
ANALISIS TEGANGAN KOMPONEN DALAM SISTEM PEMIPAAN REAKTOR SG-GAS

B. Bandriyana, Y. B. Sitandung, Suharno
Pusat Pengembangan Sistem Reaktor Maju -BATAN

ABSTRAK

ANALISIS TEGANGAN KOMPONEN DALAM SISTEM PEMIPAAN REAKTOR SG-GAS. Telah dilakukan studi analisis tegangan komponen pada jalur pemipaan sistem pemurnian air kolam (KBE01) reaktor SG-GAS (KBE01). Analisis tegangan dilakukan berdasarkan standard desain ASME III kelas 2 dengan menggunakan program CAESAR II Versi 3.24, untuk mengevaluasi kekuatan pipa, sambungan siku, katup dan nozel pada seluruh sistem pemipaan. Dari hasil perhitungan diperoleh tegangan maksimum pada pipa dan katup dibawah batas tegangan yang diizinkan dengan rasio tegangan masing-masing sebesar 0,478 dan 0,07. Gaya dan momen maksimum pada nozel sebesar 409 N dan 232,6 Nm, dibawah batas yang diizinkan dalam desain dengan rasio 0,962 dan 0,897. Studi perhitungan distribusi tegangan dilakukan pada sambungan siku dengan metode elemen hingga menggunakan program ANSYS 5.4. Dari hasil perhitungan diperoleh harga tegangan, regangan dan pergeseran lokal maksimum pada sambungan siku memenuhi persyaratan desain yang ditentukan.

Kata kunci: analisis tegangan, komponen pemipaan, elemen hingga.

ABSTRACT

STRENGTH ANALYSIS OF COMPONENTS ON SG-GAS REACTOR PIPING SYSTEM. Study of stress analysis on components of the piping system line (KBE01) for the SG-GAS reactor pool water purification system has been performed. The piping stress analysis was analyzed using the CAESAR II version 3.24 computer program to evaluate the strength of pipes, elbows, valves and nozzles on the whole piping system lines based on the standard design of ASME section III class 2. Results of calculation gave the maximum stress of pipes and valves of below the allowable stress with stress ratio of 0.478 and 0.07 respectively. The maximum force and moment of the nozzle were 409 N and 232,6 Nm which were below the allowable limits of the design, viz on the ratio of 0.962 and 0.897. Study on the calculation of stress distribution on elbow connection was done by using the finite element method of the ANSYS 5.4 computer program. From the calculation results it was found that the local stress, strain, and deflection on elbow's connection were met with the design requirements.

menurut standard ASME. Studi analisis tegangan berdasarkan metode elemen hingga dilakukan dengan menghitung distribusi tegangan dan regangan lokal dengan mengambil data masukan dari hasil analisis tegangan secara global .

II. TEORI

Analisis tegangan sistem pemipaan

Tegangan pada setiap komponen dalam sistem pemipaan ditentukan oleh besarnya beban, faktor geometri komponen dan material yang digunakan. Tegangan yang diizinkan dalam desain dan rumus perhitungan tegangan pipa dilakukan dengan mengacu pada standard ASME III, kelas 2 [2], sebagai berikut:

Tegangan pipa:

Tegangan pipa dan batas tegangan maksimum yang diizinkan untuk kondisi *sustain* disajikan dalam persamaan (1) sedangkan untuk kondisi operasi disajikan pada persamaan (2) sebagai berikut:

$$S = \frac{B_1 PD_0}{2t_n} + \frac{B_2 M_{DW}}{Z}, \quad \text{tegangan izin} = 1,5 S_h \quad \dots(1)$$

$$S = \frac{B_1 PD_0}{2t_n} + \frac{B_2 (M_{DW} + M_{SSE})}{Z}, \quad \text{tegangan izin} = 2,0 S_y \quad \dots(2)$$

Gaya dan momen pada katup:

Untuk perhitungan gaya dan momen pada katup untuk kondisi *sustain* dan operasi seperti ditunjukkan dalam persamaan (3) sebagai berikut:

$$M_e = 0,5 \{ M_b + \sqrt{(M_b^2 + 1,77 M_{te}^2)} \}, \quad \text{tegangan izin} = 1,0 S_y. \quad \dots (3)$$

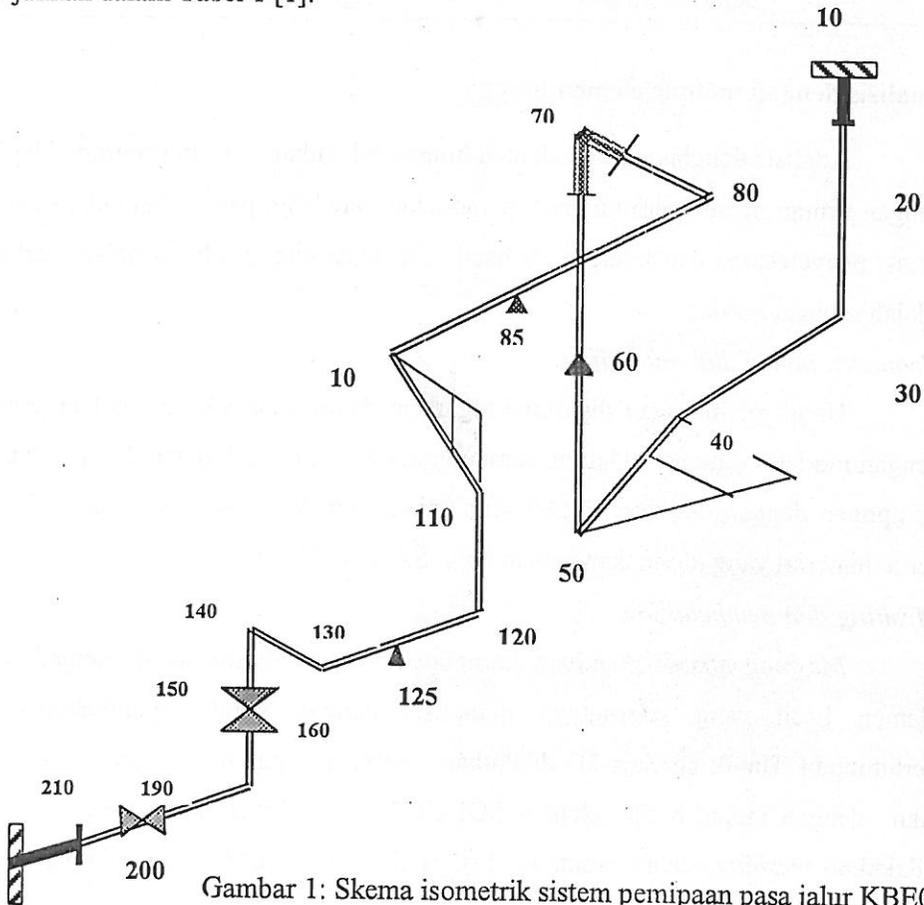
Gaya dan momen pada nozel:

Gaya dan momen yang terjadi pada nozel untuk kondisi *sustain* dan operasi dihitung berdasar persamaan (4) sebagai berikut:

III. METODE DAN TATA KERJA

Analisis tegangan dengan program CAESAR

Analisis kekuatan dan tegangan pipa, nozel dan katup dihitung dengan program *CAESAR 2 versi 3.24* berdasar rumus dan persyaratan desain dari standard ASME III kelas 2 [4]. Dalam analisis ini dilakukan perhitungan tegangan pada kondisi sustain dan kondisi operasi untuk rangkaian sistem pemipaan dengan konfigurasi sistem penyangga seperti ditunjukkan dalam gambar skema isometrik pada Gambar 1 [5]. Sebagai data masukan diambil data operasi, geometri, material, dan penyangga dari data teknik pemipaan sistem pemurnian air kolam reaktor seperti ditunjukkan dalam Tabel 1 [1].



Gambar 1: Skema isometrik sistem pemipaan pasa jalur KBE01

diambil dari *output* hasil perhitungan program CAESAR. Berdasarkan konfigurasi komponen dalam sistem pemipaan, untuk model perhitungan dibuat kedua ujung siku dipegang kearah sumbu-Y sesuai dengan jenis dan arah penyangga di antara sambungan siku, pergerakan arah sumbu X dan Z serta perputaran diberikan bebas bergerak dan diberi tegangan, gaya dan momen dari hasil perhitungan CAESAR [7].

Penyelesaian program:

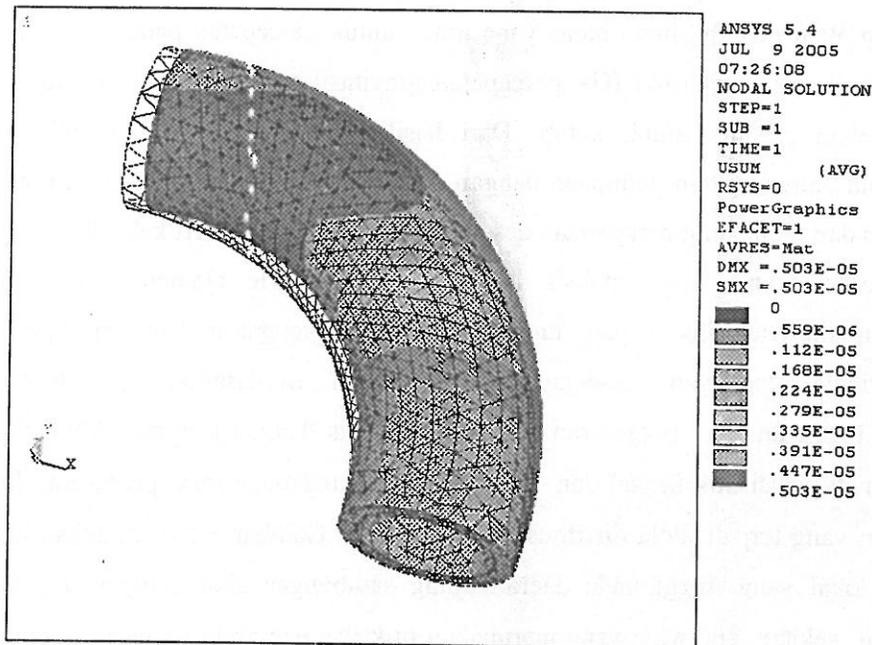
Dari input berupa gambar geometri, *meshing* dan pembebanan dilakukan perhitungan dengan *running program* untuk ANSYS 5.4, sedangkan hasil luaran dilihat pada *post processor* dengan mengamati sebaran tegangan, regangan dan pergeseran lokal pada daerah siku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan untuk seluruh sistem pemipaan dengan program CAESAR diperoleh harga maksimum untuk gaya, momen dan tegangan terjadi pada kondisi operasi dengan data seperti disajikan dalam Tabel 2. Dari hasil perhitungan dengan program ANSYS 5.4 pada komponen sambungan siku diperoleh distribusi tegangan, regangan dan pergeseran total seperti dalam Gambar 2, 3 dan 4.

Tabel 2. Tegangan, gaya dan momen maksimum pada kondisi operasi

Komponen	Titik	Besaran/ satuan	Aktual	Batas izin	Rasio
Siku	70	Tegangan, (<i>kPa</i>)	153532	321196,7	0,263
Katup AA18	190	Tegangan, (<i>kPa</i>)	8195,33	195126,9	0,042
	200	Tegangan, (<i>kPa</i>)	13658,8	195126,9	0,070
Nozel BT04	210	Gaya aksial, F_a , (<i>N</i>)	488	510	0,957
		Gaya vertikal, F_v , (<i>N</i>)	32,14	510	0,063
		Momen torsi, M_t , (<i>Nm</i>)	21	235	0,089
		Momen bengkok (bending moment), M_b , (<i>Nm</i>)	200,08	235	0,851



Gambar 4: Pola distribusi pergeseran

Hasil perhitungan tegangan dengan program CAESAR menunjukkan konfigurasi penyangga pada sistem pemipaan cukup baik dengan menghasilkan tegangan maksimum di titik 70 (bagian siku/ *elbow*) sebesar 153532 kPa. Tegangan maksimum ini masih berada di bawah tegangan yang diizinkan dari standar ASME seperti dalam rumus (1) dengan rasio tegangan sebesar 0,478. Beban pada nozel yang berupa gaya dan momen seperti ditunjukkan dalam Tabel 1, berada pada harga di bawah batas yang diizinkan sehingga kondisi nozel cukup aman dengan rasio maksimum pada gaya aksial sebesar 0,9. Kondisi pembebanan aksial yang tinggi ini akan dirasakan pada ujung sambungan tangki filter dengan nozel dan menjadi masukan untuk analisis lebih lanjut pada kekuatan desain filter. Hasil analisis tegangan pada katup juga menunjukkan batas aman dengan tegangan maksimum terjadi pada ujung katup AA18 (titik 200) dengan rasio tegangan 0,07. Nilai dari tegangan yang rendah

Pergeseran yang diizinkan untuk beban statik adalah 0,125 inch (3,175mm). Dari segi pergeseran, untuk seluruh sambungan siku dan pada sistem pemipaan mengalami pergeseran yang cukup kecil di bawah batas persyaratan desain. Analisis kerusakan *fatigue* dapat diolah dari *post processor* pada program ANSYS dengan memberikan data masukan frekuensi siklus dan pola pembebanan, data material dan kondisi lingkungan. Pada sistem pemipaan ini analisis tidak perlu dilakukan karena tegangan lokal pada seluruh siku cukup kecil dengan rasio sekitar 0,625. Dari data hasil perhitungan yang diperoleh dapat dikatakan bahwa sambungan siku masih dalam batas aman dan memenuhi persyaratan desain dari segi konsentrasi tegangan, gejala *fatigue* maupun *creep* (pemuluran).

Analisis dengan metode elemen hingga ini dapat dikembangkan dengan simulasi perubahan beban sampai batas aman desain. Dengan mengubah data dan *input file* akan dengan mudah hasil tegangan maksimum dan daerah kritis yang terjadi dapat diketahui. Untuk komponen pemipaan seperti siku (*elbow*), sambungan-T yang memungkinkan terjadinya fenomena konsentrasi tegangan, perlu dianalisis lanjut dengan metode elemen hingga untuk mengetahui distribusi tegangan dan tegangan lokal maksimum yang kemungkinan bisa melewati batas yang diizinkan.

KESIMPULAN

Analisis tegangan komponen dalam suatu sistem pemipaan menggunakan program CAESAR dan metode elemen hingga dapat memberikan data yang lengkap untuk analisis kekuatan komponen. Batas keamanan dalam desain komponen dapat diperoleh secara global dengan analisis tegangan pipa menggunakan program CAESAR, sedangkan batas aman untuk komponen kritis dapat dianalisis lebih teliti dengan metode elemen hingga.

Hasil studi analisis tegangan dan kekuatan komponen yang dilakukan pada jalur pemipaan sistem pemurnian air kolam reaktor SG-GAS menunjukkan batas aman