

## Analisis Kekuatan Sambungan *Flange Hydrant* Terhadap Uji *Pressure* dengan Metode *Finite Element Analysis*

### *Strength Analysis of Flange Hydrant Joints Against Pressure Test with Finite Element Analysis Method*

Anggi Pratama<sup>1\*</sup>, Rudi Supriyanto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka, DKI Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia

\*Email: <sup>1</sup>anggi.pratama051198@gmail.com

#### Abstrak

Penelitian ini dilakukan guna mengetahui kelayakan *hydrant pillar* terhadap uji *pressure* sebesar 30 bar. Penelitian ini dilakukan pada 2 September 2021 sampai dengan 30 September 2021 di PT. Karya Paduyasa, Tegal. Simulasi uji *pressure* terhadap material *Cast Iron* pada komponen *flange hydrant pillar* menggunakan pemodelan analisis numerik dengan metode *finite element analysis*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pada sambungan *flange hydrant pillar* terdapat gap pada *gasket* sebesar -0.00411 mm dengan *frictional stress* sebesar 0.30 MPa. Total deformasi yang terjadi pada *flange hydrant pillar* sebesar 0.016 mm dengan tegangan *stress (equivalent von-mises stress)* maksimal sebesar 25.30 MPa. Faktor keamanan yang terjadi selama uji *pressure* diperoleh nilai sebesar 3.15, dimana nilai ini dikategorikan sangat aman untuk perlakuan beban dinamis yang terjadi pada sambungan *flange hydrant pillar*.

**Kata kunci:** *Flange, Hydrant, Pressure, Simulasi*

#### Abstract

*This research was conducted to determine feasibility hydrant pillar against test pressure of 30 bars. This research was conducted from 2 September 2021 to 30 September 2021 at PT. Karya Paduyasa, Tegal. Test simulation pressure to materials Cast Iron on components flange hydrant pillar using numerical analysis modeling with finite element analysis method. The simulation results show that the connection flange hydrant pillar there is a gap on gasket of -0.00411 mm with frictional stress of 0.30 MPa. The total deformation that occurs in flange hydrant pillar of 0.016 mm with stress stress (equivalent von-mises stress) a maximum of 25.30 MPa. The safety factor that occurred during the pressure test obtained a value of 3.15, where this value is categorized as very safe for the treatment of dynamic loads that occur on the connection flange hydrant pillar.*

**Keywords:** *flange, hydrant, pressure, simulation.*

---

## PENDAHULUAN

*Hydrant* merupakan sistem proteksi kebakaran yang berfungsi sebagai sumber penyuplai air bertekanan. Tekanan ini berasal dari pompa yang menyalurkan air dari reservoir ke *hydrant pillar*[1]. Dalam komponen *Hydrant* terdapat sebuah sambungan *flange* yang berfungsi sebagai

penghubung antara *hydrant body* dan *hydrant pipe*[2]. Kekuatan sambungan *flange* sangat penting karena jika tekanan yang diberikan pada sistem *hydrant* terlalu tinggi, sambungan mungkin tidak dapat menahan tekanan tersebut, sehingga perlu dilakukan pengujian tekanan/*pressure* guna mengetahui nilai tegangan *stress*, gap, *frictional stress*, dan deformasi yang terjadi

pada sambungan *flange hydrant* apakah aman terhadap uji *pressure* yang diberikan[3].

Spesifikasi desain pada sambungan *flange hydrant* menggunakan standar internasional yang berfokus pada kekuatan. Uji *pressure* dilakukan guna mengetahui kualitas dan kelayakan pada sambungan komponen *flange hydrant*, terhadap aliran fluida bertekanan [4].

Pada penelitian ini, simulasi pengujian *pressure* menggunakan program komputer *ansys workbench* dalam membantu memodelkan bagian sambungan *flange hydrant* menggunakan metode elemen hingga [5]. Variabel *pressure* yang diberikan sebesar 30 Bar (3 MPa) dengan pengencangan baut (*bolt torque*) pada sambungan *flange hydrant* menggunakan *specified iso 898-1*.

Komponen sambungan *flange hydrant* menggunakan material *cast iron* dengan kekuatan luluh (*yield strength*) sebesar 79.81 MPa, pada komponen gasket menggunakan komponen *silicone gasket* dengan kekuatan luluh sebesar 172.3 MPa dan komponen baut pengencangan menggunakan material *stainless steel 316 annealed* yang memiliki kekuatan luluh sebesar 252.1 MPa [6].

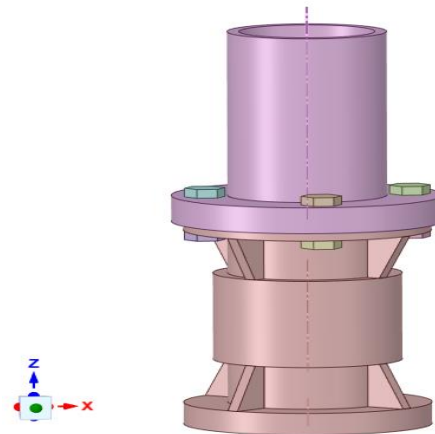
Berdasarkan uraian di atas, Penelitian ini dilakukan guna mengetahui kelayakan hydrant pillar terhadap uji *pressure* sebesar 30 bar.

## METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam simulasi sambungan *flange hydrant* menggunakan *Finite Elemen Analysis* (FEA) dengan menggunakan program komputer *ansys workbench* [7]. Beberapa bagian yang terdapat pada program komputer *ansys workebench* sebelum masuk ke proses simulasi antara lain :

### Geometry dan Meshing

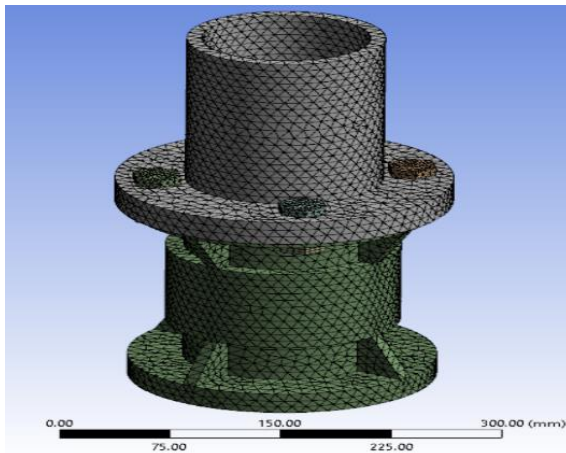
Model yang digunakan untuk Analisis kekuatan Sambungan *Flange Hydrant* Terhadap Uji *Pressure* dengan Metode *Finite Element Analysis* menggunakan desain yang digambar dengan *Ansys Space Claim* dengan input sebesar 4”.



Gambar 1. Model *geometry* sambungan *flange hydrant*

### Meshing

Setelah desain model geometri dari sambungan *flange hydrant* selesai digambar, selanjutnya adalah proses *meshing*. *Meshing* adalah proses memecah objek atau model menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Bentuk dari *meshing* berupa jaring-jaring yang akan membagi struktur dari model geometri. Pada proses *meshing* akan menghasilkan komponen berupa node dan element [8]. Hasil *meshing* dari model geometri dari sambungan *flange hydrant* dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



**Gambar 2.** Model *meshing* pada sambungan *flange hydrant*

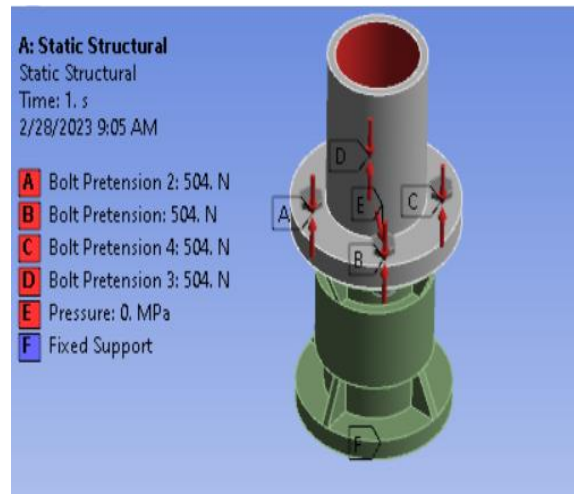
### Properti Material, *Pressure* dan *Bolt Torque*

Material yang digunakan pada komponen sambungan *flange hydrant* dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut.

Tabel 1. Material sambungan <i>flange hydrant</i>	
Komponen	Material
Flange	Cast Iron, NG GJL 100
Gasket	Silicone, pure gasket
Baut	Stainless Steel, 316, Annealed

Uji pressure yang diberikan pada simulasi Analisis Kekuatan Sambungan *Flange Hydrant Terhadap Uji Pressure* dengan Metode *Finite Element Analysis* adalah sebesar 30 bar ( 3 MPa ).

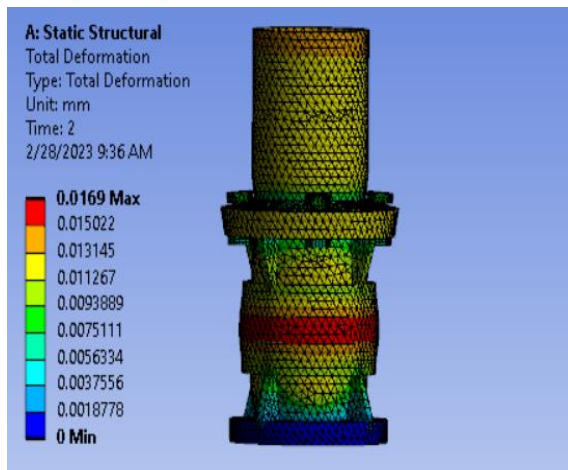
Pengencangan baut pada sambungan (*bolt torque*) menggunakan standar *ISO 898-1*, yaitu sebesar 504 Nm. Aplikasi pengencangan baut pada simulasi ini menggunakan fitur *bolt pretension* yang terdapat pada *ansys workbench* [5]. Ilustrasi *bolt pretension* pada sambungan *flange hydrant* dapat dilihat pada **Gambar 3** berikut.



**Gambar 3.** *Bolt Pretension* pada Sambungan *Flange Hydrant*

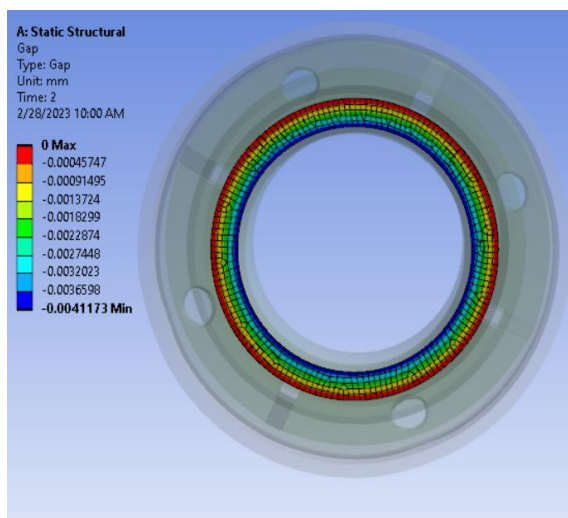
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi dengan metode FEA pada sambungan *flange hydrant* menghasilkan nilai *total deformation*, *equivalent stress* dan *safety factor* yang terjadi pada sambungan, nilai *equivalent stress* yang terjadi pada baut, nilai gap dan frictional stress yang terjadi pada gasket. Pada Gambar 4 menunjukkan hasil simulasi *total deformation* maksimal yang terjadi pada sambungan *flange hydrant* terhadap uji pressure 30 Bar (3 MPa) yaitu sebesar 0.0169 mm.



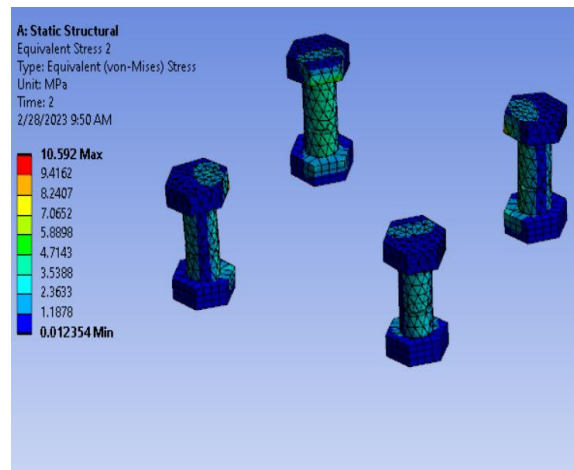
**Gambar 4.** Hasil simulasi *total deformation* pada sambungan *flange hydrant*

Pada **Gambar 5** menunjukkan hasil simulasi *equivalent stress* yang terjadi pada sambungan *flange hydrant* terhadap uji *pressure* 30 Bar ( 3 MPa) yaitu sebesar 25.30 MPa.



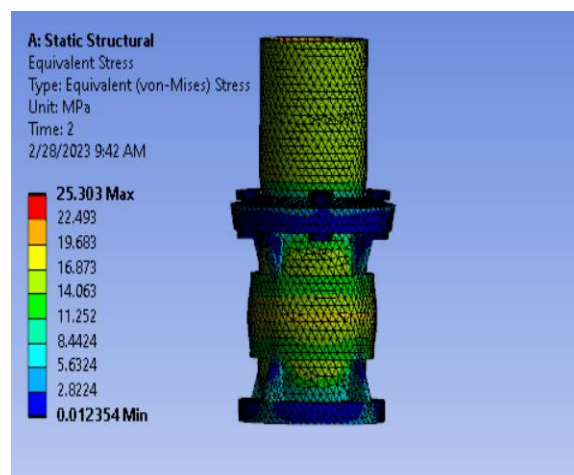
**Gambar 5.** Hasil simulasi *equivalent stress* pada sambungan *flange hydrant*

Pada **Gambar 6** memperlihatkan ilustrasi simulasi *equivalent stress* yang terjadi pada baut terhadap uji *pressure* 30 Bar (3 MPa) yaitu sebesar 10.59 MPa.



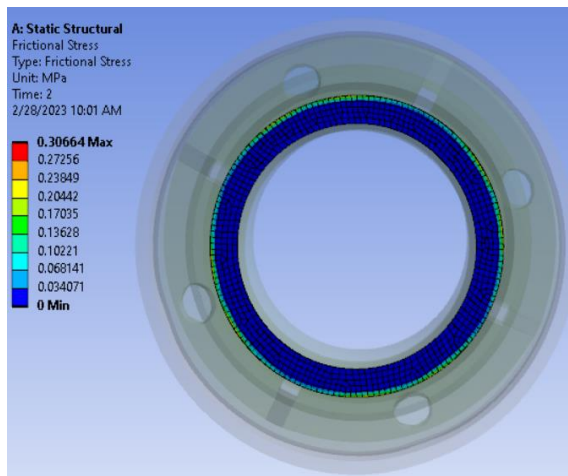
**Gambar 6.** Hasil simulasi *equivalent stress* yang terjadi pada baut

Pada **Gambar 7** memperlihatkan hasil simulasi berupa nilai *gap* yang terjadi pada gasket terhadap uji *pressure* 30 Bar ( 3 MPa) dan pengencangan baut (*bolt pretension*) 504 Nm pada sambungan *flange hydrant* yaitu sebesar -0.00411 mm.



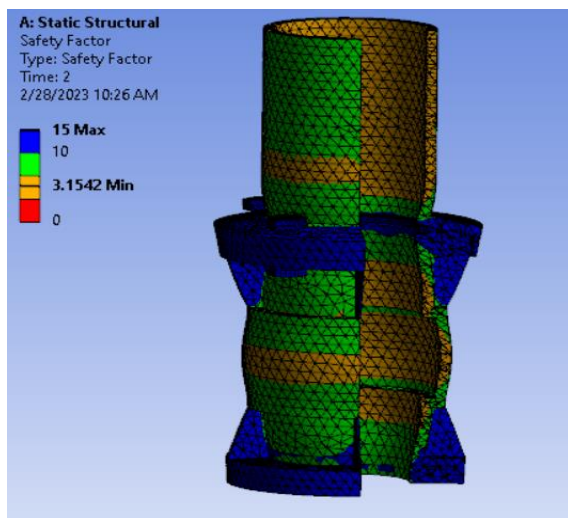
**Gambar 7.** Nilai *gap* pada gasket sambungan *flange hydrant*

Pada **Gambar 8** menunjukkan hasil simulasi berupa nilai *frictional stress* yang terjadi pada gasket terhadap uji *pressure* 30 Bar (3 MPa) dan pengencangan baut (*bolt pretension*) 504 Nm pada sambungan *flange hydrant* yaitu sebesar 0.30 MPa.



**Gambar 8.** Nilai *frictional stress* pada gasket sambungan *flange hydrant*

Pada **Gambar 9** memperlihatkan simulasi faktor keamanan (*safety factor*) pada sambungan *flange hydrant* terhadap uji *pressure* 30 Bar ( 3 MPa) yaitu sebesar 3,15.



**Gambar 9.** Nilai *safety factor* pada sambungan *flange hydrant* dengan tampilan *section plane*

## KESIMPULAN

Dari hasil Analisis Kekuatan Sambungan *Flange Hydrant* Terhadap Uji *Pressure* dengan Metode *Finite Element Analysis*, disimpulkan bahwa sambungan *flange hydrant* kuat serta aman menerima *pressure* dari tekanan air sebesar 30 Bar, karena memenuhi nilai keamanan yang diisyaratkan [9] yaitu sebesar 3,15.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih diberikan kepada PT. Karya Paduyasa – Jawa Tengah, Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka Jakarta, dan Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jakarta yang telah mendukung seluruh proses dalam penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Yuniarto and D. W. T. Bhirawa, “PERANCANGAN JALUR HIDRAN PADA GUDANG PERSEDIAAN MATERIIL BEKMATPUS LANUD HALIM PERDANAKUSUMA.”
- [2] P. C. B. Luyt, N. J. Theron, and F. Pietra, “Non-linear finite element modelling and analysis of the effect of gasket creep-relaxation on circular bolted flange connections,” *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, vol. 150, pp. 52–61, Feb. 2017, doi: 10.1016/j.ijpvp.2016.12.001.
- [3] J. P. Nuklir, H. Prihatnadi, B. Santoso, P. Rekayasa, P. Nuklir - Batan, and K. P. Serpong, “ANALISA KEKUATAN FLANGE PADA SISTEM PEMIPAAN PRIMER REAKTOR TRIGA 2000 BANDUNG”.
- [4] Z. Y. Wu and Y. Song, “Optimizing selection of fire hydrants for flow tests in water distribution systems,” in *Procedia Engineering*, 2014, vol. 70, pp. 1745–1752. doi: 10.1016/j.proeng.2014.02.192.



- [5] G. Shi, Y. Shi, Y. Wang, and M. A. Bradford, "Numerical simulation of steel pretensioned bolted end-plate connections of different types and details," *Eng Struct*, vol. 30, no. 10, pp. 2677–2686, Oct. 2008, doi: 10.1016/j.engstruct.2008.02.013.
- [6] N. Jamia, H. Jalali, J. Taghipour, M. I. Friswell, and H. Haddad Khodaparast, "An equivalent model of a nonlinear bolted flange joint," *Mech Syst Signal Process*, vol. 153, May 2021, doi: 10.1016/j.ymssp.2020.107507.
- [7] M. Rahmi, D. Canra, Y. Nur Rohmat, and D. Suwandi, "Analisis Kekuatan Flange Valve Akibat Pengaruh Bolt Torque pada Kondisi Pressure dan Temperature Berbeda dengan Metode Finite Element Analysis," *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Manufaktur JTRM /*, vol. 2, no. 1, 2020.
- [8] L. Ślęczka and D. Leń, "Prying action in bolted circular flange joints: Approach based on component method," *Eng Struct*, vol. 228, Feb. 2021, doi: 10.1016/j.engstruct.2020.111528.
- [9] K. Z. V. Dobrovolsky, *Machine Elements: a text book*. Moscow: Peace Publisher, 1978.