

BAB IV

PERANGKAT LUNAK (*SOFTWARE*) CAESAR II VERSI 2014

Sejak diperkenalkan pada tahun 1984, *CAESAR II* telah menjadi *software* yang banyak digunakan sebagai *pipe flexibility* dan *stress analysis software*. *CAESAR II* versi 2014 adalah program yang ada pada komputer yang berfungsi untuk perhitungan *stress analysis* yang mampu mengakomodasi kebutuhan-kebutuhan perhitungan *stress analysis*, akomodasinya antara lain:

- Untuk merancang atau memodifikasi sistem perpipaan, *engineer* harus memahami perilaku sistem dibawah pembebanan dan juga persyaratan *code* yang harus dipenuhi.
- Parameter fisik yang dapat digunakan untuk quantifikasi perilaku suatu “*mechanical system*” antara lain : percepatan, kecepatan, temperatur, gaya dalam dan momen, *stress*, *strain*, perpindahan, reaksi tumpuan dan lain-lain.
- Nilai batas yang diizinkan untuk setiap parameter ditetapkan untuk mencegah kegagalan sistem.
- Untuk menjaga tegangan di dalam pipa dan *fiting* tetap dalam *range* yang diizinkan *code*.
- Untuk menghitung *design load* yang diperlukan serta untuk menentukan *support* dan *restraints*.
- Untuk menentukan perpindahan pipa → *interference checks*.
- Untuk mengatasi problem getaran pada sistem perpipaan.
- Untuk membantu optimasi desain sistem perpipaan.

Software ini sangat membantu dalam *Engineering* terutama di dalam *mechanical design* dan *piping system*. Pengguna Caesar II dapat membuat pemodelan sistem perpipaan, kemudian menentukan kondisi pembebanan sesuai dengan kondisi .

Dengan memberikan atau membuat inputan tersebut, Caesar II mampu menghasilkan hasil analisa berupa *stress* yang terjadi, beban dan pergeseran terhadap sistem yang dianalisa.

Hal-hal yang perlu diketahui dan penting dalam Caesar II adalah:

1. Data masukan:
 - Dimensi dan jenis material.
 - Parameter operasi: temperatur, tekanan, fluida.
 - Parameter beban: berat isolasi, perpindahan, angin, gempa dan lain - lain.
 - *Code* yang digunakan.
2. Pemodelan: node, elemen, tumpuan.
 - Aturan penempatan node.
 - Definisi geometri : *system start*, interseksi, perubahan arah, *end*.
 - Perubahan parameter operasi : perubahan temperatur, tekanan, isolasi.
 - Definisi parameter kekakuan elemen : perubahan ukuran pipa, *valve*, *tee* dan lain - lain.
 - Posisi kondisi batas: *restrain*, *anchor*.
 - Aplikasi pembebanan : aplikasi gaya, berat isolasi, gempa dan lain - lain.
 - Pengambilan informasi dari hasil analisis: gaya dalam, *stress*, *displacement*, reaksi tumpuan dan lain - lain.

4.1. Kemampuan-Kemampuan CAESAR II

4.1.1. Sistem pemodelan

CAESAR II memudahkan pemodelan perpipaan dan penambahan baja pendukung dengan sistem 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 saja.

Bagian – bagian dari system pemodelan :

1. Layar input peka keadaan
2. Gambar rancangan interaktif

3. Jenis pengendalian extensif
4. Pemodelan baja *structural*
5. Perubahan umum interaktif
6. Pemodelan pipa *FRP (Fiberglass)*
7. Pemodelan sambungan perluasan otomatis
8. Pemodelan pipa timbun

4.1.2. Analisis statis

CAESAR II memulai analisis statis dengan merekomendasikan kasus beban yang diperlukan untuk mengikuti kode tegangan pipa yang diminta. Pemodelan beban pada kasus standar yang disarankan untuk di analisis, 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 kumulatif
9. Gelombang dan analisis beban aliran

4.1.3. Analisis dinamis

CAESAR II memandu pengguna melalui spesifikasi data kuisisi 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 masa.

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*

4.1.4. 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 di ijinakan 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

4.1.5. 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.

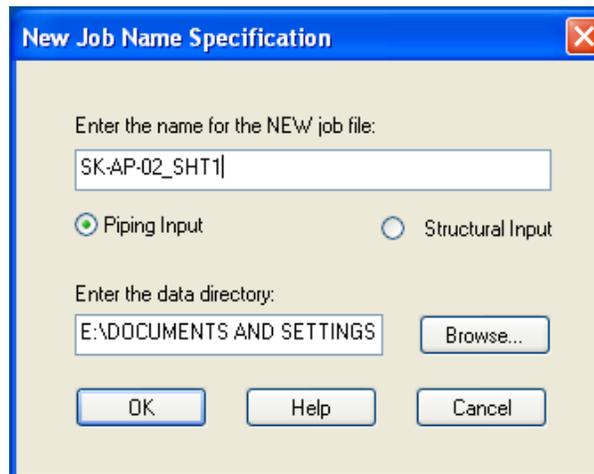
Bagian – bagian dari standard dan *code* analisis:

1. Perpipaan.
2. Pembebanan angin.
3. Gempa.
4. Evaluasi *flange*.
5. Pembebanan peralatan.
6. Fleksibilitas dan tegangan *nozzle*.
7. Basis data
8. Material ekstensif.

4.2. Menu Utama Pada Caesar II 2014

4.2.1. *New file*

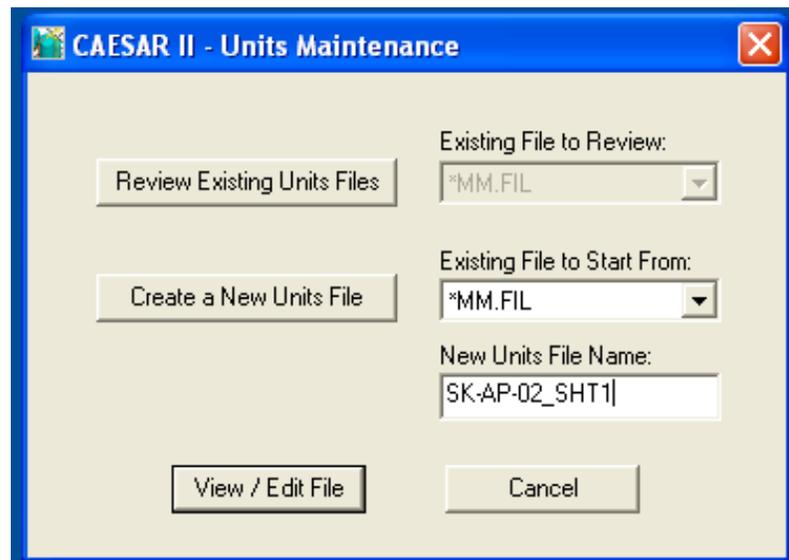
New file memiliki *new job specification* memiliki dua inputan yaitu *piping input* dan *structural input* yang di gunakan untuk memilih jenis pemodelan desain sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. *New file*

4.2.2. *Make Unit Files*

Setting default unit file dalam *Caesar II* adalah menggunakan unit “ *MM* “, 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 sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.2



Gambar 4.2. *Make new unit files*

Unit files yang baru sesuai yang di butuhkan atau menyesuaikan unit yang ada pada data dapat di rubah pada *unit file maintenance* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.3

ITEM	Internal Units	Constant	User Units	ITEM	Internal Units	Constant	User Units
Length	inches	25.4	mm.	Fluid Den.	lbs./cu.in.	27.68	kg./cu.dm.
Force	pounds	4.4480	N.	Transl.	lbs./in.	1.7512	N./cm.
Mass-dynamics	pounds	0.4536	kg.	Rotl. Stiff.	in-lb/deg	.11298	N.m./deg
Moment-input	in.-lb.	0.11298	N.m.	Unif. Load	lb./in.	1.7512	N./cm.
Moment-output	in.-lb.	.11298	N.m.	G Load	g's	1.0000	g's
Stress	lbs./sq.in.	6.8946	KPa	Wind Load	lbs./sq.in.	6.8946	KPa
Temp. Scale	degrees F	0.5556	C	Elevation	inches	.0254	m.
Pressure	psig	0.068946	bars	Cmpd Lng	inches	25.4	mm.
Elastic Modulus	lbs./sq.in.	6.8946	KPa	Diameter	inches	1.0000	in.
Pipe Density	lbs./cu.in.	27.6800	kg./cu.dm.	Thickness	inches	25.4000	mm.
Insulation Den.	lbs./cu.in.	27.68	kg./cu.dm.	Nominals			DN

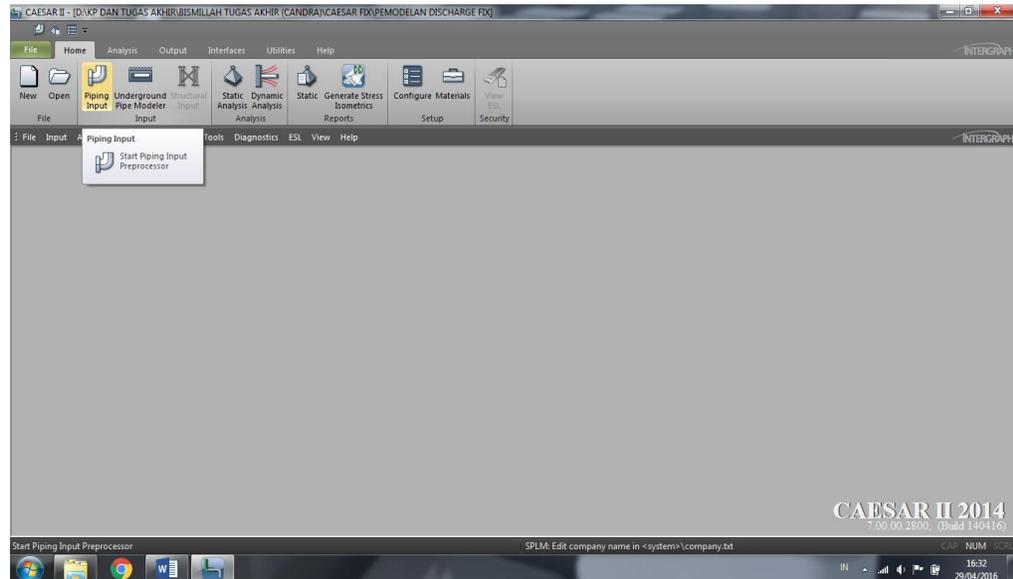
Units File Label: SK-AP-02

OK / Save Cancel

Gambar 4.3. *Unit files maintenance*

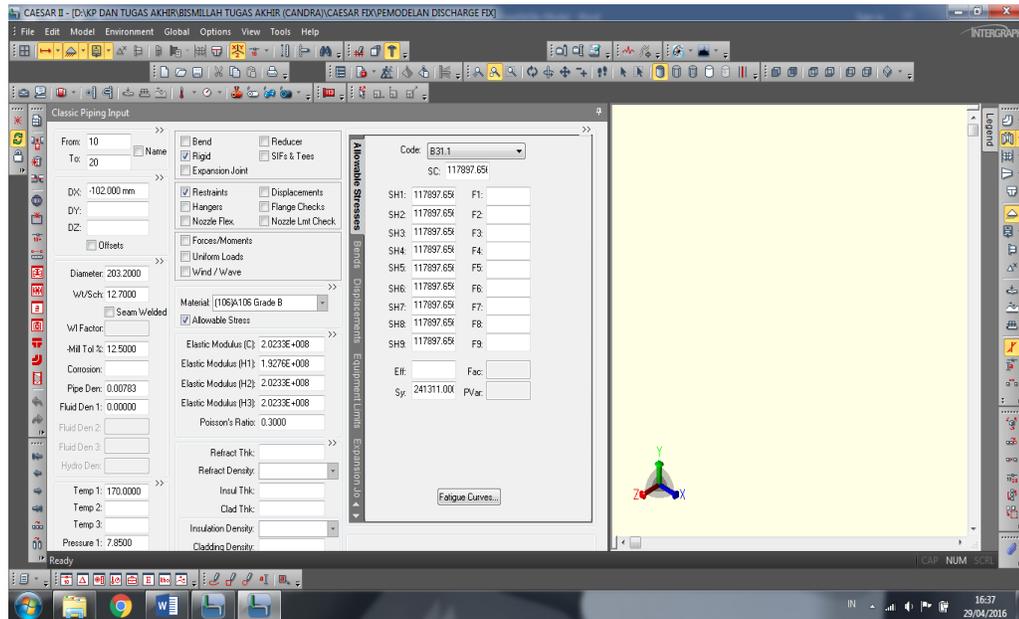
4.2.3. *Input Piping*

Piping pada *screen Caesar II* memiliki fungsi sebagai *start* pemodelan sistem perpipaan sesuai yang diinginkan *engineer* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.4



Gambar 4.4. *Input* pemulai 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 yg diinginkan *engineer*. Disebelah samping *piping input* adalah tampilan gambar dari *input* yang akan dibuat atau dimasukkan datanya sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.5



Gambar 4.5. Spreadsheet overview

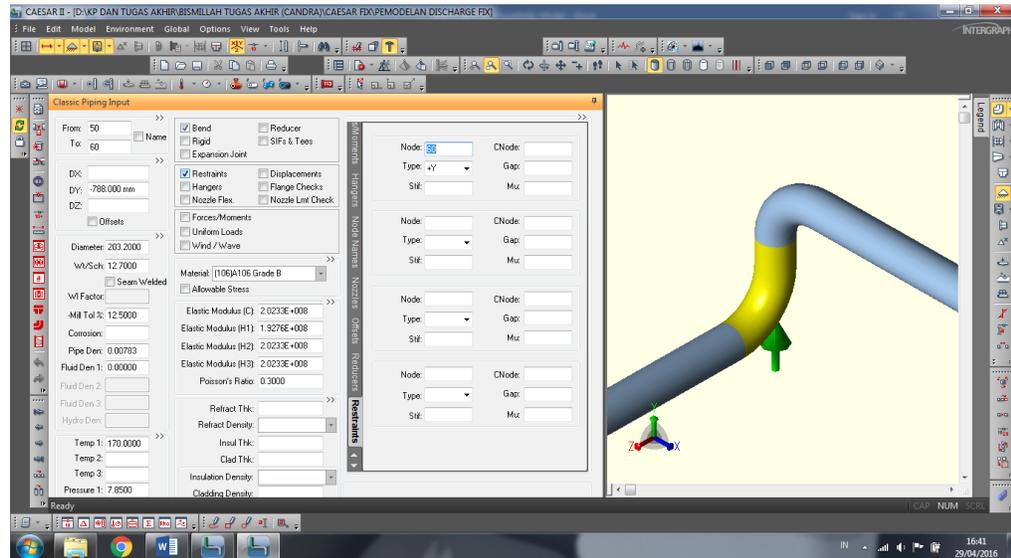
4.2.4. Aplikasi Khusus

4.2.4.1. Bend

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

1. Elbow

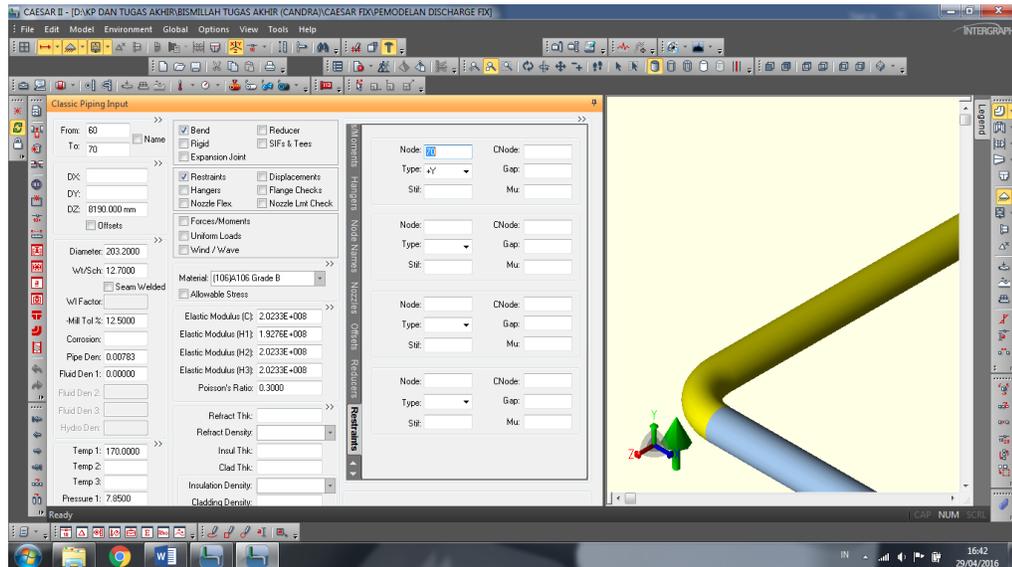
Elbow banyak digunakan jika *engineer* mendesain *piping* di dalam suatu pabrik atau *plant* dimana sistem perpipaannya berada *above ground* (di atas tanah). Pada *Spreadsheet* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.6 menunjukkan *bend* jenis *elbow*.



Gambar 4.6. Bend jenis elbow

2. Bend

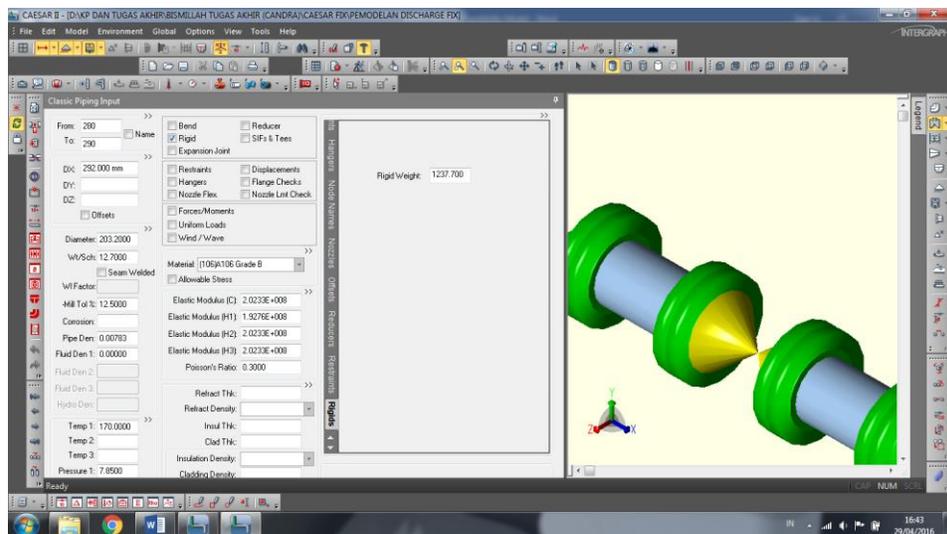
Di dalam pekerjaan pipa terutama *pipeline* seringkali *engineer* harus melakukan bending terhadap pipa dimana biasanya sudut yang diperlukan di bawah 90^0 , maka *engineer* harus mendesain radius bending tersebut sesuai dengan besaran yang *engineer* inginkan atau *klien* inginkan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.7



Gambar 4.7. Bend pada Spreadsheet

4.2.4.2. Valve dan Flange

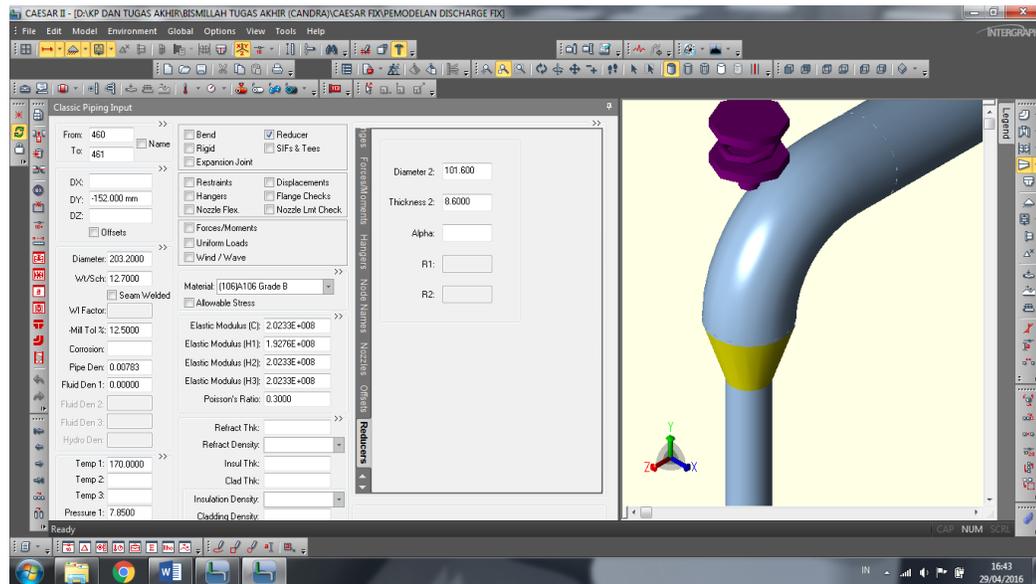
Valve atau *flange* dalam *Spreadsheet* berbentuk *rigid* sehingga mudah dalam memasukkan nilai data *valve* atau *flange* itu sendiri sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.8



Gambar 4.8. Valve dan flange pada Spreadsheet

4.2.4.3. Reducer

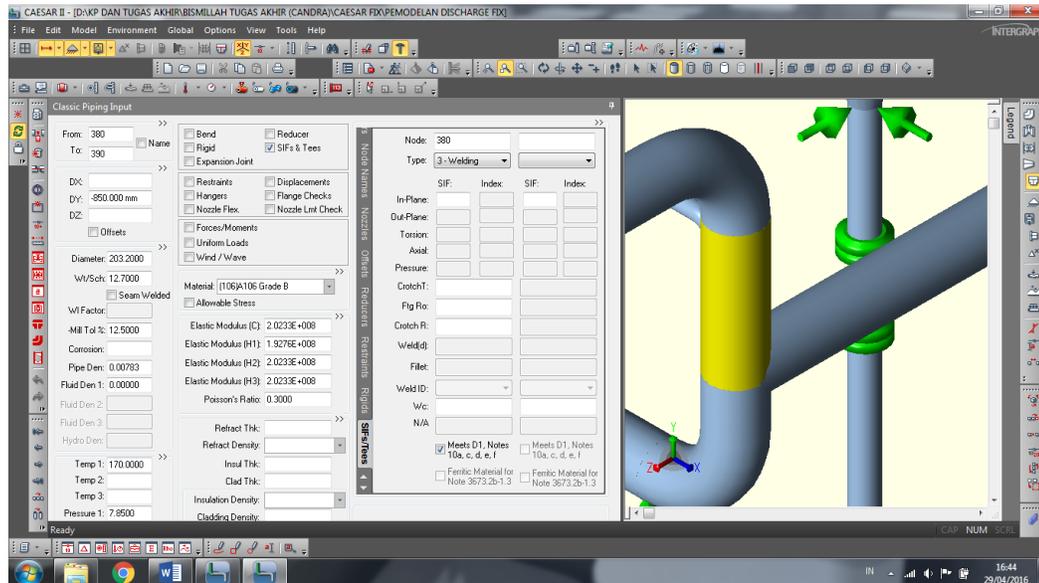
Reducer berfungsi sebagai perubahan diameter pipa pada pemodelan sistem perpipaan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.9



Gambar 4.9. Reducer pada *Spreadsheet*

4.2.4.4. SIF atau Tee

SIF atau *Tee* berfungsi sebagai percabangan pipa pada pemodelan sistem perpipaan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.10



Gambar 4.10. SIF atau Tee pada Spreadsheet

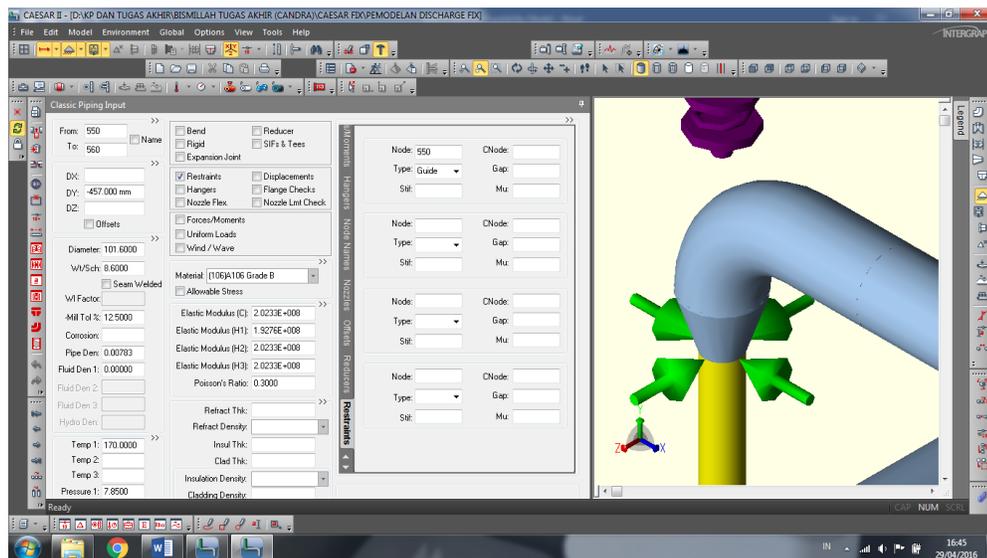
4.2.4.5. Restraint

Ada berbagai macam tipe *restraint* sesuai dengan Diktat Analisis Tegangan Pipa (Tito H.A.S., 2007) yang dapat diaplikasikan di dalam *Caesar II* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.11 sesuai dengan fungsi yang diinginkan, yaitu :

Restraint Type Abbreviation.

1. *Anchor*ANC
2. *Translational Double Acting* X, Y, dan Z
3. *Rotational Double Acting* RX, RY, dan RZ
4. *Guide, Double Acting* GUI
5. *Double Acting Limit Stop* LIM
6. *Translational Double Acting Snubber* XSNB,YSNB, ZSNB
7. *Translational Directional* +X, -X, +Y, -Y, +Z, -Z
8. *Rotational Directional* +RX, -RX, +RY, dsb.
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, dsb.
14. *Rotational Directional Bilinear* +RX2, -RX2, +RY2, dsb.
15. *Bottom Out Spring* XSPR, YSPR, ZSPR
16. *Directional Snubber* +XSNB, -XSNB, +YSNB, dsb.



Gambar 4.11. Restraint pada Spreadsheet

4.3. 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.

4.3.1. 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 :

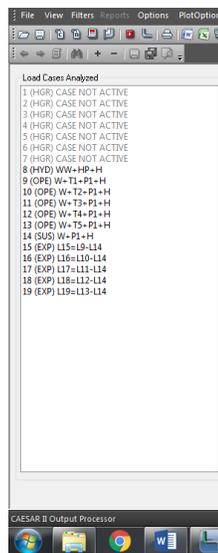
1. *Weight effect (live loads and dead loads).*
2. *Thermal expansion and contraction effects.*
3. *Effect of support, anchor movement.*
4. *Internal or external pressure loading.*

Sedangkan yang termasuk *Dynamic loading* adalah :

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

4.3.2. *Load Case*

Ada berbagai macam jenis *load case* atau beban kasus yang dapat *engineer* gunakan pada *Software CAESAR II*. *Load case* mendefinisikan pembebanan yang terjadi pada pipa, baik beban akibat berat pipa itu sendiri ataupun beban akibat faktor yang lain sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.12



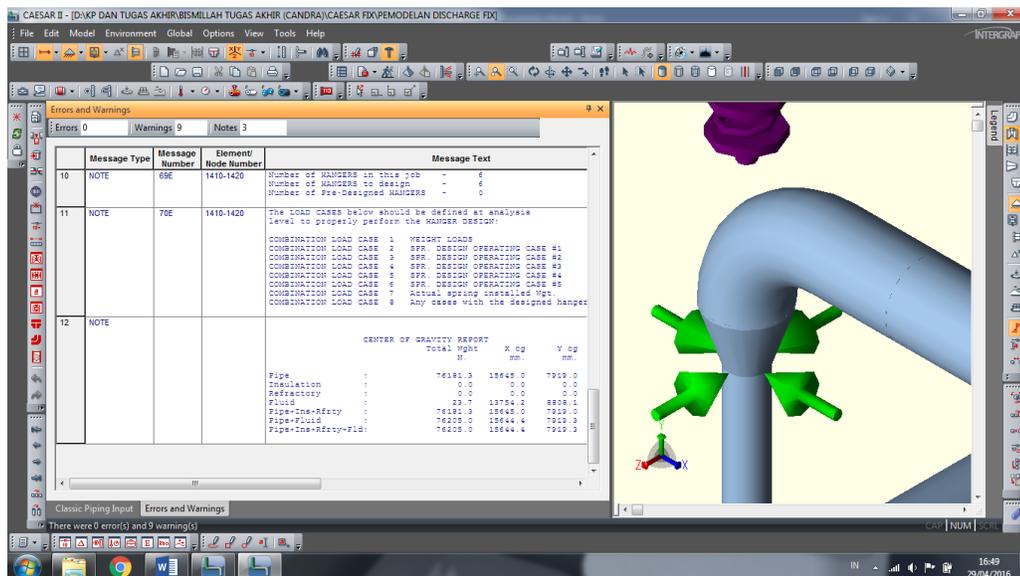
Gambar 4.12. *Load Case*

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. (SUS) *Sustained* : *Stress* yang terjadi secara terus menerus selama umur operasi akibat tekanan dan berat pipa dan fluida.
3. (OCC) *Occasional* : *Stress* yang terjadi hanya dalam waktu relatif singkat akibat beban *sustained load* ditambah *occasional loading* (seperti angin, gempa, dan lain-lain.)
4. (EXP) *Expansion* : *Stress* yang terjadi akibat adanya perubahan temperatur.
5. (HYD) *Hydrotest* : *Stress* akibat tekanan air saat dilakukan *hydrotest*.

4.3.3. Error Checking

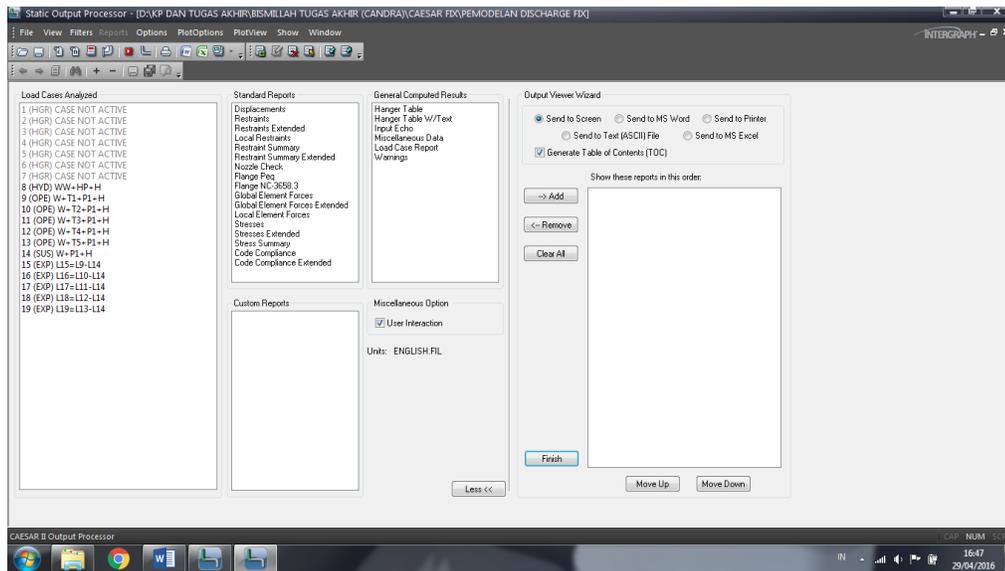
Error checking berfungsi menjelaskan desain *piping* yang telah dibuat apakah ada kesalahan (*error*), peringatan (*warning*) atau tidak, jika terdapat *error* maka proses *run* tidak dapat dilanjutkan dan harus melakukan revisi pada *node* yang mengalami *error* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.13



Gambar 4.13. Error Checking

4.3.4. Static output processor

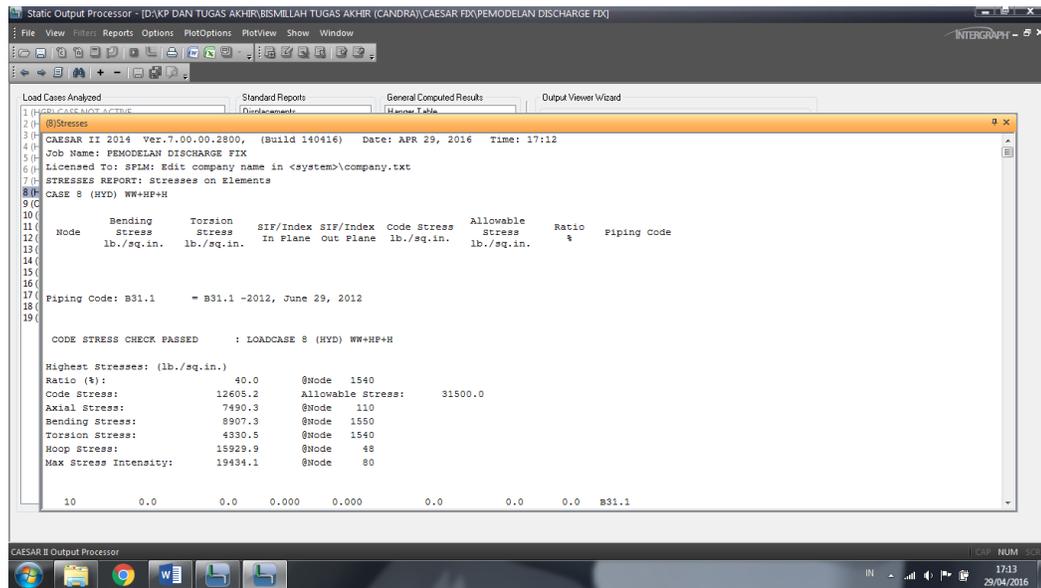
Static output processor berfungsi menampilkan *load case* yang akan di *running* pada *standard reports* sesuai keinginan *engineer* untuk melihat hasil analisis yang terjadi pada setiap *node-node* pemodelan sesuai pembebanan yang diinputkan sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.14



Gambar 4.14. *Static Output Processor*

4.3.5. Static Output Reports

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* sebagaimana ditunjukkan pada gambar 4.15



Gambar 4.15. *Static Output Reports*