BAB IV
METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

1. Perancangan sistem dan *flowchart*

   Dalam merancang sistem untuk melakukan analisa struktur pelat lantai yang terkomputerisasi terdapat tiga tahap penting yang harus diperhatikan dan akan menjadi penentu hasil dari proses analisa tersebut. Ketiga tahap dimaksud adalah *input – process – output*.

   a. Tahap *input* data

      Pada tahap ini dilakukan *entry* data oleh *user* atau pemakai ke dalam sistem program. Data utama yang harus dimasukan oleh *user* tampak pada tabel di bawah ini.

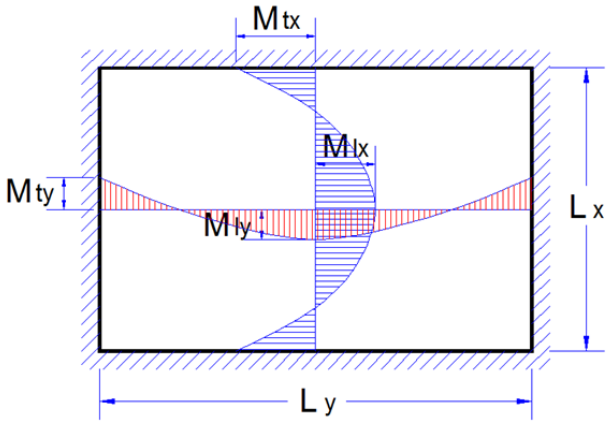
      Tabel 4.1 *Input* data

No	*Entry* Data	Keterangan	Satuan
1	l_y	Panjang pelat	meter
2	l_x	Lebar pelat	meter
3	f'_c	Kuat tekan beton	MPa
4	f_y	Kuat leleh *rebar*	MPa
5	Tebal Pelat	Tebal pelat lantai	mm
6	Tebal Penutup	Tebal selimut tulangan	mm
7	Diameter Tulangan	Diameter tulangan yang digunakan	mm

   b. Tahap *process* data

      Pada tahap ini program melakukan proses untuk melakukan kalkulasi atau perhitungan terhadap *input* data yang diberikan oleh *user*. Proses ini menjadi kunci penentu keberhasilan analisa yang dilakukan oleh sistem dan tentu saja proses dilakukan dengan memperhatikan peraturan maupun standar yang terkait.

      Pada tahap ini kontrol sepenuhnya diambil alih oleh sistem program dan *user* hanya menunggu hasil atau *output* yang akan diberikan oleh sistem setelah selesai melakukan analisa atau perhitungan.



Gambar 4.1 Diagram gaya dalam pada pelat lantai

Tabel 4.2 *Data processing*

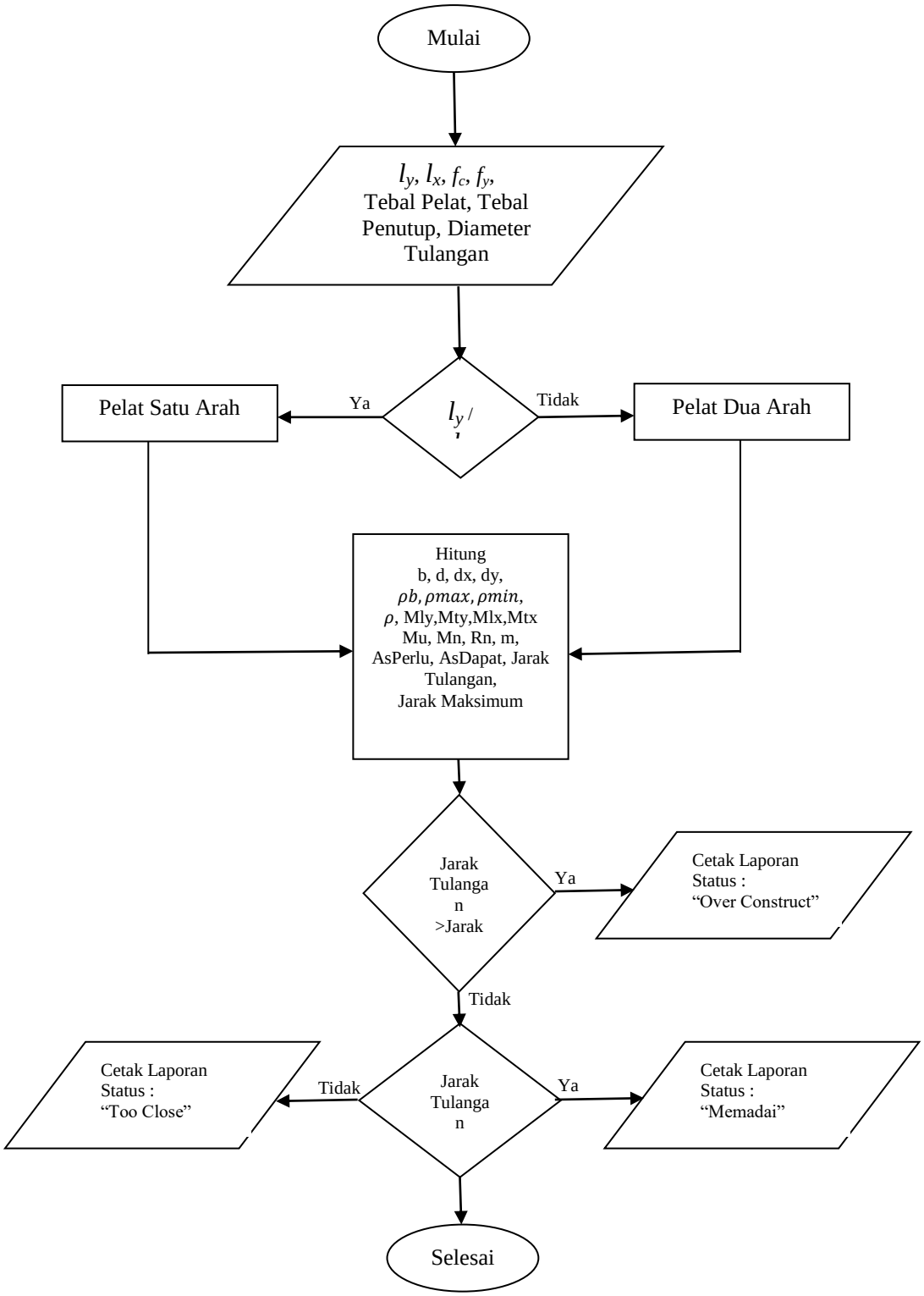
No	Item Data	Keterangan	Satuan
1	b	bentang arah tegak lurus dari bentang acuan, nilainya 1000 mm	mm
2	d	Tinggi efektif	mm
3	d_x	Tinggi efektif terhadap tulangan sumbu x	mm
4	d_y	Tinggi efektif terhadap tulangan sumbu y	mm
5	ρb	Rasio A_s terhadap b,d yang menghasilkan kondisi regangan seimbang	-
6	ρ_{max}	Rasio maksimum	-
7	ρ_{min}	Rasio minimum	-
8	ρ	Rasio A_s terhadap b,d	-
9	Mly	Momen lapangan sumbu y	Kgm
10	Mty	Momen tumpuan sumbu y	Kgm
11	Mlx	Momen lapangan sumbu x	Kgm
12	Mtx	Momen tumpuan sumbu x	Kgm
13	M_u	Momen terfaktor pada penampang	Nmm
14	M_n	Kekuatan lentur nominal pada penampang	Nmm
15	R_n	Rasion M_n dengan b,d	N/mm^2
16	m	Rasio f_y dengan f'_c terfaktor	-
17	A_s Perlu	Luas penampang tulangan yang dibutuhkan	mm^2
18	A_s Dapat	Luas penampang tulangan yang diperoleh	mm^2
19	Jarak Tulangan	Jarak antara tulangan satu dengan tulangan lainnya	mm
20	Jarak Maksimum	Jarak maksimum yang diijinkan	mm

c. Tahap *output* data

Pada tahap ini program akan menampilkan hasil analisa yang telah dilakukan kedalam format yang mudah dipahami oleh *user*. Seluruh item data baik yang dimasukan oleh *user* maupun yang diproses oleh sistem akan ditampilkan kembali sebagai *output*, hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam mengkaji ulang proses perhitungan. Terdapat beberapa macam bentuk laporan yang menjadi *output* dari sistem yaitu :

1) Rekapitulasi hasil analisa pelat lantai secara keseluruhan
2) Rekapitulasi hasil analisa untuk kategori pelat yang bermasalah
3) Rekapitulasi hasil analisa untuk kategori pelat yang sudah fix
4) Detail perhitungan tebal minimum pelat
5) Detail perhitungan momen
6) Detail perhitungan tulangan lapangan dan tumpuan sumbu y
7) Detail perhitungan tulangan lapangan dan tumpuan sumbu x

Alur proses dari awal *input* data sampai dengan dikeluarkannya laporan atau *report* sebagai hasil akhir analisa dapat dilihat pada *flowchart* berikut ini. Proses berjalan sama baik untuk tipe pelat satu arah maupun dua arah, yang membedakan hanya dasar atau standar yang digunakan dalam proses perhitungan.



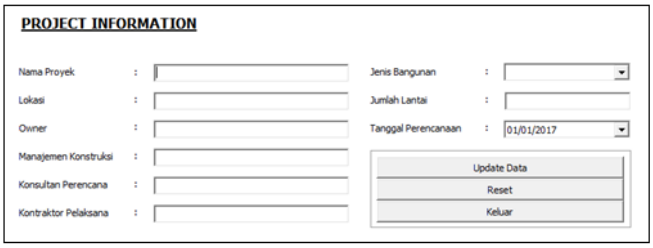
Gambar 4.2 *Flowchart* analisa pelat lantai

2. Rancangan *input*

Selain data utama yang menjadi *input* untuk proses analisa pelat lantai sebagaimana telah dijelaskan sebelumnya, terdapat beberapa data lain yang berfungsi sebagai pendukung. Data-data dimaksud tampak pada rancangan *input* yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari sistem program.

a. *Input* data *project*

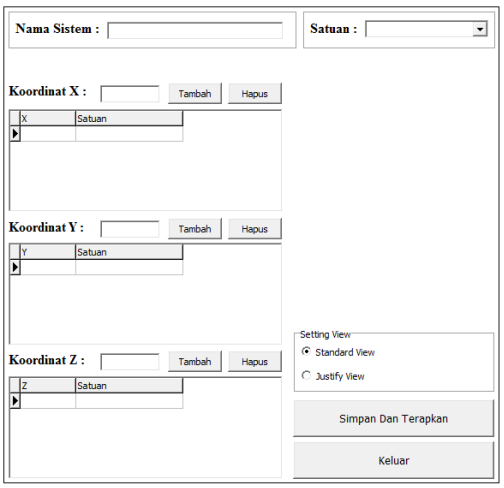
Rancangan ini berisikan data atau informasi mengenai *project* yang sedang dibuat. Nama *project* ini pula yang akan dijadikan acuan oleh sistem apabila desain di-*export* kedalam format *jpg* maupun *bmp*.



Gambar 4.3 Rancangan *input* data *project*

b. *Input* koordinat

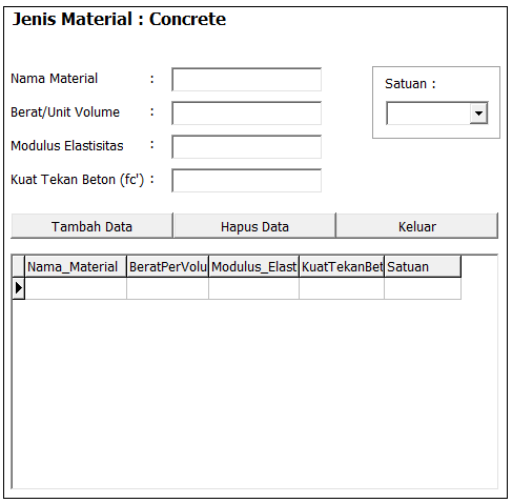
Rancangan ini berisikan data koordinat yang harus dimasukan. Koordinat meliputi sumbu x, sumbu y dan sumbu z. Tanpa adanya koordinat data yang akurat maka *user* tidak dapat mendesain suatu *project.* Maka dapat dikatakan bahwa koordinat ini menjadi landasan awal dibangunnya sebuah *project* oleh program.



Gambar 4.4 Rancangan *input* koordinat

c. *Input* material *concrete*

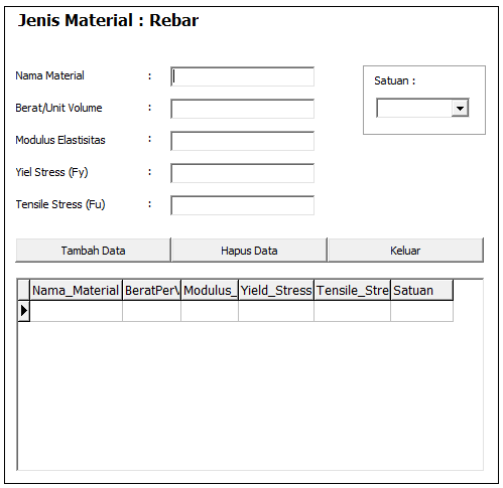
Rancangan ini berisikan data material berupa *concrete* atau mix desain beton yang harus dimasukan oleh *user*. Nilai kuat tekan beton yang dimasukan akan menjadi salah satu item penting yang dibutuhkan oleh sistem untuk melakukan analisa maupun perhitungan terhadap pelat lantai.



Gambar 4.5 Rancangan *input* material *concrete*

d. *Input* material *rebar*

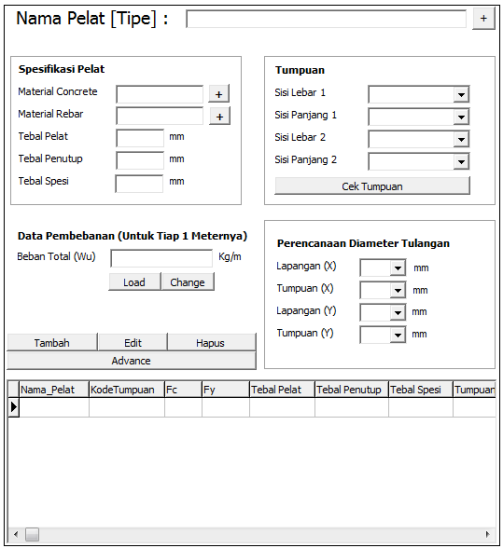
Rancangan ini berisikan data material berupa *rebar* atau spesifikasi baja yang digunakan untuk tulangan pelat lantai. Nilai kuat leleh yang dimasukan juga menjadi salah satu item penting yang dibutuhkan oleh sistem untuk melakukan analisa maupun perhitungan terhadap pelat



Gambar 4.6 Rancangan *input* material *rebar*

e. *Input* tipe pelat

Rancangan ini berisikan data spesifikasi dari pelat masing-masing tipe pelat lantai. Pada tipe pelat ini sistem juga akan mengambil data dari jenis material yang digunakan. Di dalam rancangan *input* ini pula jenis tumpuan serta diameter tulangannya dapat ditentukan. Apabila nantinya analisa menunjukan adanya hasil yang kurang ideal atau perlu dilakukan redesain maka spesifikasi pada tipe pelat ini dapat dirubah kembali.

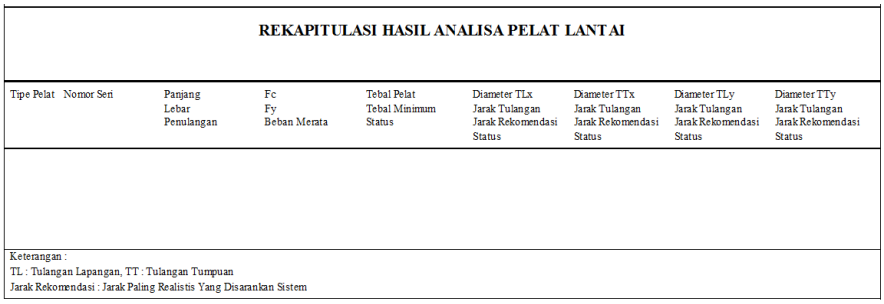


Gambar 4.7 Rancangan *input* tipe pelat

3. Rancangan *output*

a. Rekap Laporan

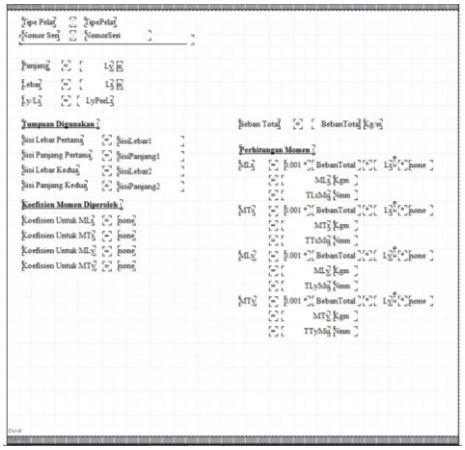
Bentuk laporan dirancang agar *user* lebih mudah dalam memahami hasil analisa. Rekapitulasi hasil analisa pelat lantai berisikan data dan informasi seluruh pelat yang ada dalam sistem baik yang sudah fix maupun yang masih kurang ideal atau perlu didesain ulang.



Gambar 4.8 Rancangan *output* rekap laporan

b. Detail perhitungan momen metode koefisien momen

Rancangan detil perhitungan ini berisi penjelasan secara lengkap mengenai bagaimana proses perhitungan momen dengan menggunakan metode koefisien momen. Bentuk *output* semacam ini sengaja dipersiapkan agar *user* dapat mengkaji ulang proses perhitungan yang dilakukan oleh program.



Gambar 4.9 Rancangan *output* detail perhitungan momen metode koefisien momen

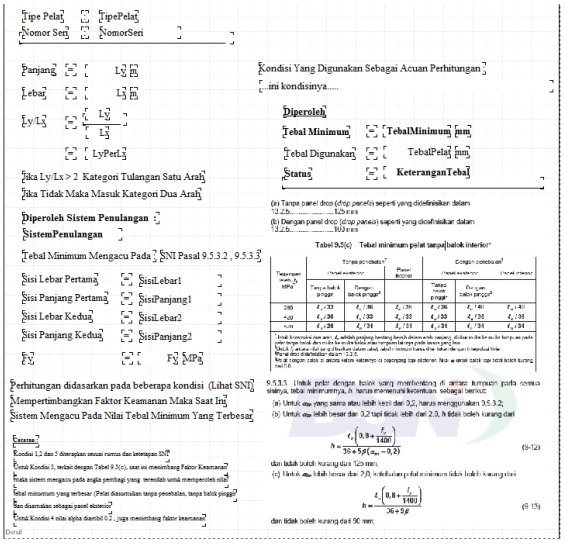
c. Detail perhitungan tulangan

Rancangan detil perhitungan tulangan ini berisi penjelasan secara lengkap mengenai bagaimana proses perhitungan sistem setelah mendapatkan nilai momen sampai dengan menentukan status tulangan tersebut apakah sudah memadai, berlebihan atau justru diameternya perlu diperbesar karena jarak yang terlalu dekat.

Gambar 4.10 Rancangan *output* detail perhitungan tulangan

d. Detail perhitungan tebal minimum

Rancangan detil perhitungan tebal minimum ini berisi penjelasan secara lengkap mengenai bagaimana proses perhitungan sistem untuk mendapatkan nilai tebal minimum pelat lantai didasarkan pada tipenya apakah satu arah atau dua arah.



Gambar 4.11 Rancangan *output* detail perhitungan tebal minimum pelat

B. Bahasa Pemrograman Yang Digunakan

1. *Borland Delphi*

   Target akhir dari penelitian ini adalah menghasilkan sebuah program yang mampu menganalisa pelat lantai dari suatu *object* bangunan tertentu. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Borland Delphi* versi 6.0 yang merupakan bahasa pemrograman *visual* berbasis *pascal language*.

2. Tipe data

   Tipe data sangat penting dan menentukan pula tingkat ketelitan dari sebuah proses perhitungan. Terdapat berbagai macam tipe data, beberapa diantaranya yang digunakan dalam pembuatan program dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 4.3 Tipe data

No	Tipe Data	Keterangan
1	*String*	Merupakan tipe data *character* atau text
2	*Integer*	Merupakan tipe data *numeric*, berupa angka yang bukan desimal dan tidak bernilai negatif
3	*Double*	Merupakan tipe data *numeric*, berupa angka real, dapat digunakan untuk nilai desimal maupun negatif

3. *Tools*

Borland Delphi menyediakan banyak sekali *tools* ataupun perangkat yang dapat digunakan untuk membuat sebuah program. Penggunaannya didasarkan pada kebutuhan, beberapa *tools* yang banyak digunakan dalam pembuatan program dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.4 Delphi *Tools*

No	*Tools*	Nama	Keterangan
1		*Label*	Untuk membuat *text*
2		*Edit*	Untuk menerima *input* data
3		*Button*	Untuk membuat tombol perintah
4		*Combobox*	Untuk menampilkan pilihan menurun
5		*Radiogroup*	Untuk menampilkan group pilihan
6		*Image*	Untuk menampilkan *image* atau gambar
7		*Adotable*	Untuk koneksi *database*
8		*Quickreport*	Untuk pembuatan laporan

C. Basis Data

Suatu aplikasi atau *software* selain membutuhkan bahasa pemrograman untuk pembuatannya juga membutuhkan sebuah *database engine* sebagai media penyimpanan data. Dari sekian banyak aplikasi pengolah database, *Ms.Access* 2007 menjadi pilihan untuk disandingkan dengan program ini karena cukup ringan dan mudah digunakan. Meskipun dalam pembuatannya disandingkan dengan *Ms.Access* namun pada akhirnya nanti program akan berdiri sendiri sebagai sebuah *executable file* dan tidak tergantung pada ada atau tidaknya aplikasi *Delphi* maupun *Ms.Access* dalam sistem komputer yang digunakan.

1. Tabel

   Program menggunakan tabel *database* sebagai media penyimpanan data, beberapa tabel yang keberadaannya memiliki peran penting bagi program adalah sebagai berikut :

   a. Tabel “TKoordinatX”

      Tabel ini digunakan untuk menampung data koordinat sumbu x.

   b. Tabel “TKoordinatY”

      Tabel ini digunakan untuk menampung data koordinat sumbu y.

   c. Tabel “TKoordinatZ”

      Tabel ini digunakan untuk menampung data koordinat sumbu z.

   d. Tabel “TSimpanFrame”

      Tabel ini digunakan untuk menampung data *frame* berupa koordinat balok maupun kolom baik yang merupakan koordinat berdasarkan desain maupun koordinat berdasarkan nilai *pixel*.

   e. Tabel “TSimpanDataPelat”

      Tabel ini digunakan untuk menampung data pelat, meliputi koordinat dan spesifikasi dari pelat tersebut.

   f. Tabel “TMaterialConcrete”

      Tabel ini digunakan untuk menampung data material beton yang digunakan.

   g. Tabel “TMaterialRebar”

      Tabel ini digunakan untuk menampung data material *rebar* atau spesifikasi baja tulangan yang digunakan.

   h. Tabel “TDataProyek”

      Tabel ini digunakan untuk menampung data atau informasi mengenai *project* yang sedang dikerjakan.

   i. Tabel “TPembebanan1983”

      Tabel ini digunakan untuk menampung data berat material atau bahan berdasarkan peraturan pembebanan tahun 1983.

   j. Tabel “TMasterTumpuan”

      Tabel ini digunakan untuk menampung data jenis tumpuan yang dapat digunakan.

k. Tabel “TMasterMomen”

Tabel ini digunakan untuk menampung data nilai koefisien momen yang mengacu pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.

l. Tabel “TBebanMati”

Tabel ini digunakan untuk menampung data beban mati yang digunakan.

m. Tabel “TBebanHidup”

Tabel ini digunakan untuk menampung data beban hidup yang digunakan.

n. Tabel “TDaftarNamaPelat”

Tabel ini digunakan untuk menampung data tipe pelat.

o. Tabel “TNilaiXPBI1971”

Tabel ini digunakan untuk menampung data nilai rasio antara bentang panjang dan bentang pendek dari suatu pelat lantai. Tabel ini nantinya dihubungkan dengan tabel lain untuk mendapatkan nilai koefisien momen.

p. Tabel “TRunAnalisa”

Tabel ini digunakan untuk menampung seluruh data hasil analisa pelat lantai baik yang statusnya sudah memadai maupun yang menurut sistem perlu didesain ulang.

2. *Query*

Query digunakan oleh sistem untuk menghubungkan beberapa tabel menjadi satu. Salah satu kegunaannya adalah untuk mempermudah dan mempercepat proses penggabungan atau koneksi data yang dibutuhkan. Q*uery* utama yang digunakan dalam program adalah sebagai berikut :

a. *Query* “QAnalisaPelat”

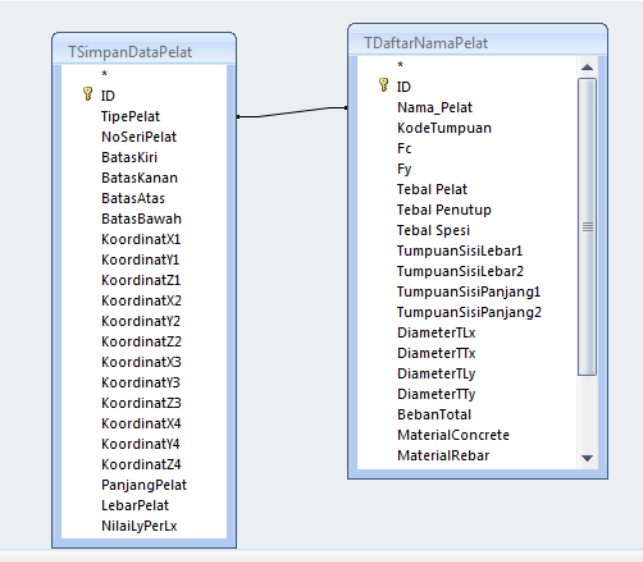
Query ini menghubungkan antara TSimpanDataPelat dengan TDaftarNamaPelat. *Field* yang menjadi kunci penghubungnya adalah “TipePelat” dan “NamaPelat”.

b. *Query* “QNilaiMomen”

Query ini menghubungkan tiga tabel sekaligus, yaitu “TMasterMomen”, “TMasterTumpuan” dan “TNilaiXPBI1971”. Fungsi dari *query* ini adalah untuk mendapatkan nilai koefisien momen dari suatu pelat lantai.

3. Relasi tabel

a. *Query* “QAnalisaPelat”

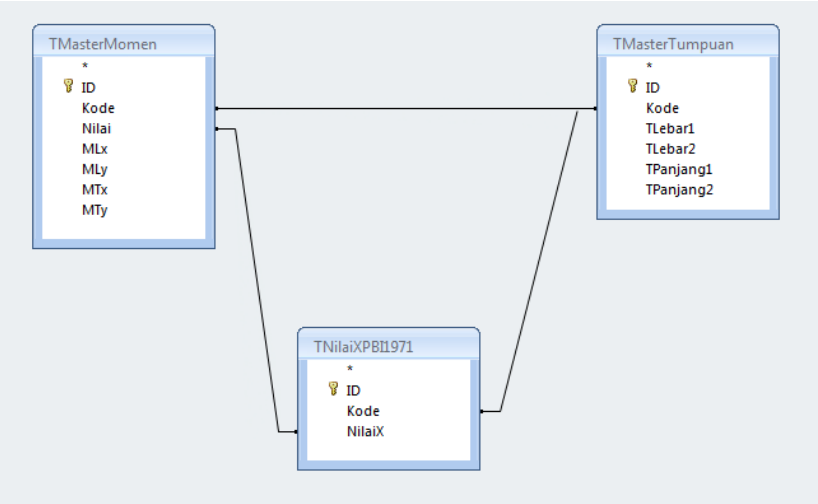


Gambar 4.12 Relasi tabel pada *query* “QAnalisaPelat”

Query ini menggabungkan data yang terdapat pada tabel “TSimpanDataPelat” dengan tabel “TDaftarNamaPelat”. Tujuannya adalah untuk mendapatkan spesisifikasi dari tipe pelat yang digunakan beserta koordinat penempatannya.

Data hasil penggabungan kedua tabel inilah yang kemudian akan menjalani analisa lebih lanjut. Hasil analisa tersebut kemudian ditampung pada tabel lain yang bernama “TRunAnalisa”.

b. *Query* “QNilaiMomen”



Gambar 4.13 Relasi tabel pada *query* “QNilaiMomen”

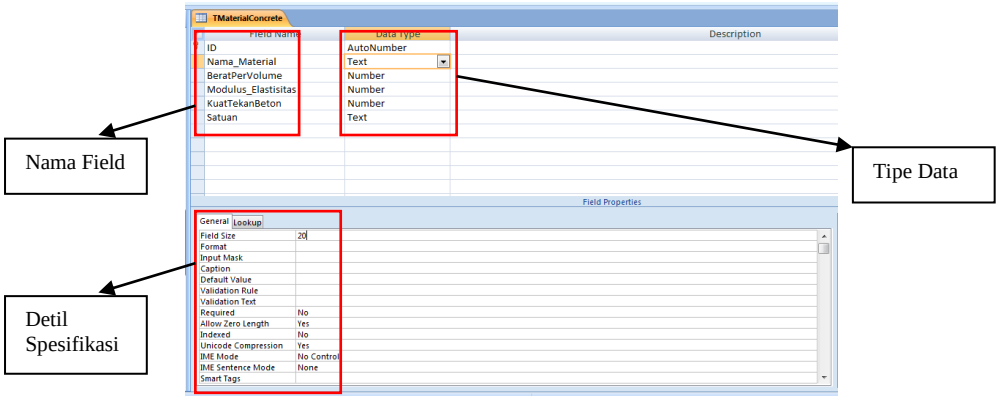
Query ini pada dasarnya juga menggabungkan data diantara ketiga tabel yang dihubungkan namun tujuan utamanya adalah untuk mendapatkan nilai koefisien momen berdasarkan rasio perbandingan bentang panjang pelat dengan bentang pendeknya yang ditampung pula di tabel "TNilaiXPBI1971".

D. Pembuatan *Software*

Program atau aplikasi ini dibuat melalui tiga tahapan yaitu perancangan *database* atau basis data, perancangan *form* dan perancangan *report*. Masing-masing dirancang dengan tujuan menghasilkan suatu aplikasi yang memiliki prinsip "3E" yaitu *Easy To Build*, *Easy To Analyze* dan *Easy To Understand*. Maksudnya adalah bahwa dalam pembuatan *software* ini diutamakan proses yang paling sederhana dalam pembuatannya, proses yang paling mudah untuk analisanya dan proses yang keluaran atau *output*-nya komunikatif. Pengertian komunikatif disini adalah bawah *output* tersebut dapat cepat dipahami oleh *user* tanpa harus melakukan analisa ulang secara manual lagi sebagai pembanding.

1. Tahap perancangan *database*

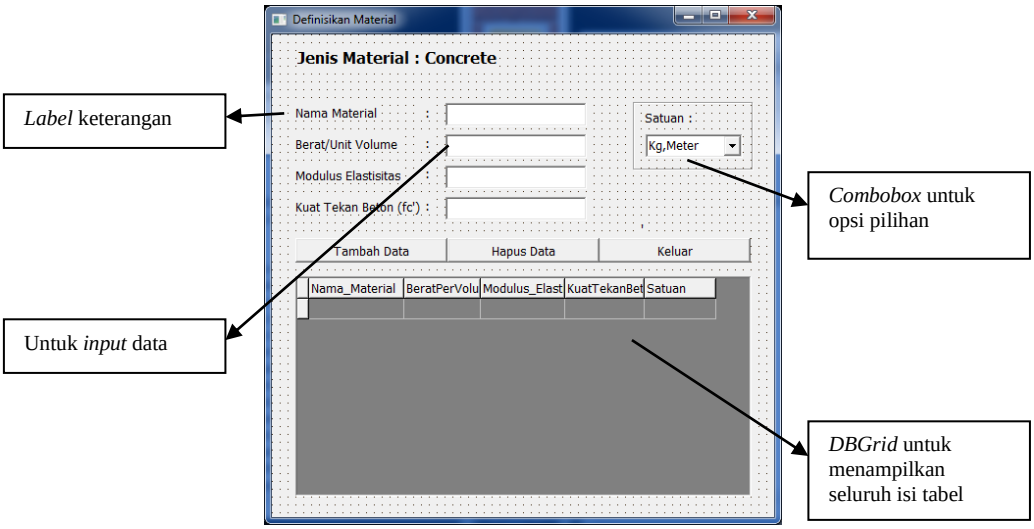
   Seluruh tabel yang disebutkan sebelumnya dirancang atau dibuat menggunakan *Ms.Access* 2007 dan disimpan dengan *extensi* ".umy" sehingga tidak lagi menggunakan *extensi* ".mdb" yang merupakan standar dari *Ms.Access* tersebut. Dibawah ini adalah gambaran mengenai bagaimana hasil rancangan sebuah tabel menggunakan *Ms.Access*.



Gambar 4.14 Merancang tabel "TMaterialConcrete" dengan *Ms.Access*

2. Tahap pembuatan *form*

Form sebagai media peletakan komponen atau *tools* dibuat langsung menggunakan *Delphi*. *Form* ini selain menjadi media *input* data sekaligus juga menjadi media untuk menampilkan informasi hasil analisa dan perhitungan yang dilakukan oleh sistem. Dibawah ini adalah gambaran mengenai bagaimana hasil rancangan sebuah *form* menggunakan *Delphi*.

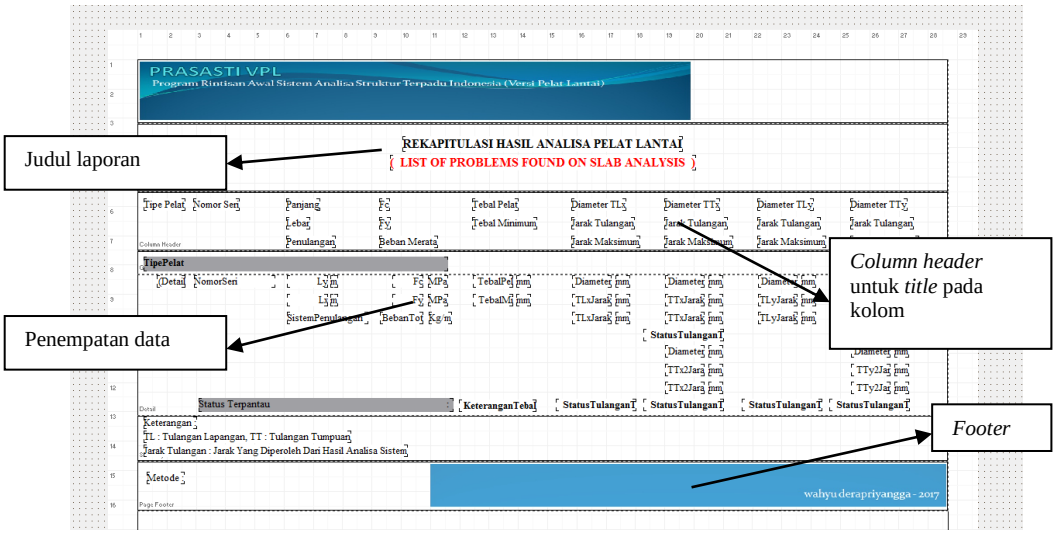


Gambar 4.15 Merancang *form* yang berkaitan dengan tabel "TMaterialConcrete"

3. Tahap pembuatan *report*

Laporan atau *report* adalah bentuk penyampaian informasi hasil analisa dan perhitungan sistem kepada *user*. Dalam hal ini *report* dirancang sedemikian rupa agar tidak sekedar menampilkan angka-angka atau nilai-nilai yang kemudian sulit dipahami oleh *user*. Konsep laporan dirancang agar *user* pemula dapat dengan cepat dan mudah memahami hasil analisa program.

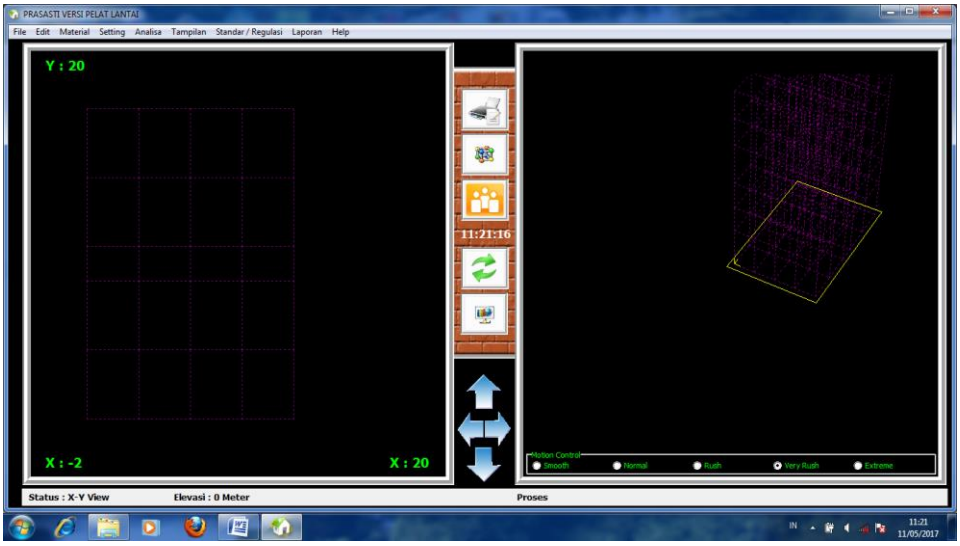
Dibawah ini adalah gambaran menganai bagaimana sebuah *report* dirancang menggunakan *Delphi*.



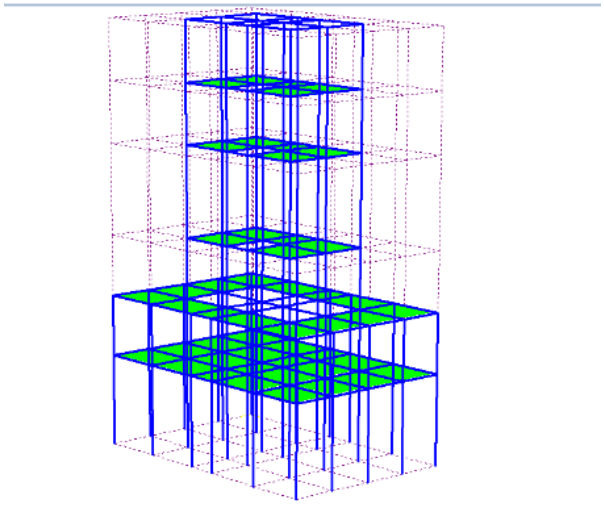
Gambar 4.16 Merancang *report* untuk rekapitulasi hasil analisa pelat

4. *Layout* Program "PRASASTI VPL"

Tujuan akhir dari penelitian ini adalah menghasilkan sebuah program komputer yang dapat digunakan untuk menganalisa struktur pelat lantai bernama PRASASTI VPL (Program Rintisan Awal Sistem Analisa Struktur Terpadu Indonesia Versi Pelat Lantai). Program ini merupakan sebuah "*startup edition*" dari target program yang sesungguhnya atau dengan kata lain diharapkan masih dapat dikembangkan lagi menjadi sebuah program yang tidak sebatas untuk menganalisa pelat lantai saja melainkan untuk menganalisa suatu struktur bangunan secara utuh dan menyeluruh



Gambar 4.17 Lembar kerja PRASASTI VPL



.

Gambar 4.18 Desain gedung dengan PRASASTI VPL

Sebagaimana yang tampak pada gambar di atas bahwa pada prinsipnya PRASATI VPL telah menyiapkan *platform* untuk melakukan analisa struktur bangunan secara utuh dan tiga dimensi namun sebagai "*startup edition*" saat ini PRASASTI VPL baru mampu melakukan analisa struktur pelat lantai.

E. Metode Pengujian *Software*

Metode pengujian *software* PRASASTI VPL dilakukan dengan cara melakukan perhitungan atau analisa struktur pelat lantai secara manual kemudian dibandingkan dengan apa yang diperoleh dari hasil analisa program. Pengujian ini dilakukan untuk perhitungan dengan metode koefisien momen.

F. Analisis Data

1. Analisa tebal pelat minimum

   Analisa tebal pelat minimum mengacu pada SNI 2847-2013 pasal 9.5.2.2 untuk kategori pelat satu arah dan pasal 9.5.3.2 untuk kategori pelat dua arah.
2. Analisa momen yang terjadi

   Analisa momen menggunakan metode koefisien momen yang didasarkan pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia tahun 1971.
3. Analisa jarak tulangan

   Analisa jarak tulangan akan berada dalam rentang nilai atau kondisi yang dibatasi oleh sistem. Untuk kondisi pertama, apabila jarak tulangan melebihi dua kali tebal pelat akan diberi status "*over construct*" atau dianggap berlebihan dan diameter tulangan dapat diperkecil. Untuk kondisi kedua, apabila jarak tulangan dibawah 25 mm maka akan diberi status "*too-close*" atau dianggap jaraknya terlalu dekat dan diameter tulangan disarankan diperbesar. Kondisi ketiga adalah kondisi dimana jarak tulangan lebih dari 25 mm namun tidak melebihi dua kali tebal pelat, untuk kondisi ini sistem akan memberi status "memadai" dalam arti diameter tulangan tersebut dapat digunakan.