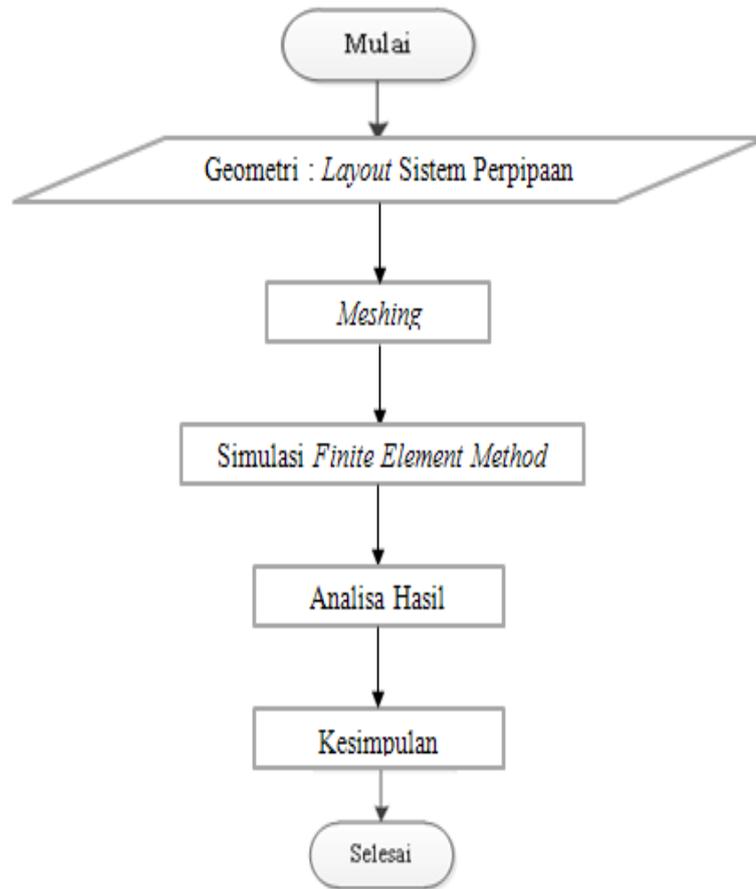


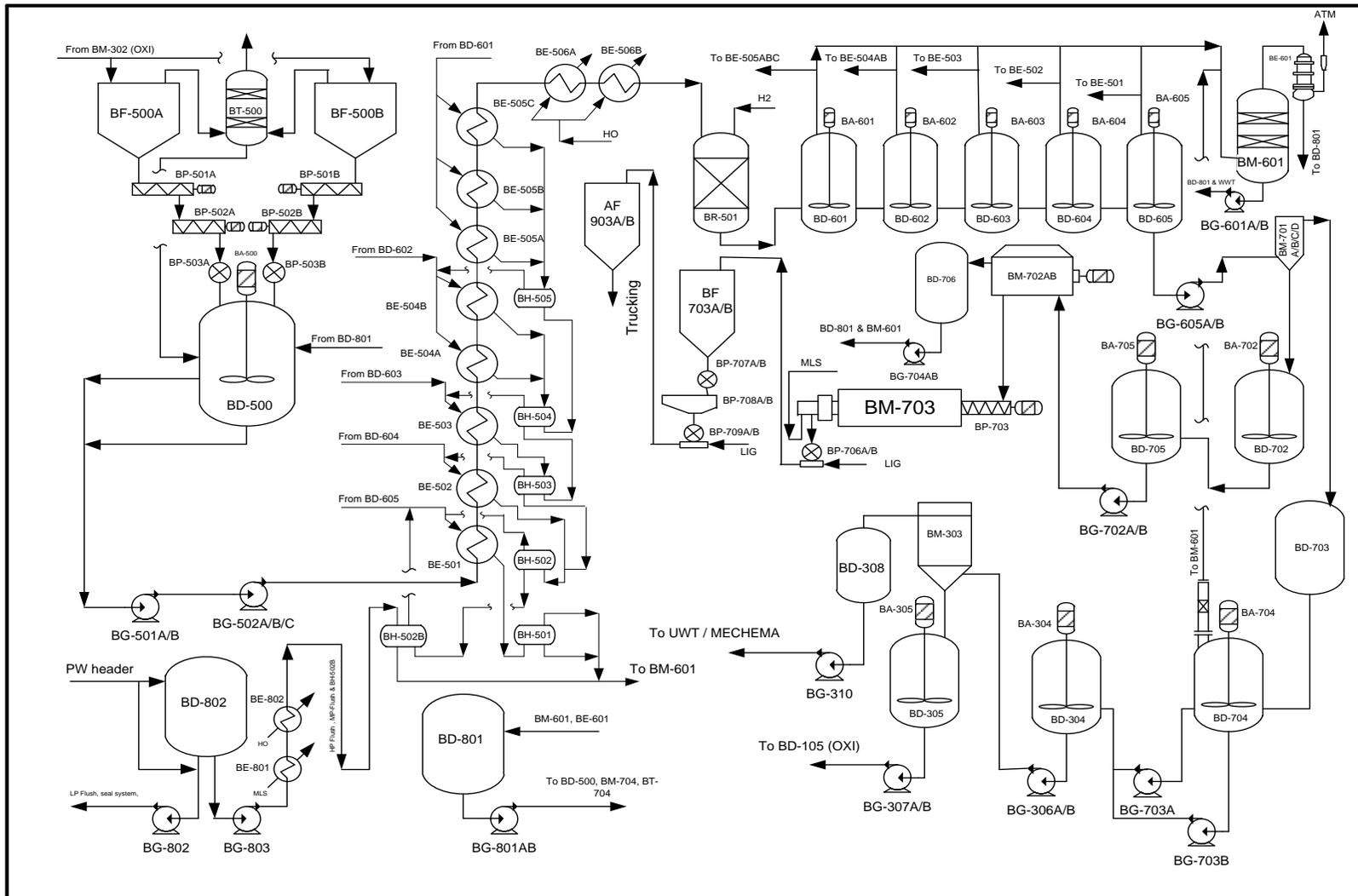
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Pemodelan Perancangan Sistem Perpipaan

Berikut adalah diagram alir perancangan, pembentukan geometri, pemodelan, dan analisa sistem perpipaan.



Gambar 3.1 Diagram alir perancangan dan analisa sistem perpipaan



Gambar 3.2 Alur proses pembuatan PTA

Dari Gambar 3.1, dapat diketahui bahwa terdapat tiga tahapan dalam perancangan sistem perpipaan yaitu terdiri dari: perancangan sistem perpipaan dan pembentukan geometri, pemodelan sistem perpipaan, serta analisa tegangan pada sistem perpipaan.

Sistem perpipaan yang dirancang merupakan sistem perpipaan yang digunakan untuk mengalirkan fluida cair yang berupa PTA (*Purified Terephthalic Acid*) yang di campur dengan air dari *discharge* pompa sampai dengan *heat exchanger* pertama.

Untuk pemodelan dan analisa tegangan pada sistem perpipaan, *software* yang digunakan yaitu CAESAR II sedangkan untuk menganalisa tegangan pada daerah-daerah tertentu seperti percabangan pipa dan *flange*, digunakan ANSYS *Workbench 12*. Analisa yang dilakukan merupakan analisa jenis struktur statis.

3.2 Penentuan Jalur dan Geometri Sistem Perpipaan

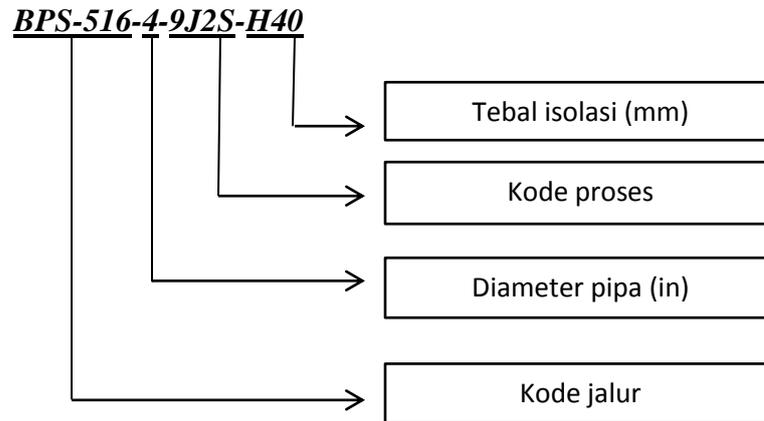
3.2.1 Penentuan Jalur Sistem Perpipaan

Dalam membuat rancangan suatu sistem perpipaan hal yang dibuat pertama adalah penentuan jalur perpipaan. Perancangan jalur perpipaan dibuat untuk mempermudah memberikan kode pada sistem perpipaan yang telah dirancang, disamping itu pemberian kode jalur perpipaan digunakan untuk memonitoring proses yang sedang berlangsung pada jalur pipa tersebut, jika terjadi permasalahan pada sistem perpipaan akan lebih mudah menanggulangnya. Pada tabel 3.1 berikut merupakan jalur perpipaan yang di rencanakan.

Tabel 3.1 Jalur Perpipaan

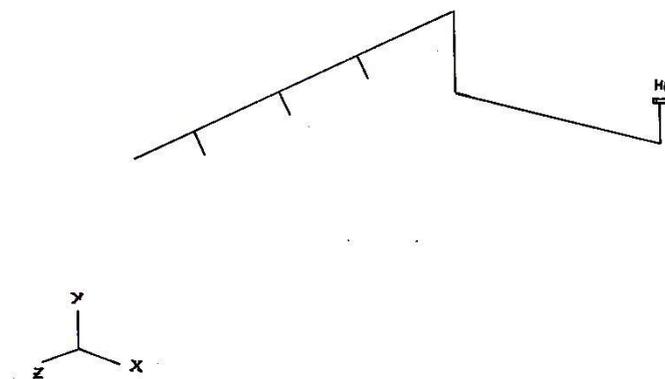
Kode Jalur	Keterangan
<i>BPS-516-4-9J2S-H40</i>	Jalur dari <i>discharge</i> pompa 1
<i>BPS-517-4-9J2S-H40</i>	Jalur dari <i>discharge</i> pompa 2
<i>BPS-518-4-9J2S-H40</i>	Jalur dari <i>discharge</i> pompa 3
<i>BPS-529-4-9J2S-H40</i>	Jalur dari <i>discharge</i> pompa 4
<i>BPS-516-6-9J2S-H50</i>	Jalur utama <i>discharge</i> pompa

Arti dari pemberian kode jalur perpipaan

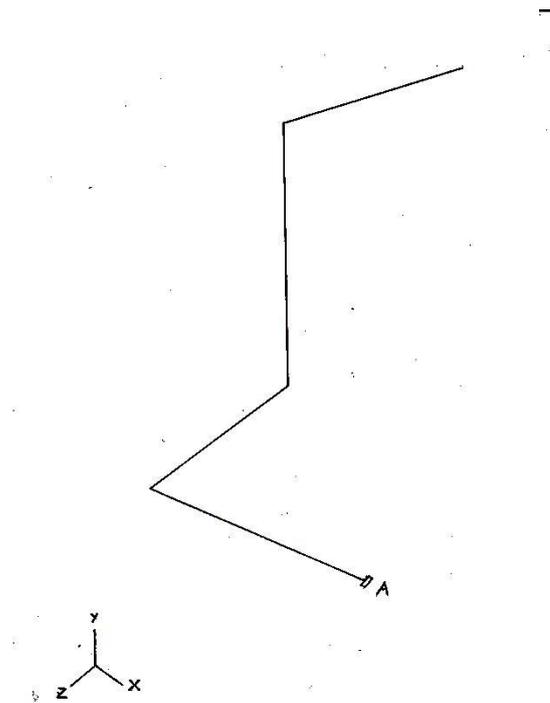


3.2.1 Penentuan *Layout* Sistem Perpipaan

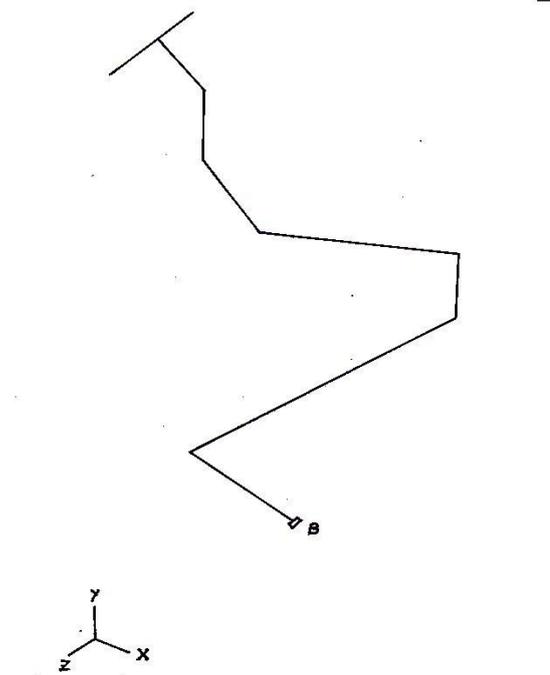
Layout sistem perpipaan dapat ditentukan mulai dari diameter nominal, tebal pipa (*schedule*) hingga komponen-komponen lainnya, dengan pertimbangan tekanan dan temperatur desain sistem perpipaan itu sendiri. Namun sebelumnya perlu dilakukan sketsa awal perancangan *layout* sistem perpipaan tersebut, seperti berikut :



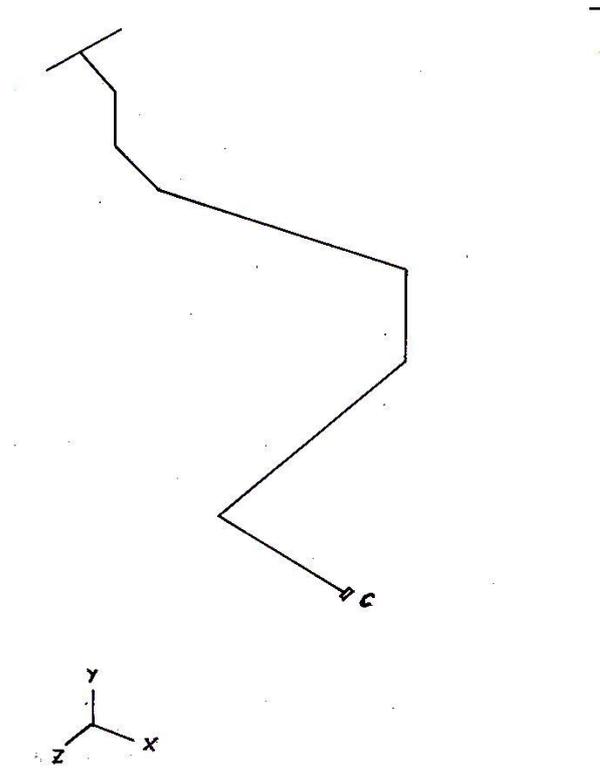
Gambar 3.3 Sketsa awal pipa jalur utama *BPS-516-6-9J2S-H50*



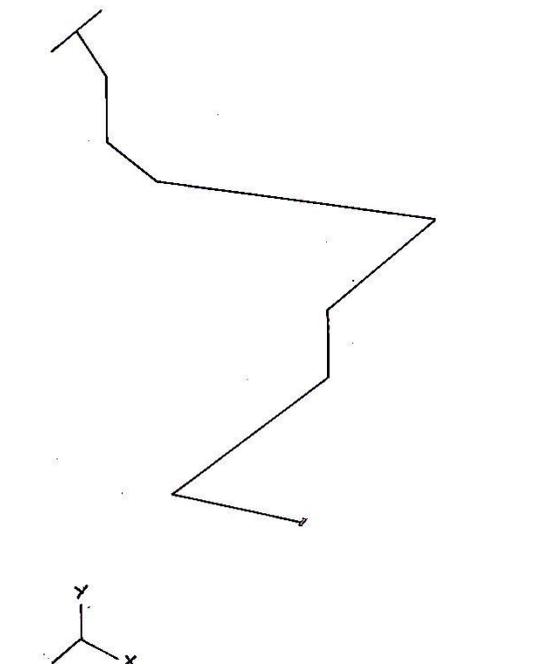
Gambar 3.4 Sketsa awal jalur pipa pompa 1 *BPS-516-4-9J2S-H40*



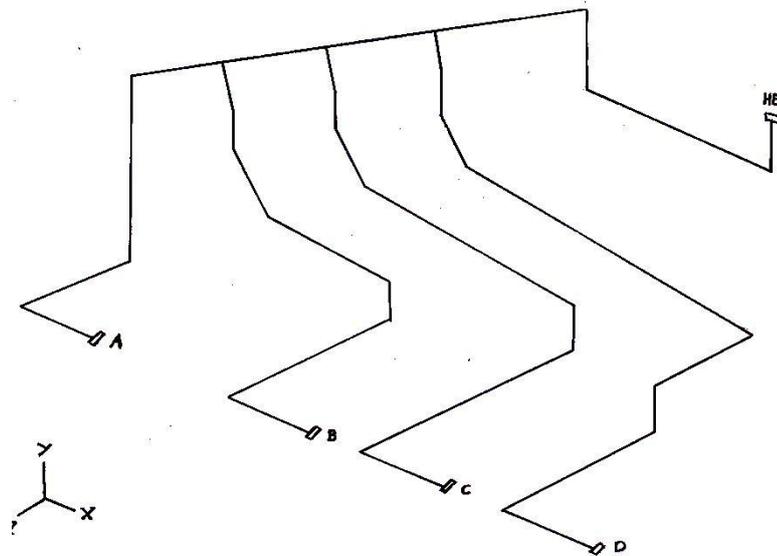
Gambar 3.5 Sketsa awal jalur pipa pompa 2 *BPS-517-4-9J2S-H40*



Gambar 3.6 Sketsa awal jalur pipa pompa 3 *BPS-518-4-9J2S-H40*



Gambar 3.7 Sketsa awal jalur pipa pompa 4 *BPS-529-4-9J2S-H40*



Gambar 3.8 Sketsa awal sistem perpipaan *discharge pump*
BPS-516-6-15J2S-H50

Tabel 3.2 Data input perancangan

Kondisi	Data Desain
Fluida	PTA (<i>Purified Terephthalic Acid</i>) + H ₂ O
Jenis pipa	<i>Seamless pipe</i>
Material pipa	<i>Stainless steel A312-TP304L</i>
Pressure kerja / desain	10 Mpa / 12 Mpa
Temperature kerja / desain	85°C / 105°C
<i>Schedule</i>	120

Selanjutnya adalah menentukan dimensi awal geometri sistem perpipaan. Dimulai dari menentukan diameter nominal.

$$d = \frac{4Q}{\pi v}$$

Dengan :

d : diameter pipa (mm)

Q : debit aliran (m^3/s)

v : kecepatan fluida untuk *solid liquid* ($1,2 m^2/s$)

$$d = \frac{4 \times (0,008 \frac{m^3}{s})}{3,14 \times 1,2 m^2/s}$$

$$d = 0,089 m$$

$$d = 89 mm (3,5 in)$$

Pada *schedule* 120, tidak terdapat pipa dengan diameter 3,5 in, sehingga dinaikkan menjadi 4 in. Dengan hasil nilai diameter yang di dapat maka dapat menentukan ketebalan pipa dengan rumus :

$$t = \frac{1}{MT} \times \left[\frac{P \cdot d_o}{2 \cdot S \cdot E + P \cdot Y} \right] + C$$

dimana:

t_m = tebal minimum (mm).

P = tekanan internal desain (Mpa).

D = diameter luar (mm).

S = tegangan ijin material (Mpa), pada tabel ASME B31.3 (Appendix A)

E = toleransi faktor pengelasan, pada tabel ASME B31.3 (Appendix A - sebesar 1.0 untuk *seamless pipe*).

Y = faktor temperatur, pada tabel 304.1.1 ASME B31.3 (sebesar 0.4).

C = penambahan toleransi akibat korosi (1,59 mm).

MT = faktor toleransi penambahan tebal pipa sebesar 0.875 untuk seamless Gr. A-106; Gr. B API-5L Gr. B sebesar 0.90.

$$t = \frac{1}{0,875} \times \left[\frac{12 \cdot 114}{2 \cdot 120 \cdot 1 + 12 \cdot 0,4} \right] + 1,59$$

$$t_m = 8,08 mm$$

Dilanjutkan dengan menentukan *schedule* pipa,

$$\text{schedule} = \frac{1000 \cdot P}{S}$$

$$\text{schedule} = \frac{1000 \cdot (12.3)}{96.5}$$

$$\text{schedule} = 127,46 = 120$$

Pada *schedule* 120, pipa dengan diameter 4 in memiliki tebal nominal (T) 11 mm. Mengacu pada $T > t_m$ maka $11 \text{ mm} > 8,08 \text{ mm}$ sehingga sudah sesuai. Untuk proses penggabungan 3 aliran dari 3 pompa, maka diperoleh diameter pipa sebesar :

$$d = \frac{4 \times (0,032 \frac{m^3}{s})}{3,14 \times 1,2 \frac{m^2}{s}}$$

$$d = 0,168 \text{ m}$$

$$d = 168 \text{ mm (6 in)}$$

Dengan diameter pipa 6 in maka diperoleh ketebalan minimum pipa :

$$t = \frac{1}{0,875} \times \left[\frac{12 \cdot 168}{2 \cdot 120 \cdot 1 + 12 \cdot 0,4} + 1,59 \right]$$

$$t_m = 11,3 \text{ mm}$$

Pada *schedule* 120, pipa dengan diameter 6 in memiliki tebal nominal (T) 14 mm. Mengacu pada $T > t_m$ maka $14 \text{ mm} > 11,3 \text{ mm}$ sehingga sudah sesuai.

3.2.4 Perhitungan Pembebanan

Pada sistem perpipaan, pipa menerima pembebanan akibat dari gaya-gaya dalam. Dengan data yang telah ditentukan sebelumnya maka besarnya tegangan yang diterima oleh pipa adalah :

- Tegangan pipa dengan *pressure* 12 Mpa memiliki diameter 4 in dan *schedule* 120 (11 mm)

$$S_H = \frac{P \cdot d_o}{2 \cdot t}$$

$$S_H = \frac{12 \text{ Mpa} \cdot 114 \text{ mm}}{2 \cdot 11 \text{ mm}}$$

$$S_H = 62 \text{ Mpa}$$

- Tegangan pipa dengan *pressure* 12 Mpa memiliki diameter 6 in dan *schedule* 120 (14 mm)

$$S_H = \frac{P \cdot d_o}{2 \cdot t}$$

$$S_H = \frac{12 \text{ Mpa} \cdot 168 \text{ mm}}{2 \cdot 14 \text{ mm}}$$

$$S_H = 72 \text{ Mpa}$$

Dari hasil perhitungan tersebut maka pipa menerima tegangan akibat gaya-gaya dalam sebesar :

Tabel 3.3 Perhitungan Gaya Dalam

diameter pipa (in)	σ (Mpa)	σ_y (Mpa)	σ_y (Mpa) pada T 100 °C
4	62	172	115
6	72	172	115

3.2.5 Penentuan Tebal Isolasi Pipa

Tujuan utama isolasi pipa adalah untuk mempertahankan panas. Temperatur fluida di dalam pipa perlu dijaga agar lebih tinggi daripada temperatur lingkungan dengan alasan sebagai berikut :

- mengurangi panas yang terbuang.
- meredam kebisingan yang timbul akibat *rotating equipment*.
- menjaga pipa mengalami kontak langsung dengan lingkungan luar.

Pada perancangan sistem perpipaan ini penentuan jenis isolasi yang digunakan bergantung pada temperatur kerja dan tekanan kerja. Maka dari itu isolasi jenis *calcium*

silicate yang dipilih karena temperatur kerja pada jenis isolasi tersebut mencapai 105°C, untuk menentukan tebal isolasi dapat berdasarkan pada tabel 3.3 adalah :

Tabel 3.4 Penentuan Tebal Isolasi

Recommended minimum Thickness of Insulation (inches) [*]				
Nominal Pipe Size NPS (inches)	Temperature Range (°C)			
	50 - 90	90 - 120	120 - 150	150 - 230
	Temperature Range (°F)			
	120 - 200	201 - 250	251 - 305	306 - 450
	Hot Water	Low Pressure Steam	Medium Pressure Steam	High Pressure Steam
< 1"	1.0	1.5	2.0	2.5
1 1/4" - 2"	1.0	1.5	2.5	2.5
2 1/2" - 4"	1.5	2.0	2.5	3.0
5" - 6"	1.5	2.0	3.0	3.5
> 8"	1.5	2.0	3.0	3.5

* based on insulation with thermal resistivity in the range 4 - 4.6 ft² hr °F/ Btu in

3.2.6 Penentuan Penyangga Pipa

Instalasi perpipaan agar terjamin dan aman dari kerusakan baik karena pemuaiian maupun berat instalasi pipa sendiri diperlukan *support* atau penyangga dan tentunya tidak mengabaikan fleksibilitas instalasinya. Untuk menentukan jarak optimum penyangga, jumlah serta jenis penyangga memerlukan suatu perhitungan dan pengalaman agar instalasi perpipaan tidak rusak dan tahan lama. Di dalam penentuan jarak optimum pemasangan penyangga menggunakan *database* dari *pipe data PRO* yaitu :

Tabel 3.5 Jarak Optimum Penyangga

diameter pipa dan tebal isolasi	Jarak optimum (mm)
4 in dengan isolasi 2 in	8600
6 in dengan isolasi 2 in	10800

3.2.7 Spesifikasi Alat Penunjang Sistem Perpipaan

Tabel 3.6 Spesifikasi Alat

Jenis Alat	Keterangan
Pipa	<i>Seamless A312-TP304L schedule 120</i>
<i>Flange</i>	<i>Class # 900</i>
<i>Reducer</i>	<i>Seamless butt welded concentric reducer schedule 120</i>
<i>Valve</i>	<i>Ball Valve class # 900</i>
<i>Gasket</i>	<i>Class # 900</i>

Tabel 3.7 Spesifikasi Alat Penunjang

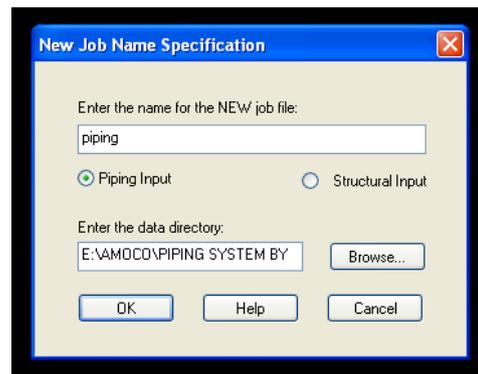
Jenis Alat	Keterangan
Pompa <i>Feed Booster</i>	$Q = 71,1 \text{ m}^3/\text{h}$
<i>Feed Pre Heater</i>	<i>BEM Horizontal</i>
<i>Feed Heater</i>	<i>BEM Horizontal</i>
<i>Pressure Vessel</i>	<i>Vertical</i>

3.3 Pemodelan Sistem Perpipaan dengan CAESAR II

Untuk melakukan analisa metode elemen hingga, maka diperlukan pemodelan sistem perpipaan yang akan dianalisa menggunakan *software CAESAR II*, sehingga dapat dilakukan analisa pembebanan pada sistem perpipaan tersebut. Langkah awal dalam pemodelan *CAESAR II* adalah sebagai berikut :

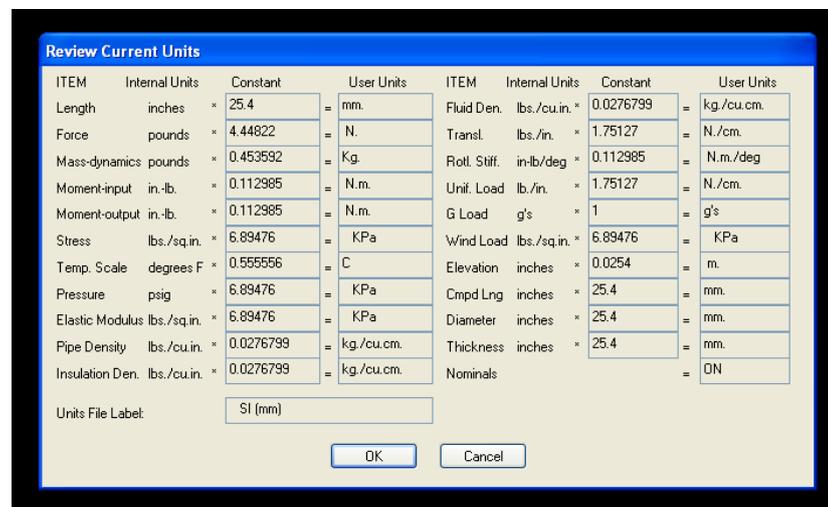
- Membuat *file* baru di *CAESAR II*.

Klik *file-new*, maka akan tampil kotak seperti dibawah ini. Masukkan nama *file* kemudian tentukan *folder* penempatan *file* tersebut, lalu tekan OK.



Gambar 3.9 Kotak penulisan nama pada awal dimulainya proses pemasukan data.

- *CAESAR II* akan menampilkan kotak yang merupakan data satuan yang digunakan di *CAESAR II*. Tekan OK.



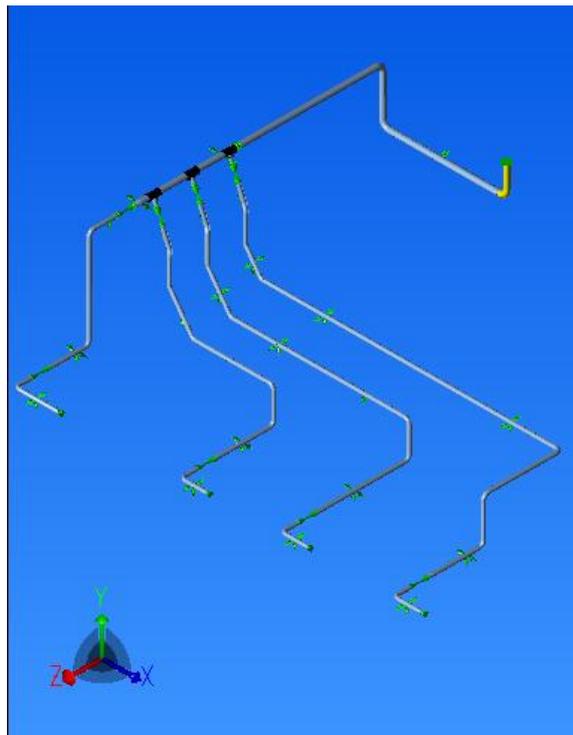
Gambar 3.10 Kotak standar satuan yang digunakan di *CAESAR II*

- Selanjutnya adalah proses pemasukan data, yang pertama adalah menentukan *code* pipa yang digunakan yakni B31.3 dan memasukkan nilai *node* pertama (elemen 10-20) beserta dengan dimensi dan memasukkan semua parameter kebutuhan desain perancangan sistem perpipaan meliputi: diameter pipa, tebal pipa, temperature, tekanan, tebal isolasi, jenis material yang digunakan, jenis *support*.

The image shows a software interface for pipe design parameters. The interface is divided into several sections:

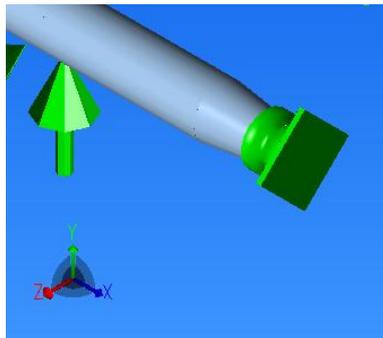
- Dimensions:** From: 10, To: 20, DX: , DY: -965.000 mm, DZ: , Offsets:
- Material & Properties:** Material: (157)A312 TP304L, Elastic Modulus (C): 1.9512E+008, Elastic Modulus (H1): 1.8943E+008, Elastic Modulus (H2): 1.9512E+008, Elastic Modulus (H3): 1.9512E+008, Poisson's Ratio: 0.2920, Pipe Density: 0.00803, Fluid Density: 0.00108, Insulation Density: 0.00018
- Stress Analysis:** Code: B31.3, SC: 115142.43, SH1: 115142.43 F1: 1.000, SH2: 115142.43 F2: 1.000, SH3: 115142.43 F3: 1.000, SH4: 115142.43 F4: 1.000, SH5: 115142.43 F5: 1.000, SH6: 115142.43 F6: 1.000, SH7: 115142.43 F7: 1.000, SH8: 115142.43 F8: 1.000, SH9: 115142.43 F9: 1.000, Eff: 1.000, Fac: , Sy: , PVar: , "f" Allowed Maximum of 1.2, On, Off, Fatigue Curves...
- Other Parameters:** Diameter: 168.2750, Wt/Sch: 14.0000, Seam Welded: , Wt Factor: , Mill Tol %: 12.5000, Corrosion: , Insul Thk: 50.0000, Temp 1: 105.0000, Temp 2: , Temp 3: , Pressure 1: 12058.000, Pressure 2: , Hydro Press: , Name: , Restraints: , Displacements: , Hangers: , Nozzles: , Forces/Moments: , Uniform Loads: , Wind / Wave: , Bend: , Reducer: , Rigid: , SIFs & Tees: , Expansion Joint:

Gambar 3.11 Kotak input parameter perancangan

Gambar 3.12 Pemodelan sistem perpipaan *discharge pump*

Pada gambar 3.12 dapat dilihat bahwa sistem perpipaan tersebut telah dimodelkan secara keseluruhan komponennya yang telah disatukan. Pemodelan sistem perpipaan tersebut dibuat secara *solid* menggunakan *software CAESAR II*. Pemodelan komponen berupa *valve* dibuat simbol namun memiliki berat tertentu sesuai dengan *code*, begitu juga dengan pemodelan *support*, *support* dimodelkan berupa *restraint* yang memiliki jarak sehingga pada saat dilakukan proses simulasi dapat memungkinkan pipa memiliki fleksibilitas ke arah *longitudinal* atau sejajar lurus dengan pipa. Pada ujung pipa digambarkan sebagai *anchor*. Proses pemodelan pipa diawali dengan *node from* dan diakhiri dengan *node to*. Untuk proses pemodelan perpipaan pada *CAESAR II* hanyalah mengikuti gambar isometri yang telah dibuat terlebih dahulu. Pada gambar 3.12 menunjukkan daerah percabangan pipa, maka pada daerah percabangan tersebut tidak dapat dilakukan simulasi secara detail dengan *CAESAR II*, untuk itu dilakukan simulasi khusus pada daerah percabangan dengan menggunakan *ANSYS Workbench 12* dan pemodelan terlebih dahulu menggunakan *Solidwork*. Pemodelan ini sangat penting karena akan menentukan analisa yang akan dilakukan selanjutnya.

3.3.1 Pemodelan Anchor

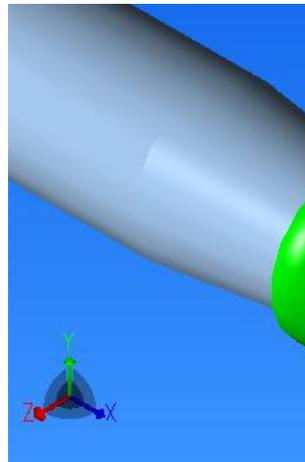


Gambar 3.13 Pemodelan anchor

Anchor merupakan bagian yang dianggap memiliki kedudukan yang tetap dan tidak mengalami pergeseran. Pada gambar 3.13 merupakan bentuk dari pemodelan sebuah *flange* yang telah disambung dengan bagian ujung *discharge* pompa. Karena *flange* tersebut memiliki kedudukan yang tetap, maka dimodelkan

sebagai *anchor*. Pemodelan *reducer* pada *CAESAR II* di modelkan sebagai pipa dengan perbedaan diameter awal dan diameter akhir

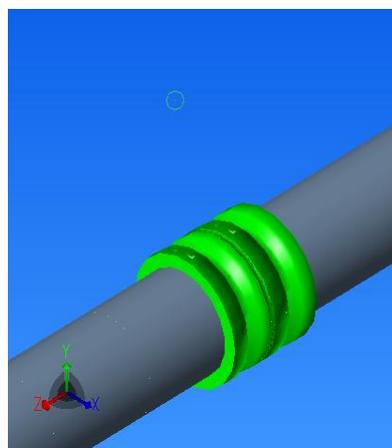
3.3.2 Pemodelan *Reducer*



Gambar 3.14 Pemodelan *reducer*

Pemodelan *reducer* pada *CAESAR II* di modelkan sebagai pipa yang memiliki panjang relatif pendek dengan perbedaan diameter awal dan diameter akhir. Untuk dimensi *reducer* sendiri pada pemodelan *CAESAR II* mengacu pada *code* yang sesuai dengan kebutuhan.

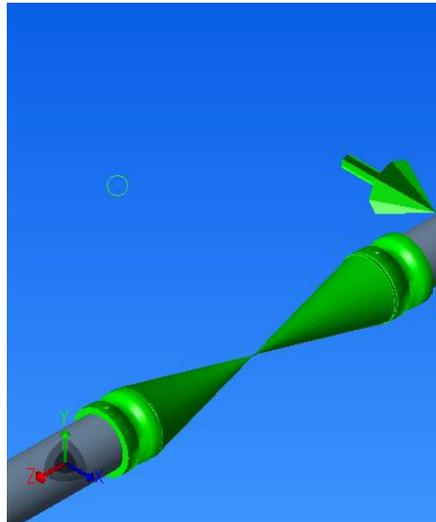
3.3.3 Pemodelan *Flange*



Gambar 3.15 Pemodelan *flange*

Untuk pemodelan sebuah *flange* pada *CAESAR II* dianggap benda rigid yang memiliki dimesnsi panjang tertentu dan berat tertentu. Untuk dimensi dari *flange* mengacu pada *code* yang sesuai dengan kebutuhan.

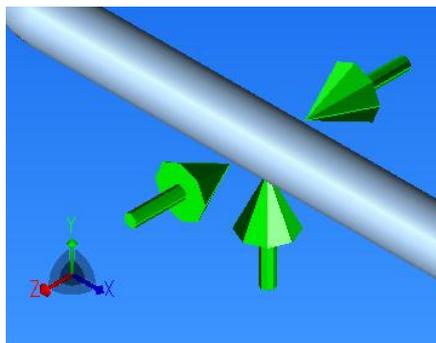
3.3.4 Pemodelan Valve



Gambar 3.16 Pemodelan valve

Untuk pemodelan sebuah *valve* sama seperti dengan pemodelan *flange* pada *CAESAR II* yaitu dianggap benda *rigid* yang memiliki dimesnsi panjang tertentu dan berat tertentu. Untuk dimensi dari *valve* mengacu pada *code* yang sesuai dengan kebutuhan.

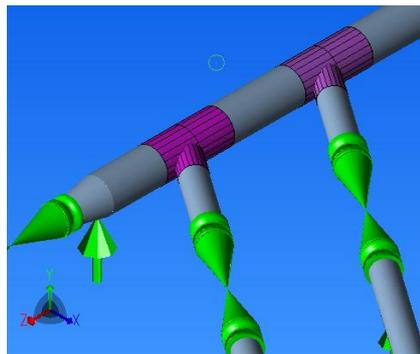
3.3.5 Pemodelan Support



Gambar 3.17 Pemodelan Support

Untuk memodelkan *support* pada *CAESAR II* di simbolkan berupa arah panah tegak lurus dengan pipa. Hal yang perlu diperhatikan didalam penentuan arah pemasangan dan pemilihan jenis *support* adalah memperhatikan fleksibilitas dari sistem perpipaan yang dibuat. Jika sistem yang dibuat terlalu kaku atau *rigid* akibat dari pemilihan *support* yang tidak sesuai maka akan terjadi *over stress* yang berlebihan yang mengakibatkan kegagalan pada sistem perpipaan tersebut.

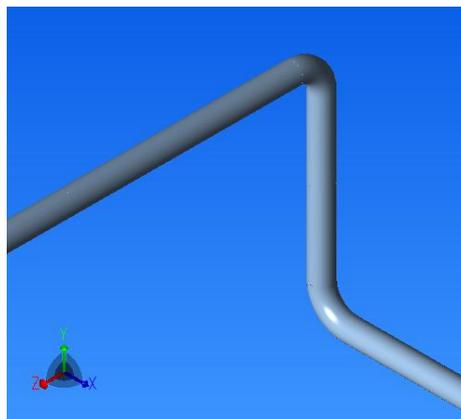
3.3.6 Pemodelan Percabangan Pipa



Gambar 3.18 Pemodelan Percabangan Pipa

Untuk memodelkan percabangan pada sistem perpipaan pada *CAESAR II* maka menggunakan *tool SIF and Tee*, setelah terbentuk model percabangan maka menambahkan fitur *buttweld* karena diasumsikan sambungan percabangan tersebut menggunakan pengelasan.

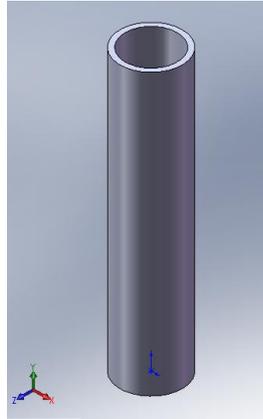
3.3.7 Pemodelan Elbow



Gambar 3.19 Pemodelan *elbow* pipa

Untuk memodelkan *elbow* pada sistem perpipaan pada *CAESAR II* maka menggunakan *tool bend* pada daerah yang akan di-*bending* lalu memasukkan nilai radius yang diinginkan.

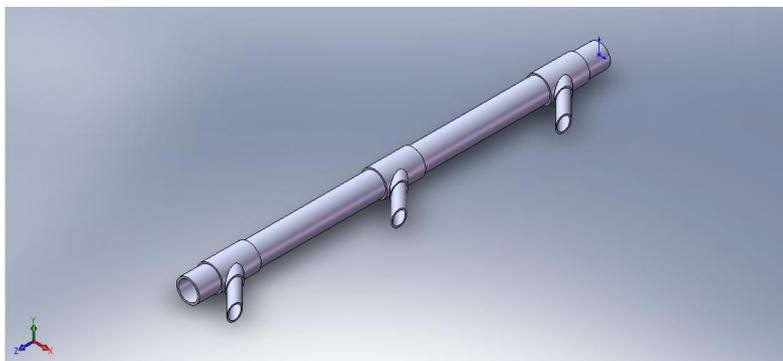
3.3.8 Pemodelan Pipa dengan *Solidwork*



Gambar 3.20 Pemodelan pipa dengan *Solidwork*

Untuk memodelkan pipa, hal yang pertama dilakukan adalah memilih bidang untuk membuat lingkaran dan memiliki ketebalan yang sesuai dengan *code*. Gambar tersebut lalu dibuat menjadi bentuk solid dengan *feature extrude* dengan panjang sesuai dengan desain yang dibutuhkan.

3.3.9 Pemodelan Percabangan Pipa dengan *Solidwork*



Gambar 3.21 Pemodelan percabangan dengan *Solidwork*

Untuk memodelkan bentuk pipa yang bercabang, hal yang pertama dilakukan adalah memilih bidang untuk membuat lingkaran dan memiliki ketebalan yang sesuai

dengan *code*. Gambar tersebut lalu dibuat menjadi bentuk solid dengan *feature extrude* dengan panjang sesuai dengan desain yang dibutuhkan. Setelah terbentuk pipa solid lurus maka dibuat lingkaran dan memiliki ketebalan tertentu pada *plane* yang tegak lurus dengan pipa awal dan sebuah garis lurus sebagai lintasan yang memiliki sudut tertentu sesuai dengan desain yang diinginkan, kemudian dengan *feature extrude* sehingga terbentuk model dari percabangan pipa.

3.3.10 Pemodelan *Elbow* Pipa dengan *Solidwork*



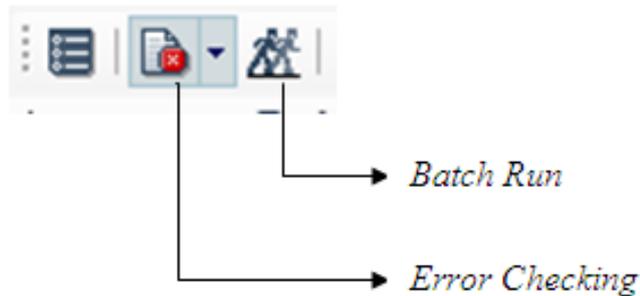
Gambar 3.22 Pemodelan *elbow* dengan *Solidwork*

Untuk memodelkan bentuk *elbow* pada pipa, hal yang pertama dilakukan adalah memilih bidang untuk membuat lintasan berbelok serta panjang lintasan tersebut. Lalu membuat lingkaran dengan ketebalan sesuai dengan *code*. Gambar tersebut lalu dibuat menjadi bentuk solid dengan *feature swept boss/base* sehingga terbentuk model pipa dengan *elbow* secara utuh.

3.4 Pemodelan Pembebanan pada Sistem Perpipaan

3.4.1 Pemodelan Pembebanan dengan *CAESAR II*

Setelah pemodelan selesai dibuat, maka langkah berikutnya untuk melakukan *static analysis* adalah dengan melakukan proses yang disebut dengan “*error checking*”. Ketika *icon error checking* telah di tekan maka *CAESAR II* akan melakukan pemeriksaan terhadap *input* dan semua data yang telah di-*input* sebelumnya.



Gambar 3.23 Icon error checking pada menu bar

Hasil dari *error checking* adalah sebagai berikut:

- *Warning*: Jika dianggap kesalahan yang ditemukan tidaklah berbahaya dalam arti tidak mengakibatkan kesalahan fatal dalam hitungan.
- *Fatal Error*: Jika kesalahan input sedemikian besar dan dikhawatirkan hasil perhitungan akan sangat menyimpang dari kode dan standar yang digunakan

Element/ Node Number	Message Text
630-635	On element 630 to 635 the reducer alpha value was not specified. CAESAR II will use a default value of: 11.723.
450-455	On element 450 to 455 the reducer alpha value was not specified. CAESAR II will use a default value of: 11.723.
105-110	On element 105 to 110 the reducer alpha value was not specified. CAESAR II will use a default value of: 17.811.
260-270	On element 260 to 270 the reducer alpha value was not specified. CAESAR II will use a default value of: 11.723.
CENTER OF GRAVITY REPORT	
	Total Wght
	N.
	X cg
	mm.
	Y cg
	mm.
	Z cg
	mm.
Pipe	: 17992.5 -1532.0 -669.0 5874.9
Insulation	: 2250.3 -1408.9 -755.2 6182.8
Refractory	: 0.0 0.0 0.0 0.0
Fluid	: 4843.6 -1669.6 -600.8 5504.6
Pipe+Ins+Rfrty	: 20242.7 -1518.3 -678.6 5909.1
Pipe+Fluid	: 22836.1 -1561.2 -654.5 5796.4
Pipe+Ins+Rfrty+Fld:	: 25086.3 -1547.5 -663.5 5831.0

Gambar 3.24 Hasil *output error checking*.

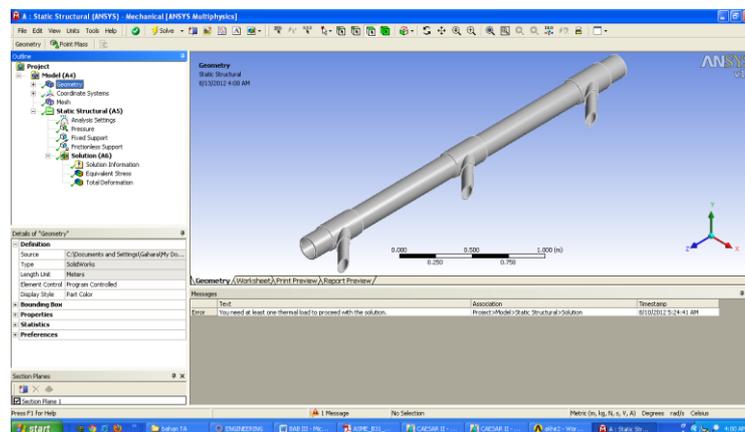
Untuk analisa statis harus menentukan beban yang terjadi dalam sistem perpipaan, dalam sistem perpipaan dikelompokkan menjadi tiga beban utama, yaitu:

1. Beban *Sustain*
2. Beban Operasi
3. Beban Ekspansi

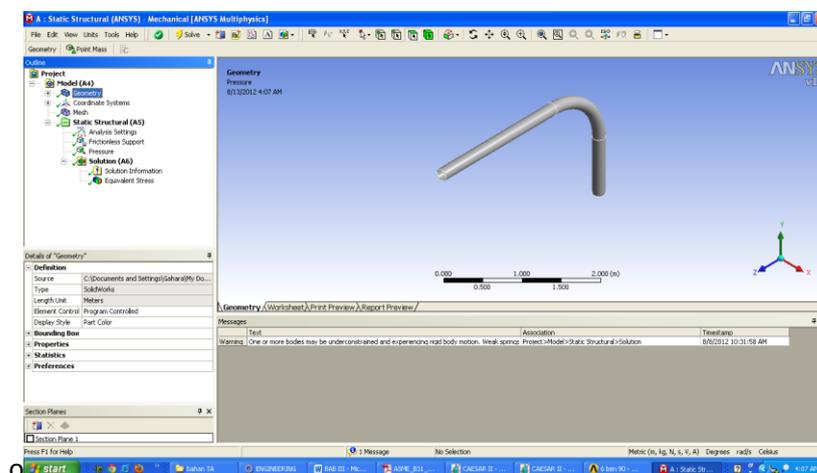
Untuk kasus ini analisa pembebanan hanya dilakukan pada beban *sustain* dan beban operasi.

Import Model CAD pada Software Analisa

Hal awal yang dilakukan untuk menganalisa pada daerah percabangan pipa dan bagian *flange* yang telah dibuat dan dimodelkan dalam *software CAD*, untuk memasukkan bentuk ini pilih *menu import*, pilih geometri yang telah dibuat. Setelah geometri tersebut dimasukkan, buka geometri tersebut dengan *software* analisa untuk menyesuaikan dan memeriksa bentuk keseluruhan geometri.



Gambar 3.25 Tampilan percabangan pipa pada *software* analisa



Gambar 3.26 Tampilan *elbow* pipa pada *software* analisa

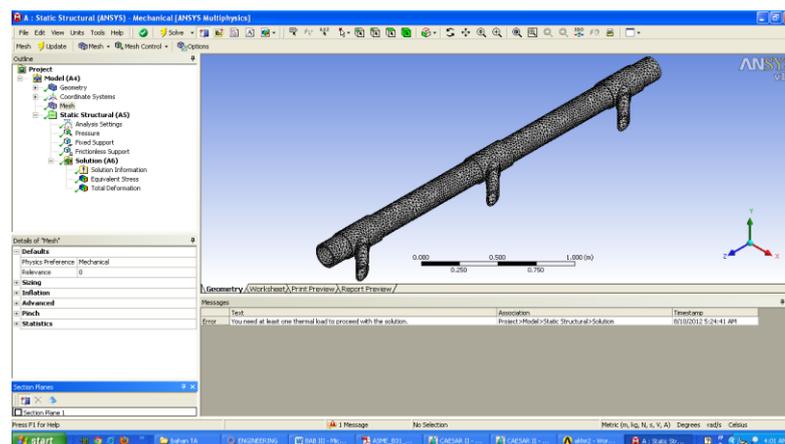
Pada Gambar 3.25 dan 3.26 dapat dilihat tampilan pada *software* analisa yang akan menganalisa tegangan pada daerah percabangan pipa dan *elbow*. Hal yang perlu diperhatikan setelah memasukkan model tersebut adalah pemilihan satuan pada *software* analisa tersebut.

Perintah: *import* > pilih geometri, kemudian untuk memberikan skala: *unit* > pilih satuan *U.S customary*.

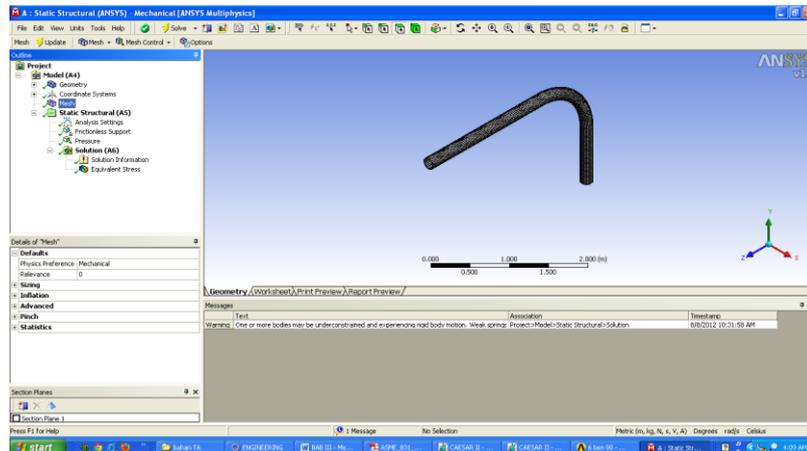
Preprocessing

Ada tiga bagian proses dalam analisa metode elemen hingga pada suatu *software* analisa, yaitu *preprocessing*, solusi, *post processing*. Dalam *preprocessing* ini beberapa hal ditentukan untuk menentukan pembagian elemen, pemilihan elemen yang digunakan atau sebagai dasar yang akan menjadi landasan dasar dalam proses selanjutnya untuk memberikan beban dan hasil berupa tegangan.

Hal yang ditentukan pada *preprocessing* ini antara lain yaitu pemilihan jenis elemen. Elemen yang digunakan untuk melakukan analisa tegangan pada *flange* pipa digunakan elemen tipe tetrahedral.



Gambar 3.27 Percabangan pipa setelah dilakukan proses *meshing*

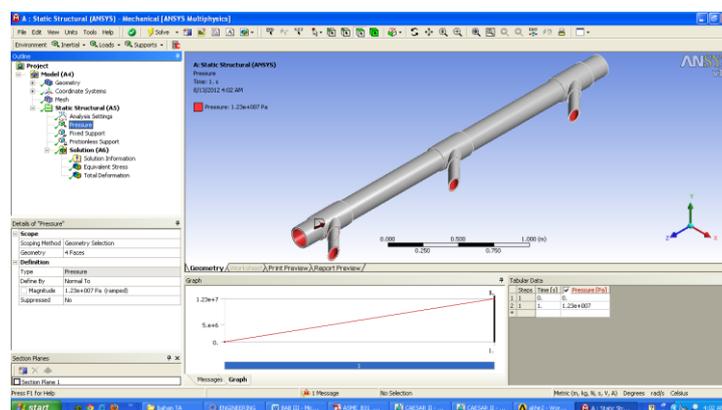


Gambar 3.28 Elbow pipa setelah dilakukan proses *meshing*

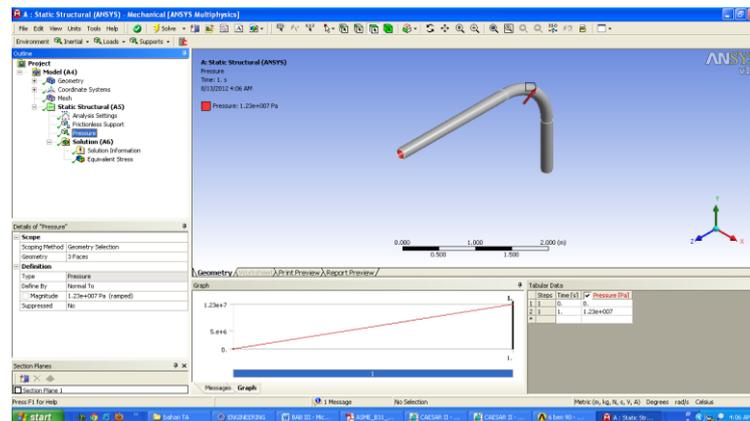
Dari gambar 3.27 dan 3.28 dapat dilihat pembagian elemen yang telah dilakukan dengan penggunaan elemen tetrahedral. Elemen yang telah dipilih akan membagi menjadi elemen kecil untuk selanjutnya dilakukan proses perhitungan pada *software* tersebut. Langkah yang dilakukan untuk menentukan elemen tersebut antara lain yaitu, Perintah: *mesh > mesh method*, kemudian untuk menentukan elemen: *method > pilih elemen tetrahedron*

Solusi

Pada bagian ini, pembebanan yang diberikan pada sistem perpipaan ditentukan, selain pembebanan, derajat kebebasan yang menjadi suatu batasan atau *constrain* ditentukan sehingga terdapat permukaan acuan yang tidak bergerak.



Gambar 3.29 Pemberian beban tekanan internal pada daerah percabangan pipa



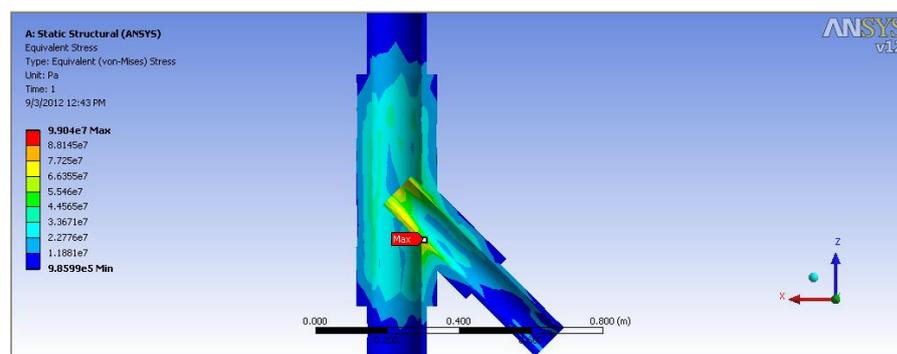
Gambar 3.30 Pemberian beban tekanan internal pada *elbow* pipa

Pada Gambar 3.29 dan 3.30 dapat dilihat pembebanan akibat tekanan internal yang diberikan daerah percabangan dan *elbow* tersebut. Untuk memberikan beban tekanan hal yang dilakukan adalah.

Perintah: *static structural > load > pressure*, kemudian untuk menentukan besarnya tekanan: *magnitude >* ketik besarnya tekanan yang diinginkan.

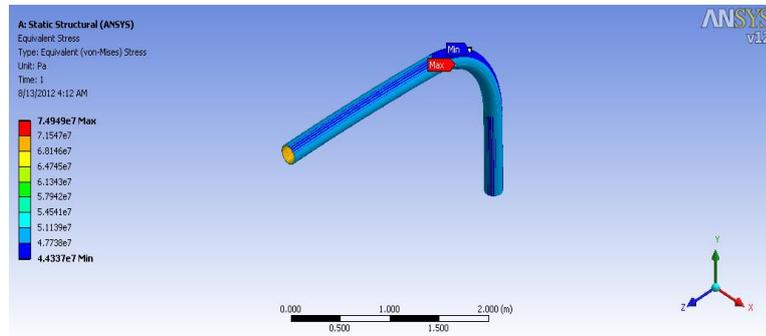
Post processing

Pada proses *post processing* ini, hasil analisa dapat diketahui berupa tegangan serta *displacement* dari sistem perpipaan yang dianalisa. Untuk mengetahui besarnya tegangan yang terjadi pada sistem perpipaan tersebut, hal yang dilakukan antara lain adalah, Perintah: *solution > stress*, untuk menentukan tegangan yang diketahui, untuk mengetahui tegangan *von-misses* dapat dipilih *equivalent (von-misses)*, untuk mendapatkan hasil berupa data keseluruhan setiap nodal klik kanan *equivalent stress > export*



Gambar 3.31 Hasil animasi tegangan ekivalen pada percabangan

Pada gambar 3.31 di atas merupakan hasil dari analisa tegangan pada percabangan pipa, analisa tersebut memberikan hasil berupa besarnya tegangan pada tiap nodal.



Gambar 3.32 Hasil animasi tegangan ekivalen pada *elbow*

Pada gambar 3.32 di atas merupakan hasil dari analisa tegangan pada *elbow* pipa, analisa tersebut memberikan hasil berupa besarnya tegangan pada tiap nodal.