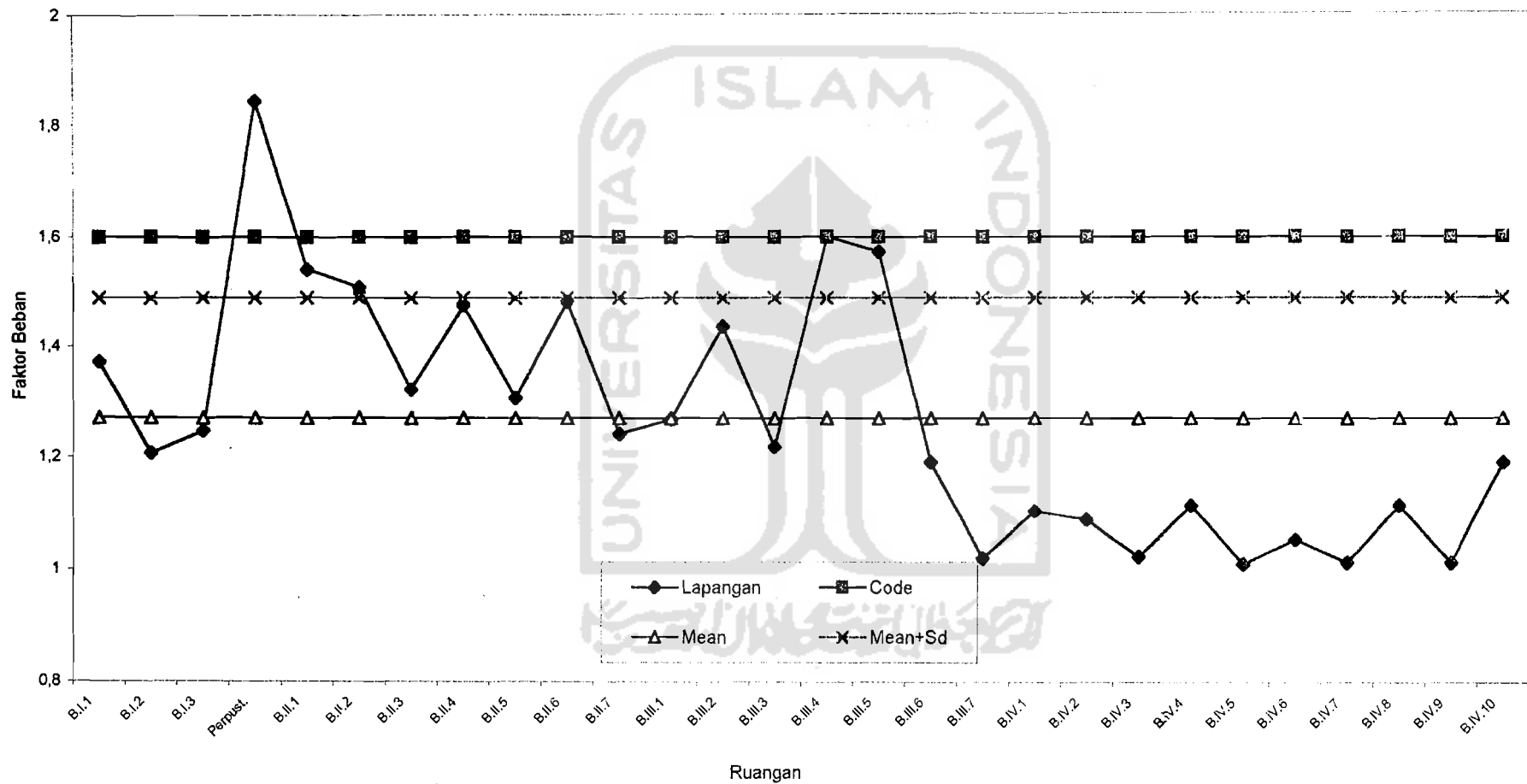


Gambar. 5.15 Faktor Beban Hidup Blok D I-III Universitas Islam Indonesia



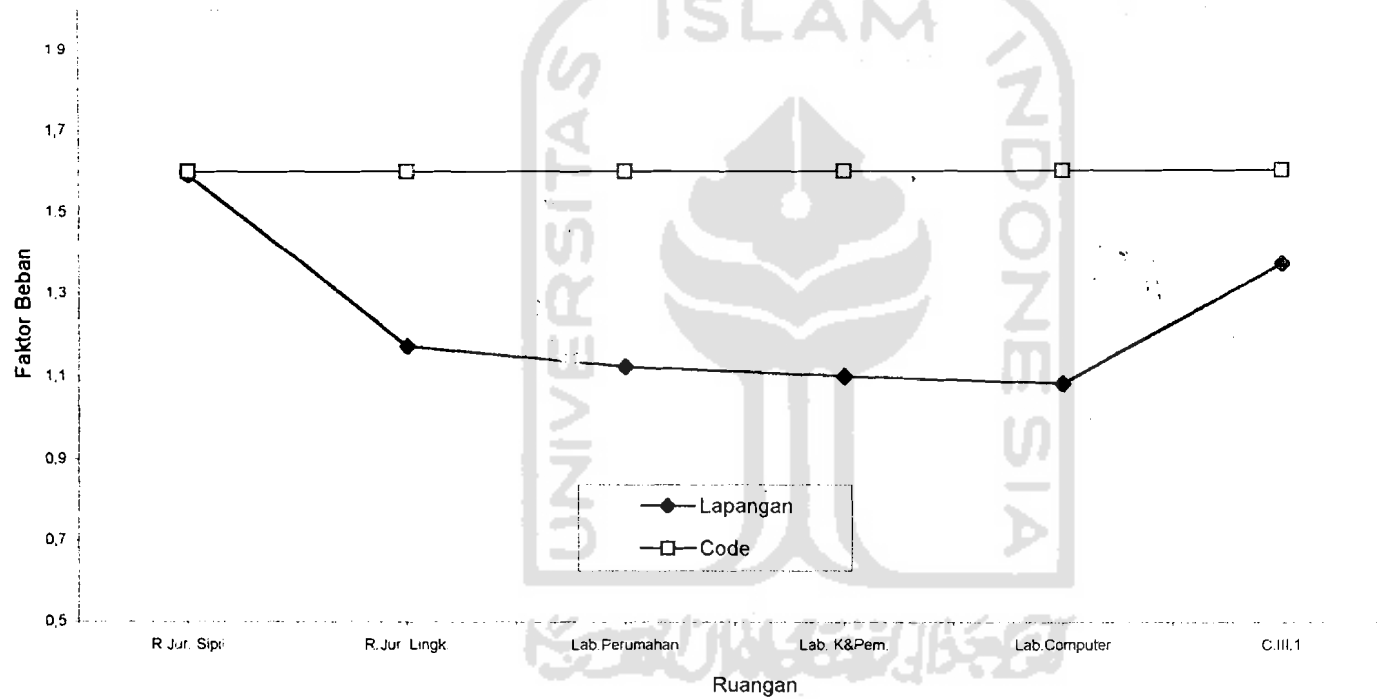
Gambar. 5.16 Faktor Beban Hidup Blok D III&IV Universitas Islam Indonesia

Distribusi Faktor Beban Hidup Block B
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



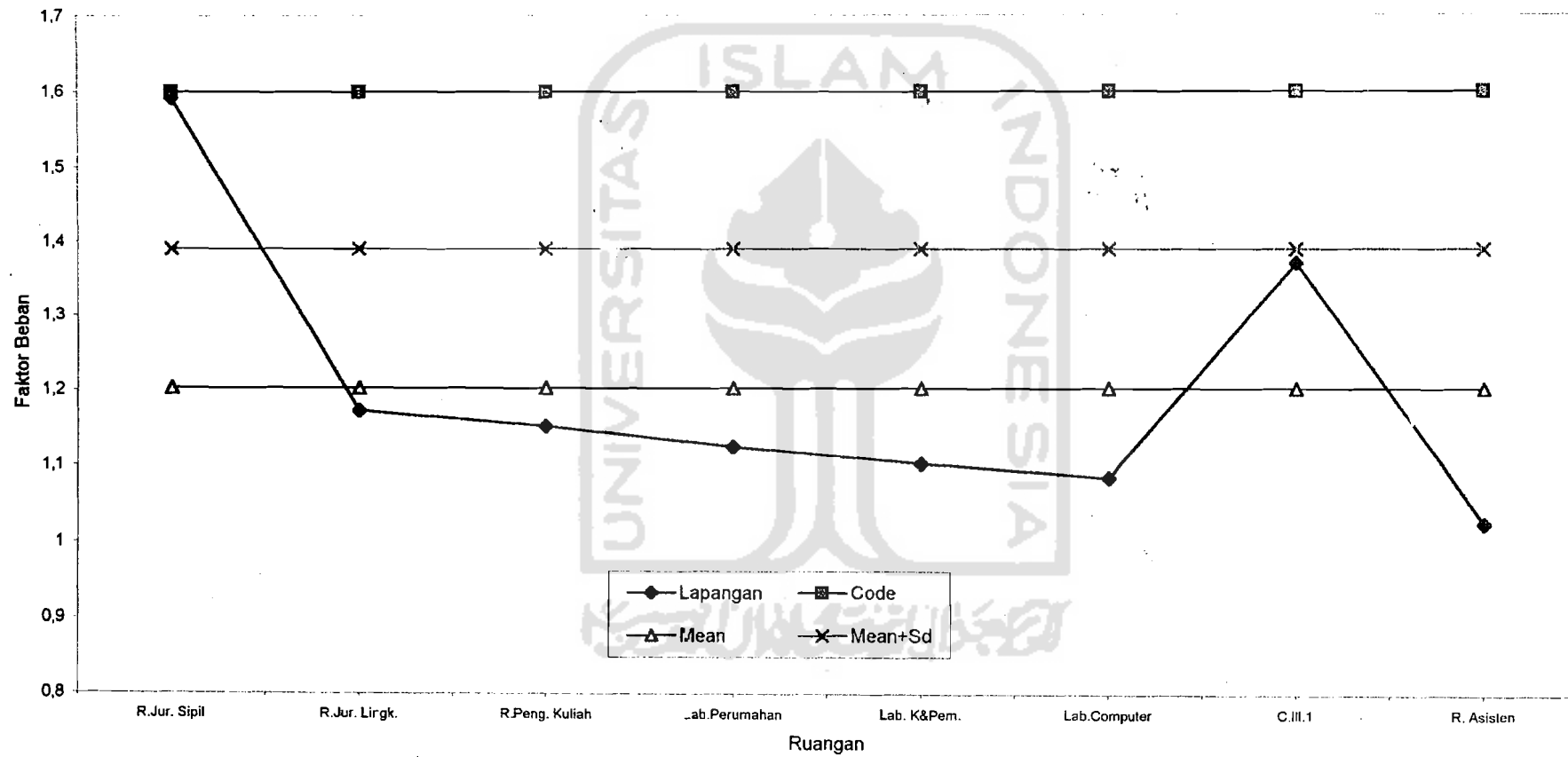
Gambar. 5.17 Distribusi Faktor Beban Hidup Blok B Universitas Islam Indonesia

Faktor beban Hidup Block C
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



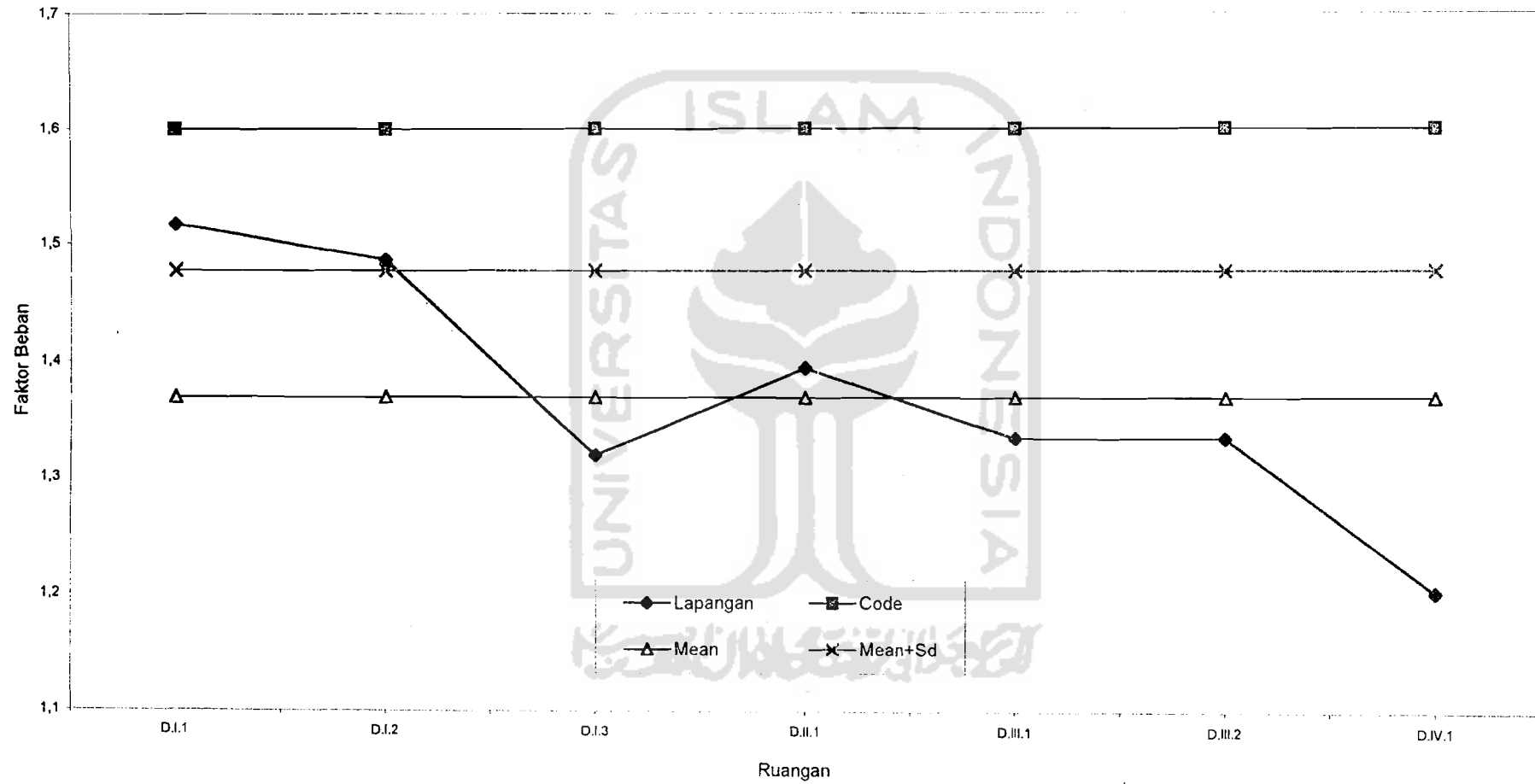
Gambar. 5.18 Distribusi Faktor Beban Hidup Blok C Universitas Islam Indonesia

Distribusi Faktor Beban Hidup Block C
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



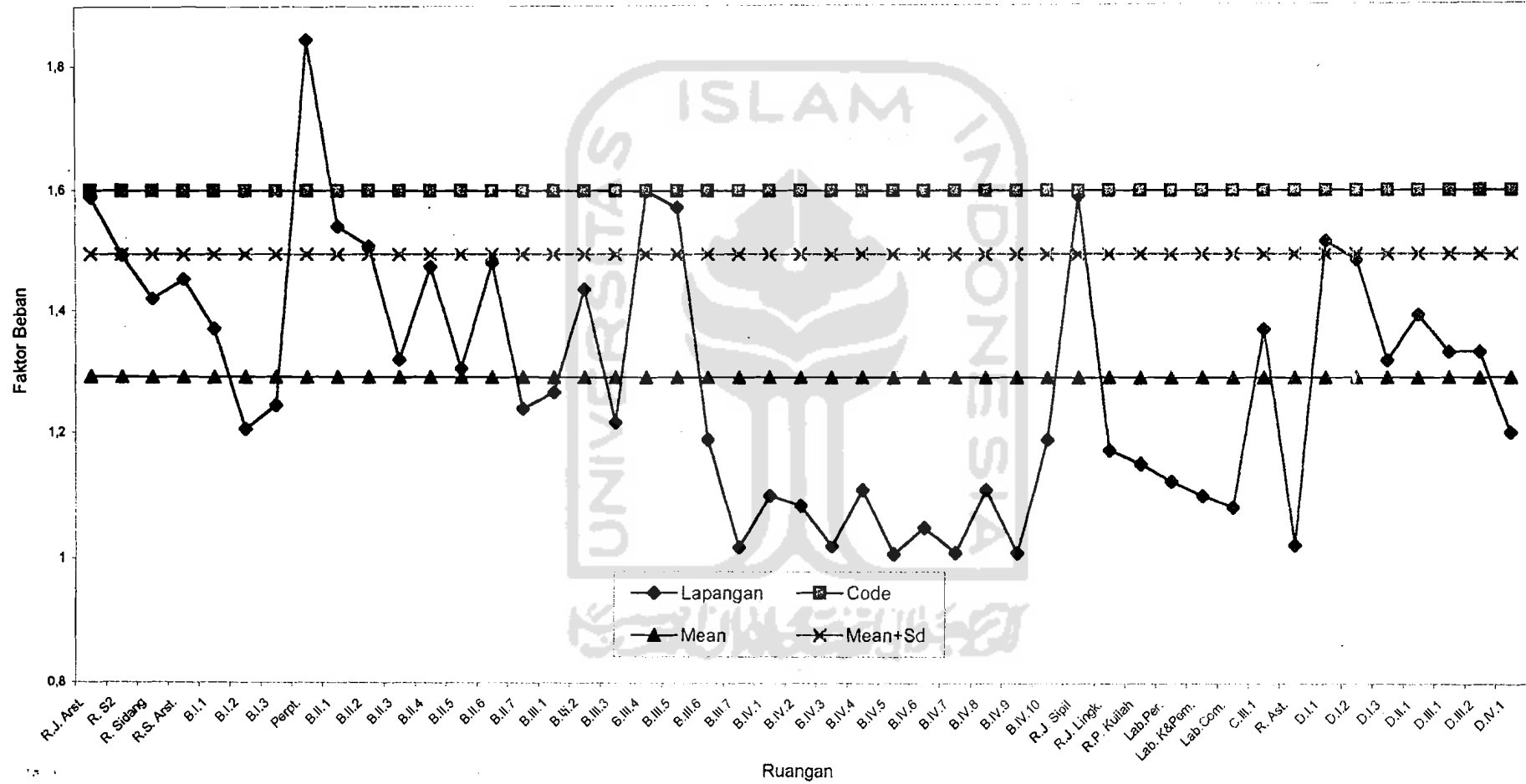
Gambar. 5.19 Distribusi Faktor Beban Hidup Blok C Universitas Islam Indonesia

Faktor Beban Hidup Block D
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



Gambar. 5.20 Distribusi Faktor Beban Hidup Blok D Universitas Islam Indonesia

Distribusi Faktor Beban Hidup
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



Gambar. 5.21 Distribusi Faktor Beban Hidup Universitas Islam Indonesia

3. Proyek Kampus Terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

a. Pengaruh Rasio Beban Hidup γ_L terhadap Faktor Beban Hidup λ_L

Sama halnya dengan data-data di Kampus terpadu Universitas Islam Indonesia, sebagian besar beban Hidup untuk Kampus Terpadu Universitas Muhammadiyah pun terdiri dari komponen berat yang berhubungan dengan penggunaan ruangan seperti mebel, kursi, lemari dan lainya serta akibat berat penghuni ruangan itu sendiri.

Berdasarkan pengukuran dilapangan dan hitungan yang dilakukan di Proyek Kampus Terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta menunjukan bahwa besarnya beban-beban Hidup yang ada cukup moderat bila dibandingkan dengan beban-beban yang diramalkan dalam perencanaan hal ini ditunjukan dengan besarnya rasio beban hidup cukup jauh dengan beban aktual lapangan, tetapi masih cukup baik bila dibandingkan dengan ramalan yang dilakukan di Universitas Islam Indonesia. hal ini menunjukan bahwa estimasi penentuan beban akibat penggunaan ruangan, angka beban hidupnya yang bekerja mendekati kenyataan dilapangan, dengan kata penggunaan ruangan dan mobilisasinya lebih optimal .

Berdasarkan data-data hasil hitungan pencarian faktor beban Hidup di Proyek Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang diplot secara grafis menunjukan bahwa perbedaan angka-angka rasio beban hidup yang

terukur di lapangan memberikan kontribusi terhadap besar dan kecilnya faktor beban, kenaikan rasio beban umumnya akan menaikkan angka faktor beban yang dihasilkan, begitu pula untuk kondisi sebaliknya.

Hasil-hasil dari penelitian tentang beban mati ini di floting dalam bentuk grafik, grafik-grafik hasil beban mati ditunjukkan untuk tiap-tiap lantai pada tiap block. hasil dari floting data ini menunjukkan bahwa hampir semua faktor beban hidup hasil hitungan untuk Proyek Kampus Terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta berada dibawah grafik faktor beban hidup yang ditentukan Code, hal ini menunjukkan bahwa beban-beban yang ada tidak melampaui beban yang direncanakan sehingga kemungkinan *over load* kecil sekali terjadi, hal ini berimplikasi bahwa beban-beban hidup aktual yang bekerja cukup dinaikan sesuai dengan hasil faktor beban yang ada.

- b. Pengaruh Coefisien Variasi Beban Hidup terhadap Faktor Beban Hidup λ_L
- Beban-beban hidup yang ada yang ada akibat penggunaan ruangan akan berbeda dari waktu-kewaktu, hal ini akan menjadikan variasi dari beban-beban yang ada tiap waktu dan tempat, tidak pernah ada jaminan bahwa besarnya beban ini sama dari waktu kewaktu, untuk itulah pasti ada nilai sebaran data dari komponena beban ini, Besarnya nilai deviasi atau

penyimpangan yang ada dari nilai yang ditetapkan ditunjukkan dengan parameter nilai ukuran statistik yaitu Coefisien Variasi.

Nilai ini didapatkan dari hasil pengukuran masing-masing komponen beban mati yang terukur di lapangan dibandingkan dengan rata-rata dari komponen bebannya itu sendiri tiap kelompok pengukuran

Karena besarnya beban dan rencana beban hidup tidak dapat di estimasi dengan tepat/lebih baik manakala dibandingkan menghitung beban mati serta berdasarkan grafik floting data yang didapat dari pengukuran yang ada pada Kampus terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta maka angka variasi beban hidup umumnya memberikan sebaran data yang cukup lebar.

Informasi ini menunjukkan bahwa beban hidup yang ada perlu diberi faktorbeban yang lebih besar bila dibandingkan dengan beban mati hal ini diakibatkan ketidak tentuan beban yang cukup lebar, karena umumnya beban-beban hidup itu tidak dapat diestimasi lebih tepat.

c. Tinjauan Faktor Keamanan

Hasil-hasil dari penelitian tentang beban hidup ini difloting dalam bentuk grafik, grafik-grafik hasil beban hidup ditunjukkan untuk tiap-tiap ruangan pada tiap lantai untuk tiap block. hasil dari floting data ini menunjukkan bahwa hampir semua faktor beban hidup hasil hitungan untuk proyek

kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta berada dibawah grafik faktor beban hidup hal ini menunjukkan bahwa beban-beban yang ada tidak melampaui beban yang direncanakan sehingga kemungkinan *over load* kecil sekali terjadi, untuk itu berimplikasi bahwa beban-beban aktual yang bekerja cukup dinaikan sesuai dengan hasil faktor beban yang ada.

Namun demikian penetapan faktor beban hidup tidak semata-mata ditetapkan oleh kebijakan teknis tetapi juga kebijakan lain diluar teknis, sebagai mana fktor beban mati, penentuan faktor beban hidup pun ditentukan dengan menggunakan pendekatan kebijakan statistik. Besarnya faktor beban hidup diambil sebesar $\mu \pm \sigma$. Teori statistik menyatakan bahwa apabila nilai ini yang dipakai maka sekurang-kurangnya 68.27 % data-data itu masuk dalam jangkauan. Hasil hitungan yang difloting dalam grafik faktor beban hidup dengan ruangan untuk Kampus Terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta menunjukkan bahwa hampir semua beban-beban hidup berada dibawah faktor beban yang ditetapkan Code/Standar.

Hasil hitungan yang difloting dalam grafik faktor beban dengan ruangan menunjukkan bahwa hampir semua beban-beban mati berada dibawah faktor beban yang ditetapkan Code/Standar. grafik-grafik yang lain diploting tiap waktu penggunaan ruangan dan tiap ruangan.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa hampir semua faktor beban hidup untuk Proyek Kampus Terpadu Universitas Muhammadiyah Yogyakarta berada jauh moderat dibawah faktor beban code, hal ini menunjukkan bahwa beban yang ada masih berada dalam batas aman yang cukup baik.



Tabel. 5.11 Distribusi Faktor Beban Hidup
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

No.	Ruangan	Lapangan	Code	Keterangan
1	AII1	1,48493167	1,6	
2	AII2	1,44260753	1,6	
3	AII3	1,46283179	1,6	
4	AII4	1,52363574	1,6	
5	Pedl.	1,36126297	1,6	
6	Lab. FH	1,40213767	1,6	
7	Lab. HI	1,45429443	1,6	
8	Lab. Komputer	1,46429838	1,6	
9	B.II.1	1,47826278	1,6	
10	B.II.2	1,51410607	1,6	
11	B.II.3	1,25427803	1,6	
12	B.II.4	1,40722984	1,6	
13	B.III.1	1,51205748	1,6	
14	Lab. Akt.	1,31472113	1,6	
15	Lab. IESP	1,15566853	1,6	
16	Lab. Manj.	1,18744006	1,6	
17	R. Peng. FE	1,00690215	1,6	
18	R. BEJ	1,12090000	1,6	
19	R. D. ISIPOL	1,07502206	1,6	
20	R. Dek. ISIPOL	1,00806443	1,6	
21	TU.ISIPOL	1,35144337	1,6	
22	R. Jur. Akuntansi	1,14982467	1,6	
23	R. Sidang	0,96243970	1,6	
24	R. Dosen FE	1,11136398	1,6	
25	R. Dek. FE	1,07318586	1,6	
26	TU FE	1,18345657	1,6	
27	R. Jur. Akt.	1,61409210	1,6	
28	R. Sidang	0,90882525	1,6	
29	R.D Hukum	1,07502206	1,6	
30	R. Dek.Hukum	0,94811220	1,6	
31	TU Hukum	0,80526365	1,6	
32	R. Sidang	0,94624397	1,6	
33	R. Jur.Tfn	0,93123079	1,6	

Lanjutan

No.	Ruangan	Lapangan	Code	Keterangan
34	R. TGN	1,04589440	1,6	
35	R. Dekanat	1,00653776	1,6	
36	R. Jur. Pidana	1,00745407	1,6	
37	D.II.1	1,29788468	1,6	
38	D.II.2	1,48444014	1,6	
39	D.II.3	1,41244949	1,6	
40	D.II.4	1,38316081	1,6	
41	R.D FAI	1,29620701	1,6	
42	R.Dek. FIAI	1,14491307	1,6	
43	TU FIAI	1,19955703	1,6	
44	Lab. Dakwah	1,05305775	1,6	
45	R. Jur. Syariah	1,00865745	1,6	
46	E.II.1	1,33697206	1,6	
47	E.II.2	1,61921934	1,6	
48	E.II.3	1,39629899	1,6	
49	E.II.4	1,38316081	1,6	
50	TU	1,46429838	1,6	
51	R.D	1,32207497	1,6	
52	R. Jur.	1,18358493	1,6	
53	R. Sidang	1,17979356	1,6	
	Mean	1,24371271		
	Sd	0,20886275		
	Mean+Sd	1,45257546	1,6	

Tabel. 5.15 Distribusi Faktor Beban Hidup
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

No.	Ruangan	Lapangan	Code	Keterangan
1	B.III.1	1,512057483	1,6	
2	Lab. Akuntansi	1,314721131	1,6	
3	Lab. IESP	1,155668527	1,6	
4	AII1	1,484931671	1,6	
5	AII2	1,442607528	1,6	
6	AII3	1,462831792	1,6	
7	AII4	1,523635743	1,6	
8	Pedl.	1,361262967	1,6	
9	Lab. FH	1,402137666	1,6	
10	Lab. HI	1,454294429	1,6	
11	Lab. Komputer	1,464298375	1,6	
	Mean	1,449500021		
	Sd	0,049638259		
	Mean+Sd	1,499138281	1,6	

Tabel. 5.15 Distribusi Faktor Beban Hidup
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

No	Ruangan	Lapangan	Code	Keterangan
1	B.II.1	1,47826278	1,6	
2	B.II.2	1,51410607	1,6	
3	B.II.3	1,25427803	1,6	
4	B.II.4	1,40722984	1,6	
5	B.III.1	1,51205748	1,6	
6	Lab. Akt.	1,31472113	1,6	
7	Lab. IESP	1,15566853	1,6	
8	Lab. Manj.	1,18744006	1,6	
9	R. Peng. FE	1,00690215	1,6	
10	R. BEJ	1,12090000	1,6	
	Mean	1,24489965		
	Sd	0,16299426		
	Mean+Sd	1,40789392	1,6	

Tabel. 5.16 Distribusi Faktor Beban Hidup
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

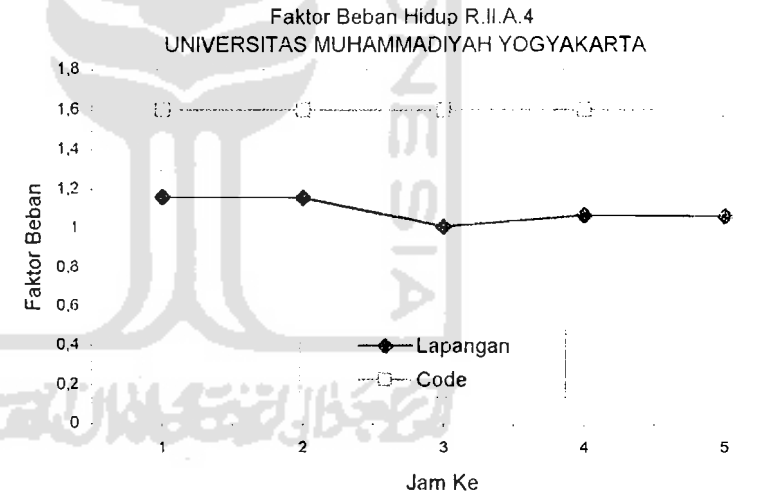
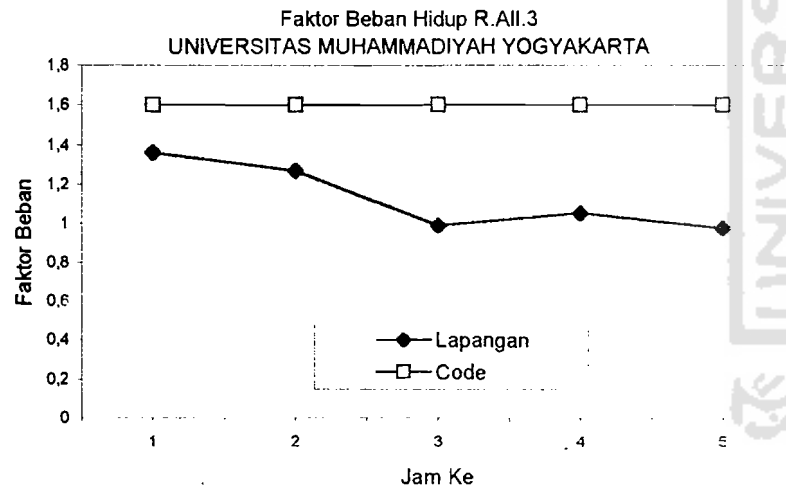
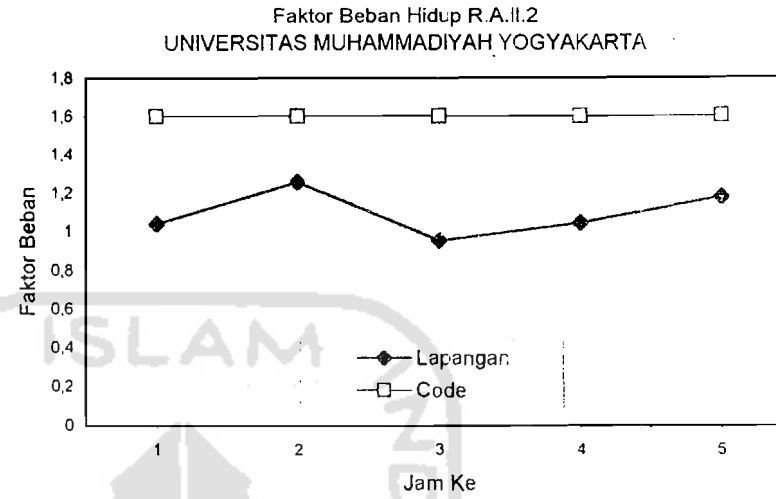
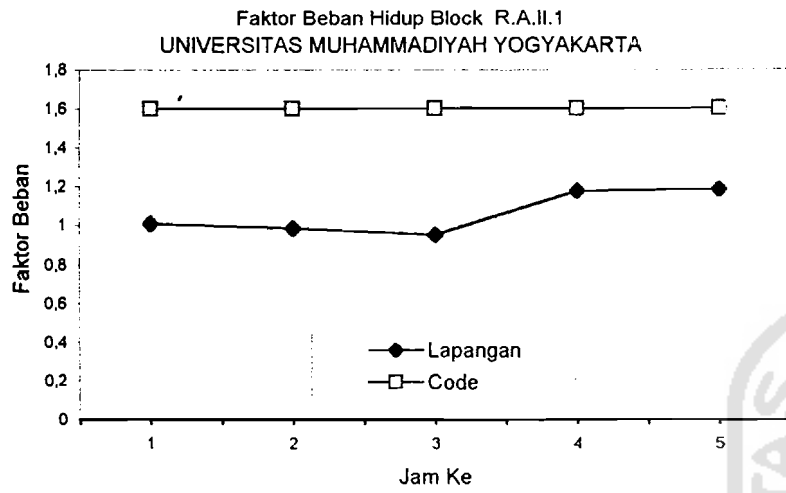
No.	Ruangan	Lapangan	Code	Keterangan
1	R. Dek. ISIPOL	1,00806443	1,6	
2	TU.ISIPOL	1,35144337	1,6	
3	R. Jur. Akuntansi	1,14982467	1,6	
4	R. Sidang	0,96243970	1,6	
5	R. Dosen FE	1,11136398	1,6	
6	R. Dek. FE	1,07318586	1,6	
7	TU FE	1,18345657	1,6	
8	R. Jur. Akt.	1,61409210	1,6	
9	R. Sidang	0,90882525	1,6	
10	R.D Hukum	1,07502206	1,6	
11	R. Dek.Hukum	0,94811220	1,6	
12	TU Hukum	0,80526365	1,6	
13	R. Sidang	0,94624397	1,6	
14	R. Jur. Ttn	0,93123079	1,6	
15	R. TGN	1,04589440	1,6	
16	R. Dekanat	1,00653776	1,6	
17	R. Jur.Pidana	1,00745407	1,6	
	Mean	1,06637970		
	Sd	0,18798803		
	Mean+Sd	1,25436772	1,6	

Tabel. 5.17 Distribusi Faktor Beban Hidup
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

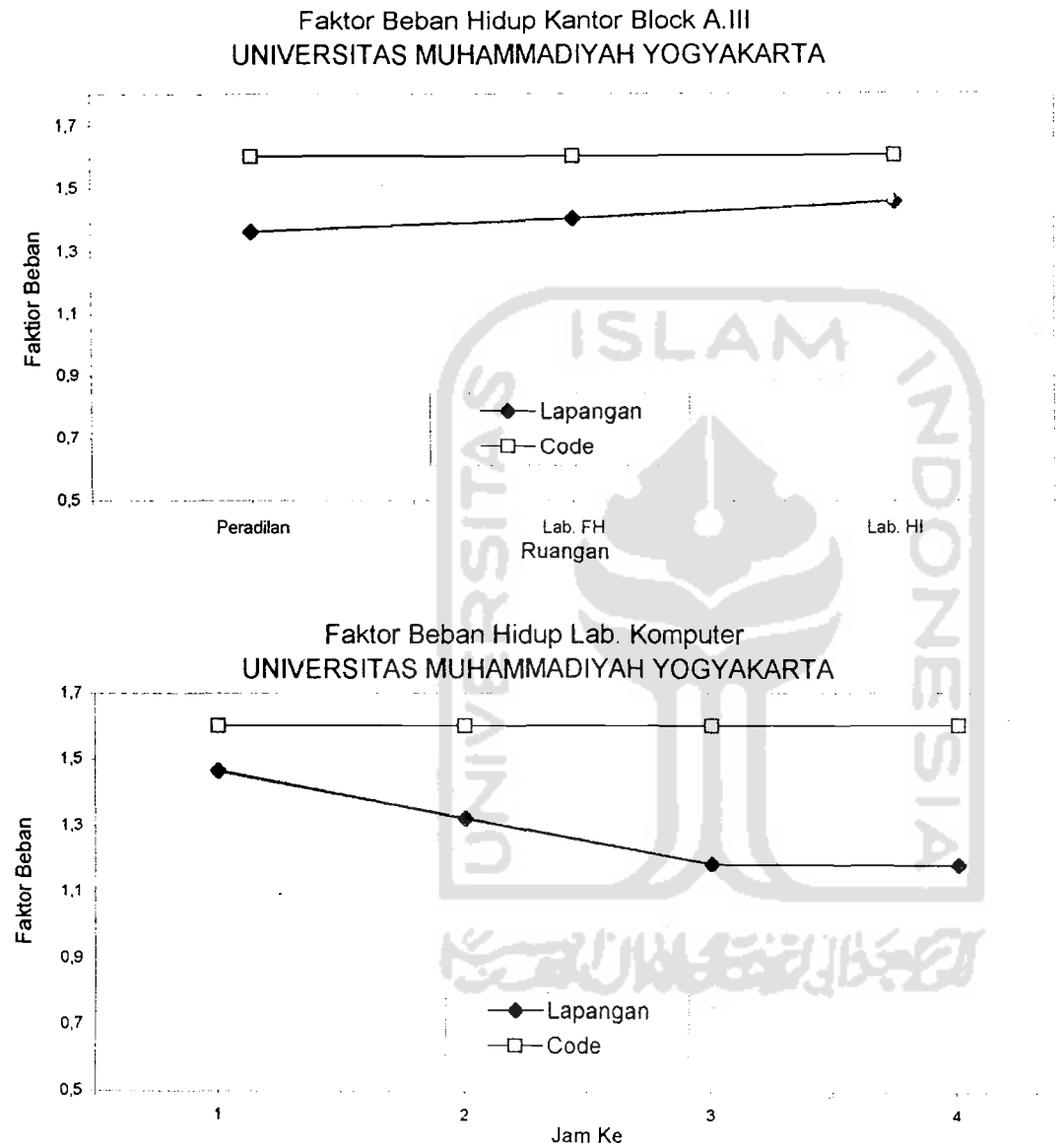
No	Ruangan	Lapangan	Code	Keterangan
1	D.II.1	1,29788468	1,6	
2	D.II.2	1,48444014	1,6	
3	D.II.3	1,41244949	1,6	
4	D.II.4	1,38316081	1,6	
5	R.D FAI	1,29620701	1,6	
6	R.Dek. FIAI	1,14491307	1,6	
7	TU FIAI	1,19955703	1,6	
8	Lab.Dakwah	1,05305775	1,6	
9	R.Jur.Syariah	1,00865745	1,6	
	Mean	1,25336972		
	Sd	0,16356569		
	Mean+Sd	1,41693541	1,6	

Tabel. 5.18 Distribusi Faktor Beban Hidup
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

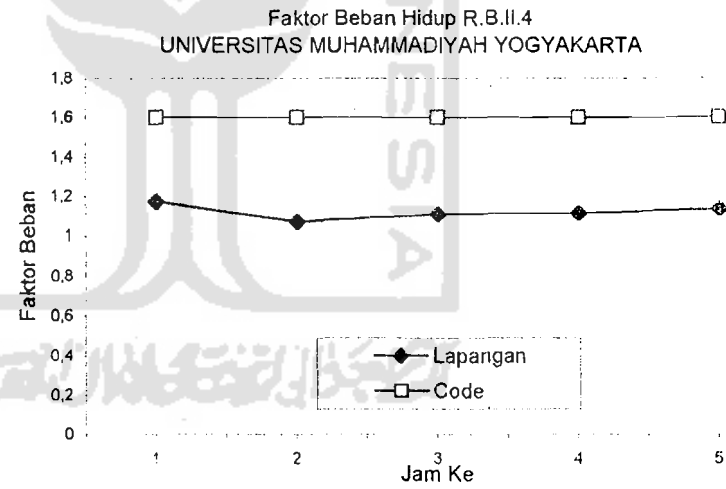
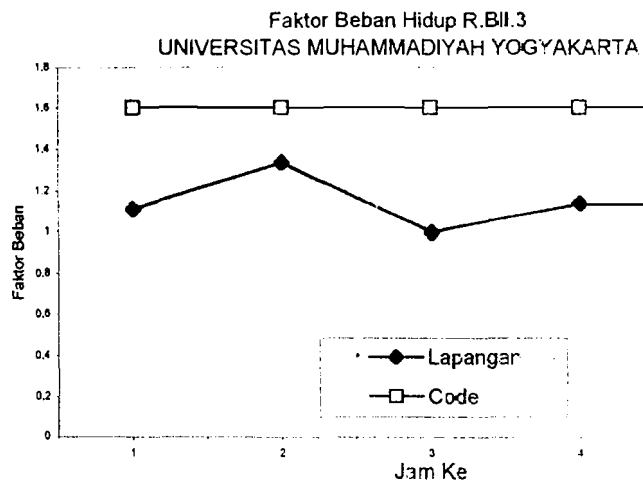
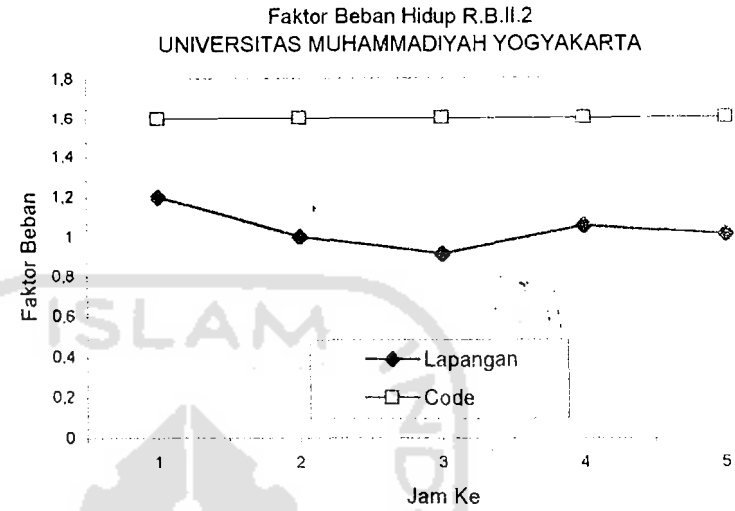
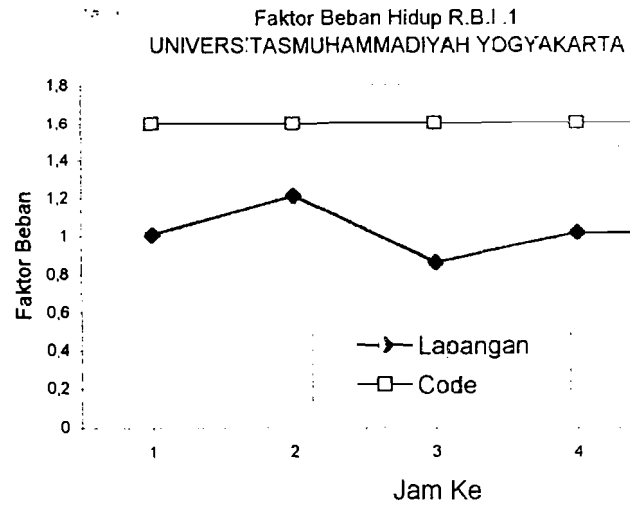
No.	Ruangan	Lapangan	Code	Keterangan
1	AII1	1,48493167	1,6	
2	AII2	1,44260753	1,6	
3	AII3	1,46283179	1,6	
4	AII4	1,52363574	1,6	
5	B.II.1	1,47826278	1,6	
6	B.II.2	1,51410607	1,6	
7	B.II.3	1,25427803	1,6	
8	B.II.4	1,40722984	1,6	
9	B.III.1	1,51205748	1,6	
10	D.II.1	1,29788468	1,6	
11	D.II.2	1,48444014	1,6	
12	D.II.3	1,41244949	1,6	
13	D.II.4	1,38316081	1,6	
14	E.II.1	1,33697206	1,6	
15	E.II.2	1,61921934	1,6	
16	E.II.3	1,39629899	1,6	
17	E.II.4	1,38316081	1,6	
	Mean	1,43491337		
	Sd	0,08773382		
	Mean+Sd	1,52264719	1,6	



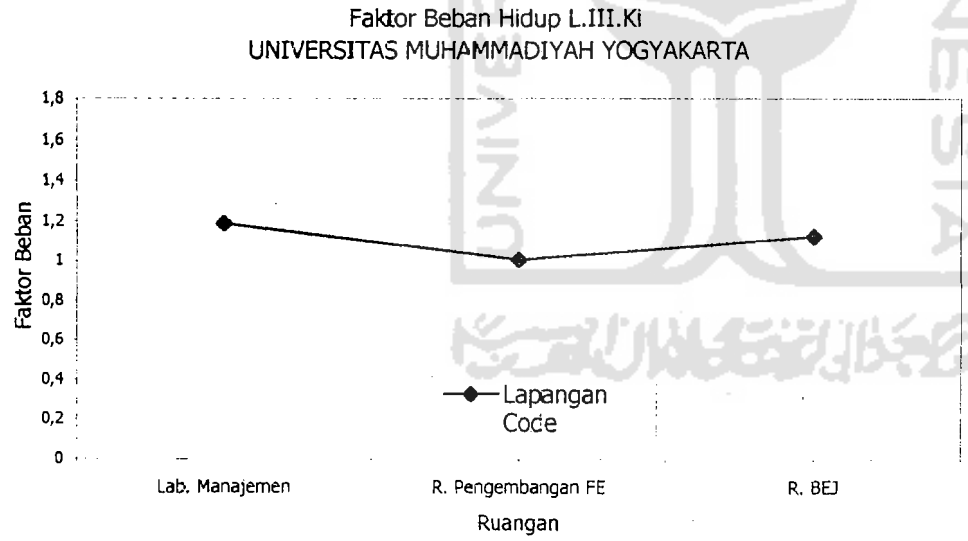
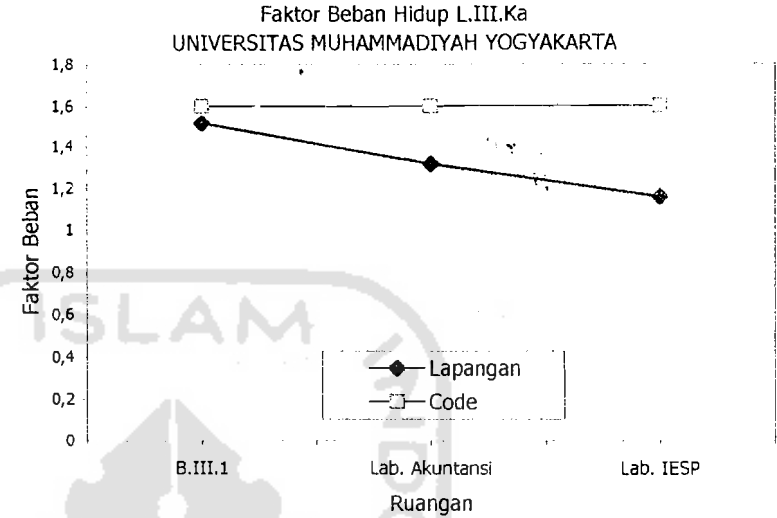
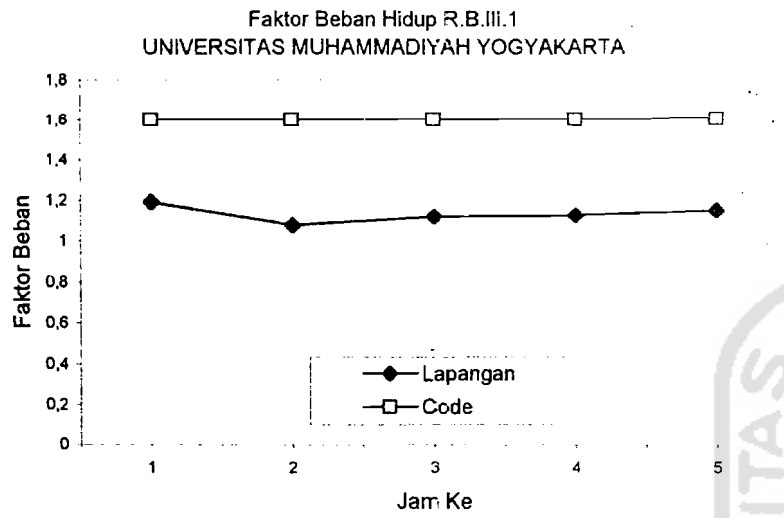
Gambar. 5.22 Faktor Beban Hidup Blok II-III Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



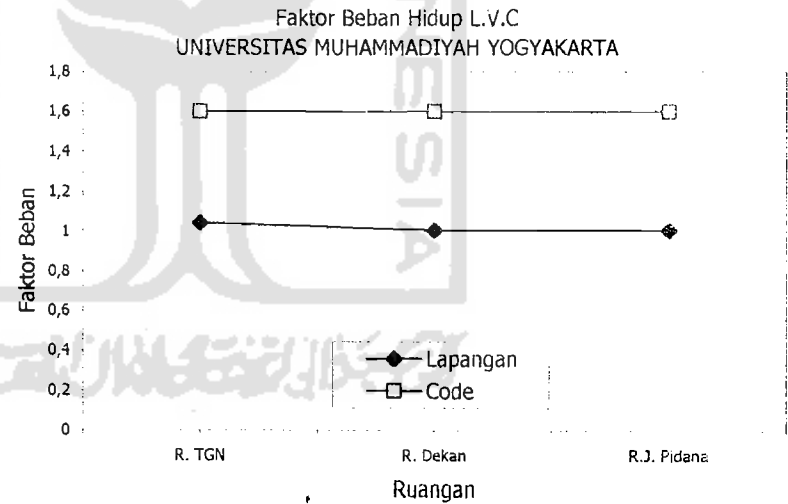
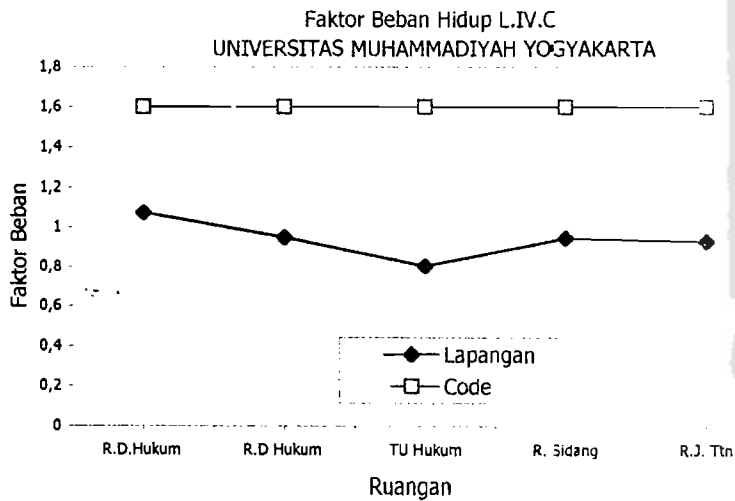
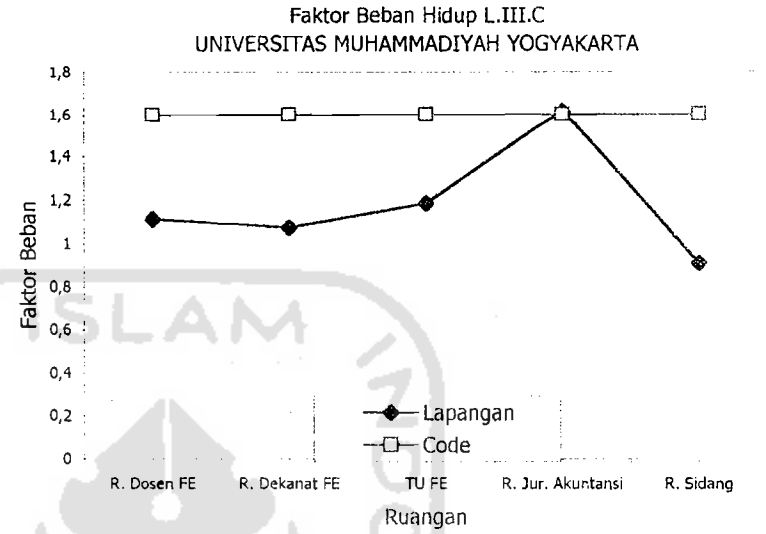
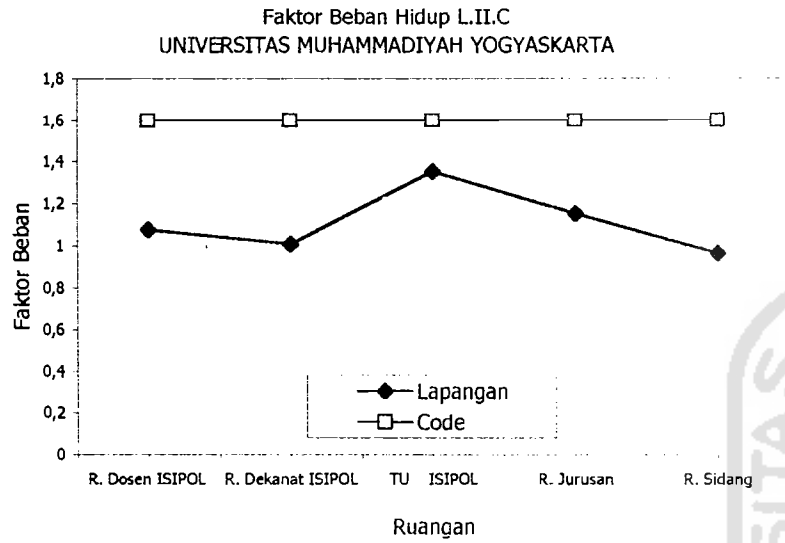
Gambar. 5.23 Faktor Beban Hidup Blok IIIA Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Gambar. 5.24 Faktor Beban Hidup Blok IIA Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

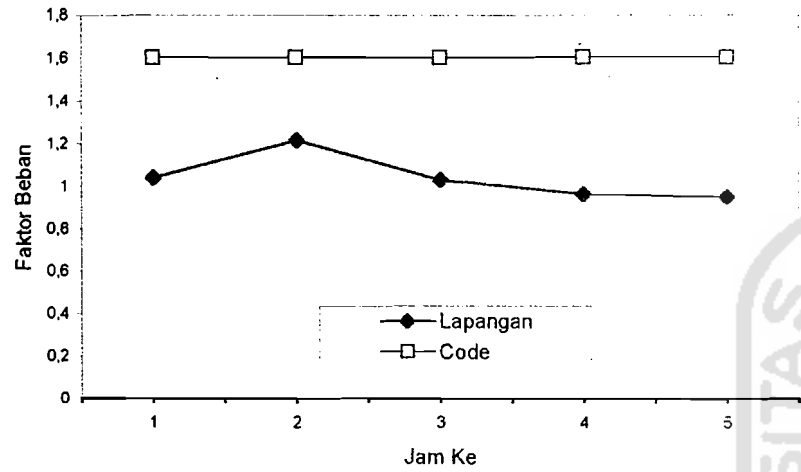


Gambar. 5.25 Faktor Beban Hidup Blok IIIA Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

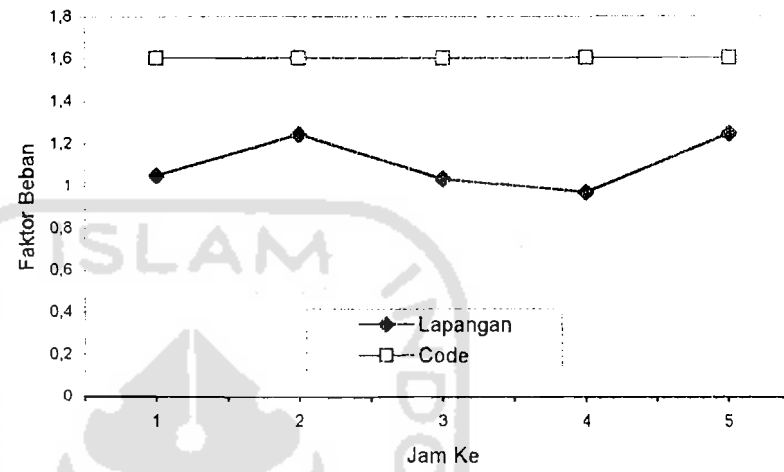


Gambar. 5.26 Faktor Beban Hidup Blok IIC Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

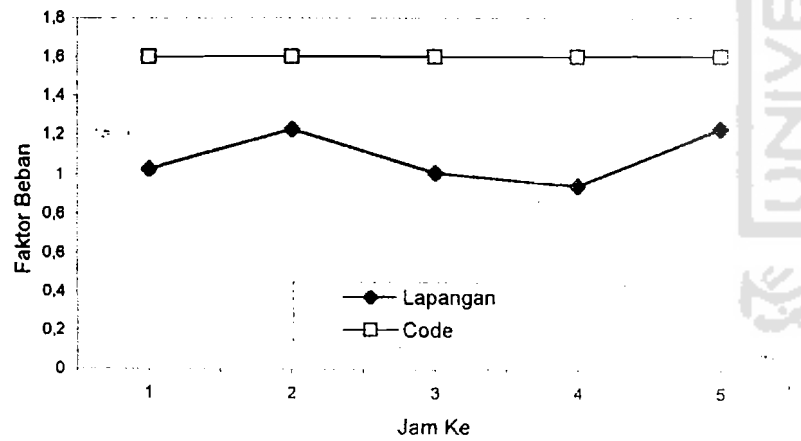
Faktor Beban R.D.II.1
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA



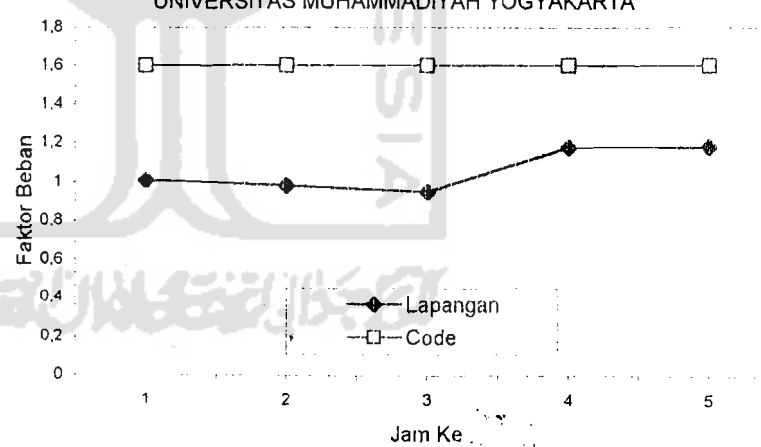
Faktor Beban Hidup R.D.II.2
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA



Faktor Beban hidup R.D.II.3
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

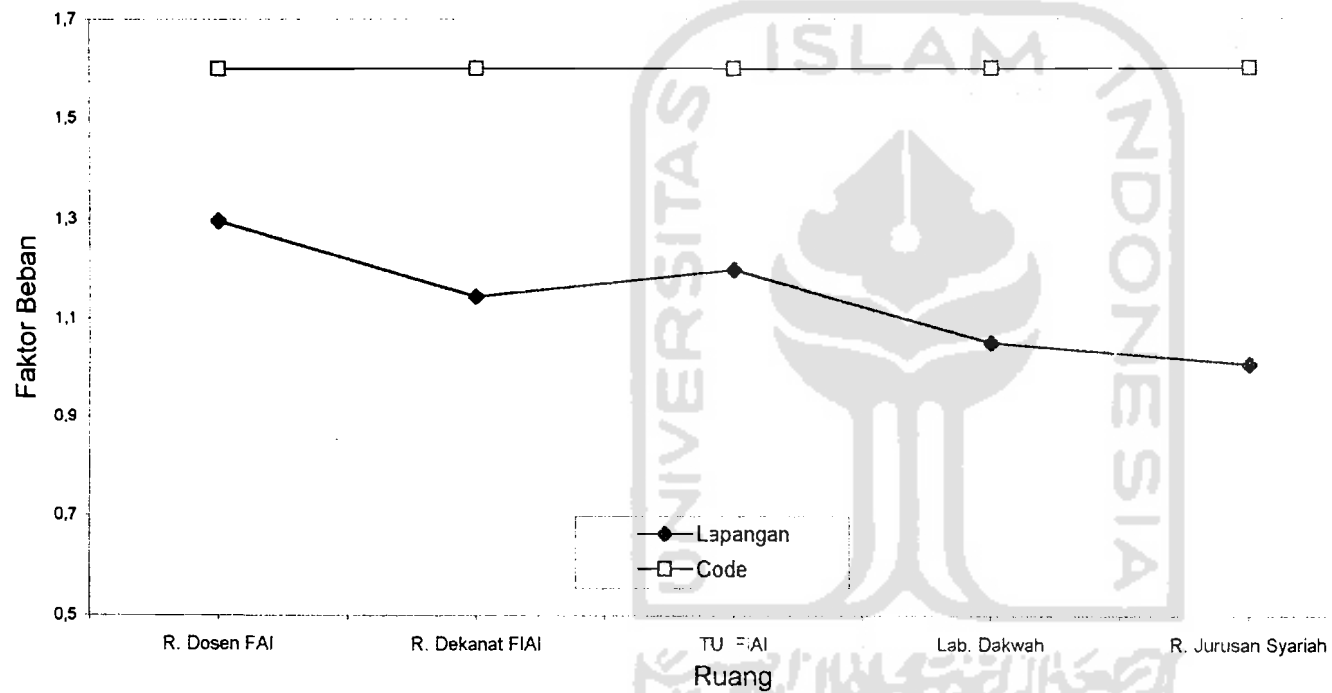


Faktor Beban Hidup R.D.II.4
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

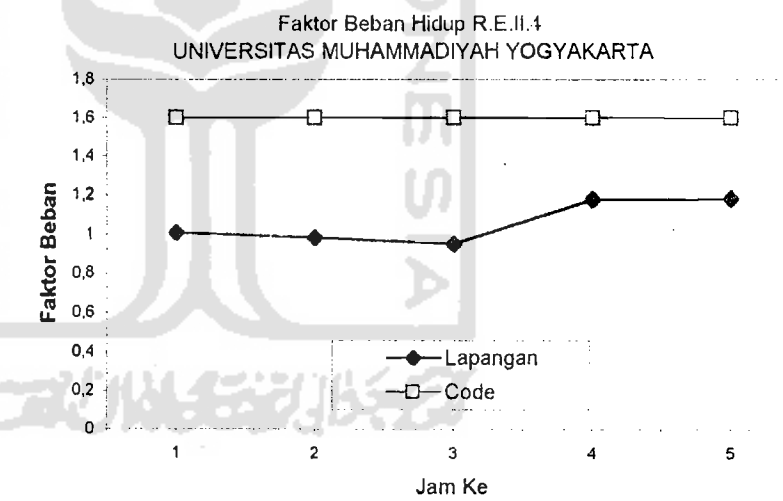
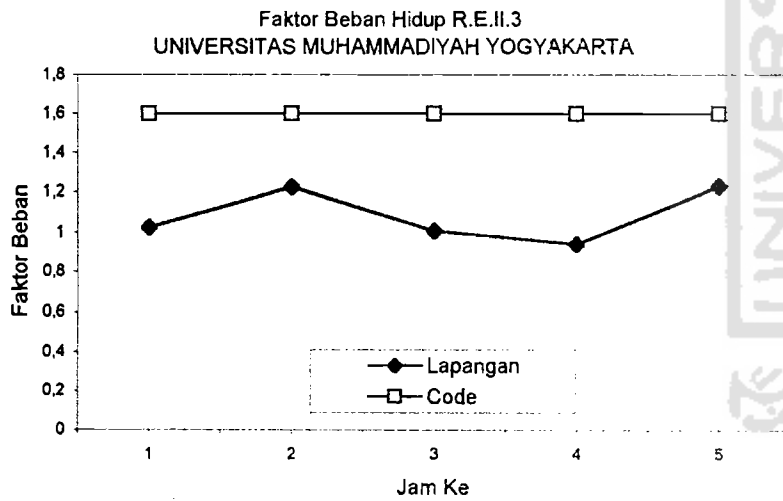
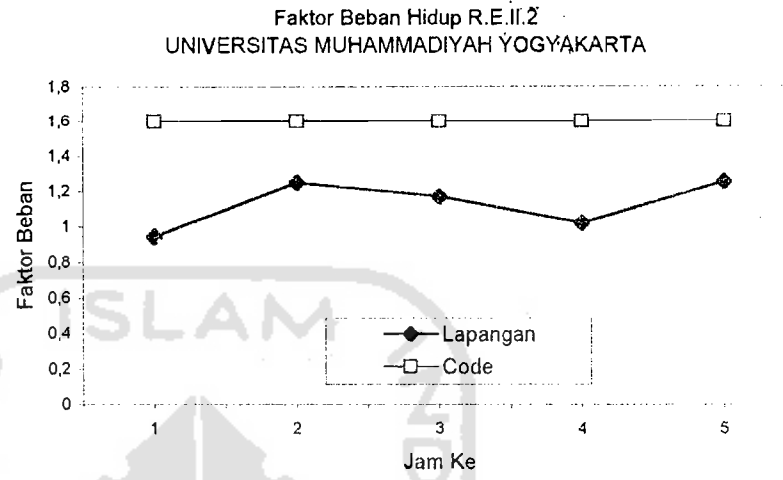
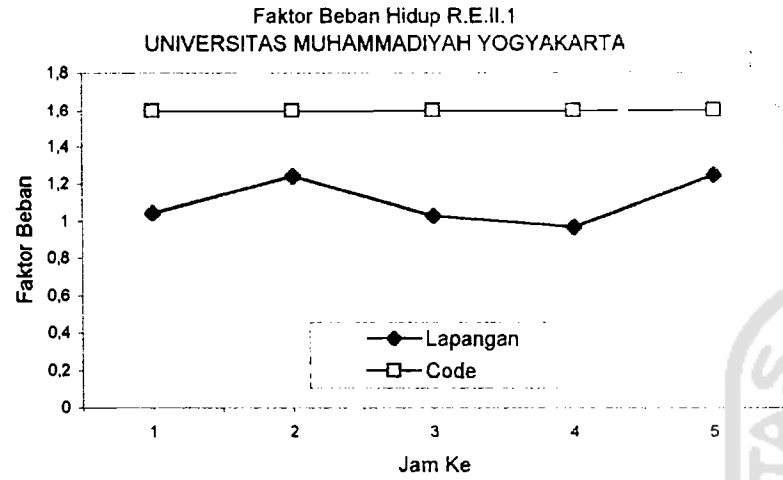


Gambar. 5.26 Faktor Beban Hidup Blok IID Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

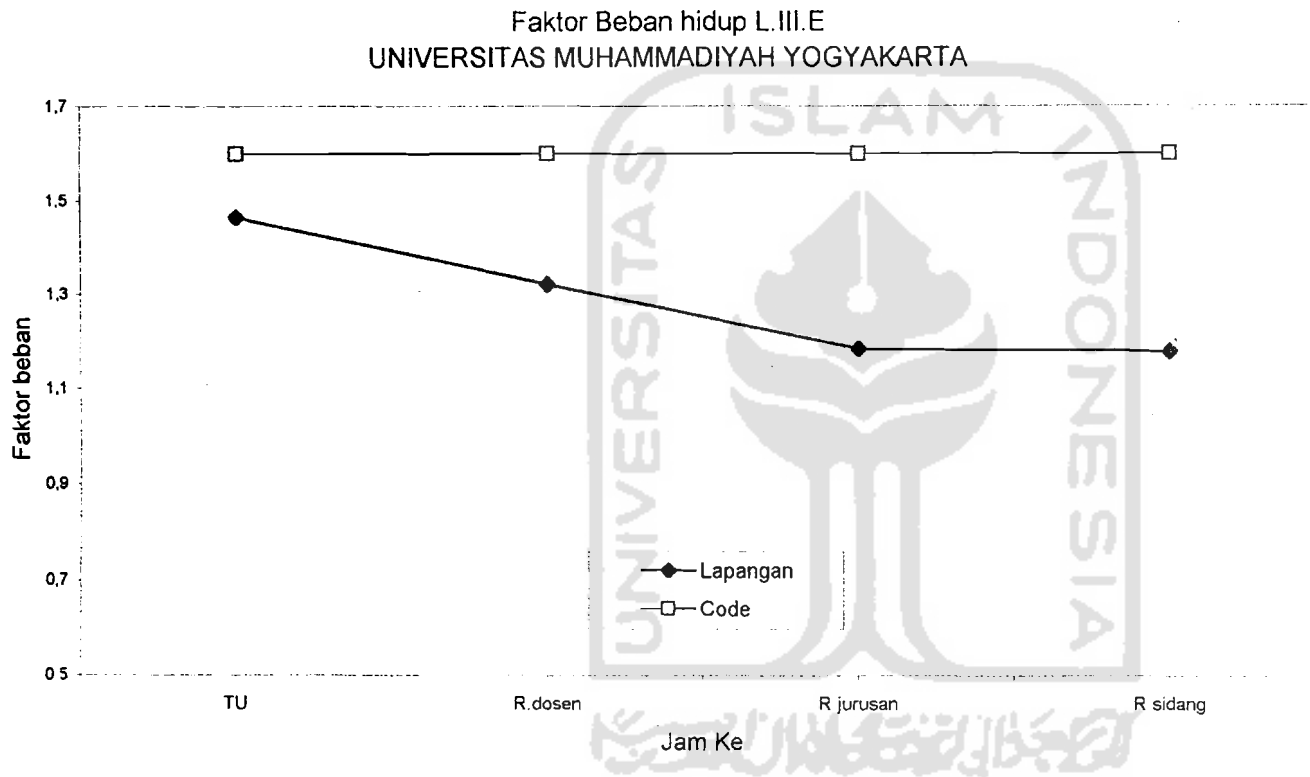
Faktor Beban Hidup L.III Block D
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA



Gambar. 5.27 Faktor Beban Hidup Blok II'D Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

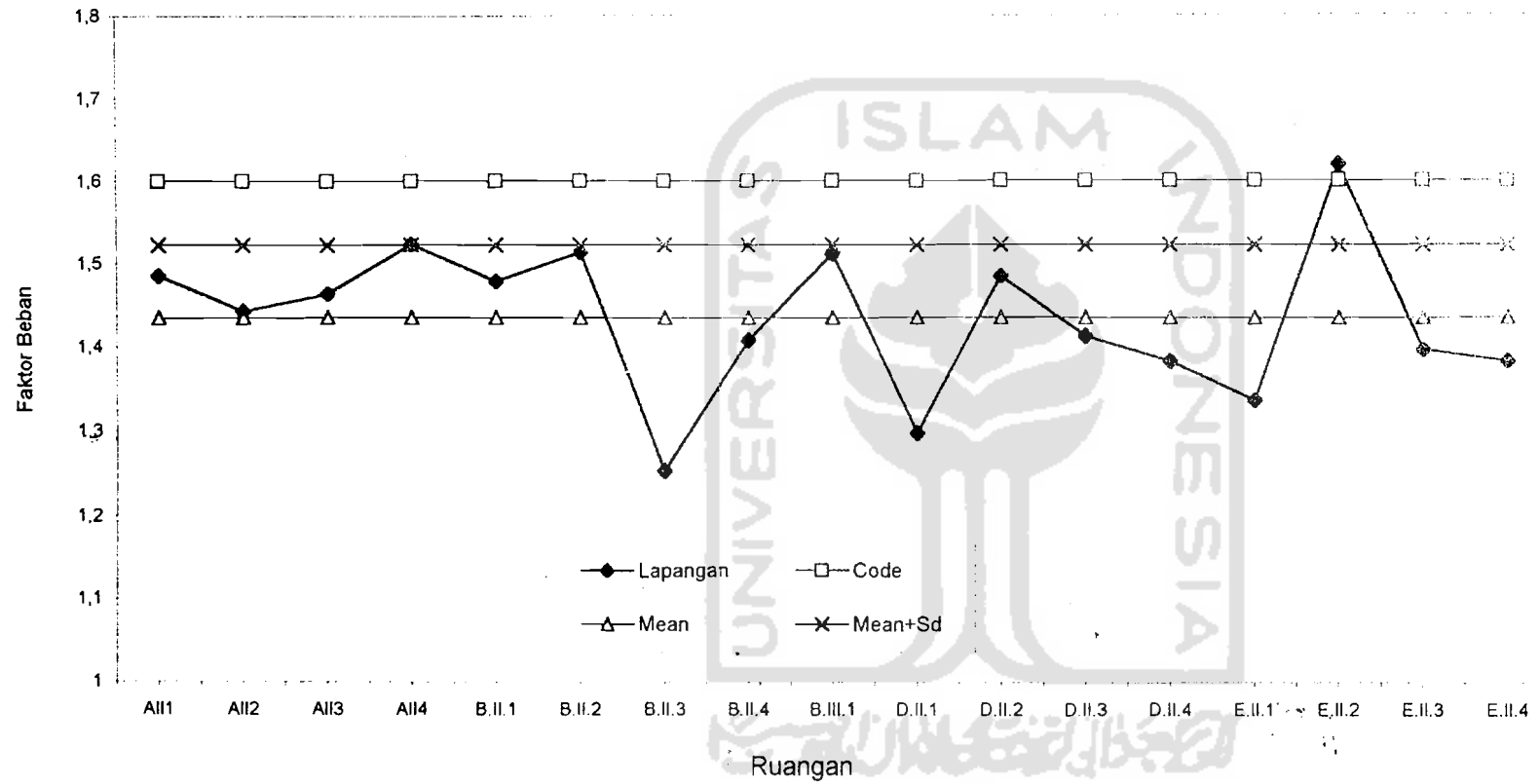


Gambar. 5.28 Faktor Beban Hidup Blok IIE Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



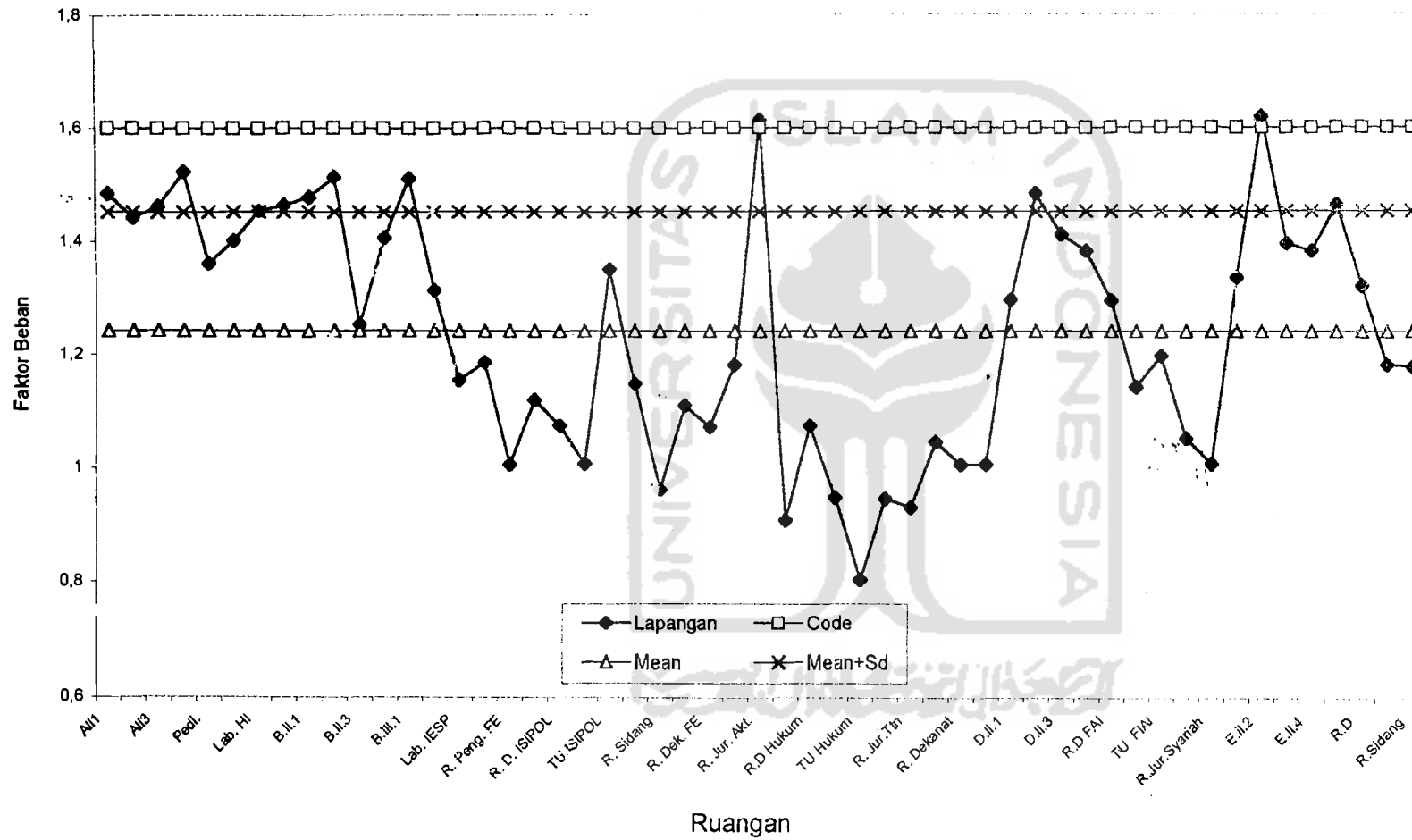
Gambar. 5.29 Faktor Beban Hidup Blok IIIE Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Distribusi Faktor Beban Hidup Ruang Kelas
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA



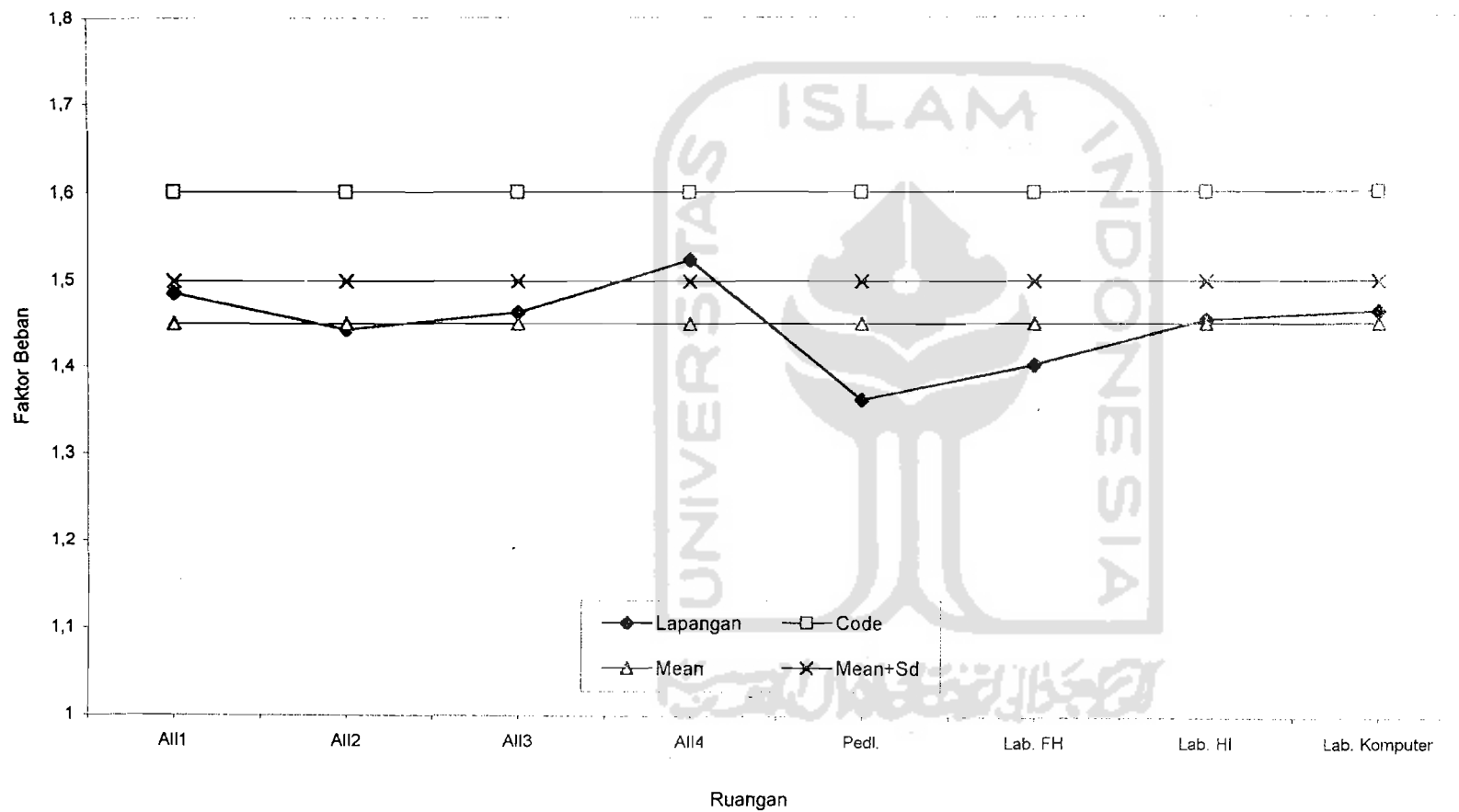
Gambar. 5.30 Faktor Beban Hidup Ruang Kelas Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Distribusi Faktor Beban Hidup
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA



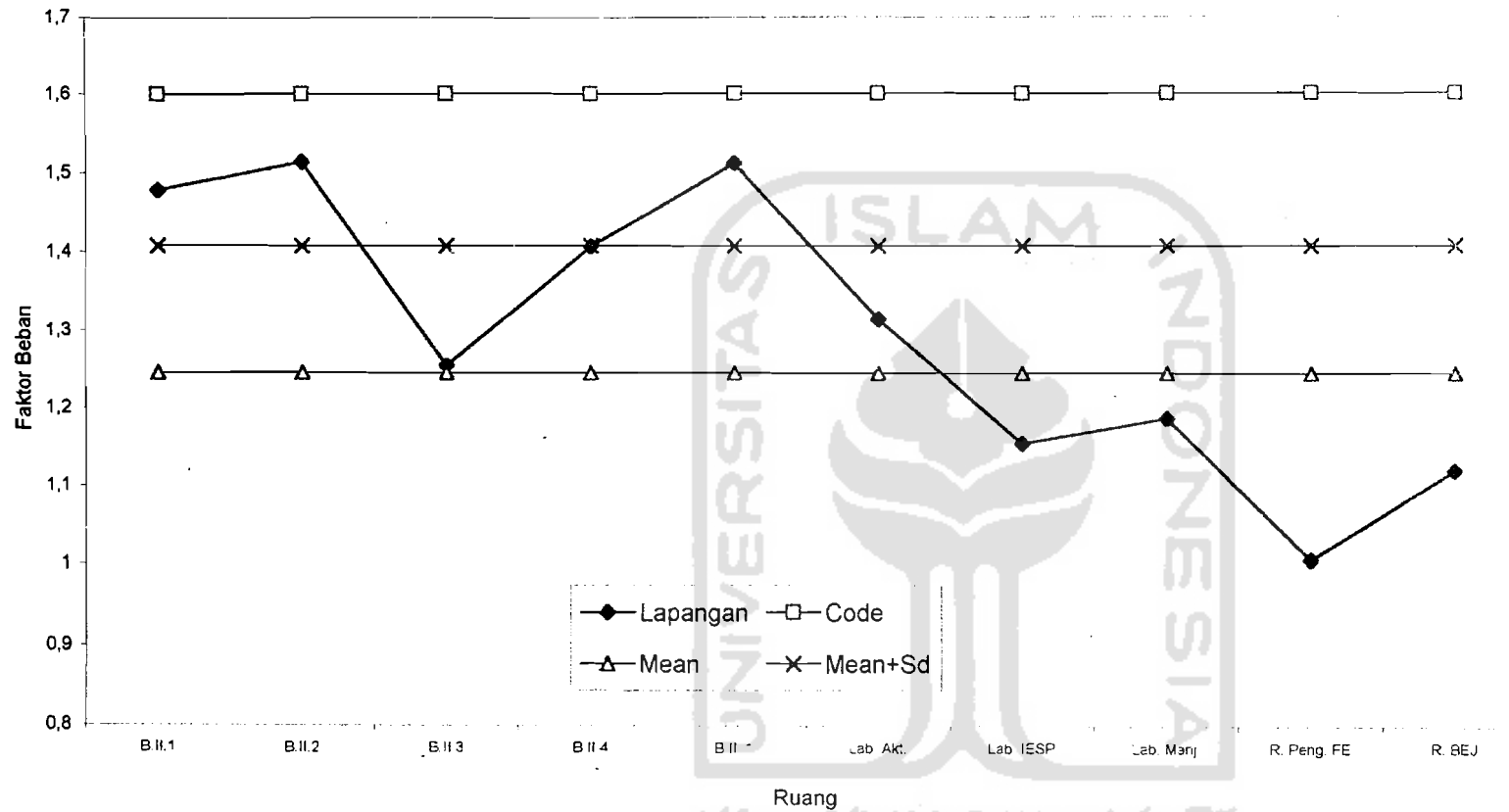
Gambar. 5.31 Faktor Beban Hidup Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Distribusi Faktor Beban Hidup Block A
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA



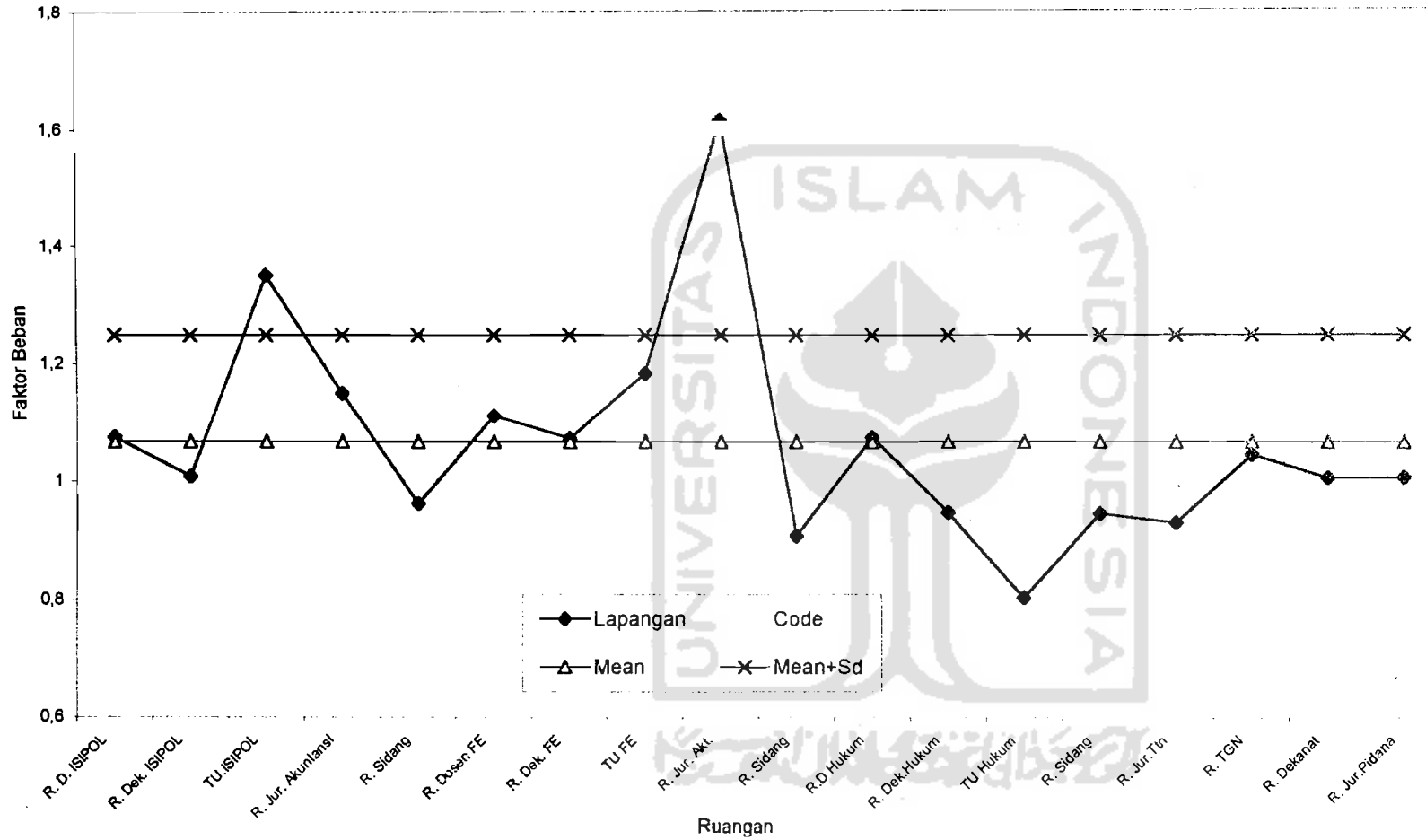
Gambar. 5.32 Distribusi Faktor Beban Hidup Blok A Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Distribusi Faktor Hidup Block B
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA



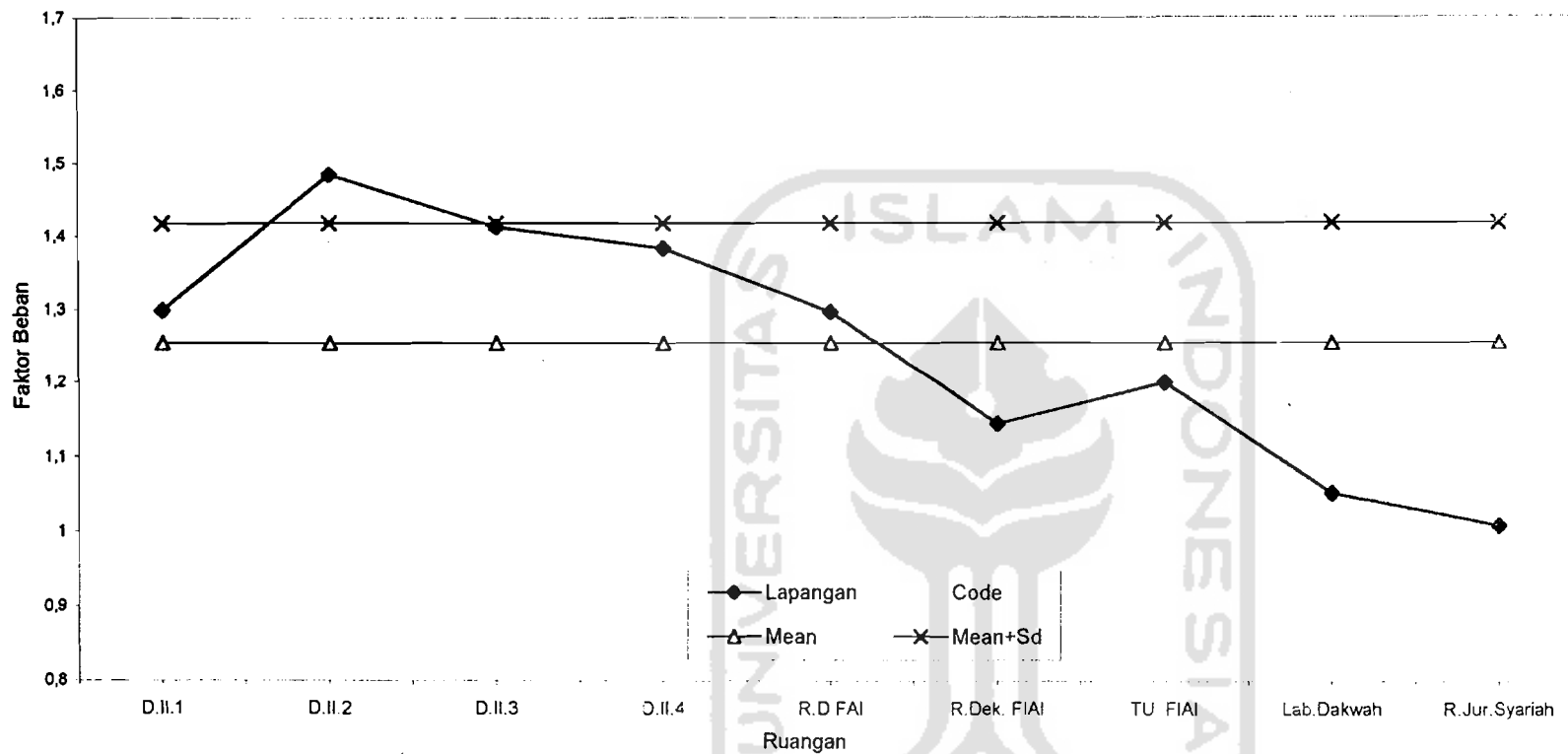
Gambar. 5.33 Faktor Beban Hidup Blok B Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Distribusi Faktor Beban Hidup Block C UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



Gambar. 5.34 Distribusi Faktor Beban Hidup Blok C Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Distribusi Faktor Beban Block D
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA



Gambar. 5.35 Distribusi Faktor Beban Hidup Blok D Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Tabel. 5.19. Hubungan Faktor Beban dan Rasio beban Mati
Universitas Islam Indonesia

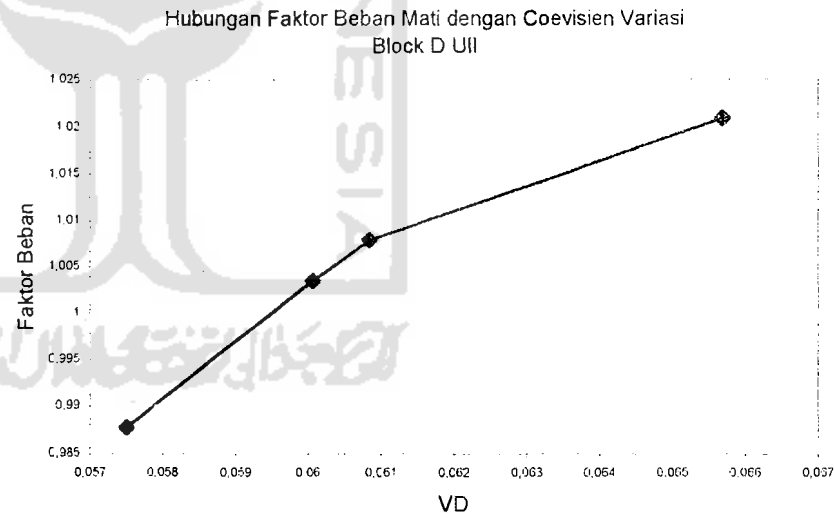
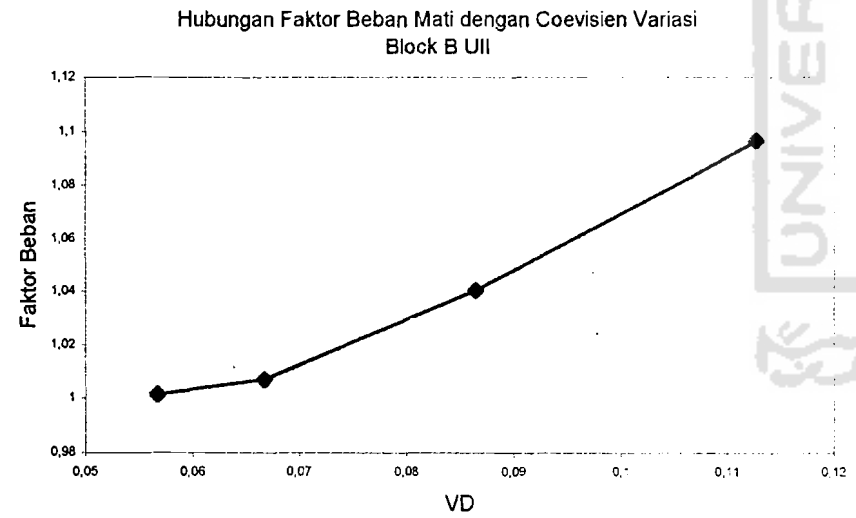
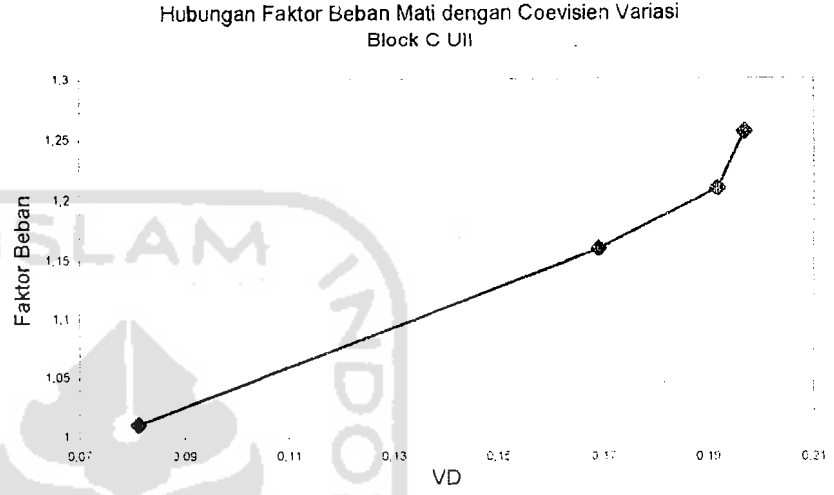
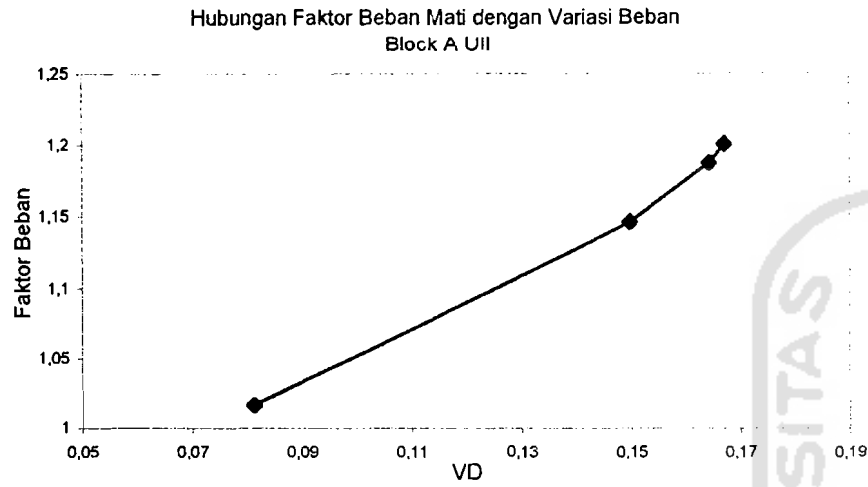
Ruang	Load Faktor	Coevisien Variasi	Rasio Beban	Keterangan
RJ ARS	1,47704654	0,79697883	0,36631687	
R. S2	1,24114290	0,76310343	0,32660494	
R. Sidang	1,26032651	0,66914655	0,39090535	
Std. Arsitektur	0,99501485	0,52877544	0,39452160	
B.I.1	1,40748152	0,82298707	0,34949383	
B.I.2	1,43748152	0,82329871	0,35494938	
B.I.3	1,45748152	0,82429871	0,36494938	
Perpustakaan	1,49446986	0,88608723	0,31713644	
B.II.1	1,54134617	0,93775099	0,25105849	
B.II.2	1,52100106	0,70469029	0,44331481	
B.II.3	1,47481515	0,82298707	0,34949383	
B.II.4	1,47481515	0,82298707	0,34949383	
B.II.5	1,47481515	0,82298707	0,34949383	
B.II.6	1,32812377	0,76310343	0,34949383	
B.II.7	1,47481515	0,82298707	0,34949383	
B.III.1	1,30394171	0,75068307	0,35066790	
B.III.2	1,14078468	0,54106223	0,44270000	
B.III.3	1,13810085	0,54567182	0,43811111	
B.III.4	1,46520446	0,68274516	0,44376667	
B.III.5	1,46639643	0,73355945	0,40634938	
B.III.6	1,05777831	0,51149829	0,43227778	
B.III.7	1,01476542	0,50102234	0,42237037	
B.IV.1	1,12623319	0,69239426	0,33539259	
B.IV.2	1,03077234	0,60833850	0,35559259	
B.IV.3	0,93439924	0,58565984	0,33539259	
B.IV.4	1,02723681	0,57060561	0,37855556	
B.IV.5	1,00177386	0,50102234	0,41696296	
B.IV.6	1,02030315	0,51149829	0,41696296	
B.IV.7	1,11363104	0,58565984	0,39972593	
R.J. Tek. Sipil	1,19200000	0,38400000	0,60850000	
R.J. Lingkungan	1,17270000	0,37843000	0,60856400	
CHL.1	1,37511000	0,38766000	0,70700000	
LAB. COM	1,08430000	0,54106223	0,44270000	
LAB PEM	1,10200000	0,54567182	0,43811111	
Lab. K&P	1,12480000	0,50102234	0,42237037	
D.III.1	1,01928355	0,56136111	0,38174904	
D.III.2	1,55874936	0,88080079	0,33385037	
D.IV.1	1,21516767	0,84184457	0,27861877	
D.II.1	1,47481515	0,82298707	0,34949383	
D.I.1	1,42834842	0,67565964	0,43800000	
D.I.2	1,50907296	0,87479634	0,32662389	
D.I.3	1,22057865	0,87002936	0,26639458	

Tabel. 5.20 Hubungan Faktor Beban dan Rasio beban Mati
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

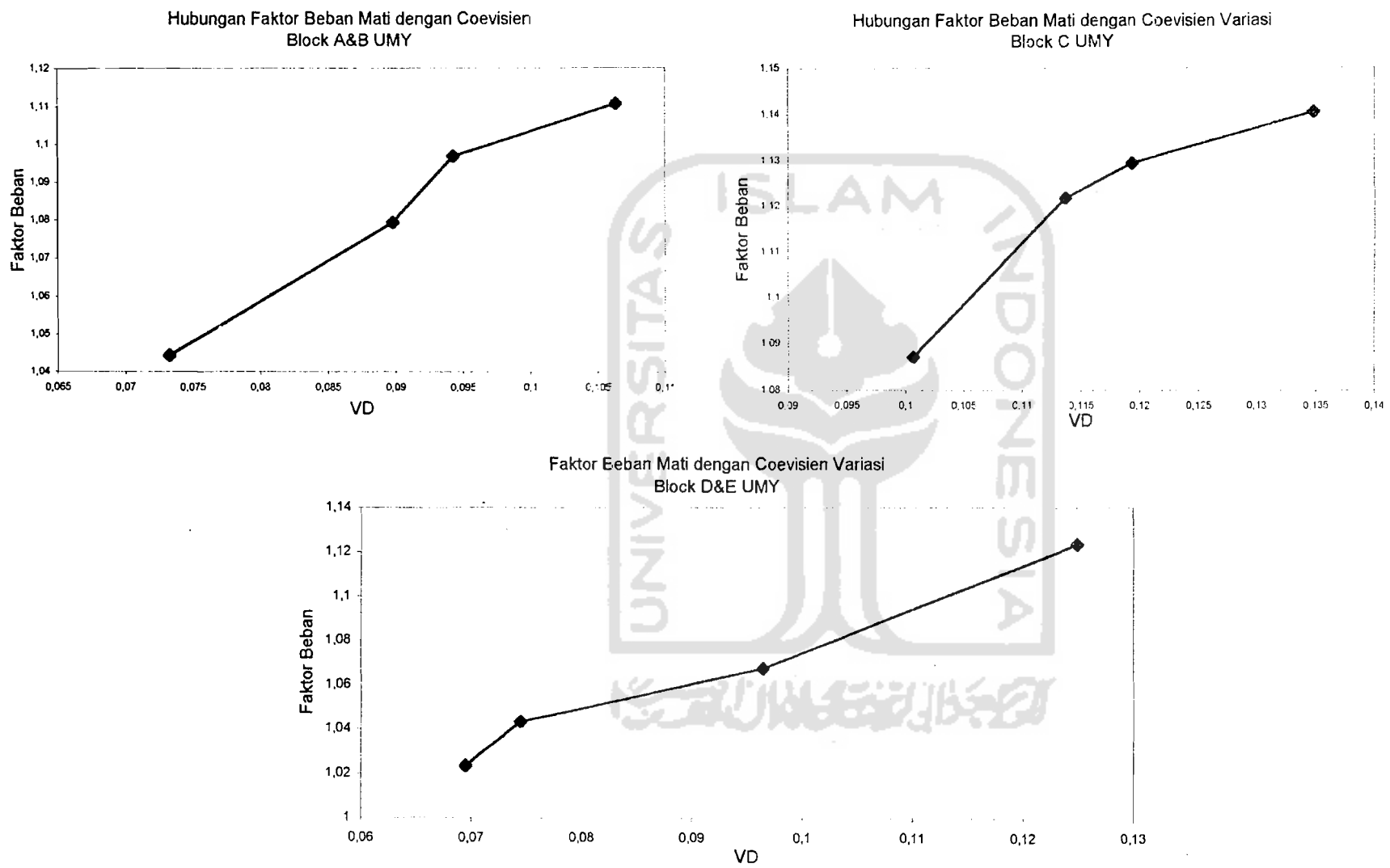
Ruang	Load Faktor	Coefisien Variasi	Rasio Beban	Keterangan
A1	1,016766536	0,081233973	0,881480526	
A2	1,146288015	0,167131368	0,854509641	
A3	1,187157172	0,164305067	0,889333039	
A4	1,200479503	0,159463421	0,907049852	
B1	1,001789588	0,064730348	0,894058101	
B2	1,040547658	0,086436429	0,893886238	
B3	1,001704331	0,056723299	0,906652411	
B4	1,096497186	0,112682958	0,899483024	
C1	1,010828708	0,081233973	0,876332757	
C2	1,195766821	0,186175534	0,872797601	
C3	1,222453128	0,19168409	0,862050456	
C4	1,256275383	0,196762751	0,888974843	
D1	0,987776132	0,060065786	0,888808847	
D2	1,020897396	0,065679776	0,909591925	
D3	1,007886458	0,06084166	0,90566837	
D4	1,003479286	0,05750411	0,907013316	

Tabel. 5.20 Hubungan Faktor Beban dan Rasio beban Hidup
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

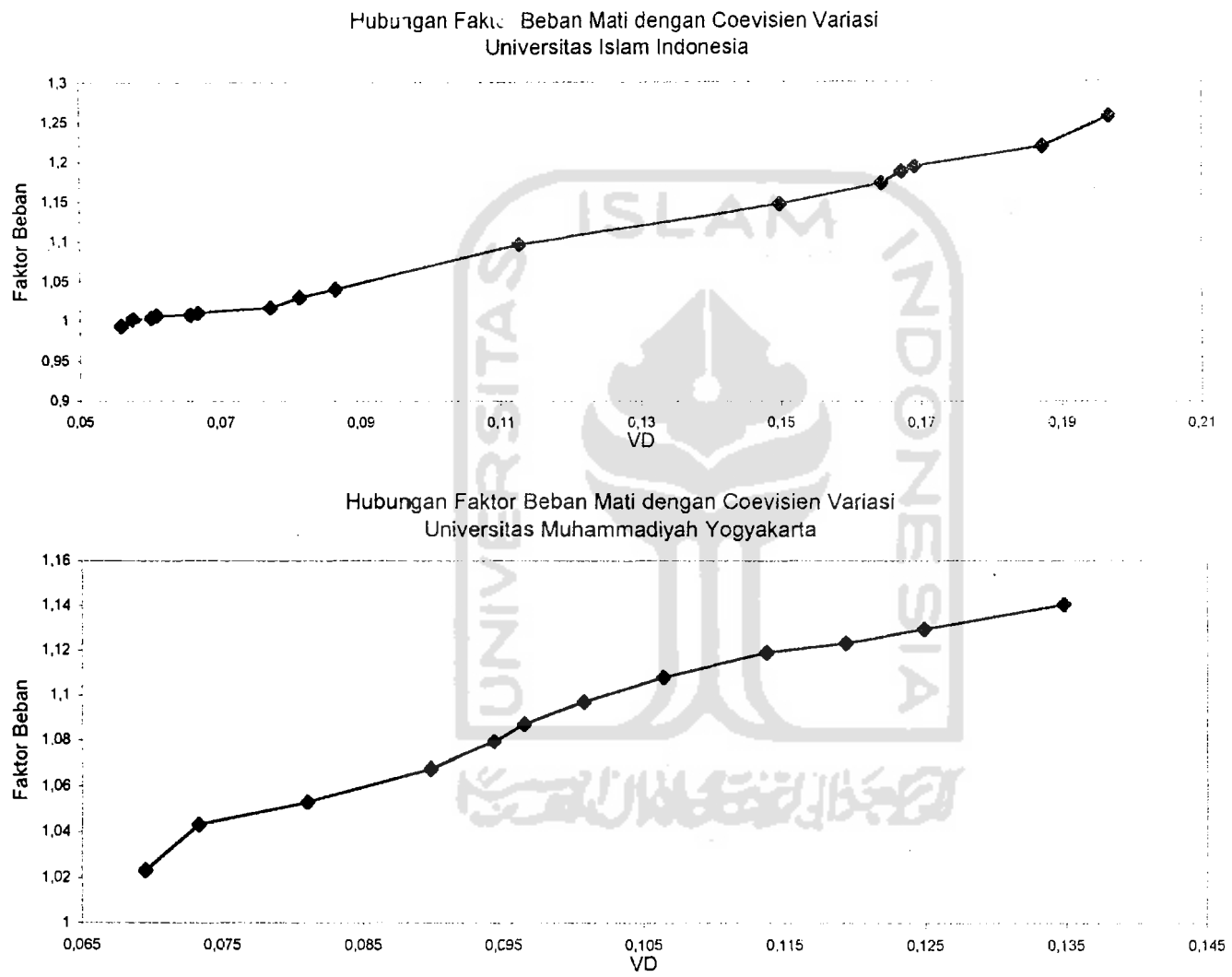
Ruang	Load Faktor	Coefisien Variasi	Rasio Beban	Keterangan
A1	1,11062988	0,106371043	0,921240224	
A2	1,096907237	0,092902186	0,931654004	
B1	1,044367833	0,073265774	0,918178986	
B2	1,083052613	0,091067972	0,922857026	
C1	1,129367217	0,119336177	0,915676375	
C2	1,087087875	0,100686649	0,910766972	
C3	1,121671036	0,113652178	0,918567591	
C4	1,140460035	0,134794862	0,899884535	
D1	1,06726997	0,096444718	0,900855042	
D2	1,023278995	0,069489602	0,905629156	
E1	1,043221275	0,071536158	0,919963442	
E2	1,12319242	0,124902193	0,901804246	



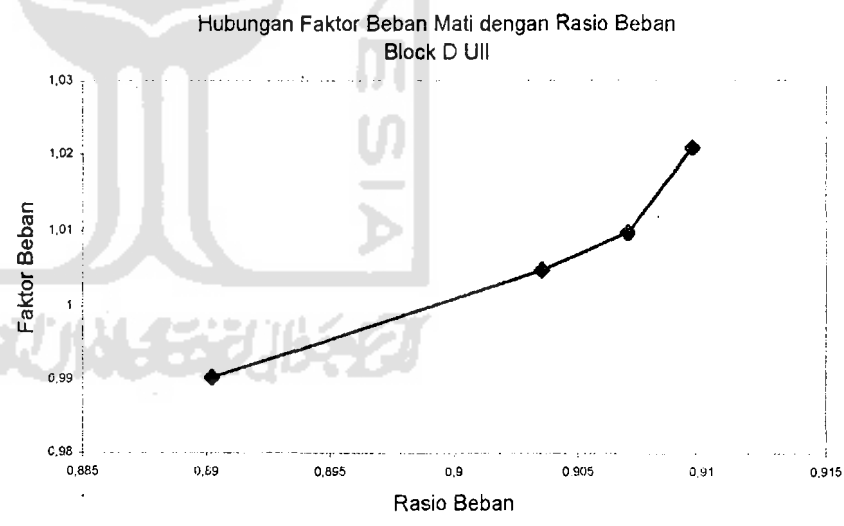
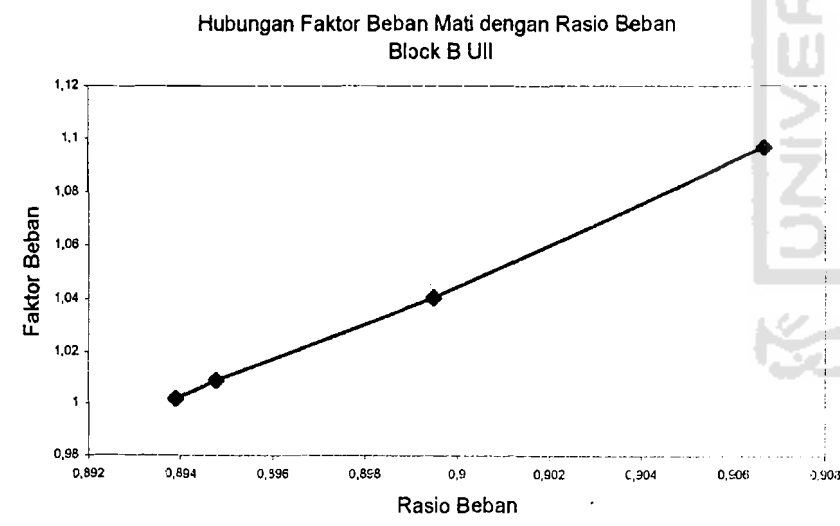
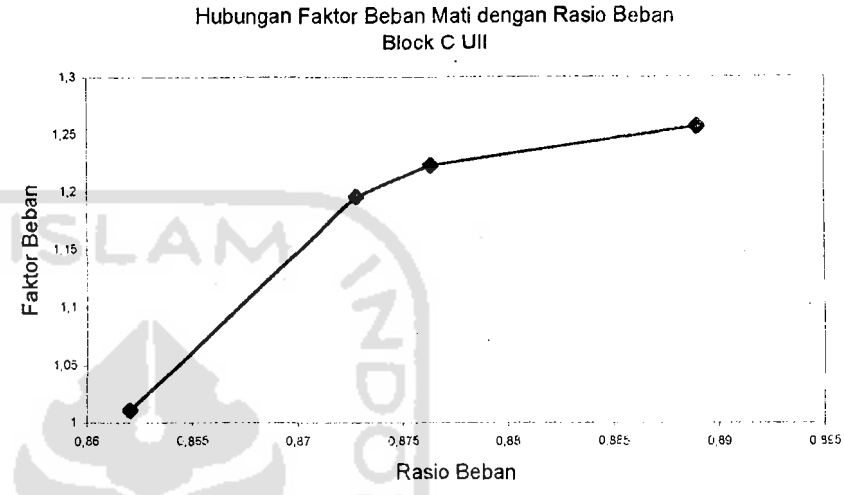
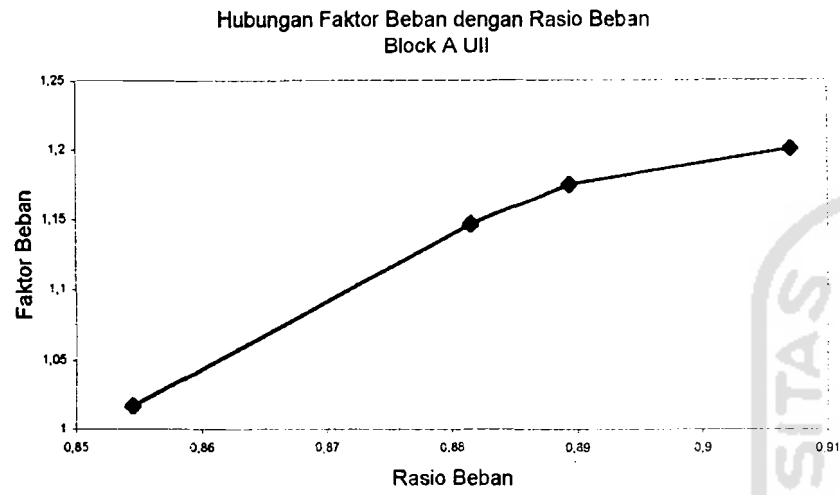
Gambar 5.36 Hubungan Faktor Beban Mati dengan Coevisien Variasi UII



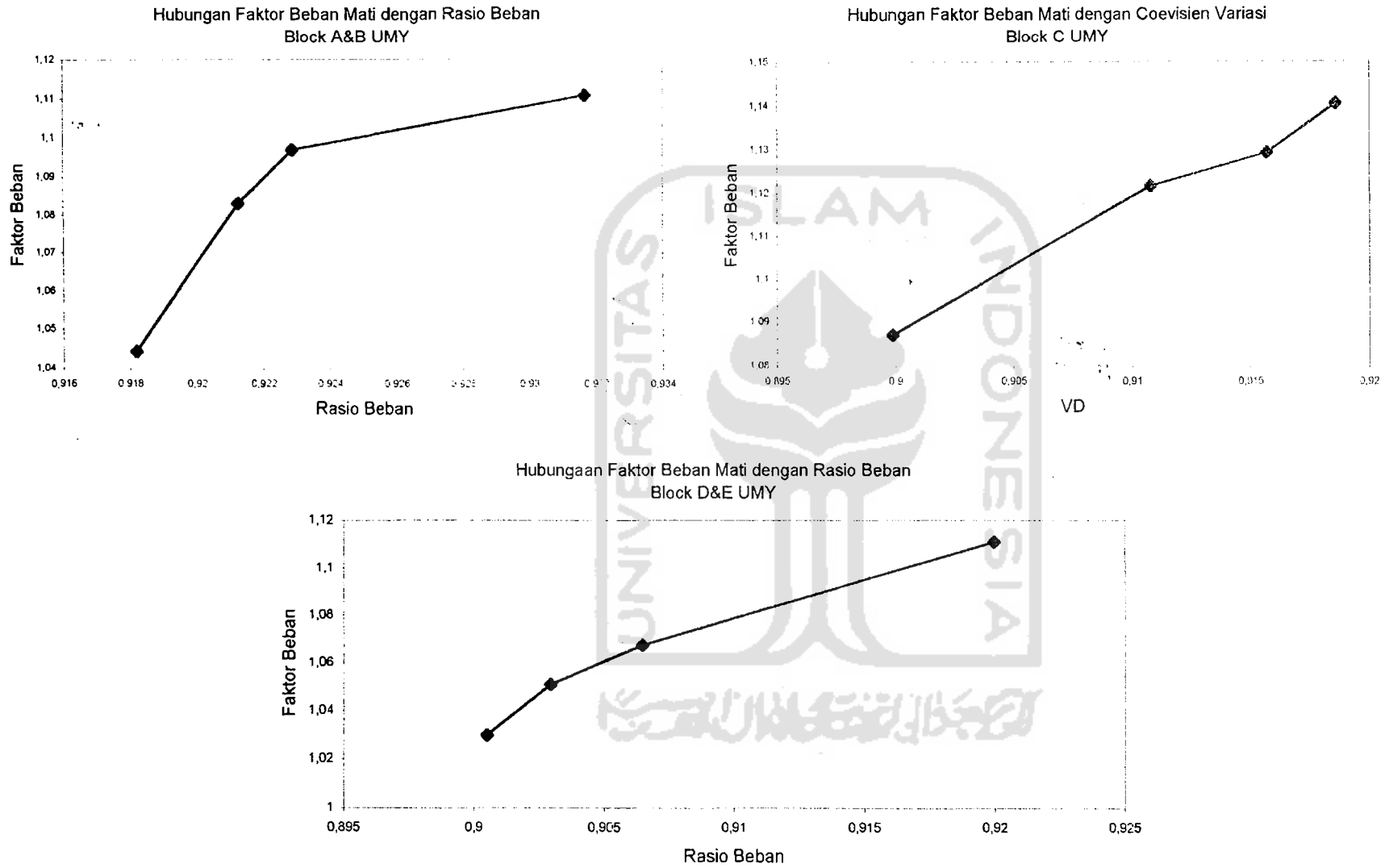
Gambar 5.37 Hubungan Faktor Beban Mati dengan Coefisien Variasi UMY



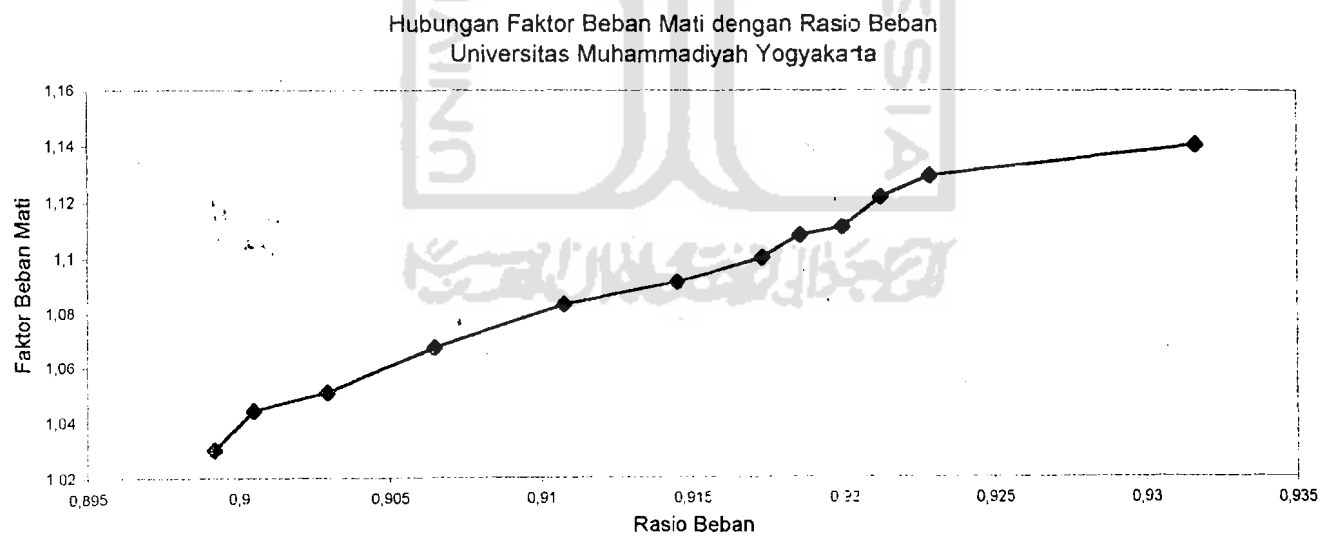
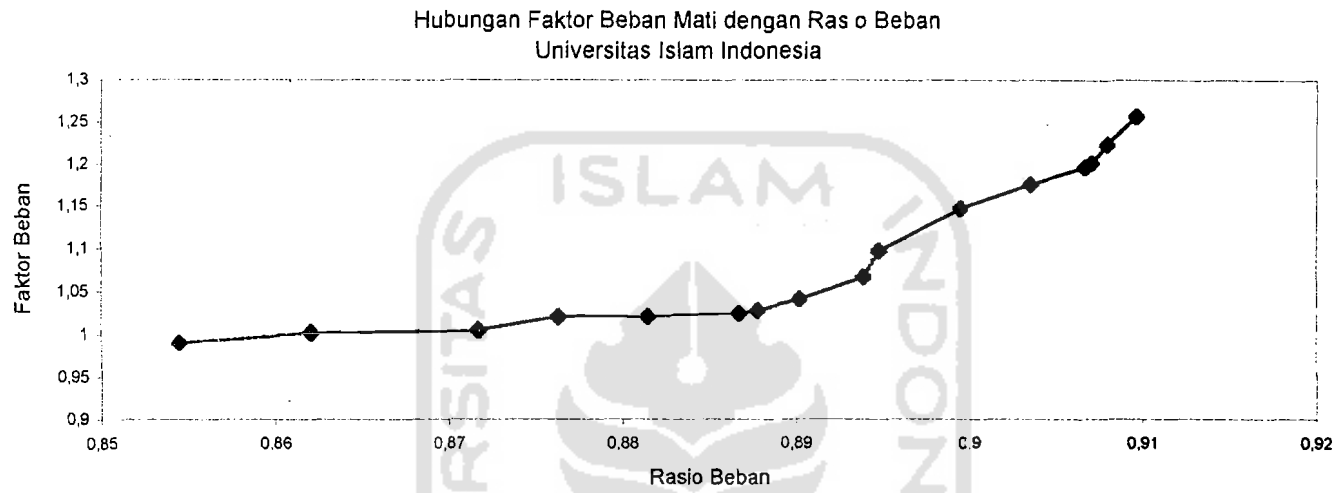
Gambar 5.38 Hubungan Faktor Beban mati dengan Coevisien Variasi UII & UMY



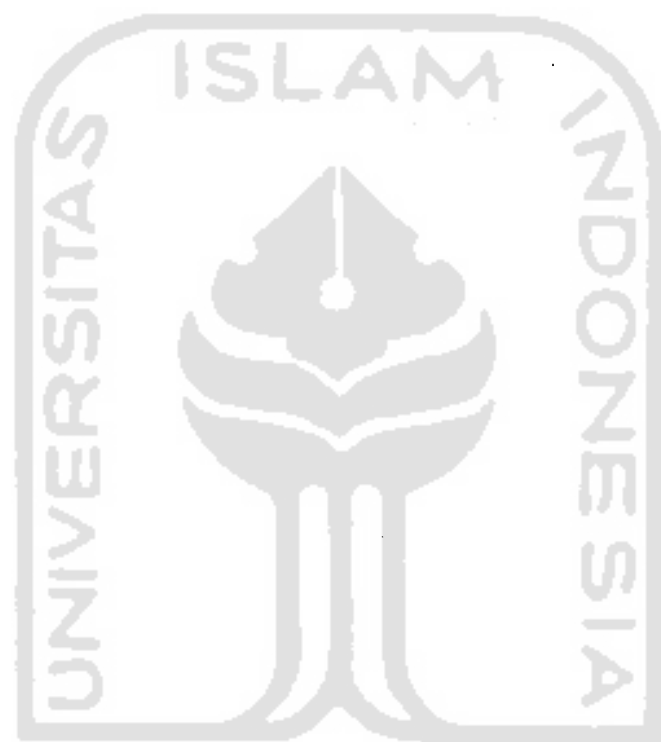
Gambar 5.39 Hubungan Faktor Beban Mati dengan Rasio Beban UII



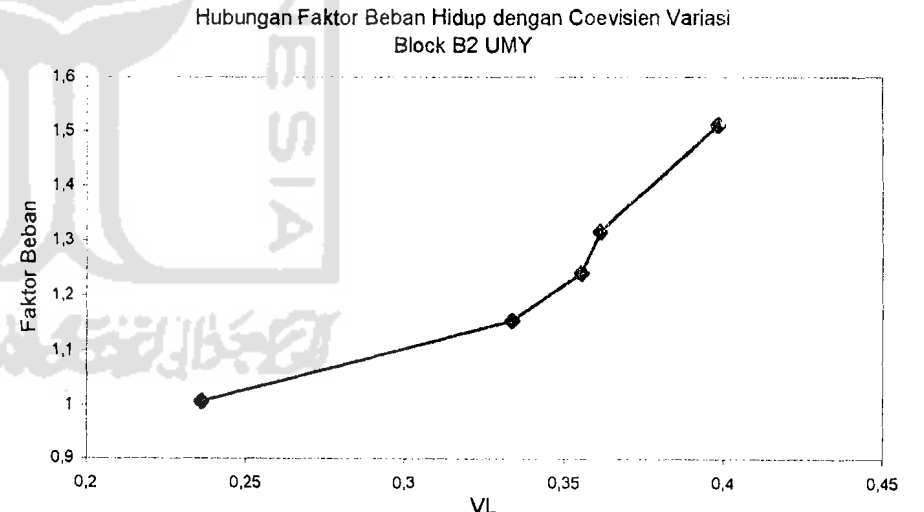
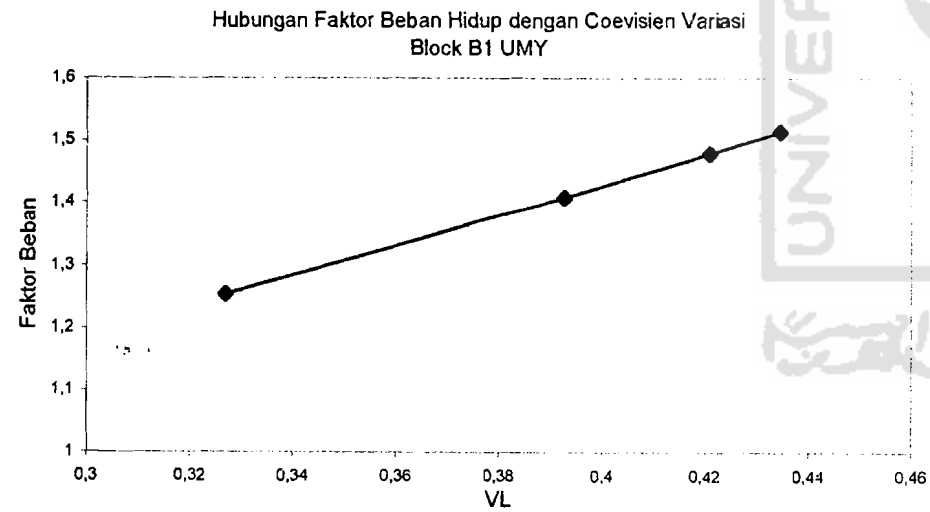
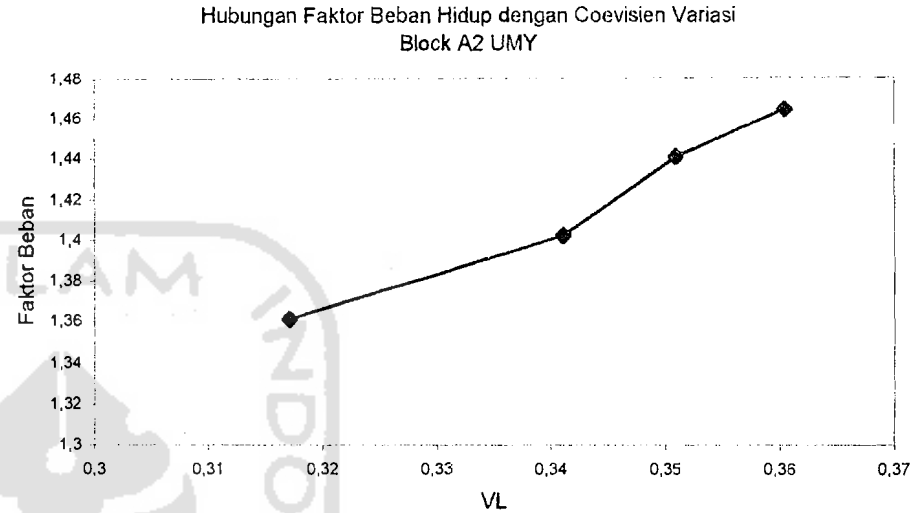
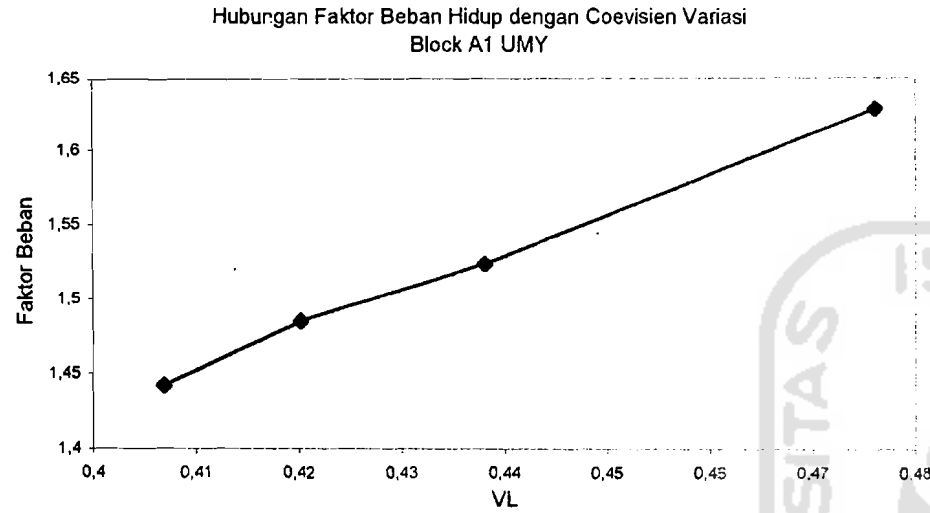
Gambar 5.40 Hubungan Faktor Beban Mati dengan Rasio Beban UMY



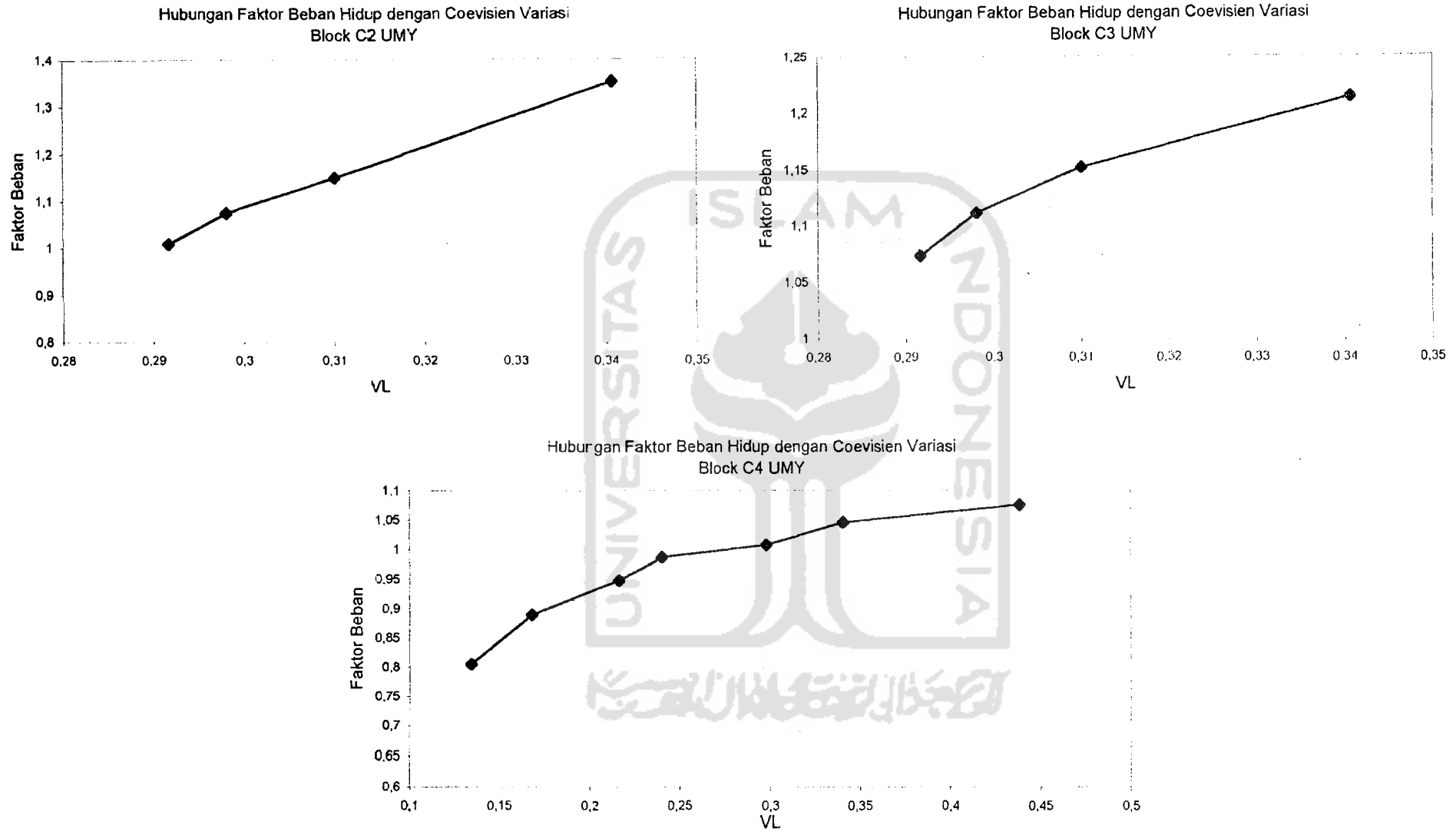
Gambar 5.41 Hubungan Faktor Beban Mati dengan Rasio Beban: UII & UMY



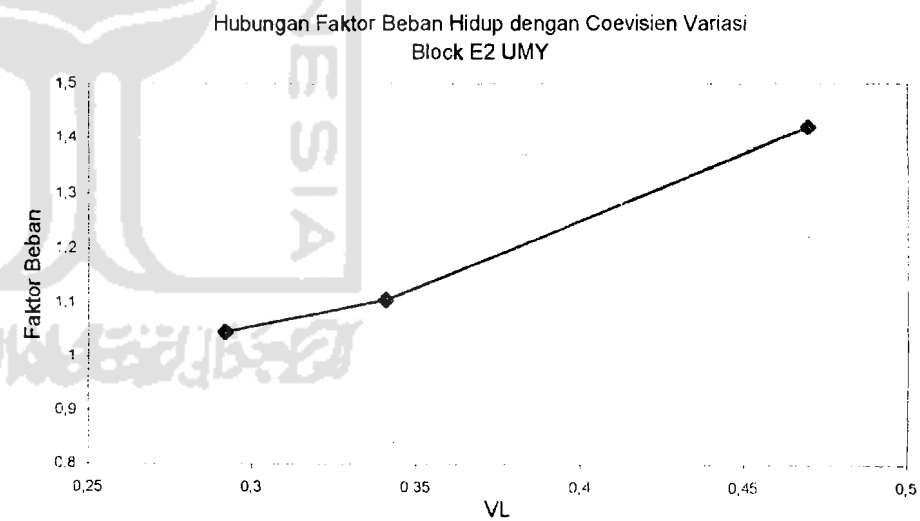
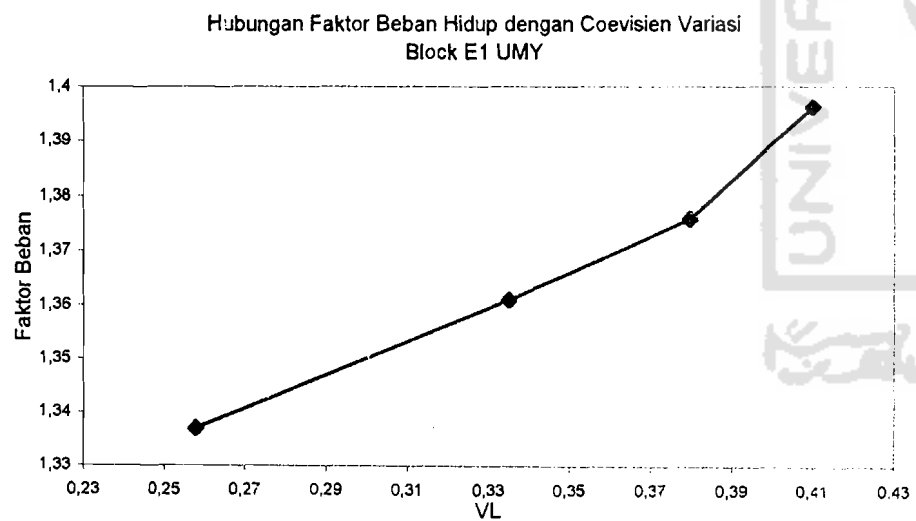
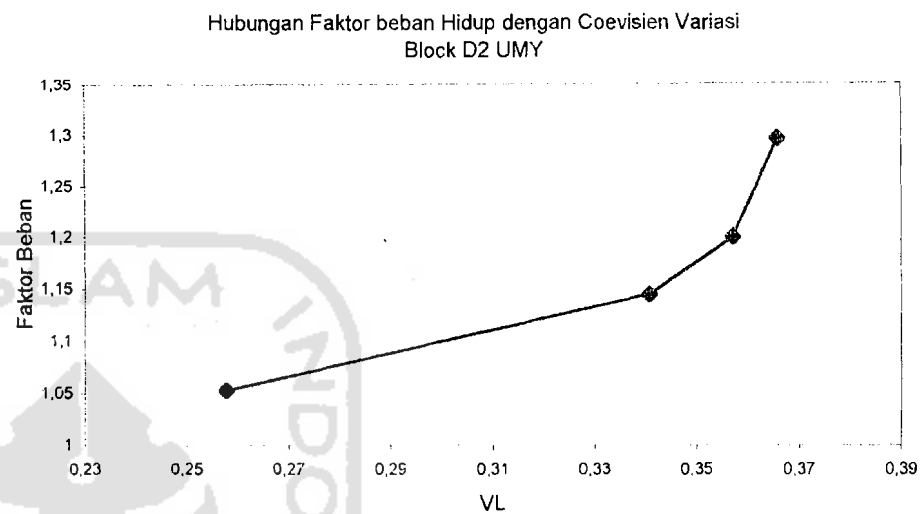
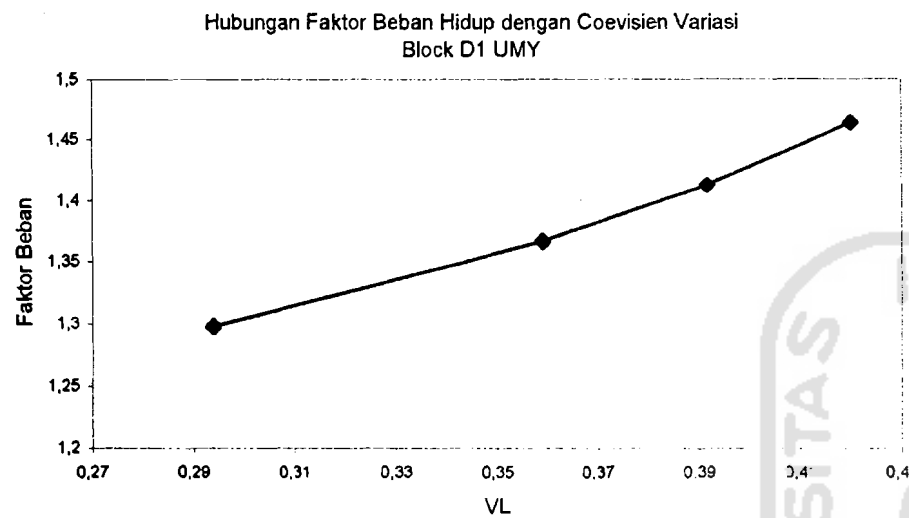
جامعة الإسلام في إندونيسيا



Gambar 5.47 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi Block A&B UMY

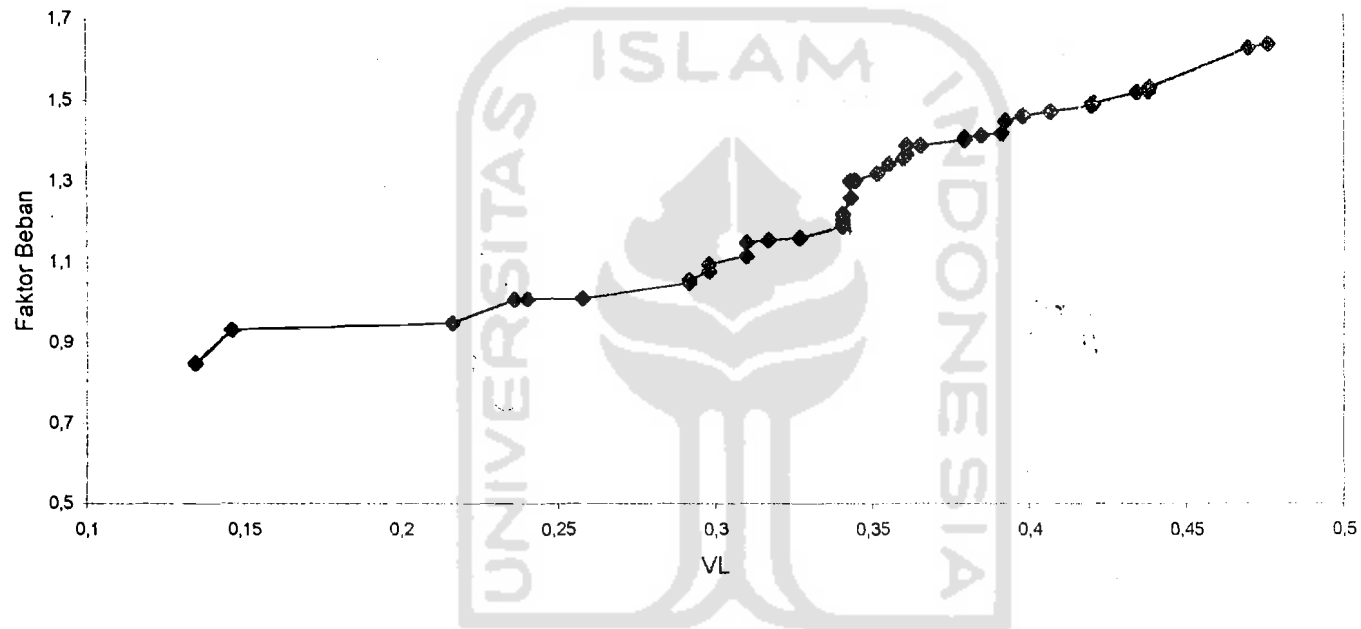


Gambar 5.48 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi Block C UMY

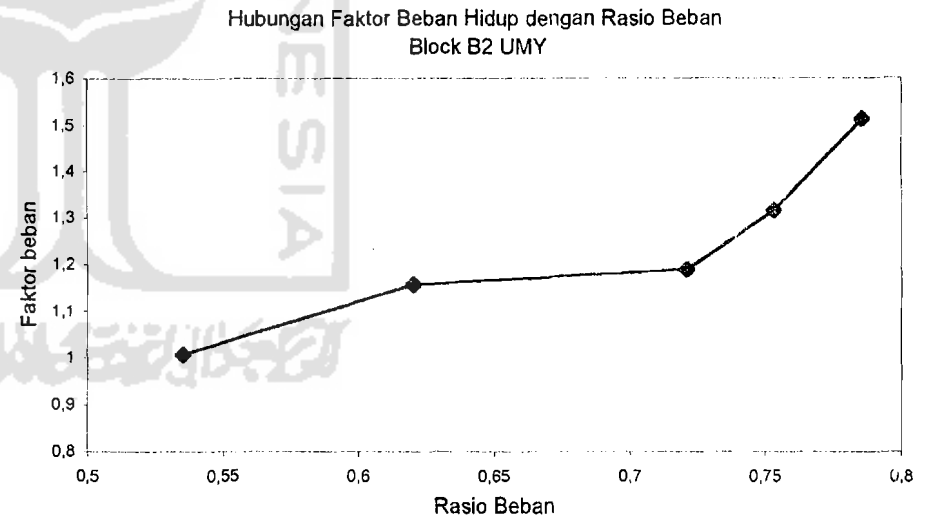
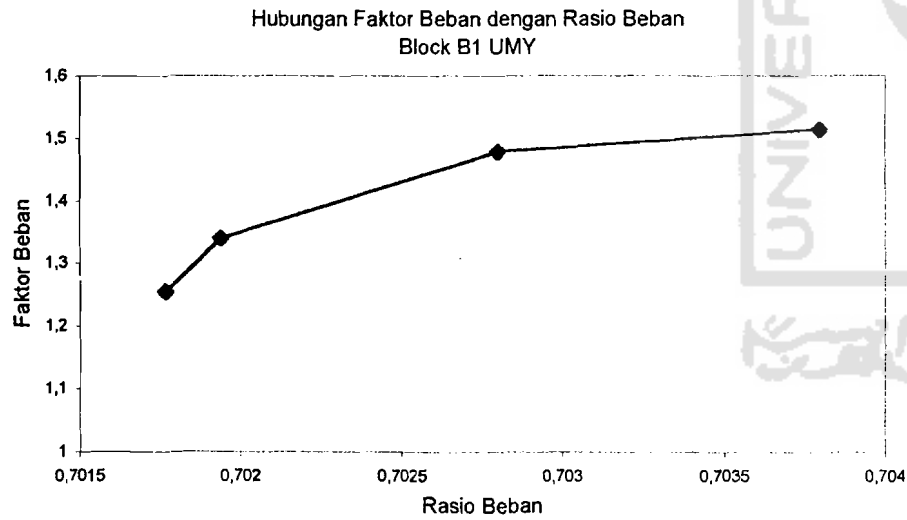
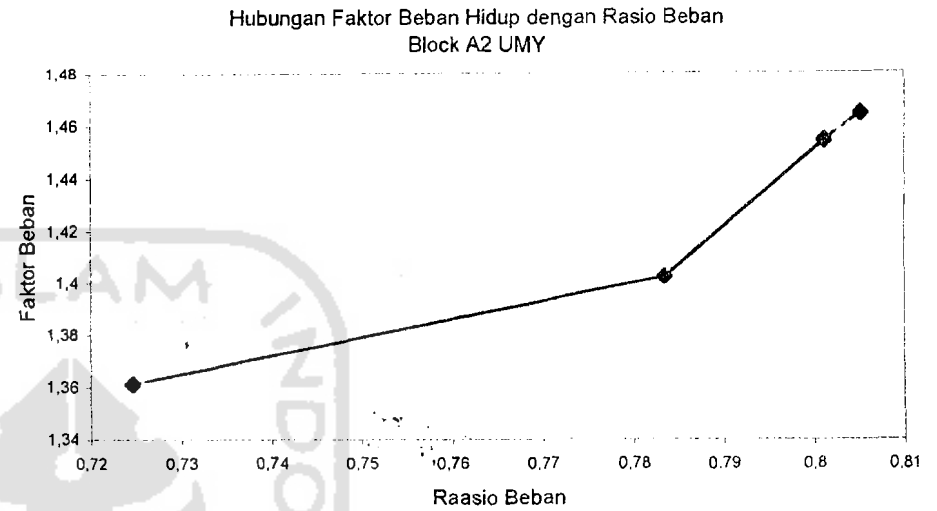
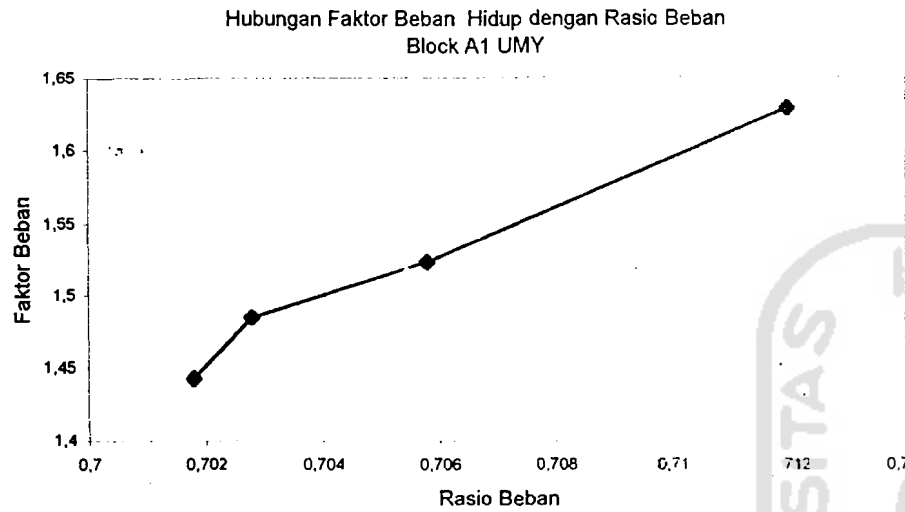


Gambar 5.49 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi Block D&E UMY

Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



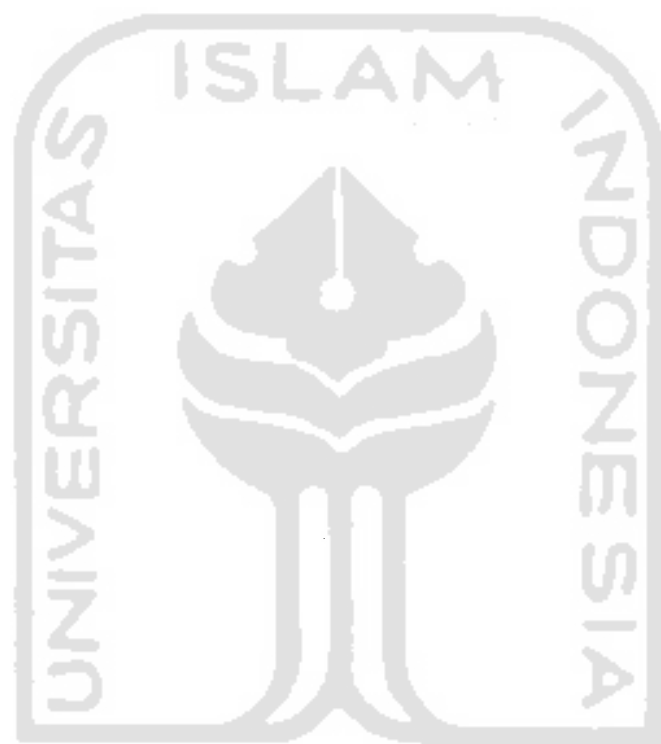
Gambar 5.50 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Coevisien Variasi UMY



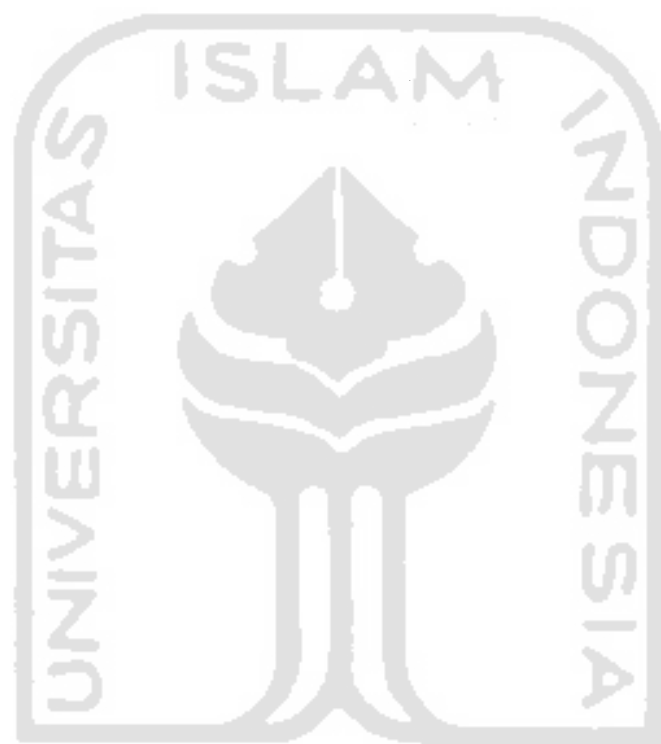
Gambar 5.51 Hubungan Faktor Beban Hidup dengan Rasio Beban Block A&B UMY



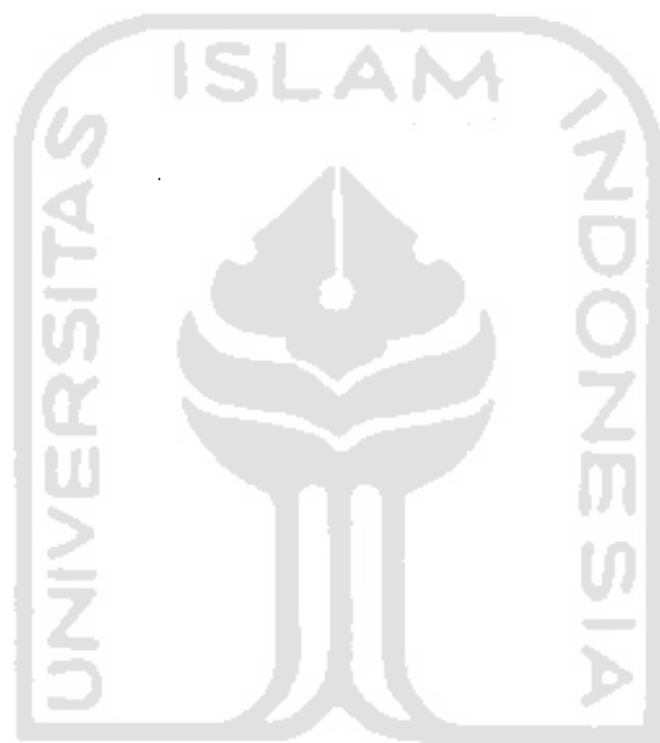




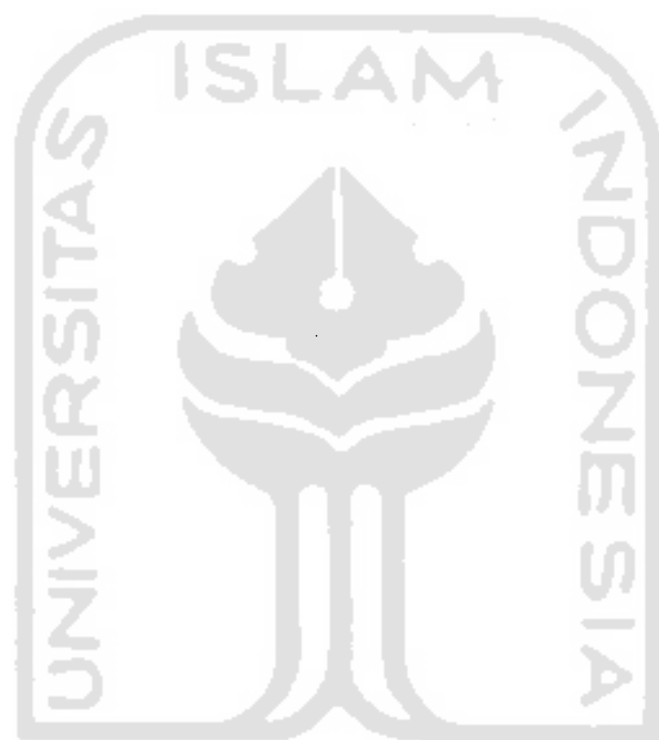
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



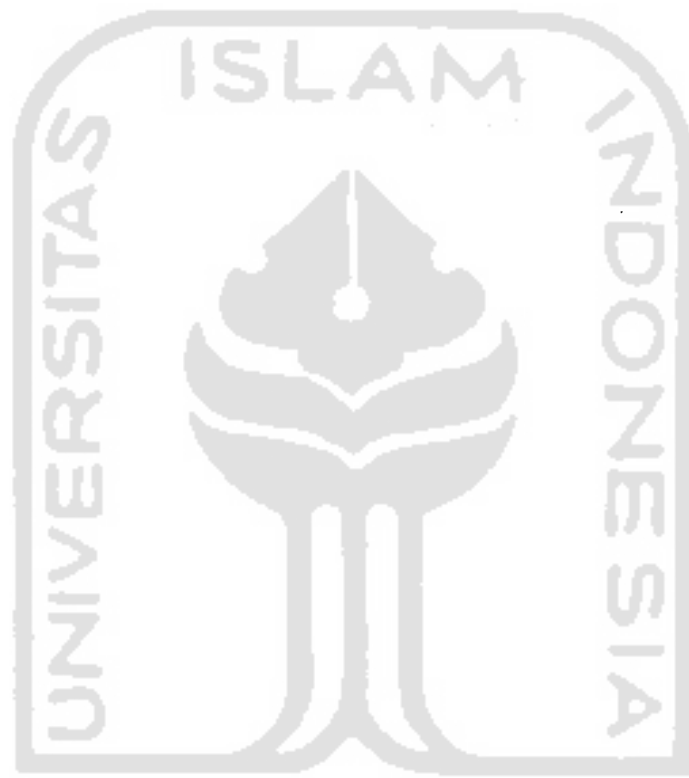
جامعة الإسلام في إندونيسيا



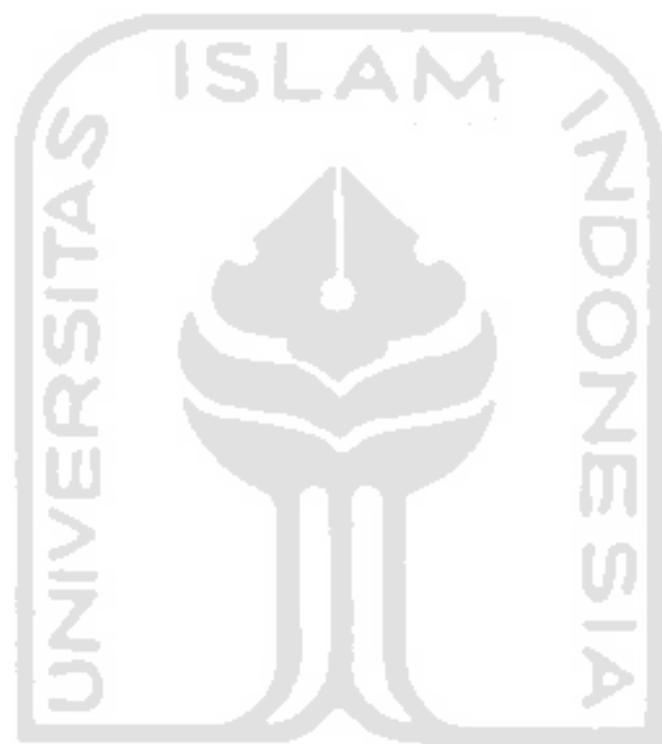
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



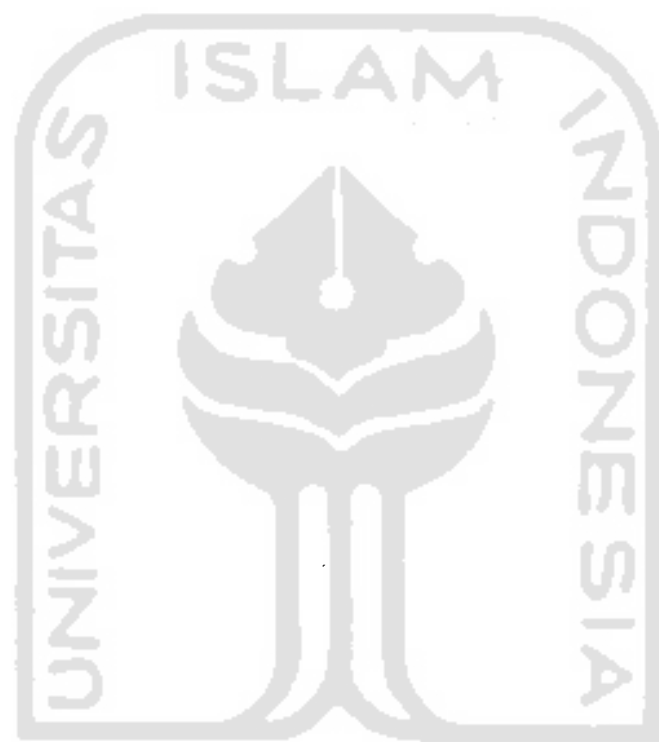
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



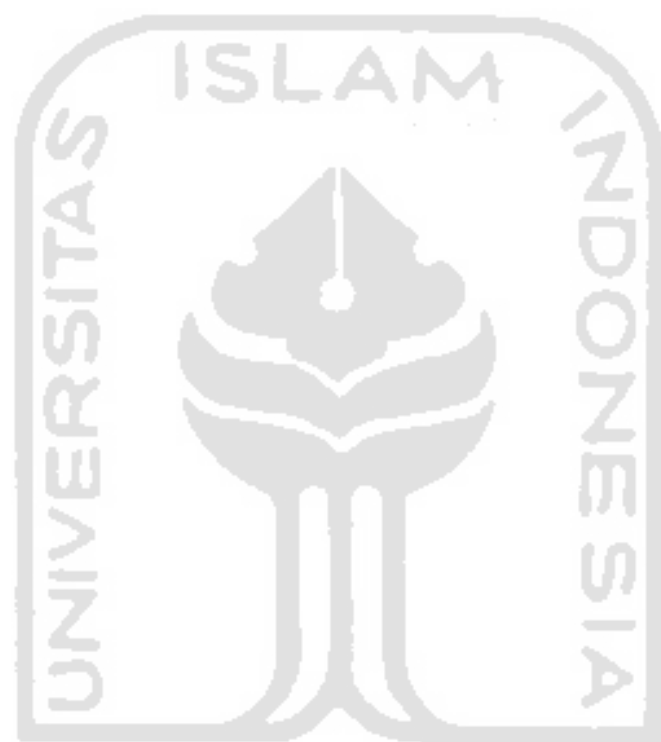
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



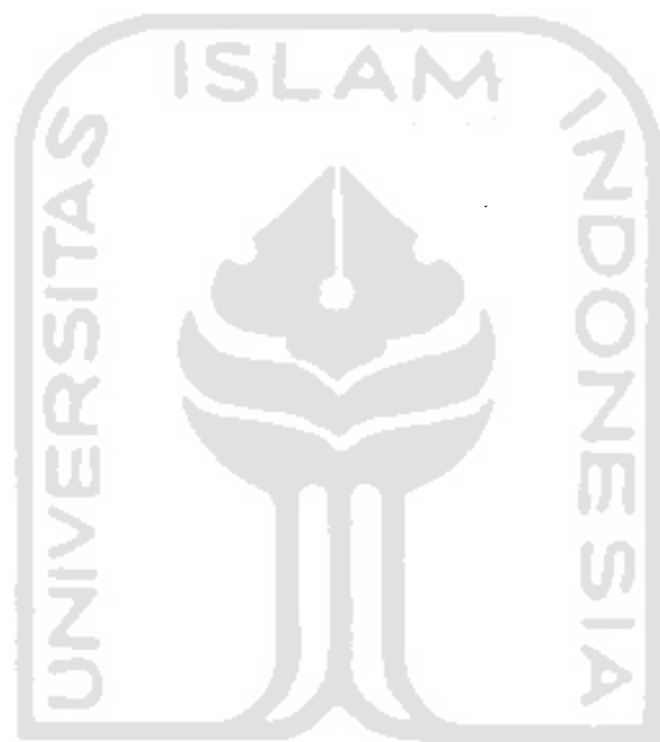
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



جامعة الإسلام في إندونيسيا

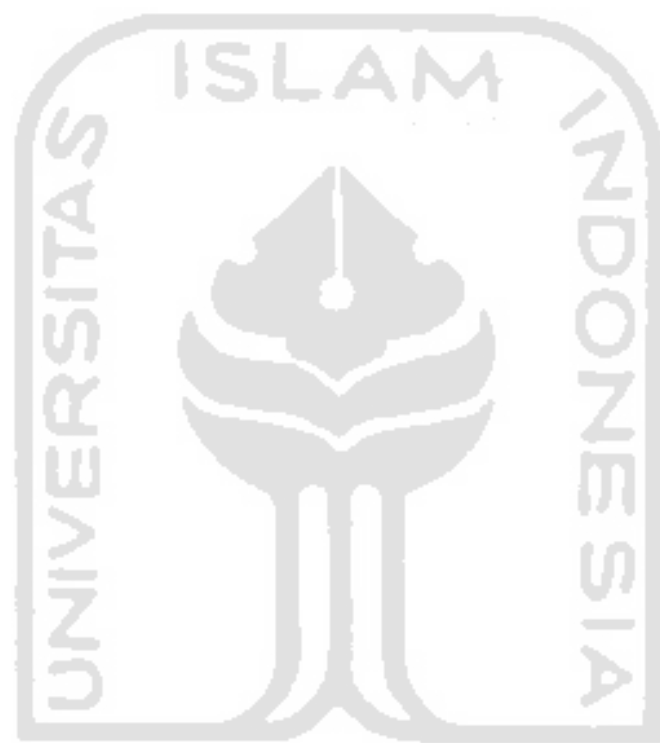


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

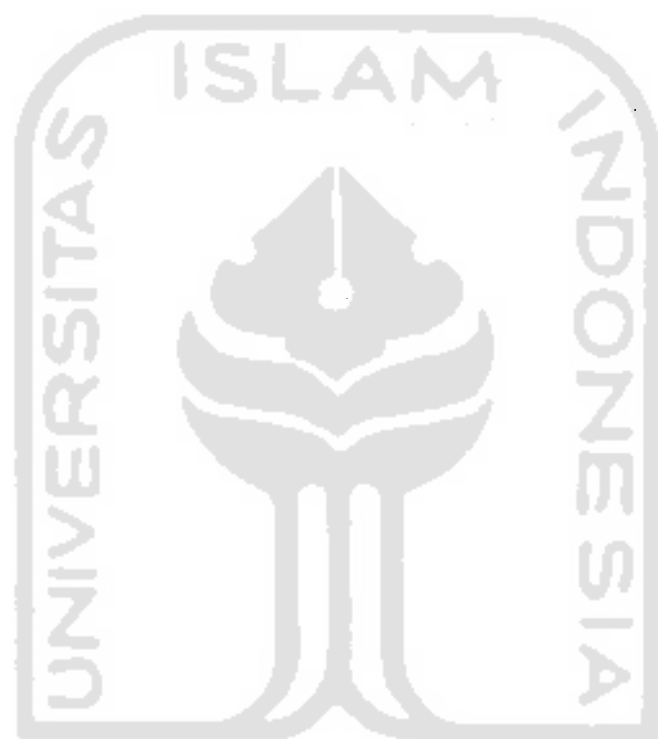


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



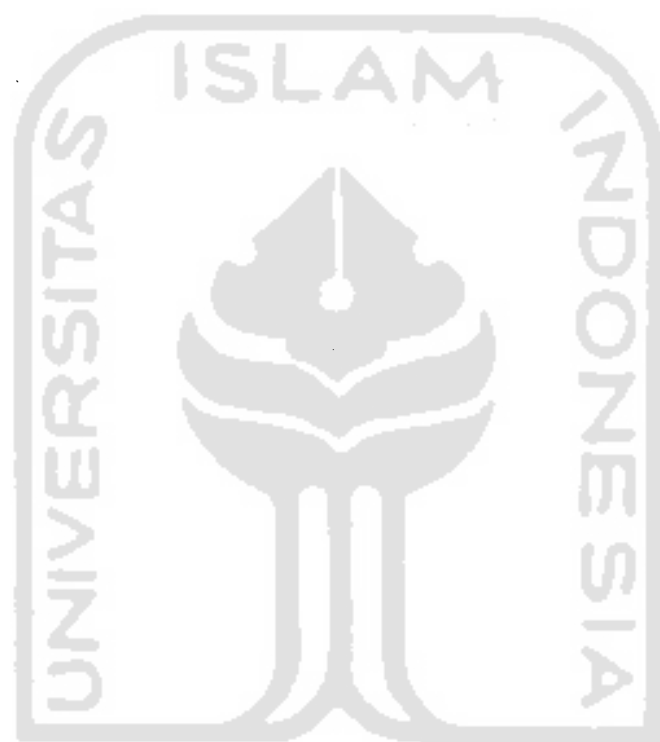


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



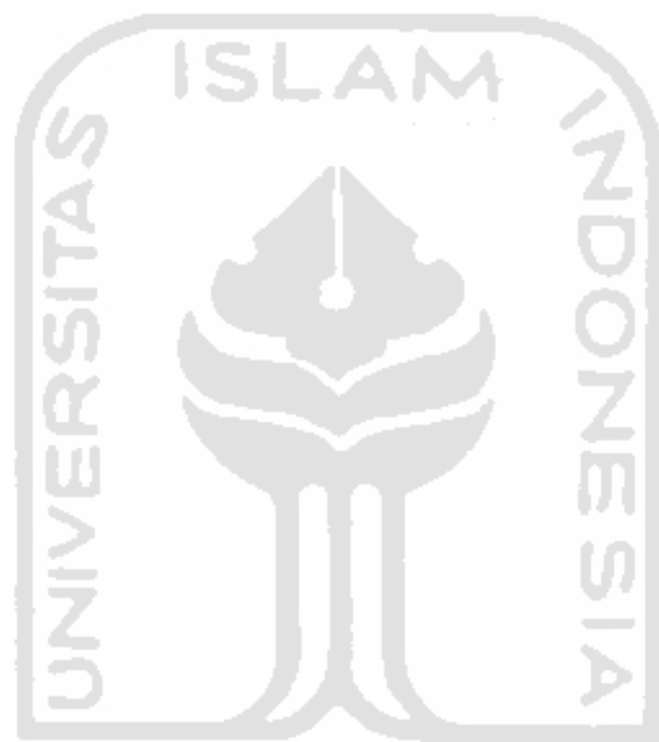
جامعة الإسلام في إندونيسيا



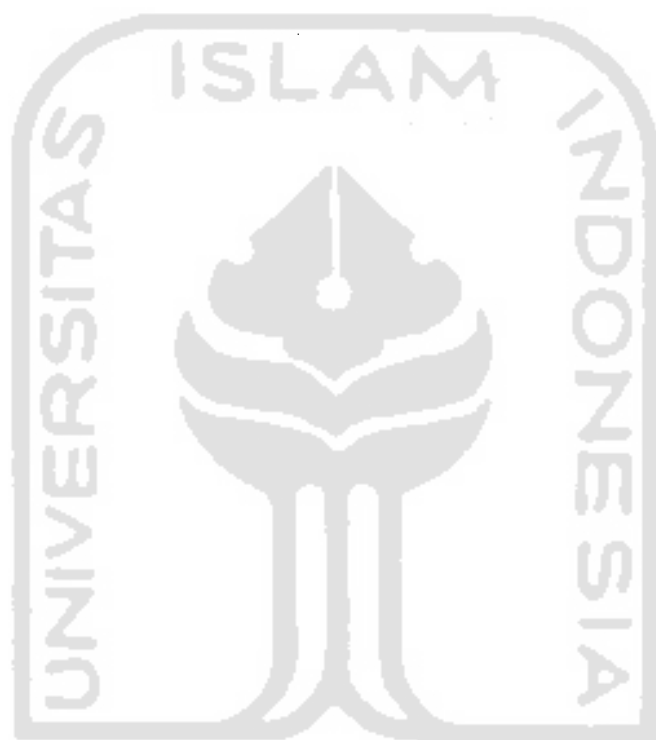


جامعة الإسلام في إندونيسيا

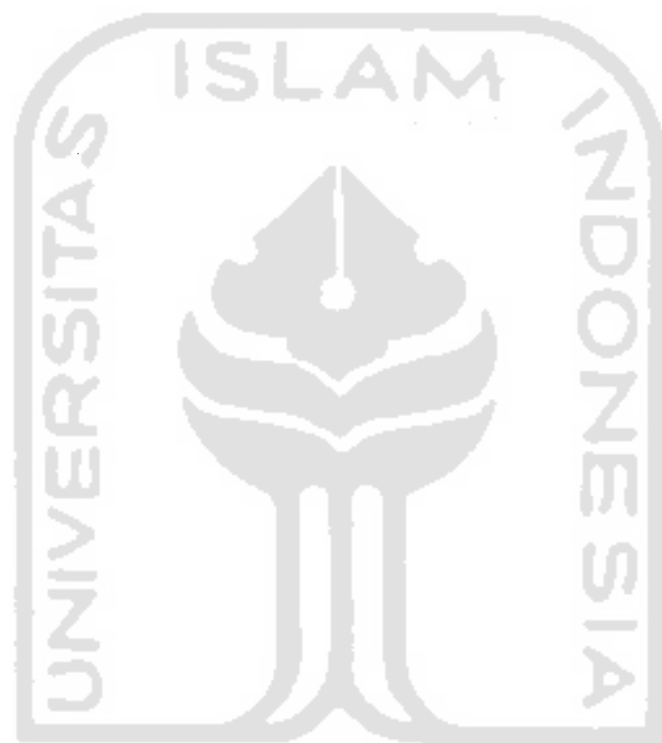




UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

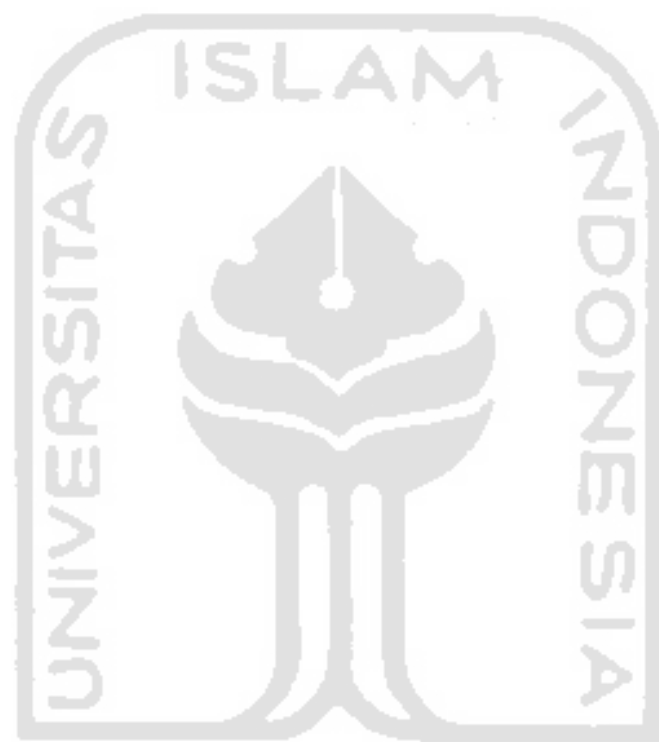


جامعة الإسلام في إندونيسيا



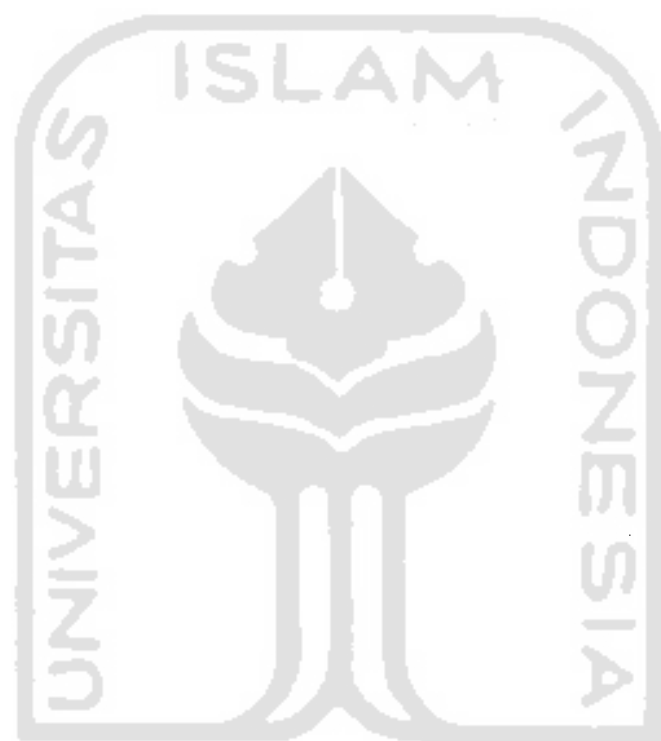
جامعة الإسلام في إندونيسيا



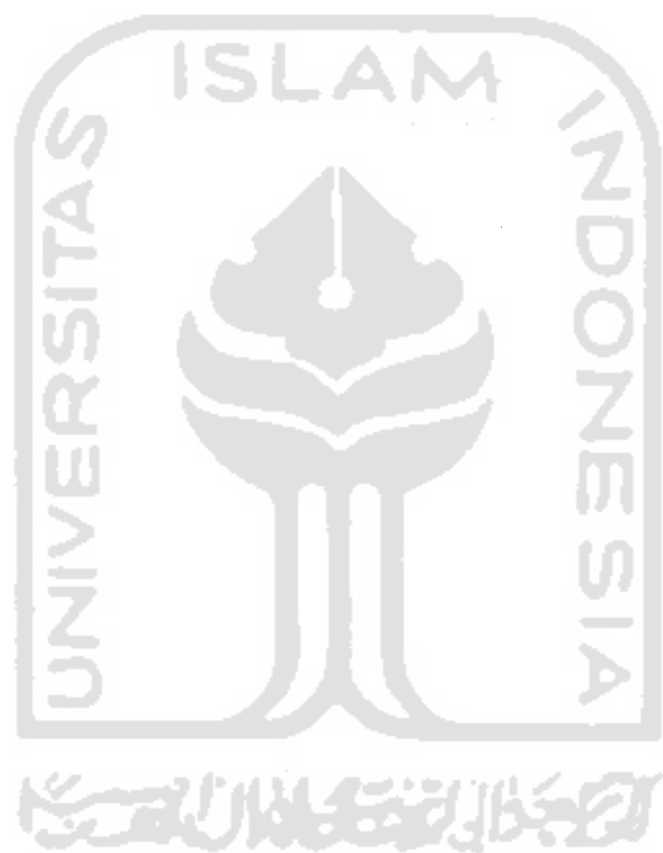


جامعة الإسلام في إندونيسيا

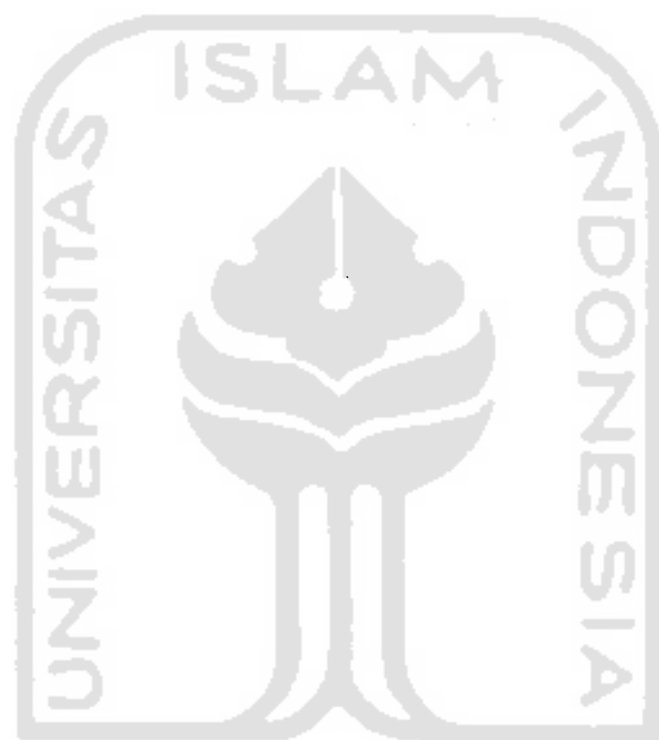




جامعة الإسلام في إندونيسيا



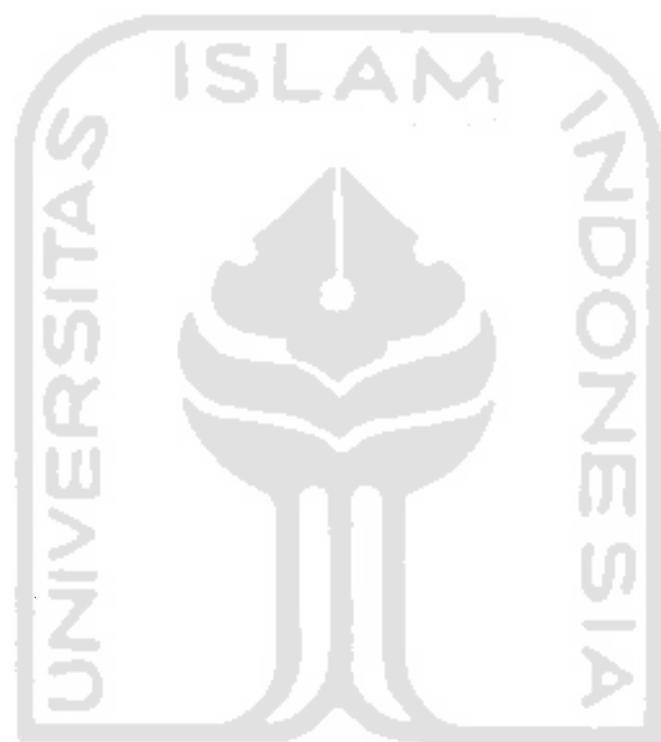




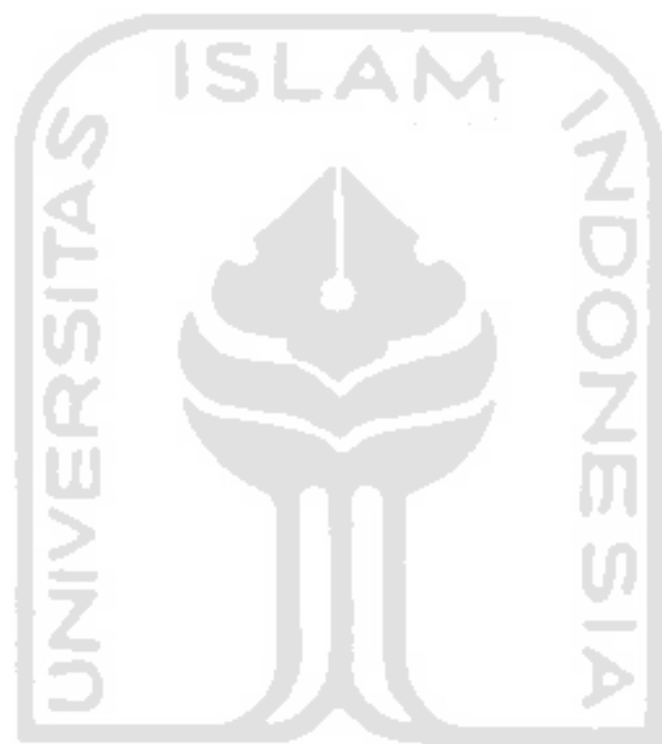
جامعة الإسلام في إندونيسيا







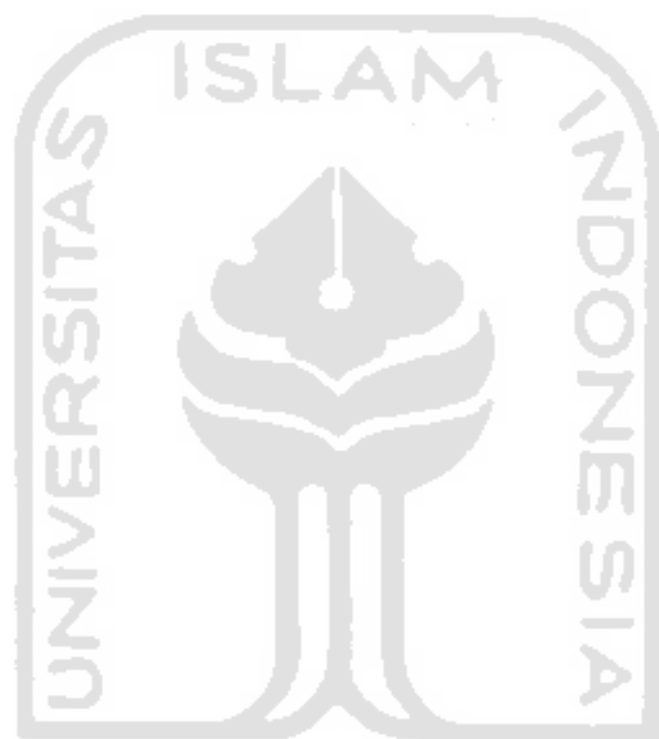
جامعة الإسلام في إندونيسيا



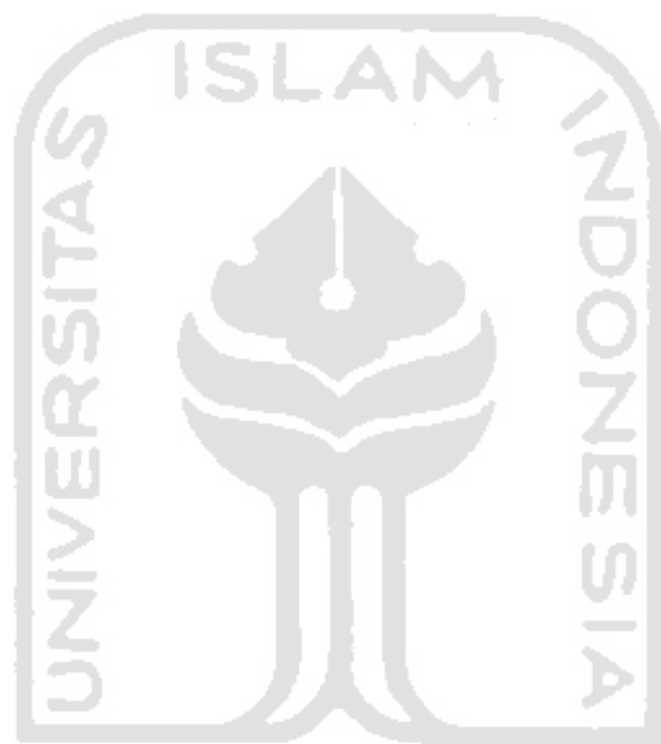
جامعة الإسلام في إندونيسيا



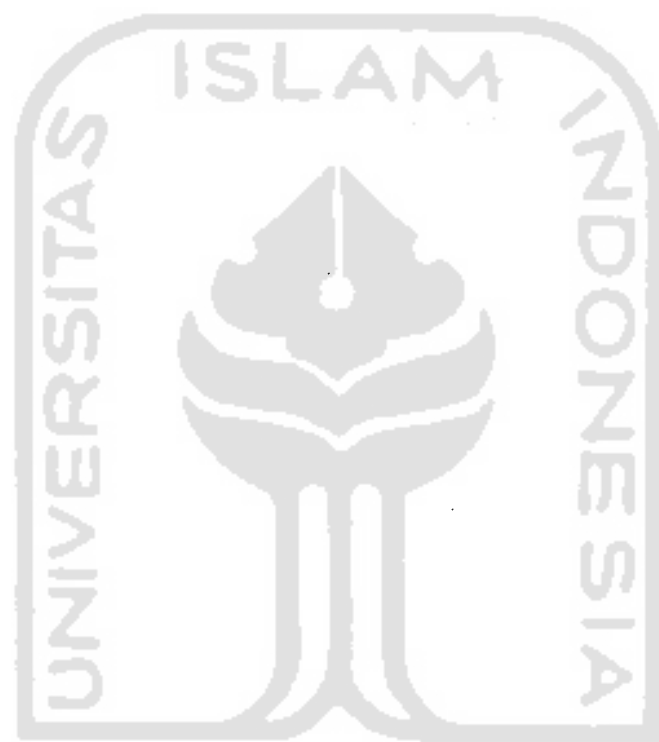




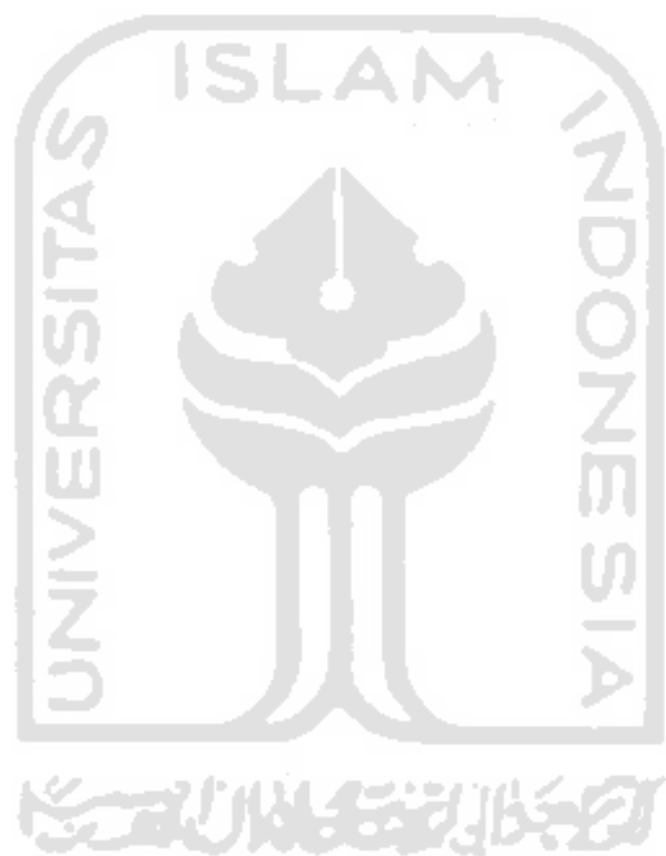
جامعة الإسلام في إندونيسيا

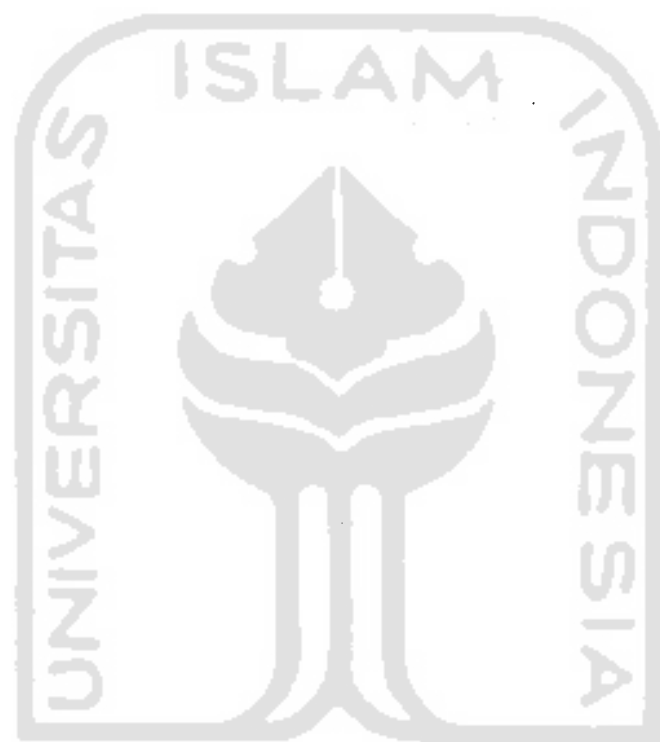


جامعة الإسلام في إندونيسيا

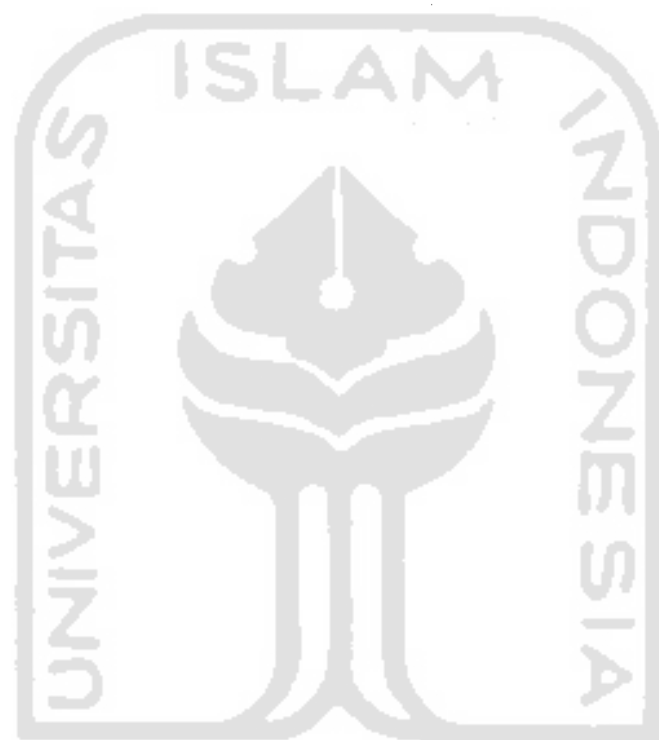


جامعة الإسلام في إندونيسيا



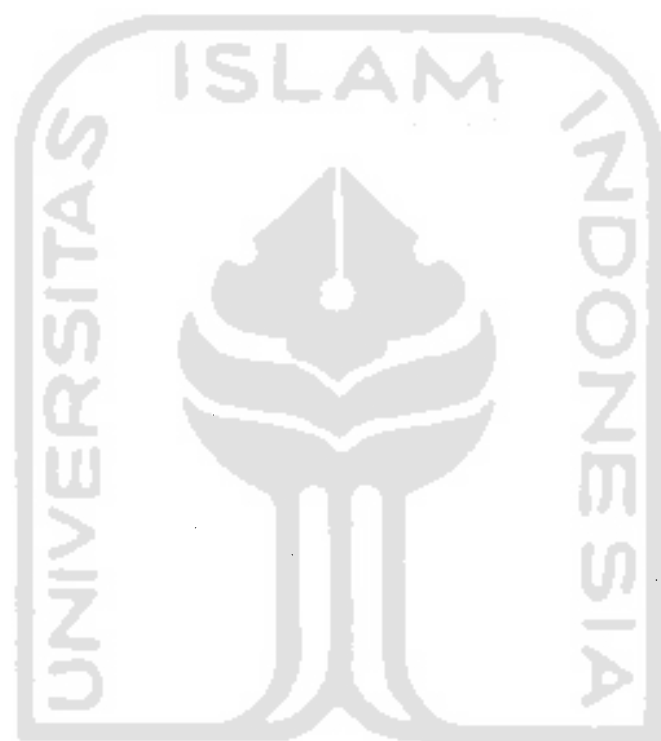


جامعة الإسلام في إندونيسيا

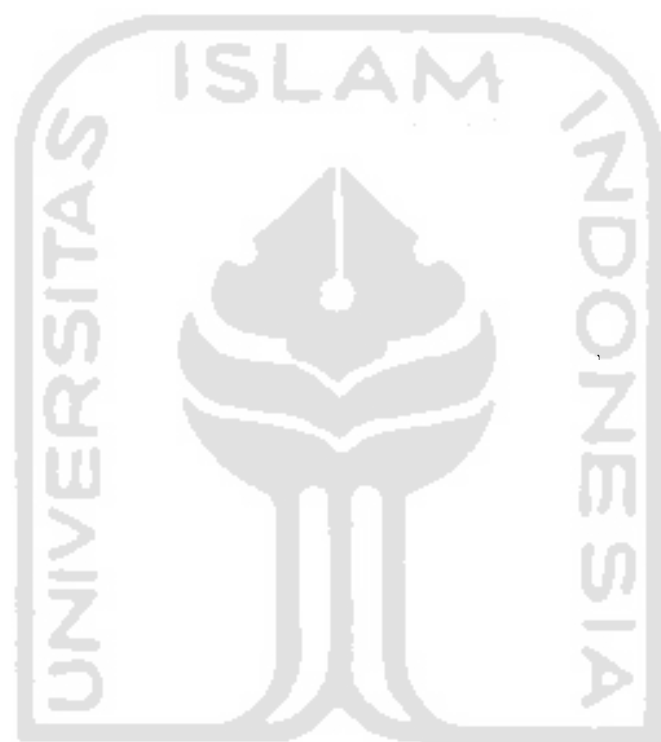


UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

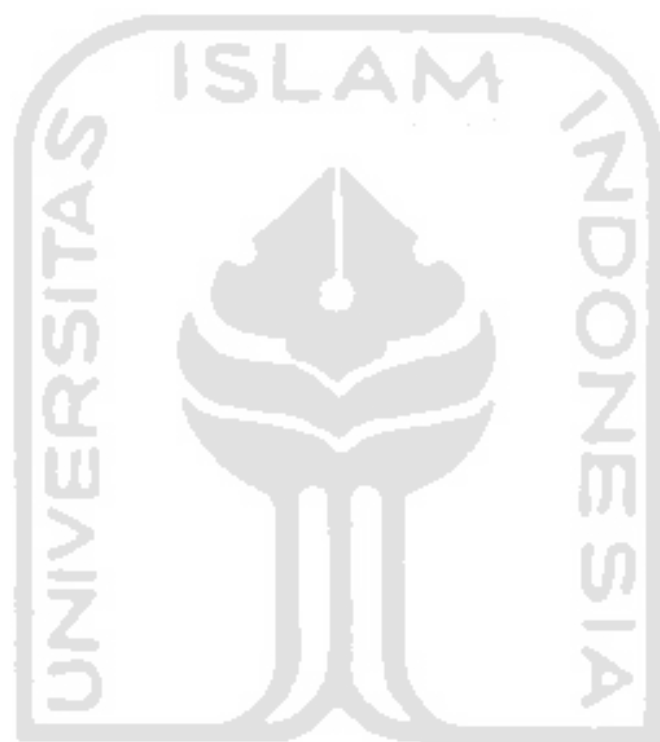




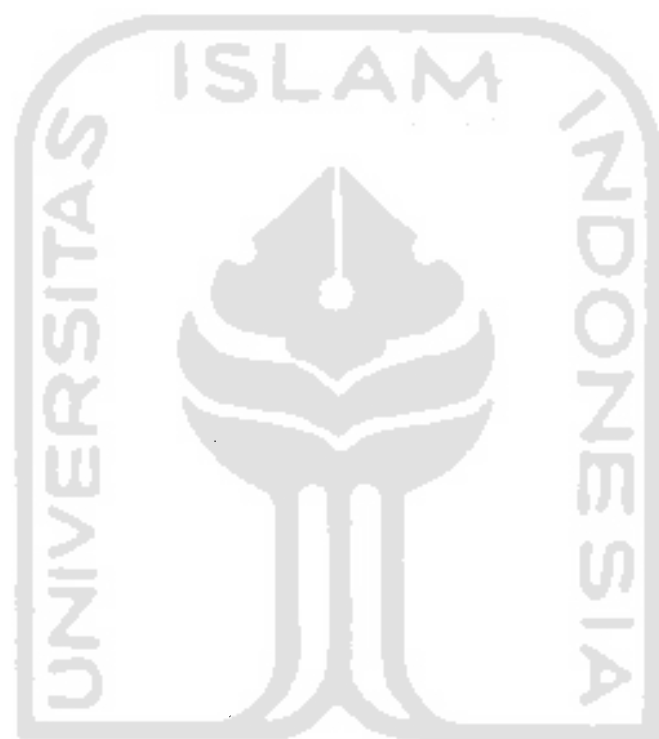
جامعة الإسلام في إندونيسيا



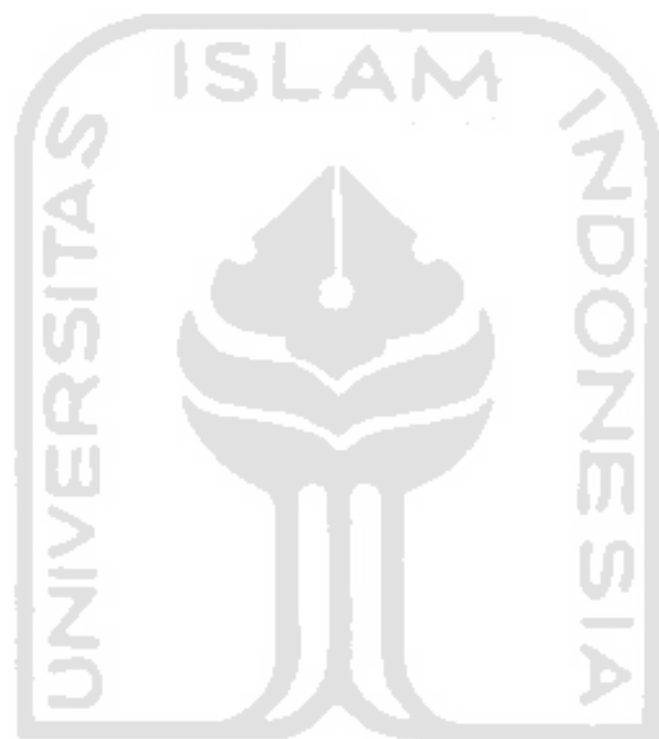
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



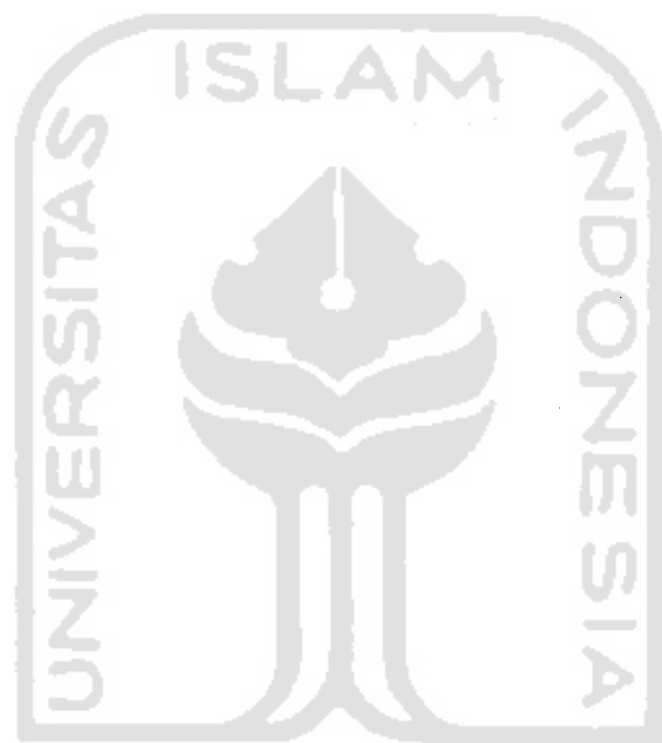
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



جامعة الإسلام في إندونيسيا



جامعة الإسلام في إندونيسيا



جامعة الإسلام في إندونيسيا

