

**ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN MATERIAL
BETON BERTULANG PADA PLAT BENTANG LEBAR
DENGAN KOMBINASI JUMLAH BALOK SILANG**



TI GAS ARRIER

*Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*

Udah :

RIDWAN DENAS

03081001023

Dosen Pembimbing :

Ir. H. Irvan Fikri Astira, MS

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2013**

S
693. SD7

R10

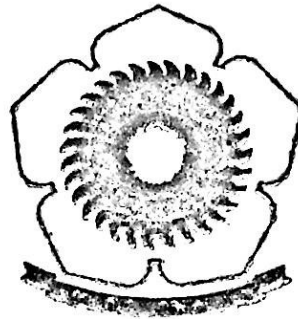
a

2013

C - 136 ggg

**ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN MATERIAL
BETON BERTULANG PADA PLAT BENTANG LEBAR
DENGAN KOMBINASI JUMLAH BALOK SILANG**

R. 22613 / 23107 .



TUGAS AKHIR

*Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik
pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*

Oleh :

**RIDWAN DENAS
03081001023**

Dosen Pembimbing :

Ir. H. Imron Fikri Astira, MS

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2013**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : RIDWAN DENAS
NIM : 03081001023
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN MATERIAL
BETON BERTULANG PADA PLAT BENTANG LEBAR
DENGAN KOMBINASI JUMLAH BALOK SILANG

Inderalaya, 23 Maret 2013

Ketua Jurusan Teknik Sipil,



Dr. H. Yakni Idris, MSc., MSCE

NIP. 19540224 198503 1 001

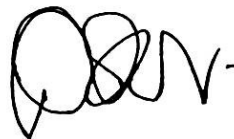
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : RIDWAN DENAS
NIM : 03081001023
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN MATERIAL
BETON BERTULANG PADA PLAT BENTANG LEBAR
DENGAN KOMBINASI JUMLAH BALOK SILANG

Inderalaya, 23 Maret 2013

Dosen Pembimbing,



Ir. H. Imron Fikri Astira, MS

NIP. 19540224 198503 1 001

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGAJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : RIDWAN DENAS
NIM : 03081001023
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS EFISIENSI PENGGUNAAN MATERIAL
BETON BERTULANG PADA PLAT BENTANG LEBAR
DENGAN KOMBINASI JUMLAH BALOK SILANG

Inderalaya, 23 Maret 2013

Pemohon,

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Ridwan Denas', with a long horizontal stroke extending to the left.

Ridwan Denas

NIM. 03081001023

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya kecil ini dengan penuh hormat dan kasih sayang
untuk kedua orang tuaku,

Ibunda Dediarni yang selalu kumindukan &

Ayahanda Muhammad Masir yang sangat kubanggakan

Terimakasih atas doa yang tak pernah henti, dan selalu menuntunku
menuju plan Rabb-ku

Serta untuk adik-adik ku tercinta,

Diana Rahman, A Md, Kep.

Muhammad Fauzan Denas

Rahmat Irfan Denas

Nurul Azizah

Semoga selamanya kita saling menyayangi dalam suka dan duka...

Ucapan Terimakasih untuk :

1. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, M.S. selaku dosen pembimbingku dalam menyelesaikan skripsi ini, terimakasih nian bimbingannya pak.
2. Ibu Rosidawani, ST, MT. semoga lancar meraih gelar Doktor-nya.
3. Roni Fransiska & Seluruh keluarga RB. sangat banyak terimakasih yang ingin kusampaikan.
4. My ADD in Team : Dian Suhendra & Azhari Husni. menunggu tiba waktunya membangun kuda-kuda yang sebenarnya.
5. Dede Irawan. terimakasih telah menemaniku begadang di masa-masa *trial thesis* menjelang persidangan.
6. Rahmat Fitrianto. dengan nasib nilai yang sama, semoga sukses sama-sama.
7. Frandy R. Ami, Rahmat Syawal, & Ari Andrianto. terimakasih untuk kebersamaan yang pernah kita jalani di distrik A-16.
8. Almamater-ku Civil-eng 08. bangga telah bertemu dan berteman dengan kalian semua.
9. Rekan-rekan di Waskita 01 : p'Haris, p'lpunk, p'Novens, p'Iwan, p'Bagus, Suryanto, Arom, Tian, Adhi, et al. terimakasih telah memberiku kesempatan mengenal dunia konstruksi lebih dini. semoga lebih sukses next project!!

Special thanks for,

Susi Yohana (you've completed me)

Terimakasih buat dukungan & perhatian yang gak pernah habis (dan gak boleh habis!!). Cepet nyusul ya...

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'aalamiin. Puji dan syukur setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya yang tak henti-hentinya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **"Analisis Efisiensi Penggunaan Material Beton Bertulang pada Plat Bentang Lebar dengan Kombinasi Jumlah Balok Silang"** ini dengan baik, dalam rangka memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, motivasi, kerjasama, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. Yakni Idris, MSc, MSCE. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, masukan, dan motivasi bagi penulis dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Rosidawani, ST, MT. Selaku dosen pembimbing akademik yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan kegiatan akademik pada Jurusan Teknik Sipil Unsri dari awal hingga akhir semester.
4. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Unsri atas semua ilmu yang diberikan, semoga berkah dan bermanfaat.
5. Segenap karyawan Fakultas Teknik dan Jurusan Teknik Sipil Unsri yang telah memberikan bantuan dan arahan dalam urusan administrasi, serta semua pihak yang telah membantu selama penulis menyelesaikan studi.

Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak sekali kekurangan dan kesalahan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kebaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Terimakasih.

Indralaya, 23 Maret 2013

Penulis

ABSTRAK

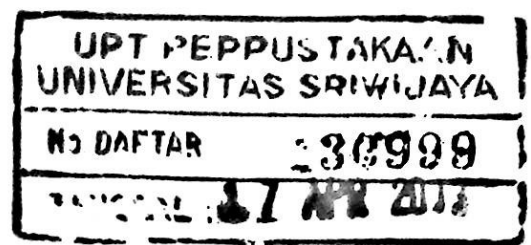
Dalam perencanaan konstruksi gedung terkadang menuntut keberadaan plat dengan bentang yang besar, baik karena faktor estetika maupun faktor fungsi gedung yang tidak menghendaki adanya kolom-kolom dengan jarak yang berdekatan. Perhitungan plat untuk bentang lebar dengan cara sederhana tentunya akan menghasilkan plat dengan ketebalan yang besar, sehingga membutuhkan material beton bertulang dalam jumlah banyak, yang turut berdampak pada penambahan berat sendiri struktur gedung. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi ketebalan plat yang besar ini adalah memasang balok silang sebagai penopang di bawah permukaan plat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah pemasangan balok silang yang ekonomis dengan merubah ketebalan plat menjadi lebih tipis dan untuk mengetahui efisiensi dalam penggunaan material beton bertulang. Untuk eksperimental dibuat 15 model plat dengan 3 macam sisi pendek (L_x) dan 5 macam sisi panjang (L_y) yang divariasikan untuk $L_y/L_x = 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, \text{ dan } 1.8$. Pada masing-masing model plat diterapkan 5 macam kombinasi jumlah balok silang dan diberi beban merata yang sama.

Dari hasil perhitungan dan analisa terhadap seluruh pemodelan plat diketahui jumlah pemasangan balok silang yang paling ekonomis adalah 1 bentang balok anak searah sisi panjang plat dan 1 hingga 3 bentang balok anak searah sisi pendek plat, dengan efisiensi yang dapat dilakukan berkisar antara 15% – 25%. Selain dapat memperkecil biaya konstruksi, penggunaan balok silang pada plat dengan bentang yang besar juga dapat mengurangi berat sendiri struktur gedung.

Kata kunci : plat, balok silang, ekonomis, efisiensi.

DAFTAR ISI



Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR GRAFIK	xv

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penulisan	2
1.4 Ruang Lingkup Penulisan.....	2
1.5 Sistematika Penulisan.....	2

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Plat.....	4
2.1.1. Pengertian.....	4
2.1.2. Tumpuan plat.....	4
2.1.3. Jenis perletakan plat pada balaok	5
2.1.4. Sistem penulangan plat	6
2.1.4.1. Plat satu arah (one way slab).....	6
2.1.4.2. Plat dua arah (two way slab)	7
2.1.5. Perencanaan tebal plat dua arah	9
2.1.6. Lendutan pada plat dua arah	10
2.1.7. Perencanaan tulangan plat dua arah.....	12
2.2. Balok	14
2.2.1. Prinsip desain balok	14

2.2.2.	Analisa balok	16
2.2.2.1.	Tegangan lentur.....	16
2.2.2.2.	Tekuk lateral pada balok.....	16
2.2.2.3.	Tegangan geser.....	17
2.2.2.4.	Tegangan tumpu.....	17
2.2.2.5.	Torsi.....	18
2.2.2.6.	Pusat Geser	19
2.2.2.7.	Defleksi.....	19
2.2.3.	Perencanaan balok beton bertulang	20
2.2.3.1.	Merencanakan tulangan balok	20
2.2.3.2.	Merencanakan tulangan sengkang	22
2.3	Balok Grid	23
2.3.1.	Sistem grid persegi.....	23
2.3.2.	Sistem grid miring/diagonal	24
2.3.3.	Sistem grid majemuk	25

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Penentuan Sampel	26
3.2	Pengumpulan Data	27
3.2.1	Perhitungan pada plat datar biasa (tanpa balok silang).....	27
3.2.2	Perhitungan pada plat struktur grid (dengan balok silang) ...	29
3.3	Analisis Model	30
3.4	Pembahasan	30

BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1	Objek Penelitian	31
4.2	Data Perencanaan	32
4.2.1	Mutu beton	33
4.2.2	Data dimensi struktur	33
4.2.3	Data pembebanan.....	34
4.2.4	Parameter desain.....	34
4.3	Contoh Perhitungan untuk Plat 6x6 m	34
4.3.1.	Model plat datar biasa (tanpa balok silang)	34
4.3.1.1.	Penentuan tebal plat.....	34

4.3.1.2. Penulangan plat	39
4.3.1.3. Volume material plat	41
4.3.2. Model plat struktur grid (dengan balok silang)	42
4.3.2.1. Volume beton	42
4.3.2.2. Volume tulangan	43
4.4 Indeks Perbandingan Harga Beton dan Baja Tulangan.....	47
4.4.1 Analisis Harga Beton per meter kubik (m^3).....	48
4.4.2 Analisis harga baja tulangan per meter kubik (m^3)	49
4.4.3 Indeks konversi volume beton dan baja tulangan per juta rupiah	49
4.5 Hasil Analisis Struktur Seluruh Pemodelan	49
4.5.1 Pemodelan plat dengan $L_y/L_x = 1,0$	50
4.5.2 Pemodelan plat dengan $L_y/L_x = 1,2$	51
4.5.3 Pemodelan plat dengan $L_y/L_x = 1,4$	52
4.5.4 Pemodelan plat dengan $L_y/L_x = 1,6$	53
4.5.5 Pemodelan plat dengan $L_y/L_x = 1,8$	54
4.6 Analisis Data Hasil Pemodelan.....	55
BAB V. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan	59
5.2. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Urutan Pembagian Bentang Plat Menjadi Struktur Grid	26
Tabel 4.1 Dimensi Pemodelan Plat.....	32
Tabel 4.2 Dimensi Struktur Rencana Pemodelan Plat	33
Tabel 4.3-1 Volume Beton Plat dan Balok Silang Bentang 6x6 m	43
Tabel 4.3-2 Volume Tulangan Lapangan Plat Struktur Grid Bentang 6x6 m	46
Tabel 4.3-3 Volume Tulangan Tumpuan Plat Struktur Grid Bentang 6x6 m	46
Tabel 4.3-4 Volume Tulangan Dalam Plat Struktur Grid Bentang 6x6 m	46
Tabel 4.3-5 Volume Tulangan Balok Silang Lx Bentang 6x6 m	46
Tabel 4.3-6 Volume Tulangan Balok Silang Ly Bentang 6x6 m	47
Tabel 4.3-7 Volume Tulangan Total Plat + Balok Silang Bentang 6x6 m	47
Tabel 4.4-1 Perhitungan Harga Beton per m ³	48
Tabel 4.4-2 Perhitungan Harga Baja Tulangan per m ³	49
Tabel 4.5-1(a) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 6x6 m.....	50
Tabel 4.5-1(b) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 7,5x7,5 m	50
Tabel 4.5-1(c) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 9x9 m	50
Tabel 4.5-2(a) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 6x7,2 m	51
Tabel 4.5-2(b) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 7,5x9 m	51
Tabel 4.5-2(c) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 9x10,8 m	51
Tabel 4.5-3(a) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 6x8,4 m	52
Tabel 4.5-3(b) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 7,5x10,5 m...	52
Tabel 4.5-3(c) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 9x12,6 m	52
Tabel 4.5-4(a) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 6x9,6 m	53
Tabel 4.5-4(b) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 7,5x12 m	53
Tabel 4.5-4(c) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 9x14,4 m	53
Tabel 4.5-5(a) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 6x10,8 m	54
Tabel 4.5-5(b) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 7,5x13,5 m...	54
Tabel 4.5-5(c) Perbandingan Harga Plat Biasa dan Struktur Grid Bentang 9x16,2 m	54
Tabel 4.5-6 Efisiensi Material pada Struktur Grid dengan Pembagian 2-2 dan 2-4	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Penumpu Plat	4
Gambar 2.2 Jenis Perletakan Plat pada Balok	5
Gambar 2.3 Distribusi Momen Lentur pada Plat 1 Arah yang Ditumpu pada 2 sisi yang Berhadapan	6
Gambar 2.4 Distribusi Momen Lentur pada Plat 1 Arah yang Ditumpu pada 4 Sisinya	6
Gambar 2.5 Contoh Plat dengan Tulangan Pokok Satu Arah	7
Gambar 2.6 Distribusi Momen Lentur pada Plat 2 Arah yang Ditumpu pada 4 Sisinya	8
Gambar 2.7 Contoh Plat dengan Tulangan Pokok Dua Arah	8
Gambar 2.8 Notasi Dimensi Bentuk Penampang Balok Γ atau T untuk Menghitung Momen Inersia Terhadap Sumbu Mendatar (I_x)	10
Gambar 2.9 Penentuan Panjang Bentang Plat (L)	13
Gambar 2.10 Susunan hirarki pada sistem struktur. Sistem satu, dua, dan tiga tingkat. Ukuran elemen struktur tergantung pada bentang dan besar beban yang dipikul	14
Gambar 2.11 Jenis-jenis Perilaku Balok	15
Gambar 2.12 Pengekang Lateral untuk Balok Kayu	17
Gambar 2.13 Torsi yang Terjadi pada Balok.	18
Gambar 2.14 Penampang Balok dan Ketahanan Terhadap Torsi	18
Gambar 2.15 Pusat Geser (<i>Shear Center</i>) pada Balok	19
Gambar 2.16 Berbagai Type Struktur Plat Lantai.....	23
Gambar 2.17 Sistem Grid Persegi	24
Gambar 2.18 Sistem Grid Miring.....	24
Gambar 2.19 Sistem Grid Majemuk.....	25
Gambar 3.1 Type Plat Berdasarkan Tumpuan Sisi-sisinya	27
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> Penentuan Tebal dan Lendutan Plat Datar Biasa	28
Gambar 3.3 <i>Flowchart</i> Penentuan Tebal Plat dan Dimensi Balok Struktur Grid	29
Gambar 4.1 Contoh Perbandingan Plat Bentang Lebar Dimensi 6x6 m dengan 2 Model Struktur	31

Gambar 4.2	Posisi Objek Penelitian Plat	32
Gambar 4.3	Penentuan As Plat dan Penomoran Balok Sekeliling Plat 6x6	34
Gambar 4.4	Dimensi Penampang Balok 1 dan 2 pada Plat 6x6	35
Gambar 4.5	Dimensi Penampang Balok 3 dan 4 pada Plat 6x6	36
Gambar 4.6	Sketsa Jarak Penulangan Balok Silang	44
Gambar 4.7	Sketsa Penulangan Sengkang Balok Silang	44

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.5-1 Perbandingan Harga Plat dan Struktur Grid dengan Ly/Lx = 1,0	55
Grafik 4.5-2 Perbandingan Harga Plat dan Struktur Grid dengan Ly/Lx = 1,2	56
Grafik 4.5-3 Perbandingan Harga Plat dan Struktur Grid dengan Ly/Lx = 1,4	56
Grafik 4.5-4 Perbandingan Harga Plat dan Struktur Grid dengan Ly/Lx = 1,6	57
Grafik 4.5-5 Perbandingan Harga Plat dan Struktur Grid dengan Ly/Lx = 1,8	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plat lantai adalah salah satu elemen struktur yang sangat penting keberadaannya dalam sebuah bangunan gedung, karena merupakan tempat berpijak bagi manusia serta barang-barang yang ada di atasnya. Dalam perencanaannya, plat lantai harus diperhitungkan dapat meminimalisir defleksi atau lendutan yang akan terjadi baik sebelum maupun setelah diberi beban. Hal ini bertujuan untuk menciptakan rasa nyaman bagi penghuninya dalam beristirahat maupun melakukan aktivitas lainnya, karena lendutan yang besar akan menimbulkan rasa khawatir terjadinya keruntuhan.

Besar lendutan yang terjadi pada plat tergantung dari lebar plat (jarak bentang antar sisi plat terdekat yang saling berseberangan). Semakin besar bentangnya maka semakin besar pula lendutan yang akan terjadi, disebabkan berkurangnya sifat kekakuan dari plat. Untuk mengatasinya maka alternatif sederhana yang biasa dilakukan adalah dengan menambah ketebalan plat. Namun cara ini tidak terlalu baik karena tidak efisien, boros material, dan semakin menambah berat sendiri struktur tersebut.

Salah satu alternatif solusi untuk meningkatkan sifat kekakuan material ini adalah dengan memanfaatkan persilangan balok, yang secara umum lebih dikenal dengan istilah Struktur Grid. Struktur ini umumnya dipakai pada bentang plat yang besar. Struktur grid mempunyai sifat utama dapat mendistribusikan beban pada kedua arah secara seimbang (Puspantoro, 1993).

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang akan dirumuskan pada Tugas Akhir ini adalah mencari hubungan antara plat tanpa balok silang dengan plat jika menggunakan balok silang (struktur grid), dalam batas lendutan yang sama dan memenuhi syarat keamanan lendutan masing-masing struktur plat.



1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian pada tugas akhir ini adalah :

- a. Untuk mengetahui efisiensi penggunaan material beton dan baja tulangan yang dapat dilakukan dalam pelaksanaan pekerjaan plat bentang lebar dengan merubah struktur plat dari yang lebih tebal menjadi lebih tipis namun dengan penambahan balok silang (struktur grid).
- b. Untuk mengetahui alternatif pembagian bentang plat yang paling ekonomis untuk dijadikan plat dengan struktur grid.

1.4 Ruang Lingkup Penulisan

Berdasarkan pada permasalahan di atas, ruang lingkup pembahasan laporan Tugas Akhir ini dibatasi pada :

- a. Plat yang ditinjau adalah plat beton dua arah (*two way slab*), dengan keempat sisinya menumpu pada balok induk.
- b. Plat polos yang ditinjau untuk dirubah menjadi plat dengan balok silang adalah plat dengan tebal perlu sama dengan atau lebih dari 14 cm.
- c. Dukungan pada tepi-tepi plat adalah terjepit penuh dan menerus.
- d. Struktur grid yang ditinjau adalah sistem grid persegi.
- e. Besar muatan yang bekerja di atas permukaan plat disamakan untuk seluruh model yang dibuat.
- f. Efisiensi dilihat dari kebutuhan volume beton dan baja tulangan yang dikonversi menjadi biaya material untuk membuat sistem struktur plat terpilih menggunakan harga rata-rata material untuk Kota Palembang.

1.5 Sistematika Penulisan

Rencana sistematika penulisan laporan Tugas Akhir ini secara garis besar disusun menjadi 5 bab sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Dalam bab ini berisikan latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, ruang lingkup penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pembahasan mengenai tinjauan pustaka yang menginformasikan tentang bahan- bahan yang didapat dari pustaka maupun dari penelitian yang sudah ada.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pembahasan mengenai langkah-langkah dan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian.

BAB IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pembahasan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan tentang hubungan antara plat tanpa balok silang dengan plat jika menggunakan balok silang.

BAB V. PENUTUP

Berisi kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang telah dilakukan pada bab sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariestadi, Dian. 2008. *Teknik Struktur Bangunan Jilid 2*. Jakarta. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Asroni. Ali. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta. Graha Ilmu
- Astira, Imron Fikri, Ir, MS. 2000. *Diklat Kuliah Struktur Plat dan Cangkang*. Palembang.
- Dewobroto, Wiryanto. *Perancangan Balok Beton Bertulang dengan SAP2000*. Jurnal Teknik Sipil - UPH, Vol.1 No.2 Juli 2005.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta. Gramedia Pustaka Utama.
- Galeb, Alaa C. & Atiyah, Zainab F. *Optimum Design of Reinforced Concrete Waffle Slabs*. International Journal of Civil and Structural Engineering Volume 1, No 4, 2011.
- Nt, Suyono. 2007. *Rangkuman Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung (PPIUG)-1983*.
- Nurlina, Siti. Wahyuni, Edhi & Wijaya, Ming Narto. *Studi Eksperimental Momen Batas pada Pelat Berusuk Akibat Pembebanan Merata*. Jurnal Rekayasa Sipil, Volume 4, No.3, 2010
- Partama, I Gusti Ngurah Eka. *Penentuan Tebal Pelat Lantai Sistem Pelat Dua Arah pada Gedung Bertingkat Berdasarkan SNI 03-2847-2002*. Jurnal Sipil Unwira Vol. 1 No. 2 September 2010.
- Pasaribu, Irvan Riko & Tarigan, Johannes. *Desain dan Analisa Harga Pelat Satu Arah dengan Memakai Pelat Komposit Dibandingkan dengan Pelat Beton Biasa pada Bangunan Bertingkat*. Jurnal Teknik Sipil USU.
- Pramono, Handi. 2007. *Desain Konstruksi Plat & Rangka Betong Bertulang dengan SAP2000*. Yogyakarta. Andi
- Puspantoro, Ign Benny. 1993. *Teori dan Analisis Balok Grid*. Yogyakarta. Andi

RSNI 2007. *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton untuk Konstruksi Bangunan Gedung dan Perumahan*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.

Sathawane, Amit A. & Deotale, R.S. *Analysis And Design of Flat Slab And Grid Slab And Their Cost Comparison*. International Journal of Advanced Technology in Civil Engineering, ISSN: 2231-5721, Volume-1, Issue-2, 2012.

Sitompul, Toni M. Pemakaian Elemen Grid (Balok Silang) untuk Menentukan Lendutan pada Balok (Studi Literatur). USU Repository, 2009.

SK SNI 03-2847-2002. 2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta. Badan Standarisasi Nasional.

Vis, W.C. & Kusuma, Gideon. 1993. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03*. Jakarta. Penerbit Erlangga.