

## **BAB IV**

### **SOFTWARE COADE CAESAR II**

*CAESAR II* adalah program komputer untuk perhitungan *Stress Analysis* yang mampu mengakomodasi kebutuhan perhitungan *Stress Analysis*. *Software* ini sangat membantu dalam *Engineering* terutama di dalam desain *Mechanical* dan sistem perpipaan. Pengguna *CAESAR II* dapat membuat permodelan sistem perpipaan dengan menggunakan *simple beam element* kemudian menentukan kondisi pembebanan sesuai dengan kondisi yang dikehendaki. Dengan memberikan /membuat inputan tersebut, *CAESAR II* mampu menghasilkan hasil analisa berupa *stress* yang terjadi, beban, dan pergeseran terhadap sistem yang kita analisa.

#### **4.1. Penjelasan Software Caesar**

##### **4.1.1. Complete (lengkap)**

*CAESAR II* berisi material paling utama dan *code (standard)* pipa. Hal itu mengarah pada bidang kemampuan teknis dan opsi analisis untuk memberikan kemampuan yang terbaik di kelas sistem desain perpipaan.

##### **4.1.2. Flexible**

Menyesuaikan program sesuai dengan keperluan pengguna yang tepat dengan mengatur parameter yang diinginkan pengguna dan kondisi sistemnya.

##### **4.1.3. Mudah untuk digunakan**

*CAESAR II* membuat model analisis struktur mudah. Pengecekan kegagalan sangat interaktif dan bantuan *konteks sensitive* secara cepat menjamin kualitas *input* dan integritas model.

#### 4.1.4. Pembuktian

Selama lebih dari dua dekade *CAESAR II* telah membuktikan dirinya sendiri menjadi stabil dan handal sebagai perangkat yang memberikan hasil yang dapat diandalkan untuk berbagai aplikasi perpipaan.

#### 4.1.5. Penerimaan *universal*

Dunia *engineering* dan perusahaan standarisasi energi mengandalkan *CAESAR II* untuk memberikan analisis yang menjamin keandalan dan keamanan desain mereka untuk milyaran *dollar* proyek besar dan instalasi di seluruh dunia.

### 4.2. Kemampuan-Kemampuan *CAESAR II*

#### 4.2.1. Sistem pemodelan

*CAESAR II* memudahkan pemodelan perpipaan dan penambahan baja pendukung dengan *system* merevolusi jalur *pipe stress* mendekati analisis fleksibilitas. Perancangan, memperlancar dan respon dari alat inovatif pemodelan sangat mengurangi waktu pemodelan pekerjaan yang khas dari jam ke menit aja.

Pemodelan : *node*, elemen, dan tumpuan

Aturan penempatan *node* :

1. Definisi geometri : *system start*, interseksi, perubahan arah, *end*.
2. Perubahan parameter operasi : perubahan temperatur, tekanan, isolasi.
3. Definisi parameter kekakuan elemen : perubahan ukuran pipa, *valve*, *tee* dll.
4. Posisi kondisi batas : *restrain*, *anchor*.
5. Aplikasi pembebanan : aplikasi gaya, berat isolasi, gempa.
6. Pengambilan informasi dari hasil analisis : gaya dalam, *stress*, *displacement*, reaksi tumpuan.

#### 4.2.2. Analisis statis

*CAESAR II* memulai analisis statis dengan merekomendasikan kasus beban yang diperlukan untuk mengikuti *code* tegangan pipa yang di minta. Pemodelan

beban pada kasus standar yang disarankan untuk dianalisis, tetapi pengguna juga dapat membuat kasus beban dari kombinasi jenis beban dasar atau kasus beban lain yang diperlukan. Kasus beban yang ada dapat diubah atau dihapus seperlunya. Kombinasi dari pipa dan model struktural juga memungkinkan untuk mengamati efek dari interaksi *non-linier* pipa struktur baik grafis dan numerik.

Bagian – bagian dari analisis statis:

1. Pilihan kasus beban komperhensif
2. Pemeriksaan kesalahan interaktif
3. Pilihan pegas gantungan ekstensif
4. Perhitungan beban angin
5. Fleksibilitas nosel dan tegangan
6. Pemeriksaan beban peralatan
7. Pemeriksaan tegangan dan kebocoran *flange*
8. Kelelahan dan analisis penggunaan komulatif
9. Gelombang dan analisis beban aliran

#### 4.2.3. Analisis dinamis

*CAESAR II* memandu pengguna melalui spesifikasi dana akuisisi data yang diperlukan untuk analisis dinamis. Analisis dinamis dimulai dengan spesifikasi dari *input* data dinamis seperti massa terpusat, getaran yang ditetapkan, *snubbers* dan definisi spektrum. Pengguna dapat menggunakan getaran spektrum terpasang tetap atau sesuai dengan keinginan pengguna. Akurasi dapat diseimbangkan dengan efisiensi melalui pilihan, baik massa konsisten atau disamakan analisis model massa.

Bagian-bagian dari analisis dinamis:

1. Bentuk mode dan perhitungan frekuensi normal.
2. Perpindahan selaras dan analisis gaya.
3. Analisis getaran *spectrum* dan gerakan penyangga bebas.
4. Analisis gaya *spectrum*.
5. Analisis penceritaan saat modal.
6. Animasi respon dinamis.

7. Kehilangan masa atau perbaikan gaya.
8. Statis atau kombinasi beban dinamis.
9. Katup *relief* beban perpaduan.
10. *Data Interfaces*

#### 4.2.4. Output

Laporan *output CAESAR II* termasuk masukan gempa, pemilihan gantungan dan daftar kasus beban pengendalian tersendiri, perpindahan, gaya ditempat dan momen, dan *code* mendefinisikan tegangan membandingkan dengan batas yang diijinkan pengguna.

Pengguna dapat meninjau semua atau sebagian dari informasi ini pada layar sebelum laporan dicetak atau dikirim untuk meninjau *output* pada *Microsoft Word*. Tinjauan *Output* ini mempercepat siklus desain dengan menampilkan hasil yang sangat berguna dalam mendiagnosis daerah masalah perpipaan.

Bagian – bagian dari output:

1. *Customizable* Laporan
2. Tinjauan gambar rancangan hasil *analytical*
3. Isometrik tegangan pipa otomatis
4. Pengeluaran basis data ODBC

#### 4.2.5. Standard dan Code analisis

*Caesar II* dilengkapi dengan *code*, *standard* dan basis data yang diperlukan untuk banyaknya aplikasi di seluruh dunia, sehingga pengguna dapat memulai pekerjaan segera.

Bagian-bagian dari standard dan code analisis:

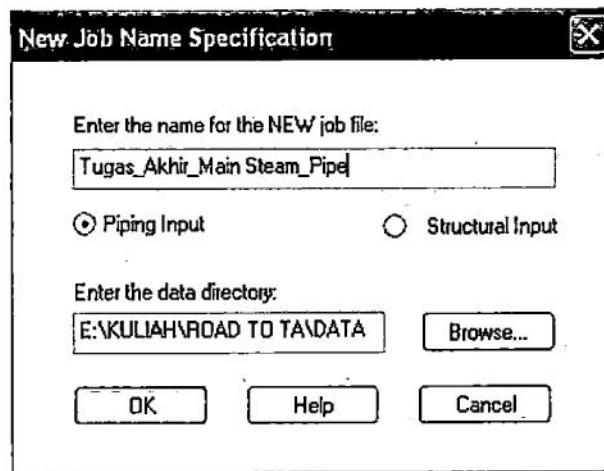
1. Perpipaan.
2. Pembebanan angin.
3. Gempa.
4. Evaluasi *flange*.
5. Pembebanan peralatan.
6. Fleksibilitas dan tegangan nosel.

7. Basis data
8. Material ekstensif.

### 4.3. Menu Utama Pada Caesar II versi 5.00

#### 4.3.1. *New file*

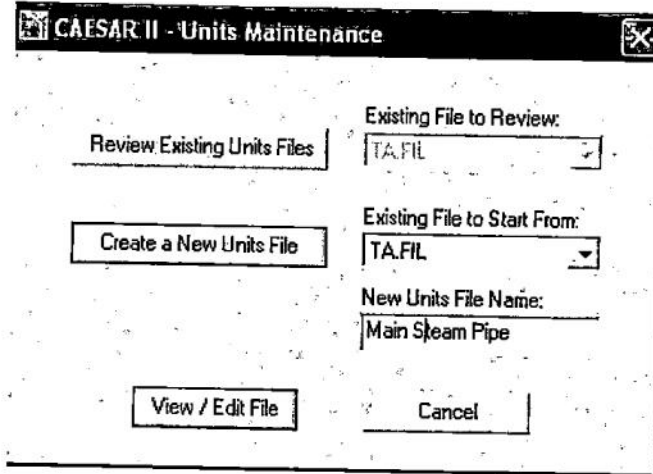
*New file* memiliki *new job specification* memiliki dua inputan yaitu *pipng input* dan *structural input* yang di gunakan untuk memilih jenis pemodelan desain



**Gambar 4.1.** *New file*

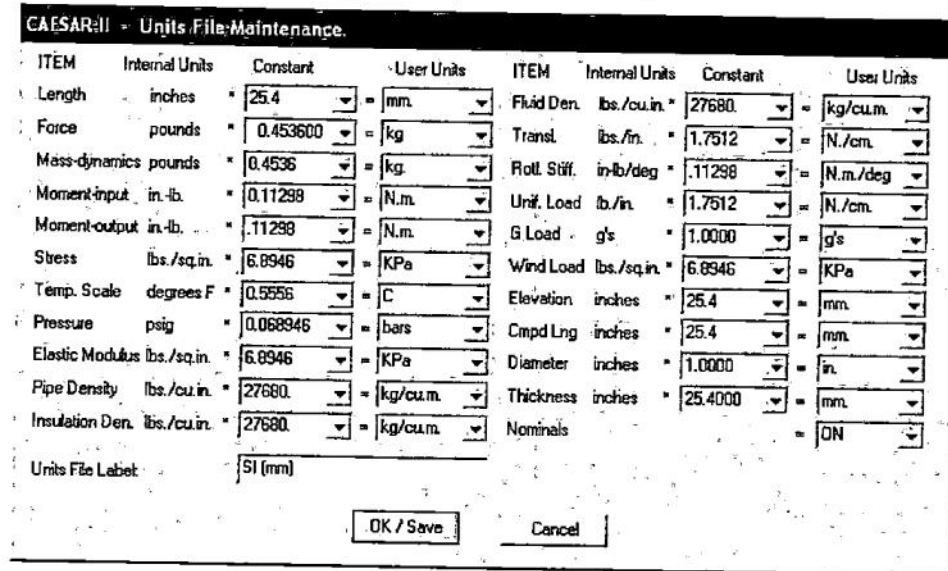
#### 4.3.2. *Make unit files*

*Setting default unit file* dalam *Caesar II version 5.00* adalah menggunakan unit “ *English* “, oleh karena itu *make unit files* berfungsi sebagai perubah atau pembuat *unit file* baru sesuai yang di butuhkan atau menyesuaikan *unit* yang ada pada data.



Gambar 4.2. Make new unit files

Unit files yang baru sesuai yang di butuhkan atau menyesuaikan unit yang ada pada data dapat dirubah pada *unit file maintenance*.



Gambar 4.3. Unit files maintenance

### 4.3.3 Input piping

Piping pada *screen Caesar II version 5.00* memiliki fungsi sebagai *start* pemodelan sistem perpipaan sesuai yang diinginkan *engineer*.



**Gambar 4.4.** *Input* memulai pemodelan desain

*Spreadsheet* adalah fungsi utama yang akan menjelaskan elemen demi elemen tentang desain *piping* yang akan dibuat. Di dalamnya terdapat data *field* yang berguna untuk memasukkan berbagai informasi tentang masing-masing kondisi elemen *piping* dan beberapa menu perintah dan *toolbars* yang mana dapat digunakan untuk menjalankan perintah yang diinginkan *engineer*. Disebelah samping *piping input* adalah tampilan gambar dari *input* yang akan dibuat atau dimasukkan datanya.

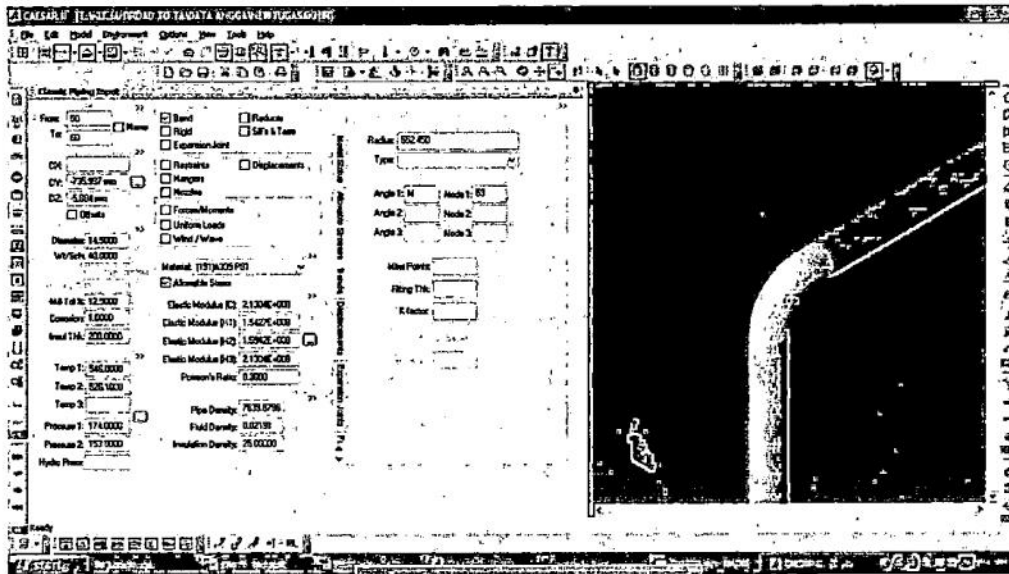
### 4.3.4 Aplikasi khusus

#### 4.3.4.1 Bend

Dalam program *Caesar II version 5.00* terdapat dua macam *bend* yang biasa di aplikasikan yaitu *elbow* dan *bend*.

### 1. Elbow

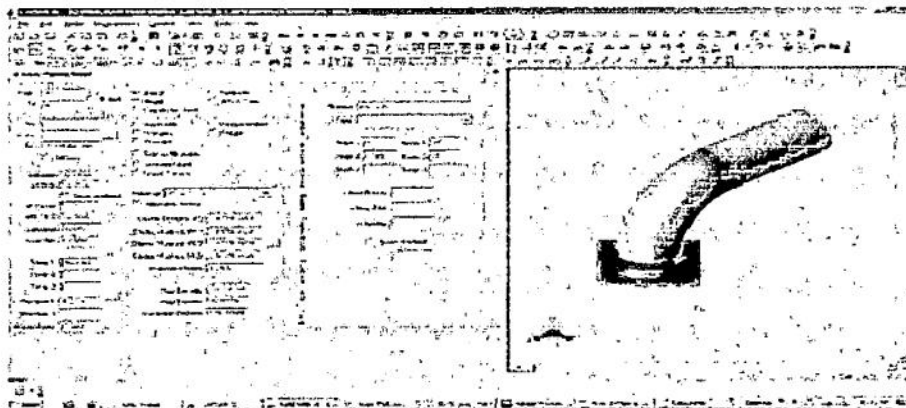
*Elbow* banyak digunakan jika *engineer* mendesain *piping* di dalam suatu pabrik atau *plant* dimana sistem perpipaannya berada *above ground* (di atas tanah). Pada *Spreadsheet* di bawah ini menunjukkan bend jenis *elbow*.



Gambar 4.5. Bend jenis *elbow*

### 2. Bend

Dalam pekerjaan pipa terutama *pipeline* seringkali *engineer* harus melakukan *bending* terhadap pipa dimana biasanya sudut yang diperlukan di bawah  $90^0$ , maka *engineer* harus mendesain radius *bending* tersebut sesuai dengan besaran yang *engineer* inginkan atau klien inginkan.

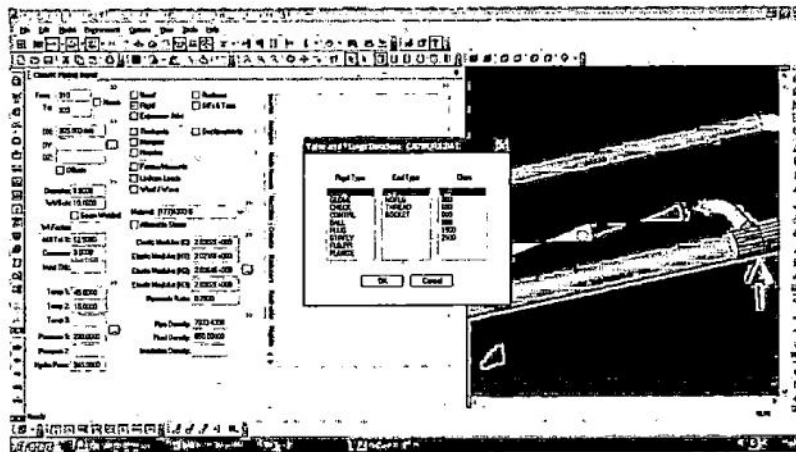


Gambar 4.6. Bend pada *Spreadsheet*



#### 4.3.4.2 Valve dan flange

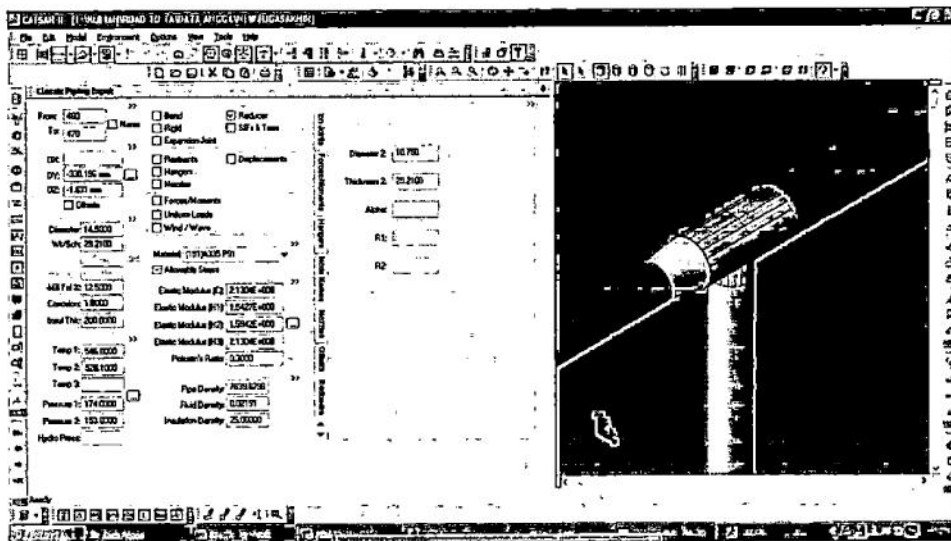
*Valve* atau *flange* dalam *Spreadsheet* berbentuk *rigid* sehingga mudah dalam memasukkan nilai data *valve* atau *flange* itu sendiri.



Gambar 4.7. Valve dan flange pada Spreadsheet

#### 4.3.4.3 Reducer

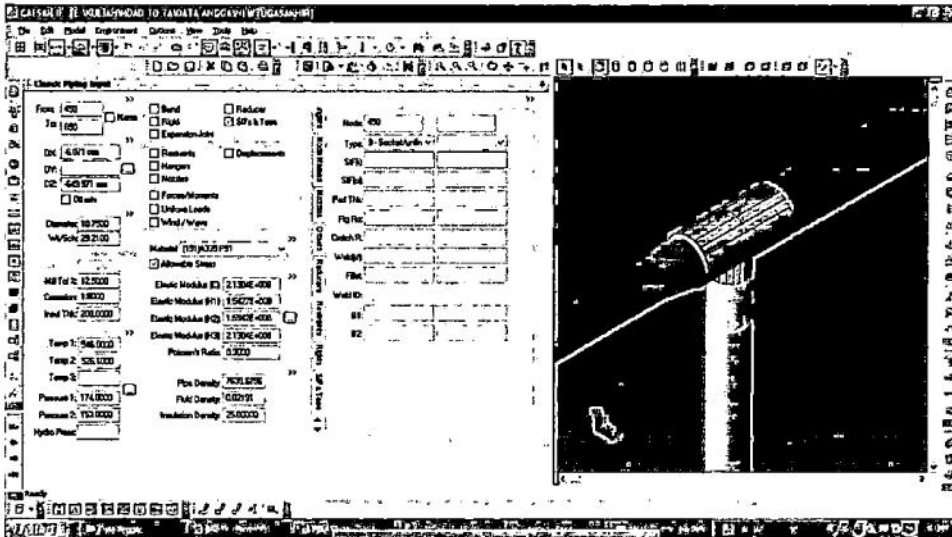
*Reducer* berfungsi sebagai perubahan diameter pipa pada pemodelan sistem perpipaan.



Gambar 4.8. Reducer pada Spreadsheet

#### 4.3.4.4 SIF dan tee

SIF atau Tee berfungsi sebagai percabangan pipa pada pemodelan sistem perpipaan.



Gambar 4.9. SIF atau Tee pada Spreadsheet

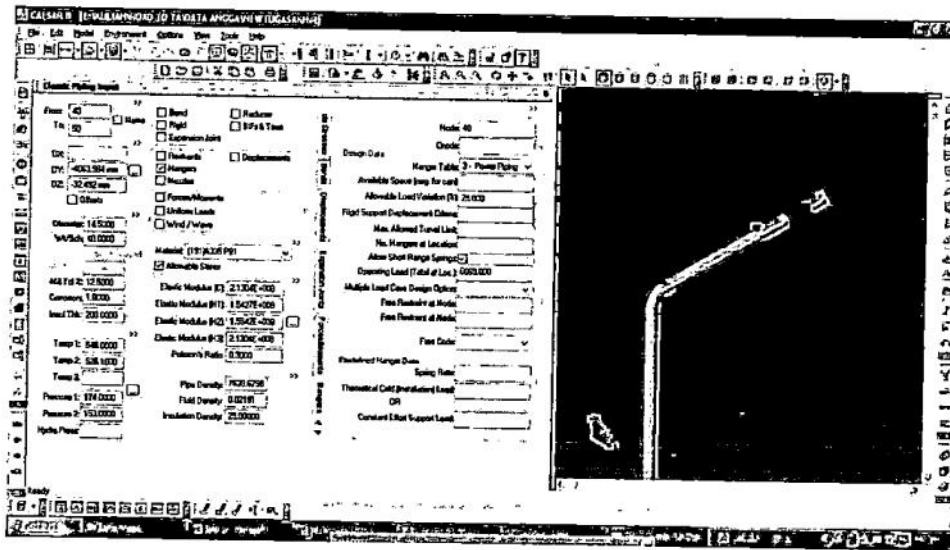
#### 4.3.4.5 Restraint

Ada berbagai macam *type restrain* yang dapat diaplikasikan di dalam *Caesar II version 5.00* sesuai dengan fungsi yang diinginkan, yaitu :

##### *Restraint Type Abbreviation.*

1. *Anchor* .....ANC
2. *Translational Double Acting* ..... X, Y, or Z
3. *Rotational Double Acting* ..... RX, RY, or RZ
4. *Guide, Double Acting* ..... GUI
5. *Double Acting Limit Stop* ..... .LIM
6. *Translational Double Acting Smubber* ..... XSNB, YSNB, ZSNB
7. *Translational Directional* .....+X, -X, +Y, -Y, +Z, -Z
8. *Rotational Directional* .....+RX, -RX, +RY, etc.
9. *Directional Limit Stop* .....+LIM, -LIM
10. *Large Rotation Rod* .....XROD, YROD, ZROD

11. *Translational Double Acting Bilinear*.....X2, Y2, Z2
12. *Rotational Double Acting Bilinear* .....RX2, RY2, RZ2
13. *Translational Directional Bilinear* .....-X2, +X2, -Y2, etc.
14. *Rotational Directional Bilinear* .....+RX2, -RX2, +RY2, etc.
15. *Bottom Out Spring* ..... XSPR, YSPR, ZSPR
16. *Directional Snubber* .....+XSNB, -XSNB, +YSNB, etc



Gambar 4.10. Restraint pada Spreadsheet

#### 4.4. Static Analysis

Metode *Static analysis* adalah memperhitungkan *static load* yang akan menimpa pipa secara perlahan sehingga dengan demikian *piping system* memiliki cukup waktu untuk menerima, bereaksi dan mendistribusikan *load* tersebut keseluruhan bagian pipa, hingga tercapainya keseimbangan.

##### 4.4.1. Static Dan Dynamic Load

*Loading* yang mempengaruhi sebuah *piping system* dapat diklasifikasikan sebagai *primary* dan *secondary*. *Primary Loading* terjadi dari *sustain load* seperti

berat pipa, sedangkan *Secondary Load* dicontohkan sebagai *thermal expansion load*.

*Static Loading* meliputi :

1. *Weight effect (live loads and dead loads)*.
2. *Thermal expansion and contraction effects*.
3. *Effect of support, anchor movement*.
4. *Internal or external pressure loading*.

Sedangkan yang termasuk *Dynamic loading* adalah :

1. *Impact forces*
2. *Wind*
3. *Discharge Load*

#### 4.4.2. Load case

Ada berbagai macam jenis *load case* yang dapat *engineer* gunakan dalam *CAESAR II Version 5.00*. *Load case* mendefinisikan pembebanan yang terjadi pada pipa, baik beban akibat berat pipa itu sendiri ataupun beban akibat faktor yang lain.

Loads Defined in Input	Load Cases	Stress Type	Recommend
W - Weight	L1 WWH	HYD	
T1 - Thermal Case #1	L2 W-T1+P1	OPE	
T2 - Thermal Case #2	L3 W-T2+P1	OPE	
P1 - Pressure Case #1	L4 W+P1	SUS	
HP - Hydro. Pressure	L5 F1	OCC	
U1 - Unit Load Case #1	L6 U1	OCC	
U2 - Unit Load Case #2	L7 U2	OCC	
U3 - Unit Load Case #3	L8 U3	OCC	
F1 - Cone Force Case #1	L9 WNR	OCC	
W1N1 - Wind Load Case #1	L10 WNR	OCC	
W1N2 - Wind Load Case #2	L11 L2, L4	OCC	
W1N3 - Wind Load Case #3	L12 L3, L4	EXP	
W1N4 - Wind Load Case #4	L13 L3, L7, L8	EXP	
WW - Water Filled Weight	L14 L2, L5	OCC	
WNC - Weight no contents	L15 L3, L5	OCC	
	L16 L11, L13	OCC	
	L17 L12, L13	OCC	
	L18 L4, L13	OCC	

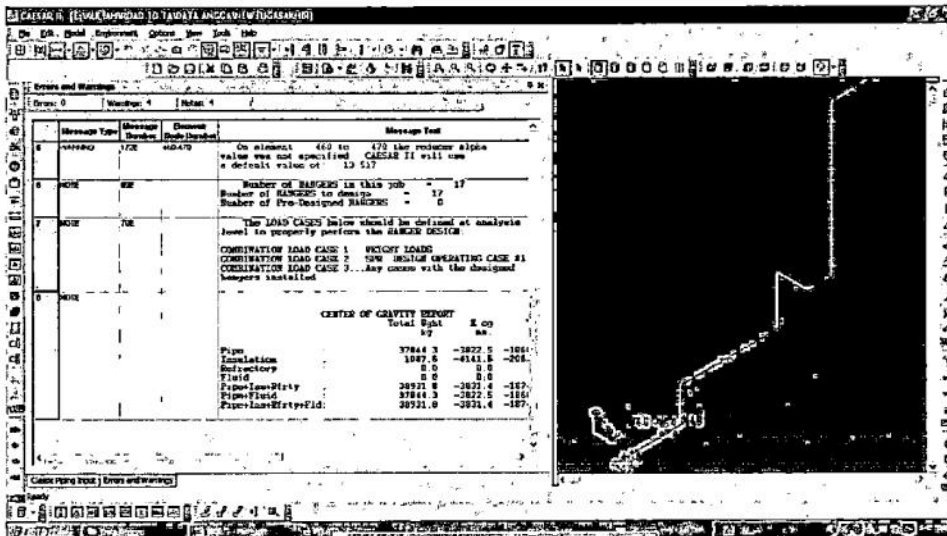
Gambar 4.11. Load case

Penjelasan *Allowable Stress Type* dan *Load Case* :

1. (OPE) *Operating* : Stress yang terjadi akibat beban kombinasi antara *sustain load* dan *expansion load* dimana biasa terjadi pada kondisi *operational*.
2. (OCC) *Occasional* : Stress yang terjadi hanya dalam waktu relatif singkat akibat beban *sustain load* ditambah *occasional loading* (seperti angin, *wave*, dan lain-lain.)
3. (SUS) *Sustained* : Stress yang terjadi secara terus menerus selama umur operasi akibat tekanan dan berat pipa dan fluida.
4. (EXP) *Expansion* : Stress yang terjadi akibat adanya perubahan temperatur.
5. (HYD) *Hydrotest* : Stress akibat tekanan air saat dilakukan *hydrotest*.

#### 4.4.3. Error Checking

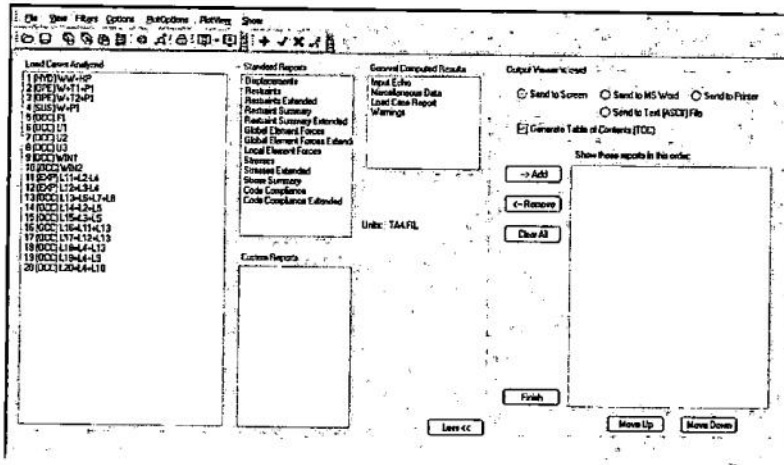
*Error checking* berfungsi sebagai menjelaskan desain *piping* yang telah dibuat apakah ada kesalahan (*error*), peringatan (*warning*) atau tidak, jika terdapat *error* maka proses *run* tidak dapat dilanjutkan dan harus melakukan revisi pada *node* yang mengalami *error* tersebut.



Gambar 4.12. Error checking

#### 4.4.4. Static output processor

*Static output processor* berfungsi menampilkan *load case* yang akan di-*running* pada *standard reports* sesuai keinginan *engineer* untuk melihat hasil analisis yang terjadi pada setiap *node-node* pemodelan sesuai pembebanan yang di *input*-kan.



Gambar 4.13. *Static output processor*

#### 4.4.5. Static output report

*Static output reports* berfungsi menampilkan *stress analysis report* yang terjadi pada setiap *node-node* sesuai keinginan *engineer* dalam pemilihan *load cases analyzed* dan *standard report*.

**CODE COMPLIANCE EXTENDED REPORT**

CAZAS II Ver.3.00A, (Rev 06/99) Date: MAY 01, 2003 Time: 11:00  
 Job: ESTUDIOS ADICIONALES PARA MODIFICACION DE MODIFICACIONES  
 Drawed by: - 18 81254  
 CODE COMPLIANCE EXTENDED REPORT: Code Structure on Elements  
 Various Load Cases

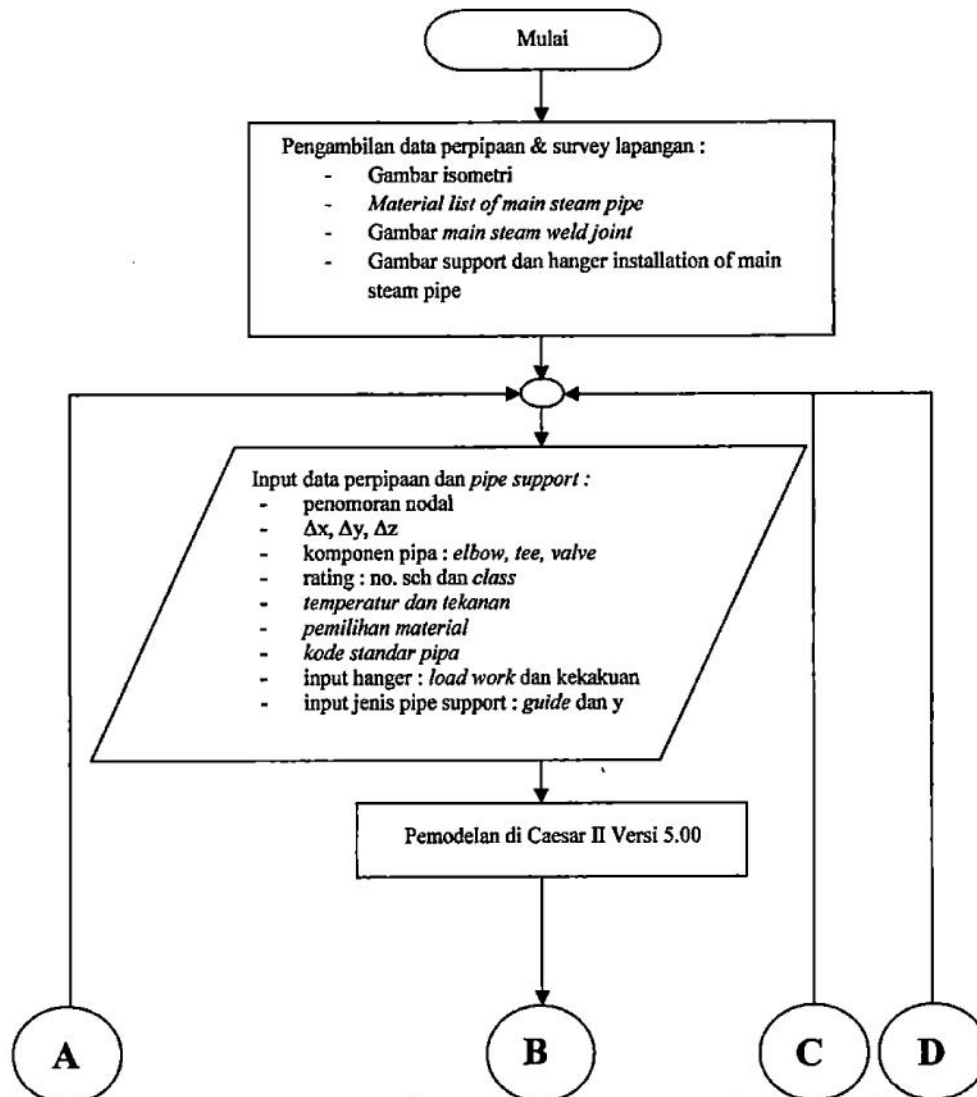
Load Case	Type/Code	Code Struct E%	Assembly Struct E%	Ratio %	Lo. Mode	Code Struct E%	Assembly Struct E%
Tension Stress: 27995.5 @Node: 00 LOADCASE: 1 (OC) 104-104-0 Ring Stress: 22972.6 @Node: 00 LOADCASE: 1 (PT) 99-99 SD Max Intensity: 274685.2 @Node: 100 LOADCASE: 1 (PT) 99-99							
1 (PT)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
2 (PT)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
3 (PT)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
4 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
5 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
6 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
7 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
8 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
9 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
10 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
11 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
12 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
13 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
14 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
15 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
16 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
17 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
18 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
19 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
20 (OC)	10	0.0	0.0	0.0	20	0.0	0.0
1 (PT)	20	86601.3	0.0	0.0	70	86278.8	0.0
2 (PT)	20	22470.2	0.0	0.0	70	90298.2	0.0

Gambar 4.14. Static output reports

## BAB V METODOLOGI

### 5.1. Diagram Alir Proses Analisis Tegangan Pipa

Langkah-langkah proses analisis tegangan pipa pada jalur Main Steam Pipe di PT. PJB Unit Bisnis Jasa O&M PLTU Pacitan yang dapat dilihat secara umum pada diagram alir berikut.



Gambar 5.1. Diagram alir proses analisa tegangan pipa di PT. PJB