

PERANGKAT LUNAK UNTUK ANALISIS DAN DESAIN KOLOM LANGSING BETON BERTULANG

Verena Bernadetta C.N.¹, Yosafat Aji Pranata²

¹ Alumnus, Program *Double Degree* TS – SI, Universitas Kristen Maranatha

² Dosen Biasa, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Maranatha
e-mail: yosafat.ap@eng.maranatha.edu

ABSTRAK

Pertimbangan stabilitas dari kolom langsing beton bertulang dengan sendi pada kedua ujung perletakkan (*pin-ended column*) dipengaruhi oleh beban kritis, lendutan di tengah kolom, daktilitas perpindahan, serta faktor perbesaran momen. Kolom langsing tersebut merupakan struktur tak-bergoyang (*non sway*). Untuk menentukan faktor-faktor di atas maka dilakukan proses analisis yang dikenal dengan analisis orde-pertama atau dikenal dengan metode perbesaran momen. Hasil analisis pada studi ini yaitu beban aksial terfaktor P_u dan momen lentur terfaktor M_u sebagai akibat dari pembebanan dengan metode perbesaran momen. Kemudian periksa penulangan kolom berdasarkan diagram interaksi yang tersedia sehingga akan diketahui kuat tidaknya kolom tersebut dalam memikul beban tertentu. Guna mempermudah pengolahan dan penyajian material data, *section data*, dan *load data* serta maka diperlukan bantuan dari bidang ilmu lain. Hal yang dimaksudkan yaitu dengan pembuatan sistem informasi menggunakan bahasa pemrograman *Delphi* dan dilengkapi dengan *database* MySQL ini. Sehingga diharapkan dapat mempermudah pengecekan kekuatan suatu kolom langsing terhadap beban yang dipikul kolom tersebut.

Kata kunci: Kolom langsing, Faktor perbesaran momen, Beban, *Delphi*, *Database* MySQL.

ABSTRACT

Consideration of the stability of the slender column of reinforced concrete with joints at both ends pedestal (pin-ended column) is influenced by the critical load, deflection at the middle column, the displacement ductility, as well as the magnification factor of the moment. Slender column is a non-sway structures (non-sway). To determine the factors above, performed analytical process known as first-order analysis or known by the moment magnification method. The results of the analysis in this study is the factored axial load P_u and M_u factored bending moment as a result of the imposition by the moment magnification method. Then check the column reinforcement based on the interaction diagram are available so strong will know whether or not the column in a particular burden. To facilitate processing and presentation of material data, the data section, and load data and will require assistance from other scientific fields. It is intended that by making information systems using Delphi programming language and MySQL database comes with this. Thus expected to facilitate the checking of the strength of a slender column of the burden borne by that column.

Keywords: Slender Column, Moment magnification factor, Load, *Delphi*, *Database* MySQL.

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini bangunan dituntut untuk bisa memiliki struktur yang kuat. Salah satu elemen yang berperan penting pada suatu bangunan adalah kolom. Kolom merupakan elemen tekan yang menumpu / menahan balok yang memikul beban-beban pada lantai. Sehingga kolom ini sangat berarti bagi struktur. Jika kolom runtuh, maka runtuh pulalah bangunan secara keseluruhan. Berdasarkan kelangsingannya kolom dapat dibedakan menjadi kolom langsing dan kolom tidak langsing. *Kolom langsing dapat juga*

didefinisikan sebagai kolom yang mengalami pengurangan kekuatan akibat adanya kelangsingan (ACI 318-08). Dari definisi tersebut dapat disimpulkan untuk perencanaan kolom langsing memerlukan lebih banyak perhatian.

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Membuat suatu perangkat lunak teknik sipil sederhana untuk mengetahui kebutuhan tulangan (rasio tulangan) longitudinal pada kolom langsing.
2. Mendapatkan titik P_u-M_c koordinat kombinasi beban yang tepat pada diagram interaksi kolom sehingga nantinya kebutuhan tulangan longitudinal pada kolom dapat dipenuhi secara akurat.
3. Membuat diagram interaksi $\phi P_u - \phi M_u$ dari penampang kolom langsing akibat kombinasi momen lentur dan gaya aksial sehingga dapat diketahui kapasitas kolomnya.
4. Mengetahui bahwa nilai *output* aplikasi program yang telah dibuat dapat dipertanggungjawabkan dengan cara memverifikasinya dengan hitungan manual.

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang ada, lingkup aplikasi adalah:

a. Ruang Lingkup Perangkat Lunak:

1. Sistem Operasi : Microsoft Windows XP SP 3
2. Bahasa Pemrograman : Delphi 7
3. Sistem Basis Data : MySQL
4. Editor : Delphi 7

b. Ruang Lingkup Aplikasi:

1. Hak akses hanya akan diberikan kepada Admin saja, dimana admin harus memasukkan *username* dan *password* jika ingin menggunakan aplikasi.
2. Aplikasi berbasis desktop ini menangani pengolahan data material, *section*, dan *load*, analisis kolom serta jumlah tulangan yg dibutuhkan.

Pembuatan sistem informasi ini menggunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Kolom yang ditinjau adalah kolom langsing beton bertulang.
2. Bentuk penampang kolom adalah persegi, tanpa lubang.
3. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *DELPHI*.
4. Perencanaan yang dibahas adalah analisis dan desain kolom.

5. Fitur yang dirancang adalah basis data material, basis data penampang struktur kolom, basis data beban, plot kurva diagram interaksi kolom, tabel hasil perhitungan, fasilitas simpan dan panggil data.
6. Dasar teori acuan dalam perencanaan kolom berdasarkan Peraturan Beton Indonesia SNI 2847-2002.

2. TINJAUAN LITERATUR

Kolom

Kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka (*frame*) struktural yang memikul beban dari balok. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi. Karena kolom merupakan komponen tekan, maka keruntuhan pada kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan *collapse* (runtuh) pada lantai yang bersangkutan dan juga runtuh batas total (*ultimate total collapse*) seluruh strukturnya [Nawi, 2003].

Kolom harus direncanakan untuk memikul beban aksial tekan terfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap dan momen maksimum yang berasal dari beban terfaktor pada satu bentang terdekat dari lantai atau atap yang ditinjau. Kombinasi pembebanan yang menghasilkan rasio maksimum dari momen terhadap beban aksial tekan juga harus diperhitungkan. Kapasitas penampang beton bertulang untuk menahan kombinasi gaya aksial tekan dan momen lentur dapat digambarkan dalam bentuk suatu diagram interaksi antara kedua gaya dalam tersebut.

Kolom dapat diklasifikasikan berdasarkan bentuk dan konfigurasi tulangan, posisi beban pada penampang dan kelangsingan kolom dalam hubungannya dengan dimensi lateral. Berdasarkan bentuk dan susunan tulangannya, kolom dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu kolom penampang segiempat atau bujur sangkar dengan tulangan memanjang dan sengkang, kolom penampang lingkaran dengan tulangan memanjang dan tulangan lateral berupa spiral, dan kolom komposit yang terdiri atas beton dan profil baja struktural.

Berdasarkan jenis beban pada penampang, kolom dikategorikan menjadi:

1. Kolom dengan beban aksial.
2. Kolom dengan beban aksial dan momen uniaksial.
3. Kolom dengan beban aksial dan momen biaksial.

Berdasarkan kelangsingan kolom yang hubungannya dengan dimensi lateral dapat dibedakan menjadi:

1. Kolom pendek yaitu kolom yang akan runtuh karena kombinasi momen dan beban aksial yang melampaui kekuatan penampang, disebut juga Keruntuhan material.
2. Kolom langsing yaitu kolom yang akan runtuh akibat tekuk.
3. Kelangsingan suatu kolom dinyatakan oleh rasio kelangsingan yaitu perbandingan panjang efektif dengan jari-jari inersia. Rumus rasio kelangsingan adalah $k.L_u/r$

Bahasa Pemrograman [Yay 2009, Teguh 2010]

Bahasa pemrograman DELPHI ini sintak dasarnya menggunakan bahasa Pascal (*Object Pascal Oriented*). Apabila kita sudah banyak mengenal bahasa Pascal kita tidak akan susah untuk mempelajari bahasa pemrograman DELPHI ini. Basis *Object Oriented Programming* (OOP) dalam DELPHI dapat mempermudah pengembang aplikasi dalam membangun *project* yang dikelolanya. Beberapa kelebihan bahasa program DELPHI:

1. Komponen dapat dipakai ulang dan dapat dikembangkan DELPHI mempermudah pembuatan program bagi komponen-komponen Windows seperti *label*, *button* dan bahkan *dialog* dan lainnya. Komponen ini dapat diatur sesuai dengan kebutuhan kita si pembuat program.
2. Dapat mengakses VBX.
3. Dengan DELPHI kita dapat langsung mengakses komponen VBX yang sudah merupakan satu kesatuan dan dapat langsung digunakan.
4. Template Aplikasi dan template Form.
5. Dalam DELPHI telah didefinisikan template aplikasi dan template Form yang dapat dipakai untuk membuat semua form aplikasi dengan lebih cepat.
6. Lingkungan pengembang DELPHI. Lingkungan yang tersedia pada DELPHI sangat mudah untuk digunakan dalam pengembangan aplikasi yang produktif.
7. Program terkompilasi. Kebanyakan lingkungan pengembang visual pada windows menyatakan dapat mengkompilasi program. Namun sebenarnya mereka hanya dapat mengkompilasi sebagian program dan kemudian mengabungkan interpreter dan pcode dalam sebuah file. Dengan cara ini akan menghasilkan aplikasi dengan eksekusi yang lambat. Namun dengan pemrograman DELPHI output yang dihasilkan merupakan file yang benar-benar terkompilasi tanpa *interpreter* dan pcode sehingga dapat berjalan lebih cepat. Program DELPHI yang kecil dapat diserahkan dalam bentuk sebuah file EXE tanpa harus menyertakan file DLL.
8. Kemampuan mengakses data dalam bermacam format. Dalam DELPHI terdapat BDE (*Borland Database Engine*) yang digunakan untuk

mengakses format file data yang ada. BDE telah melalui beberapa tahap pengembangan, yang sebelumnya BDE dikenal dengan ODAPI , kemudian IDAPI. Sekarang BDE sudah menjadi standar untuk akses semua jenis data yang ada saat ini. BDE juga dapat mengakses Database Client / Server seperti Sybase, SQL Server, Oracle dan Borland Interbase. Bila dibandingkan dengan microsoft ODBC, BDE lebih unggul dalam hal unjuk kerjanya, hal ini karena BDE memiliki bentuk yang lebih mendekati format database tujuannya.

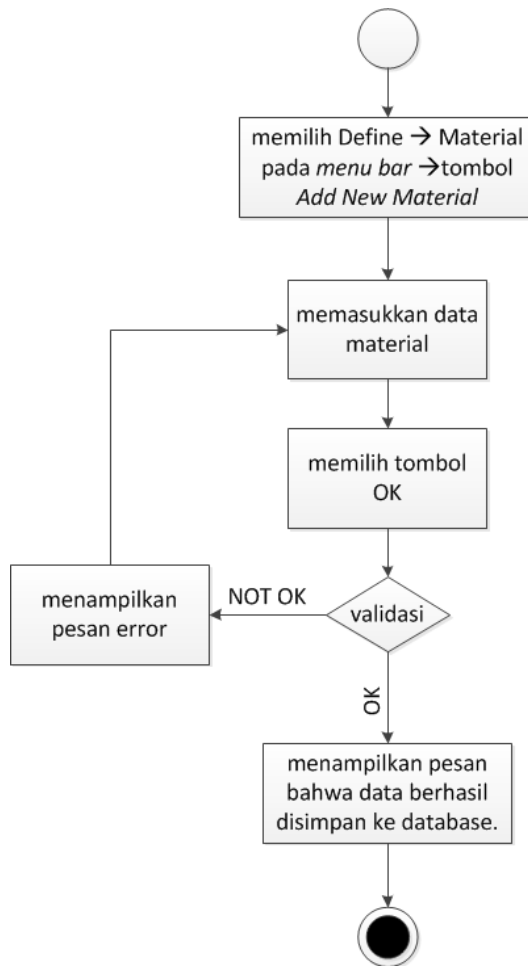
3. STUDI KASUS DAN PEMBAHASAN

Use Case : Analysis and Design Column

1. *Participating Actors : User*
2. *Extend : -*
3. *Entry Conditions : Aktor memilih Analyze → Run Analysis and Design Column pada menu bar.*
4. *Exit Conditions : Sistem menampilkan Result Report.*
5. *Typical flow of events :*
 - a. Aktor memilih *Analyze* → *Run Analysis and Design Column* pada *menu bar*.
 - b. Sistem menampilkan *Form Analysis and Design Column*.
 - c. Aktor memilih *material name, section name, load name, combo name*, dan aktor memasukan *length of column*.
 - d. Aktor memilih tombol *Calculate Analysis*.
 - e. Sistem menampilkan hasil hitungan beban *ultimate (Pu)* dan perbesaran momen (*Mc*).
 - f. Aktor memasukan properti desain kolom dan memilih tombol *Try Design*, lalu sistem menampilkan *Form Try Design*.
 - g. Aktor memilih *Design* → *Calculate Design*, lalu sistem menampilkan *Form Calculate Design* yang menunjukkan hasil perhitungan beban aksial (*P*) dan momen nominal (*M*) yang akan dipakai untuk membentuk *Diagram Interaksi*.
 - h. Aktor memilih tombol *View Interaction Diagram*, lalu sistem menampilkan *Form Interaction Diagram* sehingga aktor dapat mengetahui penyebab keruntuhan yang akan terjadi pada kolom.
 - i. Jika ingin mengubah properti desain kolom tersebut maka aktor dapat memilih tombol *Try Design Again*, lalu sistem akan menampilkan *Form Calculate Design*.
 - j. Aktor memilih tombol *Result Report*, lalu sistem menampilkan *Result Report*.
 - k. *Exceptions : -*

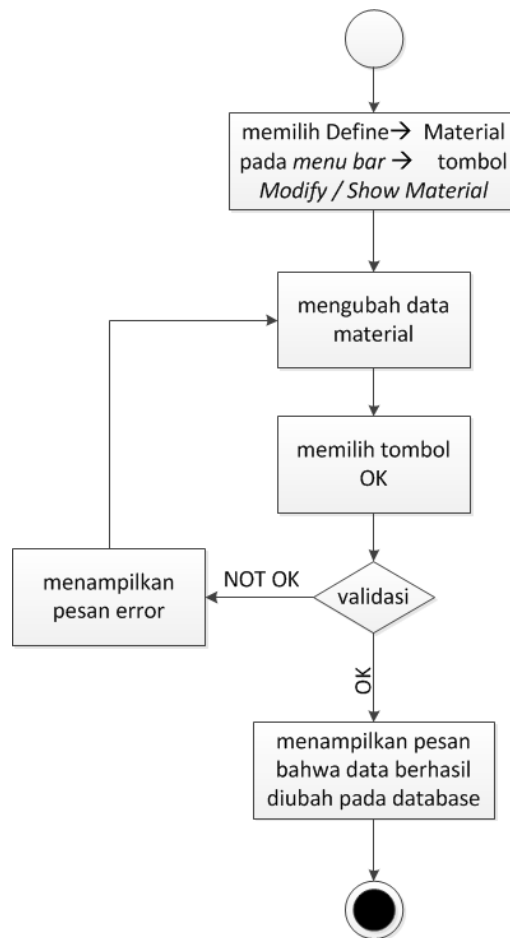
Berikut merupakan *activity diagram* dari tiap *use case* yang ada.

Add New Material



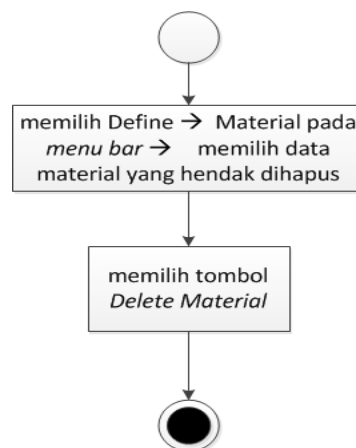
Gambar 1. *Activity Diagram – Add New Material.*

Modify Material



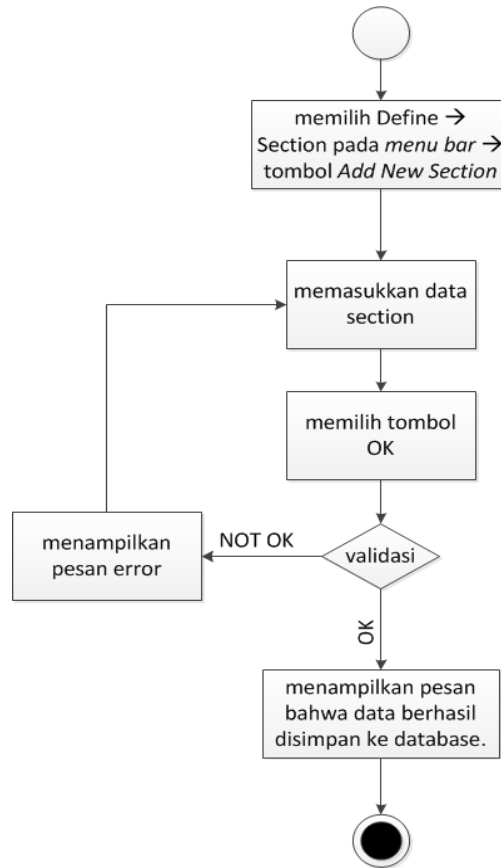
Gambar 2. Activity Diagram – Modify Material.

Delete Material



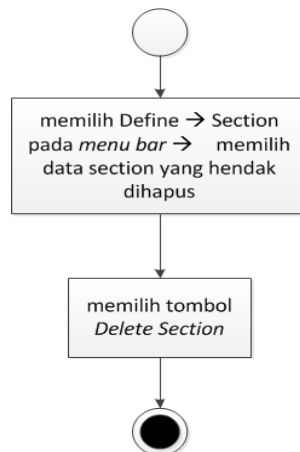
Gambar 3. Activity Diagram – Delete Material.

Add New Section



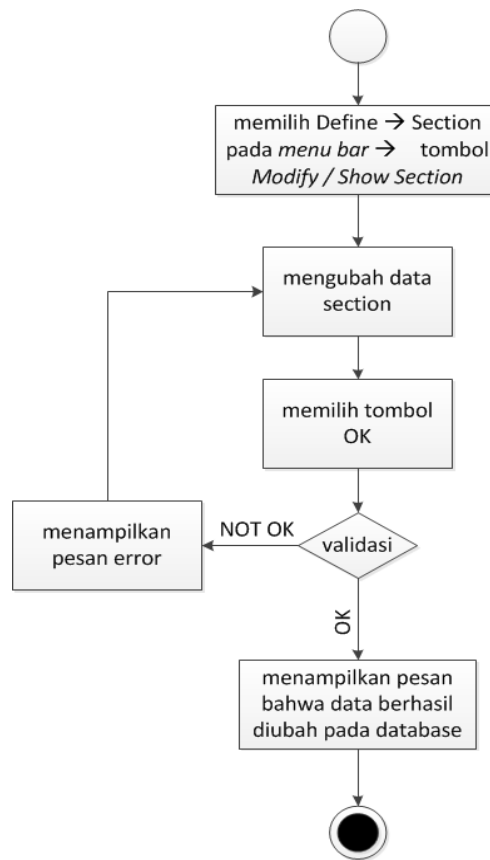
Gambar 4. Activity Diagram – Add New Section..

Delete Section



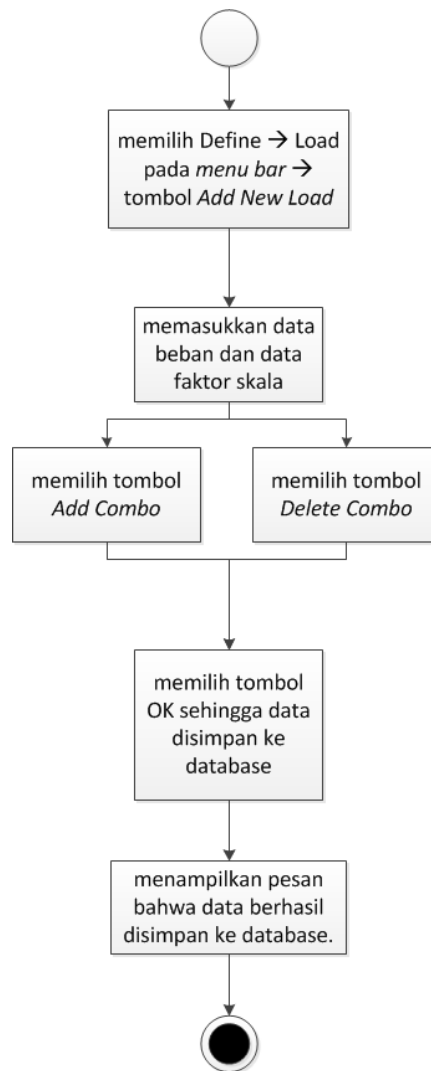
Gambar 5. Activity Diagram – Delete Section.

Modify Section



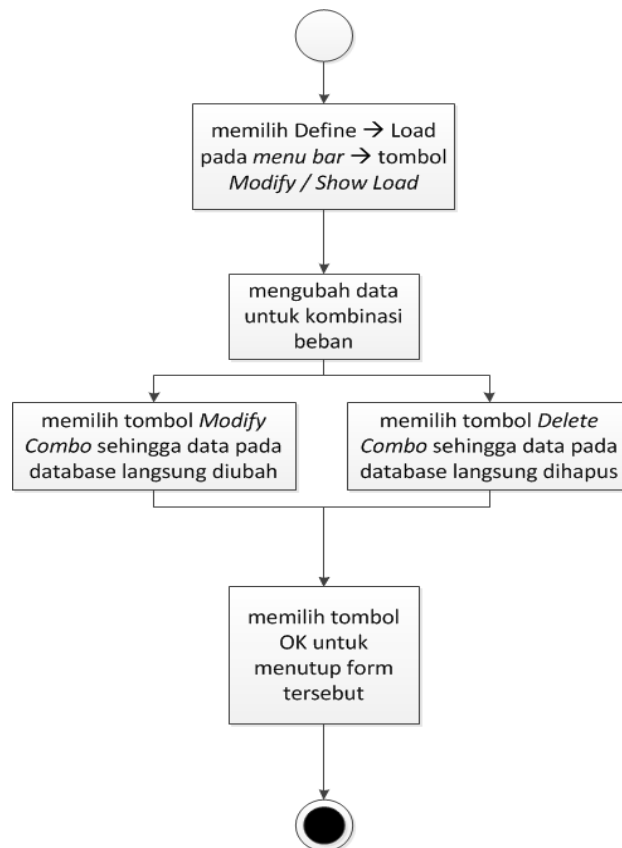
Gambar 6. Activity Diagram – Modify Section.

Add New Load



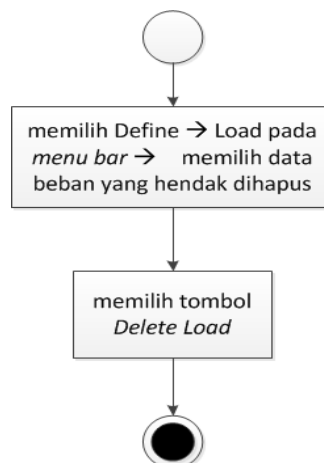
Gambar 7. Activity Diagram – Add New Load.

Modify Load



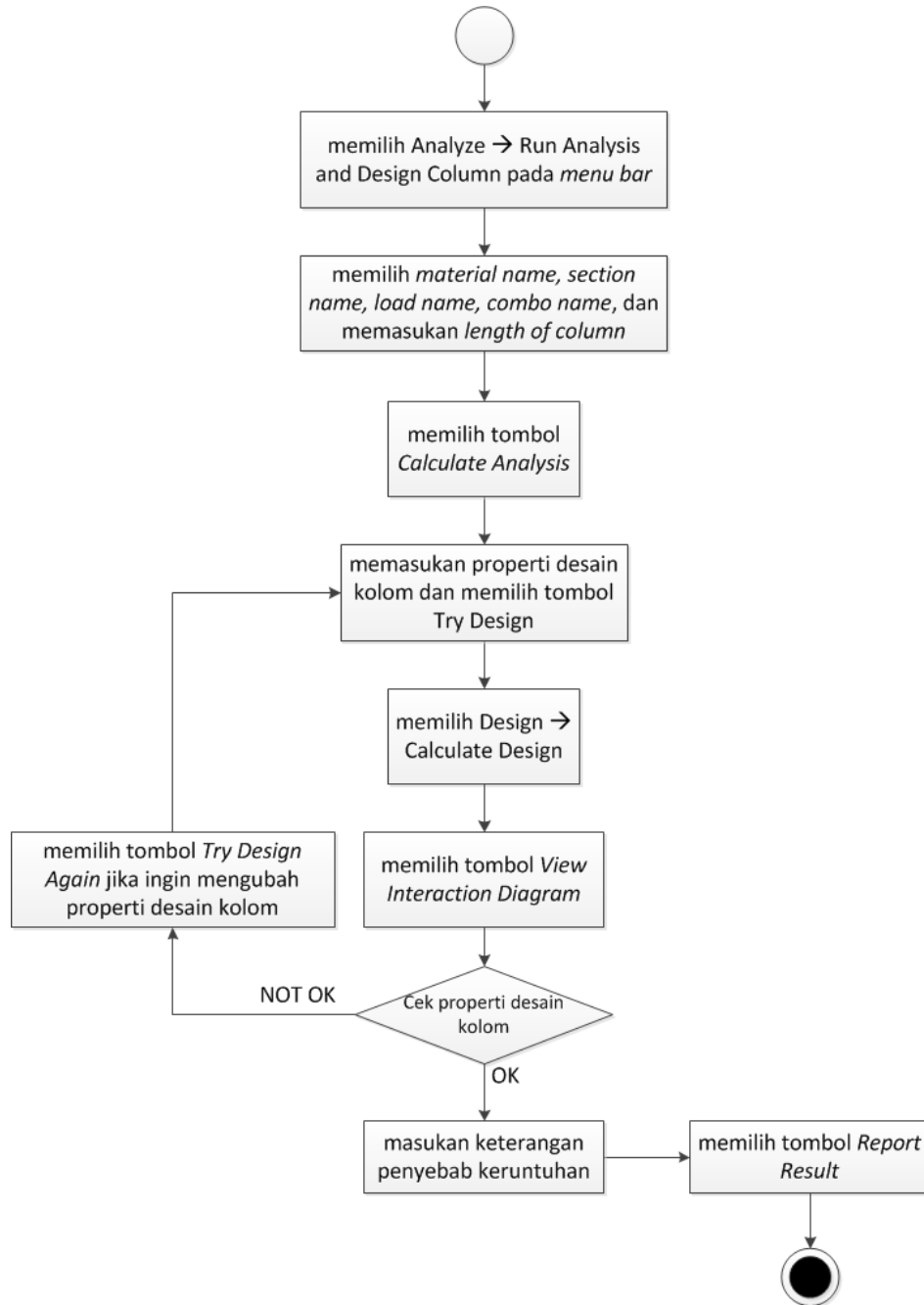
Gambar 8. Activity Diagram – Modify Load.

Delete Load



Gambar 9. Activity Diagram – Delete Load.


Analysis and Design Column



Gambar 10. Activity Diagram – Analysis and Design Column.

Rancangan Tampilan Antarmuka Pengguna

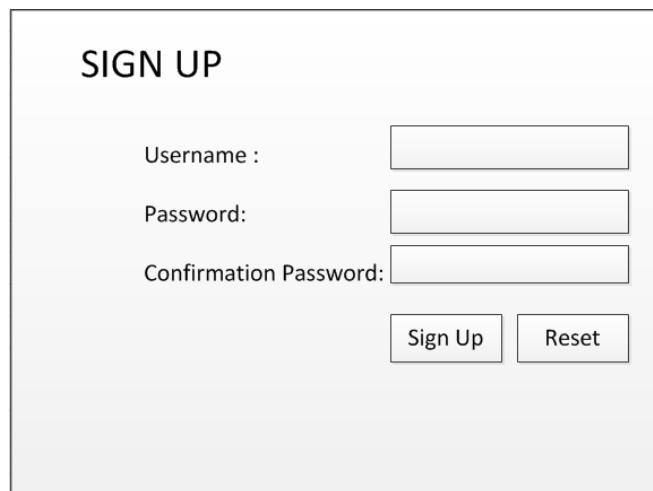
Rancangan *Form Login*



A login form titled "LOGIN" with a light gray background. It contains two input fields: "Username :" and "Password:". Below the password field are two buttons: "Login" and "Reset". At the bottom left, there is a link labeled "Sign Up" with a red underline.

Gambar 11. Rancangan *Form Login*.

Rancangan *Form Register*



A registration form titled "SIGN UP" with a light gray background. It contains three input fields: "Username :", "Password:", and "Confirmation Password:". Below the confirmation password field are two buttons: "Sign Up" and "Reset".

Gambar 12. Rancangan *Form Register*

Rancangan *Form Home*

File	Define	Analyze	Help	
Exit	Material	Run Analysis	Unit	
	Section		Help	HH MM SS
	Load			

Images

Analysis of Slender Reinforced Concrete Column
Copyright © 2011 - Nauw

Gambar 13. Rancangan *Form Home*

Rancangan *Form Material*

Materials	Click to :
	Add New Material
	Modify / Show
	Delete Material
	OK
	Cancel

Gambar 14. Rancangan *Form Material*

Rancangan Form Add New Material

No. Material DM

Material Name

Analysis Property Data

Modulus of Elasticity, Ec

Analysis Property Data

Specified Conc Comp Strength, f'_c

Bending Reinf. Yield Stress, f_y

OK Cancel

Gambar 15. Rancangan Form Add New Material

Rancangan Form Modify / Show Material

No. Material DM

Material Name

Analysis Property Data

Modulus of Elasticity, Ec

Analysis Property Data

Specified Conc Comp Strength, f'_c

Bending Reinf. Yield Stress, f_y

OK Cancel

Gambar 16. Rancangan Form Modify/Show Material

Rancangan *Form Section*

The image shows a software dialog box titled "Form Section". On the left side, there is a large empty rectangular area labeled "Sections". On the right side, under the heading "Click to :", there are three vertically stacked buttons: "Add New Section", "Modify / Show", and "Delete Section". Below these buttons are two more buttons: "OK" and "Cancel".

Gambar 17. Rancangan *Form Section*

Rancangan *Form Add New Section*

The image shows a software dialog box titled "Form Add New Section". It contains several input fields and a diagram. The fields are: "No. Section" with a "DS" dropdown, "Section Name", "Width, b", "Depth, h", "Top Eccentricity of axial load, e", "Bottom Eccentricity of axial load, e", and "Nonprestressed Tention Reinf. Ratio, pt". To the right is a diagram of a column of length L with axial load P_u applied at both ends, and eccentricities e_{top} and e_{bot} from the centerline. At the bottom are "OK" and "Cancel" buttons.

Gambar 18. Rancangan *Form Add New Section*

Rancangan *Form Modify / Show Section*

The dialog box is titled "Form Modify / Show Section". It features several input fields and a diagram. The fields are organized into three sections: "No. Section" with a "DS" dropdown and a text box; "Section Name" with a text box; "Dimension" with "Width, b" and "Depth, h" text boxes; and "Reinforcement Data" with "Top Eccentricity of axial load, e", "Bottom Eccentricity of axial load, e", and "Nonprestressed Tension Reinf. Ratio, pt" text boxes. To the right is a diagram of a vertical column of length L . It shows axial load P_u applied at both the top and bottom. The top load is offset by an eccentricity e_{top} from the vertical centerline, and the bottom load is offset by an eccentricity e_{bot} . "OK" and "Cancel" buttons are located at the bottom center of the dialog.

Gambar 19. Rancangan *Form Modify/Show Section*

Rancangan *Form Load*

The dialog box is titled "Form Load". It contains a large empty rectangular area on the left labeled "No. Loads". On the right, under the heading "Click to :", there are three stacked buttons: "Add New Load", "Modify / Show", and "Delete Load". At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

Gambar 20. Rancangan *Form Load*

Rancangan Form Add New Load

The form is titled "Form Add New Load" and is divided into several sections. At the top left, there is a field for "No. Load" and a "DL" label next to a text input box. Below this is a "Loads" section with two sub-inputs: "Dead Load, PD" and "Live Load, PL". To the right of these is a "Combination Loads :" section containing a "Load Combination Name" text input box. Below that is a "Scale Factor for :" section with two sub-inputs: "Dead Load, PD" and "Live Load, PL". At the bottom right, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

Gambar 21. Rancangan Form Add New Load

Rancangan Form Modify / Show Load

The form is titled "Form Modify / Show Load" and has a similar layout to the "Add New Load" form. It includes a "No. Load" field and a "DL" label with a text input box. The "Loads" section contains "Dead Load, PD" and "Live Load, PL" sub-inputs. The "Combination Loads :" section has a "Load Combination Name" text input box. The "Scale Factor for :" section includes "Dead Load, PD" and "Live Load, PL" sub-inputs. "OK" and "Cancel" buttons are located at the bottom right.

Gambar 22. Rancangan Form Modify/Show Load

Rancangan Form Analysis and Design Column

Column Analysis

Choose Data

Data Material: ▾ ...

Data Section: ▾ ...

Data Load: ▾ ...

Length of the column:

Compute

Show All Selected Data

Material

Modulus of Elasticity, E_c :

...

Section

Width, b :

...

Loads

Load Combination Name:

...

Analysis

Momen ujung atas dan bawah kolom:

The momen at the top:

The momen at the bottom:

M1:

M2:

M1 / M2:

Estimate the column size:

A_g :

Is the column is able to withstand the load? Y/N

Check column slenderness:

r :

Kl_u / r :

$34 - 12 (M1 / M2)$:

Is the column slender? Y/N

Check Momen Minimum:

Minimum Eccentricity:

M2 minimum:

Check if the moments are less than the minimum? Y/N

Compute EI:

E_c : β_d :

I_g : EI :

Compute the magnified moment:

P_c :

C_m :

d_{ns} :

M_c :

Analyze the column reinforcement base on:

P_u :

M_c :

Click PLOT to display interaction diagrams:

PLOT

Gambar 23. Rancangan Form Analysis and Design Column

Rancangan Form Choose Material Data

Material Data

No. Material	Material Name	Modulus Elasticity, E_c	Specified Conc Comp Strength, f_c	Bending Reinf. Yield Stress, f_y

Gambar 24. Rancangan Form Choose Material Data

Rancangan *Form Choose Section Data*

Section Data						
No. Section	Section Name	Width, b	Depth, h	Top Eccentricity of axial load, e	Bottom Eccentricity of axial load, e	Nonprestressed Tention Reinf. Ratio, pt

Gambar 25. Rancangan *Form Choose Section Data*

Rancangan *Form Choose Load Data*

Load Data					
No. Load	Load Combination Name	Scale Factor Dead Load, PD	Dead Load, PD	Scale Factor Live Load, PL	Live Load, PL

Gambar 26. Rancangan *Form Choose Load Data*

Pembahasan

Dalam aplikasi ini terdapat tiga menu utama, yaitu : *Define*, *Analyze*, dan *Help*.

1. Menu *Define*, terdiri dari tiga submenu, yaitu : *Material*, *Section*, dan *Load*.
2. Menu *Analyze*, terdiri dari *Run Analysis and Design*.
3. Menu *Help*, terdiri dari *Unit*, *About Me*, *Reference*, dan *Notation*.

Tampilan Sub menu *Define – Material*

Pada sub menu ini terdiri dari tiga form, yaitu : *Form Material*, *Form Add New Material*, dan *Form Modify Material*.

The screenshot shows a dialog box titled "Add New Material" with a 7i logo. It contains the following fields:

- No. Material:** DM 001
- Material Name:** CONC1
- Design Property Data:**
 - Specified Conc Comp Strength, f_c : 35 MPa
 - Bending Reinf. Yield Stress, f_y : 400 MPa
- Analysis Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E_c : 27805.5749805682 MPa

At the bottom, there are "OK" and "Cancel" buttons.

Gambar 27. Tampilan Sub Menu *Define-Material*.

Tampilan *Form Add New Material*

This screenshot is identical to the one in Gambar 27, showing the "Add New Material" dialog box with the same input values and layout.

Gambar 28. Tampilan *Add New Material*.

Tampilan *Form Modify Material*, disini Admin dapat mengganti nilai data *material* yang telah tersimpan dalam *database* dengan nilai baru atau sekedar melihat data tersebut.

Gambar 29. Tampilan *Modify Material*.

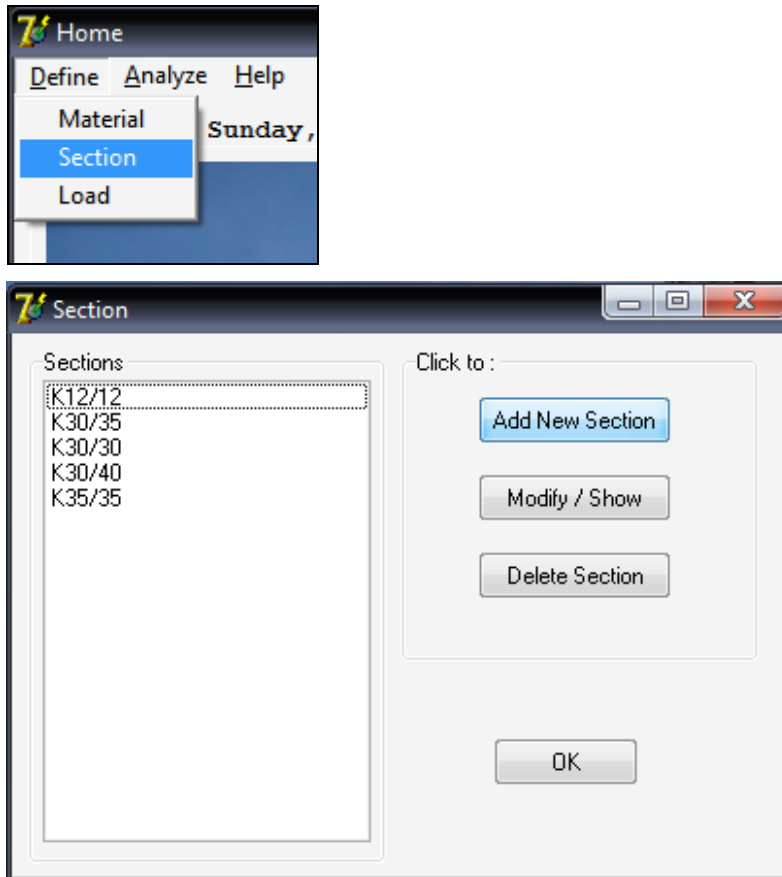
Data *Material*, berikut ini adalah isi dari data *material* yang tersimpan dalam; *Database*: *db_slender_column*, nama tabel: *tb_material* yang terdiri dari 6 *field* dengan *id_material* sebagai *Primary Key*.

	id_material	no_material	material_name	E _c	f _c aksen	f _y
<input type="checkbox"/>	1	DM001	CONC1	27805.5749	35	400
<input type="checkbox"/>	2	DM002	CONC2	18203.0217	15	400
<input type="checkbox"/>	3	DM003	CONC3	21019.0389	20	400
<input type="checkbox"/>	5	DM004	CONC4	23500	25	400
<input type="checkbox"/>	6	DM005	CONC5	25742.9602	30	400
<input type="checkbox"/>	7	DM006	CONC6	29725.4100	40	400
<input type="checkbox"/>	8	DM007	CONC7	27805.5749	35	400

Gambar 30. Data *Material*.

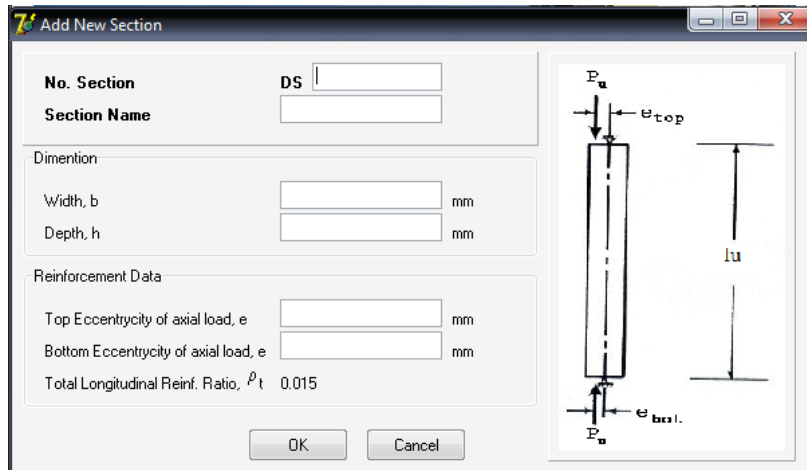
Tampilan Sub menu *Define – Section*

Pada sub menu ini terdiri dari tiga form, yaitu : *Form Section*, *Form Add New Section*, dan *Form Modify Section*.



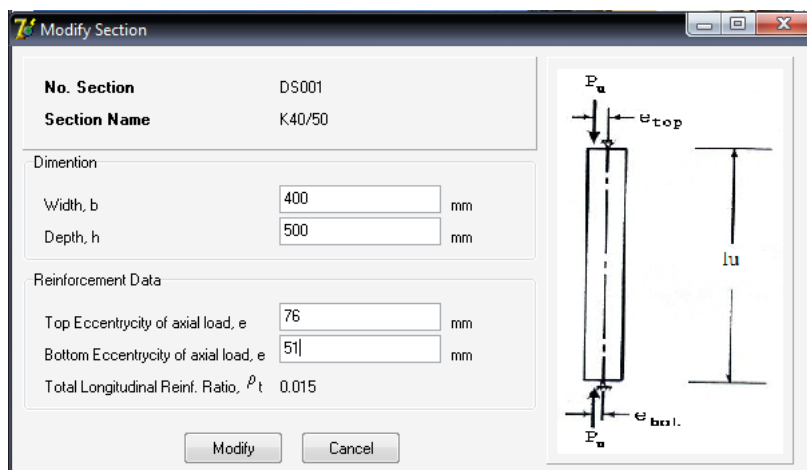
Gambar 31. Tampilan Sub Menu *Define-Section*.

Tampilan *Form Add New Section*, penambahan *section* baru pada form ini dilakukan dengan cara menginputkan data yang dibutuhkan program.



Gambar 32. Tampilan Add New Section.

Tampilan *Form Modify Section*, disini *Admin* dapat mengganti nilai data *section* yang telah tersimpan dalam *database* dengan nilai baru atau sekedar melihat data tersebut.



Gambar 33. Tampilan Modify Section.

Data *Section*, berikut ini adalah isi dari data *section* yang tersimpan dalam; *Database*: *db_slender_column*, nama tabel: *tb_section* yang terdiri dari 8 *field* dengan *id_section* sebagai *Primary Key*.

db_slender_column (5)

- tb_access
- tb_combo
- tb_load
- tb_material
- tb_section

Show: 30 row(s) starting from record # 0

in horizontal mode and repeat headers after 100 cells

Sort by key: None

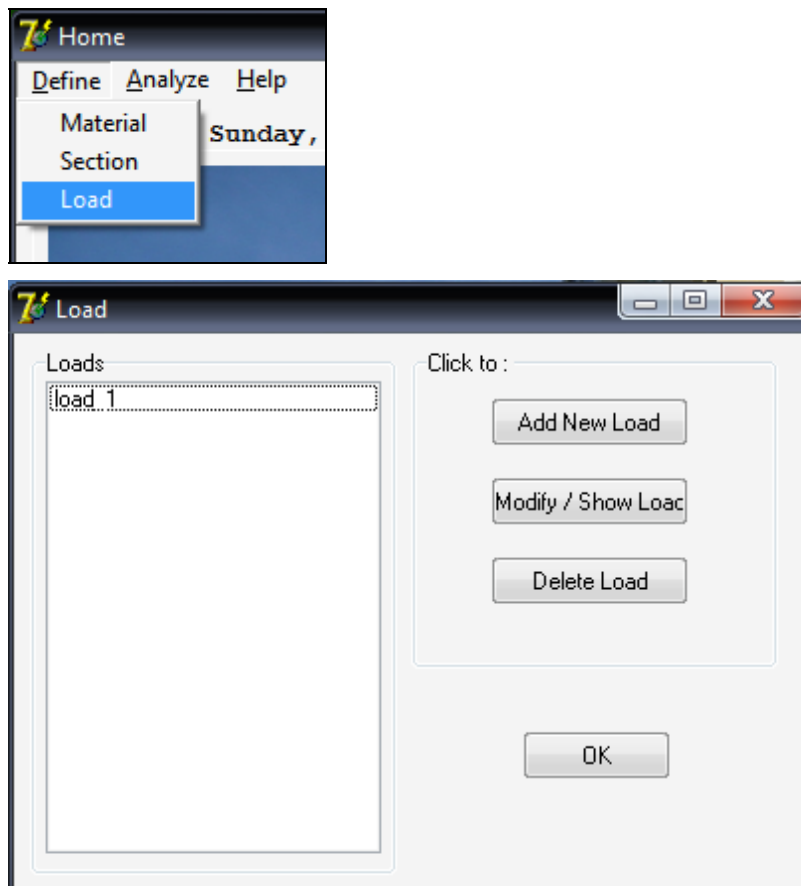
+ Options

	id_section	no_section	section_name	width	depth	e_top	e_bot	rho_t
<input type="checkbox"/>	1	DS001	K40/50	12	12	3	2	0.015
<input type="checkbox"/>	2	DS002	K30/35	400	500	76	51	0.015
<input type="checkbox"/>	3	DS003	K30/30	300	300	30	40	0.015
<input type="checkbox"/>	4	DS004	K30/40	300	400	50	34	0.015
<input type="checkbox"/>	5	DS005	K35/35	350	350	50	25	0.015

Gambar 34. Tampilan Data Section.

Tampilan Sub menu Define – Load

Pada sub menu ini terdiri dari tiga form, yaitu : *Form load*, *Form Add New Load*, dan *Form Modify Load*.



Gambar 35. Tampilan Sub Menu Define-Load.

Tampilan *Form Add New Load*. Penambahan *load* baru pada form ini dilakukan dengan cara menginputkan data yang dibutuhkan program.

Gambar 36. Tampilan Add New Load.

Tampilan *Form Modify Load*. Disini *Admin* dapat mengganti nilai data *load* yang telah tersimpan dalam *database* dengan nilai baru atau sekedar melihat data tersebut.

id_combo	LC_name	coef_D	coef_L	ultimate_load
1	combo1_L1	1.2	1.6	1040000

Gambar 37. Tampilan Modify Load.

Data *Load*, berikut ini adalah isi dari data *load* yang tersimpan dalam; *Database*: db_slender_column, nama tabel: tb_load yang terdiri dari 5 *field* dengan id_load sebagai *Primary Key*.

	id_load	no_load	load_name	dead_load	live_load
	1	001	load_1	400000	350000

Gambar 38. Tampilan Data Load.

Data *Combination Load*, berikut ini adalah isi dari data kombinasi beban (combination load) yang tersimpan dalam; *Database*: db_slender_column, nama tabel: tb_combo yang terdiri dari 6 *field* dengan id_combo sebagai *Primary Key* dan id_load sebagai *Foreign Key*.

	id_combo	id_load	LC_name	coeff_D	coeff_L	ultimate_load
	1	1	combo1_L1	1.2	1.6	1040000

Gambar 39. Tampilan Data Combo

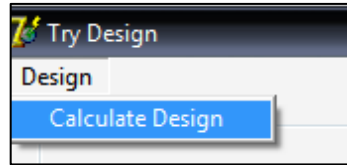
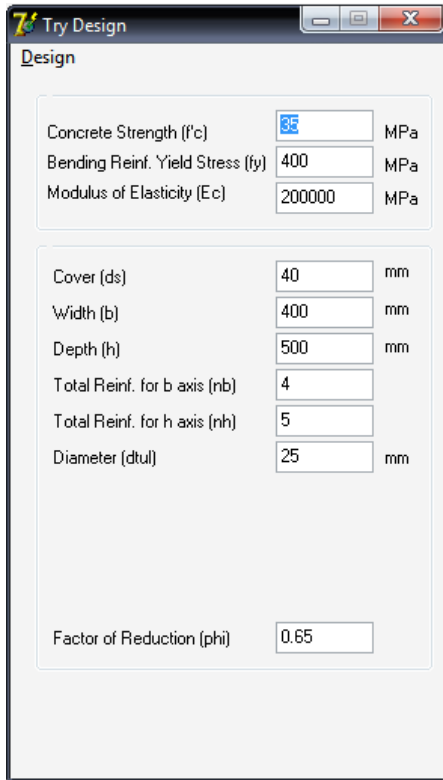
Tampilan Form Analysis and Design Column

1. Pada *Group Box Choose Data*, Admin dapat memilih nomor dari data *material* (No. Material), data *section* (No. Section), data *load* (No. Load), nama kombinasi beban (Combo Name), dan menginput panjang kolom (Length of column, l_u).
2. Tombol *Browse [...]* : sebagai bantuan jika sewaktu-waktu Admin lupa *properties* tiap data maka Admin dapat mengecek terlebih dulu. Tombol ini berada di sisi paling kanan dari *Group Box Choose Data*.
3. Data yang telah dipilih kemudian akan ditampilkan pada *Group Box Show All Selected Data*.
4. Tombol *CALCULATE ANALYSIS* : untuk menghasilkan hasil Beban Tekuk Euler (P_c) dan Perbesaran Momen (M_c).

5. Pada *Group Box Analysis* ini berisikan langkah-langkah perhitungan untuk mendapatkan hasil berupa Beban Tekuk Euler (P_e) dan Perbesaran Momen (M_e). Kedua hasil akan di plot ke dalam grafik Diagram Interaksi.
6. Pada *Group Box Design*, *Admin* dapat merencanakan bentuk dan ukuran penampang kolom, desain penulangan yang kemudian akan membentuk Diagram Interaksi. Beberapa nilai diambil dari *database* dan beberapa nilai lainnya merupakan inputan. Hal ini dikarenakan dibutuhkan perhitungan coba-coba, yaitu dengan terus mengganti inputan tertentu hingga bentuk diagram interaksinya berubah, misal : dari yang tadinya letak titik plot P_c , M_c berada di luar diagram sampai akhirnya letak titik plot tersebut berada dala digram tersebut. Hal di atas berguna bagi *Admin* untuk mengevaluasi kekuatan kolom langsing tertentu (kemampuan kolom langsing dalam menahan beban yang dipikul).
7. Tombol *TRY DESIGN* : untuk menginput data kolom yang mau didesain.
8. Tombol *RESULT REPORT* : untuk mengeluarkan hasil report Analisi dan Desain yang telah dilakukan.

Tampilan *Interaction Diagram*

Diagram interaksi ini dibuat berdasarkan data dari *database* dan data inputan manual pada *Group Box Design* yang menghasilkan titik-titik Momen Nominal dan Beban Nominal (M_n , P_n) dalam jumlah banyak sehingga terbentuklah suatu diagram interaksi.



(a)

The 'Calculate Design' window displays the following results:

- Concrete Strength f'_c (MPa) = 35
- Bending Reinf. Yield Stress f_y (MPa) = 400
- Modulus of Elasticity E_s (MPa) = 200000
- Width b (mm) = 400
- Depth h (mm) = 500
- Concrete Reinforcement = 14 D 25
- Cover d_s (mm) = 40
- Rasio Tulangan 3.436 %**
Kolom memenuhi syarat.

Table P-M base on X Axis :

no	c (mm)	a (mm)	Pnx	Mnx	Pby
1	1382	500	8698.8936	1.62981E-11	5654
2	1381	500	8698.8936	1.62981E-11	5654
3	1380	500	8698.8936	1.62981E-11	5654
4	1379	500	8698.6088	0.0598019	5654
5	1378	500	8698.3236	0.119691	5654
6	1377	500	8698.038	0.179666	5654
7	1376	500	8697.752	0.239729	5654
8	1375	500	8697.4656	0.299879	5654
9	1374	500	8697.1787	0.360117	5654
10	1373	500	8696.8915	0.420443	5654
11	1372	500	8696.6038	0.480856	5654
12	1371	500	8696.3157	0.541269	5654

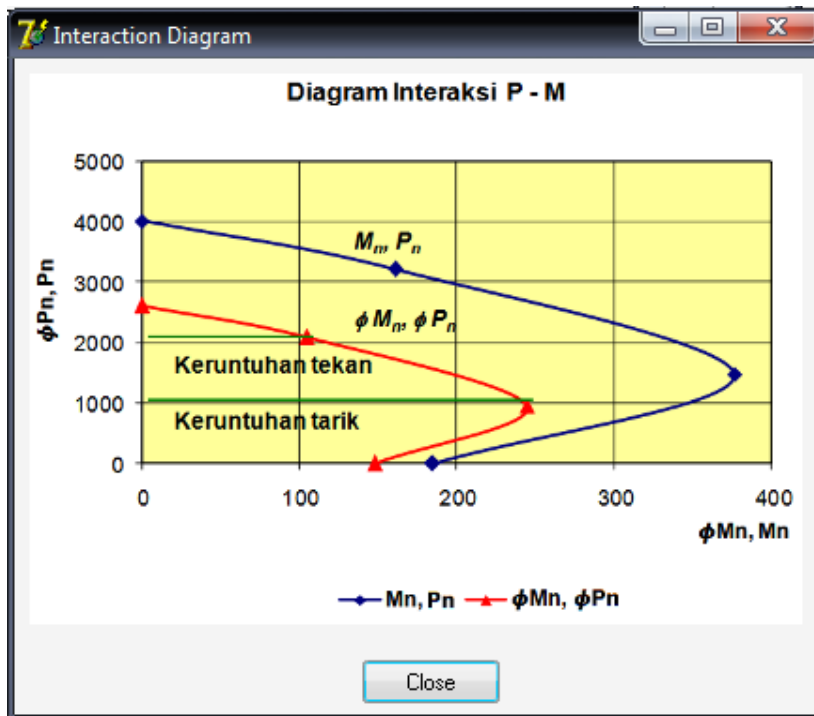
Table P-M base on Y Axis :

no	c (mm)	a (mm)	Pny	Mny	Pbx
1	1082	400	8698.8936	7.45058E-11	5654
2	1081	400	8698.8936	7.45058E-11	5654
3	1080	400	8698.8936	7.45058E-11	5654
4	1079	400	8698.4386	0.0727894	5653
5	1078	400	8697.9829	0.145714	5653
6	1077	400	8697.5262	0.218774	5653
7	1076	400	8697.0688	0.29197	5653
8	1075	400	8696.6104	0.365301	5652
9	1074	400	8696.1513	0.43877	5652
10	1073	400	8695.6912	0.512375	5652
11	1072	400	8695.2303	0.586118	5651
12	1071	400	8694.7695	0.659861	5651

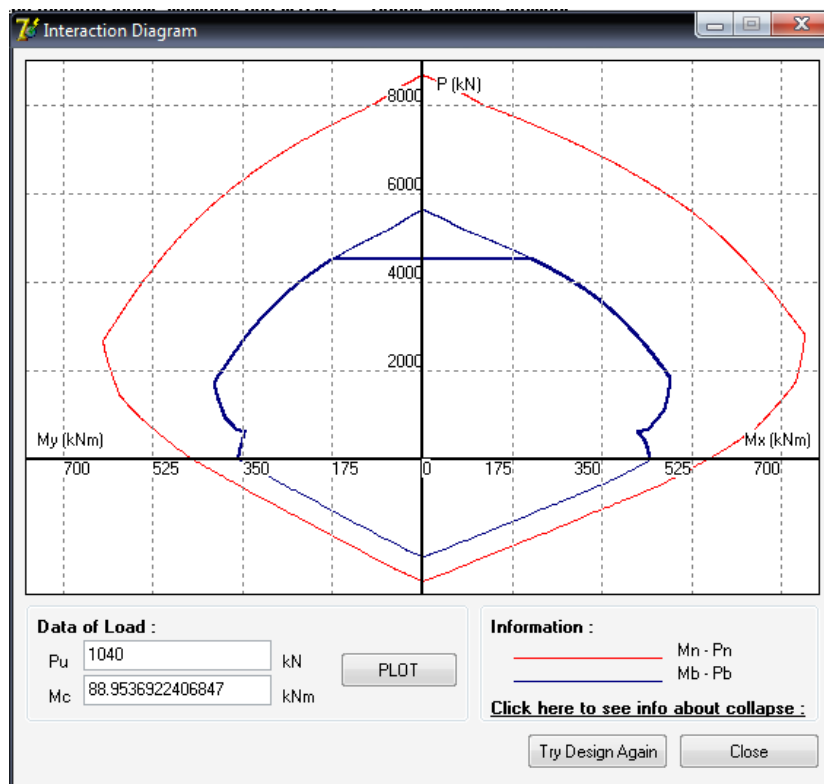
Click Show to display Interaction Diagram:
VIEW INTERACTION DIAGRAM

(b)

Gambar 40. Diagram Interaksi.



(c)



(d)

Gambar 40. Diagram Interaksi (lanjutan).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Aplikasi ini dapat menghasilkan titik $P_c - M_c$ koordinat kombinasi beban yang tepat pada diagram interaksi kolom sehingga dapat menjawab kebutuhan tulangan longitudinal pada kolom langsing tertentu secara akurat.
2. Selain itu juga menghasilkan Diagram interaksi $\phi P_n - \phi M_n$ dari penampang kolom langsing akibat kombinasi momen lentur dan gaya aksial sehingga dapat diketahui kapasitas kolomnya.
3. Mengetahui bahwa nilai *output* aplikasi program yang telah dibuat dan dapat dipertanggungjawabkan dengan cara memverifikasinya dengan contoh hitungan manual yang sudah ada.
4. Sejauh ini perangkat lunak aplikasi yang dibuat mampu menyelesaikan perhitungan analisis dan kolom langsing (pin-ended column) dalam waktu yang singkat dengan cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. McCormac, J.C. (2003). "DESAIN BETON BERTULANG Edisi Kelima Jilid 1". Penerbit Erlangga.
2. Nawy, Edward G., (2003), "Reinforced Concreted A Fundamental Approach" (Fifth Edition), Prentice-Hall International, New Jersey.
3. Roger. T, Burlton. (2001). Management Process Business – Profiting from Process. Indiana. Sams Publishing.
4. Standar Nasional Indonesia. (1989). "Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung)", Standar Nasional Indonesia.
5. Standar Nasional Indonesia. (2002). "Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung SNI 03-2847-2002", Standar Nasional Indonesia.
6. Wahana Komputer. (2005). "Membuat Program Kreatif dan Profesional dengan Delphi". Penerbit PT. Elex Media Komputindo Jakarta.
7. Wijanto, M. C. (2009). Tugas Akhir "Penerapan Economic Order Quantity dan SMS Gateway pada Sistem Infomasi Gracia Computer". Universitas Kristen Maranatha, Bandung.
8. Muin, Resmi B (2008). STRUKTUR BETON BERTULANG II. Retrieved 2008 from <http://normanray.files.wordpress.com/2010/03/3-kolom-1.pdf>
9. Teguh (2010). Apa itu Delphi. Retrieved August 22, 2010 from <http://ghost845.wordpress.com/2010/08/22/apa-itu-delphi/>

10. Yay (2009). Bahasa Pemrograman Delphi. Retrieved October 2010 from <http://pemrograman-delphi.blogspot.com/2009/02/bahasa-pemrograman-delphi.html>.