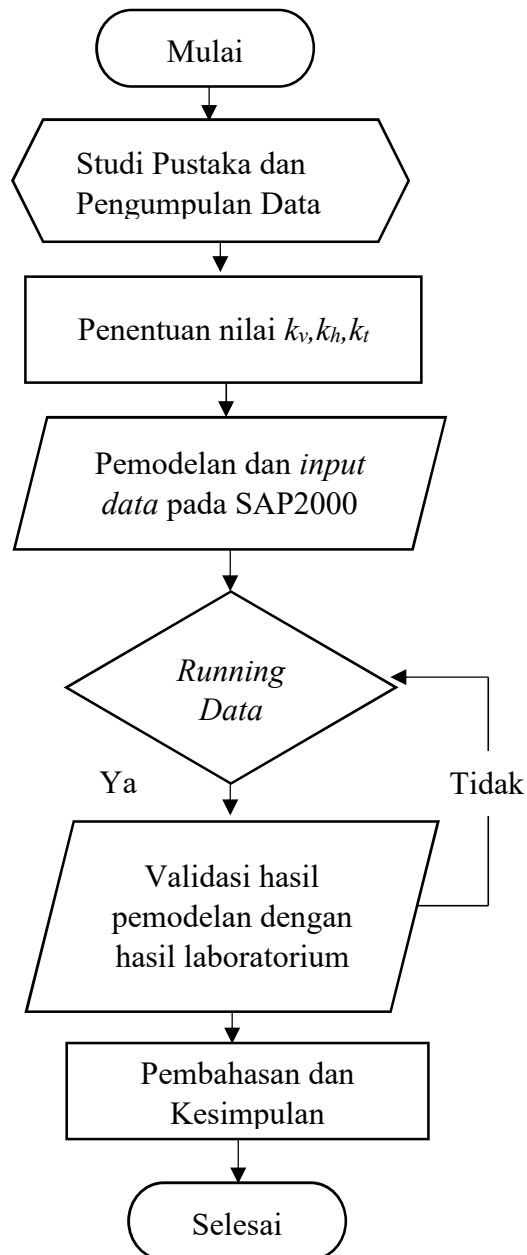


## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini merupakan analisis numeris dari perilaku deformasi yang terjadi pada pelat dengan perkuatan tiang akibat pembebanan di atasnya. Analisis dilakukan dengan memodelkan benda uji pada *software* SAP 2000. Tahapan penelitian ditunjukkan dalam bagan alir pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian.

### 3.2. Parameter Material

Material yang digunakan dalam pemodelan ini antara lain adalah tanah, beton dan tulangan. Parameter yang diperlukan dalam pemodelan sistem pelat terpaku ini, antara lain :

#### a. Material tanah

Pada penelitian ini tanah dimodelkan sebagai elemen linier elastik dan nilai modulus reaksi tanah-dasar diperoleh berdasarkan uji laboratorium pada tanah ekspansif dengan spesifikasi seperti Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Spesifikasi Tanah Sesuai Uji Laboratorium

Uraian	Nilai	Metode Pengujian
Kadar air awal (%)	15,30	ASTM D 2216-98
<i>Specific Gravity</i> (Gs)	2,69	ASTM D 854-02
Batas cair, <i>LL</i> (%)	95,80	ASTM D 4318-00
Batas plastis, <i>PL</i> (%)	29,13	ASTM D 4318-01
Batas susut, <i>SL</i> (%)	10,90	ASTM D 4318-02
Indeks Plastisitas, <i>PI</i> (%)	66,66	ASTM D 4318-03
Persen fraksi butiran lolos saringan no.200 (%)	89,66	ASTM D 1140-00
Klasifikasi AASHTO	A-7-6	
Klasifikasi USCS	CH	
Berat volume kering maksimum (kN/m <sup>3</sup> )	13,64	ASTM D 698-00a
Kadar air optimum (%)	14,90	ASTM D 698-00a
Persen Pengembangan (%)	13,56	
Tekanan Pengembangan (KPa)	140	

#### b. Material Beton

Material pelat dan tiang menggunakan beton dengan asumsi beton sebagai linier elastik dengan parameter berupa modulus elastisitas beton. Untuk menentukan modulus elastisitas beton pada beban simetris menggunakan metode *conjugated beams* dengan persamaan sebagai berikut :

$$E = \frac{Qa}{24 \delta l} (3l^2 - a^2) \dots \dots \dots (3.1)$$

dengan,

$E$  = modulus elastisitas (kN/m<sup>2</sup>)

$Q$  = beban (kN)

$l$  = panjang pelat diantara 2 tumpuan (m)

$a$  = panjang pelat dari tumpuan ke titik beban (m)

$b$  = panjang antar 2 titik beban (m)

$\delta$  = lendutan (m)

$I$  = momen inersia penampang pelat (m<sup>4</sup>)

Nilai modulus elastisitas beton dapat dilihat pada Lampiran 2.

c. **Material Tulangan**

Tulangan yang dimodelkan dalam penelitian ini menggunakan tulangan 6d mendekati dengan dimensi tulangan yang digunakan di laboratorium.

### 3.3. Peralatan Analisis

Untuk mendukung proses analisis maka penelitian ini menggunakan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) dengan spesifikasi sebagai berikut :

a. Perangkat keras (*hardware*) berupa 1 buah laptop dengan spesifikasi :

1. Prosesor : Intel ® Celeron ® CPU N3050 1.60GHz
2. VGA : Intel ® HD Graphics
3. Memori : 2 GB
4. *Hardisk* : 500 GB HDD

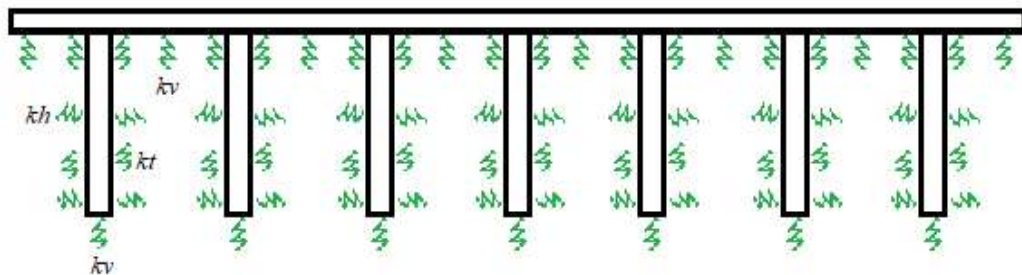
b. Perangkat lunak (*software*)

1. Sistem Operasi : Windows 10 Home Single Language
2. Program Analisis : SAP 2000 v.21
3. Pengolahan data : *Microsoft Excel*
4. Pengolahan laporan : *Microsoft Word*

### 3.4. Idealisasi Pemodelan dengan Variasi $k_v$ , $k_h$ dan $k_t$ pada Struktur

Penelitian ini menggunakan variasi nilai modulus reaksi tanah-dasar ( $k$ ) sesuai dengan hasil pembebanan struktur pelat tiang tunggal pada kondisi tanah kering dan kondisi tanah basah (*swelling*) uji laboratorium. Pemodelan dilakukan menggunakan variasi panjang tiang 10 cm dan 20 cm dengan tiang sebagai elemen *frame*. Nilai  $k$  dimodelkan sebagai elemen *spring* dengan variasi modulus reaksi tanah-dasar ( $k$ ) yang diperoleh dari uji mode fisik pelat tanpa tiang adalah  $k$

vertikal ( $k_v$ ),  $k$  horizontal ( $k_h$ ) dengan nilai  $2k_v$  dan koefisien gesek tiang ( $k_t$ ) sebesar  $0,5k_v$ . Idealisasi variasi  $k_v$ ,  $k_h$  dan  $k_t$  dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Idealisasi Nilai  $k$  pada Pemodelan Struktur.

### 3.5. Tahapan Analisis Elemen Hingga Sistem Pelat dengan Perkuatan Tiang

Tahapan analisis elemen hingga pada pemodelan ini menggunakan program SAP 2000 versi 14 dijelaskan secara ringkas sebagai berikut :

#### 1. Pemodelan geometri struktur

Pemodelan dilakukan dengan *input data* dimensi pelat dan tiang, jarak, kedalaman tanah, sistem koordinat, sistem satuan, dan garis bantu (*grid line*). Seperti Gambar 3.3.



Gambar 3.3. *Input Data* dan Pemodelan Geometri Struktur.

#### 2. *Input data material*

Data material yang digunakan pada pelat dan tiang berupa beton dan tulangan. Seperti pada Gambar 3.4.

Material Property Data dialog box for concrete (BETON). The dialog is titled "Material Property Data" and has a close button (X) in the top right corner. It contains several sections:

- General Data:** Material Name and Display Color: BETON (with a green checkmark); Material Type: Concrete; Material Grade: C40/50; Material Index: Multi/Multi/Multi.
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume: 2478.00; Mass per Unit Volume: 2478.00.
- Material Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 30000.0; Poisson's Ratio,  $\nu$ : 0.2; Coefficient of Thermal Expansion,  $\alpha$ : 1.000E-05; Shear Modulus, G: 14000.00.
- Other Properties For Concrete Material:** Specified Concrete Compressive Strength,  $f_c$ : 40.0; Expected Concrete Compressive Strength: 38.0;  Lightweight Concrete.
- Buttons: OK, Cancel.

(a)

Material Property Data dialog box for reinforcement (Tulangan). The dialog is titled "Material Property Data" and has a close button (X) in the top right corner. It contains several sections:

- General Data:** Material Name and Display Color: Tulangan; Material Type: Steel; Material Grade: Green 50; Material Index: Multi/Multi/Multi.
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume: 7894.00; Mass per Unit Volume: 7894.00.
- Material Property Data:** Modulus of Elasticity, E: 200000.0; Poisson's Ratio,  $\nu$ : 0.3; Coefficient of Thermal Expansion,  $\alpha$ : 1.170E-05; Shear Modulus, G: 76800.00.
- Other Properties For Rebar Material:** Minimum Yield Stress,  $F_y$ : 2947.3100; Maximum Yield Stress,  $F_u$ : 3876.0000; Maximum Tensile Stress,  $F_u$ : 3876.0000; Expected Tensile Stress,  $F_u$ : 3876.0000.
- Buttons: OK, Cancel.

(b)

Gambar 3.4. Input Data Materials Pelat dan Tiang

(a) Material beton (b) Material tulangan.

## 3. Pemodelan pelat dan tiang

Pelat dimodelkan berupa elemen *shell-thin* (pelat tipis) dengan ketebalan 2 cm dan tiang menggunakan elemen *frame* berbentuk lingkaran dengan diameter 4 cm dan tulangan sebanyak 4 buah sesuai dengan pengujian laboratorium. Pemodelan pelat dan tiang dapat dilihat pada Gambar 3.5.

Shell Section Data dialog box. The dialog is titled "Shell Section Data" and has a close button (X) in the top right corner. It contains several sections:

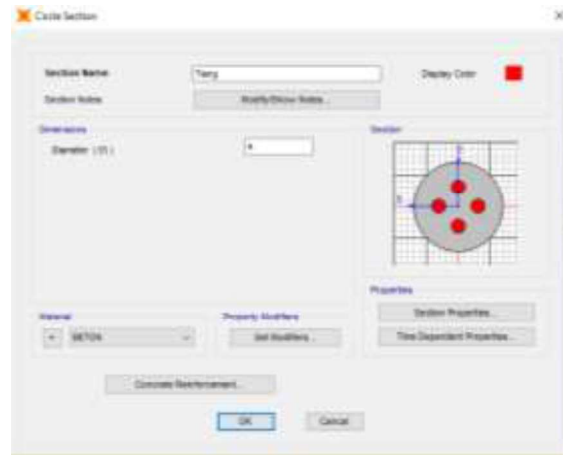
- Section Name:** PELAT; Section Notes: Multi/Show; Display Color: (green checkmark).
- Type:**  Shell - Thin;  Shell - Thick;  Plate - Thin;  Plate Thick;  Membrane;  Shell - Laminated/Nonlinear.
- Material:** Material Name: BETON; Material Angle: 0.
- Thickness:** Membrane: 2; Bending: 4.
- Concrete Shell Section Design Parameters:** Multi/Show Shell Design Parameters.
- Buttons: OK, Cancel.

(a)

Reinforcement Data dialog box. The dialog is titled "Reinforcement Data" and has a close button (X) in the top right corner. It contains several sections:

- Rebar Material:** Longitudinal Bar: TULANGAN; Confinement Bar (Type): TULANGAN.
- Design Type:**  Column (SPACED Design);  Slab (SPACED Design).
- Reinforcement Configuration:**  Rectangular;  Circle; Confinement Bar:  Flat;  Spiral.
- Longitudinal Bar - Circle Configuration:** Edge Cover for Confinement Bar: 1; Number of Longitudinal Bar: 4; Longitudinal Bar Size: 40.
- Confinement Bar:** Confinement Bar Size: 40; Longitudinal Spacing of Confinement Bar: 50.0.
- Check/Design:**  Reinforcement to be Checked;  Reinforcement to be Designed.
- Buttons: OK, Cancel.

(b)



(c)

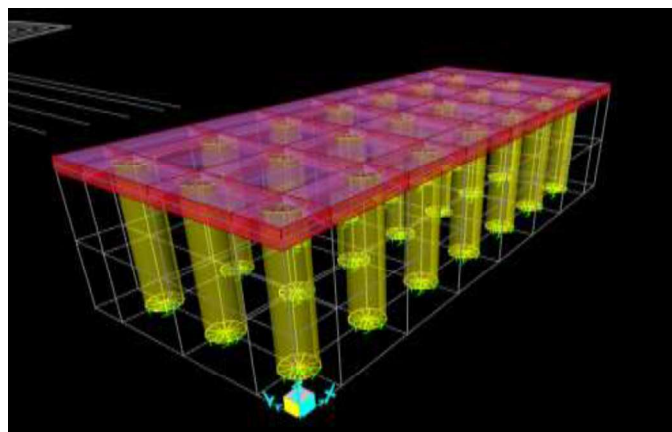
Gambar 3.5. Pemodelan Pelat dan Tiang

(a) Data pelat pada elemen *shell-thin* (b) Data tulangan pada tiang

(c) Bentuk tiang dan jumlah tulangan.

## 4. Menggambar pelat dan tiang pada lembar kerja

Penggambaran pelat berbentuk persegi panjang berdimensi  $70 \times 30 \times 2$  cm dan tiang sebanyak 21 buah dengan jarak 10 cm antar *frame*. Hasil penggambaran pelat dan tiang dapat dilihat pada Gambar 3.6.

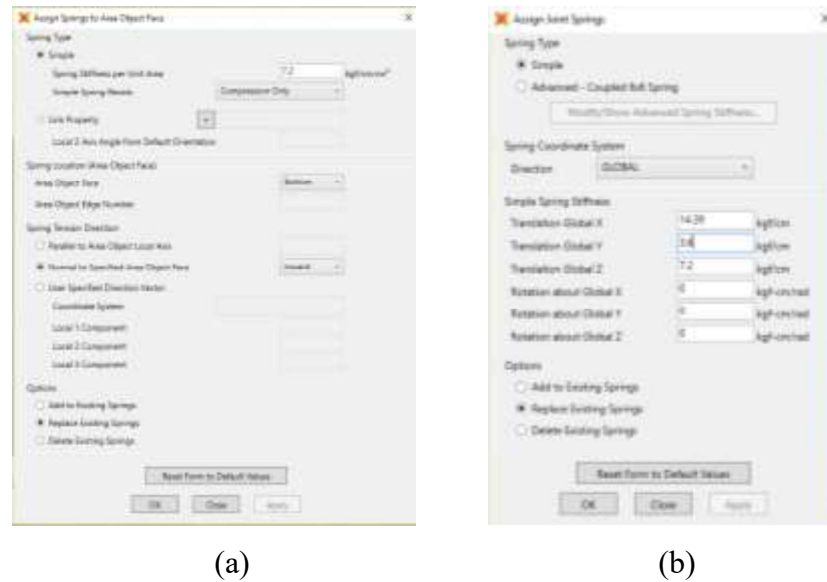


Gambar 3.6. Hasil Pemodelan Pelat dan Tiang Panjang 20 cm.

5. *Input* data modulus reaksi tanah-dasar ( $k$ ) sebagai *springs*

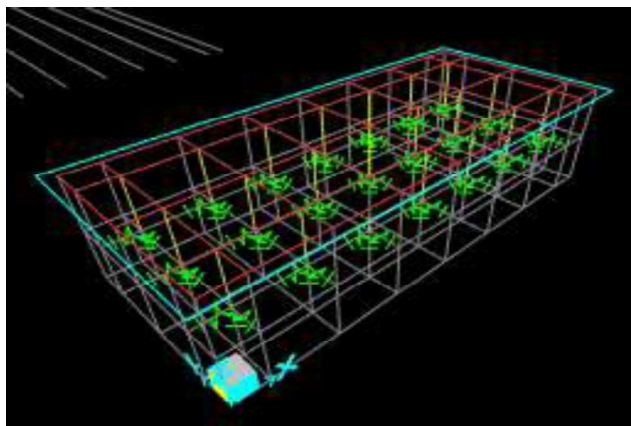
Nilai modulus reaksi tanah-dasar pada pelat dimasukkan menggunakan menu *Assign* → *Area* → *Area Springs* → *Spring Stiffness per Unit Area* dan lokasi *spring* berada di bawah pelat (*bottom*). Konstanta *springs* pada pelat diasumsikan hanya terjadi tekan (*compression only*) dibawah pelat. Kemudian nilai  $k$  pada tiang dimasukkan melalui menu *Joint Springs* seperti

pada Gambar 3.7. Pada struktur pelat diberikan nilai  $k$  arah vertikal ( $k_v$ ) sedangkan tiang diberikan nilai  $k$  arah horizontal,  $k$  arah vertikal seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.7. *Input* Modulus Reaksi Tanah-dasar

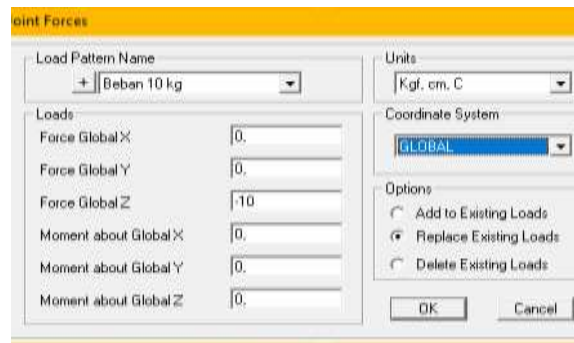
(a) Data *Area Springs* pada pelat (b) Data *Joint Springs* pada tiang.



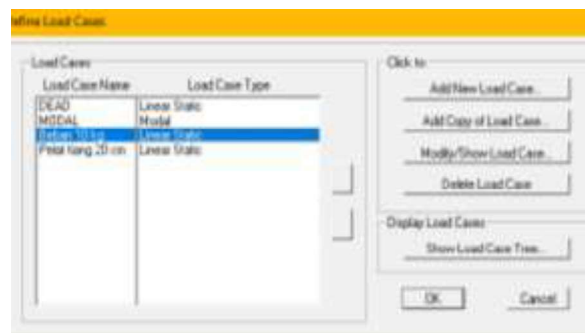
Gambar 3.8. Hasil Pemodelan Nilai Modulus Reaksi Tanah-dasar ( $k$ ) pada Struktur.

#### 6. Pembebanan pada model struktur

Pembebanan dilakukan dengan memberikan beban mati dari berat struktur dan beban statis pada tengah pelat sesuai dengan beban yang dilakukan pada pengujian laboratorium yaitu pembebanan dengan variasi beban 50 kg, 100 kg dan 190 kg. Analisis beban yang dilakukan pada pemodelan ini adalah *linear static* dapat dilihat pada Gambar 3.9.



(a)



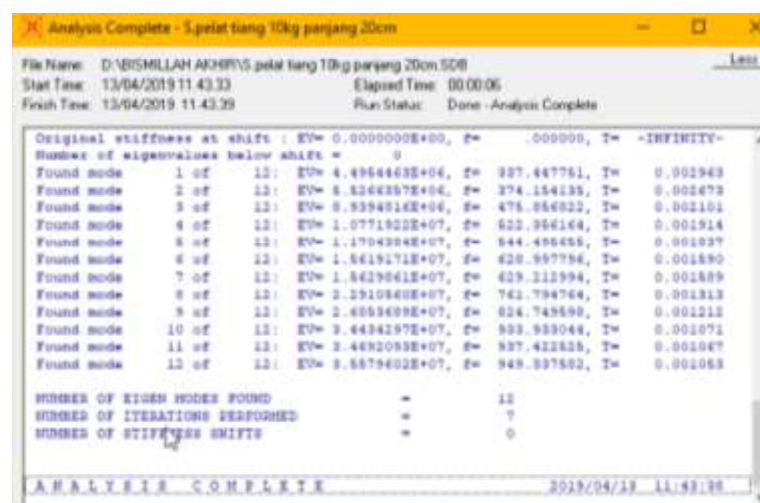
(b)

Gambar 3.9. Pembebanan Pada Model Struktur

(a) Beban pada tengah pelat (b) Kombinasi beban.

## 7. Analisis model struktur pada SAP 2000

Analisis model yang dilakukan pada SAP 2000 menggunakan linier statik dengan memilih menu *Analyze*. Proses analisis pada *software* ditunjukkan pada Gambar 3.10.

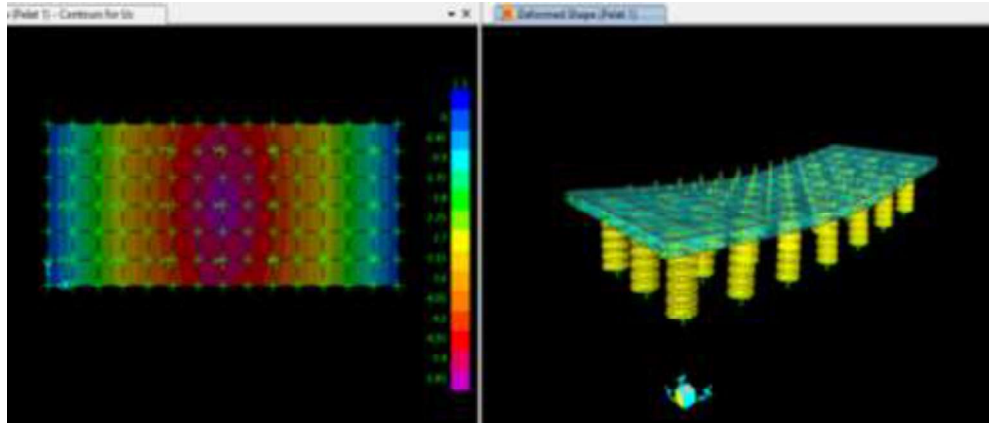


Gambar 3.10. Proses Analisis Model Struktur.



8. Data hasil (*output*) analisis model struktur

*Output* pada pemodean ini berupa nilai lendutan yang terjadi pada struktur pelat dengan susunan tiang seperti Gambar 3.11. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel, grafik, angka dan gambar dalam format *Microsoft Excel*.

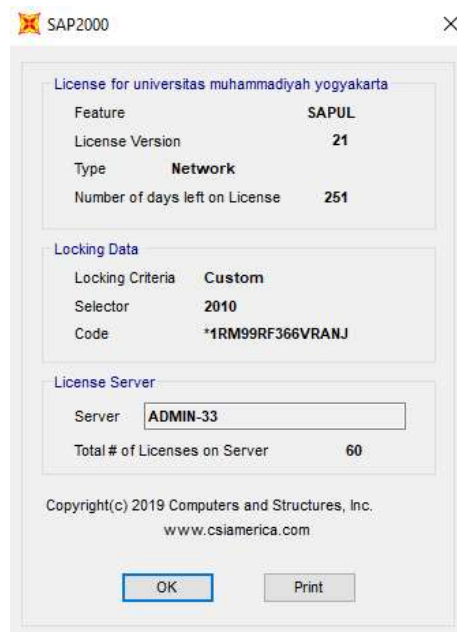


Gambar 3.11. Hasil *Running Analysis*.

9. Validasi hasil pemodelan

Validasi dilakukan dengan melakukan perbandingan hasil lendutan pada pemodelan SAP 2000 dan pengujian struktur pelat dengan perkuatan tiang di uji model fisik laboratorium dalam bentuk tabel dan grafik.

10. Lisensi program SAP 2000 versi 21



Gambar 3.12. Lisensi Program.