

# KAJI ULANG ANALISA STATIS SISTEM PERPIPAAN DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM CAESAR II V.4.20

Zulkarnain dan Chandra Ariansyah

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya, Indralaya 30662  
e-mail: nain\_sae@yahoo.co.id

## Abstrak

Sistem perpipaan nature gas yang terdapat di PT. Pertamina UP III Plaju Palembang merupakan bagian unit sistem perpipaan dalam pengolahan gas di PT. Pertamina UP III Plaju Palembang. Dikaji ulang konstruksi penggantian sistem perpipaannya dengan menggunakan program Caesar II 4.20 sebagai rujukan dalam menghitung keamanan konstruksi sistem pipa tersebut. Perhitungan keamanan sistem perpipaan ini meliputi analisa statis dengan bantuan program Caesar II versi 4.20. Analisa Statis adalah memperhitungkan beban statis, yang akan menimpa pipa secara perlahan sehingga sistem memiliki cukup waktu untuk mendistribusikan beban keseluruhan bagiannya, hingga tercapainya keseimbangan. Perancangan konstruksi sistem pipa haruslah berpegang pada aturan yang ada dalam hal ini kode standar B31.1. Program Caesar II versi 4.20 berguna untuk membantu mempercepat penganalisaan sistem perpipaan. Langkah-langkah dengan Program Caesar II versi 4.20 yaitu dengan memodelkan sistem perpipaan dengan elemen sederhana dan menentukan pembebanan pada sistem, sehingga menghasilkan translasi, rotasi, gaya-gaya reaksi, momen dan tegangan yang terjadi di seluruh sistem pipa. Penganalisaan sistem perpipaan yang aman harus diketahui tegangan utama yang terjadi pada pipa. Dasar inilah yang digunakan dalam program Caesar II versi 4.20. Dari metode Program Caesar II versi 4.20 didapat tegangan maksimum di node 130 sebesar  $8266.9 \text{ lb/in}^2$  sedangkan harga tegangan yang diizinkan oleh kode standar B31.1 adalah sebesar  $15000 \text{ lb/in}^2$ . Jadi kedua tegangan masih berada dibawah batas izin tegangan material tersebut. Dengan demikian konstruksi penggantian sistem perpipaan yang terpasang dalam keadaan aman.

Kata kunci: sistem, perpipaan, caesar, finite element

## 1. PENDAHULUAN

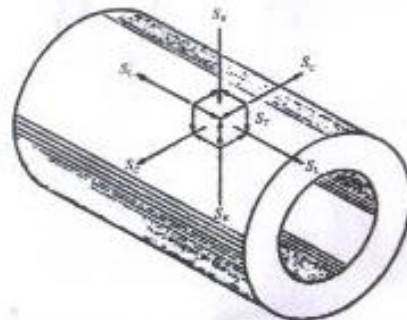
Pipa adalah sebuah tabung yang terbuat dari suatu material seperti logam, plastik, beton dan fiberglass. Pipa ini digunakan sebagai alat transportasi fluida yang dapat berupa cairan, gas, endapan dan partikel-partikel halus. Sedangkan Suatu sistem pipa yang merupakan gabungan dari beberapa pipa yang terhubung satu dengan lainnya yang membentuk suatu konstruksi pada suatu area disebut konstruksi sistem pipa. Konstruksi sistem pipa ini haruslah sesuai dengan Kode Standar yang telah ditetapkan agar konstruksi tersebut aman.

Ada beberapa hal yang harus dipertimbangan dalam perancangan kontruksi sistem pipa, antara lain spesifikasi material pipa, jenis fluida yang dialirkan, temperatur operasi, tekanan operasi jenis tumpuan pipa dan jenis sambungan pipa yang digunakan

Berdasarkan pertimbangan diatas, maka kita dapat menganalisa keamanan kontruksi sistem perpipa tersebut. Suatu konstruksi sistem pipa dapat dikatakan aman bila tegangan ekspansi yang terjadi lebih kecil dari tegangan izin material.

Analisa Tegangan Pipa adalah suatu metode terpenting untuk meyakinkan dan menetapkan bahwa sistem perpipaan dalam keadaan aman, atau

suatu cara perhitungan tegangan ( *stress* ) pada pipa yang diakibatkan oleh beban statis dan beban dinamis yang merupakan efek resultan dari gaya gravitasi, perubahan temperatur, tekanan di dalam dan diluar pipa, perubahan jumlah debit fluida yang mengalir di dalam pipa. Sebuah elemen pipa terdiri dari atas 4 tegangan seperti pada gambar berikut:



Gambar 1 Tegangan-tegangan dalam pipa

Dimana:  $S_L$  = Tegangan Longitudinal  
 $S_C$  = Tegangan Circumferensial  
 $S_R$  = Tegangan Radial  
 $S_T$  = Tegangan Torsi atau Geser

Tegangan ialah besaran mekanik yang digunakan sebagai rujukan apakah suatu konstruksi sistem pipa

aman atau tidak aman digunakan. Sedangkan tegangan didefinisikan sebagai gaya persatuan luas.

Program komputer untuk menganalisa tegangan pipa yang bekerja dengan prinsip Metode Elemen Hingga yang dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

1. Metode fleksibilitas (*Flexibility Method*) dimana besaran yang dicari adalah gaya dan momen.
2. Metode kekakuan (*Stiffness Method*) dimana besaran yang dicari adalah translasi dan rotasi, gaya dan momen dihitung kemudian dengan menggunakan persamaan kekakuan setelah translasi dan rotasi yang sudah diketahui.

Pemodelan tumpuan pipa harus dapat menggambarkan sebaik mungkin keadaan fisik tumpuan yang sebenarnya. Berbagai tipe tumpuan pipa serta pemodelan pada program Caesar II dan arah derajat kebebasan yang harus ditahan adalah sebagai berikut, dengan sumbu vertikal pipa adalah sejajar dengan sumbu global Y :

1. Anchor
2. Restraint
  - a. Axial restraint
  - b. Rod hanger
  - c. Sway strut
  - d. Structural steel restraint
  - e. Penetrasi di dinding/ lantai
  - f. Guide
  - g. Slide support
3. Variabel Spring Hanger/ Support
4. Constant Spring Hanger
5. Snubber
6. Sway brace

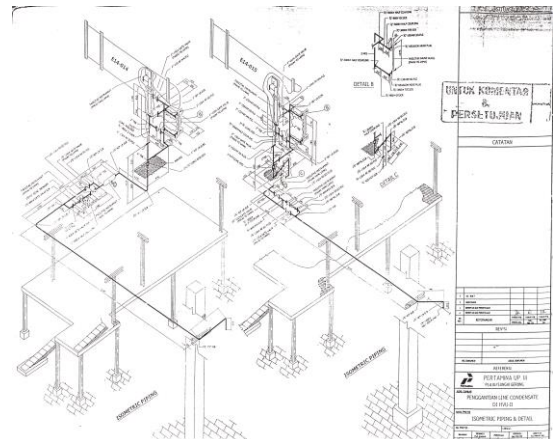
Mengkaji ulang Analisa Statis Sistem Perpipaan Gas di Pertamina UP III Palembang apakah Konstruksi sistem pipa ini sesuai dengan Kode Standar yang telah ditetapkan agar konstruksi tersebut aman dan tidak melebihi batas izin kode standarisasi yang berlaku seperti ASME, ASTM dan ANSI.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut adalah data-data pipa yg akan dianalisa berdasarkan Gambar Isometrik yg didapat dari PT.Pertamina UP III :

1. Diameter pipa : 1,5 inch
2. Schedule number : 40
3. Material : ASTM A-106 Grade B
4. Temperatur kerja : 446<sup>0</sup>F
5. Tekanan : 312,906 Psi
6. Fluida : Nature Gas
7. Faktor ekspansi(c) : 504,04 in/in untuk temperature operasi 446<sup>0</sup>F
8. Inersia polar (Ip) : 0,3099 inch<sup>4</sup>
9. Long radius 90<sup>0</sup> elbow dengan radius 0,2 ft

Gambar 2 dibawah ini adalah Gambar Isometrik salah satu sistem Perpipaan di PT.Pertamina UP III:



**Gambar 2.** Isometrik Pipa

Untuk analisa tegangan, pada saat ini telah tersedia program komputer yang berguna membantu mempercepat penganalisaan sistem perpipaan seperti Caesar, program komputer Caesar yang digunakan adalah CAESAR II VERSI 4.20.

Caesar adalah sebuah perangkat lunak yang digunakan dalam desain mekanik dan analisa sistem perpipaan. Penggunaannya dapat memodelkan sistem perpipaan dengan elemen beam sederhana dan menentukan pembebanan pada sistem.

Untuk memudahkan dalam memahami apa itu Caesar dan bagaimana penggunaannya, dari gambar isometriknya (gambar 2) dapat dianalisa tegangan yang terjadi pada suatu desain sistem perpipaan.

Hasil analisa dapat dilihat pada output Caesar, pada Output Caesar terdapat tiga macam jenis analisa antara lain :

1. Case 1, W+T1+P1(OPE)

Hasil analisisnya pada keadan operasi, dengan data pembebanan akibat berat, temperature dan tekanan.

2. Case 2, W+P1(SUS)

Hasil analisisnya pada keadaan beban terpasang, dengan data berat dan tekanan.

3. Case 3, DS1-DS2 (EXP)

Hasil analisisnya pada keadaan ekspansi, dimana analisa datanya adalah beda displacement.

## 3. HASIL dan PEMBAHASAN

Metode Analisa Statis adalah memperhitungkan beban statis, yang akan menimpa pipa secara perlahan sehingga dengan demikian sistem perpipaan memiliki cukup waktu untuk menerima, bereaksi dan mendistribusikan beban tersebut keseluruh bagian pipa, hingga tercapainya keseimbangan.

Ada berbagai macam jenis pembebanan (*load case*) yang dapat kita gunakan dalam analisa statis pada Caesar II. Load case ini akan mendefinisikan pembebanan yang terjadi pada pipa, baik beban akibat berat pipa itu sendiri ataupun beban akibat faktor yang lain.

### Case 1, W+T1+P1(OPE)

Analisa perhitungan konstruksi ini, diutamakan pada analisa akibat fleksibilitas pipa yang disebabkan oleh pemanasan dan pendinginan pipa, jadi analisa yang dihitung adalah analisa pada keadaan operasi dengan data pembebanan akibat berat, temperatur dan tekanan atau juga dibatasi pada pengaruh termal akibat temperatur fluida, yaitu Case 1, W+T1+P1(OPE). pengaruh ini dapat menyebabkan terjadinya translasi, rotasi, gaya, momen dan tegangan pada sistem perpipaan tersebut.

Translasi terbesar terjadi pada sumbu z di node 40 sebesar 1.4567 inchi, sedangkan translasi terkecil terjadi pada sumbu x pada node 78 sebesar -0.1702 inchi

Rotasi terbesar terjadi pada sumbu y pada node 28 sebesar 1.7645 derajat sedangkan rotasi terkecil terjadi pada sumbu y pada node 79 sebesar -0.8662 derajat.

### Case 2, W+P1(SUS)

Caesar II menganggap beban displacement (translasi dan rotasi) sebagai beban yang bekerja, karena itu tegangan yang diizinkan muncul dalam Output Caesar adalah pada saat beban terpasang, karena selama tahap konstruksi pipa, lay-out mengikuti kondisi batas medan tanpa menyertakan pengaruh termal fluida ( temperatur ).

Tegangan yang terjadi pada sistem perpipaan pada pertamina UP III di Plaju ini memiliki tegangan maksimum pada node 130, yaitu 8266.9 lb/in<sup>2</sup>, sedangkan harga tegangan yang diizinkan oleh kode standar B31.1 adalah 15000 lb/in<sup>2</sup>. Jadi masih berada dibawah tegangan izin yaitu :

$$S_E \leq S_A \\ 8266.9 \text{ lb/in}^2 \leq 15000 \text{ lb/in}^2$$

Dengan demikian sistem perpipaan pada pertamina UP III di Plaju yang terpasang dalam keadaan aman.

## 4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan analisa konstruksi sistem pipa didapatkan kesimpulan :

1. Perhitungan dengan program Caesar II versi 4.20 didapatkan tegangan sebesar 8266.9 lb/in<sup>2</sup> dan ini lebih kecil dari tegangan izin nya yaitu sebesar 15000 lb/in<sup>2</sup>
2. Dalam merancang dan menganalisa konstruksi suatu sistem perpipaan, program Caesar sebagai alat bantu lebih banyak berfungsi untuk menguji tingkat keamanan desain suatu sistem perpipaan agar tidak melebihi batas yang diizinkan.
3. Gaya yang terjadi pada konstruksi sistem pipa secara keseluruhan dipengaruhi oleh faktor ekspansi termal.
4. Pertimbangan yang dilakukan pada perancangan konstruksi sistem pipa yaitu :
  - Diameter pipa
  - Schedule number
  - Material

- Temperatur kerja
  - Tekanan
  - Fluida
  - Faktor ekspansi termal ( c )
  - Inersia polar ( Ip )
  - Long radius
5. Dari metode Caesar dapat disimpulkan bahwa konstruksi sistem pipa tersebut aman karena tidak melebihi tegangan izin.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Abidin Zainal. 2005. "Sistem Perpipaan". BALITEK UNSRI: Palembang.
- [2] Ahadrin. 2010. "Analisa Statik dan Dinamik Sistem Perpipaan Crud Distillation Unit (CDU) V Pertamina Plaju Dari Cooler 4-1 Ke Pompa 33 Dengan Menggunakan Program Caesar II Versi 5.10. Teknik Mesin UNSRI: Palembang.
- [3] Coade Inc. 1993. "Pipe Stress Analysis Seminar Notes". Houston: Texas.
- [4] ENGINEERING PHYSICS CORPORATION. 1993. "Pipe Stress Analysis Seminar Notes". Coade. Inc. Houston: Texas.
- [5] Grinell. 1985. "Piping Design and Engineering" Second Edition. Grinell Company Inc.
- [6] Helguero Victor. 1985. "Piping Stress Handbook Second Edition". Houston: Texas.
- [7] Raswari. 1986. "Perencanaan dan Penggambaran Sistem Perpipaan". UI-Press: Jakarta.
- [8] Raswari. 1986. "Teknologi dan Perencanaan Sistem Perpipaan". UI-Press: Jakarta.
- [9] Rd. Jones. 1985. "Pipe Stress Analysis Seminar Notes" Coade. Inc. Houston: Texas.
- [10] Rd.Jones. 2000. "Caesar II Application Guide" Houston: Texas
- [11] Rd.Jones. 2000. "Caesar II Technical Reference Manual" Houston: Texas
- [12] Rd.Jones. 2000. "Caesar II User's Guide" Houston: Texas
- [13] <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-13453-ITS-Undergraduate-13453-Chapter2-2.pdf>

