

Bidang Ilmu Rekayasa

**LAPORAN PENELITIAN  
BERORIENTASI PRODUK (PBP)**

**PROGRAM (*SOFTWARE*) PERENCANAAN TULANGAN  
PLAT BETON BERTULANG PADA RUMAH BERTINGKAT  
SEDERHANA BERDASAR SNI -2847-2002**



**Oleh :**

**Zamzami Septiropa, ST, MT**

**LEMBAGA PENELITIAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG  
MEI, 2007**

**HALAMAN PENGESAHAN USUL  
PENELITIAN BERORIENTASI PRODUK (PBP)**

1. Judul Penelitian : **Program (*Software*)Perencanaan Tulangan Plat Beton Bertulang Pada Rumah Bertingkat Sederhana Berdasar SNI -2847-2002**
2. Ketua Peneliti :
  - a. Nama lengkap dan gelar : Zamzami Septiropa, ST, MT
  - b. Jenis kelamin : Laki-laki
  - c. NIPUMM : 108.9911.0349
  - d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
  - e. Jabatan Struktural : Dosen
  - e. Fakultas/ Jurusan : Teknik Sipil
3. Lokasi penelitian : Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil UMM
4. Jangka waktu penelitian : 10 bulan (2 semester )
5. Biaya yang diperlukan : Rp. 6.300.000,-  
( *Enam Juta tiga ratus ribu rupiah*)

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Teknik

Malang, 5 Januari 2007  
Ketua Peneliti,

**Ir. Sunarto, MT**

**Zamzami Septiropa,ST, MT**

Menyetujui,  
Ketua Lembaga Penelitian

**(Dr. Ir. Wahyu Widodo, MP)**

**Identitas Penelitian**

1. Judul Usul : **Program (*Software*)Perencanaan Tulangan Plat Beton Bertulang Pada Rumah Bertingkat Sederhana Berdasar SNI -2847-2002**
2. Ketua Peneliti
  - a. Nama Lengkap : Zamzami Septiropa, ST, MT
  - b. Bidang Keahlian : Rekayasa Struktur
  - c. Jabatan Struktural : Dosen
  - d. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
  - e. Unit kerja : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UMM
  - f. Alamat Surat : Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UMM
  - g. Telpon/ HP : 0341468192/ 08123073824
  - h. E-mail : [zamzami@umm.ac.id](mailto:zamzami@umm.ac.id)
3. Anggota Peneliti : A.F Sujatmiko, ST (Unit Kerja BP3K UMM)
4. Obyek Penelitian : Kebutuhan Baja Tulangan dan Material Plat Beton Bertulang untuk Rumah Bertingkat Sederhana.
5. Masa Pelaksanaan Penelitian :
  - Mulai : Januari 2007
  - Akhir : Oktober 2007
6. Jumlah yang disetujui :
  - Semester I : Rp. 2.500.000,-
  - Anggaran Keseluruhan : Rp. 6.300.000,-
7. Lokasi Penelitian :
  - a. Penelitian lapang proyek sekitar Malang
  - b. Penelitian di Laboratorium Aplikasi Komputer Jurusan Teknik Sipil
8. Hasil Yang ditargetkan :
  - a). Semester I : Program Perencanaan Kebutuhan Tulangan dan Material Plat Beton Bertulang pada Rumah bertingkat sederhana yang memenuhi syarat perencanaan berdasarkan SNI 2847 2002
  - b) Semester II : Program Perencanaan Kebutuhan Tulangan Balok Beton bertulang sebagai penyangga palt beton bertulang yang memenuhi syarat perencanaan berdasarkan SNI 2847 2002
9. Institusi yang terlibat : Kontraktor Jasa Konstruksi di sekitas Malang

## **ABSTRAK**

Penelitian ini merupakan sebagai usaha untuk mempermudah proses perencanaan kebutuhan tulangan pada struktur beton bertulang pada rumah tinggal sederhana, yang memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan. Dimana proses ini dirasa cukup rumit karena memerlukan proses perhitungan dengan menggunakan rumus yang cukup panjang yang mungkin hanya bisa dipahami oleh seorang engineer dibidang Teknik Sipil.

Dengan adanya Program Aplikasi ini diharapkan akan mempermudah para kontraktor pada umumnya dalam merencanakan kebutuhan tulangan terpasang pada struktur beton bertulang beserta kebutuhan materialnya pada pekerjaan Rumah Bertingkat Sederhana. Tidak mustahil orang awampun akan mamapu menghitung kebutuhan tulangan dan material beton yang dibutuhkan pada pekerjaan rumah bertingkat sederhana.

***Kata kunci : Program, Tulangan Plat Beton***

## **BAB I PENDAHULUAN**

Salah satu kebutuhan primer dari setiap individu manusia adalah kebutuhan akan rumah tinggal yang lebih dikenal dengan kebutuhan Papan diantara kebutuhan primer lainnya yakni sandang, dan pangan. Menjadi fakta dilapangan bahwa kemampuan daya beli masyarakat hingga saat ini akan rumah tinggal lebih cenderung pada rumah tinggal sederhana artinya masyarakat kalangan menengah kebawah lebih banyak memilih bisa memiliki rumah sendiri meskipun kecil (sederhana) dengan luas bangunan dan lahan yang terbatas atau bahkan dengan lokasi yang kurang strategis. Lebih-lebih dengan dipermudahnya fasilitas pinjaman dari berbagai lembaga-lembaga pengelola kredit kepemilikan rumah pada saat ini.

Sebagai hasrat fundamental dari setiap individu manusia selalu ingin mengalami perubahan yang selalu kurang puas dengan apa yang sudah dimiliki, termasuk dengan rumah yang sudah dimilikinya. Atas dasar pertimbangan kebutuhan ruangan yang kurang dan luas lahan bangunan yang terbatas, maka tidak ada pilihan lain harus mengembangkan rumahnya secara vertikal atau dengan kata lain menjadikan rumahnya menjadi bertingkat.

Pekerjaan meningkat rumah (menambah level bangunan) bukanlah pekerjaan yang mudah, artinya dalam merencanakan pekerjaan ini memerlukan kemampuan khusus. Lebih-lebih untuk pekerjaan struktur beton bertulang perlu kecermatan dan pengetahuan yang cukup dalam menentukan kualitas beton dan jumlah kebutuhan besi tulangan yang harus terpasangkan dalam sebuah struktur beton. Banyak sekali pekerja jasa konstruksi yang bisa mengerjakan pekerjaan beton tapi dari sisi kualitas dan jaminan keamanan sangatlah kecil, karena kalau salah dalam memasang besi tulangan ataupun salah dalam menentukan kualitas beton, maka struktur yang terbangun bisa runtuh/ hancur karena tidak mampu menahan beban yang bekerja di atasnya.

Begitu halnya dalam suatu pekerjaan perencanaan struktur beton khususnya perencanaan tulangan plat beton bertulang pada rumah bertingkat sederhana, juga memerlukan kecermatan yang tinggi karena bagian ini adalah bagian yang pertama dalam hirarki pembebanan merupakan bagian yang pertama kali

menerima beban guna dari fungsi bangunan yang direncanakan. Sehingga dalam merencanakannya memerlukan tahapan-tahapan yang khusus dengan parameter rumus yang cukup rumit dan banyak. Terutama apabila pekerjaan perencanaan tulangan plat beton bertulang ini dikerjakan secara manual maka akan banyak memakan waktu dan tenaga dalam menyelesaikan hitungan-hitungan perencanaan struktur beton tersebut. Lain halnya apabila hitungan yang ada dikemas dalam suatu bahasa Pemrograman Komputer, maka tidak mustahil pekerjaan yang semula dikerjakan beberapa hari akan bisa diselesaikan hanya dalam waktu sehari saja atau bahkan hanya beberapa jam saja.

Lebih-lebih pada saat sekarang ini metode perencanaan senantiasa berkembang maka jelas sangat dibutuhkan suatu cara praktis dan efisien dalam menyelesaikan suatu pekerjaan perencanaan struktur beton berdasarkan metode terbaru dalam hal ini metode SNI-2847-2002 tanpa harus mempelajari terlebih dahulu dengan cermat metode tersebut.

Mengingat Perguruan Tinggi yang dikenal sebagai pusat kreatifitas dalam menyelenggarakan pendidikan tinggi disamping sebagai pengantar Ilmu Pengetahuan (*Carrier of Knowledge*) ataupun sebagai penghasil Ilmu Pengetahuan (*Product of knowledge*) sudah tidak disangkal lagi bahwa kehadiran teknologi komputer telah memasuki hampir seluruh kehidupan kita sehari-hari baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga bisa disimpulkan dalam era informasi ini “ *Siapa yang lebih cepat dan lebih strategis beradaptasi terhadap kecepatan perubahan maka ia akan dapat menguasai peluang-peluang usaha* “.

Dengan demikian kemampuan ataupun ketrampilan dalam menyelesaikan suatu permasalahan dengan cepat sangat berpengaruh dalam meningkatkan efisiensi waktu , tenaga, dan biaya.

## **BAB II**

### **RUMUSAN MASALAH**

Pada penelitian ini rumusan masalah yang akan diangkat adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana membuat program perencanaan tulangan plat beton bertulang pada rumah bertingkat sederhana yang memenuhi persyaratan tingkat keamanan dan tingkat pelayanan (*serviceability*).
- b. Bagaimana batasan-batasan yang ada (kontrol) terhadap suatu analisa hasil perencanaan tulangan plat beton bertulang pada tingkat pelayanan aman terhadap lendutan dan retak.
- c. Bagaimana membuat seorang perencana merasakan kemudahan dalam merencanakan plat beton bertulang beserta kebutuhan materialnya.

## BAB III TINJAUAN PUSTAKA

### 3.1 Tinjauan Umum Plat

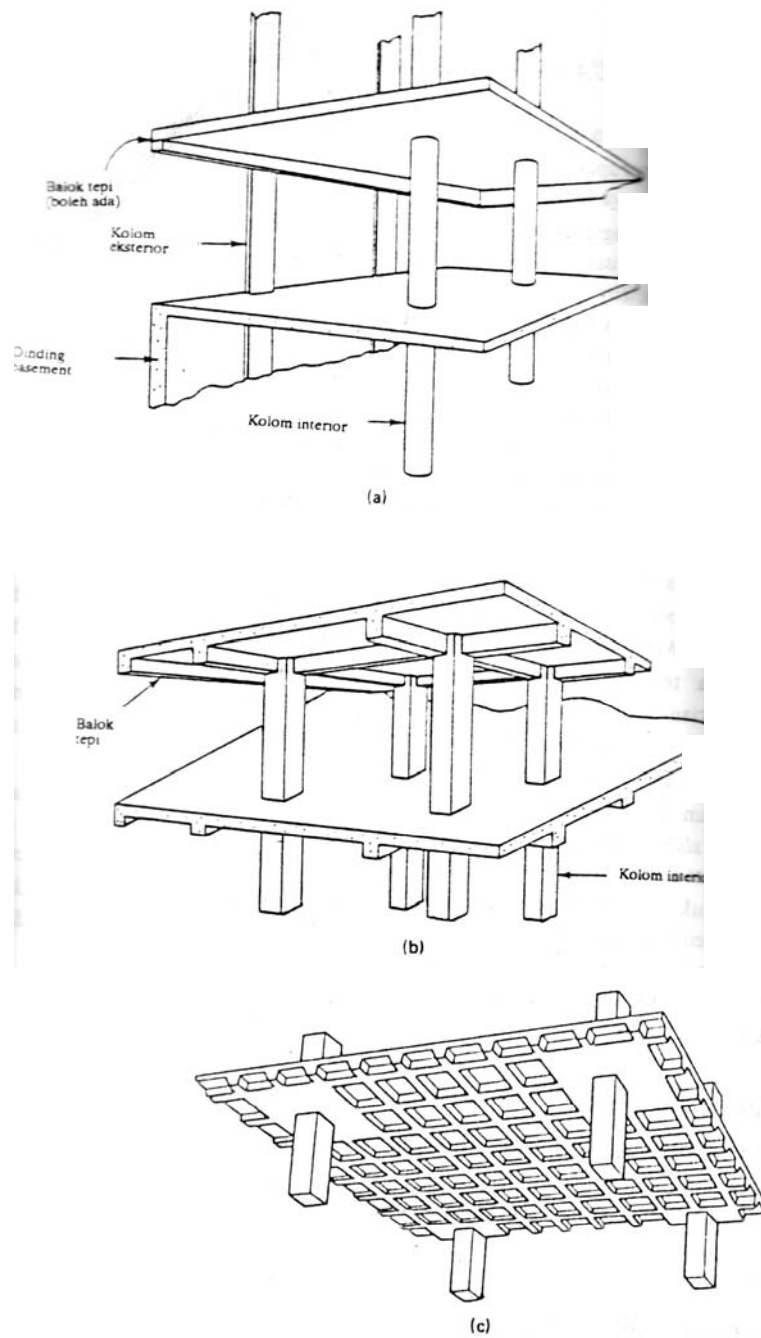
Sistem lantai biasanya terbuat dari beton bertulang yang dicor di tempat. Plat dan *slab* dua arah merupakan panel-panel beton bertulang yang perbandingan antara panjang dan lebarnya lebih kecil dari 2. Analisa dan desain sistem *slab* meliputi berbagai aspek. Perkembangan ilmu pengetahuan dewasa ini memungkinkan adanya evaluasi:

1. Kapasitas momen
2. Kapasitas geser kolom *slab*, dan
3. Perilaku *serviceability*, sebagaimana yang ditentukan oleh kontrol defleksi dan retak.

Analisis perilaku *slab* terhadap lentur pada tahun 1940-an dan awal tahun 1950-an masih mengikuti teori elastisitas klasik, khususnya di Amerika Serikat. Teori defleksi kecil pada plat, dengan anggapan materialnya homogen dan isotropis, merupakan dasar-dasar peraturan ACI yang dinyatakan sebagai tabel-tabel momen. Riset, khususnya oleh Westergaard, yang secara empiris memungkinkan adanya redistribusi momen secara terbatas, memberikan petunjuk yang selanjutnya dituangkan dalam bentuk peraturan. Dengan demikian solusi elastis, yang masih terbatas pada bentuk *slab* dan kondisi batas sederhana – pada waktu itu masih belum tersedia komputer – mengharuskan adanya idealisasi dari kondisi sesungguhnya.

Pada tahun 1943, Johansen menerbitkan teori garis leleh untuk mencari kapasitas *collapse* pada *slab*. Sejak saat itu, banyak dilakukan riset mengenai perilaku akhir pada *slab* beton bertulang. Peneliti-peneliti seperti Ockleston, Mansfield, Rzhanytsy, Powell, Wood, Swaczuk, Gamble-Sozen-Siess, dan Park memberikan banyak kontribusi dalam pengertian mengenai perilaku *limit-state* (keadaan batas) pada *slab* dan plat, pada keadaan beban runtuh maupun beban kerja. (*nawy*, pp 439)





**Gambar 3.1 : (a). Plat Sistem Drop Panel (b). Plat Sistem Konvensional (c). Plat Sistem Wafel (Balok Grid) (Nawy, 1990)**

### 3.2 Tinjauan Metode

Berbagai metode yang digunakan untuk analisis (desain) plat dan *slab* dua arah dapat diringkas sebagai berikut:

### 3.2.1 Pendekatan Semielastis dari ACI

Pendekatan ACI memberikan dua alternatif untuk analisa dan desain sistem rangka plat dan *slab* dua arah: metode desain langsung (*direct design method*) dan metode portal ekuivalen (*equivalent frame method*).

### 3.2.2 Teori Garis Leleh (Yield-Line Theory)

Pendekatan semielastis hanya dapat digunakan untuk kasus-kasus yang standar dan mempunyai faktor keamanan berlebihan terhadap kapasitasnya. Sebaliknya, metode garis leleh dapat digunakan dengan mudah untuk bentuk yang tak teratur dengan berbagai kondisi batas. Apabila syarat-syarat serviceability telah terpenuhi, maka teori garis leleh Johansen merupakan pendekatan yang paling mudah yang dapat dipergunakan, dan merupakan metode yang dapat memperlihatkan perilaku sesungguhnya pada *slab* dan plat beton bertulang. Dengan cara ini momen lentur dapat diperoleh dari mekanisme *collapse* (runtuh) yang diasumsikan merupakan fungsi dari beban luar dan bentuk panel lantai.

### 3.2.3 Teori Batas pada Plat

Solusi batas (*limit*) ini menjadi penting digunakan karena dengan cara *collaps*, mungkin diperoleh beban runtuh yang lebih kecil. Dengan demikian batas atas (*upper-bound*) dapat diperoleh bila digunakan mekanisme yang benar yang dipakai dalam menuliskan persamaan kerja, sedangkan solusi batas bawah dapat diperoleh dengan menggunakan medan tegangan yang memenuhi persamaan keseimbangan. Pengulangan yang beragam masih memungkinkan diperolehnya solusi batas bawah. Wood, Park, dan peneliti lainnya telah memberikan prediksi semieksak yang lebih akurat mengenai beban *collapse*.

Untuk solusi *limit-state*, *slab* dianggap benar-benar kaku sebelum mengalami *collaps*. Penelitian lebih lanjut yang dilakukan oleh penulis di Rutger telah memasukkan efek defleksi pada pembebanan besar dan efek gaya tekan membran dalam memprediksi beban *collapse*.

### 3.2.4 Metode Jalur

Metode ini diusulkan oleh Hillerborg yang menganggap tulangan sebagai medan jalur. Karena secara praktis tulangan diletakkan secara saling tegak lurus, maka Hillerborg menuliskan momen torsi sama dengan nol dan mentransformasikan *slab* menjadi jalur-jalur balok, karena itu disebut "metode

jalur". Kecuali teori garis leleh Johansen, hampir semua solusi merupakan batas bawah. Solusi batas atas Johansen dapat memberikan beban *collapse* terbesar apabila mekanisme keruntuhan (*failure*) yang dipakai untuk memprediksi beban *collapse* memang benar.

### 3.3 Teori Dasar Beton Bertulang Dengan Metode SNI – 2847 - 2002

Beton merupakan campuran antara semen portland ataupun semen hidroulik lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk massa padat. Adapun untuk beton normal mempunyai berat isi  $2200 \sim 2500 \text{ Kg/m}^3$  ( $22 \sim 25 \text{ KN/ m}^3$ ) yang menggunakan agregat alam dipecah atau tanpa dipecah dan tidak menggunakan bahan penambah /bahan aditif lainnya. Sedang kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f_c'$ ) adalah kuat tekan beton yang ditetapkan oleh perencana struktur yang dinyatakan dalam satuan Mega Pascal (Mpa).

Beton adalah bahan yang bersifat getas dan pada umumnya diperkuat dengan batang tulangan baja dan hanya diperhitungkan untuk menahan tarik saja. Dan kerjasama antara bahan beton dan baja tulangan dapat terwujud dengan didasarkan pada keadaan-keadaan :

1. Letak sempurna antara batang tulangan baja dengan beton keras tidak terjadi penggelinciran dalam pembungkusnya.
2. Beton yang mengelilingi batang tulangan baja bersifat tetap sehingga mampu melindungi dan mencegah terjadinya karat baja.

Sebagai konsekwensi dari lekatan yang sempurna antara kedua bahan , di daerah tarik, komponen struktur akan terjadi retak-retak beton didekat tulangan. Retak yang halus demikian dapat diabaikan sejauh tidak mempengaruhi penampilan struktur komponen yang bersangkutan.

### 3.4 Analisa Pembebanan Pada Struktur Plat Beton Bertulang

Beban-beban pada suatu konstruksi dibagi dalam dua tipe yaitu beban mati dan beban hidup (beban guna). Beban Mati adalah beban-beban yang secara umum permanen dan konstan selama umur konstruksi. Sedang beban hidup adalah beban-beban yang bersifat tidak kekal atau bersifat sementara, sebagai contoh adalah beban akibat angin, beban akibat gempa atau beban orang-orang

yang berada di atas bangunan. Namun karena sifatnya yang khusus biasanya beban gempa ditinjau secara terpisah. Secara singkat masing-masing beban akan dibahas dibawah ini.

#### **3.4.1 Beban Mati**

Merupakan berat dari semua unsur atau bagian dari suatu bangunan yang bersifat permanen termasuk dinding-dinding, kolom, lantai, atap dan mesin-mesin serta peralatan yang tetap yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari bangunan. Khusus pada plat beton yang termasuk beban mati adalah Berat penutup lantai (keramik, parquet dll), berat spesi campuran setebal kurang lebih 3 cm, berat urugan pasir kurang lebih 5 cm, berat sendiri plat dengan ketebalan antara 10 cm ~ 12 cm, berat penggantung plafon, berat rangka plafon dan berat plafon sendiri. Untuk jenis-jenis pembebanan ini terdapat dalam peraturan pembebanan Indonesia,1990. Beban mati biasanya relatif dapat dihitung lebih teliti. Untuk itu faktor pengali untuk beban mati diambil lebih kecil dari pada beban hidup.

#### **3.4.2 Beban Hidup**

Beban ini lebih sulit ditentukan dengan teliti dibanding dengan beban mati. Untuk itu nilai faktor pengali diambil lebih besar, contoh beban hidup pada bangunan adalah berat pemakainya, perabot atau mesin-mesin yang dapat dipindahkan selama umur bangunan. Suatu bangunan yang luas biasanya tidak akan memikul beban hidup secara serentak diatas lantainya. Namun karena penentuan yang masih sulit biasanya beban dihitung secara penuh pada seluruh lantai. Pada dasarnya beban gempa juga mempunyai sifat seperti beban hidup, namun beban ini dikategorikan terpisah pada saat kombinasi pembebanan dilakukan. Mengenai besarnya muatan dan koefisien dari beban hidup ditetapkan dalam peraturan pembebanan.

#### **3.4.3 Beban Gempa**

Beban gempa pada dasarnya mencakup semua beban yang memberikan getaran pada bangunan. Namun yang lazim sebagai pengertian adalah akibat gempa bumi. Pada saat bangunan bergetar, timbul gaya-gaya pada strukturbangunan karena adanya kecendrungan bangunan untuk mempertahankan

diri dari getaran. Biasanya gaya-gaya yang terjadi tergantung pada beberapa faktor antara lain kekakuanstruktur, kekuatan tanah, jenis pondasi dan lain-lain. Pengaruh gempa bekerja dalam dua arah utama dari gedung secara bersamaan. Dan dalam menentukan muatan gempa perlu diperhatikan ketinggian struktur bangunan, serta koefisien suatu wilayah gempa tertentu.

#### **3.4.4 Kombinasi Pembebanan**

Kombinasi pembebanan dimaksudkan untuk menentukan jenis pembebanan pada suatu struktur. Karena pada dasarnya ada dua macam pembebanan yaitu pembebanan tetap dan pembebanan sementara. Sedangkan beban-beban yang dapat dikombinasikan adalah :

1. Beban Mati
2. Beban Hidup
3. Beban Angin
4. Beban Gempa.

Sesuai dengan acuan yang digunakan yaitu SK SNI 2847-2002 maka kombinasi yang ada adalah :

1.  $U = 1,2 QDL + 1,6 QLL$
2.  $U = 1,05 ( DL + LL + E )$
3.  $U = 0,9 ( DL + E )$

Dari ketiga macam pembebanan diatas diambil kombinasi yang menghasilkan kuat perlu terbesar. Karena untuk masing-masing struktur yang berlainan akan mempunyai sifat\_sifat yang berbeda maka setiap macam kombinasi pembebanan diatas harus diperhitungkan.

Dalam penelitian ini kombinasi pembebanan yang digunakan adalah kombinasi pembebanan antara beban mati dan beban hidup saja mengingat untuk bangunan rumah tinggal sederhana pengaruh gempa relatif kecil sehingga dalam simulasi perhitungan nanti tidak diperhitungkan.

#### **3.5 Perencanaan Sistem Plat 2 Arah**

Pelat 2 arah yang ditumpu keempat tepinya adalah struktur statis tak tentuseperti pada plat satu arah yang menerus pada lebih dari dua tumpuan, juga

dapat digunakan tabel untuk mempermudah analisis dan perencanaan palt dua arah. Yaitu tabel momen untuk Plat dua arah metode garis leleh.

Skema	Penyaluran beban berdasarkan 'metode amplop' kali $w_u$ lantai $\cdot l_x$	Momen per meter lebar	$\frac{l_y}{l_x}$							
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0
I		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{ly}$	33	40	47	52	55	58	62	65
			24	20	18	17	17	17	16	16
II		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{ly}$	31	45	58	71	81	91	106	115
			39	37	34	30	27	25	24	23
III		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{ly}$	39	47	57	64	70	75	81	84
			31	25	23	21	20	19	19	19
IV		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{ly}$	91	98	107	113	118	120	124	124
			25	36	47	57	64	70	79	63
IV'		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{ly}$	28	27	23	20	18	17	16	16
			54	72	88	100	108	114	121	124
IV''		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{ly}$	60	69	74	76	76	76	73	71
			28	37	45	50	54	58	62	65
IV'''		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{ly}$	25	21	19	18	17	17	16	16
			60	70	76	80	82	83	83	83
IV''''		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{ly}$	54	55	55	54	53	53	51	49

Gideon, 1992

Tabel 4.1 : Momen Plat 2 Arah dengan variasi perletakan

Skema	Penyaluran beban berdasarkan 'metode amplop' kali $w_u$ lantai $\cdot l_x$	Momen per meter lebar	$\frac{l_y}{l_x}$							
			1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0
V		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = \frac{1}{2} m_{lx}$ $m_{ly} = \frac{1}{2} m_{ly}$	41	54	67	79	87	97	110	117
			41	35	31	28	26	25	24	23
V'		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$	25	34	42	49	53	58	62	65
			25	22	18	15	15	15	14	14
V''		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$	51	63	72	78	81	82	83	83
			51	54	55	54	54	53	51	49
VI		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$	30	41	52	61	67	72	80	83
			30	27	23	22	20	19	19	19
VI'		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$	68	84	97	106	113	117	122	124
			68	74	77	77	77	76	73	71
VI''		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$	24	36	49	63	74	85	103	113
			33	33	32	29	27	24	21	20
VI'''		$m_{lx} = 0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = 0,001 w_u l_y^2 x$ $m_{lx} = -0,001 w_u l_x^2 x$ $m_{ly} = -0,001 w_u l_y^2 x$	69	85	97	105	110	112	112	112

Tabel 4.2 : Momen Plat 2 Arah dengan variasi perletakan

- $M_{lx}$  : adalah momen lapangan maximum perimeter lebar di arah – x  
 $M_{ly}$  : adalah momen lapangan maximum perimeter lebar di arah – y  
 $M_{tx}$  : adalah momen tumpuan maximum perimeter lebar di arah – x  
 $M_{ty}$  : adalah momen tumpuan maximum perimeter lebar di arah – y

Seperti pada plat satu arah yang menerus, pemakaian tabel ini dibatasi beberapa syarat. (a). Beban terbagi rata, (b). Perbedaan yang terbatas antara besarnya beban maximum dan minimum pada panel dipelat :  $w_{umin} > 0,4 w_{u maks}$ . (c). Perbedaan yang terbatas antara beban maximum pada panel yang berbeda-beda :  $w_{u max terkecil} > 0,8 w_{u max terbesar}$ . (d). Perbedaan yang terbatas pada panjang bentang : yaitu, bentang terpendek  $> 0,8$  bentang terpanjang.

Bila syarat-syarat batas ini dipenuhi, maka tabel momen akan memberikan nilai-nilai yang aman terhadap momen lentur maximum. Dalam nilai ini juga diperhitungkan pengaruh panel yang dibebani dan panel tak dibebani.

### 3.5.1 Persyaratan Tebal Plat

Dalam peraturan SNI 2847-2002 pasal 3.2.5.3 memberikan persyaratan tebal minimum yang dapat digunakan dalam perencanaan sistem lantai dua arah dalam pengendalian lendutan sebagai berikut:

1. Tebal minimum plat tanpa balok interior yang menghubungkan tumpuan-tumpuannya harus memenuhi ketentuan dari tabel 4.3

Tegangan leleh $F_y$ (MPa)	Tanpa penebalan*			Dengan penebalan*		
	Panel exterior		Panel interior	Panel exterior		Panel interior
	Balok pinggir			Balok pinggir		
	ya	tidak**		ya	tidak**	
300	$l_n / 33$	$l_n / 36$	$l_n / 36$	$l_n / 36$	$l_n / 40$	$l_n / 40$
400	$l_n / 30$	$l_n / 33$	$l_n / 33$	$l_n / 33$	$l_n / 36$	$l_n / 36$

Tabel 4.3 : Tebal Plat minimum untuk plat 2 Arah (SNI 2847-2002)

- a. Pelat tanpa penebalan (drop panel) 120 mm
- b. Pelat dengan penebalan 100 mm

2. Tebal plat dengan balok yang menghubungkan tumpuan pada semua sisinya harus memenuhi ketentuan butir (3) dan (4) dan tidak boleh kurang dari nilai yang didapat dari

$$h = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 5\beta \left[ \alpha_m - 0,12 \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \right]}$$

Tetapi tidak boleh kurang dari :

$$h = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36 + 9\beta}$$

Dan tidak perlu lebih dari :

$$h = \frac{\ln\left(0,8 + \frac{f_y}{1500}\right)}{36}$$

Dalam segala hal tebal minimum pelat tidak boleh kurang dari harga berikut :

Untuk  $\alpha_m < 2,0$  maka tebal plat  $(t) = 120$  mm dan untuk  $\alpha_m > 2,0$  maka tebal plat harus diambil 90 mm.

### 3.6 Prinsip-prinsip Perencanaan Beton Bertulang.

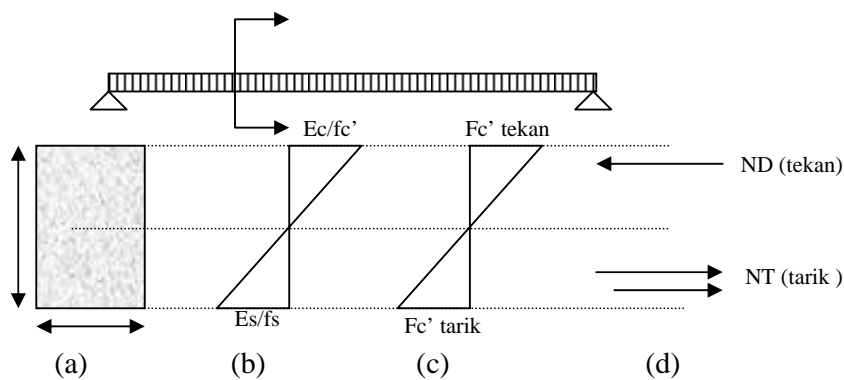
Pada dasarnya ada dua filsafat perencanaan , yaitu metode tegangan kerja yang terpusat pada keadaan beban layan dan metode perencanaan kekuatan yang terpusat padakeadaan pembebanan yang melampaui beban kerja pada struktur teancam keruntuhan. Anggapan-anggapan yang dipakai sebagai dasar untuk metode kekuatan (ultimit) pada dasarnya mirip dengan yang digunakan pada metode tegangan kerja. Perbedaannya terletak pada kenyataannya yang didapat dari berbagai hasil penelitian yang menunjukkan bahwa tegangan beton tekan kira-kira senading dengan regangannya hanya sampai pada tingkat pembebanan tertentu. Pada tingkat pembebanan ini apabila beban ditambah terus, keadaan sebanding akan lenyap dan diagram tegangan tekan pada penampang beton akan berbentuk setara dengan kurvva tegangan-regangan beton tekan. Pada metode tegangna kerja, beban yang diperhitungkan adalah service loads ( beban kerja ), sedangkan penampang komponen struktur ddirencanakan atau dianalisa berdasarkan pada nilai tegangan tekan lentur ijin yang umumnya ditentukan



bernilai  $0,45 f_c'$ , dimana pola distribusi tegangan tekan linier atau berbanding lurus dengan jarak terhadap garis netral. Sedangkan pada metode kekuatan (ultimit ) service load diperbesar, dikalikan dengan suatu faktor beban dengan maksud untuk memperhitungkan terjadinya beban pada saat keruntuhan telah diambang pintu. Kemudian dengan menggunakan beban kerja yang sudah diperbesar (beban terfaktor) tersebut, struktur direncanakan beban kerja yang sudah diperbesar ( beban terfaktor)tersebut, struktur direncanakan sedemikian rupa sehingga didapat nilai kuat guna pada saat runtuh yang besarnya kira-kira lebih kecil sedikit dari kuat runtuh sesungguhnya.

Kuat teoritis atau kuat nominal diperoleh didasarkan pada keseimbangan statis dan kesesuaian tegangan regangan yang tidak linier di dalam penampang komponen tertentu. Untuk membahas metode kekuatan lebih lanjut diberikan beberapa gambaran. Pada gambar dapat dilihat bahwa pada saat beban kecil dengan menganggap belum terjadi retak beton, secara bersama-sama beton dan baja tulangan bekerja menahan gaya-gaya, dimana gaya tekan ditahan oleh beton saja.

Kasus demikian ditemui bila tegangan maximum timbul pada serat tarik masih cukup rendah, nilainya dibawah kekuatan tarik beton. Pada beban sedang kuat tarik beton dilampaui dan beton mengalami retak rambut seperti pada gambar

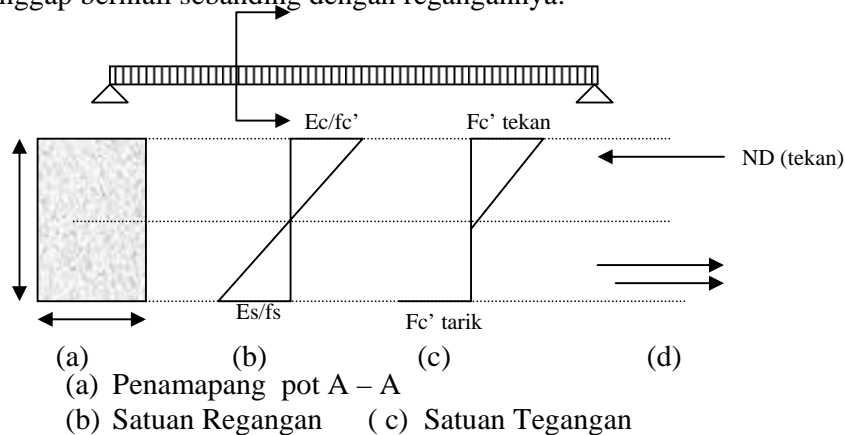


(a) Penampang pot A-A (c) Satuan Tegangan  
(b) Satuan Regangan (d) Keseimbangan gaya-gaya

**Gambar 3.2 : Perilaku lentur pada beban kecil**

Karena Beton tidak dapat meneruskan gaya tarik melintasi daerah retak, karena terputus-putus baja tulangan akan mengambil alih memikul seluruh gaya tarik yang timbul.

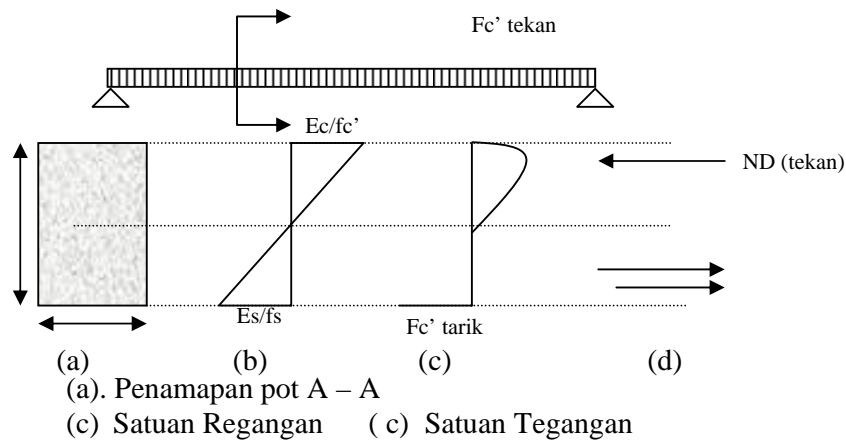
Distribusi tegangan untuk penampang yang retak dapat dilihat pada gambar, dan hal yang demikian diperkirakan akan terjadi pada nilai tegangan beton sampai dengan  $\frac{1}{2} f_c'$ . Pada keadaan tersebut tegangan tekan beton masih dianggap berniali sebanding dengan regangannya.



**Gambar 3.3 : Perilaku Lentur pada beban sedang.**

Pada beban yang lebih besar lagi, nilai regangan serta tegang tekan akan meningkat dan cenderung untuk tidak sebanding lagi antara keduanya, diman tegangan tekan beton akan membentuk kurva non linie. Kurva tegangan diatas garis netral ( daerah tekan ) berbentuk sama dengan kurva tegnagn –regangan beton yang sebenarnya. Di sini dapat dilihat distribusi tegangan dan regangan yan gtimbul pada atau dekat keadaan pembebanan ultimit, diman apabila kapasitas batas kekuatan beton terlampaui dan tulangan baja mencapai luluh, balok mengalami hancur.

Komponen struktur telah retak dan tulangan baja telah meluluh, mulur dan terjadi lendutan besaar, dan tidak akan kembali ke panajang semula. Bila komponen lain dari struktur mengalami hal lalin yangsama, mencapai kapasitas ultimitnya struktur secara keseluruhan akan runtuh atau setengah runtuh meskipun belum hancur secara keseluruhan.

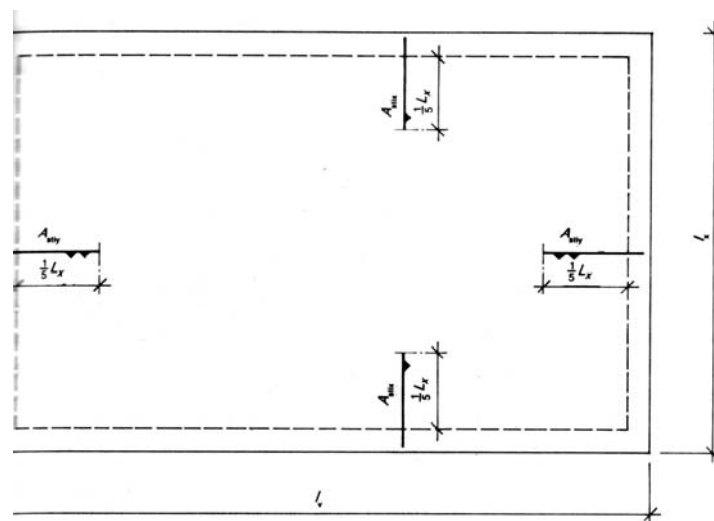


**Gambar 3.4 : Perilaku struktur dengan Beban mendekati Ultimit**

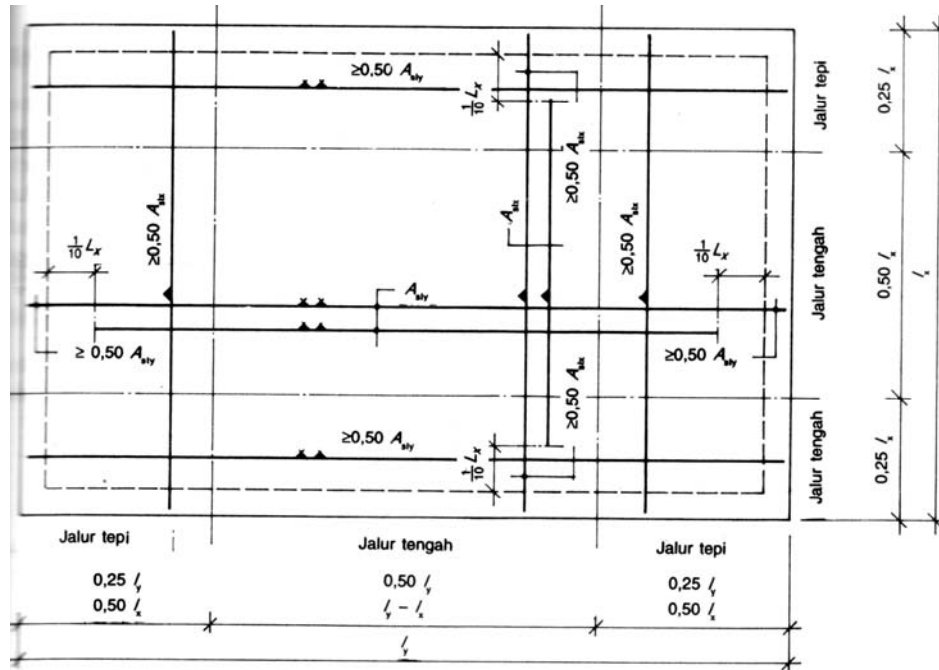
### 3.7 Sistem Penulangan Plat lantai 2 Arah

Dalam sistem penulangan 2 arah kita mengenal ada dua jenis tulangan pokok yang bekerja pada sistem plat lantai dua arah yakni Tulangan Lapangan dan Tulangan Tumpuan. Masing-masing tulangan ini memiliki fungsi yang berbeda dimana tulangan lapangan memperkuat plat beton pada daerah tengah sedangkan tulangan tumpuan memperkuat palt beton di daerah sekeliling tepi sistem plat 2 arah.

Jarak daerah tumpuan diambil dengan jarak masing-masing 0,25 dari lebar plat ( $0,25.l_x$ ) dan panjang plat ( $0,25.l_y$ ) sisanya merupakan daerah tulangan lapangan. Sistem penulangan pada plat dua arah tergambar pada gambar berikut:

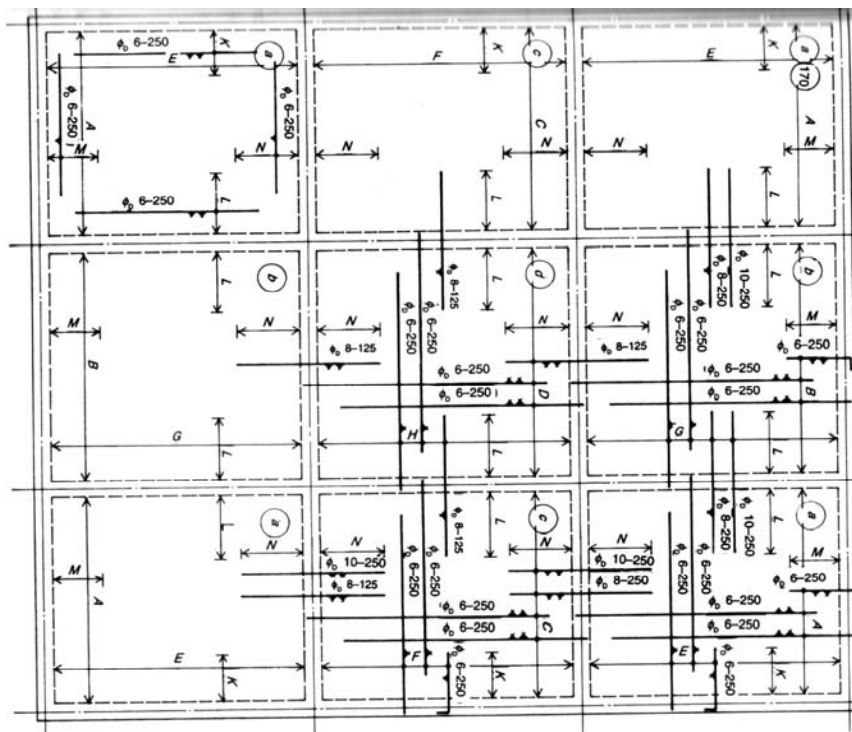


**Gambar 3.5 : Jarak Daerah Tumpuan dan Daerah lapangan**



**Gambar 3.6 : Jalur Tulangan Plat dan Jarak Masing-masing Jalur**

Selanjutnya contoh penulanga pada suatu sistem plat yang terintegrasi dari beberapa plat dengan ukuran yang berbeda



**Gambar 3.7 : Sistem Penulanga Plat Terintegrasi**

## **BAB IV TUJUAN PENELITIAN**

### **4.1 Tujuan Penelitian**

Secara umum tujuan dan mamfaat Studi Program Perencanaan Tulangan Plat Beton Bertulang yang memenuhi syarat keamanan terhadap Lendutan dan Retak berdasarkan SNI-2847-2002 ini adalah:

1. Program yang di bangun merupakan program pendukung untuk Program Utama berupa **Program Perencanaan Tulangan Beton Bertulang pada Rumah Bertingkat Sederhana**, yang didalamnya meliputi program perencanaan tulangan plat beton, balok anak, balok induk/utama, kolom dan perencanaan pondasi telapak beton.
2. Program perencanaan tulangan plat beton ini merupakan salah satu upaya pengembangan iptek di mana output yang dihasilkan berupa kebutuhan Tulangan Plat yang harus terpasang pada plat beton yang telah memenuhi syarat terhadap lendutan dan retak.
3. Meningkatkan efisiensi waktu dan tenaga dalam pekerjaan perencanaan struktur beton khususnya dalam perencanaan tulangan dengan kebutuhan tulangan plat beton yang paling optimum .
4. Mempermudah pekerjaan hitungan perencanaan tulangan yang pada waktu sebelumnya merupakan pekerjaan yang memerlukan ketelitian dan keahlian khusus.
5. Para praktisi atau pengguna program ini (masyarakat secara umum) akan merasakan kemudahan dalam pekerjaan perencanaan Khususnya Perencanaan Tulangan Beton Bertulang.

### **4.2 Kontribusi Penelitaian**

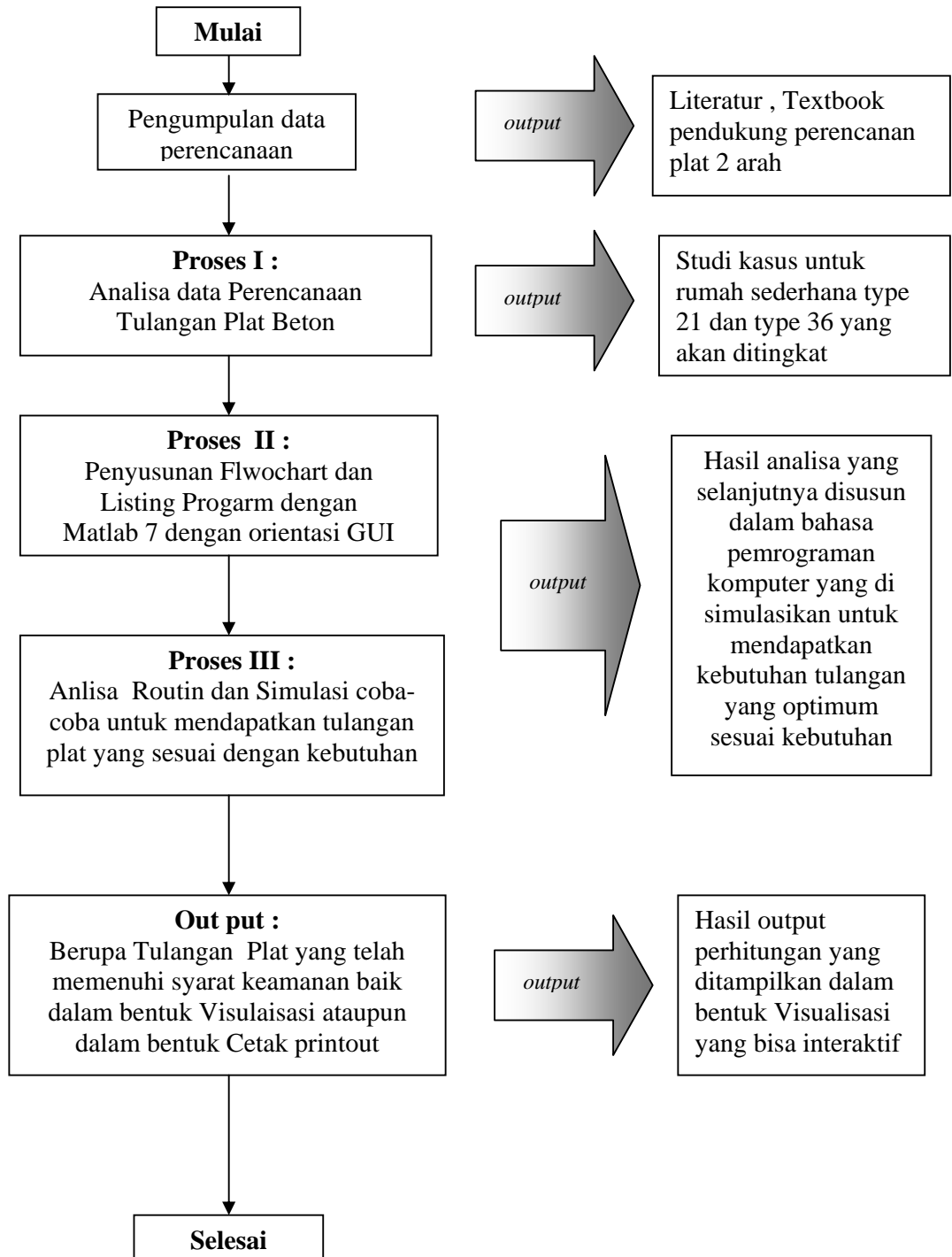
Penelitian ini pada jangka waktu yang akan datang akan menghasilkan program yang benar-benar fleksibel dalam penggunaan maupun dalam mengatasi permasalahan-permasalahan di lapangan khususnya perencanaan Jembatan yang disesuaikan dengan kelas jalan dimana jembatan tersebut akan dibangun.

## **BAB V METODE PENELITIAN**

Secara garis besar urutan penelitian yang dilakukan mengacu pada urutan/ tahapan proses perencanaan tulangan pada plat berdasarkan SNI –2847 -2002. Adapun tahapan-tahapan pelaksanaan sebagai berikut :

1. Pengumpulan data – data perencanaan berupa literatur yang berkenaan dengan proses perencanaan plat beton bertulang baik plat satu arah maupun plat dua arah.
2. Proses Analisa dengan menggunakan asumsi-asumsi beban yang berlaku pada perencanaan plat beton pada rumah bertingkat sederhana.
3. Penyusunan Flowchart dan Listing program perencanaan tulangan plat beton dengan bahasa pemrograman Matlab 7 dengan orientasi GUI (*Guide User Interface*).
4. Dengan menggunakan fasilitas putran hitungan (*looping*) dan simulasi coba-coba didapatkan kebutuhan tulangan plat baik tulangan lapangan, tulangan tumpuan ataupun tulangan susut dan suhu (Tulangan bagi) yang memenuhi syarat keamanan terhadap lendutan dan retak.
5. Output data yang didapat tercetak dalam bentuk Visual dalam monitor ataupun berupa hasil cetak printout sesuai dengan hasil yang diinginkan.

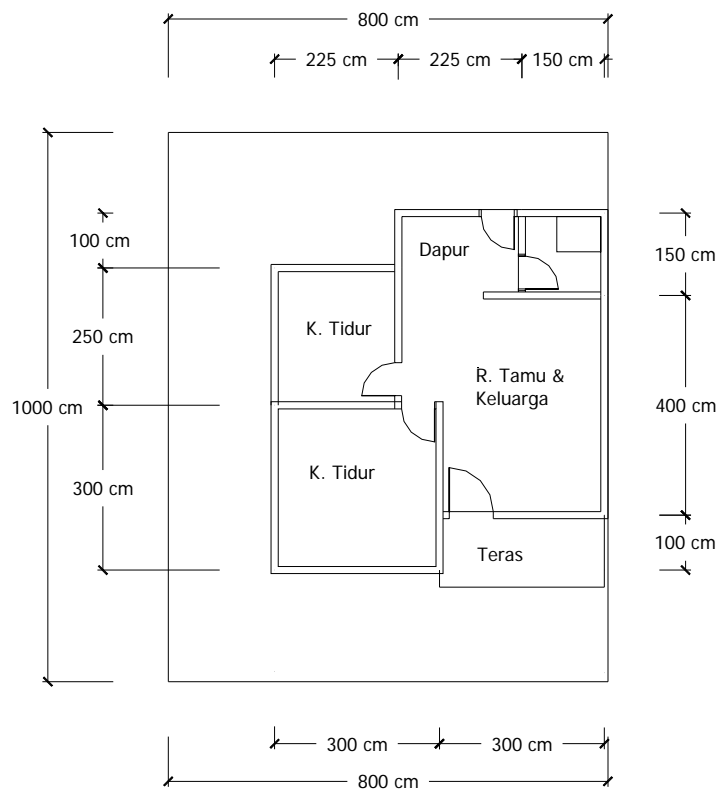
Adapun algoritma pemrograman sebelumnya terdapat dalam lampiran dan tahapan secara global dapat tergambar seperti di bawah ini :



## BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN

### 6.1 Data Perencanaan

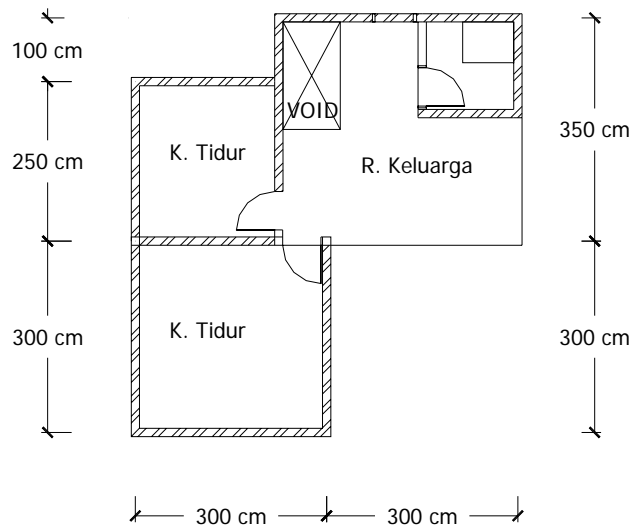
Sebuah kasus rumah sederhana type 36 dengan luas tanah 80 m<sup>2</sup> dengan 2 kamar tidur, dapur, kamar mandi dan ruang tamu yang menyatu dengan ruang keluarga. Sebuah type standart yang mengharuskan pemilik rumah untuk menambah ruang secara vertikal (meningkat rumah) jika dirasa kebutuhan akan ruang dan space bebas dalam rumah tidak mencukupi. Sebagai ilustrasi rumah type 36 sederhana :



### Denah Lantai I

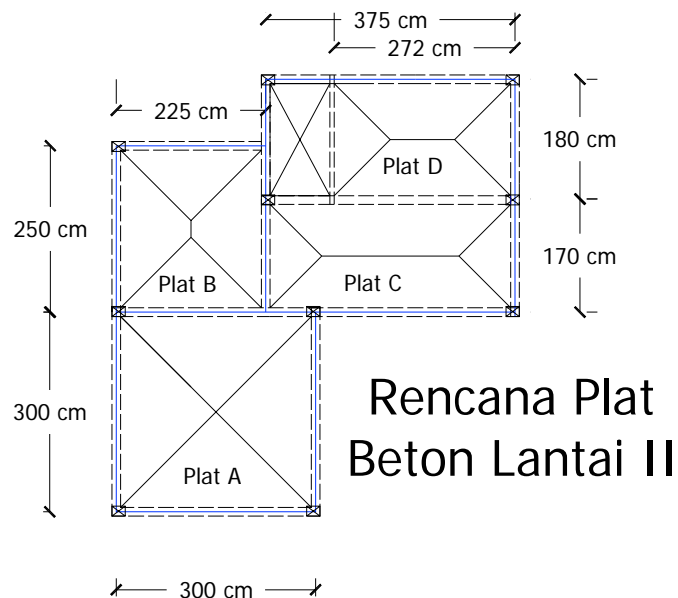
Dengan pertimbangan kebutuhan ruang, denah lantai I akan ditingkat seperti gambar di bawah dengan mempertahankan space terbuka atas lahan yang tersedia.





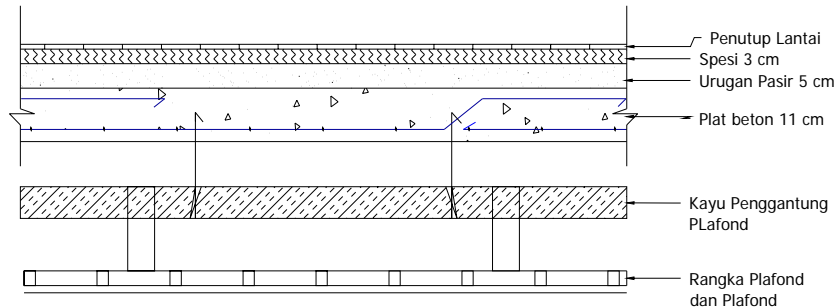
## Denah Lantai II

Dengan bentuk denah lantai 2 seperti diatas maka bentuk denah pembalokan dan rencana plat yang harus disiapkan adalah seperti dibawah ini :



Tampak ada 4 type plat yang berbeda ukuran dalam perencanaan lantai 2 ini yang mengharuskan dihitung satu persatu untuk mengetahui berapa kebutuhan tulangan dari masing-masing plat tersebut.

Langkah awal dari perhitungan perencanaan plat adalah mengitung pembebanan yang bekerja pada plat tersebut. Beban pada palt dibedakan menjadi 2 yakni Beban Mati dan Beban Hidup. Ilustrasi untuk beban mati adalah sebagai berikut:



Beban Mati :

1. Berat Penutup Lantai	0,24 kN/m <sup>2</sup>	= 0,24 kN/m <sup>2</sup>
2. Berat Campuran Spesi	0,21 kN/m <sup>2</sup>	= 0,21 kN/m <sup>2</sup>
3. Berat Urugan Pasir	16 kN/m <sup>3</sup> x 0,05 m	= 0,8 kN/m <sup>2</sup>
4. Berat Sendiri Plat Beton	24 kN/m <sup>3</sup> x 0,11 m	= 2,64 kN/m <sup>2</sup>
5. Berat Penggantung Plafon	0,07 kN/m <sup>2</sup>	= 0,07 kN/m <sup>2</sup>
6 Berat Rangka dan Plafond	0,11 kN/m <sup>2</sup>	= <u>0,11</u> kN/m <sup>2</sup>
Jumlah		= 4,07 kN/m <sup>2</sup>

Beban Hidup

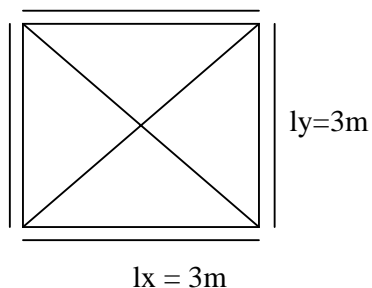
$$\begin{aligned} \text{Beban Guna Bangunan Rumah Tinggal Sederhana} &= 125 \text{ kN/m}^2 \\ &= 1,25 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

Kombinasi Pembanan ,  $q_u = 1,2 \text{ Beban Mati} + 1,6 \text{ Beban Hidup}$

$$Q_u = 1,2 \cdot 4,07 + 1,6 \cdot 1,25 = \mathbf{6.884 \text{ kN/m}^2}$$

Menghitung Momen pada Plat dengan metode garis leleh :

PLAT TYPE A ukuran 3 m x 3 m ke empat sisinya terjepit (monolith dengan balok sebagai pendukung/perletakan)



$$l_y = 3 \text{ m} , l_x = 3 \text{ m}$$

$\alpha = l_y / l_x = 1 \rightarrow$  tabel momen ,  $\alpha = 1$  maka didapat konstanta x untuk menentukan momen

$$x_{1 \ l_x} = 25 ; x_{2 \ l_y} = 25 ; x_{3 \ l_x} = 51 ; x_{4 \ l_y} = 51$$

$$M_{lx} = 0.001 \cdot q_u \cdot \text{plat} \cdot x_1 \cdot l_x^2$$

$$M_{ly} = 0.001 \cdot q_u \cdot \text{plat} \cdot x_2 \cdot l_x^2$$

$$M_{tx} = -0.001 \cdot q_u \cdot \text{plat} \cdot x_3 \cdot l_x^2$$

$$M_{ty} = -0.001 \cdot q_u \cdot \text{plat} \cdot x_4 \cdot l_x^2$$

$$\begin{aligned}
 M_{lx} &= 0.001 \cdot q_{\text{uplat}} \cdot x_1 \cdot l_x^2 \\
 &= 0.001 \cdot \mathbf{6.884} \cdot 25 \cdot 3^2 &= 1.549 \text{ kNm} \\
 M_{ly} &= 0.001 \cdot q_{\text{uplat}} \cdot x_2 \cdot l_x^2 \\
 &= 0.001 \cdot \mathbf{6.884} \cdot 25 \cdot 3^2 &= 1.549 \text{ kNm} \\
 M_{tx} &= -0.001 \cdot q_{\text{uplat}} \cdot x_3 \cdot l_x^2 \\
 &= -0.001 \cdot \mathbf{6.884} \cdot 51 \cdot 3^2 &= 3.160 \text{ kNm} \\
 M_{ty} &= -0.001 \cdot q_{\text{uplat}} \cdot x_4 \cdot l_x^2 \\
 &= -0.001 \cdot \mathbf{6.884} \cdot 51 \cdot 3^2 &= 3.160 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Perencanaan Tulangan Tumpuan Plat arah X

Data Perencanaan :

- $M_{tx} = M_u = 3.160 \text{ kNm}$
- tebal plat,  $h = 110 \text{ mm}$
- Lebar plat,  $b = 1000 \text{ mm}$
- Mutu Beton,  $f_c' = 22.5 \text{ Mpa}$
- Mutu Baja,  $f_y = 240 \text{ Mpa}$

D rencana =  $h - \text{selimut beton} - \frac{1}{2} \text{ diameter tulangan pokok renc.}$

$$d_{\text{renc}} = 110 - 25 - \frac{1}{2} \cdot 12 = 79 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 k &= \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d_{\text{renc}}^2} \\
 k &= \frac{3,160 \cdot 10^6}{0,8 \cdot 1000 \cdot 79^2} = 0,633
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \omega_{1,2} &= \frac{-b \pm \sqrt{(b^2 - 4 \cdot a \cdot c)}}{2 \cdot a} \\
 \omega_1 &= \frac{1 + \sqrt{(1^2 - 4 \cdot 0,59 \cdot 0,028)}}{2 \cdot 0,59} = 1,666 \\
 \omega_2 &= \frac{1 - \sqrt{(1^2 - 4 \cdot 0,59 \cdot 0,028)}}{2 \cdot 0,59} = 0,028
 \end{aligned}$$

$$k = f_c' \cdot \omega \cdot (1 - 0,59 \cdot \omega)$$

$$k = f_c' \cdot (\omega - 0,59 \cdot \omega^2)$$

$$k/f_c' = \omega - 0,59 \cdot \omega^2$$

$$0 = 0,59 \cdot \omega^2 - \omega + (k/f_c') \rightarrow c = k/f_c' = 0,633/22,5 = 0,028$$

$$0 = 0,59 \cdot \omega^2 - \omega + 0,028$$

untuk menentukan  $\omega$  dipergunakan rumus ABC

$$\omega_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2 - 4 \cdot a \cdot c)}}{2 \cdot a}$$

$$\omega_1 = \frac{1 + \sqrt{(1^2 - 4 \cdot 0,59 \cdot 0,028)}}{2 \cdot 0,59} = 1,666$$

$$\omega_2 = \frac{1 - \sqrt{(1^2 - 4 \cdot 0,59 \cdot 0,028)}}{2 \cdot 0,59} = 0,028$$

$$\rho = \omega_1 \cdot f_c / f_y = (1,666 \cdot 22,5) / 240 = 0,156$$

$$\rho = \omega_2 \cdot f_c / f_y = (0,028 \cdot 22,5) / 240 = 0,0026$$

$$\rho_{\min} = 1,4 / f_y = 1,4 / 240 = 0,0058$$

$$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot ((0,85 \cdot f_c') / f_y) \cdot 0,85 \cdot (600 / (600 + f_y)) = 0,002201$$

$$\rho < \rho_{\min} \rightarrow \text{maka } \rho \text{ dipakai } \rho_{\min} = 0,0058 \quad (\rho = \rho_{\min} = 0,0058)$$

$$\text{As perlu} = \rho \cdot b \cdot d_{\text{renc}} = 0,0058 \cdot 1000 \cdot 79 = \mathbf{458,2 \text{ mm}^2}$$

direncanakan diameter tulangan,  $\phi = 10 \text{ mm}$  ( $\phi = D$ )

*Perhitungan per 1 m lebar plat :*

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tulangan} &= \text{Asperlu} / (0,25 \cdot \pi \cdot D^2) \\ &= 458,2 / (0,25 \cdot \pi \cdot 10^2) = 5,834 \approx 6 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak Tulangan} &= 1000 / \text{Jumlah Tulangan} \\ &= 1000 / 6 = 166,67 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah tulangan dalam 1000 mm} = 1000 / 150 = 6,67$$

$$\text{As pakai} = 6,67 \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot 10^2) = 523,86 \text{ mm}^2$$

**As pakai > As perlu → OK**

Sehingga dipakai tulangan  $\phi 10 - 150$

*kontrol jarak antar tulangan : (SNI 2847 -2002 ps 3.16.6)*

$$\text{jarak maximum antar tulangan} = 3 \cdot h = 3 \times 110 = 330 \text{ mm}$$

atau 500 mm (diambil yang terkecil)

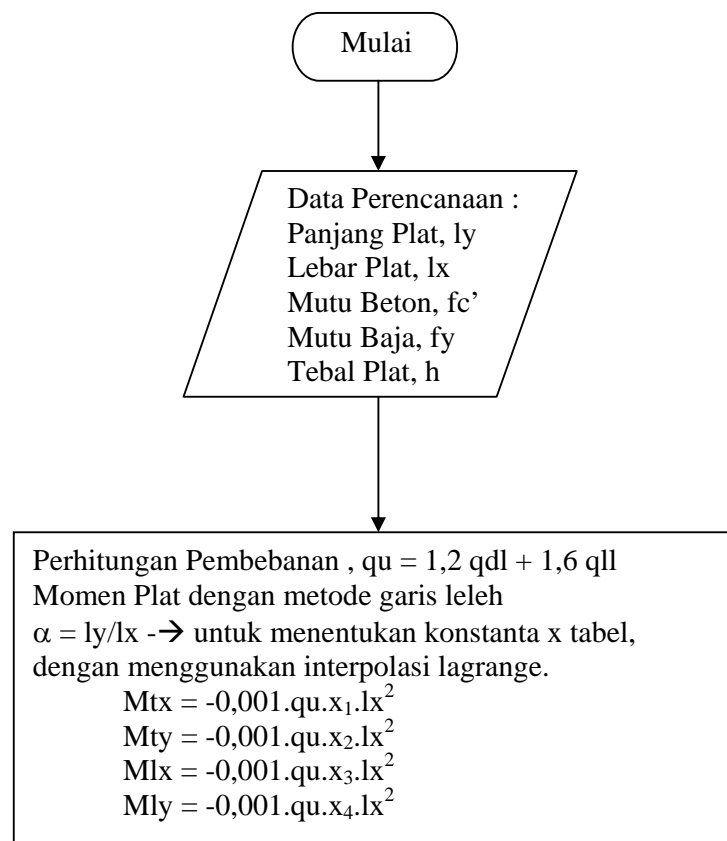
$$S = 150 \text{ mm} < 3.h = 330 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

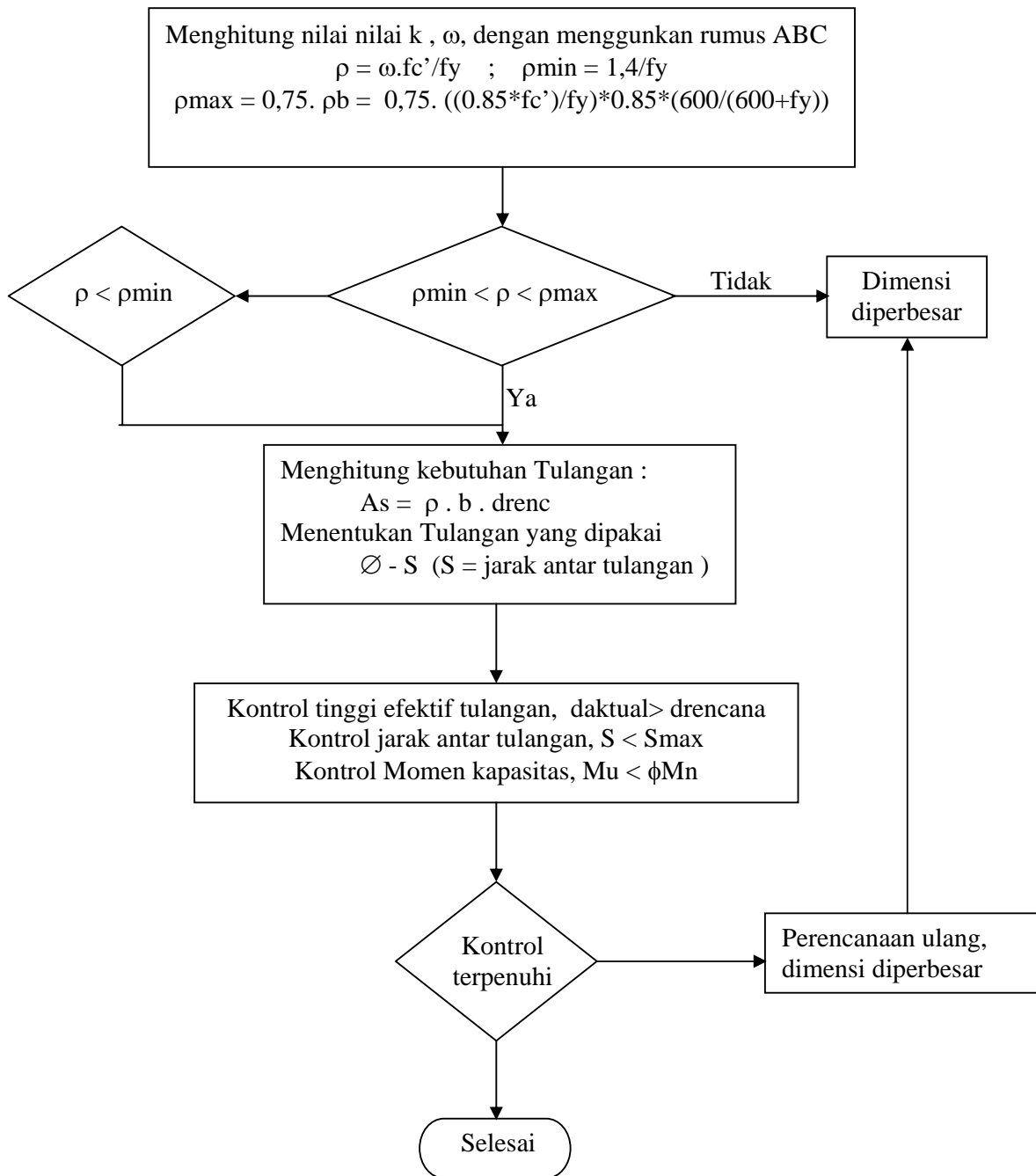
Kontrol retak pada plat : (SNI 2847 2002 ps 3.3.3-6 dan ps 3.3.4)

kontrol lebar retak diperuntukan untuk  $f_y > 400$  dan diameter tulangan deform (ulir) sehingga untuk  $f_y = 240$  Mpa dan diameter tulangan  $< 16$  mm lebar retak sudah cukup memadai yakni sebesar 0,4 mm dan 0,3 mm untuk struktur diluar ruang ( Gideon, 1994,pp 64)

## 6.2 Algoritma Program Perencanaan Tulangan Plat

Selanjutnya untuk menghitung kebutuhan tulangan diberbagai daerah (lapangan dan tumpuan) dan beberapa type plat dengan ukuran yang berbeda maka disusunlah dalam bentuk bahasa pemrograman berbasis Matlab 7 dengan algoritma program sebagai berikut :





### 6.3 Bahasa Pemrograman berbasis Matlab

Selanjutnya di tuangkan dalam bahasa pemrograman berbasis matlab

```

%program perencanaan tulangan plat beton
%Optimasi dimensi
%Jumlah tulangan yang dibutuhkan
clear, clc;
%-----INPUT DATA -----
%dimensi plat yang akan direncanakan
ly=4;          % panjang plat
lx=3;          % lebar plat
h=120          % tebal plat
alpa=ly/lx
format short
%-----PEMBEBANAN -----
%beban hidup untuk rumah tinggal dipakai 125kg/m2 atau 1,25
KN/m2
qplatll=1.25;
qplatdl=4.07;          %
quplat=1.2*qplatdl+1.6*qplatll
x1=25;x2=25;x3=51;x4=51;
Mux=0.001*quplat*lx^2*x1;
Muly=0.001*quplat*lx^2*x2;
Mutx=0.001*quplat*lx^2*x3;
Muty=0.001*quplat*lx^2*x4
Mu=Mux;
Mu2=Muty
b=1000
fc=22.5;
fy=240;
dren=h-20-4;

%-----PERHITUNGAN RASIO TULANGAN -----
k=(Mu*1e6)/(0.8*b*dren^2);
k2=(Mu2*1e6)/(0.8*b*dren^2);
c=k/fc;
c2=k2/fc;
w=(1-sqrt(1-4*0.59*c))/(2*0.59);
w2=(1-sqrt(1-4*0.59*c2))/(2*0.59);
rho2=(w2*fc)/fy
rho=(w*fc)/fy
rhomin=1.4/fy
if rho2<rhomin
    rho2=rhomin
end
if rho<rhomin
    rho=rhomin
end

```

```

rhomax=0.75*((0.85*fc)/fy)*0.85*(600/(600+fy));
if rhomax>rho
    disp(' Perencanaan Tulangan Tunggal ')
    rho=(w*fc)/fy
end

format short

%-----KEBUTUHAN TULANGAN -----
%--TULANGAN TUMPUAN arah X ----
D=8
disp(' Luas Tulangan yang dibutuhkan ');
Asperlu=rho*b*dren
jumtul=Asperlu/(0.25*pi*D^2);
Aspakai=round(jumtul)*(0.25*pi*D^2);
jumtul=round(jumtul)*1;
jartul=1000/jumtul
aq=jartul/25
jaraktul=round(aq)*25
Aspakai=(1000/jaraktul)*0.25*pi*D^2;

if Aspakai<Asperlu
    disp(' Jumlah Tulangan yang dibutuhkan ')
    jumtul=round(jumtul)+1;
    Aspakai=round(jumtul)*(0.25*pi*D^2);
    jumtul=round(jumtul)*1;
    jartul=1000/jumtul
    aq=jartul/25
    jaraktul=round(aq)*25
    Aspakai=(1000/jaraktul)*0.25*pi*D^2;
end

if jaraktul<100
    D=10
    Asperlu=rho*b*dren
    jumtul=Asperlu/(0.25*pi*D^2);
    Aspakai=round(jumtul)*(0.25*pi*D^2);
    jumtul=round(jumtul)*1;
    jartul=1000/jumtul
    aq=jartul/25
    jaraktul=round(aq)*25
    Aspakai=(1000/jaraktul)*0.25*pi*D^2;

while Aspakai<Asperlu
    disp(' Jumlah Tulangan yang dibutuhkan ')
    jumtul=round(jumtul)+1;
    Aspakai=round(jumtul)*(0.25*pi*D^2);

```



```

    jumtul=round(jumtul)*1;
    jartul=1000/jumtul
    aq=jartul/25
    jaraktul=round(aq)*25
    Aspakai=(1000/jaraktul)*0.25*pi*D^2;

end
end

if jaraktul<100
    D=12
    Asperlu=rho*b*dren
    jumtul=Asperlu/(0.25*pi*D^2);
    Aspakai=round(jumtul)*(0.25*pi*D^2);
    jumtul=round(jumtul)*1;
    jartul=1000/jumtul
    aq=jartul/25
    jaraktul=round(aq)*25
    Aspakai=(1000/jaraktul)*0.25*pi*D^2;

while Aspakai<Asperlu
    disp(' Jumlah Tulangan yang dibutuhkan ')
    jumtul=round(jumtul)+1;
    Aspakai=round(jumtul)*(0.25*pi*D^2);
    jumtul=round(jumtul)*1;
    jartul=1000/jumtul
    aq=jartul/25
    jaraktul=round(aq)*25
    Aspakai=(1000/jaraktul)*0.25*pi*D^2;
end
end

%--TULANGAN TUMPUAN arah Y -----
D2=8
disp(' Luas Tulangan yang dibutuhkan ');
Asperlu2=rho2*b*dren
jumtul2=Asperlu2/(0.25*pi*D2^2);
Aspakai2=round(jumtul2)*(0.25*pi*D2^2);
jumtul2=round(jumtul2)*1;
jartul2=1000/jumtul2
aq2=jartul2/25
jaraktul2=round(aq2)*25
Aspakai2=(1000/jaraktul2)*0.25*pi*D2^2

if Aspakai2<Asperlu2
    disp(' iiiiiiJumlah Tulangan yang dibutuhkan ')
    jumtul2=round(jumtul2)+1;
    Aspakai2=round(jumtul2)*(0.25*pi*D2^2);

```

```

    jumtul2=round(jumtul2)*1;
    jartul2=1000/jumtul2
    aq2=jartul2/25
    jaraktul2=round(aq2)*25
    Aspakai2=(1000/jaraktul2)*0.25*pi*D2^2
end

if jaraktul2<100
    D2=10
    Asperlu2=rho2*b*dren
    jumtul2=Asperlu2/(0.25*pi*D2^2);
    Aspakai2=round(jumtul2)*(0.25*pi*D2^2);
    jumtul2=round(jumtul2)*1;
    jartul2=1000/jumtul2
    aq2=jartul2/25
    jaraktul2=round(aq2)*25
    Aspakai2=(1000/jaraktul2)*0.25*pi*D2^2;

    while Aspakai2<Asperlu2
        disp(' iiiiiiJumlah Tulangan yang dibutuhkan ')
        jumtul2=round(jumtul2)+1;
        Aspakai2=round(jumtul2)*(0.25*pi*D2^2);
        jumtul2=round(jumtul2)*1;
        jartul2=1000/jumtul2
        aq2=jartul2/25
        jaraktul2=round(aq2)*25
        Aspakai2=(1000/jaraktul2)*0.25*pi*D2^2;

    end
end

if jaraktul2<100
    D2=12
    Asperlu2=rho2*b*dren
    jumtul2=Asperlu2/(0.25*pi*D2^2);
    Aspakai2=round(jumtul2)*(0.25*pi*D2^2);
    jumtul2=round(jumtul2)*1;
    jartul2=1000/jumtul2
    aq2=jartul2/25
    jaraktul2=round(aq2)*25
    Aspakai2=(1000/jaraktul2)*0.25*pi*D2^2;

    while Aspakai2<Asperlu2
        disp(' Jumlah Tulangan yang dibutuhkan ')
        jumtul2=round(jumtul2)+1;
        Aspakai2=round(jumtul2)*(0.25*pi*D2^2);
        jumtul2=round(jumtul2)*1;
        jartul2=1000/jumtul2

```

```

aq2=jartul2/25
jaraktul2=round(aq2)*25
Aspakai2=(1000/jaraktul2)*0.25*pi*D2^2;

```

```

end
end

```

```

%----KONTROL-----
dakt=h-20-0.5*D;
dakt2=h-20-0.5*D2;

```

```

%fprintf(' TULANGAN LAP ARAH X= D%2.0f-%3.0f',D,jaraktul)

```

```

%----OUTPUT-----
disp(' HASIL PERHITUNGAN ')
disp(' d renc d aktual As D-jarak tulangan arah x')
fprintf('%10.2f %8.2f %10.2f %4.0f -
%2.0f',dren,dakt,Aspakai,D,jaraktul)
disp(' ')
disp(' d renc d aktual As D-jarak tulangan arah y')
fprintf('%10.2f %8.2f %10.2f %4.0f -
%2.0f',dren,dakt2,Aspakai2,D2,jaraktul2)

```

### Hasil running program Perencanaan Plat Beton Bertulang

The screenshot shows the MATLAB Editor window with the following code and output:

```

Listing Program
%----KONTROL-----
dakt=h-20-0.5*D;
dakt2=h-20-0.5*D2;
%fprintf(' TULANGAN LAP ARAH X= D%2.0f-%3.0f',D,jaraktul)
%----OUTPUT-----
disp(' HASIL PERHITUNGAN ')
disp(' d renc d aktual As D-jarak tulangan arah x')
fprintf('%10.2f %8.2f %10.2f %4.0f - %2.0f',dren,dakt,Aspakai,D,jaraktul)
disp(' ')
disp(' d renc d aktual As D-jarak tulangan arah y')
fprintf('%10.2f %8.2f %10.2f %4.0f - %2.0f',dren,dakt2,Aspakai2,D2,jaraktul2)

```

Out program

```

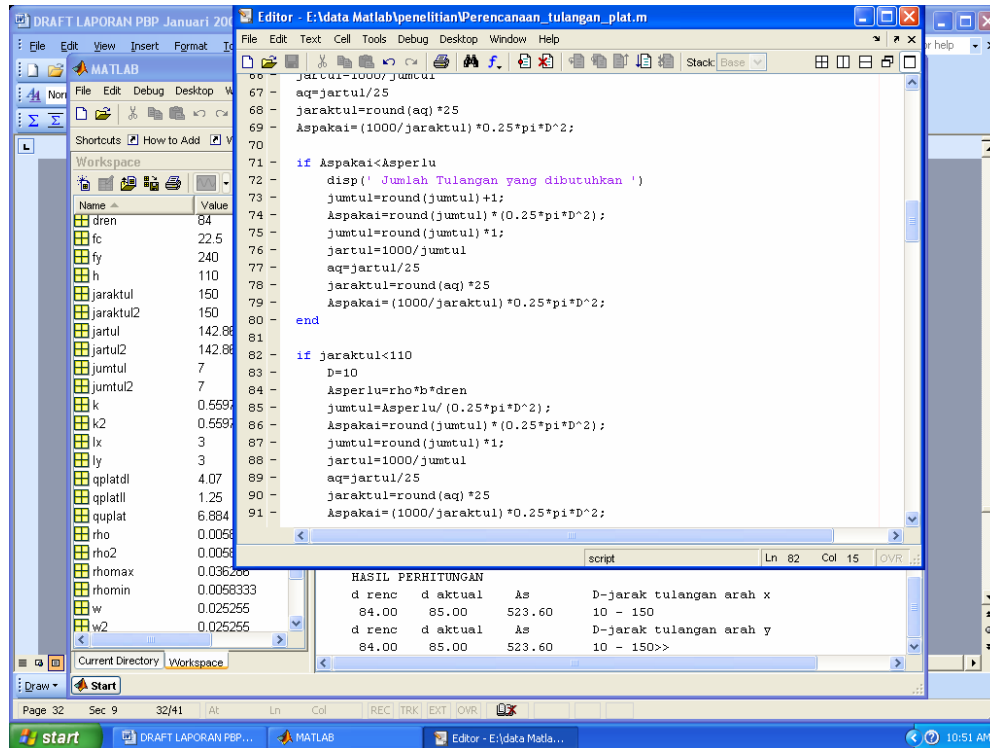
502.6548
HASIL PERHITUNGAN
d renc d aktual As D-jarak tulangan arah x
84.00 86.00 502.65 8 - 100
d renc d aktual As D-jarak tulangan arah y
84.00 86.00 502.65 8 - 100>>
>>
>>

```

The MATLAB workspace shows the following variables and their values:

Name	Value
dren	84
fc	22.5
fy	240
h	110
jaraktul	100
jaraktul2	100
jartul	100
jartul2	100
jumtul	10
jumtul2	10
k	0.55976
k2	0.55976
lx	3
ly	3

Gambar 6.1 : Listing Program dan Hasil Running Program



Gambar 6.2 : Listing Program dan Hasil Running

Dari hasil perhitungan manual dan perhitungan dengan menggunakan program didapatkan hasil yang sama yakni : untuk kebutuhan tulangan tumpuan arah x dan arah y adalah =  $\varnothing 10 - 150$  mm .

#### 6.4 Guide User Interface (GUI) Program Perencanaan Tulangan

Untuk mempermudah dalam berinteraksi dengan program maka dibuatlah Program dengan berbasis Guide User interface dimana pengguna dapat dengan mudah melakukan interaksi program dengan memasukkan input data yang diinginkan untuk mendapatkan hasil sesuai dengan kebutuhan dalam perencanaan tulangan

**PROGRAM PERENCANAAN TULANGAN PLAT BETON  
PADA RUMAH TINGGAL SEDERHANA**

**Data Perencanaan**

Panjang Plat, ly:  m'

Lebar Plat (bx):  mm

Tebal Plat (h):  mm

Mutu Beton, fc':  Mpa

Mutu Tulangan, fy:  Mpa

Diameter Tulangan:  mm

Desain Tulangan  
 Optimasi Desain

**Hasil Perhitungan**

Momen Batas:  kNm

Luasan Tulangan:  mm<sup>2</sup>

Diameter Tul - Jarak:  D

Momen Kapasitas (MR):

Tinggi efektif (d aktual):

**Kontrol**

Gambar 6.3 : Tampilan Awal Program

**PROGRAM PERENCANAAN TULANGAN PLAT BETON  
PADA RUMAH TINGGAL SEDERHANA**

**Data Perencanaan**

Panjang Plat, ly:  m'

Lebar Plat (bx):  mm

Tebal Plat (h):  mm

Mutu Beton, fc':  Mpa

Mutu Tulangan, fy:  Mpa

Diameter Tulangan:  mm

Desain Tulangan  
 Optimasi Desain

**Hasil Perhitungan**

Momen Batas:  kNm

Luasan Tulangan:  mm<sup>2</sup>

Diameter Tul - Jarak:  D

Momen Kapasitas (MR):

Tinggi efektif (d aktual):

**Kontrol**

Gambar 6.4 : Tampilan Hasil Running Program

## BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN

### 7.1 Kesimpulan

Dari hasil pemrograman yang dilakukan berkenaan dengan Perencanaan Plat Beton Bertulang pada rumah tinggal sederhana dapat diambil beberapa kesimpulan :

1. Dengan hanya memasukkan beberapa input data berupa mutu beton ( $f_c'$ ), mutu tulangan ( $f_y$ ), panjang dan lebar plat yang akan direncanakan, maka akan didapat kebutuhan tulangan untuk plat tersebut yang memenuhi syarat keamanan dan kenyamanan (*serviceability*) yang sesuai dengan peraturan perencanaan beton bertulang SNI 2847 2002
2. Efektifitas kerja akan lebih meningkat dibandingkan dengan apabila dikerjakan secara manual, lebih-lebih dalam menghitung momen plat yang merupakan jenis kelompok Shell yang tidak bisa dihitung dengan cara perhitungan statis tertentu biasa.
3. Dengan mengacu pada peraturan SNI 2847 2002, plat yang direncanakan dengan pemrograman ini memberikan jaminan keamanan yang cukup memadai dimana dengan kontrol yang ada memungkinkan program akan memberikan informasi apabila plat yang direncanakan tidak memenuhi syarat. ( $d_{rencana} < d_{aktual}$ , lendutan yang terjadi  $<$  dari lendutan ijin dan retak yang terjadi  $<$  retak ijin)
4. Para pengguna/praktisi akan merasakan kemudahan dalam pekerjaanya dalam merencanakan plat beton bertulang, karena dengan program ini akan didapat hasil output sesuai dengan yang diinginkan.
5. Ketidakefektifan perhitungan manual terlihat dalam perhitungan yang berulang-ulang untuk jenis plat yang berbeda dan jenis tulangan yang harus direncanakan sesuai dengan daerah yang telah ditentukan.

## 7.2 Saran

Pada program perencanaan plat beton bertulang ini ada beberapa saran yang dapat dipertimbangkan :

1. Sebelum menjalankan program sebaiknya data-data perencanaan sudah disiapkan terlebih dahulu untuk menunjang proses pekerjaan.
2. Program ini merupakan sub bagian dari program utama berupa perencanaan struktur beton bertulang pada bangunan rumah tinggal bertingkat sederhana yang nantinya akan berisikan program lengkap mulai dari perencanaan lantai hingga perencanaan pondasi. Sehingga program ini masih memungkinkan untuk bisa lebih dikembangkan dengan berbagai metode yang lebih baik lagi.

**DAFTAR PUSTAKA**

- ACI Committee 318, *Building Code Requirement for Srtucture (ACI 318 – 2002)*, American Concrete Institute, 2002
- Badan Standarisasi Nasional (BSN), *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung berdasarkan SNI 03-2847-2002*, Panitia Teknik Standarisasi Nasional, November 2002
- Dipohusodo, I. 1994 *Struktur beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama
- Kusuma, G. 1994. *Dasar-dasar Perencanaan Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03* . Jakarata : Erlangga.
- Mac Gregor, J.G, *Reinforced Concrete Mechanics and Design*, Third Edition Prentice Hall International, Inc, 1997
- Purwono, Rachmat, *Perencanaan Struktur Beton BertulangTahan Gempa*, ITSpres, Mei 2005
- Park, R, Paulay, T., *Reinforced Concrete Structure*, Jhon Wiley & Sons, 1975
- Yayasan LPMB. 1991 . *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. Bandung ;;Departemen Pekarjaan Umum



# LAMPIRAN 1

## PERSONALIA PENELITIAN

1. Ketua Peneliti
  - a. Nama lengkap dan gelar : Zamzami Septiropa, ST, MT
  - b. NIPUMM : 108.9911.0349
  - c. Jabatan Fungsional : Asisten Ahli
  - d. Jabatan Struktural : Dosen
  - e. Fakultas/Program studi : Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil
  - f. Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Malang
  - g. Bidang Keahlian : Bidang Struktur.
  - h. Waktu untuk Penelitian ini: 10 jam/ minggu
2. Anggota Peneliti : AF. Sujatmiko, ST  
(Unit Kerja BP3K UMM)

## LAMPIRAN 2

### JADWAL PELAKSANAAN

Untuk menyelesaikan penelitian tahap ketiga ini memerlukan waktu kurang lebih 10 bulan terhitung dari mulai di setujui penelitian ini. Adapun rencana penyelesaian penelitian ini terlihat pada rencana kerja di bawah ini.

No	Uraian	Jan- Feb	Mar - April	Mei- Juni	Juli - Agust	Sept - Okt
1.	Penyusunan, Revisi dan Penyerahan Proposal					
2.	Pengumpulan Data data pendukung					
3.	Penyusunan Listing Program					
4.	Pembuatan Program dan Simulasi Perhitungan dengan Program MATLAB 7					
5.	Penyusunan Laporan Hasil Penelitian					
6.	Seminar dan Penyerahan laporan penelitian					

## LAMPIRAN 3

### PERKIRAAN BIAYA PENELITIAN PERSEMESTER

Perkiraan biaya yang di keluarkan

1. Penyusunan Proposal Penelitian	: Rp.	200.000,-
2. Pembelian CD dan Cartride	: Rp.	350.000,-
3. Pembelian Kertas dan Tinta Refill	: Rp.	250.000,-
4. Sewa Komputer selama penelitian	: Rp.	450.000,-
5. Penyusunan Program dan Simulasi	: Rp.	300.000,-
6. Penyusunan Laporan	: Rp.	350.000,-
7. Penyusunan makalah Seminar	: Rp.	250.000,-
8. Honorarium Peneliti	: Rp.	750.000,-
9. Honorarium Anggota peneliti	: Rp.	<u>250.000,-</u>
Jumlah Total Biaya	Rp.	3.150.000,-

( Tiga juta seratus lima puluh ribu rupiah )

**Perkiraan Biaya Penelitian dalam 1 Tahun (2 Semester) Rp. 6.300.000,-**

( Enam Juta tiga ratus ribu rupiah )

